

PONTIFICIA UNIVERSIDAD CATÓLICA DEL PERÚ

FACULTAD DE CIENCIAS E INGENIERÍA



PONTIFICIA
UNIVERSIDAD
CATÓLICA
DEL PERÚ

DISEÑO DE UNA RED DE DATOS Y DE TELEFONÍA PARA LA INTERCOMUNICACIÓN DE ESTABLECIMIENTOS DE SALUD UBICADOS EN LA CUENCA DEL BAJO NAPO

ANEXOS

Tesis para optar el Título de **INGENIERO ELECTRÓNICO**, que presenta el bachiller:

Edwin Leopoldo Liñán Benítez

ASESOR: Pastor David Chávez Muñoz

Lima, marzo del 2013

Modifican el Plan Nacional de Atribución de Frecuencias

**RESOLUCIÓN MINISTERIAL
Nº 585-2005-MTC/03**

Lima, 25 de agosto de 2005

CONSIDERANDO:

Que, la Vigésima Disposición Transitoria y Final del Texto Único Ordenado del Reglamento General de la Ley de Telecomunicaciones aprobado por Decreto Supremo Nº 027-2004-MTC establece que lo dispuesto en el numeral 4 del artículo 28º se aplicará para todo el territorio nacional, excepto en la banda de 2 400 - 2 483,5 MHz para la provincia de Lima y la Provincia Constitucional del Callao. Una vez que culmine la migración de los operadores que tienen asignaciones para prestar servicios públicos de telecomunicaciones a título primario en la banda de 2 400 - 2 483,5 MHz en estas provincias, se aplicará a todo el país;

Que, el numeral 4 del artículo 28º del Texto Único Ordenado del Reglamento General de la Ley de Telecomunicaciones, establece que aquellos servicios cuyos equipos, utilizando la banda de 2 400 - 2 483,5 MHz transmiten con una potencia no superior a cuatro vatios (4 W) o 36 dBm en antena (potencia efectiva irradiada), en espacio abierto, están exceptuados de contar con la asignación del espectro radioeléctrico, autorización, permiso o licencia, para la prestación o instalación de servicios de telecomunicaciones, requiriendo para la prestación de servicios públicos de telecomunicaciones de la obtención previa de la concesión;

Que, el artículo 1º de la Resolución Ministerial Nº 506-2004-MTC/03 publicada el 14 de julio de 2004, establece que los concesionarios de servicios públicos de telecomunicaciones que cuentan con asignaciones en la banda comprendida de 2 300 - 2 483,5 MHz, deberán migrar a la banda comprendida entre 2 200 - 2 400 MHz en un plazo máximo de 1 año, contado a partir de la publicación de la citada resolución;

Que, mediante Resolución Ministerial Nº 187-2005-MTC/03 se aprobó el Plan Nacional de Atribución de Frecuencias - PNAF, documento técnico normativo que contiene los cuadros de atribución de frecuencias y la clasificación de usos de espectro radioeléctrico, así como las normas técnicas generales para la utilización del espectro radioeléctrico;

Que, la nota P23 del PNAF establece que la banda 2 400 - 2 483,5 MHz, está atribuida a título secundario para los servicios fijo y/o móvil, público y/o privado y que se encuentra atribuida además al servicio público fijo a título primario hasta el 16 de julio de 2005;

Que, mediante Resolución Viceministerial Nº 518-2002-MTC/15.03, se designó a los miembros del Comité Consultivo del Plan Nacional de Atribución de Frecuencias, encargado de realizar los estudios y propuestas técnicas relacionados a dicho Plan;

Que, la empresa Digital Way S.A. solicita migrar a la banda 2 200 - 2 400 MHz hasta el 30 de mayo de 2006, al señalar que es materialmente imposible cumplir la migración física dentro del plazo establecido, dado que el 30 de mayo de 2005 se expidió la Resolución Directoral Nº 994-2005-MTC/17, que le asigna la banda 2 200 - 2 400 MHz para la provincia de Lima y la Provincia Constitucional del Callao;

Que, con la finalidad de garantizar la continuidad del servicio se considera necesario establecer que a partir del 15 de julio de 2005 todas las asignaciones realizadas a título primario en la banda 2 300 - 2 483,5 MHz antes de dicha fecha, se consideran asignaciones a título secundario, en aplicación de lo establecido en la Vigésima Disposición Transitoria y Final del Texto Único Ordenado del Reglamento General de la Ley de Telecomunicaciones y que la operación en dicha banda deberá sujetarse a las características técnicas aprobadas en sus respectivos títulos habilitantes hasta el 28 de febrero de 2006;

