



**Máster en Redes de Telecomunicación
para Países en Desarrollo**

**ESCUELA TÉCNICA SUPERIOR DE
INGENIERÍA DE TELECOMUNICACIÓN**

PROYECTO FIN DE MÁSTER

**DISEÑO DE UN PLAN DE SOSTENIBILIDAD PARA
REDES DE COMUNICACIONES RURALES:
ESTUDIO DEL CASO NAPO**

**Autora: Inés Bebea González
Tutor: Andrés Martínez Fernández
Co-tutor: Javier Simó Reigadas**

Curso académico 2009/2010

ACTA DE EVALUACIÓN

Alumno:

Titulación:

Título del proyecto:

¿Es el proyecto resultado de Prácticas en empresas? **SÍ / NO**

Tutor:

Co-Tutor (en caso de que exista):

TRIBUNAL

Presidente:

Vocal:

Secretario:

CALIFICACIÓN DETALLADA DEL PROYECTO

	Presidente	Vocal	Secretario
Presentación escrita (MB-B-R-M-MM)			
Presentación oral (MB-B-R-M-MM)			
Complejidad técnica (MB-B-R-M-MM)			
Metodología empleada (MB-B-R-M-MM)			
Resultados obtenidos (MB-B-R-M-MM)			
Esfuerzo realizado (MB-B-R-M-MM)			

CALIFICACIÓN FINAL DEL PROYECTO:

	SB/ NOT/ AP/ SS/ NP
(nota numérica)	Enmarcar la calificación alcanzada

PROYECTO PROPUESTO PARA MATRÍCULA DE HONOR: **SÍ/NO**
(sólo si la nota numérica final es igual a 10)

Fuenlabrada, de

de 20__

El Presidente

El Vocal

El Secretario

Resumen

El objetivo general de este Proyecto Fin de Máster es aportar conocimiento científico para el estudio de la sostenibilidad de las intervenciones basadas en las Tecnologías de la Información y Comunicaciones en zonas rurales de países en desarrollo llevadas a cabo por agentes internacionales de Cooperación al Desarrollo.

El estudio de la sostenibilidad para este contexto existe en la literatura específica en la forma de estudios de casos, donde se han recopilado algunas “buenas y malas prácticas” a la vista del análisis de si estas intervenciones lograron sus objetivos y mantuvieron sus beneficios a lo largo del tiempo. Ahora bien, ¿cómo dar una solución de sostenibilidad a una intervención TIC en curso y evitar que fracase? En este Proyecto se propone una solución al caso concreto del Napo en Perú, un proyecto de TIC aplicadas a la Salud, que interconecta los establecimientos de salud en la cuenca del río Napo, desde el Hospital Regional en la capital Iquitos hasta la localidad de Cabo Pantoja en la frontera con Ecuador. La cobertura de esta red de comunicaciones es por tanto de más de 500 Km, y se proporcionan servicios de banda ancha y acceso a Internet, ofrece comunicación telefónica y electrificación básica en todos los establecimientos.

Este Proyecto analiza en detalle la problemática de la sostenibilidad del caso Napo, diseña una estrategia global de actuación en lo que se ha denominado el Plan Integral de Sostenibilidad y propone una herramienta de validación del Plan en cuanto que su implementación contribuye a reducir el riesgo de fracaso en sostenibilidad de un proyecto TIC.

El principal resultado es por tanto el diseño del Plan Integral de Sostenibilidad, que pretende afrontar la gran complejidad de la sostenibilidad de los proyectos TIC en sus diversas categorías: social, institucional y política, financiera, tecnológica, educativa y de construcción de capacidades. Para ello se han redactado tres subplanes: el Plan Institucional y Financiero, el Plan Operativo de Mantenimiento y el Plan de Formación Continua.

La validación del Plan Integral de Sostenibilidad ha de ser vista como el diseño de una herramienta para medir el grado de sostenibilidad de proyectos TIC en países en desarrollo al tiempo que es una evaluación del impacto del Plan propuesto. En base a información recopilada a lo largo de este Proyecto, entrevistas personales y otras técnicas participativas, ha sido posible esbozar aquellos indicadores que pueden ser considerados como positivos o negativos en términos de sostenibilidad. De este modo, definiendo el momento actual en contraposición con un momento previo al inicio de este Proyecto Fin de Máster, se han valorado los indicadores propuestos de manera que es posible afirmar que: el riesgo de fracaso por sostenibilidad del caso Napo ha sido reducido actualmente en un 65 % frente a la reducción inicial en sólo un 33 %. Es de esperar que la implementación total del Plan reduzca aún en mayor medida este riesgo.

Índice general

I. INTRODUCCIÓN	1
1. Presentación	2
1.1. Motivación	2
1.2. Organización del documento	3
1.3. Marco de Referencia	4
1.3.1. TIC en zonas rurales de países en desarrollo	4
1.3.2. TIC para la Salud: Telemedicina	5
1.3.3. La Fundación EHAS	7
2. Contexto	9
2.1. Éxito o fracaso de proyectos TIC en países en desarrollo	9
2.2. Sostenibilidad de proyectos TIC	10
2.2.1. Estudios sobre TIC y sostenibilidad	11
2.2.2. Factores que condicionan la sostenibilidad	17
2.2.3. Particularidades de la Sostenibilidad de proyectos TIC para la Salud . .	20
2.3. El caso Napo	21
2.3.1. Contexto	21
2.3.2. La red WiFi de Telemedicina	24
2.3.3. Problemática de la sostenibilidad	26
3. Objetivo	31
II. METODOLOGÍA	32
4. Metodología	33
4.1. Obtención de información y realimentación	33
4.2. Formulación del Plan Integral de Sostenibilidad	34
4.3. Ejecución del plan	35
4.4. Evaluación de los efectos del plan	37
4.5. Recursos	38
III. RESULTADOS	40

5. Presentación del Plan Integral de Sostenibilidad	41
6. Plan Institucional y Financiero	42
6.1. Introducción	42
6.2. El papel de las Autoridades Locales	43
6.2.1. Municipios	43
6.2.2. Microrredes de Salud	43
6.3. El papel de las Autoridades Regionales	44
6.3.1. Gobierno Regional de Loreto	44
6.3.2. Dirección Regional de Salud	48
6.4. Gestión del Cambio	51
6.4.1. Distribución de responsabilidades	51
6.4.2. Esquema de transformación	52
6.5. A Futuro	59
7. Plan Operativo del Mantenimiento	61
7.1. Introducción	61
7.1.1. Situación actual del mantenimiento	61
7.1.2. Disponibilidad	62
7.1.3. Definición de un plan operativo de mantenimiento	65
7.1.4. El equipo de mantenimiento	66
7.2. Ejes operativos del plan	69
7.2.1. Detección de fallos: Monitorización	69
7.2.2. Diagnóstico de fallos y gestión de las incidencias	76
7.2.3. Mantenimiento predictivo	95
7.2.4. Mantenimiento preventivo	96
7.2.5. Mantenimiento correctivo	102
7.2.6. Gestión del stock	105
7.2.7. Realimentación del conocimiento: Informes	109
7.3. Ejes transversales del plan	110
7.3.1. Logística	110
7.3.2. Gestión de recursos humanos	113
7.3.3. Evaluación	114
7.3.4. Presupuesto	114
7.4. A Futuro	115
8. Plan de Formación Continua	116
8.1. Introducción	116
8.2. Metodología	117
8.3. Contenidos	119
8.3.1. Uso de la computadora	119
8.3.2. Uso de la herramienta de formación a distancia	120
8.3.3. Operación y mantenimiento básico de los sistemas TIC	121
8.3.4. Mantenimiento avanzado de los sistemas TIC	122

Índice general

8.4. Recursos	122
8.4.1. Planificación y presupuesto	123
9. Ejecución del Plan	125
9.1. Puesta en marcha del Plan Institucional y Financiero	126
9.1.1. Encuentro Inter-Institucional para la Sostenibilidad de la red Napo . . .	126
9.1.2. Acuerdos unilaterales	128
9.1.3. Gestión del Cambio	132
9.2. Puesta en marcha del Plan Operativo de Mantenimiento	132
9.3. Puesta en marcha del Plan de Formación Continua	134
9.4. Grado de implementación del Plan Integral de Sostenibilidad	134
10. Validación del Plan Integral de Sostenibilidad	136
10.1. Indicadores de la sostenibilidad	138
10.1.1. Factores de Sostenibilidad Humana	138
10.1.2. Factores de Sostenibilidad Social	142
10.1.3. Factores de Sostenibilidad Financiera	145
10.1.4. Factores de Sostenibilidad Tecnológica	147
10.1.5. Factores de Sostenibilidad de Contenido	152
10.2. Resumen	153
10.3. Medición de impacto de las TIC en los procesos de salud	154
IV. CONCLUSIONES	159
V. ANEXOS	166
A. Resoluciones Directorales DIRESA	167
B. Acta de Acuerdos y Compromisos entre GOREL y Fundación EHAS	170
C. Acta de Acuerdos y Compromisos entre DIRESA y Fundación EHAS	171
D. Acta de Transferencia de los Bienes Donados por la Fundación EHAS al GOREL	172

Índice de figuras

2.1. Marco de la Sostenibilidad adaptado por Batchelor y Norrish [S. 03].	13
2.2. Marco de la Sostenibilidad TIC de Sunden et. al [Sun06].	15
2.3. Mapa del Departamento de Loreto.	22
2.4. Mapa de la Provincia de Maynas.	22
2.5. Esquema de la red Napo en 2009.	25
2.6. Topología detallada de un segmento de la red Napo.	26
2.7. Esquema de una estación cliente en la red Napo.	26
2.8. Árbol causal de los problemas de la sostenibilidad en la red Napo.	28
2.9. Árbol consecutivo de soluciones para la sostenibilidad en la red Napo.	29
6.1. Organigrama estructural del GOREL.	45
6.2. Organigrama estructural de la DIRESA	49
6.3. Esquema de cambio institucional para la redistribución de responsabilidades.	53
6.4. Estructura Orgánica de la Dirección de Informática, Telecomunicaciones y Estadística.	56
7.1. Resumen de disponibilidad de las TIC en Napo en diciembre de 2009 [Beb09a].	63
7.2. Diagrama de análisis de la disponibilidad en sistemas TIC.	65
7.3. Diagrama de procesos del Plan Operativo de Mantenimiento.	66
7.4. Esquema de áreas de influencia para N1.	67
7.5. Diagrama de procesos y recursos humanos.	68
7.6. Frontend de Centreon para la red Napo con información en tiempo real de dispositivos y servicios.	70
7.7. Página de acceso a Centreon	73
7.8. Mapa de estado de la red en tiempo real representado en Centreon.	74
7.9. Graficación de un histórico de <i>ping</i> en Centreon.	75
7.10. Reporte en Centreon del grupo de dispositivos Mikrotik.	75
7.11. Ciclo de vida de una incidencia.	76
7.12. Diagnóstico de fallos en telefonía. Caso 1.	77
7.13. Diagnóstico de fallos en telefonía. Caso 2.	78
7.14. Diagnóstico de fallos en telefonía. Caso 3.	79
7.15. Diagnóstico de fallos en telefonía. Caso 4.	79
7.16. Diagnóstico de fallos en cómputo. Caso 5.	80
7.17. Diagnóstico de fallos en cómputo. Caso 6.	80
7.18. Diagnóstico de fallos en cómputo. Caso 7.	81
7.19. Diagnóstico de fallos en cómputo. Caso 8.	82
7.20. Diagnóstico de fallos en cómputo. Caso 9.	82

Índice de figuras

7.21. Diagnóstico de fallos en cómputo. Caso 10.	83
7.22. Diagnóstico de fallos en comunicaciones WiFi. Caso 11.	84
7.23. Diagnóstico de fallos en comunicaciones WiFi. Caso 12.	84
7.24. Diagnóstico de fallos en comunicaciones WiFi. Caso 13.	85
7.25. Diagnóstico de fallos de energía. Caso 14.	86
7.26. Diagnóstico de fallos de energía. Caso 15.	87
7.27. Página de acceso al SGI (Request Tracker).	90
7.28. Diagrama de notificación de incidencias del SGR al SGI.	91
7.29. Diagrama de escalado de incidencias.	92
7.30. N1 crea un caso nuevo en el Sistema de Gestión de Incidencias.	93
7.31. N1 realiza comprobaciones con el usuario y recibe apoyo de N2.	94
7.32. La información de resolución de problema queda registrada.	94
7.33. Procedimiento para la gestión del stock a través del SGI.	105
9.1. Cronograma de trabajo del proyecto UPM.	125
10.1. Evolución de los indicadores de riesgo de fracaso por sostenibilidad para el caso Napo.	154

Acrónimos

- CAP** Cuadro de Asignación de Personal en instituciones públicas
- CHR** Conocimiento Histórico de la Realidad
- CS** Centro de Salud
- DIRESA** Dirección Regional de Salud
- EDA** Enfermedad Diarreica Aguda
- EHAS** Enlace Hispano Americano de Salud
- GOREL** Gobierno Regional de Loreto
- GTR-PUCP** Grupo de Telecomunicaciones Rurales de la Pontificia Universidad Católica del Perú
- HCE** Historia Clínica Electrónica
- HF** High Frequency, banda de frecuencias entre 3 MHz y 30 MHz
- IRA** Infección Respiratoria Aguda
- MIB** Management Information Base
- MINSA** Ministerio de Salud
- ODM** Objetivos de Desarrollo del Milenio
- OMS** Organización Mundial de la Salud
- ONGD** Organización no gubernamental para el Desarrollo
- ORAS** Organismo Andino de Salud
- PAMAFRO** Proyecto del ORAS de Control de la Malaria en las zonas fronterizas de la Región Andina: Un enfoque comunitario
- PIF** Plan Institucional y Financiero
- PFC** Plan de Formación Continua
- POM** Plan Operativo de Mantenimiento

Índice de figuras

PS Puesto de Salud

ROF Reglamento de Organización y Funciones en instituciones públicas

RT Request Tracker

SGI Sistema de Gestión de Incidencias

SGR Sistema de Gestión de Red

TIC Tecnologías de la Información y Comunicaciones

VHF Very High Frequency, banda de frecuencias entre 30 MHz y 300 MHz

VoIP Voz sobre IP

WiFi Estándar de comunicaciones IEEE 802.11

WiLD WiFi modificado para Largas Distancias

Parte I

INTRODUCCIÓN

1 Presentación

1.1. Motivación

En los últimos años, el marco de referencia de todo trabajo de desarrollo está dirigido por los Objetivos de Desarrollo del Milenio (ODM), pese a su reducido impacto [odm09]. Estos objetivos son el resultado de numerosas resoluciones y conferencias de Naciones Unidas en los años 1990, y fueron firmados por 189 países en la Declaración del Milenio en el año 2000, constituyendo una agenda específica para la reducción de la pobreza para el año 2015. En este marco, se definen las Tecnologías de la Información y Comunicaciones (TIC) como herramientas para la consecución de los Objetivos, haciendo una referencia especial en la Meta 8.F: “En cooperación con el sector privado, dar acceso a los beneficios de las nuevas tecnologías, especialmente las de la información y las comunicaciones”. En este contexto, las TIC son generalmente tratadas como un tema transversal y multisectorial, que promueva prioridades sociales para lograr los ODM: educación, salud, gobernabilidad, medio ambiente y tejido empresarial, entre otros. Son muchas las iniciativas surgidas en pro de la introducción de las TIC en países en desarrollo, en especial relacionadas con la provisión de infraestructura en las regiones más aisladas, el ámbito rural [Rag05].

Pese a las inversiones de millones de dólares realizadas en los últimos años, los proyectos de Tecnologías de la Información y Comunicaciones en países en desarrollo cuentan con tasas de éxito extremadamente bajas en términos de sostenibilidad. Algunos estudios revelan elevadas tasas de fracaso [Avg08, KDS09, RS08, Chi09, Sal68] hasta en el 80 % de los casos [Hee02]. La principal dificultad en este campo reside en el hecho de que la sostenibilidad debe alcanzarse simultáneamente en varios frentes: económico, financiero, institucional, tecnológico, educativo y de construcción de capacidades, teniendo asimismo en cuenta factores sociales y culturales específicos [Pad06].

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, 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 cuenta con un alto grado de valoración y motivación por

parte del personal de salud rural. Asimismo, la Fundación ha realizado numerosos esfuerzos en el ámbito de la acogida de la tecnología por parte de las instituciones y en la construcción de capacidades para el personal técnico y de salud. Sin embargo, desde que la red Napo está operativa, los ingenieros de la Fundación han sido los responsables y únicos competentes en la operación y el mantenimiento de la red, cuyo presupuesto ha sido negociado también por la Fundación en diversas ocasiones.

En este contexto, la Fundación EHAS impulsó en el año 2009 un proyecto para la red Napo que construya un Plan Integral de Sostenibilidad que tenga en cuenta la complejidad de todos los factores que aquí se interrelacionan, y sienta las bases de intervención de cada uno de los actores implicados. En este sentido, esta tesis presentará el diseño de un Plan Integral de Sostenibilidad (operativo, formativo e institucional) para infraestructuras TIC y su propuesta de validación.

1.2. Organización del documento

El documento está organizado de la siguiente forma:

Capítulo 1: Presentación, donde se realiza una presentación de la tesis y su motivación en el marco del trabajo por el Desarrollo Humano. Asimismo se introduce al lector en el papel de las Tecnologías de Información y Comunicaciones en zonas rurales aisladas de países en desarrollo, su aplicación en el Sector Salud, y se presenta la Fundación EHAS, organización que ha acogido esta investigación y la aplicación de sus resultados en un proyecto propio.

Capítulo 2: Contexto, que comienza definiendo las bases de la evaluación de proyectos TIC y cómo la sostenibilidad es requisito indispensable para que los proyectos sean exitosos en el largo plazo. En este capítulo se hace una revisión de estudios relevantes sobre sostenibilidad y se citan algunas particularidades identificadas para el caso de TIC aplicadas a Salud. Finalmente, se introduce el contexto de esta tesis: la red Napo en Perú, el progreso de las intervenciones allí realizadas y un análisis de su situación de sostenibilidad, definiendo el problema principal de investigación de esta tesis.

Capítulo 3: Objetivo, que define los objetivos e hipótesis de investigación de esta tesis en el marco de la sostenibilidad de proyectos TIC en zonas rurales de países en desarrollo.

Capítulo 4: Metodología, en el cual se expone la metodología de intervención para la obtención de información de todos los actores implicados, la formulación del plan de sostenibilidad, planificación de su ejecución y los indicadores propuestos para su evaluación.

Capítulo 5: Presentación del Plan Integral de Sostenibilidad, es una introducción a los resultados de esta tesis. El Plan Integral de Sostenibilidad está compuesto por los planes definidos en los Capítulos 6, 7 y 8.

Capítulo 6: Plan Institucional y Financiero, contiene la propuesta de cambio institucional que garantiza una distribución de responsabilidades, de cara al proyecto TIC, tal que se

1 Presentación

asegure su correcto funcionamiento a lo largo del tiempo y se exploten al máximo los beneficios que el sistema ofrece, respetando el fin para el que fue concebido: Salud.

Capítulo 7: Plan Operativo de Mantenimiento, que analiza las causas técnicas del problema de sostenibilidad y propone un modelo de coordinación, planificación, logística y gestión de recursos para hacer más eficientes y menos costosas las intervenciones de mantenimiento y reparación de equipos.

Capítulo 8: Plan de Formación Continua, que plantea una metodología y programación de contenidos didácticos sobre uso y mantenimiento básico de los sistemas TIC para los usuarios de la red, así como contenidos sobre mantenimiento técnico avanzado para el equipo de mantenimiento local. La plataforma de formación a distancia propuesta pretende ser la base para futuras formaciones también en el ámbito de la salud y la gestión sanitaria destinadas a los mismos usuarios: el personal de salud rural.

Capítulo 9: Ejecución del Plan, donde se realiza una revisión del grado de implementación del plan y de las actividades concretas que han ayudado en cada uno de los pasos, de manera que sirvan de guía a otras ONGD u otras instituciones públicas o privadas en la implementación de este Plan Integral de Sostenibilidad en sus respectivos contextos.

Capítulo 10: Validación del Plan de Sostenibilidad, donde se presenta una propuesta de validación del Plan en relación a su impacto en la sostenibilidad de proyectos TIC y se exponen los indicadores medidos en esta tesis y los valores que se debieran alcanzar en la fase final de su implementación.

Capítulo 11: Conclusiones y Trabajo Futuro, en el que se ha realizado un resumen de los resultados obtenidos en esta tesis y se proponen futuras ampliaciones y mejoras sobre el trabajo realizado, con el fin de realimentar y verificar la efectividad del Plan propuesto.

Bibliografía, que incluye todas las referencias bibliográficas completas que han sido consultadas en la elaboración de esta memoria de tesis.

Anexos, donde se incluyen la documentación adicional necesaria para la comprensión de esta tesis.

1.3. Marco de Referencia

1.3.1. TIC en zonas rurales de países en desarrollo

Las zonas rurales aisladas de países en vías de desarrollo son el contexto vital de más de la mitad de la población mundial, pese a lo cual es generalizada su casi total carencia de infraestructuras de comunicación y acceso a la información. Con los Objetivos de Desarrollo del Milenio como referente, los agentes internacionales de desarrollo han pretendido dotar a estas zonas de conectividad a redes de información, principalmente telefonía e Internet. No obstante, todos los esfuerzos por generalizar el acceso a infraestructura y servicios de comunicación en zonas aisladas de países en desarrollo suelen topar desde los primeros pasos con la ausencia de

1 Presentación

soluciones tecnológicas realmente apropiadas, realistas y sostenibles, debido en gran parte a las siguientes características específicas de estos contextos:

- No sólo se carece de infraestructuras de telecomunicación; también suele ser prácticamente inexistente o de mala calidad la infraestructura de electrificación y, en muchos casos, de transporte. La necesidad de dotar a los sistemas de telecomunicación de alimentación eléctrica autónoma para garantizar su funcionamiento continuo y su durabilidad, y la ausencia de vías de acceso, encarece las soluciones tecnológicas y dificulta su mantenimiento.
- El personal técnico cualificado necesario para el mantenimiento y operación de estas tecnologías suele encontrarse en las ciudades, y resulta caro y difícil contar con él en zonas rurales aisladas.
- La baja densidad poblacional y el reducido poder adquisitivo de la población rural, hace que por no pueda soportar los costes de infraestructuras caras de instalar, de mantener y de operar, y hace también poco rentables las inversiones de los grandes operadores de telecomunicaciones. Tampoco los propios países en vías de desarrollo están en condiciones promover la cobertura global de su territorio subvencionando la instalación de redes de comunicaciones rurales, tanto por su falta de recursos como por la enorme proporción que las poblaciones rurales no contributivas representan en el total.

Por su parte, los diversos agentes de desarrollo sí pueden disponer de los medios para aportar soluciones locales de comunicaciones y servicios en las áreas de incidencia de sus proyectos y programas de desarrollo si disponen de tecnologías baratas, robustas y adaptadas a las necesidades de este contexto.

1.3.2. TIC para la Salud: Telemedicina

La tercera parte de los Objetivos de Desarrollo del Milenio de Naciones Unidas están relacionados directamente con la salud: reducir en dos terceras partes la mortalidad de los niños menores de 5 años y la mortalidad materna en tres cuartas partes; detener y comenzar a reducir la propagación de VIH/SIDA y la incidencia del paludismo y otras enfermedades graves. Los Sistemas Atención Primaria en Salud de países en desarrollo, especialmente en el contexto de las zonas rurales aisladas donde se encuentra el grueso de su población, tienen graves limitaciones económicas y de otros recursos para afrontar estos retos. Se hace entonces necesario emplear Tecnologías de la Información y Comunicaciones que sean apropiadas, robustas y sostenibles, pero de bajo consumo, bajo coste y bajo mantenimiento, que contribuyan a reducir las brechas formativas del personal de salud rural, a mejorar sus capacidades diagnósticas y terapéuticas y a potenciar la coordinación con los niveles superiores.

La Organización Mundial de la Salud definió en 1997 el concepto de telemedicina como “la provisión de servicios de atención sanitaria, en los que la distancia constituye un factor crítico, por profesionales que utilizan las tecnologías de la información con el objetivo de intercambiar datos para hacer diagnósticos, realizar tratamientos y prevenir enfermedades y lesiones, así como para la formación permanente de los profesionales de la salud y en actividades de investigación

1 Presentación

y evaluación, con el fin de mejorar la salud de las personas y de las comunidades donde viven” . A los pacientes, la telemedicina les proporciona la obtención de diagnósticos alternativos. Para los profesionales, la telemedicina se relaciona con una mejora en el acceso a información relevante, asociada a las principales revistas y asociaciones médicas, con la prescripción electrónica asistida y, finalmente, con la accesibilidad global a los datos médicos personales a través de la Historia Clínica Electrónica (HCE). Esta herramienta contribuye además a la mejora en la gestión de la información sanitaria y la agilización de los procesos administrativos, mediante la adaptación del Sistema de Información en Salud a las TIC dentro de las instituciones sanitarias.

El empleo de las TIC en el entorno médico permite también la utilización de técnicas e instrumentos sanitarios a los profesionales de este campo que de otro modo serían impensables, como son distintos tipos de tratamientos o de diagnóstico que se basan en el análisis de imágenes y señales, como son los sistemas de tele-estetoscopia para ayudar al diagnóstico de IRAS y enfermedades cardiovasculares, de tele-microscopia para ayuda al diagnóstico de malaria, tuberculosis y EDA (análisis de sangre y heces) y de cáncer de cuello uterino, de tele-ultrasonografía para diagnósticos relacionados con gestantes. El uso de las TIC también hace posible el tratamiento del paciente a distancia, con lo que los servicios médicos que necesita el paciente se pueden prestar de forma remota por teléfono o mediante videoconferencia, sin necesidad de desplazamiento al centro de referencia. Así aumenta la sensación de confianza del paciente en el equipo sanitario que lo atiende, se disminuyen los costes de las instituciones médicas en cuanto a recursos y a tiempo, se facilita una atención continua y se reducen las barreras de acceso a la atención sanitaria.

En contextos en los que no existe infraestructura de comunicaciones, el intercambio de información entre los establecimientos de salud se realiza por desplazamiento del personal de salud, ya sea caminando o en vehículo terrestre o fluvial. En zonas rurales aisladas de países en desarrollo, estos desplazamientos pueden llevar desde horas hasta días, como sería el caso de aquellas zonas selváticas donde el transporte fluvial, caro e inaccesible para la gran mayoría de la población, resulta ser el único medio de comunicación.

En definitiva, la telemedicina es un conjunto de oportunidades (dadas por las TIC) y de necesidades (la escasez de profesionales médicos y especialistas). El Programa EHAS ha desarrollado una metodología y varias herramientas para la detección de necesidades de comunicación y acceso a información del personal de salud rural. Así, en los estudios realizados en los países de actuación en América Latina, los resultados principales muestran que [Mar03]:

- Tres cuartas partes del personal sanitario rural tiene sensación de aislamiento profesional.
- La mayoría de los establecimientos de salud rural están dirigidos por técnicos de enfermería, personal con escasa formación que necesita apoyo continuo de su médico de referencia para hacer consultas clínicas.
- Entre 1 y 2 días a la semana quedan desatendidos los establecimientos rurales por viajes de coordinación del personal asistencial.

1 Presentación

- La media de tiempo necesaria para que un técnico viaje hasta su centro de referencia (lugar donde se encuentra a su médico responsable) es muy alta (en la provincia de Alto Amazonas, Loreto, Perú, es de 10 horas ida y 10 horas de vuelta).
- Hay un alto gasto por el envío de información epidemiológica y administrativa (los puestos de salud envían alrededor de 100 hojas mensuales a su centro de salud de referencia, y los centros de salud unas 300 a la Dirección Regional de Salud o Direcciones Provinciales).
- El personal sanitario es muy joven (alrededor de 32 años) y existe una alta rotación de personal (no permanecen más de 2 años en el mismo establecimiento).
- El sistema de emergencias y la coordinación para el traslado de pacientes graves es muy ineficiente.
- No es posible realizar consultas sobre dudas diagnósticas, de tratamiento, administrativas o de otro tipo.
- La mayoría de los establecimientos de salud rurales no tienen posibilidad de instalar teléfono, ni está en los planes a medio plazo de las compañías telefónicas.
- No hay acceso a electricidad en la mayoría de las poblaciones rurales o está limitada a unas pocas horas al anochecer.

1.3.3. La Fundación EHAS

La Fundación EHAS es una organización sin ánimo de lucro, que nace con el objetivo de contribuir a la mejora de los sistemas públicos de asistencia de salud en las zonas rurales de los países hispanoamericanos y todos aquellos otros que se encuentren en vías de desarrollo, a través del uso de las nuevas Tecnologías de la Información y las Comunicaciones. Los fines que persigue son:

1. La cooperación internacional para el desarrollo en el sector de las tecnologías de la información y la comunicación aplicadas a la salud de los países hispanoamericanos u otros que se encuentren en vías de desarrollo.
2. La investigación, la formación y el desarrollo de la sociedad de la información para mejorar el sector salud de los países hispanoamericanos u otros que se encuentren en vías de desarrollo.

Así, la Fundación EHAS trabaja para desarrollar tecnologías de comunicación y servicios de acceso a información apropiados para su uso en establecimientos de salud rurales y aislados de países en desarrollo, con el objetivo de mejorar los procesos de atención sanitaria e impactar positivamente en la salud de las personas, basándose en una estrategia que presenta cuatro líneas principales de trabajo:

1. Investigación en tecnologías de comunicación de bajo coste;
2. Desarrollo de servicios de información para el personal de salud rural de América Latina;

1 Presentación

3. Implantación de la red EHAS en países de América Latina;
4. Evaluación de impacto del uso de las TIC en la salud rural de países en desarrollo.

Los orígenes de EHAS se remontan al año 1997 cuando el Grupo de Bioingeniería y Telemedicina (GBT) de la Universidad Politécnica de Madrid y la ONGD Ingeniería Sin Fronteras ApD, comenzaron a investigar en el diseño de sistemas y servicios de comunicación apropiados a las necesidades del personal sanitario rural de los países de América Latina. A raíz de estos trabajos se diseñó y ejecutó el Programa Enlace Hispano Americano de Salud (EHAS), que en octubre de 2004 se constituyó en Fundación sin ánimo de lucro, teniendo como patronas estas dos instituciones. En 2008 se amplió el patronato con la Universidad del Cauca de Colombia, la Pontificia Universidad Católica del Perú y la Universidad Rey Juan Carlos.

La trayectoria del Subprograma EHAS en Perú arranca en el año 1999, de la mano del Grupo de Telecomunicaciones Rurales en la Pontificia Universidad Católica del Perú, como contraparte tecnológica. Entre los años 2000 y 2002 se puso en marcha un proyecto piloto en la provincia de Alto Amazonas del departamento de Loreto en Perú, con objeto de implementar una solución de comunicaciones de bajo costo y evaluar su impacto. Dicho proyecto involucra al Hospital Provincial de la capital, Yurimaguas, y a 40 establecimientos de salud de dos categorías: centros de salud y puestos de salud. La selección de la provincia de Alto Amazonas se llevó a cabo debido a que es una provincia de selva baja idónea para probar las herramientas de comunicación en VHF (primer producto del Programa EHAS); es muy extensa y sin carreteras (el 95 % de los establecimientos de salud son sólo accesibles por río); y tiene importantes carencias en infraestructura de telecomunicaciones (sólo dos establecimientos de salud contaban con línea telefónica).

Desde aquel momento, la Fundación EHAS ha desarrollado numerosos proyectos que plantean el uso de las Tecnologías de la Información y Comunicaciones para la mejora de los sistemas públicos de salud en las zonas rurales más aisladas de América Latina, en concreto en Perú, Colombia, Cuba y Ecuador. La Fundación ha seguido desde entonces una política de investigación de nuevas herramientas de transmisión de voz y datos para entornos difíciles, obteniendo durante el transcurso de los años sistemas mejorados para el trabajo en las bandas de VHF, HF y actualmente en las bandas ISM de 2.4 y 5 GHz con tecnología WiFi adaptada a muy largas distancias (WiLD).

En la actualidad, la Fundación EHAS continúa trabajando en la mejora de los sistemas de comunicación, y en las posibilidades de implantar sistemas inalámbricos de telediagnóstico y otros servicios de telemedicina. Los trabajos de investigación y desarrollo de nuevas aplicaciones se realizan en colaboración con diversos socios expertos como la Fundación FUNDATEL, el Departamento de Electrónica, Tecnología de Computadoras y Proyectos de la Universidad de Cartagena (España), el Departamento de Teoría de la Señal de la ETSI de Telecomunicación de la Universidad Rey Juan Carlos y el grupo de investigación clínica de Neumología en Cáceres del Servicio Extremeño de Salud (Junta de Extremadura).

2 Contexto

2.1. Éxito o fracaso de proyectos TIC en países en desarrollo

Una evaluación de proyectos de desarrollo, según el Comité de Ayuda al Desarrollo de la Organización para la Cooperación y el Desarrollo Económico (OCDE) [oAE02], es una apreciación sistemática y objetiva de un proyecto, programa o política en curso o concluido, de su diseño, su puesta en práctica y sus resultados. Consta de cinco criterios generalmente aceptados [S. 09]:

- **Pertinencia:** grado en el que un proyecto de desarrollo satisface las prioridades y necesidades de los actores del mismo (entidades financiadoras, autoridades locales y beneficiarios). Significa en sentido amplio un juicio sobre la idoneidad del proyecto en términos de desarrollo.
- **Eficacia:** grado de consecución de los objetivos propuestos, valorando su importancia relativa.
- **Eficiencia:** ratio del valor de los resultados de un proyecto frente al valor de los recursos necesarios para su ejecución.
- **Impacto:** valoración de los efectos (previstos o imprevistos, positivos o negativos) del proyecto más allá de su objetivo específico. Incluye el efecto a largo plazo y en diversas escalas de sociedades, comunidades y sistemas.
- **Sostenibilidad:** probabilidad de que los beneficios de un proyecto se mantengan a un nivel adecuado durante un periodo de tiempo razonablemente largo tras la retirada de la financiación donante.

Otros dos aspectos importantes a evaluar son la cobertura (valoración de la tasa y el sesgo de cobertura y las posibles barreras de acceso) y la replicabilidad de la acción (ya que cada proyecto de desarrollo ha de ser visto como un proyecto piloto).

A la hora de estudiar el éxito o fracaso de los proyectos TIC para el desarrollo es preciso acudir a un análisis detallado de estos criterios. Sin embargo, Heeks [Hee02] cita una serie de dificultades en el estudio de los resultados de proyectos TIC en países en desarrollo: subjetividad de la evaluación, dado que los resultados pueden ser deseables en función de intereses no convergentes de distintos actores (financiador, ejecutor, usuarios); momentos de la evaluación, ya que los criterios en un campo tan reciente también cambian con el tiempo; falta de literatura sobre proyectos TIC en países en desarrollo, donde predominan los estudios de casos, y fundamentalmente una falta de evaluación de los proyectos, ya que quienes tienen interés en evaluar, como

el ambiente académico, carece de recursos o capacidad para llevarlo a cabo, mientras aquellos que tienen los recursos, como son las agencias donantes, carecen de voluntad de evaluar [Sch07].

Los proyectos TIC en zonas rurales de países en desarrollo pueden fracasar por diversas razones relacionadas con dificultades de aceptación, implantación y uso de las TIC. En zonas rurales especialmente tienden a prevalecer proyectos fallidos [Pad06]. El propio Heeks [Hee02] define varias categorías para medir los resultados de los proyectos TIC:

Fracaso total Define el resultado de una iniciativa que nunca se ha implementado o en la cual un sistema fue implementado, pero se abandonó en el corto plazo.

Fracaso parcial Define el resultado de una iniciativa en la cual no se han cumplido los objetivos principales o existen resultados significativos no deseados. En ocasiones, si el cumplimiento de objetivos es incompleto, el proyecto todavía puede ser exitoso.

Fracaso en sostenibilidad Define una iniciativa exitosa, donde se alcanzan los objetivos principales inicialmente, pero se abandona en el medio o largo plazo.

Éxito Define el resultado de una iniciativa en la que la mayoría de sus actores alcanzan sus objetivos principales y no experimentan resultados significativos no deseados. En relación a la anterior definición de evaluación, obtendríamos una evaluación positiva, es decir, elevados índices de pertinencia, eficiencia, eficacia, impacto y sostenibilidad.

Sostenibilidad no implica necesariamente éxito, ya que un proyecto puede ser sostenible sin haber alcanzado sus objetivos primordiales. Sin embargo, si un proyecto no es sostenible será considerado una forma de fracaso, de modo que hay éxito si y sólo si hay sostenibilidad. Entendemos que cuando un proyecto exitoso se abandona ya es demasiado tarde, por lo que uno de los objetivos de esta tesis es aportar las herramientas para evaluar el riesgo de un proyecto de fracasar en sostenibilidad en cualquier fase del ciclo de vida de un proyecto TIC.

Como veremos posteriormente, el caso Napo da evidencias de ser un proyecto exitoso, y sin embargo existe un alto riesgo de caer en un fracaso de sostenibilidad en el largo plazo, debido a la prolongación en el tiempo de la tutela del proyecto por parte de la Fundación EHAS y ORAS/PAMAFRO, mientras se ha demorado la entrega formal de la infraestructura a las autoridades.

2.2. Sostenibilidad de proyectos TIC

Existen múltiples definiciones de sostenibilidad. Algunas de ellas están relacionadas con la aplicación de las TIC al desarrollo sostenible de un determinado colectivo, especialmente en el marco de los ODM. En lo referente a desarrollo sostenible, la definición más ampliamente reconocida del término se refiere al desarrollo socioeconómico: “satisfacer las necesidades de las generaciones presentes sin comprometer las posibilidades de las del futuro para atender sus propias necesidades” (Informe Brundtland, ONU, 1987). Esta definición tiene un perfil de preservación medioambiental y de recursos locales, que debe tener cuenta cualquier intervención

de desarrollo, incluidas las Tecnologías de la Información y Comunicaciones.

Desde la perspectiva de gestión y ejecución de proyectos TIC en zonas rurales de países en desarrollo, adoptaremos un enfoque más concreto: un proyecto TIC es sostenible si mantiene y prolonga en el tiempo los servicios que ofrece. Inicialmente se ha considerado que la sostenibilidad era fácilmente alcanzable si se lograba que lo fuera financieramente, es decir, proyectos con un suficiente retorno de la inversión perdurarían en el tiempo. Sin embargo, la realidad ha mostrado que la sostenibilidad envuelve otros factores más allá del aspecto financiero o económico de los proyectos.

2.2.1. Estudios sobre TIC y sostenibilidad

La literatura en el campo de la sostenibilidad de proyectos de desarrollo basados en Tecnologías de la Información y Comunicaciones es limitada, y en ella abundan los estudios de casos, generalmente proyectos de locutorios y telecentros. En su mayoría, los autores se centran en la sostenibilidad desde un punto de vista económico o financiero, como la base del éxito de estos proyectos. A través de la revisión de algunos de estos trabajos hemos extraído los factores a tener en cuenta en proyectos TIC para lograr su sostenibilidad en el tiempo.

Caspary y O'Connor (2003)

“Providing Low-Cost Information Technology Access to Rural Communities in Developing Countries: What works? What pays?”, Caspary y O'Connor, es un documento de trabajo del programa de investigación “Globalising Technologies and Domestic Entrepreneurship in Developing Countries” de la OCDE. Se trata de una revisión de literatura enfocada en estudios sobre acceso a telefonía e Internet de bajo coste en comunidades rurales de bajos ingresos en diversos países en desarrollo como Bangladesh, Botswana, Zimbabwe, Perú o Mozambique, y con un enfoque principal en la sostenibilidad financiera mediante diferentes modelos organizacionales.

Caspary y O'Connor identifican dificultades técnicas específicas en el acceso de las TIC en áreas rurales, en contraposición con el acceso en zonas urbanas en países en desarrollo. En las zonas rurales, la lejanía, la baja densidad poblacional, la deficiencia de recursos como la electricidad o infraestructura de transporte, la falta de recursos humanos, especialmente técnicos para mantenimiento y reparaciones, y su inferior poder adquisitivo, incrementa el desembolso inicial de los proyectos, así como los costes de mantenimiento. Esta restricción implica la utilización de tecnologías muy robustas y por tanto de mayor coste.

En este estudio los autores concluyen que los proyectos TIC deben proveer de servicios que los usuarios necesiten y que demanden a un precio asequible para ellos. Con esta base, definen cinco áreas clave para la sostenibilidad financieras:

1. Hacer el contenido accesible, combinando si es necesario varias tecnologías para extender los servicios a la mayor parte de la población;

2 Contexto

2. Desarrollar contenido local relevante, aunque tiene el inconveniente de que es más difícil recuperar esta inversión, de modo que deberán ser las propias ONGs o el gobierno local, o bien empresas locales junto a publicistas, quienes generen estos contenidos;
3. Unir los proyectos TIC con programas de microcréditos, como apoyo a proyectos TIC basados en telecentros;
4. Iniciativas participativas, de modo que las comunidades beneficiarias tomen parte en las decisiones relativas al acceso a la información y se creen organizaciones sociales de promoción de las TIC, enfocadas en los tres tipos de necesidades: comunicación (quién quiere comunicarse con quién, cómo y porqué), información (qué información necesita, quién la necesita, dónde, cuándo y con qué objetivo), formación y capacitación (quién necesita qué y cuál es la mejor manera de obtenerlo).
5. Capacitar a los beneficiarios en el uso y el mantenimiento del sistema, ya que generalmente la capacitación del personal de los telecentros generalmente se ha concentrado en cómo operar el software y el hardware instalados, y no en cómo gestionar el telecentro o cómo capacitar a la población en la creación de materiales relevantes a nivel local a partir de fuentes de información externas o genéricas.

Batchelor y Norrish (2003)

En 2003 Batchelor, Norrish, Scott y Webb publican “Sustainable ICT Case Stories”, un reporte técnico financiado por el Departamento de Desarrollo Internacional (DFID) del Reino Unido. Este estudio consiste en un compendio de doce estudios de casos con trabajo de campo en diversos países en desarrollo como Uganda, la India u Honduras. Dicho estudio se basa en la premisa de que la sostenibilidad es compleja y que va más allá de la recuperación de la inversión y los costes progresivos. Batchelor et al. distinguen diversas clases de sostenibilidad que son útiles a las TIC: sostenibilidad económica, que se alcanza cuando un determinado nivel de inversión puede mantenerse en el tiempo; sostenibilidad social, lograda si se minimiza la exclusión social y se maximiza la equidad; sostenibilidad institucional, obtenida cuando las estructuras y procesos creados en el proyecto son capaces de continuar desarrollando sus funciones a largo plazo. En el análisis de estas definiciones se utilizó el marco de Batchelor y Norrish [S. 03]. Este marco es una adaptación del “Sustainable Livelihood Framework” de Ashley y Carney (1999), donde el *capital natural* ha sido sustituido por el *capital de contenido* (ver Figura 2.1).

Para poder definir las diferentes categorías de la sostenibilidad, es importante aclarar qué se sostiene, por cuánto tiempo, a quién beneficia, a qué precio, en qué región y con qué criterios se va a evaluar. Batchelor y Norrish [S. 03] consideran que las intervenciones TIC con objetivos de desarrollo a largo plazo no son alcanzables sin los recursos siguientes: capital financiero, comprendiendo mecanismos tanto para cubrir costes como reemplazar equipamiento; capital tecnológico, basado en una elección apropiada de la tecnología, que será la base del beneficio de las TIC; capital social e institucional, que mantengan las TIC en uso para los fines propuestos; y capital humano, incluidas la formación y desarrollo de sus capacidades para operar las TIC y

2 Contexto

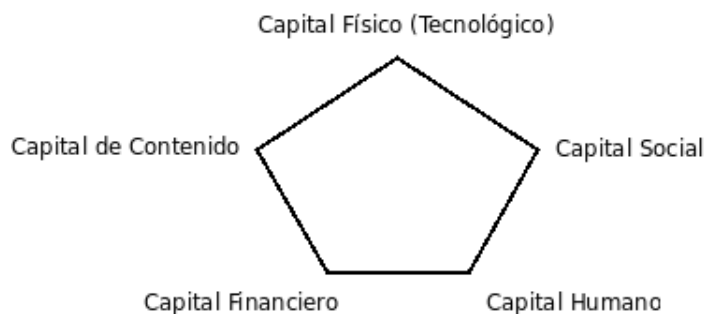


Figura 2.1: Marco de la Sostenibilidad adaptado por Batchelor y Norrish [S. 03].

planificar futuros cambios en los recursos.

Tal vez la mayor contribución de Batchelor y Norrish es considerar también los recursos de contenidos como un capital vital. El capital de contenido es definido como la información que se comunica mediante las TIC, y es una de las claves, ya que si ésta se torna obsoleta o irrelevante también fracasará todo el proyecto TIC. Batchelor et al. además apuntan a las diferencias entre información y conocimiento, conceptos generalmente no diferenciados, y cuya separación es crucial para entender la sostenibilidad. Esas definiciones señalan a que “hay que hacer algo para convertir la información en conocimiento, algo activo que apunta al aprendizaje”.

Pade y Mallinson (2006)

La tesis de Pade, “An Investigation of ICT Project Management Techniques for Sustainable ICT Projects in Rural Development”, es una revisión de literatura y la aplicación de los resultados de la tesis al estudio de campo de dos proyectos TIC desarrollados en Sudáfrica: Dwesa y RUMEP. Desde la visión de gestión de proyectos, la contribución de Pade es la definición de un Ciclo de Vida de Proyectos TIC rurales, que sea sensible a los factores clave de éxito en términos de sostenibilidad: social y cultural, institucional, económico, político y tecnológico. Estos factores han de estar integrados, y la sostenibilidad de los proyectos dependerá de superar cada uno de los factores.

La aplicación de estos factores a la evaluación de la sostenibilidad del proyecto Dwesa, aún en un estado temprano de su implementación, permite descubrir indicadores que cuestionan la supervivencia del proyecto:

- Comprensión de las necesidades de la comunidad. Si bien es cierto que no es posible identificar todas las necesidades en una fase inicial, ya que algunas se revelan una vez que los beneficiarios utilizan la tecnología, es preciso realizar una predicción considerando las actividades sociales y económicas básicas que en ella se desarrollan, así como las barreras que pueden encontrar en el uso de las TIC. Este proyecto está orientado al turismo, y ha realizado un gran esfuerzo en la búsqueda de emprendedores y potenciales empresarios, pero ha descuidado otros miembros de la comunidad involucrados indirectamente en el

2 Contexto

turismo pero que también accederán a las TIC, como por ejemplo líderes comunitarios.

- Enfoque de la capacitación. Los formadores fueron capacitados en el uso de los sistemas informáticos, pero no tanto en cómo formar a los usuarios. Inclusive los materiales didácticos y de usuario que el proyecto entregó a estos formadores, no podían ser reutilizados debido a las dificultades idiomáticas y de alfabetización de la comunidad. El esquema del proyecto era errado, pero con la adaptación de los formadores locales tal vez en el largo plazo se diseñe la estructura formativa más adecuada.

Estas observaciones al proyecto Dwesa son relevantes, en primer lugar porque forman parte de un diagnóstico temprano sobre la sostenibilidad del proyecto, lo cual debería realizarse como parte del seguimiento ordinario de proyectos de cooperación al desarrollo. En segundo lugar porque revela dos indicadores importantes, a los que no se dedican los mayores esfuerzos en los proyectos TIC para el desarrollo. Esto es debido a que generalmente al inicio de los proyectos los financiadores ya disponían de una identificación previa de necesidades y también porque los materiales de uso y de formación son documentación entregable para justificar los gastos del proyecto, independientemente de lo realmente útiles o adecuados que sean para los beneficiarios formados.

Sunden y Wicander (2006)

La tesis de Sunden y Wicander sobre “Information and Communication Technology applied for Developing Countries in a Rural Context” [Sun06] tiene como objetivo central el desarrollo de una herramienta que ayude a la comprensión de las condiciones necesarias para proyectos TIC sostenibles, y por tanto completamente exitosos, en países en desarrollo. En este sentido, los autores proponen un marco que adapta el Marco de Sostenibilidad propuesto por Batchelor y Norrish, ensalzando el papel del Capital de Contenido (ahora llamado Capital Inmaterial, abarcando un campo más amplio), soportado por el Capital Humano y Social, cuya base está formada por el Capital Físico y Financiero. Esta consideración lleva a una reordenación de las categorías de la sostenibilidad (ver Figura 2.2) a la cual los autores añaden una detallada lista de subcategorías y factores que consideran determinantes para la sostenibilidad de los proyectos.

La contribución de Sunden et. al se completa ampliando el modelo de Batchelor y Norrish, orientado únicamente a recursos, complementándolo con otras dos dimensiones: espacio y tiempo. La dimensión espacial se enfoca en el contexto local, incluidos los contextos social, cultural y económicos de modo que los proyectos de desarrollo no estudien tres cuartas partes de la población mundial como una masa uniforme. Según esta dimensión, la “localización” es un aspecto que incluye la integración del conocimiento local como un concepto central en todo el proceso. Por su parte, la dimensión temporal tiene en cuenta que, según el contexto, el tiempo de implementación y estacionariedad de un proyecto TIC serán diferentes, ya que éste es también un concepto relativo y condicionado culturalmente, en ocasiones dependiente de estructuras coloniales. El tiempo es crucial en la apropiación tecnológica, como es el caso de las Tecnologías de la Información y Comunicaciones, un proceso que interrelaciona factores como valores, creencias y experiencias individuales dentro del sistema social. El problema que sobreviene a

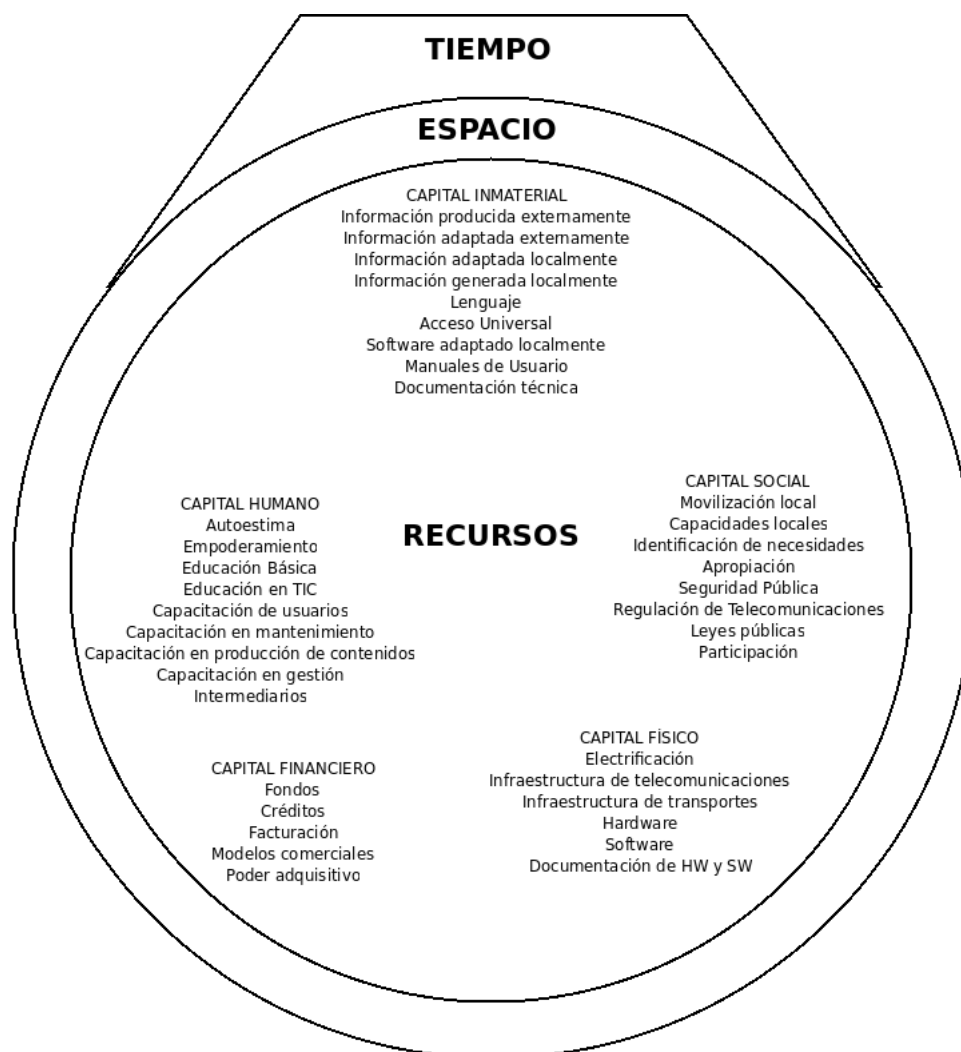


Figura 2.2: Marco de la Sostenibilidad TIC de Sunden et. al [Sun06].

menudo en los proyectos TIC es que son financiados a corto plazo y para la implantación de la tecnología, pero no durante un tiempo suficiente hasta su apropiación.

Surana (2008)

El grupo TIER, Technology and Infrastructure for Emerging Regions, es un grupo de investigación de la Universidad de California en Berkeley que ha implementado redes WiLD y servicios de telemedicina en zonas rurales de la India. Dos de sus publicaciones más recientes a cargo de S. Surana son “Beyond pilots: Keeping rural wireless networks alive” [Sur08a] y “Deploying a wireless rural telemedicine system: experiences in sustainability” [Sur08b], basadas en estudios sobre la red Aravind de telemedicina con soporte para videoconferencias y la red AirJaldi de te-

2 Contexto

lecentros rurales. Surana define tres principios para que un proyecto TIC sea sostenible: debe ser una optimización de un sistema ya existente, debe poder financiarse por sí mismo produciendo ingresos suficientes, y debe ser autosuficiente operacionalmente. Además reconoce que, desde el punto de vista tecnológico, la investigación en TIC tiende a enfocarse en un lograr alto rendimiento y pilotos vistosos, mientras que el verdadero impacto se consigue con una presencia sostenida. Es preciso por tanto investigar para lograr elevada disponibilidad de los sistemas y elaborar mecanismos para afrontar las causas de los problemas operativos.

Surana realiza un recuento de los problemas operativos detectados, que han producido indisponibilidad significativa de los sistemas, incrementando los costes de mantenimiento y afectando a la calidad de la red, por ejemplo, reduciendo el ancho de banda debido a incrementos en la pérdida de paquetes:

- el equipamiento informático y de comunicaciones falla fácilmente debido a la baja calidad del suministro eléctrico y al clima adverso (caída de rayos, altas temperaturas, humedad, polvo);
- la resolución e incluso el diagnóstico de fallos es complicado debido a personal técnico poco cualificado en las zonas rurales remotas y a conectividad limitada (teléfono e Internet) para que expertos remotos del grupo TIER puedan acceder a los sistemas y verificar las causas de indisponibilidad;
- además, el personal técnico capacitado por el proyecto frecuentemente abandona su puesto en busca de empleo en otros lugares;
- el aislamiento de emplazamientos remotos dificulta un mantenimiento frecuente, por lo que resulta crítico anticiparse a los fallos.

Surana propone un marco que haga más robusto el equipamiento, permitiendo el diagnóstico de fallos, e incluso permita la predicción de los mismos. Las claves de este esquema son:

1. **Monitorización**, basado en un mecanismo de envíos activos llamado *PhoneHome*: todos los routers envían información de estado a un servidor de TIER en Estados Unidos, de manera que no es preciso mantener un servidor local que sea preciso actualizar por ejemplo al añadir nodos a la red. Esto puede resultar ventajoso si el nivel de formación del personal técnico local es muy reducido, mientras en otros casos los servidores locales de *polling* (por ejemplo, basados en Nagios [Gal08]) pueden ayudar al personal a resolver fallos de mediana complejidad. Los parámetros medidos por la monitorización son:
 - Relativos a los nodos: utilización de CPU, disco y memoria, interrupciones, voltaje, temperatura, logs de reinicio, mensajes de kernel, datos del regulador solar, chequeo de estado del disco.
 - Relativos a los enlaces: tráfico, nivel de señal y ruido, retransmisiones y paquetes perdidos, interferencias y paquetes corruptos, conectividad, ancho de banda.
 - Relativos a los sistemas: cambios de rutas, tráfico bidireccional, retardo y throughput.

2 Contexto

2. **Energía.** Con el fin de evitar daños en baterías, placas y adaptadores de alimentación, han desarrollado un mecanismo de Desconexión por Bajo Voltaje de los routers y han desarrollado un regulador solar gestionable basado en un microcontrolador. Pese a la inversión inicial en sistemas autónomos de electricidad, como pueden ser los fotovoltaicos, Surana afirma que los costes de mantenimiento se reducen en contraposición con los daños en equipos causados por una inadecuada instalación eléctrica preexistente.
3. **Canales de respaldo** a través de GPRS o salida alternativa de VSAT. En redes rurales de conexión, los fallos en los enlaces o en los nodos dejan inaccesibles algunas partes de la red y por tanto imposibilitando el diagnóstico más allá del punto de fallo. Sin embargo, estos canales de respaldo permiten tener una información básica sobre los nodos desconectados y evaluar con mayor precisión cualquier visita al terreno.
4. **Mecanismos autónomos de recuperación** por software y hardware que reinicien los equipos en caso de fallos de manera que no queden bloqueados o apagados por error.
5. **Mejoras del software** mediante desarrollo de herramientas de autoconfiguración y chequeo de estado, fáciles de utilizar por el personal local, así como protección frente a errores humanos utilizando sistemas operativos con permisos de sólo lectura.

La aportación de Surana es de gran importancia, pues no existe otra literatura científica respecto a recuperación de fallos y mantenimiento de este tipo de sistemas TIC, basados en infraestructura WiLD.

2.2.2. Factores que condicionan la sostenibilidad

Partiendo de las recopilaciones de Pade y Sunden [Pad06, Sun06] sobre las categorías de la sostenibilidad y los factores que son críticos para su consecución en proyectos TIC en zonas rurales, a continuación se detallan la implicaciones de estos factores:

Factor Humano

Está referido al individuo, su conocimiento y experiencias individuales previas, aptitudes para el aprendizaje y el legado cultural [Sun06]. En primer lugar aquí encontraríamos la educación básica de los beneficiarios, incluida alfabetización, y la formación específica en materia de TIC (alfabetización digital); en segundo lugar, aptitudes para el aprendizaje a nivel de usuario, junto con la evaluación de aprendizaje avanzado en mantenimiento técnico, generación y gestión de contenidos; y en tercer lugar, la actitud y capacidades del individuo en función de su autoestima y empoderamiento social, influenciados culturalmente, lo cual se ve más claramente en el caso de la mujer (el género es una causa subyacente del factor de autoestima). La autoestima influye en la participación en los procesos de decisión, la cual ya es un factor social, y en la pobreza, que tiene varias dimensiones como inferioridad, impotencia y humillación. Si los beneficiarios del proyecto se sienten individualmente empoderados, buscarán la manera de conseguir su continuidad como parte de su propio interés vital [Pad06]. En ocasiones, el empoderamiento social, y por tanto el cambio hacia una estructura social más equitativa, puede ser un indicador “negativo” si los individuos que tradicionalmente estuvieron en posición de poder, en culturas con una

2 Contexto

jerarquía muy marcada, adoptan el proyecto como una amenaza. El cambio ha de ser gestionado respetando las estructuras sociales y culturales preexistentes.

En situaciones en las que los individuos no tienen un nivel de alfabetización suficiente o la información no está disponible en el idioma local, existe también la figura del intermediario, que asiste a los usuarios sirviendo de interfaz entre ellos y la tecnología. Esta figura puede ser una persona de la comunidad, un familiar, o una institución, como organizaciones de base comunitaria, telecentros, ONG, etc.

Factor Social

Comprende las disposiciones sociales, políticas e institucionales que conservarán el uso de las TIC para el beneficio social al que fueron destinadas. En esta categoría se encuentra el marco legal y político del proyecto, como son la regulación del mercado de telecomunicaciones, regulación del espectro radioeléctrico y la legislación sobre información y publicaciones. Los procesos y estructuras institucionales y políticas promovidas por el proyecto deberán respetar la legislación vigente y prevalecer una vez concluido. Es preciso regular el marco del proyecto, de modo que sea suficientemente independiente de decisiones políticas o cambios institucionales en puestos de decisión.

Además, el entorno social, constituido por los recursos sociales que afectan a los individuos en el uso de las TIC, incluye el grado de movilización social, identificación de necesidades, participación, colaboración entre diferentes actores, apropiación del proyecto y seguridad pública. La apropiación de la información y de las TIC, así como de otros bienes a disposición del proyecto como puede ser la utilización de un local comunitario para la ubicación de un telecentro, constituyen el proyecto TIC como un bien común, de modo que los individuos y grupos que se benefician defenderán su preservación. Los proyectos TIC no suceden aisladamente, sino que coexisten diferentes proyectos locales multidisciplinares y proyectos TIC nacionales, cuya interdependencia puede apoyar la sostenibilidad y mejorar el impacto del proyecto en el desarrollo. El grado de seguridad pública se ve afectado por la vigilancia frente a robos de equipamiento, la seguridad en envíos y transporte, la seguridad personal en la región, etc. y es muy superior en comunidades que han apropiado el proyecto, ya que causar daño a un bien común produce rechazo social.

La difusión de las iniciativas del proyecto es un factor clave para encontrar sinergias con otras intervenciones similares y para que tanto los beneficiarios directos como indirectos del proyecto se sientan empoderados y sientan las TIC como propias.

Factor Económico - Financiero

Se refiere a los mecanismos para realizar la inversión inicial, y cubrir gastos de operación y mantenimiento, incluido el reemplazo equipamiento. A esto se refiere el concepto conocido como TCO (del inglés, Total Cost of Ownership), pues el gasto de apropiación de las TIC puede ser mucho mayor que el gasto inicial del proyecto [Cis]. En la mayoría de los casos, es financiada la

2 Contexto

implantación de la tecnología en una fase inicial, entendida como transferencia tecnológica, de modo que la financiación cubre los costes de infraestructura pero no tiene como objetivo la sostenibilidad del proyecto. La sostenibilidad, que implica trabajar en los diversos aspectos referidos en esta Sección, tiene también su propio desembolso. Sin embargo, tanto las agencias donantes como los gobiernos locales en países en desarrollo tienden a rechazar proyectos de instalación y, sobre todo, de provisión de servicios, operación y mantenimiento sobre infraestructuras TIC.

Los gastos de operación incluyen la compra de software o licencias, y el mantenimiento precisa transporte en desplazamientos y envíos, y compra de repuestos que deben incluidos en un presupuesto permanente. Para el caso de telecentros, que son las iniciativas más extendidas y documentadas, existen modelos económicos que permiten cubrir ambos costes, que también pueden ser asumidos por organizaciones locales o microempresas, según tarificación de servicios en el mercado local, poder adquisitivo de los beneficiarios o programas de microcréditos, fortaleciendo así el tejido empresarial y el desarrollo económico local. La oferta de servicios remunerables es mucho más amplia que el solo acceso a la tecnología, y puede complementarse con servicios de oficina (fotocopias, escaneos, tpeos, soporte audiovisual), conectividad (creación de páginas web, eventos sociales), y otras ventas en el establecimiento.

Factor Tecnológico

La Tecnología de Información y Comunicaciones incluye la infraestructura eléctrica, de telecomunicaciones y de transportes, así como el software y hardware apropiados. Proporcionar conectividad requiere de proyectos TIC que construyan la infraestructura de comunicaciones que dé acceso a redes existentes de información (radiodifusión, Internet), y ésta para funcionar requiere de electricidad de calidad, generalmente inexistente en zonas rurales de países en desarrollo. La construcción de sistemas autónomos de energía y la adecuación de la instalación eléctrica existente en proyectos TIC debe ser considerada como parte de la tecnología sostenible.

En términos de hardware y software informático y de comunicaciones, es preciso trabajar con tecnologías robustas, que reduzcan el mantenimiento presencial y promuevan la autonomía de los sistemas instalados. La tecnología cambia rápidamente, a mayor velocidad que la demanda de los usuarios rurales, y puede quedar obsoleta y sin posibilidad de recambios en el medio plazo, requiriendo una planificación adecuada. La capacidad de adaptar las TIC al contexto concreto de cada proyecto, minimizando el coste de operación (licencias y derechos de uso y manipulación) es posible mediante plataformas abiertas basadas en licencias tipo GPL.

Factores de Contenido

Está referido a la información que se comunica con las TIC: información producida externamente en algún lugar del mundo (como por ejemplo, difusión de noticias de la BBC), información adaptada externamente a un grupo objetivo afín a los beneficiarios del proyecto (como por ejemplo, curso online de alfabetización digital), información adaptada localmente para los beneficiarios del proyecto e información generada localmente en el proyecto. El contenido es útil si cumple algunas especificaciones idiomáticas, no sólo estar traducido a la lengua local sino tam-

bién expresado en los términos comprensibles a los usuarios según su nivel de alfabetización, matices culturales, etc.; y si responde a las necesidades reales de los usuarios. Esto afecta no sólo a la información a la que acceden y comparten, sino también al software y la documentación (manuales de usuario, manuales técnicos) que manejan.

2.2.3. Particularidades de la Sostenibilidad de proyectos TIC para la Salud

La implementación de proyectos TIC para Organismos Públicos de Salud en países en desarrollo, tiene algunas particularidades relacionadas con la estructura institucional, las estructuras de información y capacidades de sus recursos humanos [Mos04, Mar03].

El concepto de Atención Primaria en Salud arrancó oficialmente en el año 1978 de la mano de la Organización Mundial de la Salud (OMS) como la estrategia clave para alcanzar el objetivo de salud universal. La Atención Primaria y un sistema de salud basado en la descentralización distrital fueron parte de la estrategia de la OMS para lograr la equidad y accesibilidad a los servicios de salud en países en desarrollo. La descentralización se enfoca a la transferencia de toma de decisiones, planeamiento, presupuesto, gestión y asignación de recursos desde el nivel nacional a niveles provinciales y distritales, reduciendo los costes e ineficiencias asociadas a los sistemas centralizados [Kim06]. Ésta es la situación en la que se encuentra Perú [Mar03], donde las Direcciones Regionales de Salud y todas sus dependencias de menor nivel han pasado a ser administradas y gestionadas a nivel regional, mientras que las competencias en materia de salud siguen respondiendo a la máxima autoridad nacional: el Ministerio de Salud.

“En el contexto de la reforma del sector salud y la descentralización, los sistemas de salud deben ser gestionados de la manera más cercana posible a la población, a menudo a nivel de distrito, a fin de mejorar su capacidad de respuesta a las necesidades de las personas. Este cambio de funciones entre los niveles central y periférico genera nuevas necesidades de información y exige una reestructuración profunda de los Sistemas de Información con nuevos requerimientos de recolección, procesado, análisis y difusión de datos.”, OMS (2004). El objetivo formal de las Tecnologías de Información y Comunicaciones aplicadas a la Salud es apoyar y promover cambios organizativos para mejorar el funcionamiento de las organizaciones e instituciones de salud [Hee06]. Heeks advierte también que cuanto mayor es el cambio, mayor es el riesgo de fracaso del proyecto, si se excede la velocidad o la profundidad del cambio para un momento y un contexto dados.

Según Kimaro [Kim06], la sostenibilidad de Sistemas de Información en Salud está referida al reto de institucionalizar esos sistemas de forma práctica, es decir, integrarlos en las rutinas organizativas: creando roles y responsabilidades, estructuras, y presupuesto para mantener y gestionar los sistemas en el tiempo. Esto no quiere decir que por el hecho de institucionalizar a nivel local ya se puedan considerar eficientes y sostenibles, sino que depende también del grado de demanda y uso del sistema, si se adecúa a la organización y sus usuarios, y a la flexibilidad para adecuarse a cambios en las capacidades y los recursos locales. Además de los factores

2 Contexto

ya comentados, Kimaro añade la naturaleza jerarquizada y centralizada de estas instituciones, y entornos políticos y procesos laborales inestables ¹. Para ser sostenible localmente, los SIS basados en TIC deben estar alineados con el sistema de atención primaria y ser apropiados por el personal en la periferia, de manera que apoye sus actividades diarias y dependa mayormente de recursos locales para la operación y mantenimiento de las TIC.

En los proyectos TIC de la Fundación EHAS, la sostenibilidad social viene impuesta por las condiciones de los Organismos Públicos de Salud que citan Kimaro, Mosse y Martínez. De modo que esta categoría de sostenibilidad centrará sus mayores esfuerzos en los cambios institucionales.

2.3. El caso Napo

2.3.1. Contexto

La Región Loreto es una circunscripción regional del Perú situada en la parte nororiental del país, en la llanura amazónica. Es la más extensa del país, con sus 368.852 Km^2 de extensión representa el 28.7 % de la superficie total del Perú, y es también la más diversa en etnias y lenguas indígenas. La Figura 2.3 muestra un mapa de Loreto, donde queda reflejada su condición de frontera con Ecuador, Colombia y Brasil. Según el XI Censo de Población y VI de Vivienda de 2007, Loreto cuenta con 891,732 habitantes, de los cuales el 51.24 % son varones (456,962) y 48.76 % son mujeres (434,770). Según esto la densidad poblacional en Loreto es de 2.4 habitantes por Km^2 .

Política y administrativamente, la región Loreto se divide en siete provincias. Cuatro de estas provincias: Maynas, Alto Amazonas, Requena y Loreto concentran a más del 80 % de la población de la región, siendo la provincia de Maynas la más poblada, con el 55.28 % (492,992 habitantes) del total de la población de la región. De los 51 distritos que comprende la región Loreto, 20 de ellos concentran a más del 80 % de la población: Iquitos, San Juan Bautista, Punchana, Belén, Yurimaguas, Nauta, Requena, Contamana, Fernando Loes, Ramón Castilla, Sarayacu, Napo, Balsapuerto, Pebas, Lagunas, Mazán, Indiana, San Pablo, Barranca y Urarinas. La Figura 2.4 muestra la provincia de Maynas que integra toda la cuenca peruana del río Napo, con los distritos de Mazán, Napo y Torres Causana, donde se ha desarrollado la intervención de desarrollo objeto del presente estudio.

Situación de Salud

Los dos elementos más relevantes de la situación de salud en la Región Loreto tienen que ver con las altas tasas de mortalidad infantil (40 cada 1000 nacidos vivos) y materna (233 cada

¹En las instituciones públicas, los cargos de mayor responsabilidad suelen corresponder a puestos políticos, y esos cargos van acompañados de todo un “equipo de confianza” con su propia metodología de trabajo. De modo que un cambio político puede fácilmente dar un vuelco a cómo se dan los procesos y qué competencias tiene cada quién en la institución.

2 Contexto



Figura 2.3: Mapa del Departamento de Loreto.



Figura 2.4: Mapa de la Provincia de Maynas.

100.000 nacidos vivos). En relación con la mortalidad materna, la Dirección Regional de Salud (DIRESA) de Loreto establece que más del 50 % de las causas son de origen obstétrico prevenibles, siendo las más importantes la hemorragia posparto, la sepsis puerperal y la hipertensión

2 Contexto

gestacional. Así mismo, con relación a la mortalidad infantil, la DIRESA revela que los trastornos respiratorios y la enfermedad diarreica aguda representan las principales causas de muertes infantiles. En el caso de las muertes neonatales (de los 7 a los 27 días desde el nacimiento), las principales causas son infecciones (sepsis), síndrome de distrés respiratorio, asfixias y malformaciones congénitas. En el período post neonatal (de los 28 días a los 11 meses de vida), las causas más importantes son neumonías y diarreas.

Los factores asociados a la elevada incidencia de enfermedades infecciosas y transmisibles (IRA, EDA, Malaria) y a la alta morbi-mortalidad materno infantil son variados e incluyen problemas de accesibilidad a los servicios de salud tanto de tipo social, como económico y cultural. Entre ellos se encuentran el entendimiento de la racionalidad sobre el proceso salud - enfermedad por parte de las comunidades, creencias y costumbres acerca del embarazo, parto y puerperio, o dificultades para viajar al Centro de Salud o al Hospital de Referencia. Asimismo, hay otros problemas importantes como la implementación de un modelo de atención integral de la salud de la mujer y de la gestante, la necesidad de mejorar la capacidad resolutive en los establecimientos rurales, según niveles de responsabilidad, y el sistema de referencia y contrarreferencia de pacientes. También es un problema importante la dificultad para el diagnóstico diferencial de muchas enfermedades que tiene el personal rural que trabaja en los establecimientos de salud más aislados, motivada por su escasa cualificación, así como por la deficiente formación continua.

La Dirección Regional de Salud, DIRESA, de Loreto cuenta con 335 Establecimientos de Salud de Primer Nivel, organizados en Puestos y Centros de Salud, y distribuidos a lo largo de los 51 distritos. De forma genérica, los establecimientos de atención primaria en América Latina se agrupan en estas dos categorías: Centros de Salud (también llamados policlínicos) y Puestos de Salud (o consultorios). En Perú, los Centros de Salud I-4 son los establecimientos de primer nivel de mayor jerarquía y están situados en capitales de provincia o distrito (por lo tanto, en localidades medianamente pobladas, entre 1.000 y 10.000 habitantes), donde suele llegar la línea telefónica (aunque esto depende mucho de las zonas). Son centro de referencia de otros Centros de Salud I-3 y de los Puestos de Salud, están siempre dirigidos por médicos, poseen cierta infraestructura y equipamiento para realizar algunas pruebas diagnósticas y suelen contar con laboratorio. Algunos de ellos permiten la hospitalización y son el lugar desde el que se coordinan las actividades de los Establecimientos de Salud asociados (distribución de medicamentos, envío y recepción de informes administrativos y epidemiológicos, capacitaciones al personal, etc.). Los Puestos de Salud I-1 y I-2 dependen de los Centros de Salud y están situados en poblaciones, en la mayoría de los casos, aisladas, en áreas de baja densidad de población y generalmente con menos de 1.000 habitantes. En su mayoría, no cuentan con línea telefónica y están mal dotados de infraestructura de carreteras y suministro eléctrico. Estos establecimientos pueden estar dirigidos por médicos, aunque lo habitual es que estén a cargo de personal de enfermería o técnicos sanitarios. Este personal depende asistencialmente del médico jefe del Centro de Salud de referencia.

Solamente el 2.09 % de los Establecimientos de Salud de la DIRESA Loreto son de categoría I-4, es decir, tienen la mejor capacidad resolutive. Por el contrario, los Puestos de Salud I-1,

2 Contexto

que usualmente solo cuentan con un Técnico de Enfermería, representan el 77.01 % de todos los establecimientos de la DIRESA. A nivel de provincias, Maynas concentra al 33.13 % de los establecimientos de salud, en segundo lugar Alto Amazonas con el 17.91 % y Datem del Marañón con el 14.33 %; luego siguen en orden de frecuencia Requena, Ucayali, Loreto y Ramón Castilla.

El personal de salud se agrupa en cuatro perfiles profesionales: médicos, obstetras, enfermeros y técnicos (auxiliares) de enfermería. Las tres primeras categorías se corresponden con formaciones superiores y medias, por lo que suelen ser personas de origen urbano, o rural pero formados en ciudades, con alta tendencia de abandono de las zonas aisladas. Los técnicos de enfermería tienen una menor formación y su origen es en mayor medida rural, lo que hace que tengan menos tendencia a buscar destinos urbanos, y son quienes están a cargo de los establecimientos más aislados, en las zonas con peores condiciones de salud de la población. La población atendida por los establecimientos de la red Napo es de unas 85.457 personas (42.307 hombres y 43.150 mujeres).

La Fundación EHAS tiene previsto continuar trabajando en el Napo en el periodo 2010-2012 en un nuevo proyecto de implantación de sistemas de telemedicina que refuercen la capacidad diagnóstica y de tratamiento del personal sanitario de los establecimientos de salud rurales, mediante: un sistema de tele-estetoscopia para el diagnóstico de infecciones respiratorias agudas, un sistema de adquisición y transmisión de imágenes (tele-microscopia) al centro de referencia para análisis de sangre, heces y orina, un ECO-Doppler, para detectar sufrimiento fetal y ritmo cardiaco; y un ECG para las enfermedades cardiovasculares. También trabajará en la mejora de los procesos de vigilancia epidemiológica, emergencias y gestión de medicamentos, entre otros.

2.3.2. La red WiFi de Telemedicina

La red Napo de telemedicina fue construida por la Fundación EHAS para proveer de comunicaciones de voz y datos de banda ancha a los establecimientos de las microrredes de salud Napo, Mazán y Maynas. Esta red se desplegó en dos fases diferentes:

- La primera fase, en el año 2007, en el marco del proyecto PAMAFRO “Proyecto de Control de la Malaria en las zonas fronterizas de la Región Andina: Un enfoque comunitario”, promovido por el Organismo Andino de Salud - Convenio Hipólito Unanue, dio conectividad a 12 establecimientos de salud, entre las localidades de Tacsha Curaray y Cabo Pantoja.
- La segunda fase se llevó a cabo en el año 2008, en el marco del proyecto “Mejora de las condiciones de salud de la población materno-infantil a través del uso apropiado de las Tecnologías de la Información y las Comunicaciones (TIC) en centros y puestos de salud del Río Napo (Perú)”, promovido por la Fundación EHAS con la financiación conjunta con el Ayuntamiento de Madrid, conectando otros 5 establecimientos de salud entre Tacsha Curaray e Iquitos, capital departamental.

2 Contexto

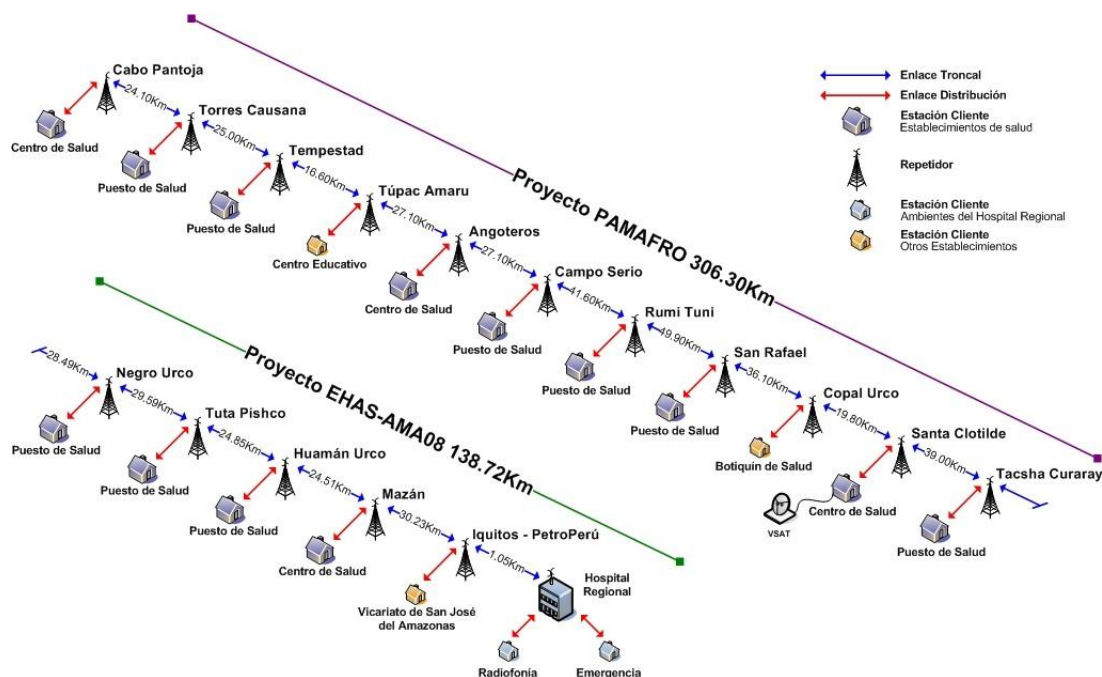


Figura 2.5: Esquema de la red Napo en 2009.

La red completa puede verse en la Figura 2.5. Los enlaces troncales que se muestran en la figura, conectan repetidores distanciados hasta 50 km entre sí. Para esto se utiliza la tecnología de comunicaciones WiFi (estándar IEEE 802.11) modificada para largas distancias, lo que se conoce con el nombre de WiLD-EDCA. Dado que esta tecnología necesita línea de visión entre los extremos de cada enlace de comunicación, los repetidores instalados en la red Napo constan de estructuras de torres ventadas de gran altura (hasta 90 metros). La Figura 2.6 muestra un segmento de la red troncal a lo largo de todo el río Napo. Los repetidores proporcionan acceso a la red a los establecimientos de salud mediante los enlaces de distribución, utilizando tecnología WiFi convencional. Las estaciones cliente constan generalmente de una estación de trabajo con computadora e impresora, además de con un teléfono VoIP (ver Figura 2.7), que permite **comunicaciones de voz sin coste** entre todos los establecimientos de salud de la red Napo.

Este sistema de comunicaciones proporciona conectividad de **banda ancha**, es decir, superior a 1Mbps. Existen varios puntos de acceso a Internet para la red Napo: una conexión DSL en Iquitos y una conexión satelital en Santa Clotilde. Los servicios de datos que funcionan en esta red son todos los que puede proporcionar una red de banda ancha con acceso a Internet: correo electrónico, mensajería instantánea, gestión de la red, sistemas de información remota (basados en Web y bases de datos), videoconferencias, transmisión de audio e imágenes médicas para consulta remota, navegación Web y acceso a Internet. Los únicos establecimientos que sólo disponen de servicio de telefonía IP son Copal Urco y Túpac Amaru, ya que no disponen de personal sanitario.

2 Contexto

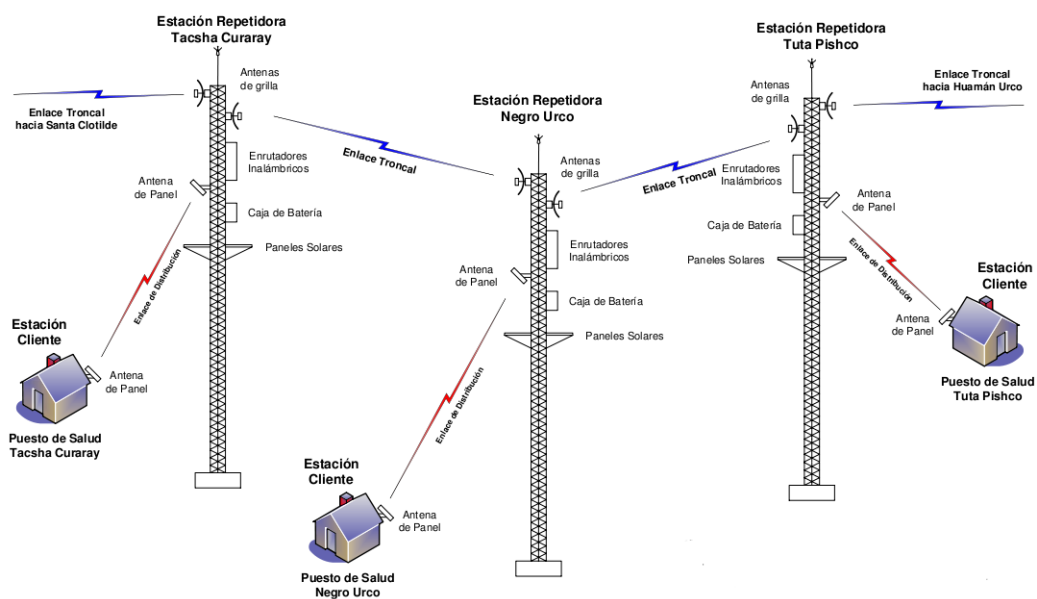


Figura 2.6: Topología detallada de un segmento de la red Napo.

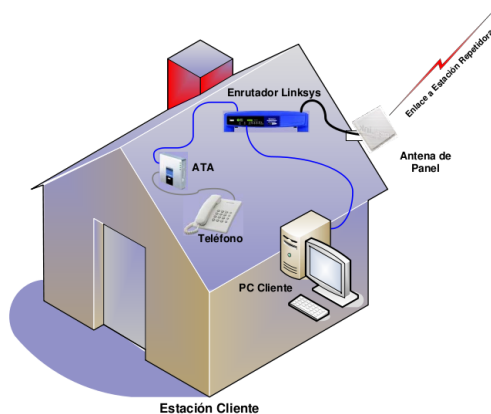


Figura 2.7: Esquema de una estación cliente en la red Napo.

2.3.3. Problemática de la sostenibilidad

La red de comunicaciones instalada a orillas del río Napo desde el año 2007 interconecta tres microrredes de salud con el Hospital Regional de Iquitos. Está basada en tecnología WiLD para proporcionar conectividad en largas distancias entre los diferentes establecimientos, y tiene servicios asociados de comunicación por voz (VoIP), correo electrónico y acceso a Internet, a los que se planea añadir aplicaciones de telemedicina que utilicen la infraestructura de comunicaciones existente. A pesar del interés mostrado por todos los actores implicados, tres años después de la puesta en marcha de este proyecto piloto, la operación y mantenimiento de la

red sigue siendo responsabilidad de los ingenieros de la Fundación EHAS.

Esta situación ha dado lugar a la definición de algunos criterios para permitir la operatividad de los sistemas a lo largo del tiempo y al menor costo posible, dada la realidad institucional de los establecimientos de salud de la región. Entre ellos se citan el mantenimiento local y la capacitación periódica del personal de salud usuario, cuyo desarrollo no ha sido posible, según Rojas [Roj08], por las causas siguientes: “falta de recursos financieros, escasez de personal cualificado e inexistencia de un plan de trabajo consistente y comprehensivo”, de manera que “no se han desarrollado de forma satisfactoria elementos conceptuales, de planificación y gestión de la sostenibilidad de las redes”. Las carencias en términos de sostenibilidad destacadas por Rojas, se han traducido por ejemplo en bajos niveles de disponibilidad de los sistemas de comunicaciones.

Ahora, teniendo en cuenta las consideraciones anteriores que tienen en cuenta el trabajo en mantenimiento y sostenibilidad realizado desde la Fundación EHAS y el proyecto PAMAFRO [Roj08, EHA07b, EHA07a, Car08, EHA07c], así como la obtención de información de campo recopilada en el marco de esta tesis y las categorías de sostenibilidad que hemos compilado en la Sección 2.2.2, hemos recopilado en el diagrama de la Figura 2.8 el árbol de problemas de sostenibilidad detectados para el caso Napo.

El problema principal del caso Napo a principios de 2009 es, por tanto, un elevado riesgo de fracaso de sostenibilidad. Este riesgo se veía reflejado en un paulatino desuso y desaprovechamiento de las TIC que, de haber continuado sin remedio hubiera derivado en un abandono del proyecto en el medio plazo debido a la declinación de responsabilidades de los actores implicados. A continuación se ofrece también una escueta descripción de estos factores:

- **Financiera.** El principal problema desde el punto de vista económico-financiero es la inexistencia de un presupuesto anual garantizado para cubrir los gastos de operación y mantenimiento de las TIC. Dado que la Fundación EHAS se había encargado de esto, tampoco tenía previsto cuál es el gasto anual real si las responsabilidades son asumidas localmente (lo cual es la opción que precisamente minimiza los costes).
- **Social.** El entorno social de las intervenciones en Napo había prestado mayor atención y esfuerzos a la incidencia en la identificación de las necesidades de salud de la población y necesidades del personal de salud rural, garantizando su implicación, la apropiación del proyecto y las condiciones de seguridad pública suficientes. Sin embargo, en este entorno se excluyó a las máximas autoridades de la Región Loreto, las que verdaderamente tenían recursos económicos y humanos para asegurar la sostenibilidad de las TIC. Además, el marco del proyecto no se encontraba regulado, ni se habían formalizado las disposiciones sociales, políticas e institucionales que conservaran las estructuras y procesos creados por el proyecto en el medio y largo plazo.
- **Tecnológica.** Pese a utilizar una tecnología robusta y adecuada al contexto específico del Napo, el problema tecnológico más grave es que se obtenían bajos niveles de disponibilidad de los sistemas de TIC debidos a los elevados tiempos de respuesta en caso de

2 Contexto

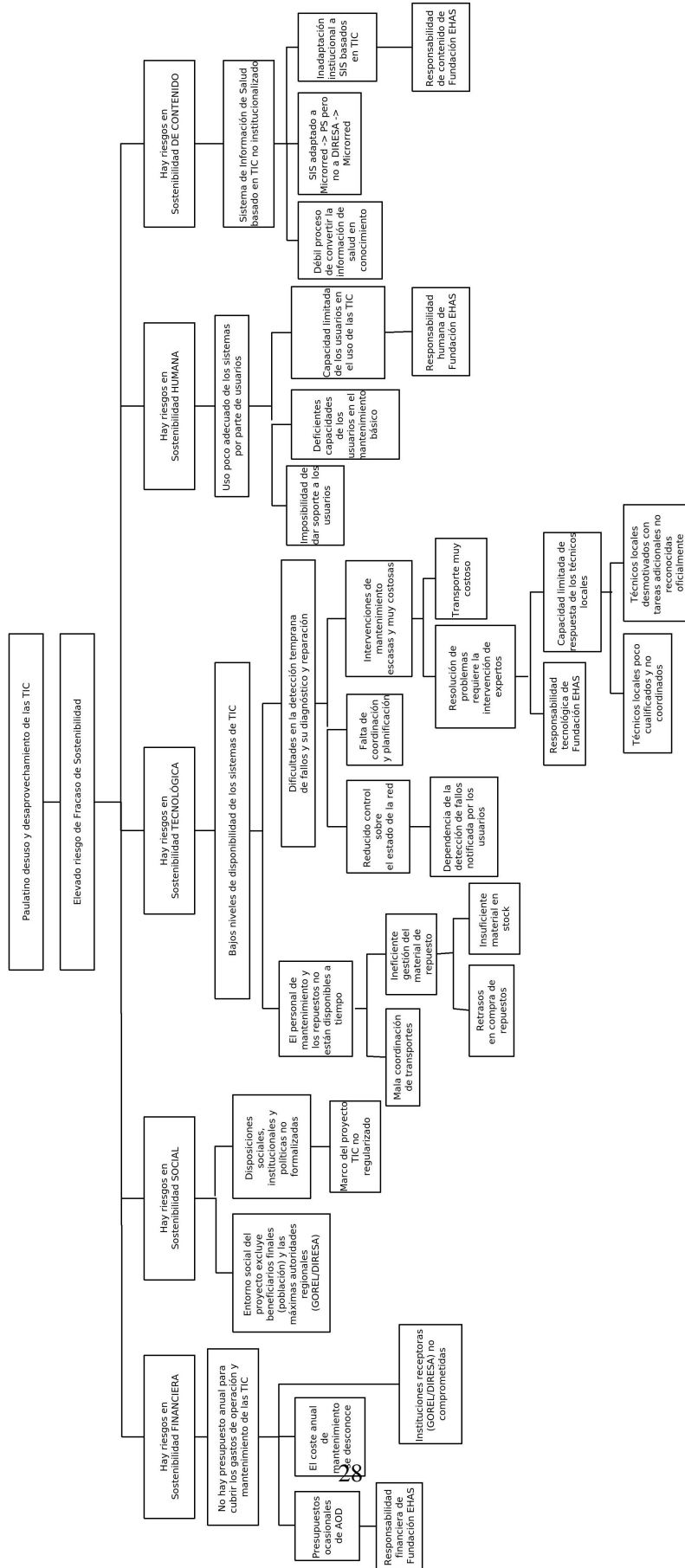


Figura 2.8: Árbol causal de los problemas de la sostenibilidad en la red Napo.

2 Contexto

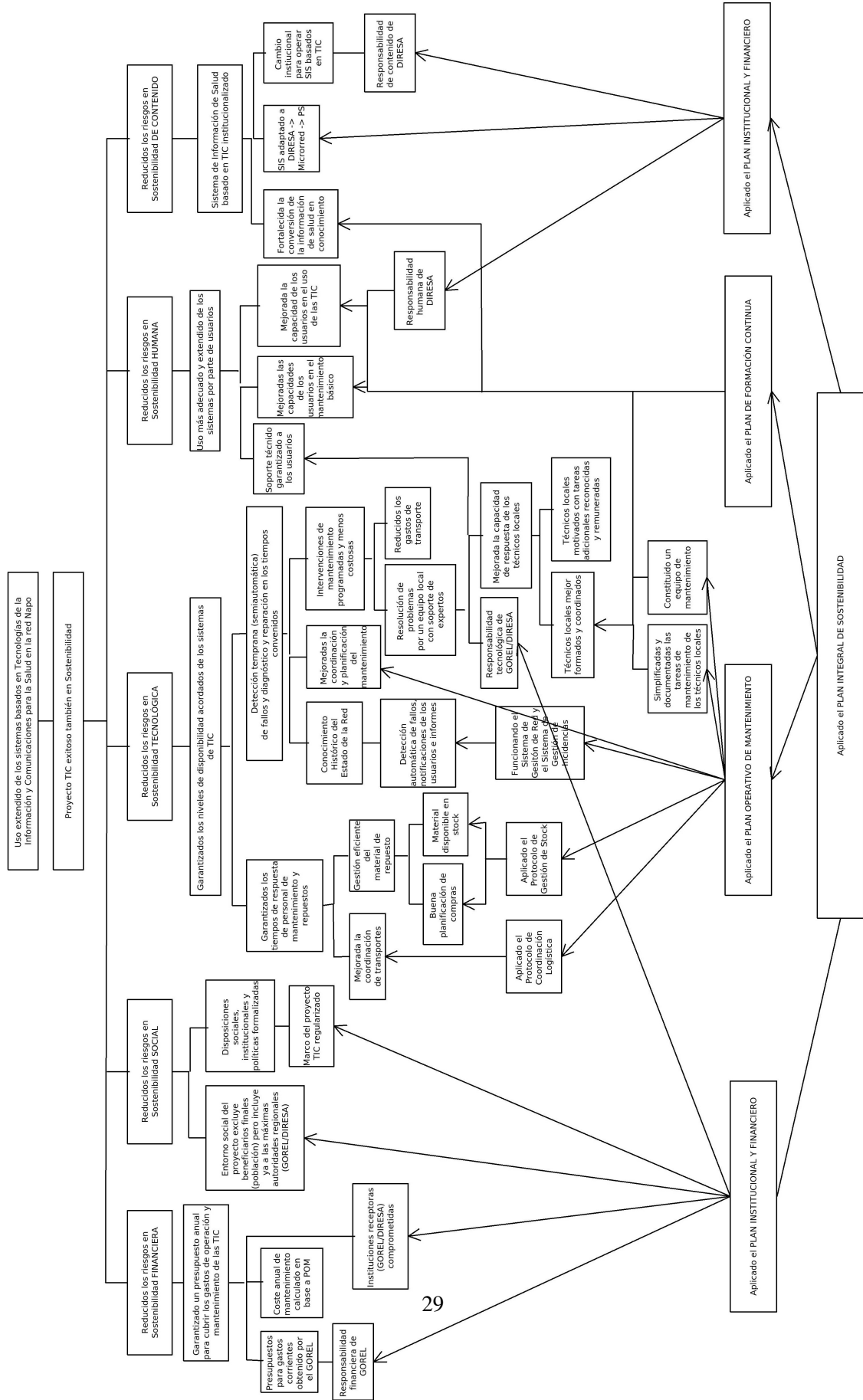


Figura 2.9: Árbol consecutivo de soluciones para la sostenibilidad en la red Napo.

2 Contexto

fallos. La mayor dificultad de operaciones en el contexto del Napo son los desplazamientos, que suponen elevadas cantidades de combustible, y por tanto costoso, y consumen gran cantidad de horas, o incluso días de trabajo. Otros problemas relacionados con el mantenimiento son las dificultades en la detección temprana de fallos y su diagnóstico y reparación, debido a la falta de información actualizada sobre el estado de los sistemas, la limitada capacidad del personal local de mantenimiento, la falta de coordinación y previsión y el hecho de que la máxima responsabilidad técnica es de los ingenieros de la Fundación EHAS.

- **Humana.** Al inicio de esta tesis se estimaba que las potencialidades de las TIC en Napo estaban siendo aprovechadas apenas un 20 % y que el uso que los usuarios dan a las TIC es poco adecuado. Esto podría mejorarse trabajando en potenciar las capacidades de los usuarios en alfabetización digital, y especialmente en la adaptación y generación local de contenidos. La clave de este aprendizaje está en empoderar al personal de salud rural y mejorar su confianza en sus propias capacidades profesionales y de cara a las TIC, y por ende la confianza de la población en su Sistema de Atención Primaria en Salud.
- **De Contenido.** El Sistema de Información en Salud ha sido adaptado al personal de salud rural y formalizado sólo en el interfaz entre las Microrredes de Salud y los Puestos de Salud, pues son éstos los que tienen más dificultades en recopilar la información epidemiológica a tiempo, consultar dudas y estabilizar a pacientes graves en emergencias, coordinar transportes urgentes, etc. Sin embargo, la estructura insitucional no ha sido adaptada al uso de las TIC en el SIS: no se han definido nuevos roles ni responsabilidades, rediseñado procesos, etc. Y por último, falta el paso clave que definía Batchelor, que es la conversión de información en conocimiento, y que tiene que ver tanto con factores humanos como de contenido, y se manifiesta en la existencia de poca información adaptada o generada localmente.

El estudio analítico de los problemas de sostenibilidad nos lleva a la definición de soluciones parciales que hemos sintetizado conformando el Plan Integral de Sostenibilidad propuesto en esta tesis. Este Plan está formado por tres subplanes que refuerzan las vulnerabilidades detectadas en el caso Napo para la sostenibilidad de la infraestructura y servicios basados en Tecnologías de la Información y Comunicaciones. La Figura 2.9 muestra un árbol con las soluciones tentativas que conforman nuestra hipótesis principal de investigación.

3 Objetivo

Del estudio detallado de la problemática de la sostenibilidad en proyectos de Tecnologías de la Información y Comunicaciones en zonas rurales de países en desarrollo, y del contexto específico del caso Napo, hemos propuesto una hipótesis de partida sencilla. El problema focal de investigación detectado en el caso Napo es elevado riesgo de fracaso en sostenibilidad del proyecto TIC. Esto nos lleva por un lado a elaborar una solución práctica que reduzca los riesgos identificados, y por otro lado, a crear una herramienta de medición del grado de sostenibilidad de un proyecto TIC de Salud que nos permita contrastar los avances en sostenibilidad alcanzados en cada fase del proyecto.

El objetivo central de esta tesis consiste por tanto en diseñar un Plan Integral de Sostenibilidad, que recoja un análisis de los factores que condicionan la situación actual en la red Napo y ponga en práctica las recomendaciones recogidas en la literatura y estudios recientes, tomando en cuenta las diversas categorías de la sostenibilidad y las potencialidades y competencias de todos los actores implicados. El Plan tendrá como fin mejorar y extender el uso de los sistemas de Tecnologías de la Información y Comunicaciones y sus beneficios para la Salud a lo largo del tiempo. Este objetivo pasa, entre otras cosas, por mejorar los niveles de disponibilidad de los sistemas de comunicaciones, de manera que el Sistema de Atención Primaria en Salud se beneficie de los servicios proporcionados a medio y largo plazo. Asimismo, se planteará un procedimiento de evaluación para la validación del Plan de Sostenibilidad, que corrobore científicamente la hipótesis propuesta:

“La implementación del Plan Integral de Sostenibilidad reducirá el riesgo de fracaso en sostenibilidad de la intervención TIC en Napo, convirtiendo este proyecto en exitoso también en términos de sostenibilidad”.

Los resultados esperados de esta tesis son los siguientes:

1. Diseño de un Plan Integral de Sostenibilidad
2. Implementación del plan en la red Napo en la medida de lo posible
3. Evaluación del grado de implementación del plan
4. Diseño de una propuesta de validación del Plan Integral de Sostenibilidad

Además de estos, se han obtenido también resultados previos, relacionados con la verificación de los problemas identificados, es decir, validar la hipótesis de que esos los problemas inicialmente considerados son efectivamente los que había en la red y que dificultaban su sostenibilidad.

Parte II
METODOLOGÍA

4 Metodología

Una vez conocido tanto el entorno genérico como la situación específica concreta sobre la que se pretende actuar, se describen los materiales y métodos empleados en el desarrollo de esta tesis. Para la resolución del problema de sostenibilidad anteriormente planteado, se seguirá el procedimiento de *Visión en Acción*, en las fases siguientes:

4.1. Obtención de información y realimentación

La información recopilada en este trabajo, proviene de:

Documentación oficial y escritos Redactados por los actores locales, en relación a situación y contexto, informes de intervenciones de mantenimiento de la Fundación EHAS [Beb07, Leo08], auditorías [PAM08], acuerdos de colaboración y contratos firmados por las autoridades locales, etc. También se dispone de un estudio técnico, económico y de gestión para evaluar las alternativas de sostenibilidad, a realizar en el marco del proyecto UPM.

Observación participativa Consiste en la traducción conceptual de situaciones observadas a los diferentes actores en Napo y su interacción con los sistemas TIC implementados. Por actores tenemos las autoridades locales, regionales, el personal de salud rural, el personal de mantenimiento rural, la población beneficiaria y trabajadores de Fundación EHAS.

Entrevistas en profundidad Son entrevistas basadas en el problema focal de esta tesis: la sostenibilidad, y sus causas. Serán la base del diseño de cuestionarios que reflejen los indicadores de validación del Plan.

Cuestionarios Son listados de preguntas concretas orientadas a obtener información cualitativa de los indicadores que servirán para corroborar cada una de las subhipótesis.

Estadísticas de uso y disponibilidad de los sistemas TIC Recogidos por el sistema de gestión de red propuesto en esta tesis, así como de reportes extraoficiales obtenidos durante el año 2009 desde la Fundación EHAS y cuestionarios realizados a los usuarios y técnicos de la red.

Con esta información se ha realizado un análisis cualitativo para justificar la necesidad de la propuesta. Un seguimiento continuado de este análisis nos ha permitido cierta realimentación para adecuar la propuesta a los términos óptimos, así como para constituir la base de información de evaluación de la implantación del plan.

4.2. Formulación del Plan Integral de Sostenibilidad

Siguiendo el análisis de problemas y soluciones realizado en el contexto específico del Napo en la Sección 2.3.1 se plantea la formulación de un Plan Integral de Sostenibilidad que incida en las diversas categorías de la sostenibilidad aplicadas al caso Napo. El Plan surge con el objetivo de cumplir la hipótesis principal de la investigación:

“La implementación del Plan Integral de Sostenibilidad reducirá el riesgo de fracaso en sostenibilidad de la intervención TIC en Napo, convirtiendo este proyecto en exitoso también en términos de sostenibilidad”.

Para atacar el problema de la sostenibilidad de la manera más completa, se han elaborado varias subhipótesis que tienen en cuenta las diversas categorías de la sostenibilidad y que a su vez nos ayudan en la definición del Plan Integral de Sostenibilidad:

- H1: “La mejora de la autoestima de los usuarios, su nivel de educación básica y en TIC, y la calidad de la capacitación proporcionada por proyecto, identificados como factores humanos, contribuirán a reducir el riesgo de fracaso en sostenibilidad de la intervención TIC en Napo.”
- H2: “La mejora en el grado de compromiso institucional y de la institucionalización de las TIC, en desarrollo de capacidades tecnológicas locales, en la identificación de necesidades de los beneficiarios, en la apropiación de la tecnología por parte de los beneficiarios, en la seguridad y la formalización del marco legal del proyecto, identificados como factores sociales, contribuirán a reducir el riesgo de fracaso en sostenibilidad de la intervención TIC en Napo.”
- H3: “Conocer el coste anual de operación y mantenimiento de las TIC, la percepción de las instituciones beneficiarias sobre su capacidad para asumirlo y su balance de coste frente a beneficio social obtenido, así como la obtención y garantía de un presupuesto permanente para cubrir dichos gastos, identificados como factores financieros, contribuirán a reducir el riesgo de fracaso en sostenibilidad de la intervención TIC en Napo.”
- H4: “La mejora en la calidad, confiabilidad y usabilidad de las TIC, en la confiabilidad del sistema de electrificación y en la documentación disponible sobre las TIC específicas instaladas en el Napo, identificados como factores tecnológicos, contribuirán a reducir el riesgo de fracaso en sostenibilidad de la intervención TIC en Napo.”
- H5: “La mejora en el impacto de las TIC en los procesos de salud, así como la mejora en el acceso a información y en la generación y adaptación local de información relevante, la superación de barreras idiomáticas y socioculturales, y la mejora de la calidad de los manuales de usuario y la documentación técnica, identificados como factores de contenido, contribuirán a reducir el riesgo de fracaso en sostenibilidad de la intervención TIC en Napo.”

El Plan Integral de Sostenibilidad constará por tanto de varios subplanes:

4 Metodología

- Plan Institucional y Financiero (PIF), cuyos objetivos fundamentales son gestionar el cambio institucional y garantizar un presupuesto permanente que cubra los gastos de operación y mantenimiento de las TIC en Napo.
- Plan Operativo de Mantenimiento (POM) de las TIC que permita aumentar y prolongar en el tiempo la disponibilidad de las TIC, que incluye:
 - Procedimiento de Monitorización sistemática de los sistemas a través de un Sistema de Gestión de Red y del sondeo de usuarios,
 - Procedimiento de Gestión de las Incidencias detectadas y reportadas, con escalado de tareas,
 - Planificación del mantenimiento predictivo, proactivo y correctivo,
 - Definición del papel de la I+D como contribución al mantenimiento predictivo y actualización tecnológica,
 - Procedimiento de Gestión de Compras y Stock,
 - Protocolo de coordinación logística,
 - Estimación de coste anual del plan propuesto para la red Napo.
- Plan de Formación Continua (PFM) dirigido a los usuarios y el equipo local de mantenimiento, que tiene por objetivo mantener y desarrollar las competencias necesarias para un uso y mantenimiento adecuados de las TIC que potencie al máximo su beneficio e impacto en la Salud.

4.3. Ejecución del plan

La implementación del plan de sostenibilidad se enmarca dentro del proyecto de mantenimiento y sostenibilidad UPM08 de la Fundación EHAS, que se ejecutó durante los meses de abril de 2009 a marzo de 2010. Este proyecto había sido formulado en el año 2008, por lo que contaba ya con cinco resultados esperados y una planificación de actividades aprobadas que se muestra a continuación. Algunas de estas actividades han sido reorientadas con el objetivo de comenzar la implantación de este Plan Integral de Sostenibilidad.

A continuación se desglosan las actividades propuestas para este proyecto:

Resultado 1.- Estudio detallado de uso y potencialidades de la red, capacitación en cadena, mantenimiento y sostenibilidad a medio y largo plazo.

A11.- Estudio del grado de uso actual de los sistemas.

A12.- Realización de un taller con representantes de los diferentes estamentos de salud para estudiar la potencialidad de la red, definir los procesos de salud a modificar, identificar dueños (responsables) y mecanismos de control de nuevos procesos y establecer el cronograma de trabajo.

A1.3.- Definición del Plan de Formación Continua.

A1.4.- Redacción del Plan General de Mantenimiento y reparación.

4 Metodología

A1.5.- Realización de un estudio técnico, económico y de gestión que evalúe de manera crítica y comparada diferentes alternativas para asegurar la sostenibilidad de la red de comunicaciones.

Resultado 2.- Implantado el Plan general de formación continua.

A2.1.- Realización de un curso mixto de iniciación y actualización de usuarios en el uso de los sistemas de telecomunicación (telefonía IP, ofimática, gestor de correo electrónico y navegación web).

A2.2.- Selección del colectivo inicial de formación interna futura (formación de formadores).

A2.3.- Puesta en marcha del plan de formación continua basada en observación y actuación participativa.

Resultado 3.- Consolidado el Plan General de Mantenimiento y reparación de red.

A3.1.- Definición del grupo de técnicos encargados de la futura gestión y mantenimiento de la red.

A3.2.- Realización de los talleres formativos para el grupo de técnicos.

A3.3.- Implantación del procedimiento financiero y logístico para asegurar la viabilidad de las tareas futuras de mantenimiento y reparación de equipos.

Resultado 4.- Mejorados los procesos de atención materno-infantil, interconsulta y transferencia de casos urgentes, y vigilancia epidemiológica.

A4.1.- Implantación de 2 puntos piloto para la verificación de la interconsulta a través de videoconferencia, telemicroscopía y teleestetoscopía.

A4.2.- Puesta en marcha del procedimiento de envío/recepción/procesado de datos epidemiológicos.

A4.3.- Puesta en marcha del procedimiento de interconsulta/transferencia de pacientes urgentes.

Resultado 5.- Adquiridos los compromisos de sostenibilidad técnica y económica a medio y largo plazo.

A5.1.- Realización de un taller con todas las instituciones (MINSA, municipalidad, gobierno regional, empresas) para discutir el plan de sostenibilidad técnica y económica a medio y largoplazo.

A5.2.- Realización de las gestiones necesarias para alcanzar los compromisos de cada parte en el plan.

A5.3.- Firma del convenio multilateral de sostenibilidad técnica y económica a medio y largo plazo.

En el Capítulo 9 se hace una recopilación de los avances del Plan Integral de Sostenibilidad en el proyecto UPM en Napo y su grado de implementación al momento de finalizar esta tesis.

4.4. Evaluación de los efectos del plan

En el marco de esta tesis se ha realizado una propuesta de validación, contraste de eficacia, del Plan Integral de Sostenibilidad aplicado al caso Napo. La idea es diseñar al mismo tiempo una herramienta que nos ayude a medir el “grado de sostenibilidad de un proyecto TIC” o, lo que es lo mismo, cuantificar “el riesgo de que un proyecto TIC fracase por sostenibilidad” sea cual sea la fase en que se encuentre el proyecto en su ciclo de vida. Esto afecta a cada una de las categorías de la sostenibilidad: financiera, tecnológica, social, de contenido y humana, que han sido reflejadas en las cinco subhipótesis de esta tesis definidas en la Sección 4.2.

Entonces, en esta validación se proponen un total de 32 índices que validan cada una de las subhipótesis de investigación. En el Capítulo 10 se realiza una comparación de las medidas obtenidas para diversos instantes de la intervención en Napo. Los indicadores se listan a continuación:

- I1. Nivel de autoestima de los usuarios a nivel profesional y en relación al uso de las TIC
- I2. Nivel de educación básica y alfabetización de los usuarios
- I3. Nivel de educación en TIC y alfabetización digital de los usuarios
- I4. Capacitación de usuarios
- I5. Capacitación en mantenimiento
- I6. Capacitación en producción de contenidos
- I7. Capacitación en gestión de la información y los sistemas TIC
- I8. Compromiso institucional
- I9. Capacidades tecnológicas locales
- I10. Identificación de necesidades
- I11. Apropiación
- I12. Institucionalización de las TIC en la Salud
- I13. Seguridad pública
- I14. Regulación y formalización del marco del proyecto según leyes públicas y regulación de Telecomunicaciones
- I15. Presupuesto permanente para cubrir gastos de operación y mantenimiento de las TIC
- I16. Percepción de las unidades de planeamiento y presupuesto de las instituciones beneficiarias sobre el coste de operación y mantenimiento de las TIC, y su capacidad para cubrirlo
- I17. Percepción de las instituciones beneficiarias sobre el balance coste-beneficio de las TIC

4 Metodología

- I18. Presupuesto permanente para cubrir gastos de operación y mantenimiento de las TIC
- I19. Calidad de las TIC (hardware y software)
- I20. Confiabilidad de las TIC (hardware y software)
- I21. Adecuado mantenimiento de las TIC
- I22. Usabilidad de las TIC (hardware y software)
- I23. Confiabilidad del sistema de electrificación
- I24. Adecuación de la infraestructura de transportes
- I25. Documentación de las TIC (hardware y software)
- I26. Impacto de las TIC en los procesos de salud
- I27. Acceso a Información producida o adaptada externamente
- I28. Información adaptada o generada localmente
- I29. Superación de barreras idiomáticas y culturales
- I30. Software adaptado localmente
- I31. Manuales de usuario
- I32. Documentación técnica específica

Estos indicadores han sido descritos tras el estudio de la literatura sobre sostenibilidad de proyectos TIC y el análisis de la problemática del caso Napo descritos en el Capítulo 2. Los indicadores son una adaptación del Marco de la Sostenibilidad formulado por Sunden [Sun06].

4.5. Recursos

Los materiales de que se ha dispuesto para esta investigación son:

1. Informes internos de actuación de mantenimiento correctivo y auditoría externa de la red Napo [Beb07, PAM08, Leo08],
2. Identificación de necesidades y evaluación de impacto de las TIC para la Salud en zonas rurales aisladas de países en desarrollo [Mar03]
3. Cuestionarios de uso de los sistemas y capacitación del personal de salud usuario,
4. Entrevistas personales y talleres participativos con diferentes autoridades de la Región Loretao nivel gubernamental y de Salud, sobre las posibilidades financieras y funcionales de la sostenibilidad,

4 Metodología

5. Capacitación y evaluación de competencias del equipo de mantenimiento,
6. Entrevistas a profesionales de la Fundación EHAS responsables del mantenimiento de la red Napo hasta la fecha actual,
7. Material de capacitación y manuales de usuario y en mantenimiento utilizados en la intervención en Napo,
8. Material de apoyo para el mantenimiento y planes de sostenibilidad previos elaborados por la Fundación EHAS [EHA07b, EHA07a, PAM09, EHA07c, Roj08],
9. Literatura sobre sostenibilidad de proyectos TIC y TIC para la Salud en países en desarrollo [Hee02, Hee06, Sch07, S. 03, S. 09, RS08, Chi09, Avg08, Sal68, KDS09, Sun06, Kim06, Mos04, Cis],
10. Literatura sobre aprendizaje en adultos mediante las TIC [Fid, Lic],
11. Trabajos previos sobre mantenimiento y sostenibilidad de infraestructuras TIC rurales de otros autores, como son las experiencias de Aravind [Sur08a, Sur08b], Dwesa [Pad06],
12. Fuentes secundarias sobre teoría del mantenimiento [Mon90].