Que, adicionalmente, los concesionarios deberán migrar a la banda comprendida entre 2 200 - 2 400 MHz hasta el 28 de febrero de 2006;

Que, el Comité Consultivo del Plan Nacional de Atribución de Frecuencias, mediante el Informe Nº 008-2005-MTC-

CCPNAF, recomienda modificar la Nota P23 del Plan Nacional de Atribución de Frecuencias y el artículo 1º de la Resolución Ministerial Nº 506-2004-MTC, modificado mediante Resolución Ministerial Nº 927-2004-MTC/03;

De conformidad con lo establecido en la Ley Nº 27791, los Decretos Supremos Nºs. 013-93-TCC y 027-2004-MTC;

SE RESUELVE:

Artículo 1º.- Modificar la Nota P23 del Plan Nacional de Atribución de Frecuencias, aprobado mediante Resolución Ministerial Nº 187-2005-MTC/03, con el siguiente texto:

"P23 Las siguientes bandas están destinadas para aplicaciones industriales, científicas y médicas (ICM):

13 553 - 13 567 kHz (frecuencia central 13 560 kHz),
26 957 - 27 283 kHz (frecuencia central 27 120 kHz),
40,66 - 40,70 MHz (frecuencia central 40,68 MHz),
902 - 928 MHz (frecuencia central 915 MHz),
2 400 - 2 500 MHz (frecuencia central 2 450 MHz),
5 725 - 5 875 MHz (frecuencia central 5 800 MHz), y
24 - 24,25 GHz (frecuencia central 24,125 GHz)

Los servicios de radiocomunicaciones que funcionan en estas bandas deben aceptar la interferencia perjudicial resultante de estas aplicaciones y en ningún caso podrán causar interferencias a aplicaciones ICM.

Las bandas 902 - 928 MHz, 2 400 - 2 483,5 MHz y 5 725 - 5 850 MHz, están atribuidas a título secundario para los servicios fijo y/o móvil, público y/o privado. Aquellos que hagan uso de las frecuencias antes indicadas deberán sujetarse a la normativa establecida o que establezca el Ministerio".

Artículo 2º.- Modificar el artículo 1º de la Resolución Ministerial Nº 506-2004-MTC, modificado mediante Resolución Ministerial Nº 927-2004-MTC/03 por el siguiente texto:

"Artículo 1º.- A partir del 15 de julio de 2005 las asignaciones realizadas antes de dicha fecha a título primario en la banda 2 300 - 2 483,5 MHz, pasarán a ser asignaciones a título secundario, en aplicación de lo establecido en la Vigésima Disposición Transitoria y Final del Texto Único Ordenado del Reglamento General de la Ley de Telecomunicaciones. La operación en dicha banda deberá sujetarse a las características técnicas aprobadas en sus respectivos títulos habilitantes en un plazo que no excederá del 28 de febrero de 2006.

Los concesionarios de servicios públicos de telecomunicaciones indicados en el párrafo precedente, deberán migrar a la banda comprendida entre 2 200 - 2 400 MHz en un plazo que no excederá del 28 de febrero de 2006, de acuerdo a la canalización aprobada por el Ministerio.

La asignación de canales a los concesionarios en la banda 2 200 - 2 400 MHz, podrá efectuarse en un número diferente a los canales que tienen asignados en la banda 2 300 - 2 483,5 MHz. El total de canales que se asigne en la banda 2 200 - 2 400 MHz no excederá de catorce.

Para tal efecto, la Dirección General de Gestión de Telecomunicaciones considerará en la evaluación para la asignación en la banda 2 200 - 2 400 MHz lo siguiente:

1. Nivel de cumplimiento de metas de uso del espectro radioeléctrico para la banda 2 300 - 2 483,5 MHz.
2. Nivel de cumplimiento del Plan Mínimo de Expansión.
3. Proyección de expansión utilizando la banda 2 200 - 2 400 MHz para cinco (05) años.
4. Proyección de metas de uso del espectro radioeléctrico para la banda 2 200 - 2 400 MHz.

Las asignaciones efectuadas estarán sujetas al cumplimiento periódico de las metas de uso del espectro radioeléctrico".

Regístrese, comuníquese y publíquese.

JOSÉ JAVIER ORTIZ RIVERA
Ministro de Transportes y Comunicaciones

presentar un informe al Despacho Ministerial, con copia a la Oficina General de Administración del Ministerio de Transportes y Comunicaciones, describiendo las acciones realizadas y los resultados obtenidos durante el viaje autorizado.

Artículo 4º.- La presente Resolución Ministerial no dará derecho a exoneración o liberación de impuestos o derechos aduaneros, cualquiera fuera su clase o denominación.

Regístrese, comuníquese y publíquese.

JOSÉ JAVIER ORTIZ RIVERA
Ministro de Transportes y Comunicaciones

18681

Autorizan viaje de Inspector de la Dirección General de Aeronáutica Civil a EE.UU., en comisión de servicios

RESOLUCIÓN MINISTERIAL
Nº 773-2005-MTC/02

Lima, 31 de octubre de 2005

CONSIDERANDO:

Que, la Ley Nº 27619 que regula la autorización de viajes al exterior de servidores y funcionarios públicos, en concordancia con sus normas reglamentarias aprobadas por Decreto Supremo Nº 047-2002-PCM, establece que para el caso de los servidores y funcionarios públicos de los Ministerios, entre otras entidades, la autorización de viaje se otorgará por Resolución Ministerial del respectivo Sector, la que deberá ser publicada en el Diario Oficial El Peruano con anterioridad al viaje, con excepción de las autorizaciones de viajes que no irroguen gastos al Estado;

Que, el Decreto de Urgencia Nº 015-2004 dispone que los viajes al exterior que irroguen gasto al Tesoro Público, de funcionarios, servidores públicos o representantes del Poder Ejecutivo, a que se refieren el primer y segundo párrafo del artículo 1º de la Ley Nº 27619, quedan prohibidos por el ejercicio fiscal 2005, prohibición que no es aplicable a los sectores Relaciones Exteriores y Comercio Exterior y Turismo, así como la Dirección de Aeronáutica Civil del Ministerio de Transportes y Comunicaciones, en cuyos casos los viajes serán autorizados a través de resolución del Titular del Pliego respectivo, la misma que deberá ser publicada en el Diario Oficial El Peruano antes del inicio de la comisión de servicios;

Que, la Ley Nº 27261 - Ley de Aeronáutica Civil del Perú, establece que la Autoridad Aeronáutica Civil es ejercida por la Dirección General de Aeronáutica Civil como dependencia especializada del Ministerio de Transportes y Comunicaciones;

Que, la Dirección General de Aeronáutica Civil, a fin de cumplir con los estándares aeronáuticos internacionales establecidos en el Convenio de Chicago sobre Aviación Civil y poder mantener la calificación de Categoría - I otorgada al Perú por la Organización de Aviación Civil Internacional, debe mantener un programa anual de vigilancia sobre la seguridad operacional a través de la ejecución de inspecciones técnicas a los explotadores aéreos en el país, basado en las disposiciones establecidas en el citado Convenio y en los estándares de la Organización de Aviación Civil Internacional;

Que, la empresa Wayra Perú S.A.C., con Carta Cert057.05.Ops, del 12 de octubre de 2005, en el marco del Procedimiento Nº 5 de la sección correspondiente a la Dirección General de Aeronáutica Civil (Evaluación de Personal), establecido en el Texto Único de Procedimientos Administrativos del Ministerio de Transportes y Comunicaciones, aprobado por Decreto Supremo Nº 008-2002-MTC, solicita a la Dirección General de Aeronáutica Civil, efectuar los chequeos técnicos en simulador de vuelo del equipo Fokker 100, en el Centro de Entrenamiento American Airlines de la ciudad de Fort Worth, a su personal aeronáutico

propuesto, durante los días 8, 9 y 10 de noviembre de 2005;

Que, conforme se desprende de los Recibos de Acotación Nº 29109 y 29110, la solicitante ha cumplido con el pago del derecho de tramitación correspondiente al Procedimiento a que se refiere el considerando anterior, ante la Dirección de Tesorería del Ministerio de Transportes y Comunicaciones;

Que, en tal sentido, los costos del respectivo viaje de inspección, están íntegramente cubiertos por la empresa solicitante del servicio, incluyendo el pago de los viáticos y la Tarifa Única de Uso de Aeropuerto;