Además, para la implementación del Plan Integral de Sostenibilidad, se deberá contar con los siguientes recursos:

1. Servidor Linux basado en placa Intel VPRO, con Perl 5.8.3 y librerías, BD MySql, servidor web Apache, servidor de correo electrónico Postfix.
2. Software de Gestión de Redes Centreon 2 basado en Nagios 3.x [Gal08, cen09], agentes SNMP [IET90] y NRPE [Gal07], MIB-II [IET91] y MIB-WIFI-EHAS [Pas09].
3. Software de Gestión de Incidencias Request Tracker (RT) [Vin05].
4. Software de Formación a Distancia Moodle [moo09].
5. Materiales de capacitaciones y manuales para el equipo de mantenimiento [EHA07b, EHA07a]
6. Estudio de campo de la situación de sostenibilidad en Napo,
7. Presupuesto para la organización de talleres participativos y formativos, estudio de campo y puesta en marcha del Plan Integral de Sostenibilidad en el marco del proyecto UPM.

Parte III

RESULTADOS

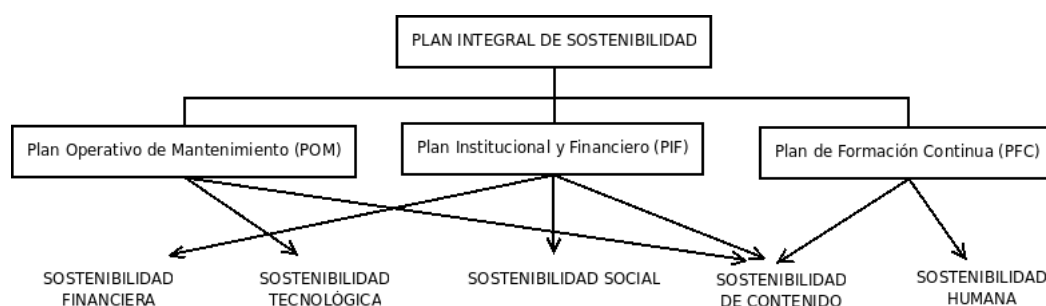
5 Presentación del Plan Integral de Sostenibilidad

Uno de las mayores contribuciones de esta tesis es la presentación de un Plan Integral de Sostenibilidad para la red Napo, que tome en cuenta los diversos factores que afectan a la sostenibilidad de proyectos de Tecnologías de la Información y Comunicaciones en países en desarrollo, así como las particularidades del Sistema de Atención Primaria en Salud en la cuenca del río Napo y los problemas detectados en la literatura específica (véase el Capítulo 2).

El Plan Integral de Sostenibilidad consta de tres subplanes:

- Plan Institucional y Financiero: define la estrategia a seguir para la redistribución de responsabilidades sobre el proyecto, y los pasos necesarios para garantizar un presupuesto público permanente para la operación y mantenimiento de los sistemas TIC.
- Plan Operativo del Mantenimiento: define los procedimientos y planificación del mantenimiento, cómo ha de constituirse el equipo de mantenimiento y la redistribución de responsabilidades desde el punto de vista tecnológico que minimicen los costes de la operación y mantenimiento de los sistemas.
- Plan de Formación Continua: define el programa de formación presencial y remota que apoye a los usuarios y técnicos locales de mantenimiento en el uso y mantenimiento de los sistemas.

El planteamiento que sigue esta tesis es que mediante dichos subplanes se logren abordar los problemas de sostenibilidad en cada una de sus categorías, tal y como refleja la Figura 5.



Estos subplanes se desarrollan en detalle en los Capítulos 6, 7 y 8.

6 Plan Institucional y Financiero

6.1. Introducción

En la región Loreto, la primera experiencia de la Fundación EHAS con las instituciones a nivel regional fue en el año 2006, al realizar una donación a la DIRESA de todos los sistemas de comunicaciones con tecnología VHF y HF desplegadas en las provincias de Alto Amazonas y Datem del Marañón desde el año 2000. Esta donación se negoció con el Hospital de Apoyo de Santa Gema en Yurimaguas, y fue aprobada por Resolución Directoral de la DIRESA (ver Capítulo V de Anexos donde se han incluido estos documentos). En aquel momento, la DIRESA era un órgano desconcentrado y totalmente dependiente del Ministerio de Salud de la República, por lo que cualquier negociación presupuestaria debía ser ascendida de la DIRESA al MINSA, junto con el resto de necesidades que esta institución tenía en ese momento. A raíz de aquella donación se trabajó en modelos financieros que partieran del Hospital de Apoyo, pues el personal de este centro era el más comprometido con las necesidades y beneficios de las TIC, como por ejemplo la utilización de un porcentaje pequeño de ingresos del SIS (Seguro Integral de Salud) para la operación y mantenimiento de los sistemas TIC instalados en los establecimientos rurales. Este modelo fracasó debido a que la normativa del SIS no permitía este uso y a que paralelamente existió malversación de los fondos. Tras estas iniciativas, el personal de salud rural ha mantenido económica y técnicamente los sistemas TIC que se instalaron dada la gran necesidad que ellos mismos tienen de comunicarse, e incluso han cooperado para ampliar la cobertura de las redes de comunicaciones a nuevas poblaciones, pero las instituciones de salud no volvieron a financiar el mantenimiento ni las nuevas iniciativas.

Tradicionalmente, la Fundación EHAS se ha centrado en la incidencia con las autoridades locales: municipios y redes de salud rural. Al más bajo nivel, ellos representan a los beneficiarios indirectos (la población) y directos (el personal de salud) de los proyectos TIC, por lo que naturalmente están más involucrados y motivados para colaborar y comprometerse. Para hacernos una idea de la importancia otorgada a la incidencia de otros actores como la Dirección Regional de Salud, máxima autoridad sanitaria a nivel regional, sírvase observar la única mención a propósitos de sostenibilidad del Plan Estratégico de la Fundación para el periodo 2007-2011: “involucrar a las Direcciones Regionales de Salud como socios activos de los proyectos y no sólo beneficiarios”.

El trabajo con las autoridades locales ha significado grandes aportaciones a la intervención en el Napo: el personal de logística y mantenimiento del Centro de Salud de Santa Clotilde (CSSC) ha sido formado en el mantenimiento de los sistemas y ha participado en actividades de mantenimiento con los ingenieros de EHAS, en el CSSC se han digitalizado formatos de informes epidemiológicos de la DIRESA para que los Puestos de Salud más aislados puedan enviar la

información a tiempo, la Municipalidad de Mazán donó los terrenos donde se ubica la torre de telecomunicaciones que conecta al Centro de Salud de esta población, las Municipalidades de Napo y Torres Causana han aportado combustible y embarcación para algunas actividades de mantenimiento de los sistemas TIC, etc. Estas aportaciones son muy positivas y necesarias, y demuestran el compromiso y la apropiación de los sistemas por parte de los beneficiarios. Sin embargo, no dejan de ser puntuales y las autoridades locales las realizan dentro de sus limitados recursos humanos y materiales. Pero, más allá de colaboraciones ad hoc, ¿quién es responsable?

6.2. El papel de las Autoridades Locales

6.2.1. Municipios

En el Perú, una provincia es la unidad de la subdivisión administrativa inferior a una región. El gobierno a nivel local es la conducción de la gestión pública que se lleva a cabo en cada uno de las provincias y sus distritos y centros poblados del país. Esta función se lleva a cabo en cada una de estas circunscripciones por su respectivas Municipalidades. Según la Ley Orgánica de Municipalidades, éstas son personas jurídicas de derecho público con autonomía política, económica y administrativa en los asuntos de su competencia encargadas de prestación de servicios de ámbito local y de del desarrollo integral, sostenible y armónico de sus circunscripciones. Cada Municipalidad Provincial está encabezada por un alcalde, elegido por sufragio universal cada cuatro años, quien dirige la política provincial.

Los Municipios de Mazán, Napo y Torres Causana han contribuido en los proyectos EHAS en diversas ocasiones, a través de convenios de colaboración. Estas contribuciones consisten en aportaciones económicas, en combustible y en cesión de terrenos. En la primera fase del Proyecto PAMAFRO, el Municipio de Napo proveía de acceso a internet a la red de comunicaciones, compartiendo su propia conexión satelital.

6.2.2. Microrredes de Salud

Los Puestos de Salud (PS) son los establecimientos de menor jerarquía dentro del sistema público de atención primaria y constituyen la puerta de acceso al sistema para la población rural. Suelen estar situados en poblaciones de no más de mil habitantes, sin línea telefónica y mal dotadas de infraestructura de carreteras. Varios PS dependen de un único Centro de Salud, conformando las Microrredes de salud”, que son en la unidad básica de atención primaria. Las microrredes están dirigidas por un médico que es el responsable del Centro de Salud y que coordina las acciones de los PS que dependen de él. La mayoría de estos PS están dirigidos por técnicos de enfermería, enfermeras o a lo sumo un médico recién graduado (Programa SERUMS¹). La

¹SERUMS, Servicio Rural y Urbano Marginal de Salud del Perú, es un programa de servicio a la comunidad que está orientado a desarrollar actividades preventivo-promocionales en centros y puestos de salud del MINSA, o en establecimientos equivalentes de otras instituciones del Sistema Nacional de Salud, principalmente en las zonas rurales y urbano-marginales consideradas de menor desarrollo del país. El SERUMS es requisito indispensable para todo titulado en Salud para ingresar a laborar en establecimientos del sector Público en la condición de nombrados, contratados o por servicio no personales, y para ingresar a los programas de segunda especialización

Microrred de Salud Napo está dirigida desde el Centro de Salud de Santa Clotilde (CSSC) y la Microrred Mazán está coordinada desde el CS Mazán.

6.3. El papel de las Autoridades Regionales

6.3.1. Gobierno Regional de Loreto

Según la Ley N° 27867 de la República del Perú, Ley Orgánica de Gobiernos Regionales, los Gobiernos Regionales son personas jurídicas de derecho público con autonomía política, económica y administrativa en asuntos de su competencia. El artículo 5 de dicha Ley establece que su misión es organizar y conducir la gestión pública regional de acuerdo a sus competencias exclusivas, compartidas y delegadas, en el marco de las políticas nacionales y sectoriales, para contribuir al desarrollo integral y sostenible de la región. Adicionalmente, la Constitución Política del Perú prescribe que los Gobiernos Regionales promueven el desarrollo y la economía regional, fomentan las inversiones, actividades y servicios públicos de su responsabilidad, en armonía con las políticas y planes nacionales y locales de desarrollo, y son competentes para administrar sus bienes y rentas.

El objetivo central del Gobierno Regional de Loreto, en adelante GOREL, es “mejorar la calidad de vida de la población, desarrollando actividades productivas y competitivas, dotando de un capital social e infraestructura básica, orientada a la producción regional mediante procesos de transformación e industrialización, dándole valor agregado aprovechando en forma sostenible las potencialidades turísticas, los bionegocios, la madera y el petróleo, fomentando el respeto al medio ambiente y el uso sostenible de sus recursos naturales; garantizando el acceso a los servicios de salud, educación y nutrición, en base a la consolidación del ordenamiento territorial” [lor10].

Estructura y competencias

La Figura 6.1 muestra la estructura orgánica del GOREL [lor10]. A continuación se detallan tan sólo los órganos más relevantes para la sostenibilidad institucional y financiera del proyecto.

La Presidencia Regional es la máxima autoridad en el GOREL. Para que prospere una iniciativa, ésta debe ser elevada directa o indirectamente a la Presidencia, quien delegará en la Gerencia correspondiente para su tramitación legal, presupuestaria, estructural o aquella que convenga. Generalmente, la Presidencia delega en la Oficina General de Asesoría de Presidencia (OGAP) los temas sectoriales, como Salud, para su evaluación y opinión, antes de recibirlos.

La Dirección Regional de Salud, DIRESA, es un órgano dependiente de la Gerencia de Desarrollo Social, igual que lo son las Direcciones Regionales de Educación, Vivienda y Trabajo, cuya misión es contribuir a la reducción de las condiciones de extrema pobreza,

a nivel nacional, así como para recibir del Estado becas u otras ayudas equivalentes para estudios de perfeccionamiento en el país o en el extranjero

6 Plan Institucional y Financiero

ESTRUCTURA ORGÁNICA MODIFICADA DEL GOBIERNO REGIONAL DE LORETO

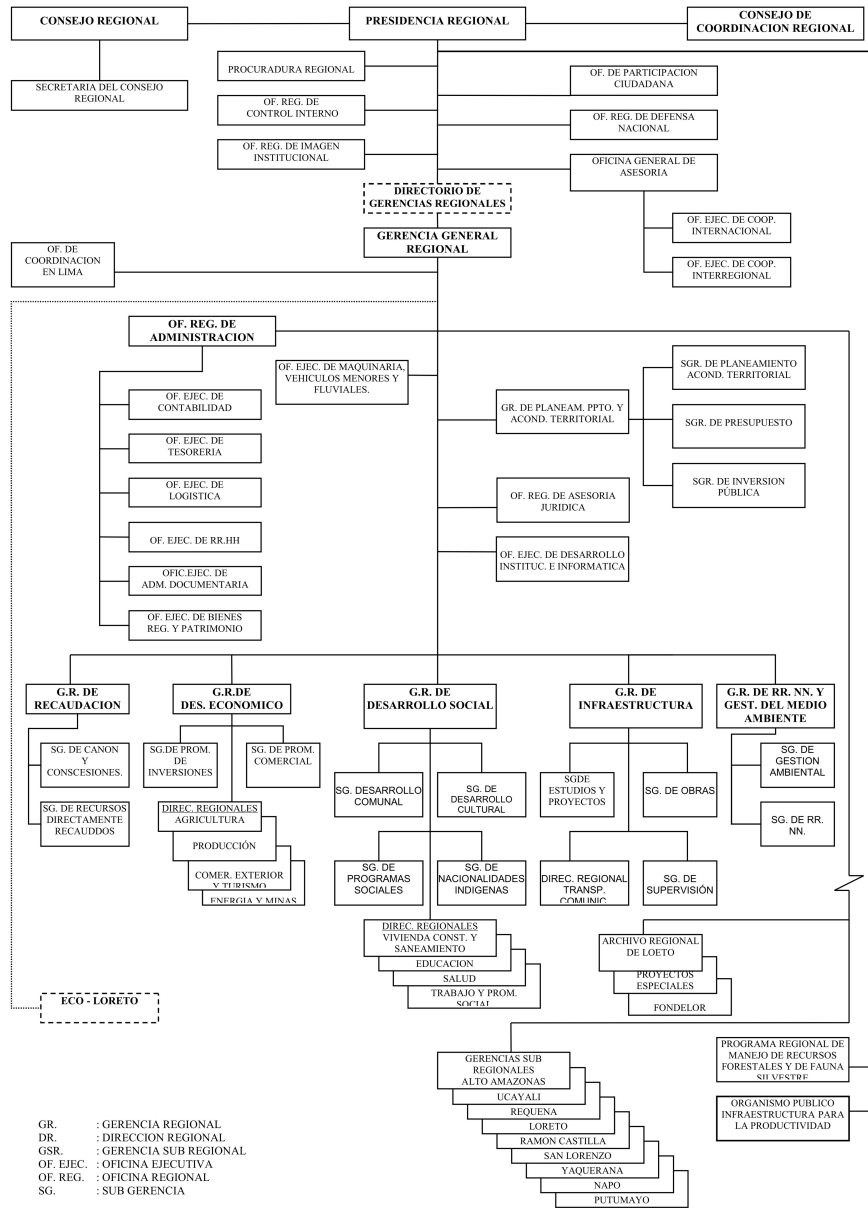


Figura 6.1: Organigrama estructural del GOREL.

inequidad y discriminación económica, social y política, y promover el fortalecimiento institucional y la participación ciudadana en el marco del pleno ejercicio de la democra-

6 Plan Institucional y Financiero

cia participativa. Las Direcciones Regionales son unidades ejecutoras, es decir, pueden organizar y ejecutar los recursos financieros, bienes, activos y capacidades humanas, necesarios para la realización de sus funciones específicas. La Dirección Regional de Salud de Loreto es la máxima autoridad de salud de la región.

La Oficina Regional de Asesoría Jurídica es responsable de emitir opiniones de carácter jurídico-legal al Consejo, Dependencias del Gobierno Regional, absolver las consultas que le sean formuladas por las unidades estructuradas que conforman el Gobierno Regional, así como pronunciarse sobre la legalidad de los actos que le sean remitidos para su revisión y/o visación.

La Oficina Ejecutiva de Desarrollo Institucional e Informática, OEDII, comprende la Unidad de Informática, que tiene una amplia disponibilidad, teniendo en cuenta niveles de contingencia, operacionalidad, y personal debidamente capacitado y disponible. Entre sus funciones están coordinar las labores pertinentes a la administración y buen funcionamiento de los servidores y las redes LAN, WAN, Intranet e Internet de las oficinas centrales del GOREL, organizar y coordinar el rol de asistencia a las diferentes emergencias o eventualidades informáticas, realizar labores de recuperación, y/o reinstalación de programas, productos o modelos necesarios para que el personal profesional del GOREL realice sus labores correspondientes, planear e implementar políticas de seguridad informática para la Institución, desarrollar proyectos de análisis, desarrollo e implementación de software para el quehacer administrativo, mantener y actualizar el Portal Web del GOREL, dar soporte en la programación, transmisión de datos y buen funcionamiento de la red, y administrar las bases de datos existentes.

La Subgerencia de Planeamiento y Acondicionamiento Territorial, forma parte de la Gerencia Regional de Planeamiento, Presupuesto y Acondicionamiento Territoriales. Es la unidad orgánica encargada de normar, dirigir y evaluar el proceso de elaboración del Plan de Desarrollo Regional Concertado y del Plan Operativo Anual.- Organiza el Sistema Estadístico Institucional y desarrolla acciones en materia de demarcación territorial. Elabora Directivas para la formulación del Plan de Desarrollo Regional Concertado, Plan Estratégico Multianual y Planes Operativos Institucionales.- Asesora a órganos y a dependencias del Gobierno Regional en asuntos de su especialidad.- Prepara la opinión institucional sobre los convenios y acuerdos interinstitucionales y participa en las comisiones relacionadas con los asuntos de su competencia. Participa en la programación, formulación, ejecución y evaluación del Plan Regional de Estadística e Informática, formulando su respectivo Plan conforme a las necesidades de la institución y a las normas del Instituto Nacional de Estadística.

La Subgerencia de Presupuesto forma parte de la Gerencia Regional de Planeamiento, Presupuesto y Acondicionamiento Territoriales. Es la unidad orgánica encargada de conducir, coordinar y asesorar el proceso presupuestario en sus fases de programación, formulación, control de la ejecución, y evaluación; así como en el cierre presupuestal, de conformidad con las leyes anuales de presupuesto. Emite opiniones y lineamientos relacionados con la ejecución presupuestal de acuerdo con las normas Presupuestarias vigentes, para una

mejor aplicación de la normatividad presupuestal. Conduce la formulación de los Calendarios de Compromisos de las Unidades Ejecutoras de Pliego, de acuerdo con la Ley de Gestión Presupuestaria, Ley de Presupuesto y Directivas al respecto; así como efectuar modificaciones presupuestales.

La Subgerencia de Inversión Pública forma parte de la Gerencia Regional de Planeamiento, Presupuesto y Acondicionamiento Territoriales. Es la unidad orgánica encargada de formular y evaluar proyectos de inversión pública.-Apoyando y coordinando con la Sub Gerencia de Promoción de Inversiones el desarrollo de acciones orientadas a promover la inversión privada en obras públicas. Formular el Programa Multianual de Inversiones de la Región Loreto y evaluar su ejecución.- Conduce el Banco Regional de Proyectos, formulando las Directivas necesarias para su adecuado funcionamiento.-Realizar el seguimiento de los Proyectos de Inversión Pública durante la fase de inversión. Participar en la formulación y determinación de la política del Sistema de Inversión Pública Regional.- Establecer coordinación funcional con Órganos e Instituciones vinculados al sistema.

La Oficina Ejecutiva de Bienes Regionales y Patrimonio Internos forma parte de la Oficina Regional de Administración. Es la encargada de administrar y controlar los Bienes Patrimoniales con que cuenta el Gobierno Regional de Loreto, conduce y orienta las actividades técnico-normativas en materia de Patrimonio de acuerdo a las directivas emitidas por la Superintendencia de Bienes Nacionales y las que se emitan institucionalmente. Entre sus funciones se encuentran Emitir dictamen previo sobre transferencias, cesiones en uso, baja, venta de bienes patrimoniales, intersectoriales e institucionales, y conciliar mensualmente con la Oficina Ejecutiva de Contabilidad sobre las incorporaciones de bienes, bajas y transferencias, a fin de mantener una información actualizada y permanente y preparar el informe de cierre patrimonial al final de cada ejercicio presupuestal.

La Oficina Ejecutiva de Cooperación Internacional, OECI, forma parte de la Oficina General de Asesoría de Presidencia. Es el órgano que representa al GOREL ante las agencias de cooperación, misiones y organismos internacionales y canaliza la obtención de recursos financieros y obtención asistencia técnica a los proyectos de interés a los proyectos de interés regional. Uno de sus objetivos es contribuir al desarrollo sostenible de la Región Loreto, mediante la gestión efectiva y eficaz de los recursos de la Cooperación Internacional, técnica o financiera, para los proyectos de impacto regional.

No existe en el Gobierno Regional un órgano que regule las TIC. La Unidad de Informática de la OEDII tiene funciones específicas de soporte a los usuarios informáticos de las oficinas del GOREL, pero no contempla regulación, operación de servicios ni mantenimiento de las Telecomunicaciones. Extraoficialmente, es ésta la Oficina que está asumiendo algunas de estas labores, ya que el GOREL dispone de una red con tecnología WiLD que intercomunica las dependencias y oficinas externas del GOREL en las ciudades de Iquitos y Nauta. Precisamente, el ingeniero que lleva a cabo esta labor fue formado por el Programa EHAS en 2008.

6.3.2. Dirección Regional de Salud

La Dirección Regional de Salud de Loreto, es el órgano que por delegación de la Alta Dirección del Ministerio de Salud ejerce la autoridad de salud en su jurisdicción. Es el órgano desconcentrado en materia de salud del Gobierno Regional de Loreto, del cual depende técnica, administrativa y presupuestalmente. Asimismo, depende funcional y normativamente del Ministerio de Salud.

Según el Reglamento de la Ley del Ministerio de Salud N° 27657, las Direcciones Regionales de Salud, tienen a su cargo las siguientes funciones generales en sus respectivas jurisdicciones:

1. Implementar la visión, misión, política, objetivos y normas sectoriales, en su jurisdicción.
2. Brindar, en forma eficaz y oportuna, la asistencia, apoyo técnico y administrativo a la gestión de las Direcciones de Red de Salud y de los Hospitales bajo su dependencia y jurisdicción.
3. Mantener informadas a las entidades públicas y organizaciones en general, que desarrollen actividades afines para el Sector Salud sobre los dispositivos legales para la Salud, evaluando su cumplimiento.

Las Direcciones Regionales de Salud tienen a su cargo, como órganos desconcentrados, a las Direcciones de Red de Salud y a los Hospitales III que brindan atención de salud de alta complejidad. En Loreto, el único Hospital III es el Hospital Regional de Loreto, aunque cuentan también con el Hospital de Apoyo Iquitos “César Garayar García” y el Hospital de Apoyo “Santa Gema” de Yurimaguas. Estos Hospitales se caracterizan por la presencia de médicos generales, especialistas básicos y especialistas mayores (cardiólogos, neurólogos, nefrólogos, gastroenterólogos, y otros de acuerdo a la necesidad).

Las Direcciones de Red de Salud tienen a su cargo, como órganos desconcentrados, a los Hospitales II y I que brindan atención de salud de mediana y baja complejidad y como unidades orgánicas de línea a Microrredes de Salud, que están a cargo de mejorar continuamente el desarrollo físico, mental y social de toda la población en su ámbito geográfico, lograr que la persona, familia y comunidad cree entornos saludables, desarrollar una cultura de salud basada en la familia como unidad básica de salud y brindar la atención de salud, en centros poblados y en los establecimientos asignados, denominados Centros y Puestos de Salud.

Estructura y competencias

La Figura 6.2 muestra la estructura orgánica de la DIRESA. A continuación se detallan tan sólo los órganos más relevantes para la sostenibilidad institucional y financiera del proyecto.

La Dirección General es la máxima autoridad en la DIRESA. Toda iniciativa debe ser aprobada por la Dirección, con la firma del Director General o el Director Adjunto, quienes delegarán en la unidad correspondiente para su ejecución.

6 Plan Institucional y Financiero

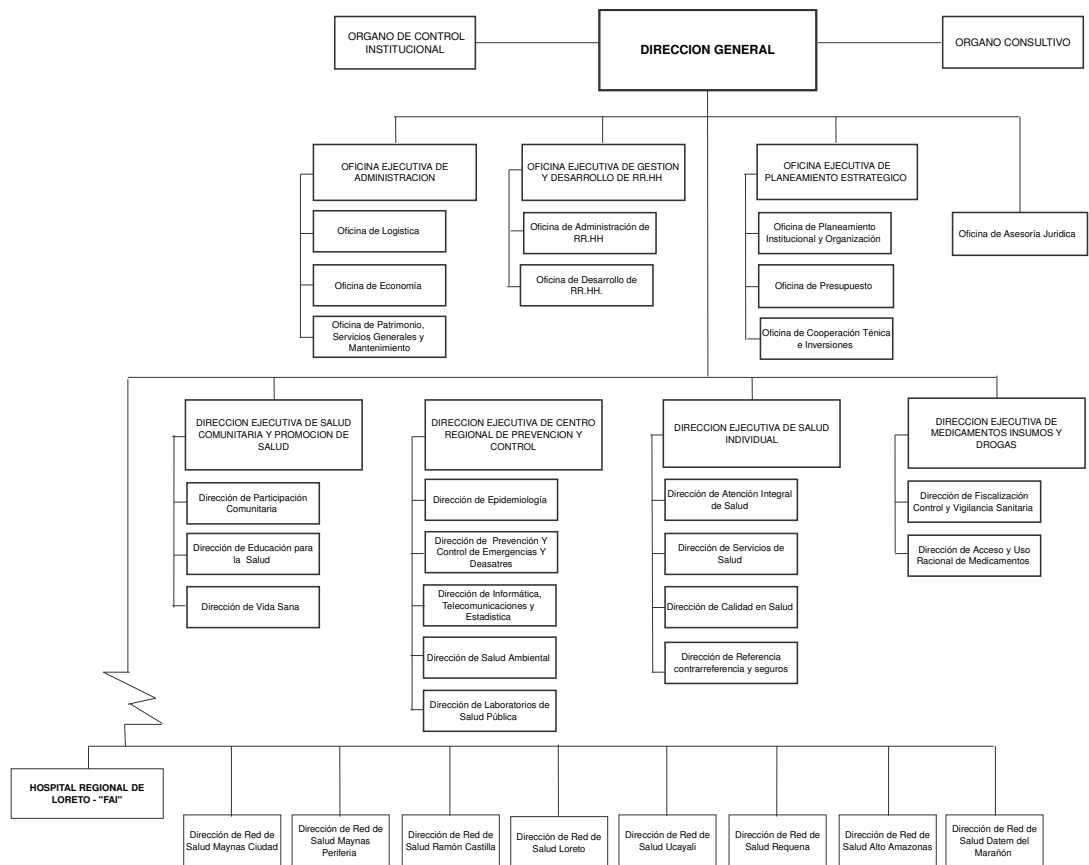


Figura 6.2: Organigrama estructural de la DIRESA

La Oficina Ejecutiva de Planeamiento Estratégico es la unidad encargada de formular y evaluar el Presupuesto Anual en Salud, incluido el mantenimiento de toda la infraestructura. Desde esta Oficina se realizan inspecciones y evaluaciones de equipamiento en los establecimientos rurales de la región.

La Dirección de Informática, Telecomunicaciones y Estadística, cuenta con la Unidad de Informática y Telecomunicaciones, en la cual se integran Radiofonía y la Central telefónica. Esta Unidad es responsable de dar soporte y mantenimiento a los equipos informáticos de las dependencias de la DIRESA en Iquitos. Desde Radiofonía se establece comunicación de voz por radio con todos los establecimientos rurales que disponen de estos sistemas.

Actualmente, existe una infraestructura de sistemas y redes de telecomunicaciones que conectan diversos establecimientos de salud rurales en la región Loreto. La mayor parte de esta-

blecimientos de salud rurales cuenta con un equipo de radiofonía en las bandas VHF o HF. Adicionalmente, desde el año 1998, la Fundación Enlace Hispano Americano de Salud (EHAS) ha venido desarrollando proyectos de mejora de las condiciones de salud mediante el uso apropiado de las Tecnologías de la Información y Comunicaciones (TIC). En el marco de estos proyectos y del Proyecto PAMAFRO se ha dotado de infraestructura de informática y telecomunicaciones para voz y datos a un total de 87 establecimientos: 70 de ellos con tecnología VHF/HF y 17 con tecnología WiFi. Estos sistemas han sido instalados y están operativos en las provincias de Datem del Marañón, Alto Amazonas y la provincia de Maynas, respectivamente. Los sistemas EHAS de VHF/HF permiten comunicación de voz y envío de correo electrónico, mientras que los sistemas EHAS de WiFi permiten comunicación de banda ancha: voz y audio de calidad, envío de correo electrónico, videoconferencias, monitoreo en tiempo real y acceso a Internet entre otros. El uso de estos sistemas ha contribuido hasta el momento a agilizar los procesos de coordinación de emergencias, interconsultas entre profesionales de la salud, coordinaciones administrativas y una vigilancia epidemiológica más precisa y eficiente, entre otros.

El Hospital Regional de Loreto

El Hospital Regional de Loreto “Felipe Santiago Arriola Iglesias”, referencial de tercer nivel de complejidad, cuenta con consultorios externos, servicio de emergencia y hospitalización. Este Hospital tiene la visión de “constituirse en un Hospital de alta complejidad en la atención de salud, con infraestructura moderna y equipos con tecnología de punta, de excelencia y liderazgo en la atención hospitalaria integral a la población, en condiciones de equidad, calidad y plena accesibilidad, fortalecido y diversificado en la investigación y en el apoyo a la docencia de las entidades educativas, para la salud de acuerdo al avance tecnológico, integrándose al sistema de referencia y contrarreferencia de atención de la salud” [hrl10].

El Hospital Regional de Iquitos es centro de referencia en la región Loreto. Desde la Oficina de Estadística e Informática de dicho Hospital, se han venido desarrollando desde el año 2008 diversas aplicaciones informáticas para la agilización de los procesos de admisión, caja y registro de pacientes de SIS, así como para el registro de historias clínicas electrónicas (HCE). Si bien es cierto que la implementación de este sistema se ha visto reducida a la admisión de pacientes, existe la iniciativa de expandir el registro de historias clínicas a los consultorios médicos. Existen múltiples aplicaciones de sistemas de información, algunas promovidas directamente desde el MINSA, otros desarrollados desde los propios hospitales, como es el caso del Hospital Regional de Iquitos. A pesar del creciente grado de implantación de sistemas de información dentro de los hospitales, el nivel de integración de los mismos no avanza precisamente al mismo ritmo, lo que puede ocasionar duplicaciones de información, redundancia en la ejecución de un mismo proceso o no disponibilidad de información de un sistema a otro. Para llevar a buen término los desarrollos realizados hasta ahora, es preciso un órgano de coordinación de las necesidades de salud y de las oportunidades que las TIC ofrecen.

6.4. Gestión del Cambio

6.4.1. Distribución de responsabilidades

La situación de la sostenibilidad al inicio del Proyecto UPM era precaria, como ya se comentó en la Sección 2.3, debido a que la Fundación EHAS seguía asumiendo numerosas responsabilidades que las instituciones locales remoloneaban por asumir. Estas responsabilidades no son más que las diferentes categorías de la sostenibilidad:

- **Financiera**, que compromete a disponer de un presupuesto anual suficiente para cubrir las necesidades de operación y mantenimiento de los sistemas TIC, y desarrollar las capacidades del personal de salud en la utilización de las TIC. Es decir, la responsabilidad financiera es la encargada de cubrir gastos para el cumplimiento de las demás responsabilidades.
- **Tecnológica**, que compromete a reparar y mantener los sistemas TIC en funcionamiento con unos niveles de disponibilidad suficientes estudiando en profundidad las relaciones causa-efecto de los fallos, y a evaluar si las TIC utilizadas son la tecnología disponible más apropiada para este caso concreto (actualización tecnológica).
- **Social y de Contenido**, que compromete a que las TIC se utilicen para los fines de beneficio social y de desarrollo humano para los que fueron diseñadas, potenciando y evaluando su impacto en los procesos de salud y en la salud de las personas.
- **Humana**, que compromete a desarrollar las capacidades en el uso de las TIC del personal de salud, el personal administrativo y el personal local de mantenimiento, así como a utilizar las TIC como medio de formación a distancia de este personal en sus respectivos ámbitos profesionales.

Una estimación de la distribución de responsabilidades al inicio del proyecto se muestra en la tabla 6.1. En ella podemos ver cómo la Fundación ha asumido los costes mediante la ejecución de diversos proyectos con fondos internacionales de Ayuda Oficial al Desarrollo, y también la responsabilidad tecnológica, pues los ingenieros de EHAS han sido los máximos responsables del mantenimiento y de la actualización tecnológica. Lo mismo sucede con la responsabilidad social y de contenido, ya que la Fundación ha promovido la creación de formatos digitales de envío de información epidemiológica y de transferencia de pacientes, al tiempo que sigue desarrollando aplicaciones de ayuda al diagnóstico y tratamiento remotos. En cuanto al factor humano, la Fundación ha desarrollado una plataforma de formación a distancia que pueda ser utilizada en las microrredes para la capacitación del personal.

La contraparte institucional más activa ha sido siempre el Centro de Salud de Santa Clotilde, cabeza de la Microrred de Salud Napo, quien ha realizado aportes en combustible y movilidad para transporte y viajes de mantenimiento, financiado en parte el acceso a Internet satelital,

6 Plan Institucional y Financiero

Institución \ Responsabilidad (%)	EHAS	GOREL	DIRESA	Microrredes	Municipalidades
Financiera	90	0	0	5	5
Tecnológica	90	0	0	10	0
Social y de Contenido	70	0	0	30	0
Humana	70	0	0	30	0

Cuadro 6.1: Distribución inicial de responsabilidades.

sdigitalizado formatos de informes que hoy son utilizados en su Microrred, y apoyado formativamente al personal en el uso de los sistemas. Por su parte, las Municipalidades en ocasiones han cedido terrenos para la infraestructura de comunicaciones y han firmado convenios de colaboración en cuanto a combustible para transporte y acceso a Internet, en determinadas ocasiones. El papel de las autoridades regionales en el caso del Napo ha sido prácticamente inexistente. Apenas la DIRESA ha cedido su acceso a Internet y una línea telefónica, que dicha institución financia, para poder conectar la red Napo con el exterior a un coste reducido.

La situación ideal tras la ejecución de este Plan Institucional y Financiero es que estas responsabilidades queden redistribuidas según la Figura 6.2. De este modo, el GOREL asumiría las máximas responsabilidades financiera y tecnológica, mientras la DIRESA tendría la mayor responsabilidad Humana, Social y de Contenido. Es muy probable que en el medio plazo, el GOREL arranque iniciativas de uso multisectorial de la infraestructura de TIC, priorizando su explotación para beneficio social en ámbitos educativos, medioambientales, agrícolas o de seguridad ciudadana. Para cada uno de estos sectores, se abrirán nuevas contrapartes Humana-Social-Contenido que deberán interactuar también con el GOREL: por ejemplo, para ampliar la cobertura TIC a las escuelas de la cuenca del Napo la contraparte será la Dirección Regional de Educación.

Institución \ Responsabilidad (%)	EHAS	GOREL	DIRESA	Microrredes	Municipalidades
Financiera	0	80	10	5	5
Tecnológica	10	70	10	10	0
Social y de Contenido	10	0	70	20	0
Humana	10	0	70	20	0

Cuadro 6.2: Distribución de responsabilidades al final del Plan.

6.4.2. Esquema de transformación

En la Figura 6.3 se ha resumido un esquema de relaciones entre diferentes actores y transformaciones profundas necesarias para la asunción de responsabilidades por parte de las autoridades más relevantes y con mayores competencias en la región: el Gobierno Regional y la Dirección

Regional de Salud.

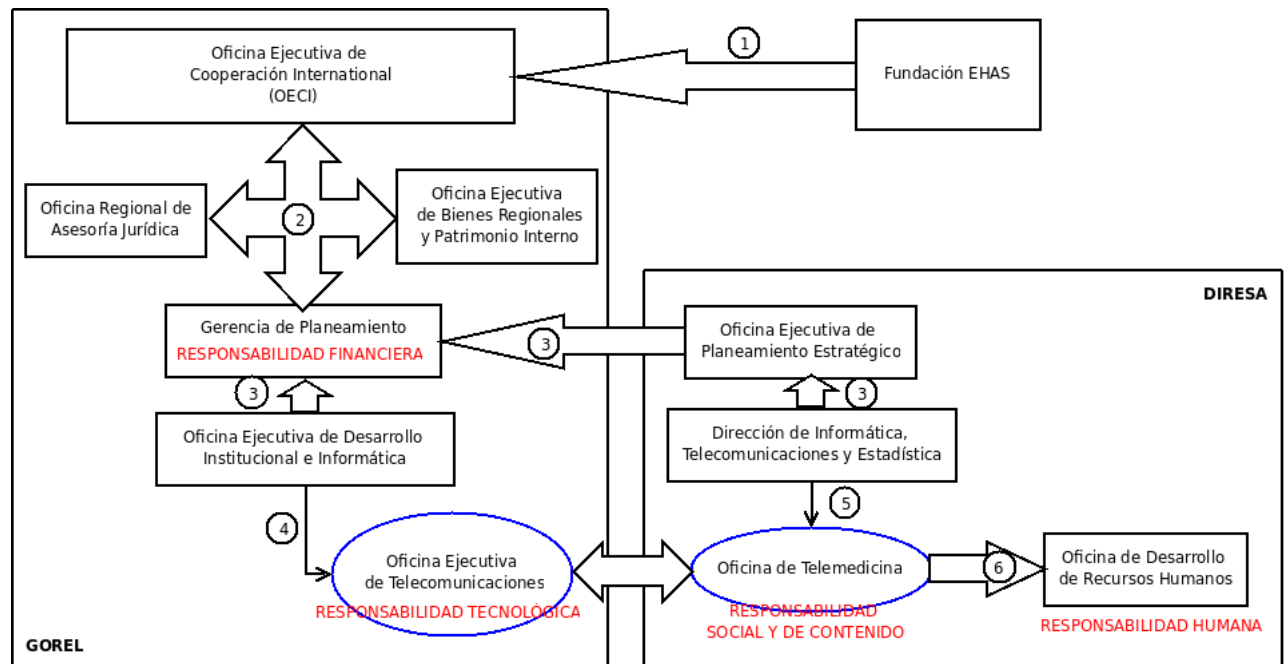


Figura 6.3: Esquema de cambio institucional para la redistribución de responsabilidades.

Este esquema propone los siguientes cambios:

PASO 1 La Fundación EHAS transfiere legalmente al GOREL en modo de donación todos los bienes asociados a los proyectos TIC realizados en el Napo. Al aceptar una donación, la institución receptora asume los costes operativos y de mantenimiento de esos bienes. Esta transferencia va acompañada de acuerdos previos y de la entrega de un inventario de bienes, un expediente técnico con detalle de la infraestructura existente y un Plan Operativo de Mantenimiento que cuantifique los gastos de este servicio. Dado que la Fundación es una ONG en el marco de la Cooperación Internacional, el interlocutor más apropiado dentro del GOREL es la OECI.

PASO 2 La OECI coordina los acuerdos, la donación y el marco legal con la ORAJ; la inclusión de los bienes en el patrimonio regional con la Oficina de Bienes Regionales y Patrimonio Interno; y la elaboración de un proyecto presupuestario con la Gerencia de Planeamiento.

PASO 3 La Oficina Ejecutiva de Planeamiento Estratégico de la DIRESA y la Gerencia de Planeamiento del GOREL redactan conjuntamente un Proyecto de Inversión Pública menor (correspondiente a solicitudes presupuestarias inferiores a los 300 mil nuevos soles). Dado que la DIRESA es una unidad formuladora y ejecutora, y que las TIC instaladas por EHAS están orientadas al sector Salud, es la DIRESA quien presenta el PIP al GOREL.

6 Plan Institucional y Financiero

El GOREL por su parte presentará este proyecto como una ampliación de su presupuesto general anual, para la consideración por parte del Ministerio de Economía y Finanzas (MEF) de la República. A nivel técnico, la Dirección de Informática, Telecomunicaciones y Estadística de la DIRESA asesorará a la Oficina de Planeamiento sobre los gastos operativos de las TIC, y lo mismo hará la OEDII para la Gerencia de Planeamiento del GOREL.

PASO 4 Se propone la creación de una Oficina Ejecutiva de Telecomunicaciones en el GOREL que asuma la responsabilidad tecnológica. El soporte técnico y mantenimiento que actualmente da la OEDII en asuntos informáticos debe ampliarse y abarcar las TIC en su conjunto.

PASO 5 Se propone la creación de una Oficina Ejecutiva de Telemedicina que asuma la responsabilidad social y de contenido en materia de salud. Actualmente desde la Dirección de Informática, Telecomunicaciones y Estadística se da un soporte informático básico a las dependencias de la DIRESA en Iquitos. Desde esta Oficina se coordinará la operación de las TIC para Salud: desarrollo e implantación de software y hardware de telemedicina en hospitales y redes de salud, soporte y medición del uso e impacto de las TIC, apoyo remoto al diagnóstico y tratamiento, coordinación de envío de medicamentos con la DIREMID, etc. La Oficina de Telemedicina y la Oficina de Telecomunicaciones deberán estar en permanente coordinación.

PASO 6 La Unidad de Capacitación de la ODRH deberá asumir, a petición de la Oficina de Telemedicina, labores de formación de iniciación y formación continua del personal de salud rural en el uso apropiado de las TIC como complemento de sus refuerzos formativos existentes.

ROF y CAP

Es importante saber que cualquier modificación en la estructura orgánica de estas instituciones regionales requiere la modificación de dos esquemas clave: el Reglamento de Organización y Funciones (ROF) y el Cuadro de Asignación de Personal (CAP). El organigrama institucional se define en el ROF y la previsión de personal necesaria para las nuevas unidades se determina en el CAP. Esto es, una vez que se modifica el ROF, han de existir también documentos técnicos normativos que contengan las normas para la formulación, aprobación y modificación del CAP para el normal funcionamiento de la Institución en base a la Estructura Orgánica aprobada. Cualquier cambio en estos esquemas debe ser aprobado por Resolución Ejecutiva Regional en el caso del GOREL o por Resolución Directoral para la DIRESA. Desde la propuesta de modificación hasta su aprobación pueden pasar hasta dos años, ya que, por ejemplo, en el caso del GOREL, ésta debe superar un largo proceso: ser visada por la Gerencia General Regional, la Oficina Regional de Asesoría Jurídica, la Gerencia Regional de Planeamiento, Presupuesto y Acondicionamiento Territorial, y la Oficina Regional de Administración del GOREL.

Por esta razón, la forma de promover cambios en estas instituciones no consiste en lograr un nuevo ROF y un CAP para comenzar a trabajar, sino concretar las funciones que tendrán esas

nuevas unidades, y crearlas al menor nivel orgánico, para que comiencen a ser operativas con dichas funciones lo antes posible. Por ejemplo, para nuestros propósitos seguramente lo más conveniente sería crear una Oficina Ejecutiva de Telemedicina en la DIRESA para que maneje todo lo relativo a telemedicina y telesalud en la Región con un presupuesto propio e independiente. Sin embargo, un cambio así requiere la modificación del ROF y esto se demorará mucho tiempo. Mientras tramitamos ese cambio, comenzamos creando una Unidad de Telemedicina dentro de la Dirección de Informática, Telecomunicaciones y Estadística, lo cual es inmediato y proponemos la reasignación de personal existente en dicha Dirección. Los cambios a niveles inferiores al tercer nivel orgánico no precisan modificaciones del ROF y pueden ser manejados internamente desde la Dirección correspondiente.

Creación de una Oficina Ejecutiva de Telecomunicaciones

Existe un marco legal para la creación de esta Oficina, ya que en el GOREL no existe actualmente una unidad con tales competencias: la Ley que aprueba el “Marco Normativo General para la Promoción del Desarrollo de las Telecomunicaciones en Áreas Rurales y Lugares de Preferente Interés Social”, el Decreto Supremo Número 003-2007-MTC y su modificatoria, que fija nuevas metas de expansión de los servicios de telecomunicaciones para el 2011, el Decreto legislativo No 1019 que aprueba la “Ley de acceso a la infraestructura de los proveedores importantes de servicios de telecomunicaciones”, la normalización de la expansión de telefonía fija a través de las bandas 450 y 900 MHz, la Ley Número 29022 “Ley para la expansión de infraestructura en telecomunicaciones”, el Decreto Supremo Número 043-2006-MTC “Reglamento del canon por el uso del espectro radioeléctrico para servicios públicos móviles”.

Desde la Oficina de Telecomunicaciones se implementará el Plan Operativo de Mantenimiento (ver Capítulo 7), por lo que las principales funciones a desempeñar por los profesionales técnicos de esta Oficina serán:

1. Planificar las actividades de mantenimiento preventivo, correctivo y predictivo que se definen para las redes de telemedicina rural.
2. Gestionar los recursos necesarios para el cumplimiento de las actividades mencionadas, incluyendo provisiones de stock de repuestos.
3. Supervisar directamente las actividades a realizar y participar, al nivel mas elevado, en el monitoreo y mantenimiento de las redes (software de gestión de la Red)
4. Coordinar con el resto de dependencias e instituciones involucradas en el uso o mantenimiento de las redes de telemedicina rural, especialmente con el equipo de la Oficina Ejecutiva de Desarrollo Institucional e Informática del Gobierno Regional de Loreto.
5. Planificar y gestionar la adecuada y oportuna formación de los usuarios y de los técnicos responsables del mantenimiento de los equipos instalados.
6. Reportar a su jefatura los resultados obtenidos de las actividades realizadas.

Creación de una Oficina de Telemedicina en la DIRESA

La Oficina de Telemedicina tendría como objetivo general la mejora de los procesos de salud mediante un uso adecuado de las Tecnologías de la Información y Comunicaciones (TIC), con especial atención en procesos de apoyo al diagnóstico remoto y agilización de procesos asistenciales de salud mediante sistemas de información apropiados a las condiciones específicas de la región Loreto.

Una de las finalidades de esta Oficina es ofrecer el valor añadido necesario para liderar los estudios de reingeniería de procesos de información dentro de la Dirección Regional de Salud y dirigir los desarrollos de aplicaciones software que den solución a los procesos nuevamente definidos.

Se propone al creación de una Oficina Ejecutiva de Telemedicina que disponga de un presupuesto propio e independiente para la operación de los sistemas de telemedicina de que dispone la DIRESA. Como paso intermedio en la aprobación de la modificación del ROF, se propone su creación dentro de la Unidad de Estadística, Informática y Comunicaciones de la Dirección Regional de Salud de Loreto, que se ubicándose de manera similar a lo mostrado en el diagrama de la Figura 6.4.

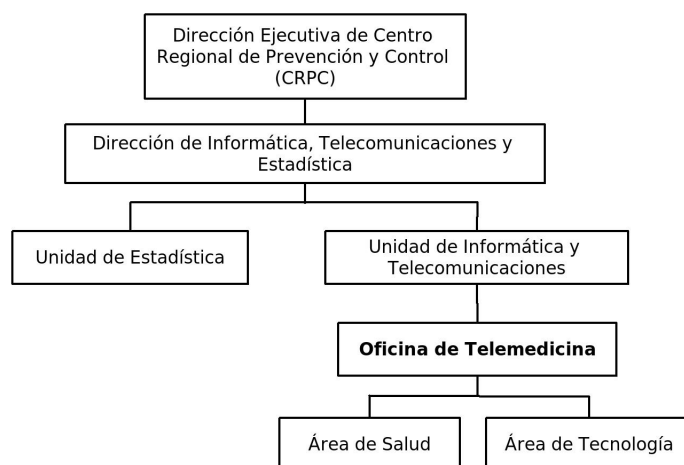


Figura 6.4: Estructura Orgánica de la Dirección de Informática, Telecomunicaciones y Estadística.

Funciones y competencias Se definen las siguientes funciones específicas de la Oficina de Telemedicina:

1. Apoyo al diagnóstico remoto para los establecimientos de salud rurales, según los medios de TIC de que disponga cada establecimiento.

6 Plan Institucional y Financiero

2. Liderazgo y coordinación de un Comité Regional de Telemedicina que contribuya a fijar la agenda de telemedicina en la región y se reúna bisemanalmente.
3. Estudio, diseño y seguimiento de la línea de base y las necesidades de telemedicina en la región Loreto
4. Coordinación de todas las investigaciones relacionadas con la factibilidad de los servicios de telemedicina.
5. Evaluación y validación de iniciativas y proyectos de desarrollo de aplicaciones telemedicina
6. Estudio y seguimiento del impacto de las soluciones de telemedicina desarrolladas en Hospital Regional y establecimientos de salud rurales en la salud de las personas y en los procesos administrativos.
7. Supervisión del grado de uso de los sistemas de telemedicina por el personal de salud rural.
8. Supervisión de las herramientas TIC disponibles en cada uno de los 350 establecimientos de salud en la región.
9. Coordinación y planificación de ciclos formativos en materia de telemedicina para el personal de salud rural y en hospitales. Ampliación del plan de formación de personal de salud incluyendo manejo de los sistemas de telemedicina.
10. Operación de los servicios de telemedicina funcionando en los sistemas y redes de comunicaciones rurales (WiFi y VHF)
11. Coordinación de actividades con el equipo de mantenimiento de los sistemas y redes TIC rurales (WiFi y VHF)
12. Supervisión del plan operativo de mantenimiento de los sistemas y redes TIC rurales (WiFi y VHF) a nivel cliente.
13. Coordinación de investigaciones y desarrollos de sistemas de información y aplicaciones de telediagnóstico remoto.
14. Desarrollo propio y coordinación de otras entidades en el desarrollo de nuevas aplicaciones software y hardware de telemedicina que puedan ser implantadas en los establecimientos rurales.

Recursos Humanos Para el cumplimiento de estas funciones se han desarrollado dos áreas: Salud y Tecnologías, que abarcarían algunas de las competencias. Entre la 1 y la 7 serían competencia del área de Salud y de la 8 a la 14 serían competencia del área de Tecnología. Ambos responsables colaborarían de manera más estrecha en las competencias 5, 6 y 10, donde el conocimiento y gestión de ambas partes facilitará las tareas concretas.

6 Plan Institucional y Financiero

A continuación se exponen los perfiles propuestos para los responsables de estas dos áreas:

- Área de Salud, cuyo responsable será un profesional de la salud (preferentemente médico) con formación y experiencia en gestión de servicios de salud y/o epidemiología, habilidades informáticas, conocimiento del ámbito de salud rural y conocimientos elementales de Telemedicina
- Área de Tecnologías, cuyo responsable será un Ingeniero de Telecomunicaciones, Sistemas o Electrónico con sólidos conocimientos de redes, sistemas de telecomunicaciones inalámbricos, sistemas de información y sistemas de suministro de energía, con experiencia en el diseño, instalación y mantenimiento de redes inalámbricas para zonas rurales implementadas con las diversas tecnologías disponibles. Deberá estar familiarizado con el uso de software libre y de sistemas operativos abiertos (Linux) y con la configuración de servidores de correo electrónico y gestión de redes. Desde el punto de vista de la gestión organizativa, debe tener la capacidad para optimizar el uso de recursos; realizar la eficiente planificación de actividades y aplicar adecuadamente herramientas y estrategias de control y mejora de los procesos involucrados. De preferencia debería tener experiencia de trabajo en entidades públicas de la región y haber tenido personal a su cargo, y conocimiento del ámbito de salud rural

Uno de los objetivos fundamentales del trabajo de este profesional de perfil técnico es el de asegurar, desde el punto de vista técnico, la sostenibilidad de las redes de telemedicina rural que se han implementado y se implementarán en la Región Loreto, ya sea en el marco del Programa EHAS o de otras iniciativas privadas o estatales. Además, si bien el puesto se orienta, por un lado, ala supervisión de las actividades operativas que deban realizarse y por otro lado el seguimiento económico de esta gestión, con el fin de prever la disposición de los recursos (humanos, logísticos, económicos, etc.) que vayan a ser necesarios para el cumplimiento del objetivo indicado, es necesario también que asuma la gestión del mantenimiento de estas redes (competencias 10 y 11 definidas anteriormente) de manera conjunta con el equipo de mantenimiento de la Oficina de Telecomunicaciones del GOREL.

Adicionalmente, los recursos humanos y materiales de Radiofonía y Central telefónica de la DIRESA, pasarán a formar parte de los recursos de la propia Oficina de Telemedicina.

Recursos materiales La DIRESA adjudicará un espacio específico y seguro para la ubicación de la Oficina de Telemedicina, el personal y los recursos materiales asociados.

El personal de la Oficina de Telemedicina deberá disponer al menos de un equipo de cómputo y un teléfono, conectados de la manera más directa posible a los sistemas de telecomunicación remotos y al Hospital Regional.

Responsabilidades La Oficina de Telemedicina deberá asegurar el cumplimiento de las condiciones siguientes para un buen funcionamiento de los sistemas de telemedicina en los establecimientos rurales y también en Iquitos:

6 Plan Institucional y Financiero

1. Disponer de la tecnología informática y de telecomunicaciones necesarias para recibir y prestar servicios de telediagnóstico.
2. Garantizar la ética médica establecida en los procedimientos a efectuar.
3. Contar con un plan de seguridad informática que garantice la confidencialidad de la información de los pacientes.
4. Certificar y registrar al personal médico que estará autorizado a solicitar y emitir un criterio sobre un determinado caso.
5. Certificar y registrar el área de un hospital específico que se constituirá en centro para brindar servicios de telediagnóstico.
6. El servicio debe ser totalmente auditable por las autoridades competentes para verificar el cumplimiento de los requisitos planteados, por tanto el proceso debe organizarse para garantizar esto.

La Oficina de Telemedicina deberá promover la regulación de responsabilidades médicas en los diferentes ámbitos.

Sobre el paciente: La responsabilidad final del caso consultado estará en manos del especialista consultante y del médico que brinda la atención directa al paciente, los que tomarán las medidas terapéuticas que ellos consideren.

Sobre aspectos éticos: El intercambio de criterios diagnósticos debe ser realizado en el marco estricto de la ética médica, con pleno acuerdo de las partes y nunca de forma unilateral. De igual forma deben manejarse los casos susceptibles de publicaciones científicas.

Sobre la seguridad informática: Debe contemplarse en el plan de seguridad de forma explícita el estricto control informático de todos los resultados consultados y remitidos tanto por el centro de referencia, como por el centro consultante.

Sobre el registro de la información: Debe garantizarse el almacenamiento riguroso de la información emitida, por un período no menor de 5 años, de forma tal que cualquier diagnóstico pueda ser revisado o verificado si fuese necesario.

6.5. A Futuro

El cambio institucional propuesto en este Plan Institucional y Financiero sienta las bases para la operación y mantenimiento de infraestructuras de telecomunicaciones y de información en toda la región Loreto, no sólo aquellas implantadas por el Programa EHAS sino también otras iniciativas TIC existentes en la zona rural: cabinas telefónicas satelitales, telecentros, extensiones de cobertura celular, sistemas radio VHF y HF existentes en los establecimientos de salud, etc. Esto coincide con el interés del GOREL en proporcionar telecomunicaciones en las zonas rurales aisladas de la región, también con beneficio en otros sectores sociales, como la Educación o el Control Ambiental.