Que, la Dirección de Seguridad Aérea de la Dirección General de Aeronáutica Civil, ha emitido la Orden de Inspección Nº 2030-2005-MTC/12.04-SDO designando al Inspector Ricardo Rafael Pazos Raygada, para realizar los chequeos técnicos en simulador de vuelo del equipo Fokker 100, en el Centro de Entrenamiento American Airlines, al personal aeronáutico propuesto por la empresa Wayra Perú S.A.C., en la ciudad de Fort Worth, Texas, Estados Unidos de América, durante los días 07 al 10 de noviembre de 2005;

Que, por lo expuesto, resulta necesario autorizar el viaje del referido Inspector de la Dirección General de Aeronáutica Civil para que, en cumplimiento de las funciones que le asigna la Ley Nº 27261 y su Reglamento, pueda realizar los chequeos técnicos a que se contrae la Orden de Inspección Nº 2030-2005-MTC/12.04-SDO; De conformidad con la Ley Nº 27261, Ley Nº 27619, el Decreto de Urgencia Nº 015-2004 y el Decreto Supremo Nº 047-2002-PCM;

SE RESUELVE:

Artículo 1º.- Autorizar el viaje del señor Ricardo Rafael Pazos Raygada, Inspector de la Dirección General de Aeronáutica Civil del Ministerio de Transportes y Comunicaciones, a la ciudad de Fort Worth, Texas, Estados Unidos de América, durante los días 7 al 10 de noviembre de 2005, para los fines a que se contrae la parte considerativa de la presente Resolución.

Artículo 2º.- El gasto que demande el viaje autorizado precedentemente, ha sido íntegramente cubierto por la empresa Wayra Perú S.A.C. a través de los Recibos de Acotación Nº 29109 y 29110, abonados a la Dirección de Tesorería del Ministerio de Transportes y Comunicaciones, incluyendo las asignaciones por concepto de viáticos y tarifa por uso de aeropuerto, de acuerdo al siguiente detalle:

Viáticos	US\$ 880.00
Tarifa por Uso de Aeropuerto	US\$ 28.24

Artículo 3º.- Conforme a lo dispuesto por el Artículo 10º del Decreto Supremo Nº 047-2002-PCM, el Inspector mencionado en el Artículo 1º de la presente Resolución Ministerial, dentro de los quince (15) días calendario siguientes de efectuado el viaje, deberá presentar un informe al Despacho Ministerial, con copia a la Oficina General de Administración del Ministerio de Transportes y Comunicaciones, describiendo las acciones realizadas y los resultados obtenidos durante el viaje autorizado.

Artículo 4º.- La presente Resolución Ministerial no dará derecho a exoneración o liberación de impuestos o derechos aduaneros, cualquiera fuera su clase o denominación.

Regístrese, comuníquese y publíquese.

JOSÉ JAVIER ORTIZ RIVERA
Ministro de Transportes y Comunicaciones

18678

Establecen condiciones técnicas de servicios de telecomunicaciones y modifican el Plan Nacional de Atribución de Frecuencias

RESOLUCIÓN MINISTERIAL
Nº 777-2005-MTC/03

Lima, 31 de octubre de 2005

CONSIDERANDO:

Que, mediante Resolución Ministerial N° 626-2004-MTC/15.03, de fecha 19 de agosto de 2004, se aprobó las condiciones de operación de los servicios cuyos equipos utilizan las bandas 902 - 928 MHz, 2 400 - 2 483,5 MHz y 5 725 - 5 850 MHz;

Que, el artículo 28° del Texto Único Ordenado del Reglamento General de la Ley de Telecomunicaciones, aprobado por Decreto Supremo N° 027-2004-MTC, establece que están exceptuados de la clasificación de servicios de la Ley, del Reglamento y de los Reglamentos Específicos que se dicten, de contar con concesión, asignación del espectro radioeléctrico, autorización, permiso o licencia, las telecomunicaciones instaladas dentro de un mismo inmueble que no utilizan espectro radioeléctrico y no tienen conexión con redes exteriores y aquellos servicios cuyos equipos utilizan las bandas 902 - 928 MHz, 2 400 - 2 483,5 MHz, 5 150 - 5 250 MHz, 5 250 - 5 350 MHz y 5 725 - 5 850 MHz, entre otras bandas, transmiten en una potencia no superior a la señalada en dicho artículo;

Que, asimismo, el citado artículo establece que aquellos que hagan uso de las frecuencias indicadas deberán respetar las normas técnicas emitidas o que emita el Ministerio;

Que, la Nota P23 del Plan Nacional de Atribución de Frecuencias, aprobado mediante Resolución Ministerial N° 187-2005-MTC/03 establece que las bandas 902 - 928 MHz, 2 400 - 2 483,5 MHz y 5 725 - 5 850 MHz, están atribuidas a título secundario para los servicios fijo y/o móvil, público y/o privado. Aquellos que hagan uso de las frecuencias antes indicadas deberán sujetarse a la normativa establecida o que establezca el Ministerio;

Que, las Notas P82 y P83 del referido Plan establecen que la banda 5 150 - 5 250 MHz está atribuida a título secundario para servicios fijo y/o móvil públicos y/o privados de telecomunicaciones para su uso en interiores y que la banda 5 250 - 5 350 MHz está atribuida a título secundario para los sistemas de acceso inalámbrico para la prestación de servicios públicos de telecomunicaciones fijos y/o móviles. Aquellos que hagan uso de las frecuencias antes indicadas deberán sujetarse a la normativa establecida o que establezca el Ministerio;

Que, con fecha 16 de agosto de 2005, se publicó en el Diario Oficial El Peruano, el proyecto de norma que otorga mayor flexibilidad para la operación de los equipos en las bandas 902 - 928 MHz, 2 400 - 2 483,5 MHz, 5 150 - 5 250 MHz, 5 250 - 5 350 MHz, 5 470 - 5 725 MHz y 5 725 - 5 850 MHz, habiéndose recibido y evaluado los comentarios de los interesados;

Que, el Comité Consultivo del Plan Nacional de Atribución de Frecuencias, mediante el Informe N° 012-2005-MTC-CCPNAF, recomienda modificar la Nota P83 del Plan Nacional de Atribución de Frecuencias y agregarla a los cuadros de atribución de frecuencias de las bandas 5 470 - 5 570 MHz, 5 570 - 5 650 MHz y 5 650 - 5 725 MHz;

Que, con la finalidad de promover el desarrollo de los servicios de telecomunicaciones y permitir la coexistencia de los servicios en determinadas bandas de frecuencias resulta necesario atribuir la banda 5 470 - 5 725 MHz a título secundario para los sistemas de acceso inalámbrico para la prestación de servicios públicos de telecomunicaciones fijos y/o móviles, otorgar mayor flexibilidad para la operación de los equipos en las bandas 902 - 928 MHz, 2 400 - 2 483,5 MHz y 5 725 - 5 850 MHz y establecer las condiciones técnicas para la operación en las bandas 5 150 - 5 250 MHz, 5 250 - 5 350 y 5 470 - 5 725 MHz;

Que, en tal sentido resulta necesario emitir las nuevas condiciones técnicas aplicables para los servicios cuyos equipos utilizan las bandas 902 - 928 MHz, 2 400 - 2 483,5 MHz, 5 150 - 5 250 MHz, 5 250 - 5 350 MHz, 5 470 - 5 725 MHz y 5 725 - 5 850 MHz y modificar el Plan Nacional de Atribución de Frecuencias - PNAF;

De conformidad con lo dispuesto en la Ley N° 27791 y los Decretos Supremos N°s. 013-93-TCC y 027-2004-MTC;

SE RESUELVE:

Artículo 1°.- Aprobar las condiciones de operación de los servicios cuyos equipos utilizan las bandas 902 -

928 MHz, 2 400 - 2 483,5 MHz, 5 150 - 5 250 MHz, 5 250 - 5 350 MHz, 5 470 - 5 725 MHz y 5 725 - 5 850 MHz, de acuerdo al anexo que forma parte integrante de la presente resolución.

Artículo 2°.- Modificar la Nota P83 del Plan Nacional de Atribución de Frecuencias, aprobado mediante Resolución Ministerial N° 187-2005-MTC/03, con el siguiente texto:

"Nota P83: Las bandas 5 250 - 5 350 MHz y 5 470 - 5 725 MHz están atribuidas a título secundario para los sistemas de acceso inalámbrico para la prestación de servicios públicos de telecomunicaciones fijos y/o móviles. Aquellos que hagan uso de las frecuencias antes indicadas deberán sujetarse a la normativa establecida o que establezca el Ministerio."