6 *Plan Institucional y Financiero*

La formalización legal de las intervenciones del Programa EHAS abre las puertas de una relación diferente de cara a futuros proyectos en la región. Esta relación se deberá concretar en un **Convenio de Colaboración** con una participación mucho más activa de las partes, que contribuya a mejorar la sostenibilidad de las intervenciones desde un comienzo. Esto se verá reflejado en los proyectos ya formulados para los próximos años, como son el proyecto de ampliación de servicios de Telemedicina en la red Napo y los proyectos de desarrollo de infraestructuras TIC para la Salud en los ríos Tigre, Corrientes y Putumayo.

7 Plan Operativo del Mantenimiento

Este Plan Operativo de Mantenimiento está dirigido a los responsables técnicos del mantenimiento de las redes, que coordinan los recursos humanos, técnicos y financieros necesarios, desde las instituciones responsables, en este caso, la Oficina de Telecomunicaciones del Gobierno Regional de Loreto (GOREL) y la Oficina de Telemedicina de la Dirección Regional de Salud (DIRESA). Este documento deberá acompañarse del “Manual de mantenimiento de redes WiFi” [EHA07a], el “Manual de uso de los sistemas de gestión de redes WiFi” y “Manual de administración de los sistemas de gestión de redes WiFi”. Otras fuentes de lectura recomendada y que han sido utilizadas en la elaboración de este documento han sido citadas en la bibliografía.

7.1. Introducción

7.1.1. Situación actual del mantenimiento

Surana et al. [Sur08a] aportan una serie de causas específicas que dificultan el mantenimiento en zonas rurales, tales como el limitado conocimiento en redes inalámbricas por parte del personal local, fallos provocados por la precariedad del suministro eléctricos, elevada dispersión de los nodos inalámbricos que hace que se intente evitar visitar las instalaciones remotas consumiendo tiempo y presupuesto, y el hecho de que solucionar problemas en estas redes no es trivial incluso para expertos o usuarios experimentados: el árbol de decisiones para la solución de problemas no es obvio, y por tanto, se complica la elaboración de guías de actuación para los usuarios rurales.

Desde un punto de vista ingenieril, no sólo es importante la elección de una tecnología apropiada, que se tendrá en cuenta en la fase de diseño de los proyectos, sino también la operatividad y el mantenimiento de las redes. La red Napo, implementada por la Fundación EHAS para las microrredes de salud de la cuenca del río Napo en Perú, lleva en funcionamiento desde el segundo trimestre de 2007. La red Napo consta de una red troncal de 17 nodos con tecnología WiLD-EDCA que conecta establecimientos de salud rurales a lo largo de casi 500 km con el Hospital Regional de Iquitos. En cada uno de los establecimientos se han instalado estaciones de cómputo y terminales de telefonía con VoIP, añadiendo a los servicios de datos, voz y acceso a internet, otros servicios de telepresencia y telediagnóstico con el objetivo de mejorar la atención primaria en salud ofrecida en estos establecimientos.

Desde que la red Napo está operativa, los ingenieros de la Fundación han sido los responsables y únicos competentes en la operación y el mantenimiento de la red, cuyo presupuesto ha sido negociado también por la Fundación en diversas ocasiones. Pese a la falta de información estadística fiable, se conoce que los niveles de disponibilidad de la red han sido bajos, habiendo

puntos de la red con interrupción de servicios durante periodos de incluso meses. Lo grave del asunto es que la causa de la desconexión de varios puntos de la red, en ocasiones se ha debido a fallos como la inutilización de un inversor tras una tormenta eléctrica, y su resolución podría haberse realizado en pocos días y sin la intervención de expertos en el tema.

7.1.2. Disponibilidad

La disponibilidad de los sistemas informáticos y de comunicaciones se entiende como el porcentaje del tiempo que éstos funcionan normalmente. Aunque cualquier usuario desearía que los sistemas tuvieran siempre una disponibilidad del 100 %, esto no ocurre nunca, ya que los equipos, por buenos que sean se malogran, y por muy bien establecido que esté el sistema de reparación, dicha reparación lleva un tiempo. Asegurar una disponibilidad excesivamente alta significa la instalación de sistemas redundantes que encarece mucho la infraestructura y los costes del mantenimiento. Es muy importante que se fijen cifras de disponibilidad por servicio razonables (para telefonía, para acceso a Internet, para servicios de telemedicina, etc.). En el caso de la red del Napo hay que tener en cuenta que las distancias son extremas en algunos casos, y algunas reparaciones, si requieren la presencia de personal externo, pueden demorar varios días. A modo de ejemplo decir que si un establecimiento de salud sufre una avería del sistema de telefonía cada tres meses y tarda una semana en ser reparada, la disponibilidad de dicho servicio sería del 92,8 %, más que razonable si en los establecimientos hay radios HF de respaldo para casos urgentes. La disponibilidad de cada servicio ha de ser definida teniendo en cuenta el entorno, las necesidades reales de los usuarios y la repercusión objetiva de la avería en las actividades de los mismos.

Situación actual de la disponibilidad

Existe información incompleta relativa a la disponibilidad de la red PAMAFRO/AMA desde su puesta en marcha en el año 2007. De entrevistas realizadas a los usuarios y técnicos de la red, así como a personal de la Fundación EHAS, podemos resumir que desde marzo de 2009 los niveles de disponibilidad de la red han sido elevados, salvo en los siguientes casos:

1. Los problemas de conectividad que se han presentado en la red troncal se han debido a los daños causados por la caída de rayos. Estos daños se han producido en los repetidores de Negro Urco, Rumi Tuní, Santa Clotilde, Mazán y Cabo Pantoja. Su resolución consistía en reponer el regulador y las llaves termomagnéticas por otras nuevas, tareas para las cuales estaban capacitados los técnicos de mantenimiento locales. Los tiempos de recuperación sin embargo han sido elevados (entre dos semanas y tres meses) debido fundamentalmente a la falta de asignación de recursos de transporte para el mantenimiento, que permitiera acceder a las reparaciones en un tiempo razonable.
2. Los problemas de disponibilidad de equipos en estaciones cliente, se han debido fundamentalmente a la sobrecarga de baterías que bloquea temporalmente los inversores y la inutilización del acceso al S.O. Windows en los PC cliente, instalado adicionalmente al S.O. Linux proporcionado por el proyecto, debido a ataques de virus y malware. Otros

7 Plan Operativo del Mantenimiento

problemas de energía vienen dados por un uso y mantenimiento inadecuados del sistema de energía, fundamentalmente en lo que se refiere a baterías [Beb09a]. En el caso de PS San Rafael, el personal conecta otro tipo de equipos audiovisuales directamente a las baterías del sistema de telemedicina, lo cual reduce el periodo de uso de la computadora y el tiempo de vida de las baterías. En el caso de PS Cabo Pantoja, se ha observado que el personal de salud utiliza la computadora durante periodos que exceden los recomendados, sometiendo a las baterías a ciclos de descarga profunda que han provocado la inutilización de dichas baterías. Adicionalmente, en dicho puesto de salud se mantienen las baterías reponiendo agua de lluvia en lugar de agua destilada debido a que no obtienen suministro a tiempo. Las impresoras tienen también índices de operatividad bajos y generalmente no tienen recambios de tinta.

Todos los problemas que se han presentado en la red desde marzo de 2009 han sido reparados en campo por los técnicos locales de mantenimiento, capacitados para ello durante los proyectos PAMAFRO, AMA y UPM, y también gracias a intervenciones remotas en materia de configuración o chequeo software remoto por parte de los ingenieros de la Fundación EHAS. Para diciembre de 2009, una vez superados los problemas de conectividad, la Figura 7.1 muestra un resumen de disponibilidad. Se puede observar cómo la disponibilidad de la red de telemedicina está aún por mejorar.

ITEM	DEPENDENCIA	DISTRITO	ACCESO A INTERNET	CONECTIVIDAD	ENERGÍA	COMPUTADORA	IMPRESORA	TELEFONA
1	Radiofonía DIRESA	Punchana	Directo	Operativo	Operativo	Operativo	Operativo	Operativo
2	Emergencia HRL	Punchana	Sí	Operativo	Operativo	Operativo	N/A	Operativo
3	Vicariato	Punchana	Sí	Operativo	Operativo	Operativo	Operativo	Operativo
4	C.S. Mazán	Mazán	Sí	Operativo	Operativo	Operativo	Operativo	Operativo
5	P.S. Huamán Urco	Mazán	Sí	Operativo	Operativo	Operativo	Operativo	Operativo
6	P. S. Tuta Pishco	Napo	Sí	Operativo	Operativo	Operativo	Operativo	Operativo
7	P. S. Negro Urco	Napo	Sí	Operativo	Operativo	Operativo	Operativo	Operativo
8	P. S. Tacsha Curaray	Napo	Sí	Operativo	Operativo	Deficiente	Operativo	Operativo
9	C. S. Santa Clotilde	Napo	Sí	Operativo	Operativo	Operativo	Operativo	Operativo
10	Botiquín Copal Urco	Napo	Sí	Operativo	Operativo	N/A	N/A	Operativo
11	P. S. San Rafael	Napo	Sí	Operativo	Deficiente	Operativo	Deficiente	Operativo
12	P.S. Rumi Tuni	Napo	Sí	Operativo	Operativo	Operativo	Operativo	Operativo
13	P. S. Campo Serio	Torres Causana	Sí	Operativo	Operativo	Operativo	Operativo	Operativo
14	P. S. Angoteros	Torres Causana	Sí	Operativo	Operativo	Operativo	Deficiente	Deficiente
15	Colegio Túpac Amaru	Torres Causana	Sí	Operativo	Operativo	N/A	N/A	Operativo
16	P. S. Tempestad	Torres Causana	Sí	Operativo	Operativo	Operativo	Deficiente	Operativo
17	P. S. Torres Causana	Torres Causana	Sí	Operativo	Operativo	Operativo	Operativo	Operativo
18	P. S. Cabo Pantoja	Torres Causana	Sí	Operativo	Deficiente	Operativo	Deficiente	Operativo

Figura 7.1: Resumen de disponibilidad de las TIC en Napo en diciembre de 2009 [Beb09a].

Objetivos de disponibilidad

Por tanto, para llevar a cabo una eficiente gestión de la disponibilidad es preciso:

- *Conocer las actividades clave de los usuarios.* En el caso de la red Napo para Salud, las comunicaciones de voz han agilizado las coordinaciones administrativas y han posibilitado las inter-consultas, la referencia y contrarreferencia de pacientes, y la coordinación de

7 Plan Operativo del Mantenimiento

emergencias. Aún así, en todos los establecimientos existen radios VHF/HF, previas a la instalación de la red WiLD, con los que es posible tener comunicación de voz en caso de fallos en el sistema de telefonía IP. Las comunicaciones de datos son utilizadas para proporcionar acceso a correo electrónico e Internet, y aplicaciones de telemedicina en tiempo real.

- *Cuantificar los intervalos razonables de interrupción de los diferentes servicios dependiendo de sus respectivos impactos.* Se considera que una interrupción de **una semana** (7 días naturales) es aceptable, considerando el tiempo de detección del fallo hasta su reparación.
- *Determinar las franjas horarias de disponibilidad de los servicios TIC.* Para el caso de una red de salud como es la red Napo, es precisa una disponibilidad de 24/7, es decir, 24 horas al día 7 días a la semana. Esto es debido a que la actividad en salud es ininterrumpida, pues las unidades de emergencia siempre están activas y ésta es precisamente una de sus actividades críticas.
- *Establecer protocolos de mantenimiento y revisión de los servicios TIC.* Éste es precisamente el objetivo de este plan operativo de mantenimiento.

Siguiendo esta lógica, se ha determinado que los objetivos mínimos de disponibilidad que debe cumplir la red WiFi en Napo son los siguientes:

Conectividad WiFi y Telefonía	Servicios de datos y Telemedicina
90 %	80 %

Técnicas de análisis de la disponibilidad

La disponibilidad, en porcentaje, de sistemas TIC se calcula teniendo en cuenta los tiempos promedio entre fallos (MTBF, del inglés Mean Time Between Failure) y los tiempos de recuperación (MTTR, Mean Time To Recovery). Éstos últimos comprenden los tiempos de detección y respuesta frente a fallos y los tiempos de reparación. La Figura 7.2 ilustra el diagrama de tiempos relacionados con la disponibilidad de los sistemas. Estos parámetros se relacionan mediante la expresión:

$$Disponibilidad(\%) = \frac{MTBF}{MTBF+MTTR} 100$$

Por tanto, es preciso reunir información estadística sobre estas variables, durante la operación de las redes de comunicaciones y los servicios asociados. Esta información formará el núcleo del Conocimiento Histórico de la Red, y podrá ser obtenida mediante informes específicos, en base a estadísticos proporcionados por la Gestión de Red y la Gestión de Incidencias (desglosados en las Secciones 7.1.3, 7.2.1 y 7.2.2).

7 Plan Operativo del Mantenimiento

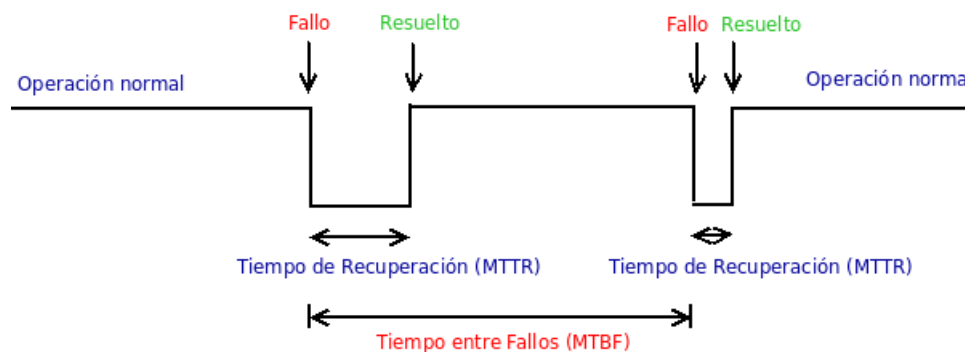


Figura 7.2: Diagrama de análisis de la disponibilidad en sistemas TIC.

7.1.3. Definición de un plan operativo de mantenimiento

El objetivo primordial de un plan de mantenimiento es que la red de comunicaciones y los sistemas informáticos asociados, así como las aplicaciones diagnósticas y de sistematización de la información, estén operativas con una disponibilidad adecuada durante unos períodos de tiempo establecidos [Mon90]. Para ello, definimos un Conocimiento Histórico de la Red y los sistemas como principio y fin de este plan de mantenimiento, es decir, el plan no puede llevarse a cabo sin este Conocimiento Histórico y permanentemente actualizado, y las labores que en él se desarrollen deberán contribuir en todo caso a construir dicho Conocimiento Histórico del Estado de la Red. En el caso concreto de redes de comunicaciones rurales, algunos autores [Sur08a] coinciden en que este punto es difícil de lograr, pero muy importante para ayudar a anticiparse a los fallos y diagnosticarlos adecuadamente.

La Figura 7.3 presenta un diagrama del Plan Operativo de Mantenimiento que refleja las entradas y salidas de cada bloque de actividades y la manera en que realimentan el conocimiento histórico de la red. La apuesta principal de este Plan Operativo de Mantenimiento es que sea posible realizar un mantenimiento predictivo, preventivo y correctivo de los sistemas a través de un equipo de profesionales distribuido en varios niveles de responsabilidad.

La elaboración de un Plan Operativo de Mantenimiento es una labor compleja, con multitud de parámetros y flujos que se entrelazan. En esta sección se describen los procesos mencionados anteriormente, desde un enfoque centrado en el Conocimiento Histórico de la Red como base de cualquier actividad de mantenimiento. Sin embargo, es preciso tener en cuenta la interrelación de estos procesos con los pilares de la organización del trabajo:

- Gestión de recursos humanos
 - Rotaciones de personal
 - Planes de formación
- Logística
 - Compras de equipamiento

7 Plan Operativo del Mantenimiento

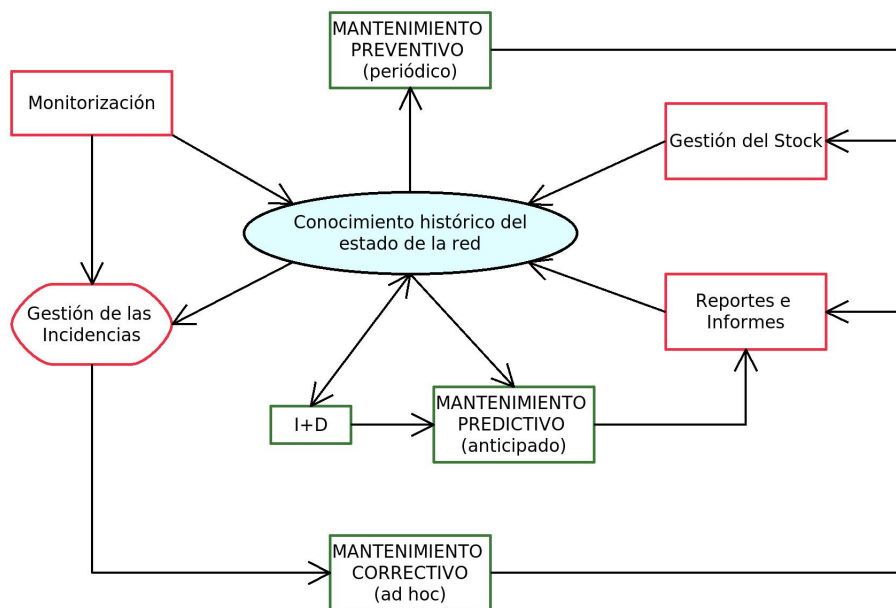


Figura 7.3: Diagrama de procesos del Plan Operativo de Mantenimiento.

- Almacenamiento de material
- Transporte de personal y de equipamiento
- Presupuesto

Estas consideraciones serán explicadas en detalle en el capítulo 7.3.

7.1.4. El equipo de mantenimiento

La mayor complejidad de este Plan Operativo de Mantenimiento es organizativa: es preciso que exista un equipo de mantenimiento conformado por profesionales capacitados para realizar las tareas necesarias. Las acciones de mantenimiento pueden comprender la reparación, sustitución y modificación de los elementos de la instalación. Para algunas de estas acciones será necesario intervenir de forma presencial, mientras que otras tareas será posible realizarlas de forma remota. Se proponen cuatro niveles de menor a mayor conocimiento técnico y experiencia, y de mayor a menor cercanía geográfica a la red:

N1 Constituido por técnicos de mantenimiento con formación no profesional en este ámbito. Deberá haber al menos un técnico por cada uno de los centros de salud (Mazán, Santa Clotilde y Cabo Pantoja) y oficinas de DIRESA en Iquitos. La coordinación de los técnicos N1 se realizará desde la Dirección Regional de Salud en Iquitos. Éstos serán los responsables de realizar sustituciones de equipos cuando sea necesario y de participar en las expediciones de mantenimiento preventivo y correctivo, **en su área de influencia** (ver Figura 7.4).

7 Plan Operativo del Mantenimiento

- N2** Constituido por al menos un ingeniero de telecomunicaciones o electrónico, con formación específica en los sistemas EHAS (sistema eléctrico, comunicaciones, sistemas informáticos, de voz y de telemedicina). Es el máximo responsable de la operación y el mantenimiento de la red, y entre sus tareas estarán garantizar la disponibilidad acordada, y coordinar el trabajo de los técnicos locales N1. Tendrá su centro de operaciones y control en la Oficina de Telemedicina de la DIRESA.
- N3** Constituido por el equipo de Ingeniería de la Fundación EHAS, que proporcionará asesoría técnica a N2 durante la implantación del Plan Operativo de Mantenimiento y los primeros meses de su ejecución.
- N4** Constituido por el equipo de I+D de la Fundación EHAS, que se encargará de realizar un seguimiento de la red y de la vigilancia tecnológica e investigación necesarias para mejorar las funcionalidades de la instalación.

A éstos, cabe añadir un nivel N0, constituido por los usuarios de los sistemas, que deberán utilizar adecuadamente los mismos, reportar a N1 aquellas incidencias que les acontezcan y realizar una supervisión básica del estado de las instalaciones de sus respectivos establecimientos.

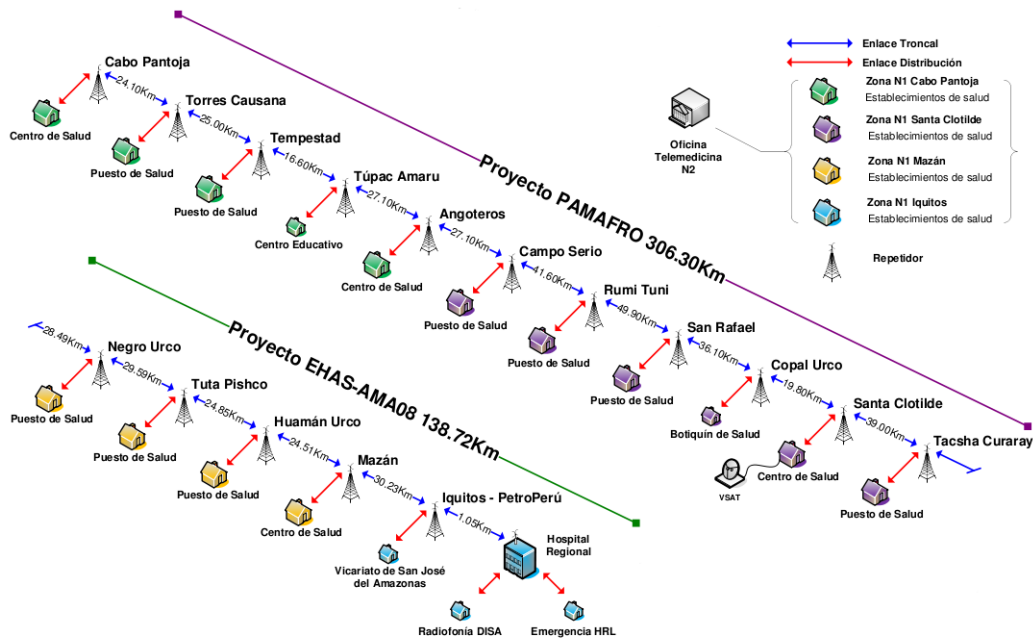


Figura 7.4: Esquema de áreas de influencia para N1.

La siguiente tabla muestra un resumen de las características relevantes de los distintos niveles:

7 Plan Operativo del Mantenimiento

Nivel	N1	N2	N3	N4
Experiencia tecnológica	*	**	****	***
Conocimiento científico-tecnológico	*	**	***	****
Accesibilidad (cercanía) a la red	****	***	**	*
Responsabilidad del mantenimiento	***	****	**	*

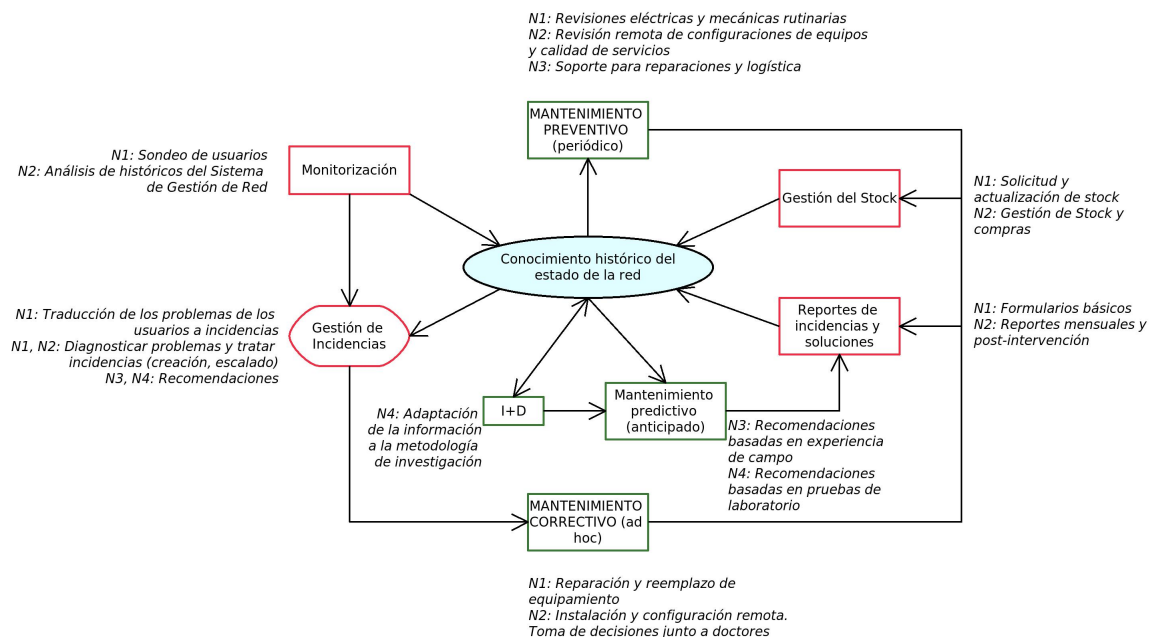


Figura 7.5: Diagrama de procesos y recursos humanos.

Según estas características, cada nivel realizará unas tareas concretas dentro de los bloques mencionados, tal y como se muestra en la Figura 7.5. Estas tareas, que se describen en la sección 7.2, deberán posteriormente desglosarse por niveles y ubicarse en un diagrama de tiempos con el objetivo de planificar la carga de trabajo de los recursos humanos destinados a mantenimiento.

7.2. Ejes operativos del plan

7.2.1. Detección de fallos: Monitorización

La monitorización es la base de la entrada de información al Conocimiento Histórico de la Red. Como su nombre indica, la monitorización se basa en la observación de diversos parámetros que caracterizan el funcionamiento de la red y los sistemas instalados. Algunos de estos parámetros se podrán deducir a raíz de conversar con los usuarios finales, pero es conveniente disponer también de fuentes de información objetivas.

Existen procedimientos sistematizados de recogida de información de dispositivos informáticos y de comunicaciones. Éstos se integran en herramientas conocidas como *Sistemas de Gestión de Red* (SGR), que realizan consultas programadas a los dispositivos sobre su estado (encendido o apagado) o sobre valores concretos como el consumo de memoria o el uso de disco duro. Además almacenan históricos de estas consultas y permiten su graficación y monitorización en tiempo real. En general, es deseable que cumplan las características siguientes [Cur08]: estar basados en software libre de código abierto, contar con una comunidad de soporte activa y regular así como foros y listas de correo, bases de datos centralizadas y abiertas, interfaz de línea de comandos (CLI) e interfaz gráfica de usuario (GUI, por sus siglas en inglés), escalabilidad para redes extensas y amplia documentación, y que además de monitorizar puedan tener otras funcionalidades como la actualización de software y configuraciones de los dispositivos, gestión de usuarios, etc. Existen algunas plataformas SGR de software libre como Centreon-Nagios, Zabbix, OpenNMS o Zenoss.

La monitorización de la red y los sistemas EHAS mediante un SGR es una labor a desempeñar fundamentalmente por N2 y, de forma esporádica, por N1. N2 podrá solicitar a N3 y N4 que accedan al Sistema de Gestión de red para ayudar a resolver algún problema.

Implementación de un Sistema de Gestión de Red

Tras un estudio de los distintos sistemas de monitorización de red de código abierto disponibles se ha elegido la combinación Centreon-Nagios [cen09, Gal08]. ¿Por qué? Centreon es un configurador web que opera a su vez sobre Nagios. Y Nagios es una herramienta muy consolidada por su madurez y estabilidad, con una gran comunidad de desarrollo y soporte y un elevado número de *plugins* que extienden sus funcionalidades. Sin embargo, Nagios presenta el inconveniente principal de tener una configuración que no resulta sencilla, ya que se realiza operando directamente sobre los ficheros de configuración y por línea de comandos. Centreon se encarga precisamente de corregir este inconveniente, ya que permite configurar vía Web cualquier aspecto de Nagios. Nagios, por su parte, es más bien una herramienta de gestión de sistemas, ya que permite consultar tanto la disponibilidad de los *dispositivos* de red como los *servicios* que corren en ellos. Tal vez la única característica que Centreon-Nagios no cumple de las características deseables citadas anteriormente es que carece de autodescubrimiento de la red, cuya topología se configura manualmente. Esto favorece la escalabilidad a redes extensas,

pero no supone un problema en la red de Napo. La Figura 7.6 muestra la página de inicio del frontend de Centreon instalado para la red Napo, con información esquemática en tiempo real del estado de dispositivos y servicios.

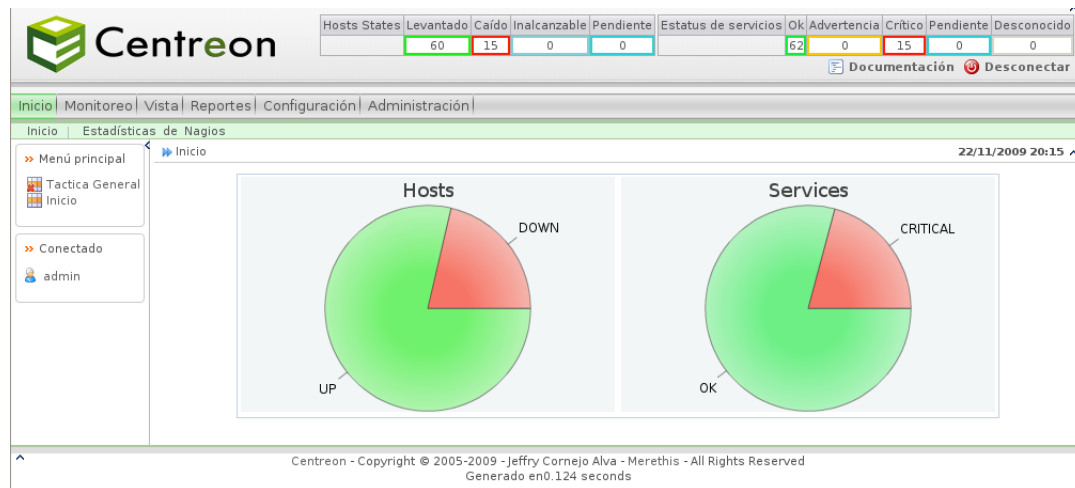


Figura 7.6: Frontend de Centreon para la red Napo con información en tiempo real de dispositivos y servicios.

Centreon es un configurador gráfico de Nagios, por lo tanto es necesario que este último esté ejecutándose. Cada vez que modifiquemos cualquier parámetro a través de Centreon debemos acudir a la página de configuración y exportar todos los cambios a Nagios. A su vez toda la información generada por los propios procesos de monitorización de Nagios es almacenada en una base de datos MYSQL gracias a la utilización de NDOUtils. El propio Centreon leerá de esta base de datos para presentar la información de monitorización y graficación en su interfaz Web.

La monitorización en Nagios está formada por gran número de *plugins*, que son paquetes de software adicionales que extienden las funcionalidades de Nagios. Algunos de ellos son de desarrollo oficial, otros provenientes de las contribuciones de comunidades y otros puede implementarlos uno mismo. Uno de los plugins estándar es por ejemplo *check_snmp*, utilizado para obtener una variable MIB SNMP de un dispositivo (ver Sección 7.2.1).

¿Qué queremos monitorizar?

La manera más sencilla de monitorizar un dispositivo de red, de saber si está encendido y conectado, es realizar una llamada *ping*. Sin embargo, esto proporciona muy poca información sobre el estado real del sistema. Para ello existe SNMP [IETF90], *Simple Network Management Protocol*, un protocolo de comunicaciones no orientado a conexión (sobre UDP) para enviar mensajes entre los administradores y los agentes gestionados. Los administradores preguntan a los agentes en cada dispositivo sobre el estado de unas variables definidas en la MIB.

Una *Base de Información de Administración* (MIB) es una colección de información organizada jerárquicamente, cuyos objetos e instancias son accedidas utilizando SNMP. La MIB-II, definida en [IET91], contiene información de sistema y de red (interfaces, IP, TCP, UDP, etc.). Muchos fabricantes amplían la MIB-II incluyendo información específica de sus sistemas. Siguiendo esta línea, se ha ampliado la MIB-II para incluir objetos concernientes a las tarjetas WiFi Ubiquiti controladas por los drivers Madwifi en lo que se ha denominado MIB-WiFi-EHAS [Pas09] y que monitorizan los valores de los parámetros WiFi de largas distancias como son Slottime, ACK Timeout y CTS Timeout, y los valores de retorno del comando Linux *iwconfig*, como es el nivel de señal recibido. Existen otras MIB como MIB Host Resources, definida en [WG00], que monitoriza los datos específicos de equipos utilizados por “humanos” (no específicamente de comunicaciones), como son sistemas UNIX y PCs, y también información de periféricos (hardware), capacidad de almacenamiento, programas instalados y ejecutándose (procesos), memoria...

Además de las MIB, Nagios permite monitorizar parámetros del sistema como uso de memoria, disco, CPU, etc. en dispositivos remotos con S.O. Unix/Linux o Windows, mediante la instalación de los agentes NRPE y el plugin *check_nrpe* [Gal07]. También existen plugins para servicios como web, ftp, mail y... ¡Asterisk! De modo que, dado que el servicio de telefonía IP implementado en la red del Napo está basado en Asterisk, es posible monitorizar las extensiones SIP o IAX registradas, llamadas simultáneas, líneas disponibles, etc. Esta información es útil no sólo para detectar posibles fallos en el sistema y contribuir a su diagnóstico, sino también para ser capaces de tener datos reales de uso de la red y los diferentes servicios ofrecidos a los usuarios.

La red del Napo, cuyo diagrama se mostró en la Figura 2.5, está formada por un gran número de dispositivos que podemos monitorizar:

- 28 enrutadores WiLD basados en placas WRAP o ALIX con S.O. Linux Voyage-GTR
- 3 enrutadores WiLD basados en Mikrotik 433
- 2 enrutadores de acceso a Internet (satelitales Hughes, DSL)
- 19 enrutadores AP Linksys y Grandstream
- 17 PC con S.O. Windows o Linux Ubuntu
- 20 Adaptadores telefónicos ATA Linksys
- 16 Impresoras USB (gestionables a través de las PCs)

La monitorización básica consistirá en monitorizar el encendido (mediante *ping*) de todos los equipos conectados en red: enrutadores WiLD, enrutadores de acceso a Internet, enrutadores Linksys, Adaptadores Telefónicos y computadoras.

Adicionalmente, con el objetivo de facilitar el seguimiento de funcionalidades y la resolución de problemas persistentes a largo plazo, se monitorizarán los siguientes parámetros:

Nivel de señal recibido en enrutadores WiLD

Consumo de CPU en enrutadores WiLD y PCs

Llenado de memoria CF en enrutadores WiLD

Tiempo de encendido en enrutadores WiLD

Nivel de voltaje a la entrada en enrutadores WiLD

Tráfico cursado en los enrutadores WiLD

Parámetros de Asterisk como por ejemplo las llamadas cursadas, en enrutadores WiLD con asterisk

Estado de impresora en PCs

Acceso al Sistema de Gestión de Red

En el Sistema de Gestión de Red se definen unos usuarios que tienen acceso al interfaz web, también llamado *frontend*, y usuarios que recibirán notificaciones por correo electrónico cuando se detecten fallos en los distintos dispositivos o servicios. La Figura 7.7 muestra la página de acceso a Centreon instalado para Napo. Como se ha comentado anteriormente, tendrá acceso al SGR todo el equipo de mantenimiento. Con el objetivo de simplificar el acceso, se habilitarán tres grupos de usuarios de acceso al interfaz web:

Invitado Podrán acceder todos los usuarios finales de los sistemas EHAS instalados en Napo, así como cualquier tercera persona interesada en conocer el funcionamiento y disponibilidad de esta red: autoridades sanitarias, desarrolladores externos, socios internacionales, etc. Poseerán una vista básica de monitorización: información en tiempo real y mapa de red.

Mantenimiento Acceso dedicado para el equipo de mantenimiento en niveles N1 a N4, con información avanzada de monitorización: información en tiempo real y mapa de red, gráficas, estadísticas e históricos, y configuraciones.

Administrador Acceso restringido con capacidad para configurar, crear usuarios, crear grupos, añadir dispositivos, etc. Este acceso lo utilizará N2 en casos excepcionales en que sea necesario realizar tales cambios.

Adicionalmente, se crearán otros usuarios sin acceso al interfaz web, pero con direcciones de contacto para canalizar todas las notificaciones directamente al Sistema de Gestión de Incidencias (ver Sección 7.2.2). Se ha creado un usuario de contacto por cada una de las clases (o colas) definidas en el Sistema de Gestión de Incidencias.

En el interfaz web del Sistema de Gestión de Red es posible acceder a información en tiempo real sobre el estado de los dispositivos de la red, y además, se permite ver el mapa de la red, gráficas generadas con las estadísticas recogidas, y elaborar reportes en base a la información almacenada en la base de datos.



Figura 7.7: Página de acceso a Centreon

Mapa de estado Para evitar alarmas innecesarias, es importante establecer un mapa de red, que indique al Sistema de Gestión de Red cuál es la topología, es decir, la relación entre los dispositivos gestionados al comunicarse con el servidor donde está instalado el SGR. Se establecen relaciones de dependencia padre-hijo, de manera que si un dispositivo deja de funcionar, todos sus hijos se marcarán como inalcanzables y no generarán múltiples alarmas asociadas a un solo caso. Esto es especialmente relevante en una red lineal como es la red de Napo. La Figura 7.8 muestra el mapa de esta red representado en Centreon.

Estadísticas, gráficas y reportes Los históricos de estado de los dispositivos y servicios en Centreon-Nagios pueden ser exportados en formato de hoja de cálculo, para un postprocesado más fino. De manera directa, N2 puede también obtener gráficas sencillas que se consulten de manera rutinaria. La Figura 7.9 muestra la graficación de un *ping* durante un intervalo escogido por el usuario. En la Figura 7.10 puede verse un reporte de disponibilidad del grupo de dispositivos Mikrotik durante el periodo seleccionado.

Planificación del trabajo de monitorización

- N1 deberá sondear **semanalmente** la percepción de los usuarios sobre el funcionamiento de los sistemas. Bastará con un breve formulario telefónico a los usuarios de sus respectivas zonas. Si de esta información, N1 detecta alguna anomalía abrirá un *caso* en el Sistema de Gestión de Incidencias 7.2.2. La duración de esta actividad será de unos 10 minutos por punto, en total, una hora aproximadamente.
- Tanto N1 como N2 deberán revisar las estadísticas de monitorización del SGR **semanalmente**, con el fin de comprobar si, aunque no se hayan disparado alarmas, el funcionamiento de los sistemas se ha visto interrumpido fuera de las horas de trabajo o durante intervalos lo suficientemente pequeños como para no haber sido notificados como fallos. La duración de esta actividad será de aproximadamente 2 horas. N2 realizará una hora diaria adicional.

En general, dado que el Sistema de Gestión de Red automatizará sus alarmas para notificar al Sistema de Gestión de Incidencias, será este quien notifique por correo electrónico a N1 ó N2 cualquier anomalía presentada durante la monitorización.

7 Plan Operativo del Mantenimiento

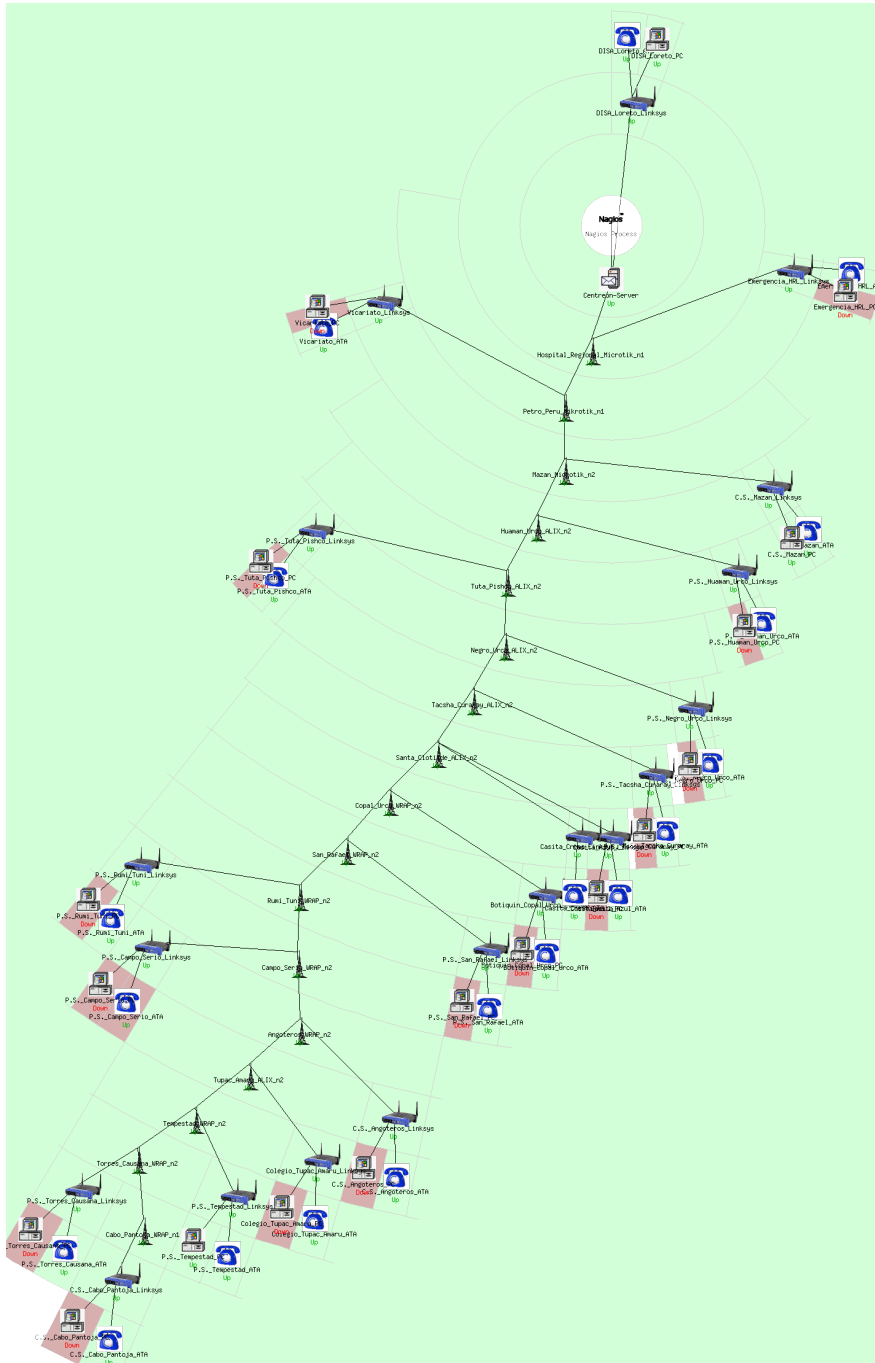


Figura 7.8: Mapa de estado de la red en tiempo real representado en Centreon.

7 Plan Operativo del Mantenimiento

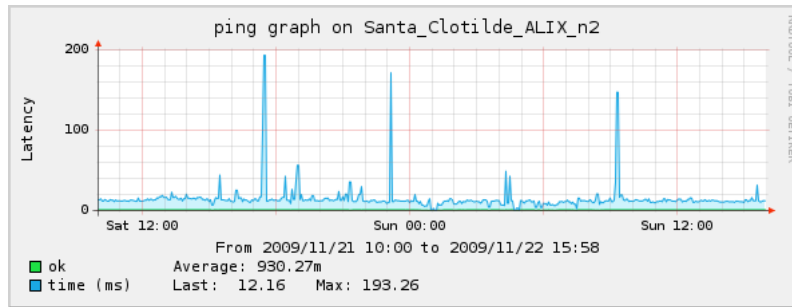


Figura 7.9: Graficación de un histórico de ping en Centreon.

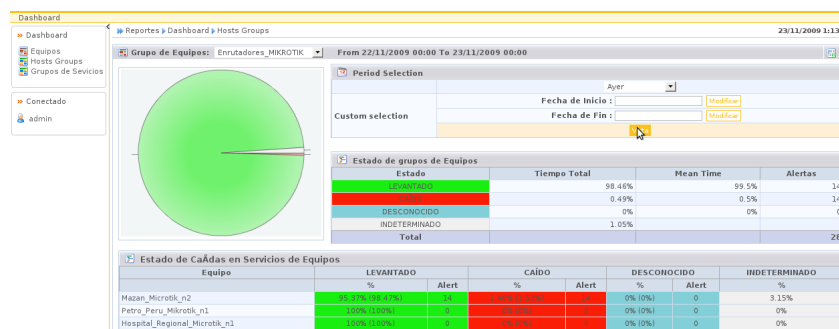


Figura 7.10: Reporte en Centreon del grupo de dispositivos Mikrotik.

¿Cómo integrar la monitorización sistemática con lo que nos cuentan los usuarios?

Por su parte, ya que N1 está en permanente contacto con los usuarios de los sistemas, puede realizar además una monitorización personalizada de la red mediante el sondeo de usuarios y la observación directa de dispositivos y usuarios. De este modo, además de recopilar información sobre el estado de la red, será capaz de hacer un seguimiento del uso de los sistemas por parte de los usuarios. Recordemos que un uso inadecuado de los sistemas informáticos y de comunicaciones puede provocar fallos a medio y largo plazo, dificultando y encareciendo el mantenimiento de los mismos.

Como se pudo observar en la Figura 7.3, el bloque de Monitorización no tiene ninguna entrada, ya que es una actividad periódica que deberá realizarse de manera permanente y continuada, permitiendo obtener estadísticas de la evolución temporal de los sistemas. Desemboca sin embargo en dos líneas:

- contribuir directamente a actualizar el conocimiento histórico del estado de la red, y
- generar incidencias detectadas mediante esta observación (alarmas del SGR) y el sondeo de los usuarios.

7.2.2. Diagnóstico de fallos y gestión de las incidencias

Comenzaremos por definir el término *incidencia* como “un evento que no es parte de la operación normal de los servicios y que causa, o podría causar la interrupción o reducción de la calidad de los servicios proporcionados”. El objetivo de la Gestión de Incidencias, según IT Library [iti09], es restablecer la operación normal lo antes posible y con el menor impacto para el usuario. Una incidencia puede ser, por ejemplo, la caída un enlace. Ésta puede haber sido detectada por N1 en un sondeo a usuarios, en el que recibe noticia de que un puesto no tiene comunicación telefónica con el puesto siguiente de la red. A su vez, esta incidencia bien puede haber sido detectada por N1-N2 desde la plataforma de monitorización del Sistema de Gestión de Red. Existen también sistemas automatizados de la gestión de incidencias (SGI), como por ejemplo la herramienta Request Tracker, RT [Vin05], cuyo uso en estos casos es muy recomendable, ya que constituye en sí mismo un registro de todas las actividades de mantenimiento, permite la coordinación del trabajo de mantenimiento y el escalado de tareas, y constituye una base de conocimiento sobre problemas, procedimientos y soluciones.

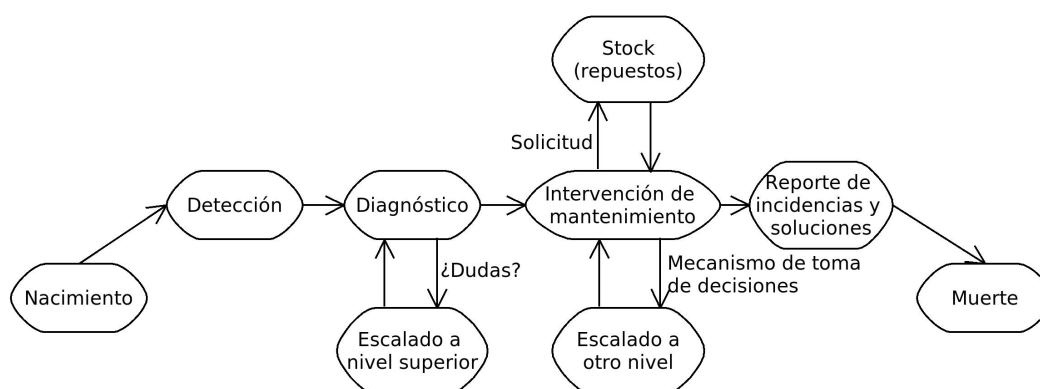


Figura 7.11: Ciclo de vida de una incidencia.

Resulta obvio pensar que no todas las incidencias necesitan ser gestionadas por todos los miembros del equipo de mantenimiento, sino que es necesaria una división y democratización de la carga de trabajo asociada a cada uno de los niveles, de manera que sea más efectiva cualquier intervención que tenga en cuenta la cercanía de las partes a la red. Por ejemplo, si un usuario reporta a N1 un fallo en el sistema eléctrico fotovoltaico, N1 deberá diagnosticar el fallo detectado y solucionarlo, sin necesidad de trasladar la incidencia a N2. Si N1 no fuera capaz de solventar el problema, entonces la incidencia escalaría a N2, y así sucesivamente. En la Figura 7.11 se muestra el ciclo de vida de una incidencia.

Árbol de diagnóstico y resolución de fallos para una red WiFi

Con el objetivo de facilitar las labores de diagnóstico de la causa real de los fallos, se han elaborado una serie de árboles de diagnóstico que indican las comprobaciones rutinarias que se

deberán realizar para descubrir la causa real que originó el problema.

El análisis de un árbol de diagnóstico de fallos es importante para establecer protocolos de actuación tras la detección de fallos, y también para estudiar cómo se propagan los fallos a través de la infraestructura TIC y para comprender su impacto en la disponibilidad [iti09]. Teniendo en cuenta las experiencias de los usuarios y técnicos, y las recomendaciones recogidas en los diversos manuales e informes de actuación existentes [EHA07a, Beb07, Leo08, PAM08], se han elaborado diversos árboles de ayuda al diagnóstico de fallos. Los fallos se clasifican en 7 categorías fácilmente reconocibles a partir de los síntomas identificados por los usuarios y los técnicos: comunicación WiFi, energía, telefonía, computadora, internet, telemedicina e infraestructura. A continuación se detallan cada uno de ellos.

Telefonía Los problemas más comunes registrados en el sistema de comunicación de voz basado en VoIP (a través de Asterisk), se resumen en los cuatro casos siguientes:

CASO 1: Al descolgar el teléfono hay silencio (Figura 7.12)

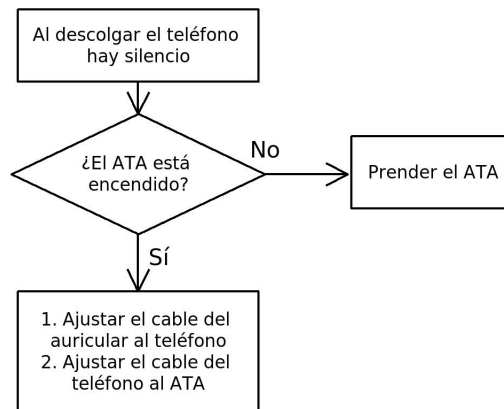


Figura 7.12: Diagnóstico de fallos en telefonía. Caso 1.

1

CASO 2: Al descolgar el teléfono da ocupado (Figura 7.13)

CASO 3: Al marcar un número de la red siempre da ocupado (Figura 7.14)

CASO 4: Al hablar por teléfono la voz se oye siempre entrecortada (Figura 7.15)

Computadora Los problemas más comunes registrados en el sistema de cómputo, se resumen en los casos siguientes:

CASO 5: El monitor no funciona (ver Figura 7.16)

CASO 6: El teclado o el mouse no funcionan (ver Figura 7.17)

7 Plan Operativo del Mantenimiento

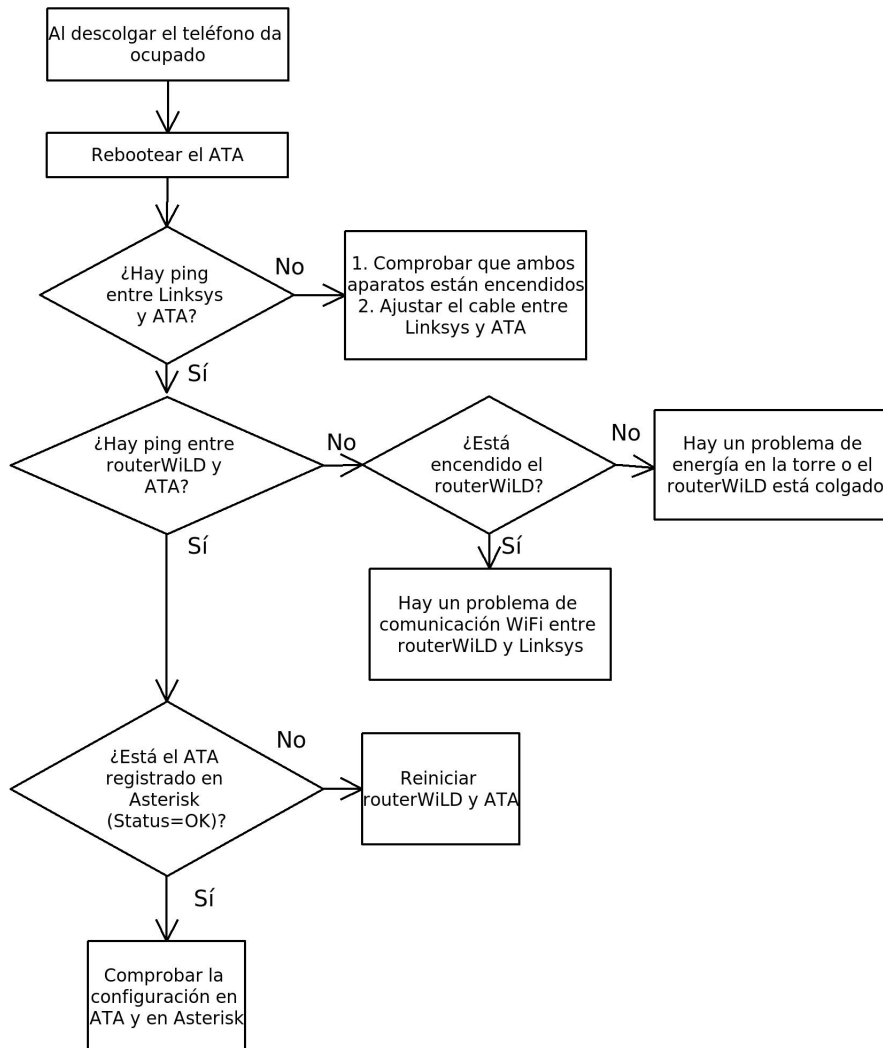


Figura 7.13: Diagnóstico de fallos en telefonía. Caso 2.

CASO 7: La computadora no enciende (ver Figura 7.18)

CASO 8: La computadora enciende pero da problemas (ver Figura 7.19)

CASO 9: La impresora no enciende (ver Figura 7.20)

CASO 10: La impresora enciende pero da problemas (ver Figura 7.21)

Comunicación WiFi Los problemas más comunes en comunicación WiFi tienen que ver con fluctuaciones del nivel de señal recibido, normalmente ocasionado por factores climatológicos, desalineamiento de antenas, colapso de CF en enrutadores WiLD, etc.

7 Plan Operativo del Mantenimiento

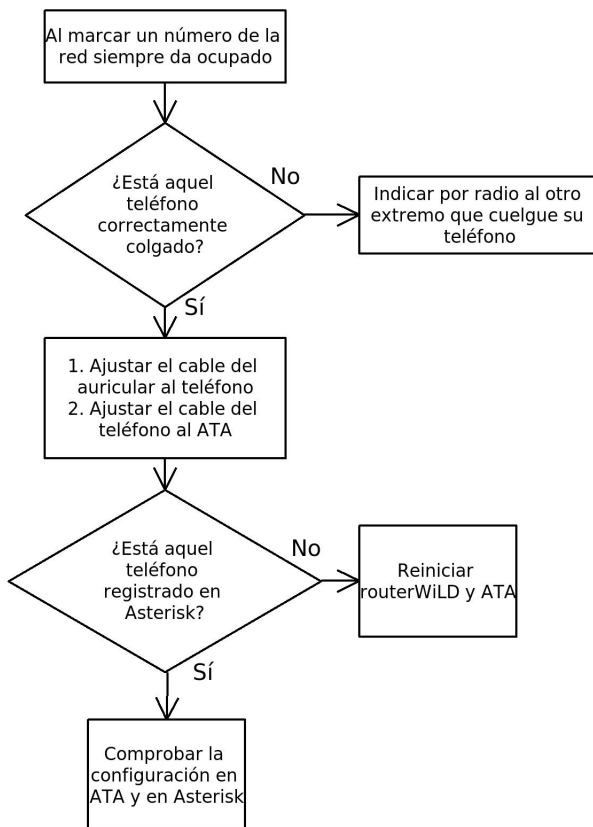


Figura 7.14: Diagnóstico de fallos en telefonía. Caso 3.

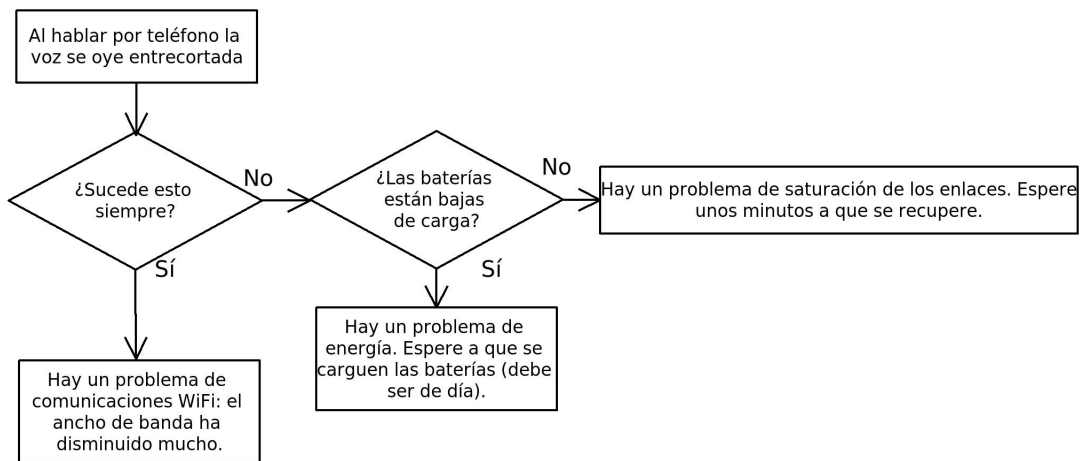


Figura 7.15: Diagnóstico de fallos en telefonía. Caso 4.

CASO 11: Se ha perdido conectividad con un cliente. Se comprueba el enlace de distribución

7 Plan Operativo del Mantenimiento

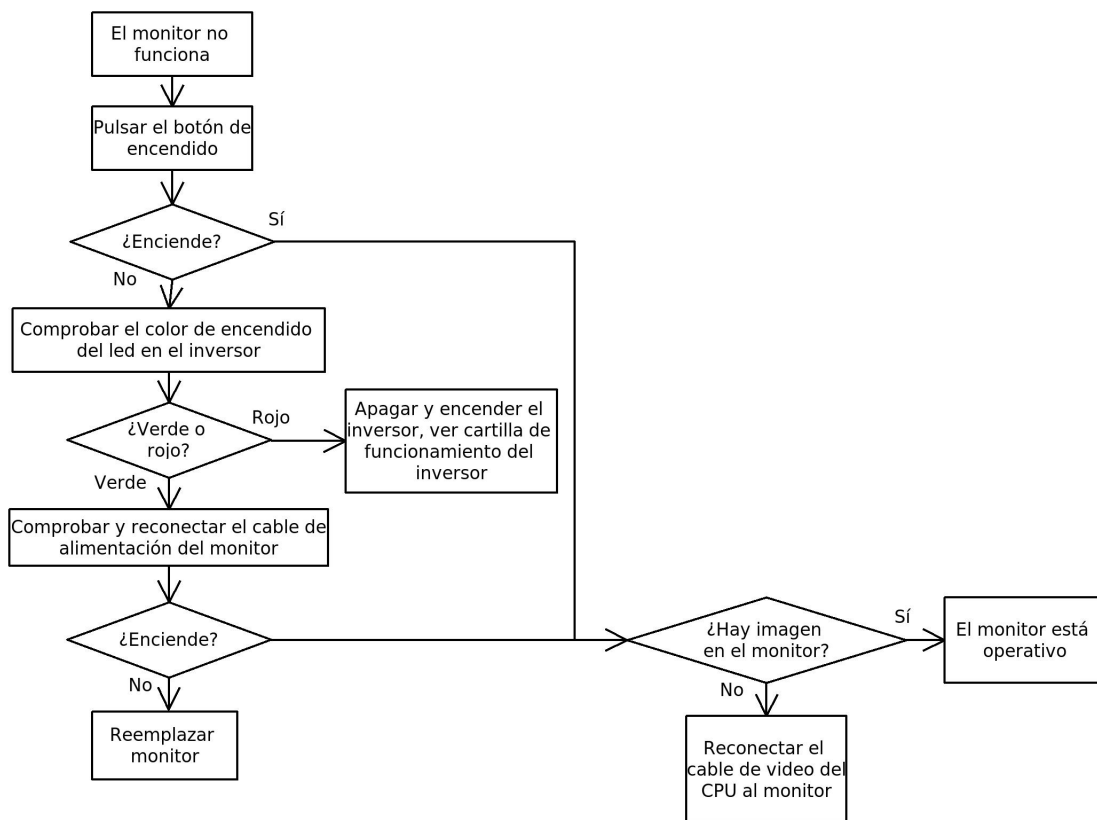


Figura 7.16: Diagnóstico de fallos en cómputo. Caso 5.

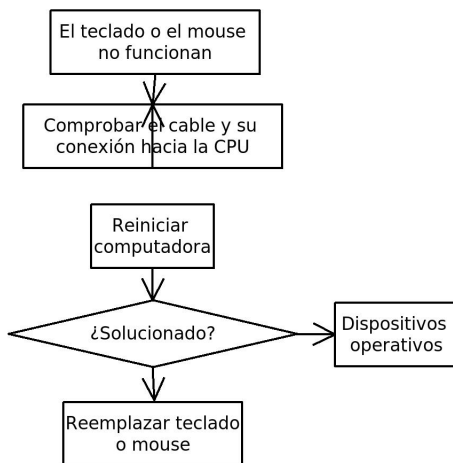


Figura 7.17: Diagnóstico de fallos en cómputo. Caso 6.

(ver Figura 7.22.

7 Plan Operativo del Mantenimiento

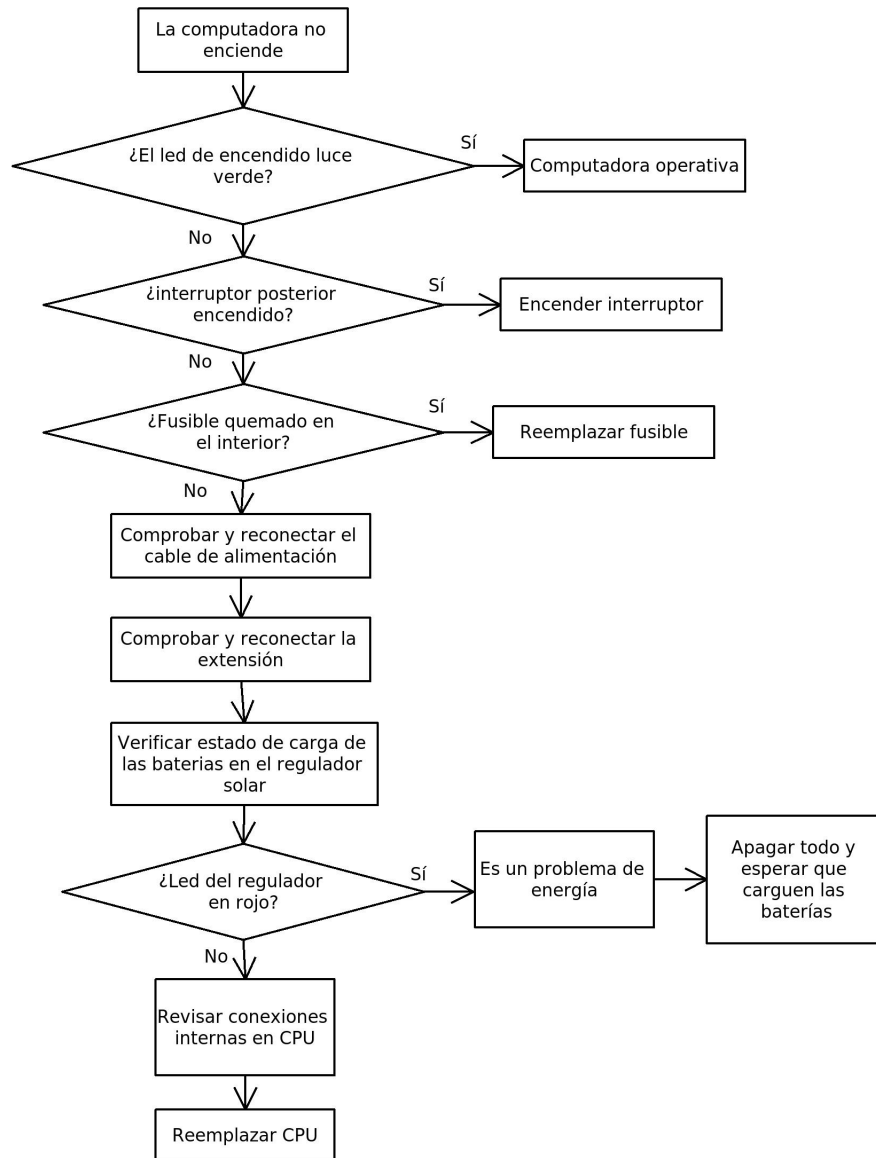


Figura 7.18: Diagnóstico de fallos en cómputo. Caso 7.

CASO 12: El nivel de señal ha empeorado en un enlace troncal (ver Figura 7.23).

CASO 13: Se ha perdido conectividad en un enlace troncal (ver Figura 7.24).

Energía Los problemas más comunes están relacionados con el bloqueo de inversores, reguladores y llaves termomagnéticas quemados por la caída de rayos, alta resistividad de pozos PAT, etc.

CASO 14: Hay problemas de energía en todos los equipos. Se comprueba el estado del regula-

7 Plan Operativo del Mantenimiento

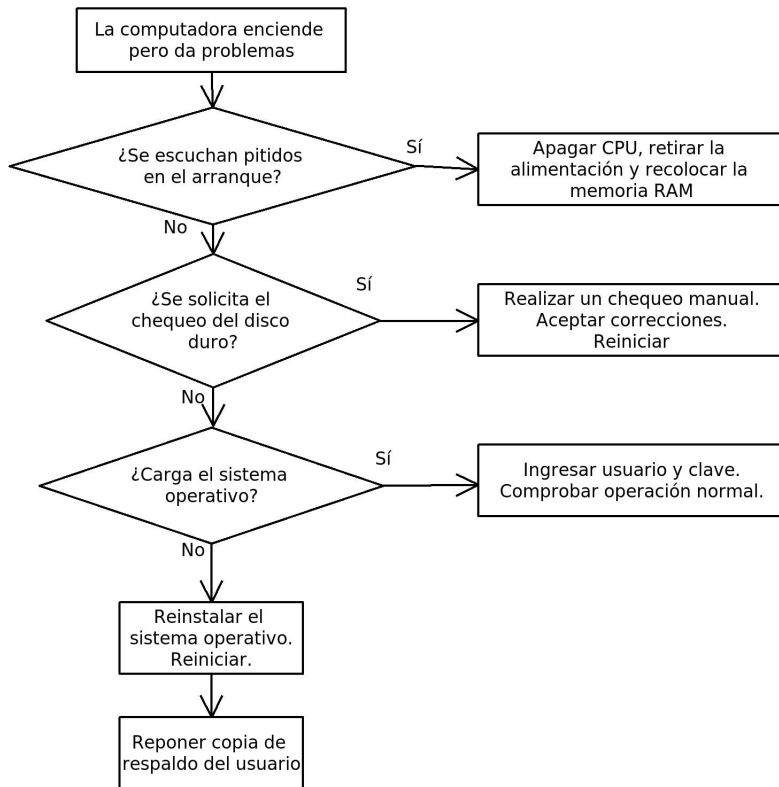


Figura 7.19: Diagnóstico de fallos en cómputo. Caso 8.

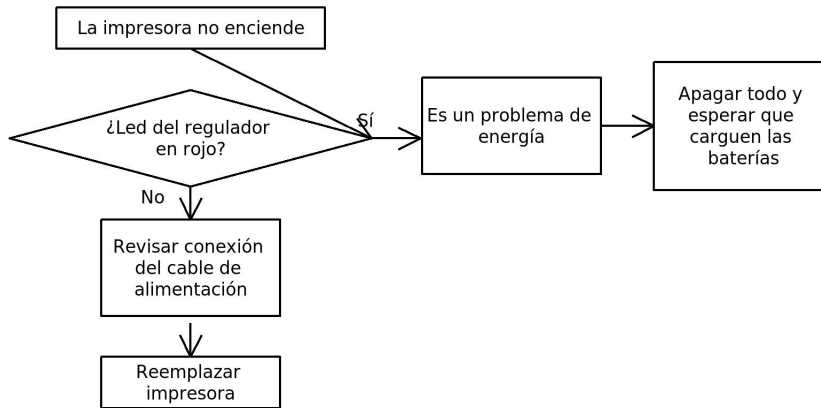


Figura 7.20: Diagnóstico de fallos en cómputo. Caso 9.

dor solar (ver Figura 7.25).

CASO 15: Hay problemas con el inversor (ver Figura 7.26).

7 Plan Operativo del Mantenimiento

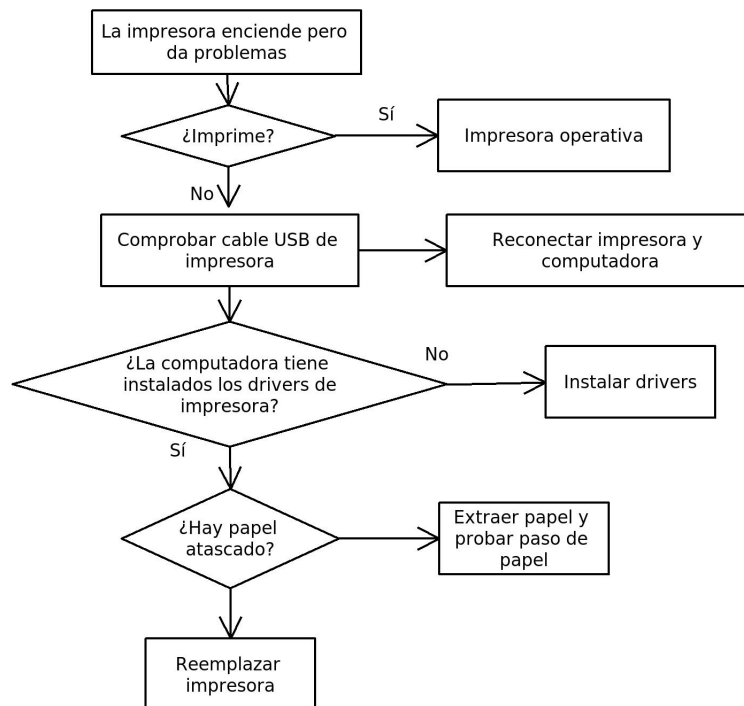


Figura 7.21: Diagnóstico de fallos en cómputo. Caso 10.

Infraestructura Problemas comunes son vientos y mástiles dañados por la caída de rayos, vientos no tensados, falta de pintura en torres, etc. En estos casos, el efecto indica directamente el componente que debe ser reparado o repuesto.

Internet Los problemas más comunes serán que haya caídas en el acceso a internet, o los usuarios tengan problemas con la configuración de su correo electrónico, su navegador web y otras aplicaciones. Para estas últimas incidencias será necesario acceder remotamente al equipo usuario o solicitar el envío de su CPU al centro de mantenimiento más cercano.

Telemedicina Las aplicaciones de Telemedicina están por desarrollarse, pero típicamente tendrán que ver con telepresencia (webcam y cliente ekiga) y con estetoscopia digital (estetoscopio digital y cliente ekiga).

Implementación de un Sistema de Gestión de Indicencias

Un Sistema de Gestión de Incidencias, SGI, es un paquete de software que administra y mantiene información sobre las diferentes incidencias que se detectan en una red. Las incidencias se reflejan mediante *casos*, que son archivos del sistema de seguimiento que contienen información acerca de las intervenciones hechas por el personal de mantenimiento. Típicamente un *caso* tiene un número único de referencia (ID), también conocido como número de caso, que permite al

7 Plan Operativo del Mantenimiento

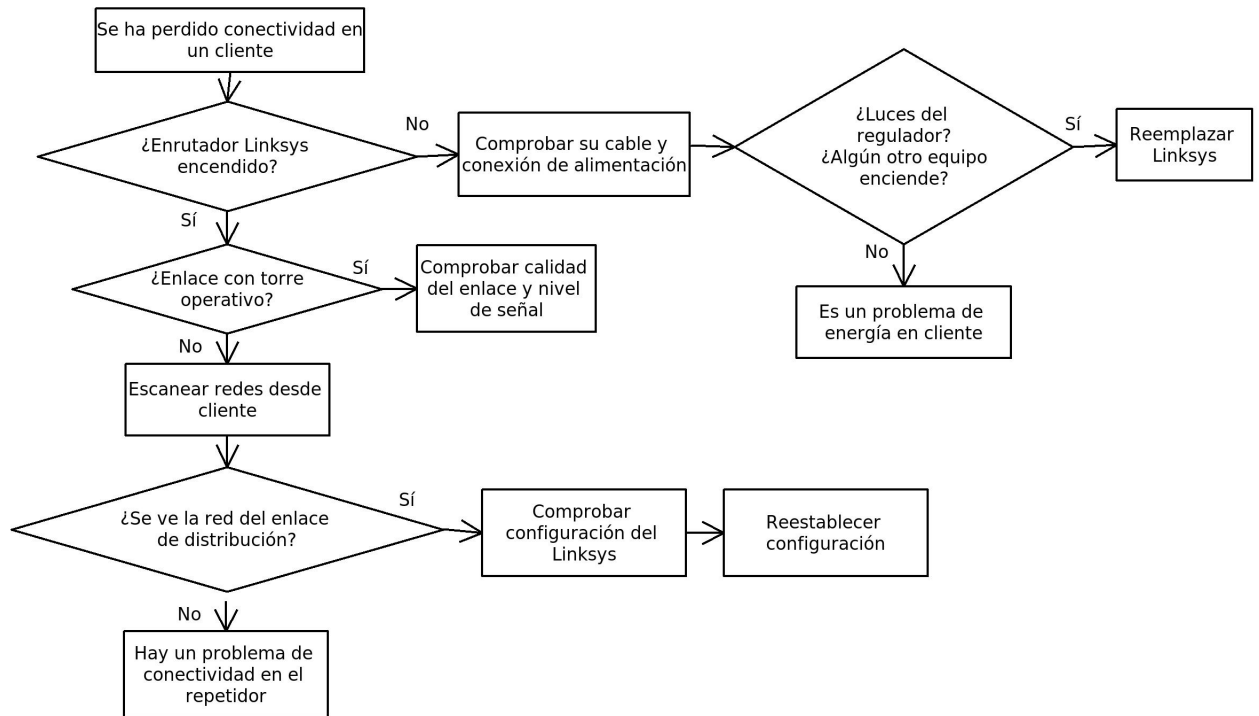


Figura 7.22: Diagnóstico de fallos en comunicaciones WiFi. Caso 11.

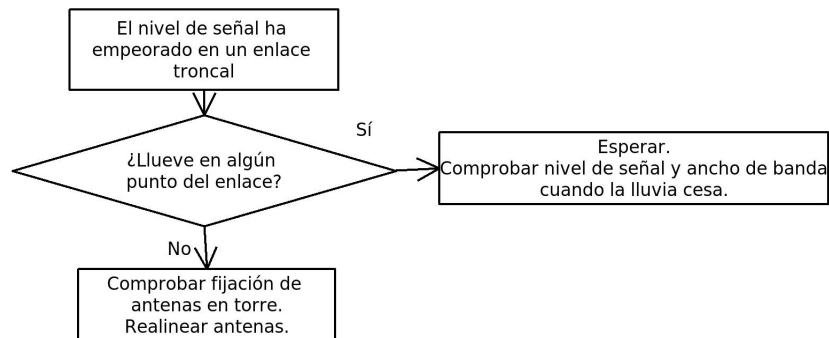


Figura 7.23: Diagnóstico de fallos en comunicaciones WiFi. Caso 12.

personal localizar, añadir o comunicar el estado de una incidencia.

Para esta función se ha elegido Request Tracker, RT, que es un software *open source* implementado en Perl, con un servidor de acceso web, que genera avisos sobre el estado de los *casos* por correo electrónico. Dispone de las siguientes funcionalidades:

- Generación de *casos*, es decir, incidencias registradas. En el caso se registra la descripción de la incidencia, su prioridad, fecha de creación, cola a la que pertenece, estado, etc.

7 Plan Operativo del Mantenimiento

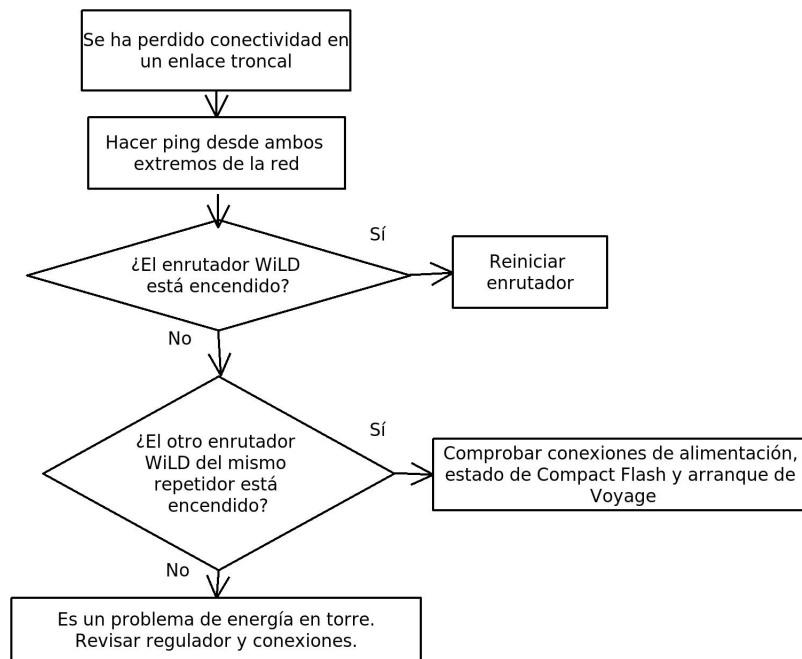


Figura 7.24: Diagnóstico de fallos en comunicaciones WiFi. Caso 13.

- Creación de colas. Una cola es un contenedor de casos que tienen en común una serie de características y establece por tanto el comportamiento por defecto de esos casos (prioridad, escalado de prioridad, dirección de respuesta, etc). Cada caso pertenece a una única cola. Es posible ampliar los campos (numérico, literal, conjunto de valores, etc.) aplicables a las colas del sistema.
- Definición de usuarios y grupos. Cada usuario, en este caso personal de mantenimiento, debe tener una cuenta creada en RT, donde un usuario administrador asigna privilegios. Cada usuario puede pertenecer, o no, a uno o más grupos.
- Motor de búsqueda de casos según atributos.
- Gráficas y estadísticas referentes a la resolución de incidencias según clasificación, personal y tiempos.
- Opcionalmente, incluye una herramienta de generación de preguntas frecuentes (FAQs) para introducir sugerencias o soluciones a problemas que se podrían resolver sin el uso de un SGI (ver 7.2.2).
- Adicionalmente, permite la ampliación y creación de módulos en lenguaje Perl para añadir funcionalidad a la herramienta.

7 Plan Operativo del Mantenimiento

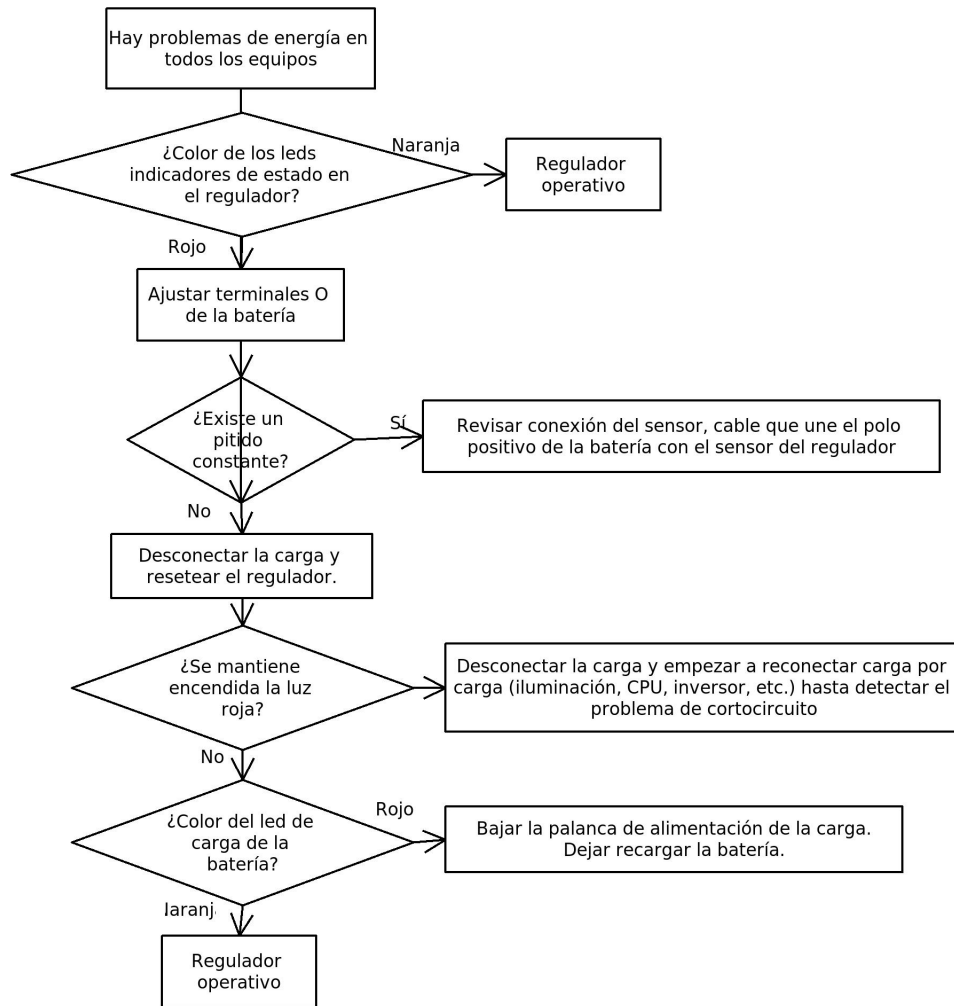


Figura 7.25: Diagnóstico de fallos de energía. Caso 14.

Casos: enlaces, clasificación y prioridad

Los casos son el elemento central de un Sistema de Gestión de Incidencias. En RT vienen definidos por un identificador numérico único y una descripción. Pueden tener asociados varios usuarios:

- Solicitante. Detecta la incidencia y crea el caso asociado. Generalmente los cambios en el estado del caso se notificarán al menos al solicitante, mediante correo electrónico.
- Observadores. Usuarios del SGI que serán notificados de cambios en el estado del caso.
- Propietario. Responsable de la resolución de la incidencia. En el ciclo de vida de una

7 Plan Operativo del Mantenimiento

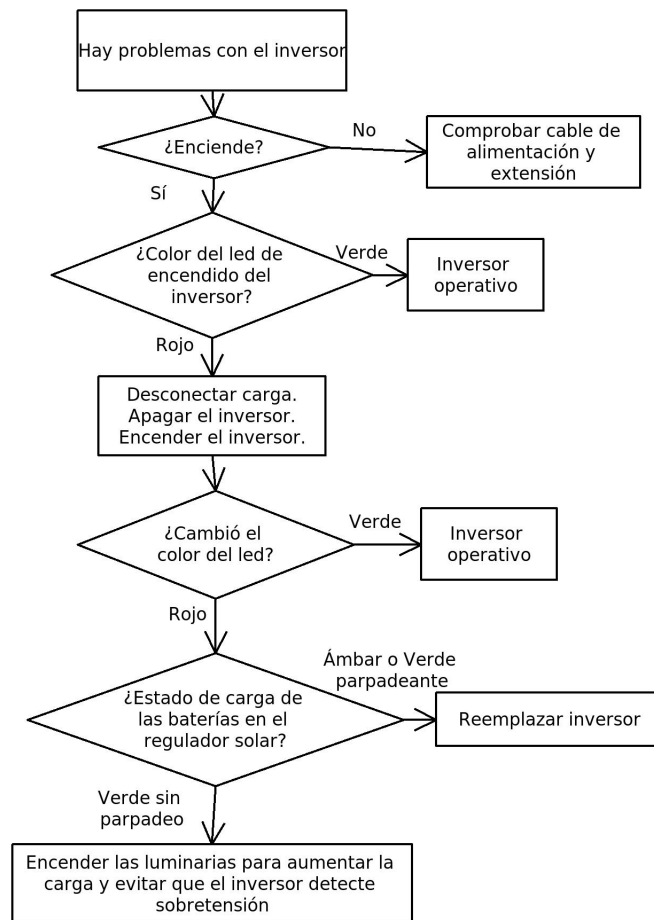


Figura 7.26: Diagnóstico de fallos de energía. Caso 15.

incidencia, ésta podrá tener diversos propietarios (es lo que hemos llamado escalado de incidencias) o no tener ninguno, si nadie está atendiendo la incidencia. Generalmente el propietario es quien modificará el estado de un caso a lo largo de su vida.

Un caso puede pasar por los siguientes estados:

- Nuevo. Es el valor por defecto asignado al estado del caso en el momento de su creación.
- Abierto. El propietario del caso deberá poner el caso en este estado cuando haya comenzado a diagnosticar la incidencia.
- Pendiente. Indica que el caso aún está a la espera de poder resolverse.
- Resuelto. El propietario pone el caso en este estado para anunciar que la incidencia ha sido resuelta. El solicitante recibirá automáticamente un email de notificación. Transcurrido un tiempo, que hemos establecido en una semana, el caso desaparecerá de la cola en la que está siendo almanceado aunque realmente no se borrará de ésta (se podrá acceder al caso

7 Plan Operativo del Mantenimiento

mediante una opción de búsqueda avanzada). La razón para esto es que el caso podría no estar verdaderamente resuelto (con lo cual habría que cambiarle el estado de nuevo) y para la generación de históricos y estadísticas.

- Rechazado. El propietario rechaza el caso.
- Borrado: El caso se borra de la cola. Sólo pueden borrar un caso los usuarios que tengan activado dicho permiso.

Los atributos más importantes de los casos son: cola, asunto, descripción, estado y prioridad. Aunque también es posible establecer prioridad final, tiempo estimado, fecha de creación, fecha de comienzo, fecha de último contacto, fecha esperada de fin.

Enlaces entre casos El alto grado de complejidad de sistemas como el instalado en Napo hace que en algunas incidencias varios usuarios pueden crear diferentes casos para la misma incidencia. Por esta razón, existen diferentes tipos de relaciones entre casos:

Fusión: al mezclar dos casos correspondientes a la misma incidencia obtenemos mayor información del problema real. Se mantendrán en la fusión las propiedades más restrictivas.

Relación de referencia: dos casos correspondientes a incidencias no relacionadas entre sí, pueden enlazarse para ayudar a resolver alguno de ellos.

Relación Padre/Hijo: en incidencias complejas, la resolución del caso padre depende de la resolución de los casos hijos.

Relación de dependencia: al igual que la anterior, ayuda a atacar por partes un problema complejo, aunque sin condición de que se resuelvan antes las tareas simples.

Es responsabilidad de N2 revisar los casos abiertos y relacionarlos como sea conveniente.

Clasificación El enfoque más utilizado es la clasificación de incidencias según su tipo, especificando un ámbito de problemas de características similares. Teniendo en cuenta las propiedades de los sistemas de comunicaciones del Napo, se consideran las siguientes clases (colas en RT), de mayor a menor prioridad:

COMUNICACIÓN WiFi: enrutadores WiLD, antenas, cables, enrutadores Linksys

ENERGÍA: baterías, reguladores, panel, cableado eléctrico, inversores

TELEFONÍA: teléfonos, ATA's y calidad del sonido

COMPUTADORA: CPU, monitor, teclado, ratón, impresora, software instalado

TELEMEDICINA: webcam, estetoscopio digital

INTERNET: acceso a internet, webmail, skype

INFRAESTRUCTURA: SPAT, torres y mástiles

STOCK: Podríamos añadir este tipo de incidencia para un etiquetado de las peticiones de envío y compra de repuestos.

Prioridad Conviene saber que además de asignar prioridades a las colas, se puede programar el escalado de prioridad de los casos para que se vaya actualizando automáticamente y de forma incremental a lo largo del tiempo. RT incluye una función para el escalado lineal que sigue la fórmula siguiente:

$$Prioridad = PrioridadFinal \frac{FechaActual - FechaCreacionTicket}{FechaFinal - FechaCreacionTicket}$$

La *PrioridadFinal* es el valor máximo que podrá tener un caso de una clase determinada y la *FechaFinal* es la fecha límite que hemos fijado para su resolución. Por ejemplo, una incidencia de la clase Comunicación-WiFi es bastante grave, de modo que podemos asignarle una prioridad inicial de 5 y una prioridad final de 9 (máxima), y además definir que este tipo de incidencias deben ser resueltas en el plazo de una semana. Entonces si han pasado 3 días desde la creación del caso correspondiente, la nueva prioridad que tiene este caso no es 5, sino 6,75. Obviamente, la incidencia es más grave cuanto más tiempo ha pasado desde que se produjo el fallo. Utilizaremos este escalado para ir aumentando la prioridad de los casos creados. La creación y el seguimiento de los casos deberá ayudarse del estudio del árbol de diagnóstico de fallos (ver Sección 7.2.2), y la evaluación de las capacidades resolutorias de los integrantes del equipo de mantenimiento, consideradas en el escalado de incidencias.

Acceso al Sistema de Gestión de Incidencias

La Figura 7.27 muestra la página de acceso al interfaz web de Request Tracker. El equipo de mantenimiento al completo tendrá acceso al Sistema de Gestión de Incidencias, aunque con diferentes privilegios y responsabilidades, que definiremos mediante la creación de *grupos de usuarios*. Opcionalmente, si se considera que puede ser de ayuda a la detección y diagnóstico de fallos, se puede añadir NO, integrando un número muy reducido de usuarios de los sistemas que tengan un nivel avanzado de conocimientos. De esta manera, naturalmente, cada nivel del mantenimiento es aquí un grupo, con unos permisos concretos. Una vez creados los grupos, es sencillo agregar nuevos usuarios.

Privilegios de acceso Sobre las colas creadas se definen los permisos de los diferentes usuarios en el sistema. Los más relevantes se muestran a continuación:

Ver Cola Permite ver el contenido de una cola.

Ver Casos Muestra todas las características de un Ticket creado con anterioridad. Para ello tiene que estar asignado el permiso de *VerCola* en la cola que almacena el caso.

Crear Casos: Da de alta un caso en una cola.

Modificar Casos: Permite modificar cualquier dato de un caso.

Borrar Casos Capacidad para borrar un caso de la cola.

Coger Casos Permite a un usuario (o a un grupo) que se le asigne la propiedad de los casos de la cola, esto es, capacidad para resolver las incidencias que representan.

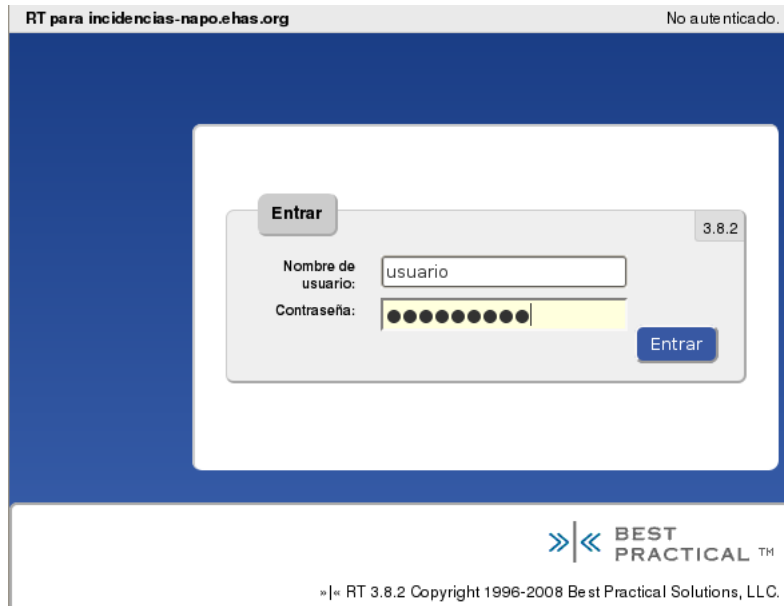


Figura 7.27: Página de acceso al SGI (Request Tracker).

Comentar Casos Permite a los usuarios enviar comentarios y mensajes sobre los casos que están en una cola.

Ver comentarios de casos Muestra los comentarios de los casos de una cola.

Administrar Colas Permite al usuario gestionar toda la información relevante a una cola y permisos de usuarios.

Usuarios y grupos Para simplificar, daremos a los usuarios los mismos permisos para todas las colas. Según hemos venido describiendo el equipo de mantenimiento, con 4 niveles de responsabilidad, los privilegios quedarían asignados de la siguiente forma:

Privilegios de acceso	N1	N2	N3	N4
Ver Cola	x	x	x	x
Ver Casos	x	x	x	x
Crear Casos	x	x		
Modificar Casos	x	x	x	
Borrar Casos		x		
Coger Casos	x	x	x	
Comentar Casos	x	x	x	x
Ver comentarios de Casos	x	x	x	x
Administrar Colas		x		

Adicionalmente, como todo software de gestión, Request Tracker incluye un superusuario o administrador, que tiene todos los permisos y es el encargado de: crear colas, crear grupos, crear

usuarios y asociarlos a grupos, y asignar los permisos de accesos a cada grupo, entre otros.

Conexión entre SGR y SGI

Los Sistemas de Gestión de Red generalmente disponen de un interfaz web donde los usuarios registrados pueden acceder a la monitorización en tiempo real de los sistemas, así como a reportes estadísticos que muestren la evolución histórica de los mismos. Sin embargo, generalmente se programan alarmas en caso de fallos o de reducción de la calidad de los servicios por debajo de un umbral, que notificarán a los usuarios correspondientes del SGR mediante correo electrónico. Este simple correo electrónico será el enlace entre ambos sistemas: Gestión de Red y Gestión de Incidencias. En el SGR deberá existir un usuario de contacto a quien notificar, y en el SGI se programa que tales alarmas generen casos en una cola determinada. Esta comunicación es posible entre RT y Centreon-Nagios.

Aunque se podría crear una única cola de alarmas automatizadas provenientes del SGR, será mucho más constructivo para la gestión de incidencias, que el propio SGR tenga un usuario de contacto para cada tipo de incidencia, de modo que RT pueda clasificar los casos directamente en su creación. La Figura 7.28 ilustra el proceso de generación de un caso en el Sistema de Gestión de Incidencias provocada por la notificación de una alarma desde el Sistema de Gestión de Red. La clasificación de este tipo de casos corresponde a los tipos de problemas originados en dispositivos gestionables: Comunicaciones WiFi, Telefonía, Computadora, Internet y Telemedicina (ver también Sección 7.2.2)

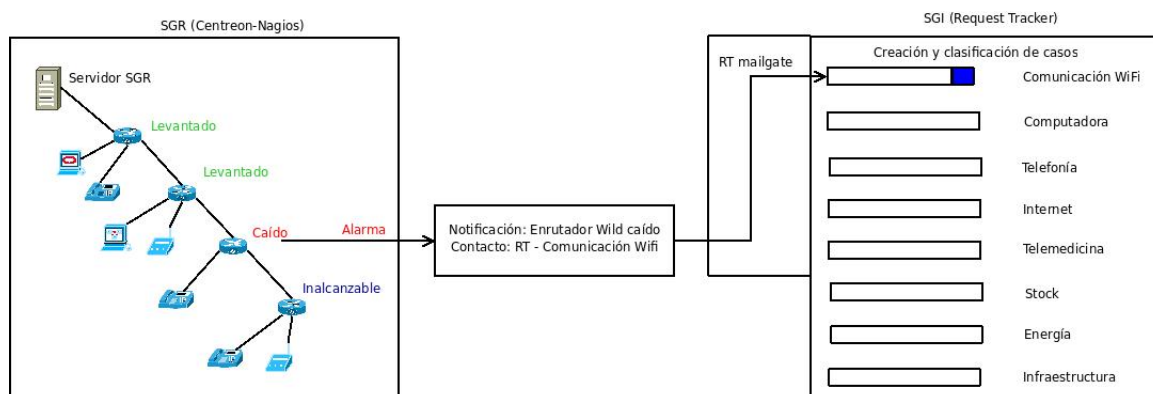


Figura 7.28: Diagrama de notificación de incidencias del SGR al SGI.

Escalado de incidencias

El procedimiento normal en la Gestión de Incidencias para la red Napo se muestra en la Figura 7.29. La resolución de incidencias por parte del equipo de mantenimiento pasa por dos fases ya mencionadas: el diagnóstico de fallos y la resolución. Los niveles N1 y N2, especialmente el primero, pueden encontrar dificultades en cualquiera de estas dos fases:

7 Plan Operativo del Mantenimiento

- no estar capacitados para diagnosticar el problema raíz que causa el fallo, o bien,
- no estar capacitados para su resolución y correspondiente intervención de mantenimiento predictivo o correctivo.

En esas circunstancias, N1 podrá escalar la incidencia, asignando a ese caso un propietario de N2. Y N2 podrá consultar a N3 y N4 en busca de recomendaciones, o en casos extremos, escalar la incidencia a N3. Los niveles receptores del escalado podrán tomar dos determinaciones:

1. Realizar recomendaciones al nivel solicitante sobre cómo diagnosticar o indicaciones sobre cómo resolver el problema ya diagnosticado.
2. Resolver la incidencia y notificar al nivel solicitante sobre las acciones realizadas, para contribuir a su conocimiento y mejorar su capacidad de respuesta en situaciones futuras.

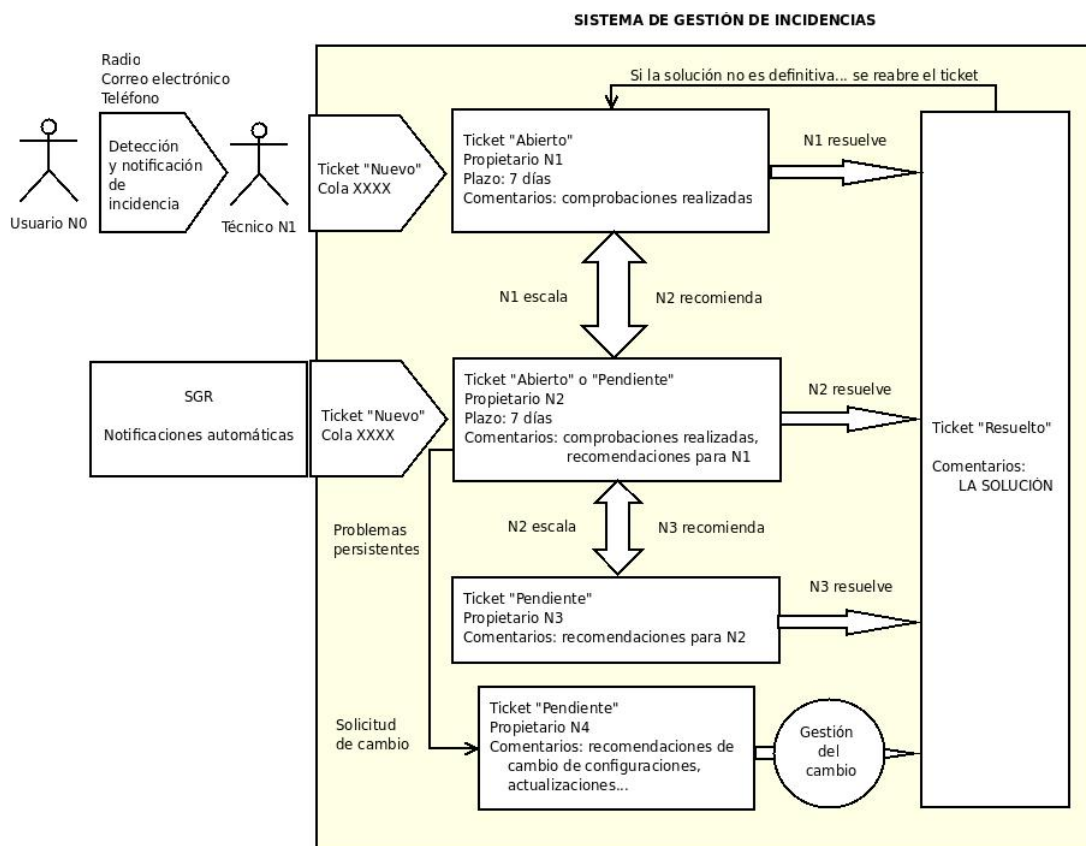


Figura 7.29: Diagrama de escalado de incidencias.

La Figura 7.29 muestra un esquema de la creación y escalado de incidencias. Generalmente, las incidencias proceden de la detección por parte de usuarios y de las notificaciones del Sistema de Gestión de Red. Sin embargo, además de éstas existen otras dos razones para crear incidencias:

- N2 detecta problemas persistentes o servicios insuficientes, y genera una incidencia padre que englobe las incidencias repetidas a lo largo del tiempo, y la asigna a N4. En el medio o largo plazo, N4 deberá proponer soluciones tecnológicas añadidas a las existentes en los sistemas, lo cual entraña cambios de fondo en la red instalada. En estos casos, y para iniciar una investigación fundamentada es crítica la existencia de históricos estadísticos que muestren el comportamiento de los sistemas, y que podrá obtenerse de la base de datos del Sistema de Gestión de Red. Estas incidencias tienen una prioridad muy baja.
- N1 y N2 intercambian información sobre la Gestión del Stock, generando incidencias cuando reciben peticiones de suministros de los usuarios o ellos mismos reemplazan equipamiento.

Con el fin de promover la colaboración y confianza de los usuarios en todo el proceso de Gestión de las Incidencias, en la creación, en cada cambio de estado y en la resolución de un caso se deberá notificar al usuario o usuarios N0 afectados por un problema dado.

Ejemplo de escenario de Gestión de Incidencias

En esta sección se han elaborado ejemplos de uso del SGI para facilitar su comprensión.

Caso: Incidencia notificada por un usuario

1. Evento: El técnico de salud del establecimiento de Negro Urco tiene problemas con su computadora y ha telefonado a N1 para solicitar ayuda.
2. Registro de la incidencia: Creación de un caso y clasificación (ver Figura 7.30).

Creación rápida de caso

Asunto: Prueba de problema con la computadora

Cola: Computadora Propietario: waldir

Solicitantes: waldir@localhost.com

Contenido: El técnico de salud de Huamán Urco ha informado que tiene problemas con el encendido de su computadora.

Crear

Figura 7.30: N1 crea un caso nuevo en el Sistema de Gestión de Incidencias.

3. Tratamiento de la incidencia y escalado: Asignación del caso a un propietario, Añadir comentarios, cambio de propietario, etc (ver Figura 7.31).
4. Resolución: Contribuciones al conocimiento (ver Figura 7.32).

7 Plan Operativo del Mantenimiento

The screenshot shows a 'Historial' (History) window with a header 'Encabezados breves — Encabezados completos'. It contains four messages:

- Message 1:** Mar Nov 24 00:51:57 2009 **waldir - Caso/Ticket creado**. Asunto: Prueba de problema con la computadora. From: waldir@localhost. Content: 'El técnico de salud de Huamán Urco ha informado que tiene problemas con el encendido de su computadora.' Action: 'Descargar (sin título) / con encabezados text/plain 105b'.
- Message 2:** Mar Nov 24 00:54:48 2009 **waldir - Estado cambiado de 'nuevo' a 'abierto'**.
- Message 3:** Mar Nov 24 00:57:36 2009 **waldir - Comentarios añadidos**. Content: 'Comprobé que la computadora responde a ping. En el monitoreo con Centreon, parece que hace esa computadora hace dos semanas que está inactiva.' Action: 'Descargar (sin título) / con encabezados text/html 171b'.
- Message 4:** Mar Nov 24 00:59:56 2009 **americo - Comentarios añadidos**. Content: 'Waldir, por favor, comprueba si es el monitor lo que no está funcionando. Tal vez el usuario está prendiendo su computadora pero hay problemas con el inversor o con el propio monitor.' Action: 'Descargar (sin título) / con encabezados text/html 211b'.

Below these are two more messages from 'waldir' with actions: 'Descargar (sin título) / con encabezados text/html 350b'.

Figura 7.31: N1 realiza comprobaciones con el usuario y recibe apoyo de N2.

The screenshot shows three messages:

- Message 1:** Mar Nov 24 01:06:59 2009 **waldir - Comentarios añadidos**. RT-Send-CC: americo@localhost.com. Content: 'Ok. El inversor estaba dando problemas. Lo cambié por el nuevo que recibí en la mañana. Estoy enviando el inversor averiado a Iquitos para que lo revisen' Action: 'Descargar (sin título) / con encabezados text/html 188b'.
- Message 2:** Mar Nov 24 01:07:25 2009 **waldir - Comentarios añadidos**. RT-Send-CC: americo@localhost.com. Content: 'Hecho.' Action: 'Descargar (sin título) / con encabezados text/html 13b'.
- Message 3:** Mar Nov 24 01:07:25 2009 **waldir - Estado cambiado de 'abierto' a 'resuelto'**.

Figura 7.32: La información de resolución de problema queda registrada.

Planificación del trabajo de gestión de incidencias

- N1 y N2 deberán comenzar el tratamiento de las incidencias **en el plazo de 2 días** desde su creación, asumiendo la responsabilidad de las mismas. Realizarán al menos un diagnóstico inicial, comentando las comprobaciones realizadas y si se resuelve la incidencia cerrarán el caso en estado “resuelto”.
- Si no se resuelve, escalarán la incidencia al nivel inmediatamente superior **en el plazo de**

2 días desde que asumieron la responsabilidad de la incidencia.

- Dado que el soporte prestado por N3 y N4 no está sujeto a plazos, será responsabilidad de N2 tratar de acelerar esos procesos de consulta o resolución remota.

Las actividades rutinarias de gestión de incidencias por parte de N1 y N2 pueden demorarse hasta una hora, realizando las comprobaciones de diagnóstico y las intervenciones de reparación necesarias por cada incidencia. Para realizar una correcta estimación del tiempo de detección y diagnóstico, y del tiempo de reparación, será imprescindible el registro de cada parte en el Sistema de Gestión de Incidencias. Esta información, junto con la frecuencia de incidencias, nos servirá para estimar la dedicación semanal total que deberá considerarse para N1 y N2 en relación a estas tareas.

Tal y como se expuso en el apartado de Objetivos de disponibilidad en la Sección 7.1.2 el tiempo máximo de recuperación en caso de fallos deberá ser una semana (7 días naturales).

7.2.3. Mantenimiento predictivo

En mantenimiento predictivo se entiende que, alcanzado un Conocimiento Histórico de la Red realimentado por la monitorización, los informes de evaluación de incidencias y soluciones, y la I+D (simulaciones en laboratorio, renovación de versiones software, contraste de publicaciones científicas, etc), somos capaces de anticiparnos a los fallos y otros problemas predecibles. En la Figura 7.3, efectivamente, este bloque de Mantenimiento Predictivo tiene como entradas el Conocimiento Histórico y la I+D.

En cuanto a la entrada alimentada por el “Conocimiento Histórico de la Red”, se basa en el análisis de N2 de los históricos de SGR y SGI: fallos comunes, seguimiento de parámetros fluctuantes, etc. Tengamos por caso una evolución de 10 días, durante la cual N2 observa, en las gráficas históricas del SGR, que el nivel de señal de un enlace inalámbrico WiFi punto a punto va decreciendo de forma aproximadamente lineal. Entonces, podrá deducir (en base al Conocimiento Histórico de la Red) que se está produciendo un desapuntamiento de antenas. En este caso, N2 podrá indicar a N1 que acuda a realizar un alineamiento y fijación de soportes, mucho antes de que el enlace inalámbrico caiga por un desapuntamiento mucho mayor (20º sea por caso). Por poner otro ejemplo, si en una evolución de un mes se observa que el período de encendido de una o más computadoras viene ajustándose o superando el tiempo máximo para el cual se ha diseñado el sistema fotovoltaico de energía, se puede deducir que el período de vida de las baterías está viéndose amenazado debido a la imposición de ciclos muy profundos de descarga y carga de las baterías. Aunque estas incidencias no han provocado ningún fallo en el sistema, es seguro que lo producirán en el corto o medio plazo, por lo que deberá procederse a informar y/o sancionar al usuario correspondiente.

Resulta sencillo ver que mediante simulaciones fieles de la red y aplicaciones en un entorno de laboratorio, I+D, podemos descubrir o replicar los mismos fallos que pueden desencadenarse en la red real. Esta experiencia es muy importante a la hora de anticiparnos a los fallos y de

probar cualquier mejora en la red con un entrenamiento suficiente.

La misión de la I+D

La Fundación Enlace Hispano Americano de Salud, EHAS, es una ONGD que tiene por fin mejorar las comunicaciones en zonas rurales aisladas. Entre sus objetivos están:

- Implementar proyectos de ingeniería para dotar de comunicaciones zonas rurales aisladas
- Investigar y desarrollar nuevas tecnologías de bajo coste adaptadas para zonas rurales aisladas
- Transferir el conocimiento adquirido a las instituciones receptoras y otras instituciones educativas que contribuyan a su divulgación.

En todo el territorio peruano, el primero de los objetivos ha sido desarrollado mayoritariamente desde el Grupo de Telecomunicaciones Rurales (GTR) de la Pontificia Universidad Católica del Perú (PUCP) con sede en Lima. Especialmente en los dos últimos aspectos, la Fundación EHAS está avalada por la red de universidades en la que se encuentran, entre otras, la Pontificia Universidad Católica, la Universidad del Cauca, la Universidad Politécnica de Madrid y la Universidad Rey Juan Carlos. Estos vínculos son cruciales para disponer de la última tecnología en laboratorios de investigación científico-tecnológica y acceder a recursos de información tradicionalmente restringidos al ámbito académico superior.

En este contexto se ubica N4, que será responsable de mantener una vigilancia tecnológica de los desarrollos de última generación, simular y estudiar escenarios de pruebas que emulen las condiciones específicas de la red Napo, y realizar recomendaciones compartiendo este conocimiento con el resto del equipo de mantenimiento.

7.2.4. Mantenimiento preventivo

Por mantenimiento preventivo se entienden aquellas actividades de ejecución periódica que hacen que, conocido el estado histórico de la red, sea posible devolverla a un estado de funcionamiento óptimo. Algunas de estas actividades serán programadas y definidas en un protocolo de actuación propio de cada nivel. Otras serán añadidas en función del estado de la red.

A lo largo de esta Sección, se han definido las actividades concretas de mantenimiento preventivo correspondientes a N0 y N1 aparecen explicadas y desglosadas en [EHA07b], especificando la periodicidad de cada tarea y la duración de las mismas.² Se realizarán revisiones técnicas integrales de mantenimiento preventivo al menos dos veces al año, para garantizar la disponibilidad

²Como se ha comentado anteriormente, será necesario revisar o ampliar estas actividades y desglosarlas por nivel, para evaluar la carga de trabajo de cada grupo.

7 Plan Operativo del Mantenimiento

de toda la red y preservar y extender el tiempo de vida del equipamiento e infraestructuras instalados.

Protocolo de actuación

N0: Usuarios finales Las tareas de mantenimiento preventivo a realizar por parte de los usuarios de los sistemas son sencillas aunque requieren de una elevada periodicidad. Los usuarios deberán estar capacitados para realizar tales intervenciones.

Actividad	Periodicidad	Descripción	Duración
Mantenimiento Cliente	Semanal	Limpieza de equipos y ambiente de trabajo	1 hora
Mantenimiento Sistema Energía	3 veces/día	Observación de luces indicadoras del regulador	1 minuto
	Semanal	Revisión de nivel de agua	10 minutos
		Corrección de nivel de agua ³ N0 debe preveer tener agua destilada suficiente en su establecimiento	20 minutos
Bimestral	Verificación y limpieza de paneles solares	3 horas	
Mantenimiento SPAT	Mensual	Vertido de agua a pozos PAT	30 minutos
Mantenimiento Infraestructura	Bimestral	Limpieza de maleza, engrase de ferretería y verificación de la tensión en vientos	2 horas

Cuadro 7.1: Actividades de mantenimiento preventivo a realizar por N0.

N1: Técnicos locales Las tareas de mantenimiento preventivo a realizar por parte de los técnicos locales serán las mismas que las definidas para N0 en sus establecimientos habituales de trabajo, liberando al personal de salud usuario de esta carga de trabajo.

Adicionalmente, N1 en combinación con N2 realizará anualmente **dos intervenciones integrales de mantenimiento preventivo presencial** con las tareas por punto descritas en las tablas 7.2, 7.3 y 7.4 [Leo08]. Es preciso tener en cuenta que para el trabajo en torres se adicionará **una hora**

7 Plan Operativo del Mantenimiento

Actividad		Descripción	Duración
Sistema Energía	Baterías	Medición de voltaje en bornes	10 minutos
		Comprobación y llenado de nivel de líquido	30 minutos
		Comprobación y engrase de borneras	10 minutos
		Limpieza de batería	30 - 60 min
	Regulador de Tensión	Comprobación de conexiones y conectores	30 minutos
		Comprobación de tornillos	10 minutos
		Comprobación de tipo de batería	10 minutos
		Medición de voltajes (panel, batería, carga)	10 minutos
	Soporte de paneles	Comprobación de estructura soporte	10 minutos
		Comprobación de pernos	30 minutos
	Módulos solares	Comprobación de estado, ángulo de inclinación y obstrucciones	10 minutos
		Comprobación de prensa estopas y pernos	10 minutos
		Comprobación de conexiones y cableado de energía	30 minutos
Medición de voltaje en circuito abierto		10 minutos	
Infraestructura	PAT	Comprobación de estado y tipo de terreno	5 minutos
		Medición de pozo	15 minutos
		Comprobar protectores de línea	15 minutos
	Caja de distribución	Comprobación de estado, borneras y conexión PAT	5 minutos
Comunicaciones	Antenas	Comprobación de antenas, coaxiales y conectores	1 hora

Cuadro 7.2: Actividades generales de mantenimiento preventivo a realizar por N1 y N2 en intervenciones presenciales semestrales.

en concepto de subida y bajada de los técnicos a la torre. Estas actividades podrán ser ampliadas por otras de mantenimiento correctivo reportadas previamente a la intervención.

Por ejemplo, será de obligada programación que en el mantenimiento preventivo de Nivel 1 se encuentre la actividad de medición de los niveles de voltaje del regulador ubicado en torre. Si en aquel momento existe un caso abierto que indicara a un problema de energía en torre, se añadiría la actividad de sustituir dicho regulador y abrir un expediente de causas (tal vez relacionados con la caída de rayos). En este último ejemplo queda claro que la sustitución del regulador implica también una gestión del stock de reguladores y la elaboración del correspondiente reporte de incidencias que cierre el círculo de Conocimiento Histórico sobre el estado de la red.

Con menor periodicidad se realizarán otro grupo de tareas de mantenimiento preventivo. Éstas tienen que ver con elementos con tiempo de vida prolongado, y cuyo reemplazo o revisión es obligatorio cuando nos acercamos a este tiempo máximo. Se considera el tiempo de vida de estos sistemas en veinte años, tiempo de vida de los paneles fotovoltaicos y las torres. Con tiempos menores, se encuentran el sistema de puesta a tierra, el sistema radiante y las baterías. Las actividades relacionadas con estos equipos se muestran en la Tabla 7.5. En general, el resto del

7 Plan Operativo del Mantenimiento

Actividad		Descripción	Duración
Comunicaciones	Router Linksys	Comprobación de estado, cable de alimentación y conectores RJ45	10 minutos
		Comprobación de coaxial y conectores	10 minutos
		Comprobación de configuración	15 minutos
Telefonía	ATA	Comprobación de estado, fuente y cable de alimentación	10 minutos
		Comprobación de cables y conectores RJ11 y RJ45	5 minutos
		Comprobación de configuración	15 minutos
	Teléfono	Comprobación de estado y conector RJ11	10 minutos
Computadora	PC	Comprobación de estado: disco duro, unidad lectora y alimentación	60 minutos
	Teclado	Comprobar estado y cable	10 minutos
	Mouse	Comprobar estado	5 minutos
	Inversor	Comprobar estado y conexiones	10 minutos
	Impresora	Comprobar estado, cartuchos y configuración	20 minutos
Sistema de energía	Luminarias	Comprobar estado e interruptor	10 minutos

Cuadro 7.3: Actividades específicas de estación cliente a realizar por N1 y N2 en intervenciones presenciales semestrales.

Actividad		Descripción	Duración
Comunicaciones	Enrutadores	Comprobación de estado, cable de alimentación y conectores RJ45	1 hora
		Comprobación de cable coaxial y conectores	30 minutos
		Comprobación de Memoria CF y configuraciones	30 minutos
		Comprobación de tarjetas inalámbricas y pigtails	30 minutos
Infraestructura	PAT	Comprobación de estado del pararrayos	30 minutos
		Comprobación del aterrado de tramos de torre	30 minutos

Cuadro 7.4: Actividades específicas de estación repetidora a realizar por N1 y N2 en intervenciones presenciales semestrales.

equipamiento será revisado en las intervenciones de mantenimiento preventivo, y será reemplazado en caso de fallos/rotura en actividades ad-hoc de mantenimiento correctivo.

Las intervenciones de mantenimiento preventivo, al ser siempre programadas y presenciales, se aprovecharán para contribuir a la capacitación del personal de salud usuario en el uso y mantenimiento de los sistemas. De esta manera, el plan de formación continua incluirá los contenidos que impartirán N1 y N2 en estos cursos presenciales (ver Sección 7.3.2).

7 Plan Operativo del Mantenimiento

Actividad	Periodicidad	Descripción	Duración
Reemplazo programado de baterías	Quinquenal	Desmontaje de baterías existentes e instalación de baterías nuevas	2 horas
Reemplazo de PAT	Quinquenal	Reactivación de pozos PAT	1 día
Reemplazo del Sistema Radiante	Quinquenal	Reemplazo programado de cable coaxial	0.5 días
		Reemplazo programado de antenas	0.5 días

Cuadro 7.5: Otras actividades de mantenimiento preventivo a realizar por N1 y N2 con menor periodicidad.

Planificación del trabajo de mantenimiento preventivo

Las intervenciones semestrales de mantenimiento preventivo presencial serán reportadas por N1 utilizando la “Plantilla de reporte de actividades de mantenimiento preventivo por puesto”. Por cada intervención semestral N2 deberá generar un “Informe de mantenimiento preventivo por intervención”.

- N0 y N1 tendrán una dedicación de 2 horas/semana para sus labores de mantenimiento preventivo (descritas en la tabla 7.1).
- Las intervenciones integrales de mantenimiento preventivo requerirán un tiempo estimado de 2 días/punto. Deben contar con la participación y supervisión de N2. Dada la división de la red en regiones, dependientes de diferentes miembros de N1, tenemos que:
 - N1-Iquitos es responsable de dos puntos: 1 y 2 (DIRESA-HRL y Petro Perú), pero sólo para Petro Perú han de desplazarse de su ubicación habitual. Esto son 2 días/semestre.
 - N1-Mazán es responsable de cuatro puntos: 3 a 6 (Mazán, Huamán Urco, Tuta Pishco, Negro Urco), esto es, 8 días/semestre⁴
 - N1-Santa Clotilde, formado por dos técnicos, es responsable de siete puntos: 7 a 13 (Tacsha Curaray, Santa Clotilde, Copal Urco, San Rafael, Rumi Tuni, Campo Serio y Angoteros), esto es, 14 días/semestre
 - N1-Cabo Pantoja es responsable de cuatro puntos: 14 a 17 (Túpac Amaru, Tempestad, Torres Causana y Cabo Pantoja), es decir, 8 días/semestre

Entonces, se propone una planificación de las intervenciones de mantenimiento preventivo de la siguiente manera durante el primer año de aplicación de este plan. N2 supervisará y participará en todas las intervenciones, lo que le supondrá una dedicación de 30 días, para los 15 puntos ubicados en la cuenca del río Napo (ver Tabla 7.6).

En años posteriores, se recomendaría minimizar el tiempo que cada uno de los recursos invierte en la intervención, siguiendo el esquema que se propone a continuación. La idea es que N2

⁴Estos días podrían ser no consecutivos si la disponibilidad de los técnicos N1 no permite salidas tan extensas.

7 Plan Operativo del Mantenimiento

Equipo \ Días	1	3	5	7	9	11	13	15	17	19	21	23	25	27	29	31
N1 Iquitos	1															
N1 Mazán		3	4	5	6											
N1 Santa Clotilde						7	8	9	10	11	12	13				
N1 Cabo Pantoja													14	15	16	17
N2	1	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17

Cuadro 7.6: Planificación de una intervención de mantenimiento preventivo semestral (Año 1).

acompañe a cada equipo al inicio de sus intervenciones, mientras hace un seguimiento remoto de las intervenciones llevadas a cabo por los demás de manera casi simultánea, lo cual le llevaría tan sólo 20 días (ver Tabla 7.7). Posteriormente, a medida que el equipo de mantenimiento va ganando en experiencia la máxima duración de la intervención podría reducirse hasta 14 días.

Equipo \ Días	1	3	5	7	9	11	13	15	17	19
N1 Iquitos	1									
N1 Mazán		3	4	5	6					
N1 Santa Clotilde				7	8	9	10	11	12	13
N1 Cabo Pantoja						14	15	16	17	
N2	1	3	4	7	8	14	15	11	12	13

Cuadro 7.7: Planificación de una intervención de mantenimiento preventivo semestral, minimizando tiempos (Años siguientes).

Materiales necesarios

Los materiales que requerirá el equipo de mantenimiento para la realización de sus tareas de mantenimiento preventivo son los siguientes:

- Kit de herramientas (definido en la sección 7.2.6),
- Material para reparaciones y consumibles (definidos en la sección 7.2.6),
- Repuesto general de agua destilada para baterías,
- Repuestos ad-hoc para solución de posibles incidencias o tiempos de vida agotados de algunos equipos.

Estimación de coste

Según [PAM09], el presupuesto estimado el mantenimiento preventivo se muestra en la Tabla 7.8. Este coste no incluye la contratación de personal para el equipo de mantenimiento, N1

7 Plan Operativo del Mantenimiento

y N2. Sin embargo, el costo de viáticos incluye los del equipo de mantenimiento (2 personas), torrero y piloto.

Concepto	Coste Unitario (USD)	Coste Total (USD)
Transportes	224	3584
Viáticos de personal	100	1600
Renovación de componentes	247	3952
Kit de herarmientas	30	480
TOTAL		9616

Cuadro 7.8: Coste anual del mantenimiento preventivo.

7.2.5. Mantenimiento correctivo

Las experiencias recogidas en mantenimiento de infraestructuras de comunicaciones rurales deducen que realizar visitas presenciales de mantenimiento supone un gasto muy elevado en recursos tanto humanos (días de trabajo) como materiales (medio de transporte, combustible, etc) y requieren de una planificación cuidadosa [Sur08a]. El mantenimiento correctivo se aplica tras la detección y diagnóstico de un fallo, mediante el reporte de incidencias. Puede realizarse de forma remota, siempre que sea posible, o presencial en el resto de casos. Hasta el año 2009, el mantenimiento realizado en la red Napo (PAMAFRO/AMA) ha sido fundamentalmente correctivo, aunque enmarcado en periodos de actuación tan extensos como lo debieran ser las intervenciones preventivas. Generalmente, han precisado de la intervención de los ingenieros de la Fundación EHAS para la resolución de problemas graves y no tan graves.

Dentro del plan operativo de mantenimiento que aquí se define, tendremos por objetivo minimizar el número de intervenciones de mantenimiento correctivo, o al menos potenciar aquéllas que puedan realizarse remotamente o bien con la sola intervención de N1, de modo que se reduce considerablemente el gasto en cada intervención. Entonces, tras la detección de un fallo y la apertura de una incidencia, el equipo de mantenimiento deberá realizar algunas comprobaciones para acertar con un diagnóstico de la causa real del fallo y proceder a repararlo, mediante una actividad de mantenimiento correctivo.

Algunas actividades, como las definidas en la Tabla 7.9, podrán ser realizadas remotamente y otras formarán parte de una intervención presencial (Tabla 7.10). Para los trabajos presenciales que se realizan en torre es preciso calcular un tiempo de **una hora extra**, para el ascenso y descenso de la torre.

7 Plan Operativo del Mantenimiento

Actividad	Duración
Reinstalación de S.O. y configuración en CF	3 horas
Reconfiguración de ATA	1.5 horas
Reconfiguración de Linksys	1.5 horas
Instalación de una aplicación en PC	1 hora
Reinstalación de S.O.en PC	3 horas
Backup de PC	3 horas

Cuadro 7.9: Actividades de mantenimiento correctivo sobre software.

Actividad	Duración
Cambio de ubicación de escritorio y equipos	1 día
Corrección de instalación eléctrica	4 horas
Corrección de vientos	3 horas
Desmontaje de torre	3 días
Drenaje de antena y cambio de vulcanizante	2 día
Instalación de CPU o componente reparado	2 horas
Limpieza de equipos y escritorio	2 horas
Limpieza de paneles solares	1 hora
Montaje de antena	2 horas
Montaje de torre	3 días
Nivelación de agua de baterías	0.3 horas
Reconexión de cable coaxial	3 horas
Reemplazo de antena	3 horas
Reemplazo de baterías	1 hora
Reemplazo de cable coaxial	3 horas
Reemplazo de conector en cable coaxial	3 horas
Reemplazo de cable desnudo en sistema PAT	1.5 horas
Reemplazo de cables o conectores de energía	1 hora
Reemplazo de disco duro	1 hora
Reemplazo de disquetera	0.5 horas
Reemplazo de inversor	0.5 horas
Reemplazo de lectora de CD	0.5 horas
Reemplazo de monitor	0.5 horas
Reemplazo de mouse	0.3 horas
Reemplazo de protector de línea	0.5 horas
Reemplazo de regulador	1 hora
Reemplazo o mantenimiento de ferretería	1 hora
Reparación de CPU en sitio	3 horas
Reparación de impresora en sitio	1 hora
Retiro de CPU con avería	0.5 horas
Retiro de impresora con avería	0.5 horas

Cuadro 7.10: Actividades de mantenimiento correctivo sobre hardware.

Aquellos equipos dañados que sean reemplazados por otros nuevos, deberán ser enviados a N2 para que estudie y analice en detalle las causas y los efectos de las incidencias.

Las intervenciones de mantenimiento correctivo presencial serán reportadas por N1 utilizando la “Plantilla de reporte de actividades de mantenimiento correctivo”. Mensualmente, N2 deberá generar un “Informe mensual de mantenimiento correctivo” que incluya los reportes para ese periodo.

Materiales necesarios

Los materiales que requerirá el equipo de mantenimiento para la realización de sus tareas de mantenimiento preventivo son los siguientes:

- Kit de herramientas (definido en la sección 7.2.6),
- Material para reparaciones y consumibles (definidos en la sección 7.2.6),
- Repuestos ad-hoc para solución de la incidencia concreta equipos.

Estimación de coste

El coste de una intervención de mantenimiento correctivo depende del fallo concreto, y por tanto contamos con diversas variables:

- El coste del material de repuesto, que en promedio se estima en aproximadamente 180 USD. Este material deberá obtenerse del Stock. Sólo en algunas ocasiones será necesario reparar o reponer equipos.
- El coste de transporte asociado. La máxima distancia serían unas 5 horas para que N1 acuda a un puesto con incidencias, lo que se traduce en 185 USD (ver Sección 7.3.1 sobre Transporte).
- El coste adicional si la intervención requiere la presencia de N2, que sería fundamentalmente en transporte hasta el puesto con incidencias. Este puesto sería Cabo Pantoja en el caso peor, y supondría 1742 USD.
- El coste de viáticos del personal: piloto y técnico, durante la intervención, que duraría aproximadamente dos días en el caso peor.

Según [PAM09], el presupuesto estimado el mantenimiento correctivo se muestra en la Tabla 7.11.

Concepto	Coste Unitario (USD)	Coste Total (USD)
Transportes	112	1904
Viáticos de personal	100	800
Renovación de componentes	178	3026
TOTAL		5730

Cuadro 7.11: Coste anual del mantenimiento correctivo.

7.2.6. Gestión del stock

La gestión del stock es compleja. El stock es el equipamiento, material de reparación y herramientas, comprado y almacenado, que está listo para ser instalado en la red. Su gestión requiere un registro cuidadoso de la entrada y salida de material, así como del inventario de equipos instalados y sustituidos. Esta información es clave para contribuir al Conocimiento Histórico de la red, de manera que se pueda realizar un estudio detallado de costes y tiempos de vida del equipamiento proporcionado.

Protocolo de actuación

Generalmente habrá cambios en el Stock cuando se realicen compras de equipamiento, que se almacenarán en el Almacén Principal en Iquitos, y cuando se requiera reponer los almacenes tras las intervenciones de mantenimiento preventivo o correctivo. En caso de compras o mantenimiento preventivo, N2 será encargado de planificar y coordinar ambas tareas relacionadas con el Stock. Para el caso de actividades ad-hoc de mantenimiento correctivo, se seguirá el procedimiento mostrado en la Figura 7.33.

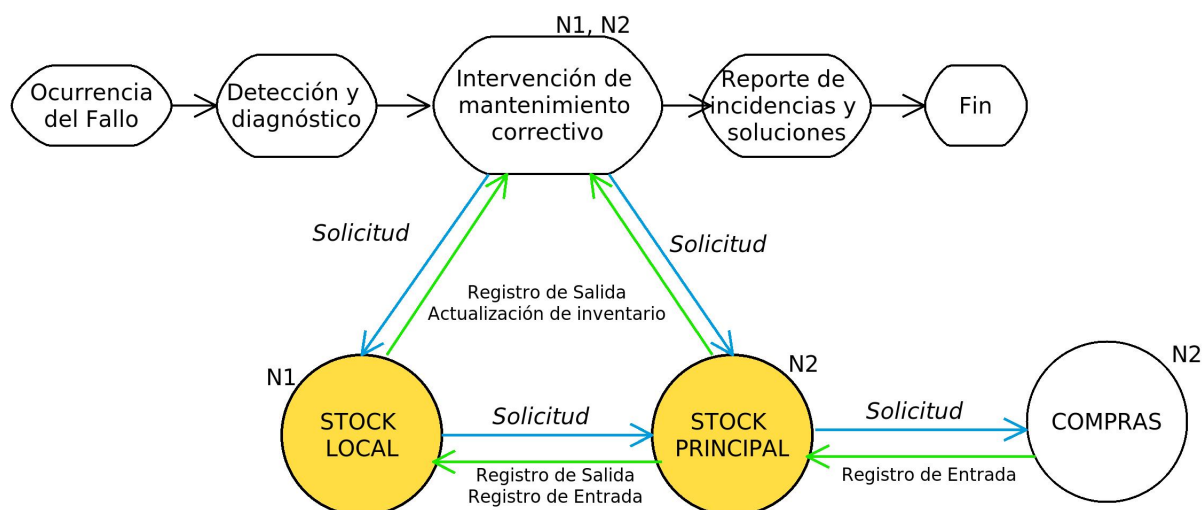


Figura 7.33: Procedimiento para la gestión del stock a través del SGI.

Solicitudes Las solicitudes de reposición de equipos en Stock se realizarán mediante el Sistema de Gestión de Incidencias, en su apartado de Stock.

Registros de entrada y salida Se deberá registrar toda entrada y salida de material de los diferentes almacenes mediante las “Plantillas de registro de entrada y salida de material de Stock”.

Hardware

Kit de herramientas para el equipo de mantenimiento Los técnicos de mantenimiento N1 y N2 deberán disponer de un Kit completo de herramientas en sus respectivas ubicaciones. Este Kit incluye los elementos desglosados en la Tabla 7.12 [PAM09]. Adicionalmente, y debido a su elevado coste, N2 dispondrá de al menos un telurómetro para toda la red Napo, el cual enviará a los técnicos N1 en las ocasiones en que sea necesario.

Adicionalmente, será necesario contar con materiales que puedan ser utilizados en actividades preventivas y correctivas. Estos materiales se desglosan en la Tabla 7.13.

Teniendo en cuenta todos estos utensilios, el kit de herramientas se estima tiene un coste anual de 450 USD. Este coste se ha incluido prorrateado en el presupuesto de mantenimiento preventivo (programado).

Equipamiento: inventario de equipos En el momento de la entrega de la red Napo se realizó un inventario completo de equipamiento. A partir de este documento, se deberá actualizar el mismo, sustituyendo los códigos inventariados del material que es reemplazado.

Almacenaje Es preciso ubicar al menos tres almacenes a lo largo de la red Napo donde se guarde el material de repuesto que utilizará el equipo de mantenimiento N1 en sus intervenciones esporádicas de mantenimiento correctivo. Estos almacenes se encontrarán en:

- **DIRESA en Iquitos**, cuyo responsable será el técnico N1 en Iquitos.
- **Centro de Salud Santa Clotilde**, cuyo responsable será el técnico N1 en Santa Clotilde.
- **Centro de Salud Cabo Pantoja**, cuyo responsable será el técnico N1 en Cabo Pantoja.

Las características de un almacén de dispositivos electrónicos y de comunicaciones se expone a continuación:

- **Condiciones ambientales:** deberá tratarse de un lugar limpio y seco.
- **Espacio:** el ambiente deberá ser lo suficientemente espacioso para almacenar los elementos antes mencionados, sin necesidad de amontonarlos o forzarlos.
- **Seguridad:** el lugar deberá estar cerrado con llave, la cual estará en posesión del responsable del almacén.

En cada uno de los emplazamientos para almacenes deberán encontrarse permanentemente al menos un ítem de cada uno de los siguientes elementos. Adicionalmente, se ha realizado una estimación del número de ítems que puede ser necesario reparar a lo largo de un año (ver Tabla 7.14).

7 Plan Operativo del Mantenimiento

Ítem	Cantidad anual
Medición	
Vatímetro	1/4
Multímetro digital	1/4
Brújula	1/4
Maletín de herramientas	1/4
Protección y trabajo en altura	
Arnés de pecho	1/4
Bloqueador de subida	1/4
Cinturón de seguridad (estrobo)	1/4
Casco de protección	1/4
Linterna para casco	1/2
Par de guantes de cuero	1
Par de guantes sintéticos para manipular cables	1
Soldadura	
Cautil 30 Watts	1/4
Molde para soldadura de platina hasta 80mm	1/2
Molde para soldadura de varilla 5/8" con cable 50mm ²	1/2
Chispero para soldadura exotérmica	1/4
Herramientas	
Prensa terminales "U"	1/4
Prensa terminales tipo "O"	1/4
Juego de destornilladores de perilla ("perilleros")	1/4
Juego de destornilladores imantados	1/4
Cinta de medición 50m	1/4
Cinta de medición flexible (guincha 5m)	1/4
Juego de limas 6 unidades	1/4
Llave ajustable 6"	1/4
Llave mixta n° 18	1/4
Juego de llaves mixtas n° 13	1/4
Llave ajustable 10"	1/4
Martillo	1/4
Brocha 3"	1/2
Alicate de pinza	1/4
Cuchilla de corte metálica	1/2
Cinzel de 3/8"	1/4
Cizalla	1/4

Cuadro 7.12: Kit de herramientas para el equipo de mantenimiento. Se tuvo en cuenta el tiempo de vida de cada ítem.

En caso de registrarse la salida de alguno de estos ítems para la realización de mantenimiento correctivo, deberá procederse a su reemplazo inmediatamente, mediante la compra y envío de dicho material.

7 Plan Operativo del Mantenimiento

Ítem	Cantidad anual
Alambre de acero	
Candados para cable 3/16"	
Grilletes de 1/2" y de 3/8"	
Guardacabos para cable 3/16"	
Cable eléctrico NMT calibre 6 y 10 AWG, GPT calibre 12 y calibre 8	
Agua destilada	
Consumibles	
Cinta aislante	10
Cinta vulcanizante	10
Grasa automotriz	3
Vaselina	5
Soldadura exotérmica	3

Cuadro 7.13: Material de repuesto y reparación.

Ítem	Cantidad anual
Regulador de tensión	3
Juego de llaves termomagnéticas	1
Adaptador telefónico (ATA) a 12V	1
Fuentes de alimentación de ATA	2
Inversor	1
Luminaria 12V	1
Torre de PC	1

Cuadro 7.14: Material de repuesto que deberá estar disponible en cada almacén. Hay 3 almacenes.

Software

Copias de respaldo (backups) Junto con el equipamiento y herramientas, es necesario que cada almacén disponga de copias de seguridad de las configuraciones de los equipos. De manera que si por alguna razón dejan de funcionar el software instalado o el S.O., o bien el disco duro o la CF (en el caso de los enrutadores), los técnicos N1 puedan reponer la configuración preestablecida sin necesidad de enviar el equipo a N2.

Protocolo de preconfiguración de equipos Todo software instalado en la red Napo debe tener copias de seguridad. N2 será el responsable de actualizar dichas copias de seguridad, y enviárselas a N1, siempre que modifique algún parámetro o funcionalidad de los mismos.

Estimación de coste

La compra de material de repuesto para stock y reparaciones se estima en 4500 USD anuales. Este coste ya se ha considerado dentro de las actividades de mantenimiento preventivo y correctivo.

7.2.7. Realimentación del conocimiento: Informes

Para que sea posible cerrar el círculo del Conocimiento Histórico de la Red, es fundamental que cada uno de los niveles reporte y evalúe las incidencias encontradas y las soluciones obtenidas. La elaboración de informes debe considerarse una tarea más para cada uno de ellos, con la consiguiente consideración en horas de trabajo dedicadas a ello, pues de otra manera la información no termina de fluir. Para facilitar esta tarea, se deberá proporcionar a cada uno de los niveles una serie de formularios de reportes en cada una de las áreas ya mencionadas.

Se proponen los siguientes documentos a completar por N2:

- *Informe mensual de disponibilidad de la red de comunicaciones y calidad de los servicios.* Esta información se obtiene del SGR, y puede apoyarse en el SGI.
- *Informe mensual de incidencias registradas.* Esta información se obtiene de reportes del SGI.
- *Informe de mantenimiento preventivo por intervención.* Esta información se ayuda de la recogida de datos siguiendo plantillas que llevará a cabo N1.
- *Informe mensual de mantenimiento correctivo.* Esta información se ayuda de la recogida de datos siguiendo plantillas, que llevará a cabo N1.
- *Informe mensual de actualización de inventario* Esta información se obtendrá de las solicitudes de entrada y salida de stock registradas en el SGI, y de las plantillas de registro de entradas y salidas de stock durante dicho periodo.
- *Informe ad-hoc de mantenimiento predictivo con justificación causa-efecto.* N4 propondrá cambios tecnológicos justificados en base a resultados de investigación y/o pruebas realizadas en laboratorios controlados.

Éstos se ayudarán de plantillas de recogida de datos que completará N1:

- Plantilla de reporte de actividades de mantenimiento preventivo por puesto
- Plantilla de reporte de intervención de mantenimiento correctivo (en caso de viaje)
- Plantilla de Registro de salida de material de Stock
- Plantilla de Registro de entrada de material de Stock
- Plantilla de sondeo de usuarios

7.3. Ejes transversales del plan

7.3.1. Logística

Las coordinaciones logísticas en un Plan Operativo de Mantenimiento no son triviales. El desempeño de las mismas estará a cargo de N2, y comprenderá la compra de equipamiento, la coordinación de transportes y el contrato de seguros de vida para el trabajo en altura.

Compras

Los proveedores nacionales e internacionales generalmente utilizados por Fundación EHAS para el equipamiento en repetidor y cliente se muestran en la Tabla 7.15. Adicionalmente, todos los materiales obtenidos para sistemas de protección eléctrica y ferretería se ha obtenido en REJYRA E.I.R.L, Lima. Los materiales para mantenimiento de torres y estructuras metálicas han sido suministrados por SOLAR TEAM S.A.C. El material de cómputo puede obtenerse en proveedores de informática convencionales de manera local en Iquitos,

Proveedor	Ubicación	Producto	Marca	Modelo
Equipamiento ubicado en torre				
DS3 COMUNICACIONES E.I.R.L	Lima	Antena Grilla 2.4 Ghz-24 dBi	Hiperlink	HG2424G-NF
		Protector de línea de 2.4 Ghz - 1/4 de onda	Hiperlink	ALQ2-NMNF
SAUL SIMPE	Lima	Cable coaxial (N macho - N macho) (4 metros)	Heliac	SUPER FLEX
SIGELEC S.A.C	Lima	Caja metálica para exterior de 800 x 600 x 200 mm	Himel	CRN86/200
		Plancha metálica para caja de 800 x 600 x 200 mm	Himel	
RF WIRELESS USA	Importación	Protector de línea de 5.8 Ghz - 1/4 de onda N macho - N hembra		
		Pigtail UFL - N hembra		
COMUTEL PERU	Lima	Enrutador Mikrotik	Mikrotik	433
		Tarjeta Inalámbrica R52H	Mikrotik	R53H
Mini-box.com	Importación	Enrutador ALIX.2D2	PC Engine	ALIX.2D2
		Tarjeta Inalámbrica para enlace troncal	Ubiquiti	SR2
CIME COMERCIAL S.A.	Lima	Panel Solar	Kyocera	85WP
SOLAR TEAM S.A.C		Regulador Solar	Steca	20 AMPERIOS
Equipamiento ubicado en cliente				
DS3 COMUNICACIONES E.I.R.L	Lima	Antena Panel 2.4 Ghz - 14 dBi	Hiperlink	HG2414P-NF
		Protector de línea de 2.4 Ghz - 1/4 de onda	Hiperlink	ALQ2-NMNF
SAUL SIMPE	Lima	Cable coaxial (N macho - N macho) (4 metros)	Heliac	SUPER FLEX
DIAZ COMUNICACIONES E.I.R.L	Lima	Latiguillo de 60 cm - RP-TNC a N-Hembra		
		Router Wireless	Linksys	WRT54GL
		ATA	Linksys	SPA 2002 - NA
		Teléfono analógico	Panasonic	KX-TS500 LXW
SUMTEC	Lima	ATA	Grandstream	HT 502
EQ CORPORATION S.A.C	Lima			
SOLAR TEAM S.A.C	Lima	Inversor	XANTREX	RPOWATT 150
CIME COMERCIAL S.A.	Lima	LUMINARIAS DE 12 VDC - 11 W		
SOLAR TEAM S.A.C	Lima			

Cuadro 7.15: Listado de proveedores utilizados por Fundación EHAS en el periodo 2007-2009.

En las compras de equipos y otros materiales es preciso tener en cuenta los tiempos de entrega que manejan los proveedores, y el tiempo de entrega en Iquitos. Para las entregas Lima - Iquitos Fundación EHAS ha trabajado las siguientes opciones, mientras PAMAFRO contrató todo a través de la empresa logística Prisma:

7 Plan Operativo del Mantenimiento

Medio	Costo por Kilo (S./)	Tiempo de traslado
Terrestre - Fluvial	1	15 días
Aéreo LAN Perú	3,5	4 días

La compra de todo equipamiento importado se puede realizar a través de internet⁵. Y la mayoría de proveedores en Lima, también permiten realizar compras por teléfono o internet.

Transportes en Napo

Viajes Los desplazamientos de personal en la red Napo por vía fluvial implican un elevado coste tanto en tiempo como económicamente. La Tabla 7.16 muestra el coste temporal de dichos desplazamientos.

Establecimiento origen	Establecimiento destino	Tiempo Deslizador (horas)	Tiempo en lancha (horas)
Hospital Regional	Petro Perú	N/A	N/A
Petro Perú	Mazán	2	20
Mazán	Huamán Urco	1	4
Huamán Urco	Tuta Pishco	1	4
Tuta Pishco	Negro Urco	1	4
Negro Urco	Tacsha Curaray	1	4
Tacsha Curaray	Santa Clotilde	1.5	7
Santa Clotilde	Copal Urco	0.5	3
Copal Urco	San Rafael	1.5	9
San Rafael	Rumi Tuní	2	12
Rumi Tuní	Campo Serio	1.5	6
Campo Serio	Angoteros	1	4
Angoteros	Túpac Amaru	1.5	6
Túpac Amaru	Tempestad	1	4
Tempestad	Torres Causana	1	6
Torres Causana	Cabo Pantoja	1	6
Santa Clotilde	Buena Vista	10	35

Cuadro 7.16: Tiempos de desplazamientos en bote rápido en la red Napo.

Existen medios colectivos de transporte de personal: *deslizador* cubriendo las poblaciones entre Iquitos y Santa Clotilde, y *lanchas*, cubriendo las poblaciones desde Iquitos a Cabo Pantoja. Se recomienda contemplar la posibilidad de que N1 utilice este tipo de transporte.

En desplazamientos en los cuales se disponga de transporte propio dedicado para el equipo de mantenimiento, por ejemplo en intervenciones donde tenga que actuar N2, será preciso contar con:

⁵Si la compra de importación es superior a 2000 USD las empresas que traen el producto lo entregan en oficina pero si la compra no supera esta cuantía, el procedimiento habitual es contratar a un agente de aduanas que cobra alrededor de 200 USD por todo el servicio.

7 Plan Operativo del Mantenimiento

- Bote rápido propio de la red de Salud
- Piloto experimentado, cubriendo sus dietas y alojamiento
- Galones⁶ de gasolina, estimados en 7 galones/hora de viaje.

Teniendo en cuenta el precio del galón de gasolina a fecha actual, 3 USD, podemos concluir:

- Coste por hora de viaje: 21 USD
- Coste de un viaje de ida y vuelta por toda la red (55 horas): 1155 USD

Envíos Los envíos de material de repuesto para el mantenimiento se realizarán por las mismas vías utilizadas por los procesos de salud. El envío de material tiene un coste en función del origen y destino, y el peso o volumen del paquete. Tendrá asociados unos tiempos de coordinación y desplazamiento, según se trata de un bote rápido o lancha (ver Tabla 7.16).

Seguros

Todos los trabajos de mantenimiento que requieran trabajo en altura deberán estar cubiertos por una póliza de seguro específica: Seguro Complementario de Trabajo de Riesgo (SCTR), que incluye Salud y Pensión. Es necesario contratar una póliza anual para cada miembro del equipo de mantenimiento y una póliza mensual para el profesional torrero que acompañe en las intervenciones de mantenimiento preventivo.

El coste de una póliza de este tipo se calcula prorrateando una tasa (aproximadamente 2,5 % en nuestro caso), el total de planilla de trabajadores y el factor de seguro, que es 1,23 para el seguro de Pensión y 1,19 para el seguro de Salud. Se ha calculado que para un equipo de 5 personas, incluyendo el ingeniero N2 y 4 técnicos N1, el coste del SCTR asciende a unos 1200 USD anuales. Para el profesional torrero, el coste de la póliza son aproximadamente 100USD/mensuales.

Adicionalmente se contrata un seguro de accidentes personales que cubra los desplazamientos del personal de mantenimiento. Depende del medio de transporte, pero el rubro ronda los 100 USD/persona/año. El costo total se muestra en la Tabla 7.17.

Concepto	Coste Unitario (USD)	Coste (USD)
Póliza anual de seguro de salud y pensiones		1200
Póliza mensual de seguro de salud y pensiones	100	200
Póliza anual de seguro de accidentes	100	600
TOTAL		2000

Cuadro 7.17: Coste de los seguros del personal de mantenimiento.

⁶Un galón es una medida de volumen equivalente a 3,785 litros.

7 Plan Operativo del Mantenimiento

La aseguradora con la que se ha trabajado es *RIMAC SEGUROS* con sede en la ciudad de Iquitos.

7.3.2. Gestión de recursos humanos

Los recursos humanos necesarios para la implementación de este plan operativo de mantenimiento son:

- Técnicos locales capacitados en el mantenimiento (N1), cada uno tendrá su centro de operaciones en su establecimiento de salud habitual. Es preciso reasignar su carga laboral y/o presupuestar para ellos incentivos anuales para sus labores de monitorización, gestión de incidencias y elaboración de reportes.
- Ingeniero de telecomunicaciones o electrónico, capacitado en la gestión y mantenimiento de los sistemas (N2). Es preciso presupuestar por separado un contrato permanente. Los ingresos de este profesional han de corresponderse con el nivel de responsabilidad y su disponibilidad de viajar. Se recomienda que sean de unos 12000 USD/anuales.
- Profesional torrero, con experiencia en los sistemas EHAS. Generalmente se necesitarán sus servicios en las actividades de mantenimiento correctivo. Sus viáticos y seguro están incluidos en el presupuesto de mantenimiento correctivo y preventivo.
- Piloto experimentado en navegación en el río Napo. Sus viáticos y seguro están incluidos en el presupuesto de mantenimiento correctivo y preventivo.

La Tabla 7.18 muestra un resumen de las actividades específicas de N1 y N2 y la dedicación que tendrán al trabajo de mantenimiento. Se ha calculado en H·M (hombres mes) y como un porcentaje por actividad específica. Cada técnico N1 tendrá una dedicación de un 30 % de su jornada laboral a tareas específicas definidas en este plan, mientras N2 tendrá una dedicación de un 85 % a sus tareas específicas y el resto a otras coordinaciones transversales.

	N1	N2
Monitorización	8	15
SGI y Mantenimiento correctivo	8	18
Mantenimiento preventivo	100	100 ⁷
Gestión de Stock	5	15
Elaboración de informes	3	15
Formación Continua	5	13
Coordinaciones logísticas	0	17
Coordinación del equipo	3	10
TOTAL	30	85

Cuadro 7.18: Recursos Humanos para el Plan Operativo de Mantenimiento.

Como sabemos, una de las peculiaridades de la periferia loretana es la elevada rotación de personal en instituciones como Salud. Este hecho afecta tanto a usuarios como al equipo de mantenimiento. Para contrarrestarlo, nos apoyamos en la formación continua del personal mediante cursos y talleres presenciales, y cursos on-line, utilizando los propios sistemas TIC.

Formación continua

Con el fin de actualizar los conocimientos del equipo de mantenimiento en materia de operación y mantenimiento de los sistemas TIC instalados, se ha realizado un “Plan de Formación Continua” (ver Capítulo 8) donde se especifican objetivos y contenidos. La herramienta principal de este plan consistirá en el uso de un servidor de formación a distancia donde se ubicarán los contenidos recomendados, así como herramientas colaborativas: foros, blogs, etc. El coste de esta potente iniciativa es el de mantener actualizados los contenidos y dar seguimiento a las consultas. Esta tarea será responsabilidad de N2. Adicionalmente se recomienda realizar un curso anual de actualización en mantenimiento. La organización de un curso de mantenimiento destinado a N1 y N2 en la ciudad de Iquitos tendrá un coste aproximado de 2000 USD/curso.

7.3.3. Evaluación

Según el Plan de operación y Mantenimiento presentado por PAMAFRO [PAM09], se recomienda realizar un seguimiento y evaluación del mantenimiento por parte de Fundación EHAS. Este apoyo, reflejado por parte de N3 y N4, será mayor al comienzo de esta nueva etapa. El presupuesto de este soporte es de 3760 USD para el primer año y 1632 USD para el segundo año.

En lo referente a la evaluación de este Plan Operativo de Mantenimiento, se trata de realizar una evaluación de los factores de sostenibilidad de los sistemas TIC instalados en la cuenca del río Napo. Este plan operativo de mantenimiento afecta fundamentalmente a los factores de sostenibilidad tecnológica: eficacia, usabilidad y confiabilidad de los sistemas. La eficacia está referida al grado de uso y calidad de los sistemas para servir al fin para el que fueron diseñados; la usabilidad se refiere a la facilidad del interfaz hombre-máquina y las necesidades de capacitación para su uso; la confiabilidad está basada en componentes de robustez, seguridad, interoperabilidad y facilidad para la reparación y mantenimiento. Adicionalmente, la evaluación el estado de la sostenibilidad de los sistemas TIC tendrá en cuenta factores económicos e institucionales, así como el impacto de los sistemas en los procesos de salud.

7.3.4. Presupuesto

Una estimación genérica del coste del mantenimiento de una infraestructura TIC es entre el 5 % y el 10 % del coste total de construcción inicial de la infraestructura. En conjunto, el coste de implementación de la red Napo, esto es, las redes PAMAFRO-RECOVODA y AMA08, asciende a aproximadamente 500.000 USD. Entonces, el presupuesto de mantenimiento se prevee

7 Plan Operativo del Mantenimiento

que se encuentre en el rango entre 25.000 y 50.000 USD.

El presupuesto de ejecución de este Plan Operativo de Mantenimiento se muestra en la Tabla 7.19.

Concepto	Coste (USD)
Mantenimiento preventivo	9616
Mantenimiento correctivo	5730
Seguros	2000
Formación Continua	2000
Contratación e incentivos de personal	12000
Evaluación Fundación EHAS	3760
TOTAL	35106

Cuadro 7.19: Presupuesto anual general del plan operativo de mantenimiento.

7.4. A Futuro

En este capítulo se ha sugerido el esqueleto de un plan operativo de mantenimiento, teniendo en cuenta los fundamentos teóricos del mantenimiento y la experiencia de los proyectos en zonas rurales aisladas de la Fundación EHAS. El objetivo fundamental consistió en dar un enfoque centrado en la importancia de recopilar la información de la experiencia, que se va realimentando con el paso del tiempo, en lo que hemos denominado el Conocimiento Histórico de la Red. Las labores más importantes de este enfoque, como son la monitorización, la gestión de las incidencias y la realimentación mediante recogida de informes, han sido las tareas tradicionalmente suprimidas en los planes de mantenimiento. Tal vez esto sea debido a que estas tareas, menos vistosas, implican un estricto nivel organizativo y de planificación, que es difícil de lograr en los proyectos de cooperación internacional para el desarrollo. Sin embargo, la gran ventaja de estas tareas es que son precisamente las menos costosas económicamente, e incluso contribuyen a minimizar otras más costosas como son las intervenciones presenciales.

Este plan operativo de mantenimiento ha de ser implementado dentro de las actividades convencionales de la institución responsable, en este caso, la Dirección Regional de Salud de Loreto. El N2 definido en este documento es parte de la plantilla de la DIRESA, integrándose en la Oficina de Telemedicina, y del GOREL, desde su Oficina de Telemedicina. El presupuesto designado a este Plan Operativo de Mantenimiento de la red Napo es aportado por el Gobierno Regional de Loreto. El presupuesto, especialmente aquél dedicado a la Gestión de Stock y logística, debe formar parte de un Fondo Acumulado que permita acciones rápidas de compras y desembolso en combustible, de manera que se respeten los tiempos acordados para la consecución de la disponibilidad fijada.

8 Plan de Formación Continua

8.1. Introducción

Como se indicó en el análisis de la problemática de sostenibilidad del caso Napo en la Sección 2.3, existen vulnerabilidades relativas a las capacidades del personal de salud usuario en el uso de las Tecnologías de la Información y Comunicaciones, y a las capacidades del personal técnico en su mantenimiento. El hecho es que desde el año 2006 se han realizado un total de 3 cursos presenciales de capacitación de usuarios, como puede observarse en la Tabla 8.1.

Proyecto	Actividad	Recursos	Lugar	Periodo de ejecución	Asistentes
PAMAFRO (Alto Napo)	Primer Curso Red Napo	Manual de Ofimática en Ubuntu Linux, Manual de Utilitarios e Internet y Manual de Operaciones	Ciudad de Iquitos	18/09/2006 - 22/09/2006	30
	Segundo Curso Red Napo	Manual de Ofimática en Ubuntu Linux, Manual de Utilitarios e Internet y Manual de Operaciones	Ciudad de Iquitos	5/03/2007 - 9/03/2007	14
AMA08 (Bajo Napo)	Curso de Ofimática Red Napo	Manual de Ofimática en Ubuntu Linux, Manual de Utilitarios e Internet y Manual de Operaciones	Localidades de Mazán y Negro Urco	14/11/2008 - 22/11/2008	8

Cuadro 8.1: Resumen de indicadores de evaluación del riesgo de fracaso en sostenibilidad.

Resulta evidente que esta estrategia de formación es insuficiente para que el personal de salud acoja la tecnología, teniendo en cuenta que en su mayoría este personal nunca había tenido contacto con las TIC, y desarrolle las competencias necesarias para utilizar y beneficiarse de las TIC de la manera más adecuada. Como se vio en el Capítulo 6, la responsabilidad humana de la intervención en Napo relativa a la capacitación de usuarios y capacitación en mantenimiento era de la Fundación EHAS, por lo que las actividades asociadas a este campo estaban dotadas de escasos recursos materiales y de tiempo asociados a proyectos específicos. A continuación se

8 Plan de Formación Continua

detalla un listado de los otros problemas relacionados con la estrategia de capacitación seguida hasta el momento:

- En toda la intervención en Napo se han realizado 3 cursos presenciales programados,
- Los ingenieros de EHAS y otros voluntarios han realizado sesiones de apoyo al uso de las TIC orientadas a los usuarios durante las intervenciones de mantenimiento en sus respectivos establecimientos de salud,
- Los cursos programados se han orientado al manejo de herramientas de Ofimática, mientras que no se han trabajado los contenidos relativos a la operación y mantenimiento básico de los sistemas salvo en las sesiones esporádicas de mantenimiento,
- Los cursos presenciales han resultado muy costosos: unos 400 USD por alumno.
- Los índices de asistencia a las capacitaciones de usuarios y de mantenimiento son relativamente bajos, ya que el personal de salud no obtiene fácilmente permiso para abandonar su puesto y viajar para realizar los cursos,
- La Unidad de Capacitación de la DIRESA, responsable de los programas de formación del personal de salud en Loreto, no ha participado en los planes de capacitación desarrollados en Napo.

Entonces, con este Plan de Formación Continua se pretenden dar las pautas para garantizar el refuerzo y actualización de competencias y capacidades de los usuarios en el manejo y mantenimiento básico de las Tecnologías de la Información y Comunicaciones. Una de las preocupaciones tradicionales de la Fundación EHAS es que el aprovechamiento de las potencialidades de las TIC no se optimiza, en parte debido al estancamiento del aprendizaje de los usuarios. Si bien es cierto que desde que se instalaron las TIC en Napo, el personal de salud rural ha recibido apoyo de las microrredes para la aplicación de las TIC a los procesos de salud y en ocasiones han utilizado Internet para ampliar sus conocimientos en alfabetización digital, el uso de las TIC en Napo podría ser mucho más adecuado potenciando las capacidades de los usuarios y de los técnicos de mantenimiento.

8.2. Metodología

La definición de la metodología de aprendizaje a seguir en este Plan es uno de los puntos clave para la mejora de las capacitaciones sobre TIC realizadas en las intervenciones en Napo. Se tendrán en cuenta cuatro aspectos clave en la implementación del plan: un enfoque andragógico y de desarrollo de competencias, la realización de módulos de formación presencial, la realización de módulos de formación a distancia y la formación de formadores. Estas consideraciones nacen al tener en cuenta que el colectivo de personal de salud rural está consituido por personas adultas, en su mayoría con un nivel educativo medio, formación limitada en su ámbito profesional y gran experiencia vital y en el desempeño de su trabajo. El acceso a módulos formativos por parte de este colectivo es muy reducido, debido al escaso tiempo disponible que su vida profesional deja para estas actividades, las largas distancias a los centros de formación, sus perfiles heterogéneos,

y su mayor experiencia práctica en detrimento de conocimientos teóricos.

A continuación se realiza una descripción de cada uno de estos cuatro pilares:

- **Enfoque andragógico y de desarrollo de competencias.** La teoría andragógica descrita por Malcom Knowles describe el aprendizaje en adultos como “el proceso de mejorar su capacidad de afrontar situaciones vitales (y profesionales) con las que se encuentran en el día a día”. Esto se resume en los 3 principios siguientes [Fid]:
 - Participación. A diferencia del modelo pedagógico, los adultos no aprenden simplemente el temario propuesto, sino que necesitan saber la razón subyacente o cómo este conocimiento les beneficiará en el futuro. Por tanto, las lecciones deben diseñarse incorporando las necesidades de los alumnos e incluir un feedback sobre la relevancia del proceso de aprendizaje del que participan.
 - Horizontalidad. Los adultos han de sentirse autónomos y responsables de su propio proceso de aprendizaje, así como del rumbo que éste toma. No se trata sólo de seguir un temario dado, sino que éste debe enriquecerse con los conocimientos y la experiencia que los alumnos ya tienen, ayudándoles a resolver problemas realistas.
 - Flexibilidad. Al tener los adultos una situación personal y profesional con numerosas responsabilidades, el aprendizaje debe respetar los tiempos necesarios según sus heterogéneas aptitudes y disponibilidad.

Entonces, el proceso de aprendizaje deberá estar orientado al desarrollo de competencias específicas en el manejo de las TIC que sean útiles a la resolución de las necesidades vitales y profesionales del personal de salud rural.

- **Realización de cursos presenciales.** Esta forma de desarrollo de capacidades es fundamental en el primer contacto con las TIC y para un acercamiento entre formadores y alumnos. También la interacción con otros alumnos con similares aptitudes e inquietudes es un factor motivador del aprendizaje. Sin embargo, el contexto del Napo hace que estas actividades sean poco viables, por lo que la frecuencia de los cursos presenciales será siempre insuficiente.
- **Realización de cursos a distancia.** Estas actividades favorecen la continuidad del aprendizaje en el tiempo y dan mayor flexibilidad a la formación accesible al personal de salud, a la vez que posibilitan un seguimiento del proceso de aprendizaje. Sin embargo, la formación a distancia se ve afectada en mayor medida por componentes socioculturales que limitan la adaptación a esta nueva forma de aprendizaje, así como por la apropiación de la tecnología utilizada para *e-learning*.
- **Formación de formadores.** Los formadores que tradicionalmente asisten al personal de salud rural, esto es, pertenecientes a la Unidad de Capacitación de la DIRESA, han de adquirir así mismo todas las competencias definidas en los módulos de formación de este Plan, además de incorporar las herramientas de formación a distancia en su metodología de trabajo.

8.3. Contenidos

Se definen cuatro bloques temáticos relacionados con las capacidades en el uso y mantenimiento de las Tecnologías de la Información y Comunicaciones:

1. Uso de la computadora (niveles básico y avanzado)
2. Uso de la herramienta de formación a distancia (para alumnos o docentes)
3. Operación de los sistemas TIC
4. Mantenimiento de los sistemas TIC (niveles básico y avanzado)

8.3.1. Uso de la computadora

Para el desarrollo de competencias relativas al uso de la computadora se ha seguido el estándar de Acreditación Europea de Manejo de Ordenador Syllabus (ECDL) [Lic]. Este bloque es seguramente el más complejo y se compone de un total de 6 módulos ¹:

- **Módulo 1: Conceptos básicos.** Exige al alumno que entienda a nivel básico algunos de los principales conceptos sobre las TIC. Se requiere que el alumno comprenda el funcionamiento de un ordenador personal, tanto hardware como software, y algunos conceptos como el almacenamiento de información y la memoria. El alumno también debe entender la utilización de las redes informáticas y ser consciente de las aplicaciones del software en la vida cotidiana. Tiene que saber valorar aspectos relacionados con la salud y la seguridad así como algunos de los factores ambientales relacionados con el uso de los ordenadores. El alumno debe ser consciente de aspectos importantes sobre seguridad y legalidad asociados al uso de los ordenadores.
- **Módulo 2: Uso del ordenador y gestión de ficheros.** Exige al alumno que demuestre sus conocimientos y competencia en la utilización de las funciones básicas de un ordenador personal y de su sistema operativo. El alumno debe ser capaz de ajustar la configuración general, utilizar las características de ayuda incorporadas y actuar adecuadamente ante las aplicaciones que no respondan. Deber ser capaz de operar con efectividad a través del entorno del escritorio y trabajar con sus iconos y ventanas. El alumno tiene que saber cómo manejar y organizar archivos y directorios/carpetas y conocer cómo se pueden duplicar, mover, eliminar, comprimir y extraer. El alumno debe comprender qué es virus informático y debe ser capaz de utilizar programas antivirus. También tiene que mostrar su habilidad en el uso de herramientas sencillas de edición y en las utilidades de gestión de impresión incorporadas al sistema operativo.
- **Módulo 3: Procesador de Textos.** Exige al alumno que demuestre su destreza en el uso de una aplicación de procesador de textos instalada en un ordenador. El alumno debe ser capaz de resolver tareas habituales relacionadas con la creación, formateo y finalización de documentos breves, dejándolos listos para su distribución. Debe saber cómo duplicar

¹Se ha excluido el módulo ECDL de manejo de bases de datos por no considerarse relevante para el proyecto.

y mover texto dentro de un mismo documento o entre documentos. El alumno tiene que mostrarse competente en el uso de las opciones asociadas a las aplicaciones de procesador de textos tales como la creación de tablas y la incorporación de gráficos e imágenes en un documento y también en la utilización de las herramientas de combinación de correspondencia.

- **Módulo 4: Hojas de cálculo.** Exige al alumno que comprenda el concepto de hoja de cálculo y muestre su habilidad en el uso de una aplicación de hojas de cálculo instalada en un ordenador. El alumno debe entender y ser capaz de realizar tareas relacionadas con el desarrollo, formateo, modificación y distribución de hojas de cálculo sencillas. Debe saber escribir y aplicar operaciones matemáticas y lógicas utilizando funciones y fórmulas estándar. El alumno tiene que demostrar su competencia en la creación y edición de gráficos.
- **Módulo 5: Presentaciones.** Se exige al alumno que demuestre su competencia en el uso de herramientas de presentación instaladas en un ordenador. El alumno debe ser capaz de realizar tareas de creación, formateo, modificación y preparación de presentaciones utilizando distintos modelos de diapositivas aptos para proyecciones y distribuciones impresas. También debe saber cómo duplicar y mover texto, dibujos, imágenes y gráficos dentro de una misma presentación o entre varias. El alumno tiene que demostrar dominio en operaciones básicas con imágenes, gráficos, objetos dibujados y en la utilización de efectos relacionados con la presentación de las diapositivas.
- **Módulo 6: Información y comunicación.** Este módulo se divide en dos secciones. La primera, Información, exige al alumno que entienda algunos de los conceptos y vocabulario asociados al uso de Internet y que sea sensible a algunas consideraciones relacionadas con la seguridad. El alumno debe ser capaz de realizar tareas básicas de acceso a sitios Web utilizando un explorador de Web y los motores de búsqueda disponibles. El alumno tiene que saber guardar direcciones de páginas web de su interés (marcadores), imprimir páginas y buscar información en ellas. También debe dominar la utilización de formularios de páginas web. En la segunda sección, Comunicación, se exige al alumno que entienda los conceptos básicos relacionados con el correo electrónico (e-mail) y sea sensible a los aspectos de seguridad correspondientes. El alumno tiene que demostrar su habilidad en el uso de software de correo electrónico para enviar y recibir mensajes y manejar archivos adjuntos. El alumno debe ser capaz de organizar y utilizar las carpetas de mensajes disponibles en el software de correo electrónico.

De todas las competencias descritas en estos módulos, se seleccionará un conjunto de ellas para conformar los cursos de nivel básico y se completará el listado de competencias en el curso de nivel avanzado.

8.3.2. Uso de la herramienta de formación a distancia

Con el fin de potenciar un aprendizaje continuado y autónomo, centrado en los alumnos, se propone un módulo único que trate la utilización de la herramienta de formación a distancia Moodle [moo09].

8 Plan de Formación Continua

Para los alumnos, las competencias a desarrollar serían las siguientes:

- Conocer la estructura básica de Moodle: categorías, cursos, actividades, recursos, grupos, planificación, sistema de evaluación.
- Conocer la forma de acceso y normas de utilización de Moodle
- Conocer la disposición en pantalla y navegación por menús
- Participar en el chat integrado
- Conocer las normas de uso y participar en foros
- Saber completar y enviar consultas y cuestionarios de evaluación
- Conocer las normas de uso y participar en talleres
- Saber utilizar recursos digitales, multimedia y SCORM
- Conocer las normas de uso y editar la Wiki

Por su parte, para los docentes, las competencias a desarrollar serían, además de las anteriores, las siguientes:

- Conocer cómo añadir y configurar un curso
- Conocer cómo añadir y configurar contenidos y actividades en un curso (foros, cuestionarios de evaluación, glosarios, wikis, lecciones, char)
- Gestión de actividades y estadísticas de seguimiento de alumnos
- Conocer las normas de uso y moderar foros
- Saber generar y enviar consultas y cuestionarios de evaluación
- Conocer las normas de uso y moderar talleres
- Saber utilizar recursos digitales, multimedia y SCORM
- Conocer las normas de uso y editar la Wiki

8.3.3. Operación y mantenimiento básico de los sistemas TIC

Para el desarrollo de las competencias de los usuarios en el uso y cuidado de los sistemas TIC instalados en sus respectivos establecimientos de salud, se realizará un único módulo donde se desarrolle la temática siguiente:

- Comprensión de nociones básicas de electricidad y de funcionamiento de redes de ordenadores y servicios asociados
- Conocimiento de la instalación de TIC en su establecimiento de salud: sistema eléctrico, sistema informático y de comunicaciones, e instalación en las torres de repetidores.

- Operación del servicio de telefonía: directorio, uso adecuado y cuidado del sistema
- Operación de la computadora: componentes y conexiones, uso adecuado y cuidado del sistema
- Operación de los servicios de telemedicina: HCE, diagnóstico por estetoscopia, diagnóstico por microscopía, etc.
- Producción de contenidos de salud a través de las TIC y otros contenidos relevantes localmente
- Gestión de los servicios de telemedicina (orientado exclusivamente a personal de la Oficina de Telemedicina)
- Uso adecuado y cuidado del sistema eléctrico e instalaciones físicas
- Resolución de problemas sencillos asociados a la instalación

8.3.4. Mantenimiento avanzado de los sistemas TIC

Al igual que el personal de salud usuario, el personal local de mantenimiento definido como N1 en el Plan Operativo de Mantenimiento necesita mayor continuidad en su aprendizaje respecto a la gestión de la red y las incidencias, así como en el mantenimiento de los sistemas. Por ello se propone los siguientes objetivos para este módulo:

- Consolidar el conocimiento sobre las características técnicas básicas de sistemas de telecomunicaciones inalámbricas adecuadas para sectores rurales,
- Mejorar las competencias requeridas para realizar las actividades de mantenimiento preventivo y correctivo de sistemas de telecomunicaciones inalámbricos WiFi como los instalados en el la cuenca del río Napo
- Desarrollar las competencias necesarias para realizar las tareas básicas de monitoreo y gestión de la red usando el sistema de gestión implementado.
- Desarrollar las competencias necesarias para hacer uso del sistema de gestión de incidencias que se implementa en la Red Napo.

8.4. Recursos

Los recursos necesarios para la implementación de este Plan son los siguientes:

- Herramientas de aprendizaje: material didáctico para los cursos presenciales y a distancia, guías docentes, manuales de apoyo para los usuarios y la plataforma de aprendizaje a distancia basada en Moodle (incluye planificación, evaluaciones, foros, chat, etc)

8 Plan de Formación Continua

- Infraestructura para Formación: instalación y mantenimiento del servidor de plataforma Moodle, edición de materiales impresos, aula informática para cursos presenciales (ordenadores en red con acceso a Internet), proyector multimedia, pizarra y artículos de escritorio.
- Recursos Humanos: los cursos presenciales requerirán de un formador por cada 10 alumnos, los cursos a distancia precisarán de un formador por cada 10 alumnos durante el periodo de impartición de los mismos, y el seguimiento continuado de alumnos requerirá de un formador con dedicación parcial permanente de unas 10 horas semanales para resolución de dudas, animación de alumnos y moderación de foros.

8.4.1. Planificación y presupuesto

De acuerdo a la metodología y contenidos definidos en este Plan de Formación Continua, se propone una planificación a seguir para la implantación del mismo según la Tabla 8.2 durante el primer año de implantación del Plan. En esta planificación se ha considerado un diseño de los cursos a distancia basado en el modelo “por temas” en lugar de “por semanas” [moo09], con el objetivo de dar mayor flexibilidad al proceso de aprendizaje dada la dispar disponibilidad de los alumnos. De esta forma, en el lapso de todo un año se espera que los usuarios, según sus necesidades y aptitudes, superen los cursos online. La labor del docente en este sentido es la de dar seguimiento permanente y evaluar el proceso de aprendizaje de los usuarios, modelando su ritmo de trabajo a su situación particular.

Actividades	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
Preparación de infraestructura de formación	■											
Preparación de herramientas de aprendizaje			■	■	■	■						
Formación de Formadores		■										
Curso presencial usuarios				■								
Curso Básico a distancia para usuarios					■	■	■	■	■	■	■	■
Curso Avanzado a distancia para usuarios									■	■	■	■
Curso presencial de mantenimiento				■								
Curso a distancia de mantenimiento					■	■	■	■	■	■	■	■
Seguimiento y soporte mediante e-mail, chat, foros				■	■	■	■	■	■	■	■	■

Cuadro 8.2: Programación anual del Plan de Formación Continua (Año 1).

En este Plan de Formación Continua se han definido la metodología a seguir y los contenidos necesarios para garantizar que los usuarios y técnicos de mantenimiento de la red de telemedicina tienen las competencias requeridas para operar y mantener las TIC en el tiempo. El siguiente

8 Plan de Formación Continua

paso será diseñar los cursos: presencial de usuarios, Básico a distancia para usuarios, Avanzado a distancia para usuarios, presencial para técnicos de mantenimiento, a distancia para técnicos de mantenimiento y de formación de formadores. En estos cursos será preciso determinar los contenidos específicos de cada uno, su duración y mecanismos de evaluación de capacidades adquiridas.

9 Ejecución del Plan

El proyecto de UPM08 de “Mejora de los procesos de atención de salud a través del uso eficaz de las TIC en la cuenca del río Napo, Departamento de Loreto” de la Fundación EHAS, financiado en su mayor parte por la Universidad Politécnica de Madrid, orientado a fortalecer el mantenimiento y la sostenibilidad de la red de telemedicina instalada en la cuenca del río Napo estaba dotado con 55.000 euros y tenía un plazo de ejecución que iniciaba en marzo de 2009 y terminaba en marzo de 2010. La figura 9.1 muestra el cronograma de actividades propuesto inicialmente para este proyecto.

Al inicio del proyecto, la mayor parte de las tareas consistieron en la programación de actividades en campo y en la investigación y diseño del Plan Integral de Sostenibilidad. Para ello se ha contrastado documentación previa de intervenciones de la Fundación EHAS en esta zona, y se ha realizado una revisión de literatura sobre cómo plantear e implementar este tipo de estrategias. En este capítulo se detallan las principales acciones impulsadas por el proyecto y que constituyen la puesta en práctica de los planes definidos en los capítulos anteriores.

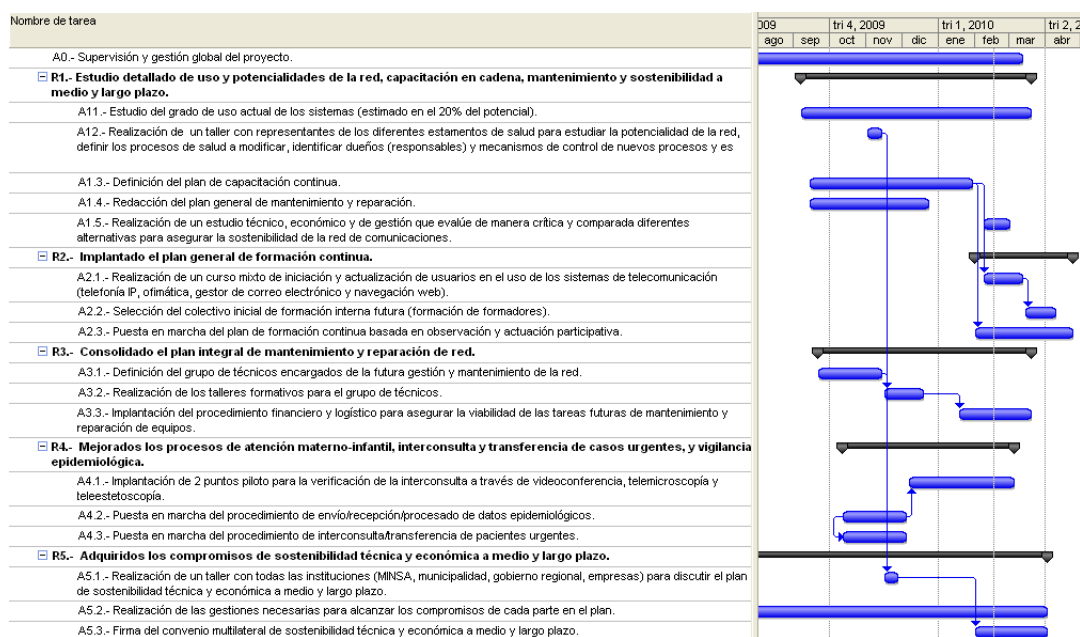


Figura 9.1: Cronograma de trabajo del proyecto UPM.

9.1. Puesta en marcha del Plan Institucional y Financiero

El Plan Institucional y Financiero comenzó con una fase de realimentación de información por parte de diferentes autoridades. El proyecto UPM tenía programado un Taller-Encuentro con las instituciones, y aprovechando la ocasión de formular las invitaciones mediante entrevistas personales, se realizó un primer sondeo de opinión sobre posibles soluciones al problema de sostenibilidad, actores importantes no considerados previamente por el proyecto y estrategias de aproximación a dichos actores. Además de este encuentro, se realizaron diversas reuniones bilaterales cuyos resultados fueron formalizados por medio de actas firmadas por los asistentes. Estos documentos sirvieron para completar el expediente de relaciones previas entre la Fundación EHAS y el Gobierno Regional con el fin de formalizar la donación de la infraestructura TIC del proyecto en Napo, entre otros. A continuación se detallan los acuerdos obtenidos en cada fase.

9.1.1. Encuentro Inter-Institucional para la Sostenibilidad de la red Napo

El día 24 de noviembre de 2009 se realizó un encuentro entre instituciones de la región Loreto relevantes para la sostenibilidad de la red, en cuanto que podían tener intereses comunes o propios en la utilización de la infraestructura. Para ello se citó a los diversos actores en un lugar neutral, un hotel, de manera diferente a como ha venido actuando la Fundación hasta el momento¹. El objetivo fundamental era llegar a una serie de acuerdos entre las partes que apoyaran la sostenibilidad del proyecto. Se propuso el programa siguiente:

1. El Programa EHAS: Introducción a las Redes de Telemedicina Rural en Loreto
2. Análisis de la situación actual de la Red del Napo y la problemática de su sostenibilidad
3. Presentación de propuestas para el mantenimiento y sostenibilidad de la Red Napo
4. Mesa redonda para la elaboración de una propuesta definitiva
5. Elaboración de una propuesta definitiva para el aseguramiento de la sostenibilidad de la Red Napo
6. Calendarización de actividades y compromisos
7. Firma del Acta de Reunión

Y se elaboraron y entregaron invitaciones a diversas personalidades en cada institución, de manera que los asistentes se muestran en la lista siguiente:

GOBIERNO REGIONAL DE LORETO (GOREL):

¹Debido al limitado presupuesto de los proyectos, y en general, a la tendencia a pensar que hay cosas más útiles en las que gastar el dinero, la Fundación EHAS hasta ahora siempre había contado con la utilización de espacios del resto de actores, como por ejemplo el auditorio de la DIRESA. Se había optado por esta opción pensando que eso fortalecía la relación al haber una aportación por parte de la DIRESA, en este caso. Sin embargo, durante la ejecución del proyecto, desde el GOREL fuimos advertidos de que esto podía causar desinterés en algunas personas clave, por tratarse de un tema específico de salud.

9 Ejecución del Plan

- Carmen Montalván Inga (Asesora de Presidencia)
- Ulises Jorge Aguilar (Asesor de Presidencia)
- Elmo Carbonel Mostacero (Oficina Ejecutiva de RRHH y OEDII)
- Marlina Otrera Panduro (Oficina Ejecutiva de Cooperación Internacional)
- Edinson Cárdenas Mendoza (SGRIP-OPI)
- Mario Javier De la Cruz Flores (Oficina ejecutiva de Desarrollo Institucional e Informática - OEDII)
- Américo Sánchez Cosavalente (Oficina ejecutiva de Desarrollo Institucional e Informática - OEDII)

DIRECCIÓN REGIONAL DE SALUD LORETO (DIRESA):

- Carlos Manrique De Lara Estrada (Director General)
- Yuri Alegre Palomino (Centro de Prevención y Control de Enfermedades)
- Carlos Cabrera Cuadros (Unidad de Estadística, Informática y Telecomunicaciones)
- Ramón Manuel Cevallos Vera (Sistemas administrativos y planeamiento)
- Graciela Meza Sánchez (Coordinación proyectos de Salud en AECID)

MICRO-RED NAPO – CENTRO DE SALUD DE SANTA CLOTILDE

- Óscar Eduardo Manihuari Tamani (Administración Micro-red Napo)

UNIVERSIDAD NACIONAL DE LA AMAZONÍA PERUANA (UNAP)

- Alejandro Reátegui Pezo (Facultad de Ing. De Sistemas e Informática)

INSTITUTO DE INVESTIGACIONES DE LA AMAZONÍA PERUANA (IIAP)

- Isaac Ocampo Yahuarcani (Programa de Investigación en Sist. Información)

Los acuerdos alcanzados se muestran a continuación. En ellos cada institución pone su parte: la Fundación EHAS se compromete a realizar la donación de las redes, la DIRESA y el GOREL avanzarán en modificar su organigrama, la UNAP y el IIAP se comprometen a acercarse a la tecnología usada por EHAS e integrarla en sus proyectos de investigación, así como a desarrollar aplicaciones para otros sectores que utilicen dicha infraestructura.

1. Elaboración de un compromiso presupuestario y convenio entre Fundación EHAS y Gobierno Regional, con el apoyo de la Oficina Ejecutiva de Cooperación Internacional del GOREL para la redacción y firma de actas.
2. Entrega de expedientes técnicos necesarios para la formulación de solicitudes de presupuesto. La entrega será realizada por parte de Fundación EHAS y PAMAFRO a la Oficina Ejecutiva de Desarrollo Institucional e Informática del GOREL, para el inicio de la tramitación de un presupuesto anual para la sostenibilidad de los sistemas de comunicaciones.
3. Transferencia definitiva de los sistemas de telecomunicaciones EHAS en modo de donación, desde Fundación EHAS y PAMAFRO al Gobierno Regional.

9 Ejecución del Plan

4. Formulación y presentación de solicitud de crédito presupuestario, de manera conjunta desde la Oficina de Planeamiento de la DIRESA a la Subgerencia de Presupuesto de la Gerencia de Planeamiento del GOREL, teniendo como base el Plan Operativo de Mantenimiento entregado por la Fundación EHAS.
5. Formulación y reestructuración de la Dirección de Estadística, Informática y Comunicaciones de la DIRESA para gestión del uso e impacto de las TIC en los procesos de salud. La DIRESA realizará los procedimientos organizativos correspondientes para la creación de una Oficina de Telemedicina que acoja la operación de los sistemas de telecomunicaciones y su uso y aplicación a los procesos de salud. El mantenimiento de dichos sistemas será garantizado por el GOREL, y coordinado conjuntamente desde la DIRESA.
6. Avance en la operatividad del mantenimiento: capacitación del personal designado en Gobierno Regional y Dirección Regional de Salud e inicio de tareas de mantenimiento. La Fundación EHAS invitará a dicho personal a los diversos cursos presenciales de formación en operación y mantenimiento de los sistemas de telecomunicaciones que serán celebrados en la región Loreto entre noviembre de 2009 y marzo de 2010.
7. Coordinación de funciones y actividades específicas de mantenimiento de los técnicos capacitados en mantenimiento en la zona rural. La DIRESA realizará los cambios funcionales necesarios para el reconocimiento de las funciones y actividades específicas de mantenimiento que realizarán los técnicos de mantenimiento en los establecimientos rurales, coordinados desde la Oficina de Telemedicina de la DIRESA.
8. Difusión y prensa: relanzamiento del Programa EHAS. Con motivo de la transferencia definitiva de los sistemas de telecomunicaciones y firma de convenio entre Fundación EHAS y Gobierno Regional, se organizará un evento de difusión a gran escala coordinado desde el propio GOREL.
9. Difusión del Programa EHAS en UNAP e IIAP. En su compromiso de transferencia de conocimiento, la Fundación EHAS realizará reuniones y otras actividades de difusión del Programa EHAS a los profesionales de la UNAP e IIAP. Fundación EHAS, UNAP e IIAP trabajarán en el estrechamiento de las relaciones entre estas instituciones mediante la firma de proyectos conjuntos o convenios de colaboración.

En los Anexos (Capítulo V) se puede encontrar el documento completo de acta de este encuentro, firmado por los asistentes.

9.1.2. Acuerdos unilaterales

Compromiso con el GOREL

El día 19 de noviembre de 2009 en la Oficina Presidencial del GOREL se mantuvo una reunión coordinada por la Asesora de Presidencia, la Dra. Carmen Montalván, a la cual asistieron la Fundación EHAS y el jefe del proyecto PAMAFRO/ORAS, y varias autoridades del GOREL: el propio Presidente Regional, el Jefe Oficina Desarrollo Institucional e Informática, el Gerente Regional de Planificación, Presupuesto y Acond. Territorial, y el Gerente Regional de Desarrollo

Social, entre otros.

En esta reunión, la Fundación EHAS asumió los compromisos siguientes:

- Tiene la intención de regularizar la donación realizada en el año 2006 de los equipos e infraestructura instalados en las estaciones ubicadas en Alto Amazonas, según las Resoluciones Directorales de la Dirección Regional de Salud de Loreto
- Tiene la intención de transferir en calidad de donación al Gobierno Regional de Loreto los equipos e infraestructura de otras 22 estaciones ubicadas en la cuenca del río Napo y en otras zonas de las provincias de Alto Amazonas y Datem del Marañón, instaladas para el uso de los establecimientos de salud ubicados de dichas zonas. El detalle de los establecimientos y equipos será entregado en comunicación separada.
- Tiene la intención de seguir apoyando al GOREL en la búsqueda de soluciones técnicas de bajo costo para mejorar la tecnología de Telecomunicaciones rurales y la atención remota en salud mediante servicios de telemedicina
- Se compromete a apoyar a las entidades académicas y de investigación de la Región Loreto para implementar centros de investigación y laboratorios adecuados para seguir con la investigación de las tecnologías TICs que ayuden a mejorar los sistemas de comunicación de las poblaciones más alejadas.
- Se compromete a seguir brindando asesoría técnica a los técnicos de telecomunicaciones del GOREL y la DIRESA
- Se compromete a proporcionar al GOREL un Plan Operativo de mantenimiento de los Sistemas de Telecomunicaciones de la Región Loreto.

El GOREL, por su parte:

- Acuerda aceptar en calidad de donación la infraestructura y equipos de telecomunicaciones instalados mediante los proyectos de “Mejora de las condiciones de salud de las poblaciones rurales mediante el uso apropiado de las Tecnologías de Información y Comunicaciones (TIC)” ejecutados por el Programa EHAS.
- Se compromete a garantizar el acceso a la Fundación EHAS a los equipos e infraestructura de telecomunicaciones existentes en la Región Loreto, instalados tanto por el Programa EHAS como por el Proyecto PAMAFRO/ORAS, con el fin de que Fundación EHAS siga apoyando al GOREL en la búsqueda de soluciones técnicas de comunicaciones.
- Se compromete a garantizar la operatividad y mantenimiento de los sistemas de telecomunicaciones existentes en la Región Loreto, instalados tanto por el Programa EHAS como por el Proyecto PAMAFRO/ORAS, para el desarrollo de sistemas de telemedicina rural
- Hacer mejoras y ampliaciones de las redes de telecomunicaciones para dar servicios a más comunidades y en otras áreas, preferentemente de interés social.

9 Ejecución del Plan

- Designa al Jefe de la Oficina de Desarrollo Institucional e Informática para las coordinaciones necesarias para efectivizar el Plan Operativo de mantenimiento de los sistemas de Telecomunicaciones de la Región Loreto y gestionar el presupuesto necesario.

En los Anexos (Capítulo V) se puede encontrar el documento completo de acta de acuerdos y compromisos firmado por los asistentes.

Compromiso con la DIRESA

El día 4 de diciembre de 2009 se mantuvo una reunión en las oficinas de la Dirección Ejecutiva de Centro Regional de Prevención y Control de la Dirección Regional de Salud de Loreto, para tratar el tema relacionado a la creación de una Oficina de Telemedicina que apoye la sostenibilidad de los sistemas de telecomunicaciones para telemedicina existentes en la Región.

En esta reunión la Fundación EHAS se comprometió a:

- Se compromete a proporcionar a la DIRESA una Propuesta de creación de la Oficina de Telemedicina
- Se compromete a proporcionar a la DIRESA el Plan Operativo de Mantenimiento de los sistemas de telecomunicaciones instalados en el marco del Programa EHAS y el Proyecto PAMAFRO/ORAS
- Se compromete a proporcionar a la DIRESA el Manual de Operación de los sistemas de telecomunicaciones VHF y WiFi, Manual de Mantenimiento de los sistemas de telecomunicaciones VHF y WiFi, Manual de uso de los sistemas de gestión de redes WiFi y Manual de administración de los sistemas de gestión de redes WiFi
- Se compromete a capacitar al ingeniero responsable del Área de Tecnología de la Oficina de Telemedicina en la operación y mantenimiento de los sistemas de telecomunicaciones VHF y WiFi
- Se compromete a seguir brindando asesoría técnica a los técnicos de telecomunicaciones de la DIRESA
- Se compromete a seguir investigando y desarrollando servicios de telemedicina que potencien las capacidades de apoyo al diagnóstico y mejora de procesos asistenciales de salud de la Oficina de Telemedicina

Por su parte, la DIRESA,

- Tiene la intención de realizar los cambios estructurales necesarios a través del ROF, CAP y MOF correspondientes para formalizar la incorporación de la Oficina de Telemedicina en su estructura
- Tiene la intención de solicitar una partida presupuestaria permanente para cubrir las necesidades y funciones de la Oficina de Telemedicina

9 Ejecución del Plan

- Se compromete a incorporar la Oficina de Telemedicina en su organigrama estructural
- Se compromete a designar personal para la Oficina de Telemedicina
- Se compromete a designar la ubicación y acondicionar puestos de trabajo para el personal de la Oficina de Telemedicina

En los Anexos (Capítulo V) se puede encontrar el documento completo de acta de acuerdos y compromisos firmado por los asistentes.

Donación

Teniendo como base los acuerdos previos firmados por la Fundación EHAS y el Gobierno Regional de Loreto, el día 14 de diciembre de 2009 se suscribe el Acta de Transferencia de los Bienes de los sistemas de telecomunicaciones EHAS a modo de donación, desde Fundación EHAS al Gobierno Regional de acuerdo a las siguientes cláusulas:

1. PRIMERA. De la transferencia de los bienes activos: Transferencia de los bienes de los sistemas de telecomunicaciones a modo de donación, desde Fundación EHAS al Gobierno Regional de Loreto, mediante Acta que adjunta relación de los bienes donados en Anexo.
2. SEGUNDA. De los Compromisos de las partes:
 - A) Del Donante (EHAS):
 - Se obliga a entregar de manera gratuita y definitiva los bienes de los sistemas de telecomunicaciones existentes en la Región Loreto, cuyo detalle se encuentran anexados al presente documento.
 - Se obliga a entregar los bienes en buen estado de funcionamiento y conservación.
 - Se obliga a preparar al personal del donatario (GOREL: DIRESA–Unidad Técnica y Oficina de Desarrollo Institucional e Informática) en el manejo de los equipos y accesorios otorgados. Velar que el donatario cumpla con el adecuado mantenimiento y operatividad de los bienes. Realizar inspecciones periódicas a los bienes donados, así como investigaciones para mejorar la tecnología de telecomunicación rural.
 - Apoyar en la difusión de los avances y logros de los proyectos de telecomunicación rural implementados en la Región Loreto
 - B) Del Donatario (GOREL):
 - Custodiar y conservar los bienes de los sistemas de telecomunicaciones existentes en la Región Loreto, con la mayor diligencia y cuidado
 - Emplear los bienes donados para los fines de interés social, preferentemente de salud, en beneficio de las poblaciones rurales de la Región Loreto.
 - Dar las facilidades del caso al donante (EHAS) para que realice inspecciones a los bienes donados, así como para realizar investigaciones que conlleven al mejoramiento de la tecnología de telecomunicación rural.
 - Difundir los avances y logros de los proyectos de telecomunicación rural implementados en la Región Loreto

En los Anexos (Capítulo V) se puede encontrar el documento completo de acta de acuerdos y compromisos firmado por los asistentes.

9.1.3. Gestión del Cambio

Estos acuerdos y compromisos sientan las bases de la redistribución de responsabilidades propuesta en la Sección 6.4.1. Ahora bien, el cambio completo ha de seguir una serie de pasos hasta completarse en un plazo que puede ser de hasta dos años, desde el momento de inicio del proyecto.

Con la donación, la Fundación EHAS completa el PASO 1 del cambio (ver Sección 6.4.2). Los pasos siguientes son liderados por las propias instituciones públicas. El PASO 3 está completado al momento de la lectura de esta tesis, ya que la DIRESA ha presentado un Proyecto de Inversión Pública menor para su inclusión en el presupuesto de 2010, de modo que el PASO 2 está avanzado en parte, sólo pendiente de ser aprobado por el ORAJ y presentado al Ministerio de Economía y Finanzas (MEF) de la República del Perú para su aprobación. Los PASOS 4 y 5, de creación de la Oficina Ejecutiva de Telecomunicaciones y de la Oficina de Telemedicina, se han cumplido funcionalmente, pues las respectivas Direcciones han asumido dichas competencias. Sin embargo, es preciso todavía formalizar las solicitudes de cambios en las estructuras organizativas a través del ROF y el CAP. Todos estos pasos han sido seguidos de cerca y tutelados en cierto modo por la Fundación EHAS. Sin embargo, el PASO 6 queda por iniciarse, pues en los proyectos en Napo nunca se llegó a trabajar las capacitaciones de usuarios y técnicos conjuntamente con la Oficina de Desarrollo de Recursos Humanos de la DIRESA.

9.2. Puesta en marcha del Plan Operativo de Mantenimiento

Inicio de la Monitorización: Sistema de Gestión de Red

En el marco del proyecto UPM08 se instaló el Sistema de Gestión de Red basado en Centreon 2.02 en el servidor linux ubicado en la Oficina de Telemedicina de la DIRESA (este servidor tiene un backup en la Oficina de Telecomunicaciones del GOREL). Asimismo está programada la instalación de dos réplicas de dicho servidor en EHAS-Lima (GTR-PUCP) y en EHAS-Madrid (UPM) por N4.

En una primera fase se ha monitorizado únicamente el encendido de los equipos anteriormente mencionados, de manera que el equipo de mantenimiento se familiarice con el interfaz del Sistema de Gestión de Red. Esto se debe a que esta funcionalidad no requiere ningún cambio en los equipos remotos, de modo que su implantación es rápida, ya que consiste tan sólo en ubicar un servidor de gestión en la red Napo. En una fase posterior, se deberá además:

1. Definir y justificar los parámetros SNMP relevantes a monitorizar en la red Napo, y evaluar su coste/beneficio en términos de tráfico de gestión añadido a la red y de esfuerzo de desarrollo por parte de EHAS

9 Ejecución del Plan

2. Implementar en un servidor de pruebas la monitorización desde Centreon 2.02 de parámetros SNMP en:
 - Enrutadores WiLD (WRAP y ALIX con S.O. voyage) usando MIB-II, MIB-Wifi-EHAS y MIB-Host Resources
 - Enrutadores WiLD Mikrotik 433 con un sistema de gestión propio
 - PCs con linux (Ubuntu 8.10): usando MIB-II y MIB-Host Resources
 - PCs Windows XP y Linux (Ubuntu 8.10) utilizando NRPE, que permite también monitorizar periféricos como las impresoras
3. Estudiar e implementar la monitorización desde Centreon 2.02 de parámetros de Asterisk en enrutadores WiLD (voyage) con el plugin de Centreon-Nagios

Inicio de la Gestión de Incidencias

En el marco del proyecto UPM08 se instaló el Sistema de Gestión de Incidencias basado en Request Tracker [Vin05] en el mismo servidor linux ubicado en la Oficina de Telemedicina de la DIRESA (este servidor tiene un backup en la Oficina de Telecomunicaciones del GOREL), en los tiempos aprobados para su realización. La capacitación de técnicos de mantenimiento realizada en el proyecto UPM08 tuvo un principal enfoque en el manejo del SGI. Sin embargo todavía es necesario avanzar en:

1. Adecuar el sistema de gestión de incidencias a sus necesidades y disponibilidad. Modificar la configuración del sistema en caso necesario.
2. Velar por un registro sistemático de la información de incidencias que permita obtener resultados fiables de probabilidad de fallos, tiempos entre fallos, tiempos de respuesta y de reparación, para conocer la disponibilidad real de la red (dato nunca conocido en EHAS).
3. Dar soporte al equipo de mantenimiento en Napo (Tulio, Robin, Javier, Livio, Waldir) y a los responsables (Tulumba, Américo y Mario) en el uso de la herramienta de gestión de incidencias y en la elaboración de informes de fallos y disponibilidad.

Adicionalmente, a nivel técnico, para este servidor donde están instalados el SGR y SGI, y está previsto instalar la herramienta de formación a distancia Moodle, están pendientes las siguientes actividades:

1. Administración del sistema linux y aplicaciones instaladas: sistema de gestión de red y sistema de gestión de incidencias.
2. Seguridad del servidor: copias de seguridad, filtros de acceso, etc.
3. Control de usuarios y cuentas
4. Administración de las funcionalidades de la placa Intel VPRO del servidor.

Gestión del Cambio

A raíz de los acuerdos obtenidos (ver Sección 9.1), la Oficina de Telemedicina que cuenta con un médico y un ingeniero, opera la infraestructura y servicios TIC. Ésta coordina también las tareas de mantenimiento, cuyo máximo responsable es la Oficina de Telecomunicaciones del GOREL. Ahora la Oficina de Telemedicina dispone de un presupuesto para la operación y el mantenimiento de los sistemas, suficiente si se siguen los procedimientos descritos en el Plan Operativo de Mantenimiento: planificación del mantenimiento preventivo, elaboración de informes, coordinación de intervenciones de mantenimiento correctivo maximizando la utilización de recursos locales, etc.

9.3. Puesta en marcha del Plan de Formación Continua

El Plan de Formación Continua tiene previsto comenzar en el primer trimestre de 2010, por lo que hasta el momento no se han realizado progresos al respecto.

9.4. Grado de implementación del Plan Integral de Sostenibilidad

Cerca del final del proyecto UPM08, y a la conclusión de esta tesis, se ha realizado una aproximación cualitativa del grado de implementación del Plan Integral de Sostenibilidad. En base a estos avances, ha sido posible el diseño de una herramienta de validación del Plan que corrobora su contribución a la reducción del riesgo de fracaso por sostenibilidad de proyectos TIC como el caso Napo. Esto nos permite, en el momento actual, distinguir dos momentos (ver Capítulo 10): T1 cuando no se había implementado el Plan, y T2, el momento actual, en que se ha implementado el Plan Integral de Sostenibilidad en casi un 25 %. La Tabla 9.1 muestra la aproximación realizada para considerar el grado actual de implementación del Plan Integral de Sostenibilidad.

9 Ejecución del Plan

Grado de Implementación (%)	PIF	POM	PFC
Actividad			
Donación TIC	100		
Obtención de presupuesto	0		
Transf. Responsabilidad Financiera	90		
Transf. Responsabilidad Tecnológica	70		
Transf. Responsabilidad Social y de Contenido	70		
Transf. Responsabilidad Humana	30		
Monitorización		70	
Gestión de las Incidencias		10	
Programación del Mantenimiento		0	
Gestión de Stock		0	
Informes y Evaluación		0	
Logística y Compras		0	
Gestión de Recursos Humanos		20	
Formación de Formadores			0
Programación y realización de cursos presenciales			0
Programación y realización de cursos a distancia			0
Seguimiento y evaluación de usuarios y técnicos			0
Total	60	14	0

Cuadro 9.1: Grado de Implementación del Plan Integral de Sostenibilidad.

10 Validación del Plan Integral de Sostenibilidad

El Plan Integral de Sostenibilidad tiene como fin extender el uso y beneficio de los sistemas de Tecnologías de la Información y Comunicaciones a lo largo del tiempo, es decir, reducir en la medida del lo posible aquellos factores que afectan negativamente a la sostenibilidad de la intervención TIC en el Napo. Como se vio en el Capítulo 2, existen varias categorías de la sostenibilidad que es preciso considerar conjuntamente. Esta propuesta de validación combina dichas categorías con variables ya conocidas en la evaluación de viabilidad e impacto de proyectos TIC [Mar03].

Como ya se vio en los Capítulos 3 y 4, la hipótesis principal de esta investigación es:

“La implementación del Plan Integral de Sostenibilidad reducirá el riesgo de fracaso en sostenibilidad de la intervención TIC en Napo, convirtiendo este proyecto en exitoso también en términos de sostenibilidad”.

Para la validación de esta hipótesis necesitamos obtener una herramienta que nos permita *medir* el grado de sostenibilidad de un proyecto TIC en países en desarrollo o, lo que es lo mismo, el riesgo de un proyecto TIC de fracasar en sostenibilidad. Durante todo el ciclo de vida de un proyecto es posible avanzar en términos de sostenibilidad y por tanto medirla en diferentes instantes de tiempo. Por ejemplo, en la fase inicial, existen ya unas condiciones de facto, dadas por el contexto específico del proyecto, que marcan el punto de partida de la sostenibilidad del mismo en el medio plazo; en el caso Napo, la escasez de infraestructura de transporte es un indicador inherente al contexto del Napo que afecta negativamente a la sostenibilidad del proyecto desde su nacimiento. Sobre estas condiciones iniciales se deberá trabajar a lo largo de todo el proyecto, de forma paralela al resto de actividades previstas y con unos planes de actuación similares a los propuestos en este Plan Integral de Sostenibilidad.

De esta manera, cualquiera que sea la fase en la que se encuentre un proyecto TIC podremos medir el riesgo de fracaso en sostenibilidad, y ponernos manos a la obra para reducir las vulnerabilidades detectadas. Para el caso Napo de estudio en esta tesis, se han definido tres momentos cruciales:

T1: INICIAL. Principio del estado estacionario del proyecto, en que se ha concluido la instalación de la infraestructura y servicios TIC y el proyecto lleva un año de funcionamiento

10 Validación del Plan Integral de Sostenibilidad

Hipótesis	Indicadores
“La mejora de la autoestima de los usuarios, su nivel de educación básica y en TIC, y la calidad de la capacitación proporcionada por proyecto, identificados como factores humanos, contribuirán a reducir el riesgo de fracaso en sostenibilidad de la intervención TIC en Napo.”	I1. Nivel de autoestima de los usuarios a nivel profesional y en relación al uso de las TIC
	I2. Nivel de educación básica y alfabetización de los usuarios
	I3. Nivel de educación en TIC y alfabetización digital de los usuarios
	I4. Capacitación de usuarios
	I5. Capacitación en mantenimiento
	I6. Capacitación en producción de contenidos
	I7. Capacitación en gestión de la información y los sistemas TIC
“La mejora en el grado de compromiso institucional y de la institucionalización de las TIC, en desarrollo de capacidades tecnológicas locales, en la identificación de necesidades de los beneficiarios, en la apropiación de la tecnología por parte de los beneficiarios, en la seguridad y la formalización del marco legal del proyecto, identificados como factores sociales, contribuirán a reducir el riesgo de fracaso en sostenibilidad de la intervención TIC en Napo.”	I8. Compromiso institucional
	I9. Capacidades tecnológicas locales
	I10. Identificación de necesidades
	I11. Apropiación
	I12. Institucionalización de las TIC en la Salud
	I13. Seguridad pública
	I14. Regulación y formalización del marco del proyecto según leyes públicas y regulación de Telecomunicaciones
“Conocer el coste anual de operación y mantenimiento de las TIC, la percepción de las instituciones beneficiarias sobre su capacidad para asumirlo y su balance de coste frente a beneficio social obtenido, así como la obtención y garantía de un presupuesto permanente para cubrir dichos gastos, identificados como factores financieros, contribuirán a reducir el riesgo de fracaso en sostenibilidad de la intervención TIC en Napo.”	I15. Presupuesto permanente para cubrir gastos de operación y mantenimiento de las TIC
	I16. Percepción de las unidades de planeamiento y presupuesto de las instituciones beneficiarias sobre el coste de operación y mantenimiento de las TIC, y su capacidad para cubrirlo
	I17. Percepción de las instituciones beneficiarias sobre el balance coste-beneficio de las TIC
	I18. Presupuesto permanente para cubrir gastos de operación y mantenimiento de las TIC
“La mejora en la calidad, confiabilidad y usabilidad de las TIC, en la confiabilidad del sistema de electrificación y en la documentación disponible sobre las TIC específicas instaladas en el Napo, identificados como factores tecnológicos, contribuirán a reducir el riesgo de fracaso en sostenibilidad de la intervención TIC en Napo.”	I19. Calidad de las TIC (hardware y software)
	I20. Confiabilidad de las TIC (hardware y software)
	I21. Adecuado mantenimiento de las TIC
	I22. Usabilidad de las TIC (hardware y software)
	I23. Confiabilidad del sistema de electrificación
	I24. Adecuación de la infraestructura de transportes
I25. Documentación de las TIC (hardware y software)	
“La mejora en el impacto de las TIC en los procesos de salud, así como la mejora en el acceso a información y en la generación y adaptación local de información relevante, la superación de barreras idiomáticas y socioculturales, y la mejora de la calidad de los manuales de usuario y la documentación técnica, identificados como factores de contenido, contribuirán a reducir el riesgo de fracaso en sostenibilidad de la intervención TIC en Napo.”	I26. Impacto de las TIC en los procesos de salud
	I27. Acceso a Información producida o adaptada externamente
	I28. Información adaptada o generada localmente
	I29. Superación de barreras idiomáticas y culturales
	I30. Software adaptado localmente
	I31. Manuales de usuario
	I32. Documentación técnica específica

Cuadro 10.1: Resumen de hipótesis e indicadores de medición del riesgo de fracaso en sostenibilidad.

en estas condiciones. Es el instante en el que se realiza la Auditoría del proyecto PAMA-FRO [PAM08] y se escribe el Estudio de Sostenibilidad de Rojas [Roj08], con valoraciones poco estructuradas pero negativas en definitiva. Era a mediados del año 2008.

T2: ACTUAL. Momento de la presentación de esta tesis, cuyo Plan Integral de Sostenibilidad ha sido ya implementado parcialmente, en casi un 25 % según se vio en el Capítulo 9, durante la ejecución del proyecto UPM08. Estamos a principios del año 2010.

T3. POSTERIOR. Momento en el que el Plan Integral de Sostenibilidad ha sido implementado en su totalidad o en un porcentaje superior al 80 % y/o se haya reducido el riesgo de fracaso por sostenibilidad en un 90 %.

La Tabla 10.1 muestra un esquema de la herramienta para la medición del riesgo de fracaso por sostenibilidad en proyectos TIC aplicado al caso Napo. La hipótesis principal se ha dividido en 5 subhipótesis relacionadas con las categorías de la sostenibilidad de Sunden [Sun06] citadas en el Capítulo 2. Hemos identificado los indicadores de verificación de dichas subhipótesis mediante algunas modificaciones en base al carácter institucional del caso Napo, siguiendo las recomendaciones citadas en el mismo Capítulo y en [Mar03]. Según los resultados de las variables relacionadas con estos indicadores, serán calificados como “positivos” o “negativos”. La idea fundamental es que la verificación de todas y cada una de estas subhipótesis corrobora la hipótesis principal.

10.1. Indicadores de la sostenibilidad

En esta Sección se realiza un estudio detallado de cada uno de los indicadores que conforman nuestra herramienta de medición. Algunos de estos indicadores los hemos podido validar en base a documentación existente, a hitos del proyecto en Napo o a datos proporcionados por los diversos actores en entrevistas, mientras que otros han requerido de la formulación de cuestionarios.

10.1.1. Factores de Sostenibilidad Humana

La hipótesis relacionada con esta categoría es la siguiente:

“La mejora de la autoestima de los usuarios, su nivel de educación básica y en TIC, y la calidad de la capacitación proporcionada por proyecto, identificados como factores humanos, contribuirán a reducir el riesgo de fracaso en sostenibilidad de la intervención TIC en Napo.”

Los indicadores para el contraste de esta hipótesis son los siguientes:

II. Nivel de autoestima de los usuarios a nivel profesional y en relación al uso de las TIC.

Está referido a la confianza de los usuarios, en este caso, el personal de salud rural en sus propias capacidades profesionales y de cara al uso de las TIC. Tiene en cuenta el empoderamiento de este personal gracias al uso de las TIC en su actividad profesional y

la confianza que ganan de cara a la población atendida, pues esto tendrá un importante impacto en la salud. Las variables utilizadas para medir este indicador son las siguientes:

- Percepción de aislamiento profesional. Entre 5 valores posibles, la puntuación deberá ser igual o superior a 4 puntos para validar el indicador.
- Percepción de aislamiento personal. Entre 5 valores posibles, la puntuación deberá ser igual o superior a 3 puntos para validar el indicador.
- Seguridad en el desempeño de sus tareas profesionales. Se refiere a si el usuario tiene dudas o teme equivocarse en la toma de decisiones relativas a los procesos de salud. La respuesta (binaria) deberá ser positiva al menos en el 80 % de los casos para validar el indicador.
- Seguridad y confianza en la utilización de las TIC. Se refiere a si el usuario tiene dudas, teme estropear algo o es capaz de superar pequeños inconvenientes de forma autónoma en el manejo de las TIC instaladas en su establecimiento. La respuesta (binaria) deberá ser positiva al menos en el 80 % de los casos para validar el indicador.

Este indicador era **negativo** en T1, debido a la escasa capacitación y apropiación del personal de salud con las TIC, y es **positivo** en T2.

12. Nivel de educación básica y alfabetización de los usuarios. Está referido al nivel de alfabetización y educación básica con que cuentan los usuarios. Las variables utilizadas para medir este indicador son las siguientes:

- Porcentaje de usuarios con nivel de educación primaria y secundaria. Esta variable es imprescindible para considerar unas adecuadas capacidades de lecto-escritura de los usuarios. Deberá ser superior al 90 % para validar el indicador.
- Porcentaje de usuarios con formación profesional. Esta variable se refiere a la capacidad para el aprendizaje teórico y conceptualización. Deberá ser superior al 25 % para validar el indicador.
- Porcentaje de usuarios con formación profesional universitaria. Igual que la anterior, un mayor número de usuarios con desarrolladas capacidades teóricas y de toma de decisiones ayudará a impulsar el uso de las TIC y adecuarlo a sus necesidades, a la vez que podrá apoyar a otros usuarios con menor formación y mayores tiempos de aprendizaje. Deberá ser superior al 5 % para validar el indicador.

En el caso Napo, este colectivo está constituido por profesionales de la salud que en el peor de los casos han recibido un año de formación de especialización básica para desempeñar sus tareas profesionales y administrativas. Este indicador es por tanto **positivo** en el caso Napo para T1 y T2.

13. Nivel de educación en TIC y alfabetización digital de los usuarios Indica el nivel de educación en TIC de los usuarios. En el caso Napo, sólo el personal más formado (médicos y enfermeros) y sólo el personal incorporado más recientemente, tiene nociones previas de alfabetización digital. El resto del personal de salud rural ha ido mejorando su nivel de formación en TIC. Las variables utilizadas para medir este indicador son las siguientes:

- Porcentaje de usuarios que superan la evaluación de competencias del Módulo Usuario Básico propuesta por este Plan de Formación Continua. Debe ser superior al 75 % para validar el indicador.
- Porcentaje de usuarios que superan la evaluación de competencias del Módulo Usuario Avanzado propuesta por este Plan de Formación Continua. Debe ser superior al 25 % para validar el indicador.

Este indicador era **negativo** en T1, ya que la mayor parte del personal no poseía conocimientos previos en TIC y las capacitaciones del proyecto habían sido escasas. En T2 este indicador ha mejorado, ya que ahora el personal de salud más cualificado dispone de computadora personal propia, lo que contribuye a sus conocimientos y experiencia en la materia. Sin embargo, la capacitación no ha fortalecido el nivel de conocimientos en TIC de los usuarios suficientemente. En T2, este indicador sigue siendo **negativo**.

I4. Capacitación de usuarios Está referido a la capacitación de usuarios en el uso y mantenimiento básico de los sistemas TIC realizada en el marco del proyecto. Las variables utilizadas para medir este indicador son las siguientes:

- Número de capacitaciones en uso y mantenimiento básico de los sistemas, tanto referidos a cursos presenciales como a distancia al año. Debería ser al menos una curso presencial y un curso a distancia para validar el indicador.
- Porcentaje de asistentes a las capacitaciones respecto al total de usuarios, tanto en cursos presenciales como a distancia al año. Debería ser superior al 60 % para validar el indicador.
- Duración total de las capacitaciones, incluyendo cursos presenciales y a distancia. Debería ser superior a 15 días lectivos al año para validar el indicador.
- Porcentaje de asistentes que superan la evaluación de competencias definidas en el Módulo Usuario Básico propuesto en este Plan de Formación Continua. Debería ser superior al 80 % para validar el indicador.
- Porcentaje de asistentes que superan la evaluación de competencias definidas en el Módulo Usuario Avanzado propuesto en este Plan de Formación Continua. Debería ser superior al 20 % para validar el indicador.

En la intervención en Napo se han realizado un total de 3 capacitaciones de usuarios de 5 días de duración en el período 2006-2009, dos de ellas dirigidas a los usuarios del Alto Napo (proyecto PAMAFRO) y la última dirigida a los nuevos usuarios del Bajo Napo (proyecto AMA08). Pese a que se hayan realizado cursos formativos, estas capacitaciones son a todas luces insuficientes tanto en número de cursos, duración, porcentaje de asistentes y competencias adquiridas. Este indicador es **negativo** tanto en T1 y T2.

I5. Capacitación en mantenimiento. Está referido a la capacitación de personal local en el mantenimiento avanzado de los sistemas TIC realizada en el marco del proyecto. Las variables utilizadas para medir este indicador son las siguientes:

- Número de capacitaciones en mantenimiento avanzado de los sistemas, tanto referidos a cursos presenciales como a distancia al año. Debería ser al menos un curso presencial y un curso a distancia para validar el indicador.

- Porcentaje de asistentes a las capacitaciones respecto al total de técnicos de mantenimiento N1, tanto en cursos presenciales como a distancia al año. Debería ser superior al 60 % para cursos presenciales y superior al 80 % para cursos a distancia para validar el indicador.
- Duración total de las capacitaciones, incluyendo cursos presenciales y a distancia. Debería ser superior a 15 días lectivos al año para validar el indicador.
- Porcentaje de asistentes que superan la evaluación de competencias definidas en el Módulo Mantenimiento Avanzado propuesto en este Plan de Formación Continua. Debería ser superior al 70 % para validar el indicador.

En la intervención en Napo se han realizado capacitaciones en mantenimiento destinadas a técnicos locales. En T1, se había capacitado a dos técnicos del CSSC y éstos no superaban las competencias definidas en el Módulo de Mantenimiento Avanzado, además de que generalmente sólo asistía uno de ellos. En T2 los técnicos de mantenimiento N1 son 5, entre los cuales están los dos anteriores; de estos cinco, sólo dos asistieron a la última capacitación presencial y sólo en una ocasión se les proporcionó material audiovisual para reforzar sus competencias en administración de sistemas linux. Este indicador es **negativo** tanto en T1 como en T2.

16. Capacitación en producción de contenidos. Está referido a la capacitación de personal de salud en la generación de contenidos de salud o formativos en salud para que sean compartidos localmente. Las variables utilizadas para medir este indicador son las siguientes:

- Número de capacitaciones en producción de contenidos de salud, tanto referidos a cursos presenciales como a distancia al año. Debería ser al menos un curso presencial y un curso a distancia para validar el indicador.
- Porcentaje de asistentes a las capacitaciones respecto al total de usuarios, tanto en cursos presenciales como a distancia al año. Debería ser superior al 20 % para validar el indicador.
- Duración total de las capacitaciones, incluyendo cursos presenciales y a distancia. Debería ser superior a 10 días lectivos al año para validar el indicador.
- Porcentaje de asistentes que superan la evaluación de competencias definidas en el Curso de Producción de Contenidos de Salud propuesto en este Plan de Formación Continua. Debería ser superior al 80 % para validar el indicador.

En T1 no se había realizado ninguna actividad en el proyecto a este respecto, mientras que en T2 se apoyó al personal de salud en la creación de formatos digitales de informes para los procesos de salud. Este indicador es **negativo** tanto en T1 como en T2. La producción de contenidos de salud será responsabilidad de la Oficina de Telemedicina, según el Plan Integral de Sostenibilidad. Desde esta unidad se debería adaptar el Sistema de Información en Salud a las TIC, incorporando la HCE, integrando herramientas de diagnóstico remoto y fomentando la producción de contenidos en base a necesidades de conocimiento del personal de salud rural como, por ejemplo, la publicación de contenidos relativos al tratamiento de ofidismos y definición de casos especiales para el estudio clínico.

17. Capacitación en gestión de las TIC. Está referido a la formación de formadores para

10 Validación del Plan Integral de Sostenibilidad

capacitar en todos los ámbitos citados anteriormente, a cómo operar y gestionar los servicios de telemedicina proporcionados con las TIC. Las variables utilizadas para medir este indicador son las siguientes:

- Número de capacitaciones para formadores el primer año. Debería ser al menos un curso presencial.
- Número de capacitaciones en operación y gestión de los servicios de telemedicina. Debería ser al menos un curso presencial.
- Número de asistentes a las capacitaciones de formadores. Debería ser superior a 2 personas para validar el indicador.
- Número de asistentes a las capacitaciones en operación y gestión de los servicios de telemedicina. Debería ser superior a 2 personas para validar el indicador.
- Duración total de las capacitaciones para formadores. Debería ser superior a 10 días lectivos para validar el indicador.
- Duración total de las capacitaciones en operación y gestión de las TIC. Debería ser al menos de 5 días lectivos para validar el indicador.
- Porcentaje de asistentes que superan la evaluación de competencias definidas en el Curso de Formación de Formadores propuesto en este Plan de Formación Continua. Debería ser superior al 80 % para validar el indicador.
- Porcentaje de asistentes que superan la evaluación de competencias definidas en el Curso de Gestión de los servicios de Telemedicina propuesto en este Plan de Formación Continua. Debería ser superior al 80 % para validar el indicador.

Hasta el momento no se ha realizado ninguna actividad en el proyecto a este respecto. Este indicador es **negativo** tanto en T1 como en T2. La formación de formadores debería contar con la Unidad de Capacitación de la DIRESA y la operación y gestión de servicios de telemedicina deberá realizarse desde la Oficina de Telemedicina, según se ha definido en el Plan Institucional y Financiero.

10.1.2. Factores de Sostenibilidad Social

La hipótesis relacionada con esta categoría es la siguiente:

“La mejora en el grado de compromiso institucional y de la institucionalización de las TIC, en desarrollo de capacidades tecnológicas locales, en la identificación de necesidades de los beneficiarios, en la apropiación de la tecnología por parte de los beneficiarios, en la seguridad y la formalización del marco legal del proyecto, identificados como factores sociales, contribuirán a reducir el riesgo de fracaso en sostenibilidad de la intervención TIC en Napo.”

Los indicadores para el contraste de esta hipótesis son los siguientes:

18. Compromiso institucional. Está referido al apoyo y compromiso formal y activo por parte de las instituciones beneficiarias del proyecto. Hemos sustituido este indicador por el factor de “movilización social” de Sunden, referido a proyectos de provisión de TIC directamente a la población. Las variables utilizadas para medir este indicador son las siguientes:

- Firma de compromisos con la autoridad política y administrativa a nivel regional, dada la descentralización del Estado.
- Firma de compromisos con la autoridad sanitaria a nivel regional, dada la descentralización del Sistema de Salud.
- Firma de convenio de colaboración con la ONG ejecutora para posteriores intervenciones.

En T1 no se había formalizado ningún compromiso con las máximas autoridades políticas, administrativas y de salud de la región Loreto. En T2, gracias a la implantación parcial del Plan Institucional y Financiero, se ha obtenido este compromiso con el GOREL y la DIRESA. El indicador era **negativo** en T1 y es **positivo** en T2.

I9. Capacidades tecnológicas locales. Representan la existencia de experiencia técnica y soporte en la instalación y posterior mantenimiento de las TIC, a nivel profesional dentro de las instituciones beneficiarias u otras organizaciones locales. Las variables utilizadas para medir este indicador son las siguientes:

- Existencia de particulares o empresas profesionales especializadas en las TIC implementadas en el proyecto.

En T1 no existían capacidades profesionales en la Región Loreto para manejar la tecnología propuesta. Con la proliferación de la tecnología WiFi en los últimos años y la participación de particulares en capacitaciones técnicas del proyecto, se ha logrado extender esta experiencia técnica profesional. En T2 existen cuatro ingenieros formados por el proyecto, uno¹ de los cuales actualmente ejerce como responsable de redes inalámbricas en la Unidad de Informática del GOREL. Este indicador era **negativo** en T1 y **positivo** en T2.

I10. Identificación de necesidades. Está referido a que las necesidades de información y comunicación del Sistema de Atención Primaria y del personal de salud rural estén identificadas. Las variables utilizadas para medir este indicador son las siguientes:

- Identificación de necesidades profesionales y de comunicación del personal de salud rural en la Región Loreto.
- Identificación de necesidades de adaptación a las TIC del Sistema de Información de Salud.

Las necesidades de información y comunicación del personal de salud rural en la región Loreto fueron extensivamente estudiadas por Martínez [Mar03], y contrastadas en la fase inicial de identificación de la intervención en Napo. Si las TIC implementadas cubren estas necesidades es una cuestión de impacto (ver Indicadores de Sostenibilidad de Contenido). Este indicador es **positivo** tanto en T1 como en T2.

I11. Apropiación. Está referido a la aceptación de la tecnología por los usuarios, es decir, el personal de salud rural, y su uso en los procesos de salud. Las variables utilizadas para medir este indicador son las siguientes:

¹Se trata del Ing. Américo Sánchez Cosavalente.

- Porcentaje de personal de salud por establecimiento que utiliza el teléfono. Deberá ser superior al 75 %.
- Número de llamadas cursadas por establecimiento de salud cada semana. Deberá ser superior a 6, es decir, una media de una llamada diaria realizada o recibida da cuenta de un uso extendido del sistema.
- Porcentaje de personal de salud por establecimiento que utiliza la computadora. Deberá ser superior al 25 %.
- Porcentaje del personal de salud por establecimiento que navega en Internet y utiliza servicios de chat y correo electrónico. Deberá ser superior al 15 %.
- Porcentaje de usuarios con computadoras personales. Deberá ser superior al 10 % del total de usuarios de las TIC.
- Gravedad de los fallos, si han afectado temas graves de la atención en salud. Entre 5 valores posibles, una puntuación igual o superior a 3.5 validará el indicador.

I12. Institucionalización de las TIC en la Salud Está referido al grado de institucionalización de las TIC y los Sistemas de Información de Salud basados en TIC, que implica reconocimiento de nuevos roles y responsabilidades, estructuras, personal especializado y presupuesto específico. Las variables utilizadas para medir este indicador son las siguientes:

- Existencia de personal y competencias asociadas para la operación de las TIC.
- Existencia de personal y competencias asociadas para el mantenimiento de las TIC.
- Existencia de personal y competencias asociadas para la formación en TIC.

En el caso Napo no se ha desarrollado ningún avance al respecto en T1 ni en T2. Esto empieza a ser posible al operar la Oficina de Telemedicina de la DIRESA, que es la responsable de poner en marcha esta institucionalización, la Oficina de Telecomunicaciones del GOREL y al involucrar a la Unidad de Capacitación de la DIRESA. Este indicador por tanto es **negativo** tanto en T1 como en T2..

I13. Seguridad pública Está referido a la garantía de seguridad física de la infraestructura TIC. Las variables utilizadas para medir este indicador son las siguientes:

- Número de robos o intentos de robo de material de stock y de equipamiento instalado. Deberá ser inferior a 5 al año para la instalación completa de las TIC.
- Valoración económica de material sustraído en stock e instalaciones. Deberá ser inferior a 1000 USD al año para la instalación completa de las TIC, valorada en unos 500.000 USD.
- Existencia de compromisos firmados con las autoridades locales, ya sean comunitarias, municipales o sanitarias, en materia de seguridad para los casos de riesgo.

La seguridad de las instalaciones está garantizada, al ubicarse las mismas en terrenos de los establecimientos de salud, terrenos comunales o bien cedidos por las municipalidades. Existen compromisos informales al respecto con líderes comunitarios y convenios con municipalidades. Este indicador es **positivo** tanto en T1 como en T2.

I14. Regulación y formalización del marco del proyecto según leyes públicas y regulación de Telecomunicaciones. Está referido a la existencia de un marco de regulación de las telecomunicaciones y leyes públicas de acceso a la información que permita el desarrollo y la continuidad del proyecto. Las variables utilizadas para medir este indicador son las siguientes:

- Donación de infraestructura y equipamiento de las TIC a las autoridades legales y administrativas competentes.
- Existencia de un marco regulatorio de las Telecomunicaciones y la Información a nivel nacional o regional.
- Existencia de competencias en materia de Telecomunicaciones y Sistemas de Información en las autoridades legales y administrativas a nivel regional.

En T1 la intervención en Napo no había sido formalizada legalmente ya que se había realizado con el consentimiento de los actores locales, pero en el marco de la Cooperación Internacional y no de la Legislación peruana. Existía un marco regulatorio regional de las Telecomunicaciones y la Información, pero no las competencias en el GOREL. Con la actual reestructuración orgánica del GOREL esto empieza a ser posible. En T2 además se ha formalizado la entrega en forma de donación de las TIC al GOREL. Este indicador era **negativo** en T1 y es **positivo** en T2.

10.1.3. Factores de Sostenibilidad Financiera

La hipótesis relacionada con esta categoría es la siguiente:

“Conocer el coste anual de operación y mantenimiento de las TIC, la percepción de las instituciones beneficiarias sobre su capacidad para asumirlo y su balance de coste frente a beneficio social obtenido, así como la obtención y garantía de un presupuesto permanente para cubrir dichos gastos, identificados como factores financieros, contribuirán a reducir el riesgo de fracaso en sostenibilidad de la intervención TIC en Napo.”

Los indicadores para el contraste de esta hipótesis son los siguientes:

I15. Estimación del coste de operación y mantenimiento de las TIC una vez transferidos a los agentes locales. Está referido al conocimiento del coste de la operación y mantenimiento de los sistemas TIC, que ha sido calculado y se han establecido procedimientos o requisitos para que ese coste sea efectivo. En T1 no se conocía el coste de la operación y mantenimiento de los sistemas, ya que se había utilizado presupuesto de los proyectos de la Fundación EHAS para cubrir tales gastos, y en ellos se veía reflejados gastos de personal, desplazamientos y logística según la organización de EHAS, pero no los costes si estas actividades fueran coordinadas localmente. En T2 se ha entregado el Plan Operativo de Mantenimiento incluido en esta tesis, por lo que el coste ha sido calculado y se han establecido protocolos de actuación que ayudan a minimizar dicho coste. Por tanto, en T1 este indicador era **negativo** y en T2 es **positivo**.

I16. Percepción de las unidades de planeamiento y presupuesto de las instituciones beneficiarias sobre el coste de operación y mantenimiento de las TIC, y su capacidad para cubrirlo. Está referido a si el coste necesario para la operación y mantenimiento de las TIC es considerado como aceptable por las instituciones beneficiarias, y si tienen recursos para cubrirlo. Las variables utilizadas para medir este indicador son las siguientes:

- Percepción sobre el coste de la operación y mantenimiento de las TIC. Entre 5 valores posibles, la puntuación deberá ser igual o superior a 4 puntos para validar el indicador.
- Percepción sobre la capacidad de su institución para cubrir esos gastos. La respuesta (binaria) deberá ser positiva al menos en el 70 % de los casos para validar el indicador.

En T1 en primer lugar no se conocía dicho coste y en segundo lugar se había entablado diálogo con la DIRESA, quien afirmaba su incapacidad para cubrir tales gastos, el Vicariato, que tiene bajo su responsabilidad únicamente la Microrred Napo y sólo podía dar aportaciones parciales, y con las microrredes y municipalidades, que podían hacer asignaciones puntuales de financiación, pero no asumir el gasto total. En T2 el diálogo con el GOREL y la DIRESA ha mostrado que el GOREL sí es aceptable y asumible por esta institución. Entonces, en T1 el indicador era **negativo** y en T2 es **positivo**.

I17. Percepción de las instituciones beneficiarias sobre el balance coste-beneficio de las TIC. Se refiere a la percepción de estas instituciones sobre el coste de operación y mantenimiento de las TIC frente al beneficio social que aportan y frente a la reducción de otros gastos, por ejemplo gracias a una mejor coordinación y mayor información. Las variables utilizadas para medir este indicador son las siguientes:

- Percepción sobre el coste-beneficio de las TIC. Deberá ser positiva al menos en el 60 % de los casos para validar el indicador. La pregunta asociada serían:
 - ¿Considera que el beneficio de las TIC a la salud justifica el coste anual de operación y mantenimiento de los sistemas?
- Percepción del coste-ahorro de las TIC frente a la reducción de otros gastos. Deberá ser positiva al menos en el 50 % de los casos. Las preguntas asociadas podrían ser:
 - ¿Considera que gracias al uso de las TIC ahorró en otros gastos como viajes de personal, referencias, emergencias o envío de insumos?
 - En caso afirmativo, ¿cuánto estima que ahorró su institución al año?

En T1 estas dos variables eran positivas, pese a que las instituciones beneficiarias no asumieran tal coste. Este indicador es **positivo** tanto en T1 como en T2.

I18. Presupuesto permanente para cubrir gastos de operación y mantenimiento de las TIC. En T1 no se conocía el presupuesto anual necesario para cubrir los gastos de operación y mantenimiento en la red Napo, ya que hasta ese momento el procedimiento seguido para estas actividades consistía en utilizar el presupuesto disponible (pero no el necesario) con origen en proyectos de cooperación internacional para el desarrollo gestionados por la Fundación EHAS. Por supuesto, este presupuesto no estaba fijado y garantizado sino que dependía de la convocatoria de estos proyectos. En T2, a raíz de la donación de las

TIC, se impulsó la creación de un Proyecto de Inversión Pública que cubra los gastos de operación y mantenimiento de las TIC y que actualmente está en proceso de aprobación. Este indicador era **negativo** en T1 y es **positivo** en T2.

10.1.4. Factores de Sostenibilidad Tecnológica

La hipótesis relacionada con esta categoría es la siguiente:

“La mejora en la calidad, confiabilidad y usabilidad de las TIC, en la confiabilidad del sistema de electrificación y en la documentación disponible sobre las TIC específicas instaladas en el Napo, identificados como factores tecnológicos, contribuirán a reducir el riesgo de fracaso en sostenibilidad de la intervención TIC en Napo.”

Los indicadores para el contraste de esta hipótesis son los siguientes:

I19. Calidad de las TIC (hardware y software). Está referido a si las TIC tienen calidad suficiente para cubrir las necesidades de comunicación del personal de salud rural en Napo. Las variables utilizadas para medir este indicador son las siguientes:

- Calidad de los servicios de comunicación de voz y datos. Tanto en T1 como en T2 estos valores son positivos, aunque es preciso seguir monitoreando si serán válidos con la incorporación de nuevos servicios en tiempo real, muy sensibles a estos parámetros, y redimensionar la red de comunicaciones si fuera necesario.
 - Ancho de banda interno. La velocidad de transmisión ha de ser de banda ancha entre los extremos de la comunicación, es decir, superior a 1 Mbps entre los puntos más distanciados de la red. En T1 el ancho de banda extremo a extremo era de 1 Mbps, y en T2 se ha logrado aumentar a 3 Mbps.
 - Retardo. El retardo entre los dos extremos de la comunicación deberá ser inferior a 150 milisegundos, ya que latencias mayores son percibidas por el oído humano. Esta medición deberá realizarse al menos entre los dos puntos más distanciados en la red. No hay medidas en T1 ni en T2.
 - Variación del retardo o *jitter*. Esta variación deberá ser inferior a 100 milisegundos, ya que es la causante de que los paquetes lleguen desordenados y la conversación se vuelva ininteligible. No hay medidas en T1 ni en T2.
 - Pérdida de paquetes. Deberá ser inferior al 1 % para que no se degrade la comunicación². No hay medidas en T1 ni en T2.
 - Ancho de banda de acceso a Internet. La velocidad de bajada de este acceso deberá ser superior a 256 Kbps, para garantizar una velocidad mínima para todos los usuarios³. Esto se ha cumplido en T1 con el contrato de acceso satelital en CSSC, y en T2 con el acceso a Internet a través de la conexión de la DIRESA.

²Esto también se ve afectado por la codificación, por ejemplo, una probabilidad de pérdida de paquetes del 1 % causa mayor degradación en la comunicación si se usa el códec G.729 en vez del G.711.

³No es posible exigir velocidades mayores, ya que los accesos satelitales de velocidades superiores son mucho más costosos y que no existe red de banda ancha en Iquitos ni en la Región Loreto.

10 Validación del Plan Integral de Sostenibilidad

- Número de líneas telefónicas de conexión con la Red Telefónica Conmutada del servicio de telefonía. El número de líneas deberá ser al menos una. Existía con el acceso satelital en T1, pero se demoró 9 meses la concesión de línea a través de la DIRESA. En T2 de nuevo hay una línea telefónica dedicada para la red Napo a través de la DIRESA.
- Número de líneas telefónicas de conexión con la red de anexos de la DIRESA del servicio de telefonía. El número de líneas deberá ser al menos una. En T1 no existía, pero sí en T2, ya que la red está conectada con las dependencias de la DIRESA en Iquitos.
- Percepción de la calidad por los usuarios. Esta medida es complementaria a la anterior, y ha de realizarse siempre que no se disponga de medidas sistematizadas de los parámetros anteriores. Se trata de consultas directas a los usuarios:
 - Puntúe de 1 (mínimo) a 5 (máximo) si tiene comunicación de voz sin interrupciones. Deberá ser superior a 3.5.
 - Puntúe de 1 (mínimo) a 5 (máximo) si tiene comunicación de voz inteligible. Deberá ser igual o superior a 4.
 - Puntúe de 1 (mínimo) a 5 (máximo) si tiene comunicación de voz sin ecos. Deberá ser igual o superior a 4.
- Calidad del software/hardware. Estos valores no han sido medidos en T1 ni en T2. Sin embargo, tanto en T1 como en T2 es sabido que el consumo medio de CPU en los enrutadores se vio afectado por las versiones utilizadas de controladores de tarjetas inalámbricas y servidores Asterisk, que dejaban los equipos colgados.
 - Consumo medio de CPU de equipos de cómputo. Para el uso que le dan los usuarios, este promedio deberá ser inferior al 20 %.
 - Consumo medio de CPU de enrutadores. Deberá ser inferior al 20 %.
- Calidad del sistema de electrificación. Tanto en T1 como en T2, se ha cumplido la segunda premisa, mientras que la primera, pese a ser cierta, se ha visto afectada por un inadecuado mantenimiento de las baterías o por la conexión al sistema de otros equipos de gran consumo (minicadenas, radios, etc.):
 - El sistema de electrificación en cliente permite una autonomía diaria de 24 horas del servicio de telefonía y una autonomía diaria de 4 horas para el equipo de cómputo. Deberá ser cierto en el 90 % de los casos.
 - El sistema de electrificación en repetidor permite una autonomía permanente 24 horas al día de los equipos de comunicaciones. Deberá ser cierto en el 90 % de los casos.
- Calidad del sistema de protección eléctrica. No se han realizado medidas en T1 ni en T2 de esta variable.
 - Porcentaje de rayos que han causado daños en las instalaciones frente al número de rayos caídos en cada localidad de la red. Este porcentaje deberá ser inferior al 5 %.
- Calidad de la infraestructura de soporte. ¿Cómo medirlo?

La calidad de los servicios y sistemas instalados en Napo está garantizada desde T1. Por

lo tanto este indicador es **positivo** tanto en T1 como en T2. Es preciso mejorar en la obtención de medidas automatizadas de parámetros relevantes como el retardo y su varianza, dado que afectan enormemente a las aplicaciones en tiempo real para voz y video, estrechamente relacionadas con los servicios de telemedicina en tiempo real.

I20. Confiabilidad de las TIC (hardware y software). Se refiere a que las TIC sean robustas, seguras e interoperables. Las variables utilizadas para medir este indicador son las siguientes:

- Disponibilidad de los sistemas TIC. Una alta disponibilidad implica sistemas robustos. Se tendrá en cuenta el número, tipo, frecuencia y duración de incidencias, según se indicó en la Sección 7.1.2. La disponibilidad de conectividad entre todos los puntos deberá ser superior al 90 % y la disponibilidad de servicios de datos (chat, acceso a Internet, etc) y aplicaciones de telemedicina deberá ser superior al 80 % para validar el indicador. Este valor se obtiene de un sistema de monitorización automática (SGR) o se puede aproximar recopilando información de los usuarios:
 - ¿Cuántas incidencias hubo en su establecimiento en el último mes?
 - Cuando hubo incidencias, ¿informó al técnico de mantenimiento?
 - ¿Cuánto tiempo tardó en resolverse el problema?
- Seguridad frente a pérdida de datos, virus y otros ataques.
 - Número de enrutadores inutilizados por virus informáticos y otros ataques cada mes. Debería ser 1 como máximo para validar el indicador.
 - Número de computadoras inutilizadas por virus informáticos y otros ataques cada mes. Debería ser igual o inferior a 2 para validar el indicador.
 - Porcentaje de ficheros sensibles del Sistema de Información de Salud con copia de seguridad local o remota. Debería ser superior al 50 % para validar el indicador. Esto será aplicable sólo a las cabeceras de microrred, no a todos los establecimientos de salud.
- Interoperatividad. Se refiere a la capacidad de sistemas heterogéneos para intercambiar procesos o datos. A nivel de comunicaciones la forma más interoperable es TCP/IP, mientras que a nivel de aplicaciones el uso de servicios web.

Tanto en T1 como en T2 las variables relativas a seguridad e interoperabilidad de los sistemas TIC son positivas, ya que WiFi es un estándar de comunicaciones interoperable desde distintos sistemas operativos y hardware, y el software tanto de usuario como de comunicaciones está basado en licencias GPL y permite tratar ficheros generados en otras plataformas. A esto se podría añadir una salvedad: el Sistema de Información de Salud del MINSA a través del cual las microrredes reportan a la DIRESA sólo opera en S.O. Windows, y una inadecuada protección en estos equipos con Windows ha generado vulnerabilidades de seguridad, pero que debieran ser afrontadas por la propia DIRESA. En T1 no se disponía de herramientas para medir la disponibilidad de los sistemas se ha visto afectada por tiempos muy elevados de recuperación, y la situación fue detallada ya en la Sección 7.1.2. En T2 la implementación del Plan Operativo de Mantenimiento está en una fase embrionaria, de modo que se puede considerar que tanto para T1 como para T2 este indicador es **negativo**.

I21. Adecuado mantenimiento de las TIC. Está referido a si los procedimientos de mantenimiento de las TIC son los apropiados para garantizar la confiabilidad de los sistemas (Indicador I20). Está estrechamente relacionado también con la capacitación en mantenimiento de usuarios y técnicos locales (Indicador I5). Las variables utilizadas para medir este indicador son las siguientes:

- Calidad y autonomía del mantenimiento realizado por los técnicos locales.
 - Puntuación de 1 (mínimo) a 5 (máximo) la calidad del mantenimiento mecánico que realizan los técnicos. Deberá ser en promedio superior a 4.
 - Puntuación de 1 (mínimo) a 5 (máximo) la calidad del mantenimiento eléctrico que realizan los técnicos. Deberá ser en promedio superior a 4.
 - Puntuación de 1 (mínimo) a 5 (máximo) la calidad del mantenimiento de configuraciones software que realizan los técnicos. Deberá ser en promedio superior a 2.
 - Porcentaje de tareas de mantenimiento que los técnicos pueden realizar de forma autónoma. Estas tareas se refieren a todas las consideradas en las Secciones 7.2.4 y 7.2.5. Deberá ser superior al 60 % en promedio.
- Disponibilidad de los técnicos locales para desplazarse en intervenciones de mantenimiento preventivo. Deberá ser superior al 90 %, ya que están programadas con antelación y sus recursos deben ser reservados.
- Disponibilidad de los técnicos locales para desplazarse en intervenciones de mantenimiento correctivo en un periodo inferior a 5 días desde que se produjo el fallo. Deberá ser superior al 70 %.
- Calidad del mantenimiento básico realizado por los usuarios. Para valores entre 1 y 5 deberá ser superior a 3.5 en promedio para validar el indicador.
- Existencia y cumplimiento de un procedimiento de monitorización de fallos.
- Existencia y cumplimiento de un procedimiento de gestión de las incidencias.
- Existencia y cumplimiento de un protocolo de coordinación logística.
- Existencia y cumplimiento de un protocolo de gestión de compras y stock de repuestos.

En T1 no se cumplía ninguna de estas variables. En T2 todavía es necesario mejorar todos los puntos mediante la implementación del Plan Operativo de Mantenimiento, donde se han definido los procedimientos solicitados. Entonces, tanto en T1 como en T2 este indicador es **negativo**.

I22. Usabilidad de las TIC (hardware y software). Está referido a la facilidad y comodidad en el uso de las TIC: servicios de telefonía, datos y energía. Las variables utilizadas para medir este indicador son las siguientes:

- Puntúe de 1 (mínimo) a 5 (máximo) la facilidad/comodidad que encuentra en el uso del teléfono.
- Puntúe de 1 (mínimo) a 5 (máximo) la facilidad/comodidad que encuentra en el uso de la computadora.

- Puntúe de 1 (mínimo) a 5 (máximo) la facilidad/comodidad que encuentra en el uso de la iluminación eléctrica.

El entorno de usuario instalado en el Napo es el estándar de equipamiento de oficina: teléfono analógico, PC e iluminación eléctrica. Como todo sistema tecnológico exige una capacitación para su uso, pero tanto en T1 como en T2 los usuarios han encontrado facilidad y comodidad en el manejo de las TIC. Tan sólo aquellos usuarios con conocimientos previos en S.O. Windows se muestran algo reticentes a emplear el S.O. Linux proporcionado por el proyecto, aunque posteriormente su adaptación es muy rápida. Este indicador es **positivo** en T1 y T2.

I23. Confiabilidad del sistema de electrificación. Está referido a la calidad y confiabilidad de la infraestructura eléctrica que alimenta las TIC. Las variables utilizadas para medir este indicador son:

- Disponibilidad de encendido de los equipos (autonomía). Deberá ser superior al 95 % para los enrutadores y Adaptadores Telefónicos (ATA), y de al menos el 15 % para equipos de cómputo.
- Margen de variación de voltaje entregado a cargas. Deberá ser inferior al 15 % para no dañar los equipos por falta de tensión o sobretensión.

En el caso Napo, el proyecto TIC ha dotado de sistemas de electrificación autónoma fotovoltaica a toda la infraestructura, por lo que es independiente de la baja calidad y disponibilidad del sistema eléctrico existente. La confiabilidad del sistema de electrificación se considera por tanto dentro de la confiabilidad de las TIC. No hay medidas de las variaciones de voltaje y corriente entregadas en paneles, baterías ni entregadas a las cargas; esto deberá mejorarse en el futuro. Al ser los fallos en el sistema de electrificación causas frecuentes de la reducida disponibilidad considerada en I20, este indicador es **negativo** tanto en T1 como en T2.

I24. Adecuada infraestructura de transportes. Está referido a la infraestructura existente de transportes, generalmente orientada a carreteras, que facilite los desplazamientos de los usuarios hacia las TIC y de los requerimientos del mantenimiento. En el caso Napo, éste es un problema endémico del contexto, ya que la infraestructura de transportes es exclusivamente fluvial, poco fiable, tiene baja disponibilidad y es muy costosa. El Plan Operativo de Mantenimiento, a través de la planificación de actividades y coordinación logística adecúa los trabajos de mantenimiento al contexto de transportes existente. Sin embargo, este indicador es siempre **negativo**.

I25. Documentación de las TIC (hardware y software). En la intervención en Napo se ha redactado amplia documentación técnica de diseño y ejecución de las diversas instalaciones y ampliaciones de la red, y del mantenimiento de los sistemas. Adicionalmente, el hardware y software utilizados son ampliamente conocidos y distribuidos a nivel mundial, existiendo comunidades de desarrollo y soporte del software libre utilizado en el proyecto. Este indicador es **positivo** tanto en T1 como en T2.

10.1.5. Factores de Sostenibilidad de Contenido

La hipótesis relacionada con esta categoría es la siguiente:

“La mejora en el impacto de las TIC en los procesos de salud, así como la mejora en el acceso a información y en la generación y adaptación local de información relevante, la superación de barreras idiomáticas y socioculturales, y la mejora de la calidad de los manuales de usuario y la documentación técnica, identificados como factores de contenido, contribuirán a reducir el riesgo de fracaso en sostenibilidad de la intervención TIC en Napo.”

La mayor modificación al Marco de la Sostenibilidad de Sunden [Sun06] se encuentra precisamente en esta categoría, a la que hemos añadido un indicador de impacto de las TIC en los procesos de salud y en la salud de las personas. Dado que éste es el fin último de las TIC, mejorar la calidad del sistema de atención primaria, lo consideramos un factor indispensable para la sostenibilidad de la intervención en Napo.

Los indicadores para el contraste de esta hipótesis son los siguientes:

- I26. Impacto de las TIC en los procesos de salud.** El uso de los sistemas TIC tiene un impacto en los procesos de salud: gestión de emergencias, referencias de pacientes, consulta de dudas diagnósticas y de tratamiento, gestión administrativa, gestión de farmacia, formación del personal, etc. La medición de este indicador necesita un estudio más pormenorizado y se detalla en la Sección 10.3. Aunque este impacto puede todavía extenderse mediante la implementación del Plan Integral de Sostenibilidad y la ampliación de servicios de telemedicina, tanto en T1 como en T2 este indicador es **positivo**.
- I27. Acceso a Información producida o adaptada externamente.** Los sistemas TIC instalados en Napo cuentan con acceso a Internet, de modo que la información accesible por el personal de salud es toda la que existe en la red. Adicionalmente, en T2 se han adaptado contenidos relativos al uso y mantenimiento de las TIC específicas del Napo mediante la edición de manuales e informes dentro del proyecto, que han sido entregados al personal de salud rural. Este indicador es **positivo** en T1 y T2.
- I28. Acceso a información adaptada o generada localmente.** Recientemente las Microrredes de Salud de Napo y Mazán han adaptado algunos procesos de información de salud al uso de las TIC, generando formatos electrónicos de informes que evitan el envío físico de documentación impresa. Este indicador era negativo en T1, aunque actualmente ha mejorado de forma sustancial. No existe información específica generada por el personal rural o el sistema de salud de Loreto para ser transmitida y compartida mediante las TIC. Este indicador es **negativo** también en T2.
- I29. Superación de barreras idiomáticas y culturales.** Los contenidos proporcionados por el proyecto son extensos, pero el lenguaje o los medios utilizados no son los más adecuados, ya que se ha constatado que el personal de salud rural tiende a no consultar los manuales

de que dispone para mejorar el uso y el cuidado de las instalaciones. Por ejemplo, los manuales siguen un formato escrito, mientras que tal vez disponer de manuales interactivos o audiovisuales explicados por personal local podrían ayudar a superar esta barrera idiomática y cultural. Este indicador es **negativo**.

- I30. Software adaptado localmente.** Dado que el software utilizado en el proyecto, tanto para equipos de comunicación como para equipos de usuario está basado en código libre y abierto, existe desde el inicio la posibilidad de adaptarlo localmente. Se han realizado algunas adaptaciones externas, es decir, por parte del proyecto, para adecuar y personalizar el software a los usuarios del Napo. Sin embargo, hasta el momento no han existido las capacidades locales para desarrollar este punto. Este indicador es **negativo** tanto en T1 como en T2.
- I31. Manuales de usuario.** Existen manuales de operación y mantenimiento básico de los sistemas TIC destinados a los usuarios del Napo, así como manuales de ofimática y uso de servicios web. Tanto en T1 como en T2 este indicador es **positivo**.
- I32. Documentación técnica específica.** Existen manuales de instalación y mantenimiento avanzado de los sistemas TIC destinados al personal de mantenimiento de la red Napo, así como informes técnicos de diseño y ejecución del proyecto. Tanto en T1 como en T2 este indicador es **positivo**.

10.2. Resumen

En esta Sección se presenta un cuadro resumen en la Tabla 10.2 de los indicadores de evaluación del riesgo de fracaso por sostenibilidad en el caso Napo. En este cuadro se ha querido representar de forma esquemática el punto en el que se encontraba la intervención en Napo a nivel de sostenibilidad y los progresos realizados hasta la fecha, mediante la aplicación del Plan Integral de Sostenibilidad. Finalmente se muestra un porcentaje de indicadores valorados como positivos, de manera que se hace evidente la situación inicial (33 %) frente a la situación actual (65 %).

Esta cuantificación es meramente orientativa, ya que se ha dado igual peso a cada una de las categorías de la sostenibilidad, y también tienen un peso equitativo cada uno de los indicadores de riesgo en sus respectivas categorías. El estudio de si el valor de estos indicadores es comparable y en definitiva, de cuantificar su impacto en el riesgo de sostenibilidad de un proyecto se propone como trabajo futuro de esta tesis (ver Capítulo IV). La Figura 10.1 da una idea de la evolución de los indicadores para los dos instantes estudiados: T1 y T2; en ella se ha considerado que los indicadores valorados positivamente incrementan en un punto la evolución de los indicadores, mientras que los valorados negativamente mantienen el valor dado.

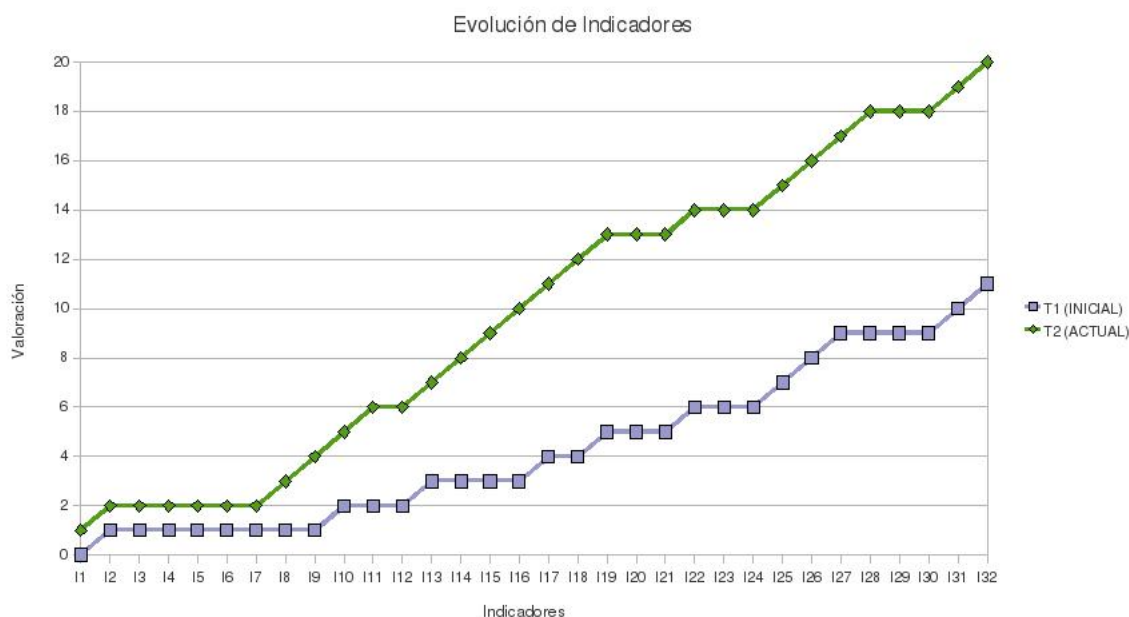


Figura 10.1: Evolución de los indicadores de riesgo de fracaso por sostenibilidad para el caso Napo.

10.3. Medición de impacto de las TIC en los procesos de salud

El estudio del impacto del uso de las Tecnologías de la Información y Comunicaciones en los procesos de salud y en la salud de las personas requiere de un análisis detallado para el cual nos hemos basado en la metodología de Martínez [Mar03]. Según Martínez, “la calidad del proceso de atención primaria se basa principalmente en que el personal de salud pueda diagnosticar adecuadamente la enfermedad del paciente y ofrecer un tratamiento adecuado. Además, el proceso puede aumentar su calidad si las actividades que se realizan dentro del sistema de salud están debidamente dirigidas y coordinadas (de nada serviría tener un buen médico que siempre acierte en el diagnóstico y en el tratamiento si nunca está en el establecimiento porque está entregando informes o en reuniones de coordinación). Otro factor muy importante dentro de la calidad de la atención médica integral es la existencia de planes y tareas adecuadas de prevención y promoción de la salud”.

III. Valoración del personal de salud sobre el impacto de las TIC en su trabajo. Las variables utilizadas para medir este indicador son las siguientes:

- Puntúe de 1 (mínimo) a 5 (máximo) la utilidad de las TIC para su trabajo. Deberá ser superior a 3.5 para validar el indicador.
- Considere si cuántos viajes ha evitado en el último mes gracias a la comunicación telefónica y de datos. Deberá ser superior a uno en promedio.

II2. Impacto de las TIC en la coordinación de emergencias. Las variables utilizadas para medir este indicador son las siguientes:

- Porcentaje de emergencias coordinadas utilizando el teléfono cada mes. Deberá ser superior al 75 % para validar el indicador.
 - ¿Cuántas emergencias tuvo en el último mes?
 - ¿Cuántas coordinó utilizando el teléfono?
- Número de referencias urgentes evitadas gracias a la comunicación telefónica cada mes. Deberá ser al menos una en promedio.
- Estimación de la reducción de la mortalidad en traslados gracias a la comunicación con el centro de referencia (%). Deberá ser superior al 20 % para validar el indicador.

II3. Impacto de las TIC en la referencia y contrarreferencia de pacientes. Las variables utilizadas para medir este indicador son las siguientes:

- Porcentaje de referencias de pacientes no urgentes coordinadas utilizando el teléfono cada mes. Deberá ser superior al 50 % para validar el indicador.
 - ¿Cuántas referencias de pacientes tuvo en el último mes?
 - ¿Cuántas coordinó utilizando el teléfono?
- Número de referencias no urgentes evitadas gracias a la comunicación telefónica cada mes. Deberá ser al menos una en promedio.

II4. Impacto de las TIC en la mejora de la capacidad diagnóstica de los establecimientos de salud rurales. La calidad diagnóstica del personal sanitario rural puede verse mejorada por tres motivos principalmente: porque haya aumentado su capacitación, porque pueda consultar sus dudas diagnósticas o bien pueda recibir diagnóstico remoto para sus pacientes. Las variables utilizadas para medir este indicador son las siguientes:

- Número de llamadas para consultar dudas diagnósticas cada semana. Deberá ser al menos una en promedio para validar el indicador.
 - ¿Cuántas llamadas para consultar dudas diagnósticas realizó la semana pasada?
- Porcentaje de llamadas concluidas con resolución de dudas.
 - ¿En cuántas ocasiones resolvió sus dudas por teléfono?
- Número de consultas diagnósticas realizadas por messenger, correo electrónico o búsqueda en Internet realizadas cada mes. Deberá ser superior a 4.
 - ¿Cuántas consultas diagnósticas realizó por correo electrónico en el último mes?
 - ¿Cuántas consultas diagnósticas realizó por messenger en el último mes?
 - ¿Cuántas consultas diagnósticas buscó en Internet en el último mes?
- Número de consultas remotas mensuales con médico realizadas con diagnóstico mediante videoconferencia. Deberá ser superior a 2 para validar el indicador.
- Número de consultas remotas mensuales con médico realizadas con diagnóstico por sonido (por ejemplo, mediante estetoscopia digital). Deberá ser superior a 2 para validar el indicador.

II5. Impacto de las TIC en la consulta de dudas para el tratamiento. Las variables utilizadas para medir este indicador son las siguientes:

- Número de llamadas para consultar dudas de tratamiento cada semana. Deberá ser al menos una en promedio para validar el indicador.
 - ¿Cuántas llamadas para consultar dudas de tratamiento realizó la semana pasada?
- Porcentaje de llamadas concluidas con resolución de dudas.
 - ¿En cuántas ocasiones resolvió sus dudas por teléfono?
- Número de consultas de tratamiento realizadas por messenger, correo electrónico o búsqueda en Internet realizadas cada mes. Deberá ser superior a 4.
 - ¿Cuántas consultas de tratamiento realizó por correo electrónico en el último mes?
 - ¿Cuántas consultas de tratamiento realizó por messenger en el último mes?
 - ¿Cuántas consultas de tratamiento buscó en Internet en el último mes?

II6. Impacto de las TIC en la gestión de farmacia (solicitud de medicamentos, actualización de inventario, etc). Las variables utilizadas para medir este indicador son las siguientes:

- Número de coordinaciones mensuales de farmacia realizadas por teléfono. Deberá ser al menos 1 en promedio.
- Número de coordinaciones mensuales de farmacia realizadas por correo electrónico o chat. Deberá ser al menos 1 en promedio.

II7. Impacto de las TIC en la coordinación y consulta de dudas administrativas e informes. Las variables utilizadas para medir este indicador son las siguientes:

- Número de coordinaciones administrativas semanales realizadas por teléfono. Deberá ser al menos 1 en promedio.
- Porcentaje de documentos oficiales enviados por correo electrónico respecto del total.

II8. Impacto de las TIC en la prevención de enfermedades. La variable utilizada para medir este indicador es:

- Considere si Ud ha mejorado la prevención de alguna enfermedad gracias a estar mejor comunicado/informado. Deberá ser positivo al menos en el 50 % de los casos.

Resumen de la medición de impacto

En esta Sección se muestra un cuadro resumen de los indicadores de medición del impacto de las TIC en los procesos de salud para el caso Napo. En la Tabla 10.3 se observa que estos valores son del 62 % en T1 y del 88 % en T2. Esta mejoría está relacionada con una mejora en la apropiación de las TIC por parte de los usuarios (ver indicador I11), mientras que la falta de optimización del impacto se debe a la falta de institucionalización de las TIC (ver indicador I12) y de la inexistencia de mecanismos para mejorar la capacidad diagnóstica en los establecimientos de salud rurales (como videoconferencias o diagnóstico remoto por sonido).

10 Validación del Plan Integral de Sostenibilidad

Factores de Riesgo	T1	T2
Sostenibilidad Humana	1/7	2/7
I1. Nivel de autoestima de los usuarios a nivel profesional y respecto a las TIC	-	+
I2. Nivel de educación básica y alfabetización de los usuarios	+	+
I3. Nivel de educación en TIC y alfabetización digital de los usuarios	-	-
I4. Capacitación de usuarios	-	-
I5. Capacitación en mantenimiento	-	-
I6. Capacitación en producción de contenidos	-	-
I7. Capacitación en gestión de las TIC	-	-
Sostenibilidad Social	2/7	6/7
I8. Compromiso institucional	-	+
I9. Capacidades tecnológicas locales	-	+
I10. Identificación de necesidades	+	+
I11. Apropiación	-	+
I12. Institucionalización de las TIC en la Salud	-	-
I13. Seguridad pública	+	+
I14. Regulación y formalización del marco del proyecto según leyes públicas y regulación de Telecomunicaciones	-	+
Sostenibilidad Financiera	1/4	4/4
I15. Estimación del coste de operación y mantenimiento de las TIC una vez transferidos a los agentes locales	-	+
I16. Percepción de las unidades de planeamiento y presupuesto de las instituciones beneficiarias sobre el coste de operación y mantenimiento de las TIC, y su capacidad para cubrirlo	-	+
I17. Percepción de las instituciones beneficiarias sobre el balance coste-beneficio de las TIC	+	+
I18. Presupuesto permanente para cubrir gastos de operación y mantenimiento	-	+
Sostenibilidad Tecnológica	3/7	3/7
I19. Calidad de las TIC (hardware y software)	+	+
I20. Confiabilidad de las TIC (hardware y software)	-	-
I21. Adecuado mantenimiento de las TIC	-	-
I22. Usabilidad de las TIC (hardware y software)	+	+
I23. Confiabilidad del sistema de electrificación	-	-
I24. Adecuada infraestructura de transportes	-	-
I25. Documentación de las TIC (hardware y software)	+	+
Sostenibilidad de Contenido	4/7	5/7
I26. Impacto de las TIC en los procesos de salud	+	+
I27. Acceso a información producida o adaptada externamente	+	+
I28. Acceso a información adaptada o generada localmente	-	+
I29. Superación de barreras idiomáticas	-	-
I30. Software adaptado localmente	-	-
I31. Manuales de usuario	+	+
I32. Documentación técnica específica	+	+
Reducción total del riesgo de fracaso por sostenibilidad	33 %	65 %

Cuadro 10.2: Resumen de indicadores de evaluación del riesgo de fracaso en sostenibilidad para el caso Napo.

10 Validación del Plan Integral de Sostenibilidad

Indicadores de Impacto	T1	T2
II1. Valoración del personal de salud sobre el impacto de las TIC en su trabajo	+	+
II2. Impacto de las TIC en la coordinación de emergencias	+	+
II3. Impacto de las TIC en la referencia y contrarreferencia de pacientes	+	+
II4. Impacto de las TIC en la mejora de la capacidad diagnóstica de los establecimientos rurales	-	-
II5. Impacto de las TIC en la consulta de dudas para el tratamiento	+	+
II6. Impacto de las TIC en la gestión de farmacia	-	+
II7. Impacto de las TIC en la coordinación y consulta de dudas administrativas e informes	-	+
II8. Impacto de las TIC en la prevención de enfermedades	+	+
Resumen de Impacto	62 %	88 %

Cuadro 10.3: Resumen de indicadores de medición de impacto de las TIC en los procesos de salud.

Parte IV

CONCLUSIONES

Conclusiones y Trabajo Futuro

Este Proyecto Fin de Máster ha sido fruto del esfuerzo de la Fundación EHAS por prolongar en el tiempo los beneficios que se han visto en la intervención en Napo. Al inicio de esta tesis en junio de 2009, se tenían identificados parte de los problemas asociados al mantenimiento de la infraestructura, pues empezaban a ser alarmantes los bajos niveles de disponibilidad registrados en algunos establecimientos de salud. Éste fue el punto de partida para el análisis de las dificultades del mantenimiento de sistemas y servicios de Tecnologías de la Información y Comunicaciones en zonas rurales de países en desarrollo, y la posterior formulación del Plan Operativo de Mantenimiento expuesto en el Capítulo 7 y publicado en [Beb09b].

En el desarrollo de esta tesis ha habido una importante fase de dos meses de trabajo de campo, donde se obtuvo una extensa realimentación y participación sobre la viabilidad y alternativas del Plan Operativo de Mantenimiento a través de diversos actores. Este periodo permitió identificar detalladamente las necesidades legales, político-administrativas e institucionales del proyecto para que su existencia se extienda en el tiempo. De este trabajo ha surgido el Plan Institucional y Financiero específico para el caso Napo (detallado en el Capítulo 6), que adicionalmente ha beneficiado a otros proyectos de la Fundación EHAS en la Región Loreto. En este instante se toma en consideración la coherencia de tratar la problemática del Napo desde su sostenibilidad amenazada, y se focaliza la revisión de literatura específica en la búsqueda de las claves para analizar y resolver la sostenibilidad del caso Napo en su conjunto. De esta forma, la revisión de literatura, el análisis del contexto, la formulación del Plan Integral de Sostenibilidad y la propuesta de validación del mismo, se entrelazan recursivamente hasta definir su forma final. En el camino surge inevitablemente la necesidad de incluir un Plan de Formación Continua que salve las carencias en capacitación de los beneficiarios del proyecto, y les permita autonomía suficiente para operar, gestionar y mantener las TIC de que disponen.

La hipótesis de esta investigación ha quedado probada parcialmente: la implementación del Plan Integral de Sostenibilidad contribuye a reducir el riesgo de fracaso en sostenibilidad del proyecto TIC. A modo de resumen, las contribuciones de este Proyecto Fin de Máster son las siguientes:

1. Revisión de la literatura sobre mantenimiento de proyectos de TIC en zonas rurales de países en desarrollo y sobre sostenibilidad de proyectos TIC en países en desarrollo,
2. Análisis de la problemática del caso Napo desde las cinco categorías de la sostenibilidad: humana, financiera, tecnológica, social y de contenido,
3. Formulación de un Plan Integral de Sostenibilidad que define actores, estrategias y plazos, con el objetivo de reducir el riesgo de fracaso en sostenibilidad del proyecto,

4. Definición de una herramienta de validación del Plan Integral de Sostenibilidad que mide el grado de sostenibilidad de un proyecto TIC para la Salud en cualquiera de sus fases o, lo que es lo mismo, el riesgo de un proyecto TIC para la Salud de fracasar en sostenibilidad.

El carácter complejo y multisectorial de la sostenibilidad hace, en primer lugar, que esta tesis sea más extensa de lo que debiera, y en segundo lugar, que aún así quede mucho trabajo por hacer. En relación a la formulación del Plan Integral de Sostenibilidad se propone establecer un convenio de colaboración entre la institución receptora de la donación, el GOREL, y el agente de desarrollo, la Fundación EHAS, para futuras intervenciones en la Región. En el caso concreto de la Fundación EHAS, este convenio permite la asesoría técnica remota y que la Fundación pueda desarrollar el papel de N4 en el Plan Operativo de Mantenimiento, y la formación de formadores en el Plan de Formación Continua. En cuanto al Plan Operativo de Mantenimiento, la estimación de costes realizada se ha basado en información recopilada de proyectos anteriores, pero se propone como trabajo futuro un estudio detallado de costes acorde con la implementación del Plan; se prevee que el coste real en este caso sea menor que el estimado.

El Plan de Formación Continua expuesto en el Capítulo 8 se encuentra aún en una fase embrionaria. Por considerarse de vital importancia para la sostenibilidad se ha incluido en esta tesis, aunque se propone como trabajo futuro identificar detalladamente el contexto de la Unidad de Capacitación de la DIRESA (sus recursos, metodología y expectativas), diseñar los cursos correspondientes de acuerdo a la metodología y contenidos propuestos en esta tesis, diseñar los mecanismos de seguimiento y evaluación de competencias y establecer la distribución de responsabilidades sobre capacitación. Adicionalmente, se propone elaborar un Plan Operativo de la Telemedicina que marque las pautas de organización, actividades y gestión de recursos de la Oficina de Telemedicina con dos objetivos fundamentales: institucionalizar las TIC, es decir, adaptar el Sistema de Información de Salud a las TIC, y operar y gestionar los servicios de apoyo al diagnóstico remoto mediante videoconferencia u otras aplicaciones.

En la validación del Plan Integral de Sostenibilidad se han definido treinta y dos indicadores identificados como factores relevantes para la sostenibilidad de proyectos TIC. Ante la valoración “positiva” o “negativa” de estos indicadores ha sido posible comprobar las diferencias entre un momento anterior al inicio de esta tesis y el momento actual, tras la implementación del Plan Integral de Sostenibilidad en un 25 %. Ahora bien, a cada una de las cinco categorías de la sostenibilidad se les ha dado un peso equitativo comprensible y reflejado como tal en la literatura consultada. Sin embargo, el peso de cada uno de estos indicadores se ha considerado también equitativo por falta tiempo para un análisis más detallado, pero se propone como trabajo futuro una cuantificación de cada uno de estos indicadores. Esto cambiará los porcentajes obtenidos actualmente pero en todo caso se verá una evolución positiva de los mismos entre estos instantes de tiempo. Se propone evaluar de nuevo el caso Napo en un momento posterior, cuando el Plan Integral de Sostenibilidad esté implementado en al menos un 80 % o en el plazo de un año. Dado que la fórmula de medición de esta validación está orientada al riesgo, un trabajo coherente sería formular esta herramienta de medición desde la perspectiva de la Teoría de Riesgos.

Bibliografía

- [Avg08] Chrisanthi Avgerou. Information systems in developing countries: a critical research review. *Journal of Information Technology*, 23:133–146, September 2008.
- [Beb07] Inés Bebea. Repotenciación de la micro-red de salud ehas-pamafro. informe de actuación. Fundación EHAS, dic 2007.
- [Beb09a] Inés Bebea. Informe de operatividad de la red de telemedicina en la cuenca del río napo. Fundación EHAS, dic 2009.
- [Beb09b] Inés Bebea. A proposal for operative maintenance planning at ict infrastructures in rural areas of developing countries. *WITFOR Congress*, 2009.
- [Car08] Luis Camacho Carlos Rey. *Redes inalámbricas para zonas rurales*. Pontificia Universidad Católica del Perú, Grupo de Telecomunicaciones Rurales, 2008.
- [cen09] Centreon, network, systems and application monitoring based upon the open source monitoring engine nagios. <http://www.centreon.com>, 2009.
- [Chi09] Arul Chib. Sustainability of ict interventions: Lessons from rural projects in china and india. *Communicating for Social Impact: Engaging Communication Theory, Research, and Pedagogy*, 2009.
- [Cis] Steve Cisler. Planning for sustainability: How to keep your ict proyecto running (schools online). <http://www2.ctcnet.org/ctc/Cisler/sustain.doc>.
- [Cur08] Jane Curry. Open source management options. Skills 1st Ltd, sep 2008.
- [EHA07a] Fundación EHAS. Manual de mantenimiento de sistemas de comunicaciones wifi (pamafro - ehas). Organismo Andino de Salud - Convenio Hipólito Unanue, Proyecto PAMAFRO, jun 2007.
- [EHA07b] Fundación EHAS. Plan de mantenimiento de la red de comunicaciones wifi -napo (pamafro - ehas). Organismo Andino de Salud - Convenio Hipólito Unanue, Proyecto PAMAFRO, ago 2007.
- [EHA07c] Fundación EHAS. Plan estratégico de sostenibilidad y mantenimiento de la red ehas pamafro. Organismo Andino de Salud - Convenio Hipólito Unanue, Proyecto PAMAFRO, may 2007.
- [Fid] Dolores Fidishun. Andragogy and technology: Integrating adult learning theory as we teach with technology. Proceedings of the 2000 Mid-South Instructional Technology Conference.

Bibliografía

- [Gal07] Ethan Galstad. Nrpe documentation. Nagios, may 2007.
- [Gal08] Ethan Galstad. Nagios 3.x documentation. <http://www.nagios.org>, 2008.
- [Hee02] Richard B. Heeks. Information systems and developing countries: Failure, success and local improvisations. *Inf. Soc.*, 18(2), 2002.
- [Hee06] Richard B. Heeks. Health information systems: Failure, success and local improvisations. *International Journal of Medical Informatics*, 75:125—137, 2006.
- [hrl10] Sitio web del hospital regional de loreto. <http://hospitalregionaldeloreto.gob.pe>, ene 2010.
- [IET90] IETF. A simple network management protocol (snmp). RFC 1157, may 1990.
- [IET91] IETF. Management information base for network management of tcp/ip-based internets: Mib-ii. RFC 1213, mar 1991.
- [iti09] Curso online de formación itil, 2009. Information Technologies Infrastructure Library (<http://www.itlibrary.org/>).
- [KDS09] Kenneth L. Kraemer, Jason Dedrick, and Prakul Sharma. One laptop per child: vision vs. reality. *Commun. ACM*, 52(6):66–73, 2009.
- [Kim06] Honest Christoher Kimaro. Decentralization and sustainability of ict based health information systems in developing countries: A case study from tanzania, 2006.
- [Leo08] Leopoldo Liñán Benítez. Mantenimiento correctivo de la red wifi pamafro (alto napo). informe de actuación. Organismo Andino de Salud - Convenio Hipólito Unanue, PAMAFRO, Fundación EHAS, dic 2008.
- [Lic] Fundación ECDL (European Computer Driving License). Syllabus versión 4.0. <http://www.ecdl.com>.
- [lor10] Sitio web del gobierno regional de loreto. <http://www.regionloreto.gob.pe>, ene 2010.
- [Mar03] Andres Martinez. Evaluacion de impacto del uso de tecnologias apropiadas de comunicacion para el personal sanitario rural de paises en desarrollo, 2003.
- [Mon90] François Monchy. *Teoría y práctica del mantenimiento industrial*. Masson Elsevier, 1990.
- [moo09] Moodle: open-source community-based tools for learning. <http://moodle.org>, 2009.
- [Mos04] Emílio Luís Mosse. Understanding the introduction of computer-based health information systems in developing countries: counter networks, communication practices and social identity. a case study from mozambique, 2004.
- [oAE02] DAC Working Party on AID Evaluation. Glossary of key terms in evaluation and results based management. OCDE, 2002.

Bibliografía

- [odm09] Objetivo de desarrollo del milenio 8: Informe del grupo de tareas sobre el desfase en el logro de los objetivos de desarrollo del milenio de 2009. Publicación de las Naciones Unidas, 2009.
- [Pad06] Caroline I. Pade. An exploration of the categories associated with ict project sustainability in rural areas of developing countries: a case study of the dwesa project. *Proceedings of SAICSIT*, pages 100–106, 2006.
- [PAM08] PAMAFRO. Informe de auditoría redes ehas-pamafro. Proyecto de “Control de la Malaria en las Zonas Fronterizas de la Región Andina: Un Enfoque Comunitario”, mar 2008.
- [PAM09] PAMAFRO. Plan de operación y mantenimiento de la red de comunicaciones de voz y datos en loreto. Documento interno, abr 2009.
- [Pas09] Ana Pastor. Sistema de gestion de red en paises en desarrollo, October 2009.
- [Rag05] Adithya Raghunathan. Ventajas económicas de la infraestructura inalámbrica para el desarrollo. Serie de informes técnicos del Departamento de Desarrollo Sostenible, Banco Interamericano de Desarrollo, 2005.
- [Roj08] Hector Alirio Rojas. Estrategias de sostenibilidad de las redes de comunicaciones de voz y datos. Organismo Andino de Salud, Convenio Hipólito Unanue, Proyecto PAMAFRO, mar 2008.
- [RS08] Radhika Rajagoplan and Runa Sarkar. Digital networks and sustainability: Do we need the government? *International Conference on the Digital Society*, 0:49–54, 2008.
- [S. 03] P.Ñorrish S. Batchelor. Sustainable information and communication technology (ict). Gamos Ltd., 2003.
- [S. 09] P.Ñorrish S. Batchelor. Framework for the assessment of ict pilot projects: Beyond monitoring and evaluation to applied research. infoDev, World Bank Information and Development Program, 2009.
- [Sal68] F. Salem. Failed revolution? exploring e-government barriers in the arab states. *Proceedings of the 4th International Conference on e-Government*, pages 363–370, 20068.
- [Sch07] Raphael Schneeberger. *Technological Knowledge Transfer in Least Developed Countries with a View to Intercultural Awareness*. PhD thesis, Vienna University of Technology, February 2007.
- [Sun06] Susanne Sundén. Information and communication technology applied for developing countries in a rural context. towards a framework for analysing factors influencing sustainable use, 2006.
- [Sur08a] Sonesh Surana. Beyond pilots: keeping rural wireless networks alive. *5th USENIX Symposium on Networked Systems Design and Implementation*, 2008.

Bibliografía

- [Sur08b] Sonesh Surana. Deploying a wireless rural telemedicine system: experiences in sustainability. *IEEE Computer Society*, 2008.
- [Vin05] Jesse Vincent. *RT Essentials*. O'Reilly, 2005.
- [WG00] S. Waldbusser and P. Grillo. Host resources mib, 2000.

Parte V
ANEXOS

A Resoluciones Directorales DIRESA

A Resoluciones Directorales DIRESA

GOBIERNO REGIONAL DE LORETO
DIRECCIÓN REGIONAL DE SALUD- LORETO
HOSPITAL DE APOYO - YURIMAGUAS

Nº 141 -2006-GR-Loreto/30.13.03.01



Resolución Directoral

Yurimaguas, 20 de Octubre el 2006.

Visto el Oficio Nº 007-2006-GR-LORETO/CGP-HSG-YGS., de fecha 02 de Octubre del 2006, emitido por el COMITÉ DE GESTIÓN PATRIMONIAL en la cual remite el informe Técnico legal solicitando la aceptación y la Acta de donación de la Junta de Comunidades de Castilla la Mancha - Proyecto EHAS

CONSIDERANDO:

Que mediante el Documento remitido por la Junta de Comunidades Castilla la Mancha EHAS-YURI-094-2006 de fecha 18 de agosto 2006 en el cual hace la DONACION de Equipos y Materiales a los establecimientos de salud beneficiarios del Proyecto EHAS, cuyo objetivo es la repotenciación de la red instalada en Alto Amazonas y Datam del Manañón

El Comité de Gestión Patrimonial dentro del ámbito de su competencia de su competencia funcional y en cumplimiento de las disposiciones del Reglamento General de Procedimientos Administrativos de los Bienes de Propiedad Estatal aprobado por Decreto Supremo Nº 154 - 2001 - EF ; ha verificado que se encuentran pendientes de regularización dichos Bienes Donados.

Por lo dispuesto en el Artículo 138º, resulta necesario expedir el acto Administrativo que permita regularizar el ALTA de los Bienes y Equipos DONADOS, mediante la Resolución respectiva.

Estado a lo informado por el Presidente del Comité de Gestión Patrimonial, con la visación de la Dirección Administrativa Asesoría Legal, y la aprobación de la Dirección General del Hospital " Santa Gema" Yurimaguas; en uso de las atribuciones conferidas mediante Resolución Ministerial Nº 0701 - 2004/MINSA de fecha 13 de Junio del 2004.

SE RESUELVE:

Artículo 1º- APROBAR el ALTA de los Bienes y Equipos comprendidos en el Anexo Nº 01 que se adjunta y consta de dos (02) páginas, y es parte integrante de la presente Resolución, por un valor de DOSCIENTOS CINCUENTA MIL QUINIENTOS CUARENTIDOS CON 31/100 NUEVOS SOLES (S/. 250,542.31).

Artículo 2º- La presente Resolución sustentará el ingreso de los Bienes y Equipos en los Inventarios Físicos, así como del registro contable de la Institución

Artículo 3º. Cursar copia de la presente Resolución a las Instancias correspondientes, como la Superintendencia de Bienes Nacionales .

Regístrese y Comuníquese

LENE/AGI



GOBIERNO REGIONAL DE LORETO
DIRECCIÓN REGIONAL DE SALUD LORETO
HOSPITAL DE APOYO YURIMAGUAS

Dra. LIDIA E. NAVARRO BARDALEZ
C.M.P. 23301
DIRECTOR GENERAL

A Resoluciones Directorales DIRESA

GOBIERNO REGIONAL DE LORETO
DIRECCION REGIONAL DE SALUD- LORETO
HOSPITAL DE APOYO - YURIMAGUAS

Nº 142 -2006-GR-Loreto/30.13.03.01



Resolución Directoral

Yurimaguas, 20 de Octubre del 2006.

Visto el Oficio N° 007-2006 - GR - LORETO / CGP - HSG - YGS de fecha 02 de Octubre del 2006, emitido por el PRESIDENTE DEL COMITE DE GESTION PATRIMONIAL en la cual remite el Informe técnico Legal solicitando la aceptación y alta de donación de la Junta de comunidades de Castilla la Mancha - Proyecto EHAS.

CONSIDERANDO:

Que, mediante el Documento remitido por la Junta de Comunidades Castilla La Mancha EHAS-YURI-094-2,006 de fecha 18 de agosto-2,006 en el cual hace la DONACION de Equipos y Materiales a los establecimientos de salud beneficiarios del Proyecto-EHAS cuyo objetivo es la repotenciación de la Red instalada en Alto Amazonas y Datem del Marañón.

El Comité de Gestión Patrimonial dentro del ámbito de su competencia funcional y en cumplimiento de las disposiciones del Reglamento General de Procedimientos Administrativos de los Bienes de Propiedad Estatal aprobado por Decreto Supremo N° 154 - 2001 - EF ; ha verificado que se encuentran pendientes de regularización dichos Bienes Donados.

Que, en tal sentido, resulta necesario expedir el acto Administrativo que permita regularizar la situación de los Bienes y Equipos DONADOS por el proyecto EHAS ; los cuales a la fecha se encuentran siendo utilizados por el Hospital Santa Gema de Yurimaguas y los diferentes Centros de Salud y Puestos de Salud .

Que, el ARTICULO 172° del Reglamento General de Procedimientos Administrativos de los Bienes de Propiedad Estatal ; modificado con Decreto Supremo N° 042 -2006 - EF de fecha 12 de Abril del 2006 ; establece que las DONACIONES de los Bienes Patrimoniales incluida aquellas que se realicen con fines asistenciales a favor del Estado serán ACEPTADAS por Resolución del Titular de la Entidad Donataria.

Estando a lo informado por el Presidente del Comité de Gestión Patrimonial, con la visación de la Dirección Administrativa , Asesoría Legal , y la aprobación de la Dirección General del Hospital "Santa Gema " Yurimaguas; en uso de las atribuciones conferidas mediante Resolución Ministerial N° 0701 - 2004 / MINSA , de fecha 13 de Junio del 2004.

SE RESUELVE:

Artículo 1º.- ACEPTAR la donación que hace la Junta de Comunidades de Castilla La Mancha a favor de los establecimientos de salud beneficiarios del Proyecto EHAS , consistente en materiales y equipos que se detalla en el Anexo N° 01 adjunto y forma parte integrante de la presente Resolución, por un valor de DOSCIENTOS CINCUENTA MIL QUINIENTOS CUARENTIDOS CON 31/100 NUEVOS SOLES (S/. 250,542.31), cuyo objetivo es la repotenciación de la Red EHAS instalada en Alto Amazonas y Datem del Marañón según detalle :

B Acta de Acuerdos y Compromisos entre GOREL y Fundación EHAS

C Acta de Acuerdos y Compromisos entre DIRESA y Fundación EHAS

**D Acta de Transferencia de los Bienes
Donados por la Fundación EHAS al
GOREL**