Artículo 3°.- Agregar la Nota P83 a los cuadros de atribución de frecuencias de las bandas 5 470 - 5 570 MHz, 5 570 - 5 650 MHz y 5 650 - 5 725 MHz.

Artículo 4°.- Dejar sin efecto la Resolución Ministerial N° 626-2004-MTC/15.03 que aprobó las condiciones de operación de los servicios cuyos equipos utilizan las bandas 902 - 928 MHz, 2 400 - 2 483,5 MHz y 5 725 - 5 850 MHz.

Regístrese, comuníquese y publíquese.

JOSÉ JAVIER ORTIZ RIVERA
Ministro de Transportes y Comunicaciones

ANEXO

CONDICIONES DE OPERACIÓN DE LOS SERVICIOS CUYOS EQUIPOS UTILIZAN LAS BANDAS 902 - 928 MHz, 2 400 - 2 483,5 MHz, 5 150 - 5 250 MHz, 5 250 - 5 350 MHz, 5 470 - 5 725 MHz y 5 725 - 5 850 MHz

Artículo 1°.- ALCANCES

La presente norma técnica se aplica a los servicios cuyos equipos utilizan las siguientes bandas de frecuencias para servicios fijos y/o móviles:

- Banda de 902 - 928 MHz.
- Banda de 2 400 - 2 483,5 MHz.
- Banda de 5 150 - 5 250 MHz.
- Banda de 5 250 - 5 350 MHz.
- Banda de 5 470 - 5 725 MHz.
- Banda de 5 725 - 5 850 MHz.

Artículo 2°.- TÉCNICAS DE TRANSMISIÓN O MODULACIÓN DIGITAL

Los equipos que operen en las bandas mencionadas en el artículo anterior deberán emplear técnicas de transmisión o modulación digital que permitan la mutua coexistencia.

Artículo 3°.- CARACTERÍSTICAS TÉCNICAS DE OPERACIÓN

Los servicios deberán cumplir con las siguientes características, de acuerdo a la banda de operación:

a) La potencia isotrópica radiada equivalente (PIRE) máxima deberá sujetarse a las siguientes características:

a.1) Para las bandas 902 - 928 MHz, 2 400 - 2 483,5 MHz y 5 725 - 5 850 MHz, la PIRE máxima utilizada no deberá exceder de 36 dBm (4 W).

a.2) Para la banda 5 150 - 5 250 MHz, la PIRE máxima utilizada no deberá exceder de 23 dBm (200 mW) en espacio cerrado¹.

a.3) Para la banda 5 250 - 5 350 MHz y 5 470 - 5 725 MHz, la PIRE máxima utilizada no deberá exceder de 30 dBm (1 W).

b) La potencia pico máxima de salida de un transmisor:

¹ Espacio cerrado.- Espacio físico dentro de una estructura con paredes y techo.

b.1) No debe exceder de 30 dBm (1 W) para las bandas 902 - 928 MHz, 2 400 - 2 483,5 MHz y 5 725 - 5 850 MHz.

b.2) No debe exceder de 24 dBm (250 mW) para las bandas 5 250 - 5 350 MHz y 5 470 - 5 725 MHz.

Parámetros máximos a tener en cuenta para la instalación de equipos:

Banda de frecuencias (MHz)	Potencia de salida del transmisor			Ganancia máxima de la antena (dBi)	PIRE máxima (dBm)
	(W)	(mW)	(dBm)		
902 - 928	1	1 000	30	6	36
2 400 - 2 483,5	0,5	500	27	9	36
5 725 - 5 850	0,25	250	24	12	36
5 250 - 5 350	0,25	250	24	6	30
5 470 - 5 725	0,125	125	21	9	30

c) Está prohibido el uso de amplificadores transmisores o cualquier otro dispositivo similar que altere las condiciones de PIRE máxima establecidas en el literal a) del presente artículo.

d) Para las aplicaciones en espacio abierto², el transmisor deberá estar instalado en un ambiente de fácil acceso a fin de facilitar la labor de supervisión por parte del Ministerio.

e) Los equipos que operen en las bandas 5 250 - 5 350 MHz y 5 470 - 5 725 MHz deberán emplear un mecanismo de control de transmisión de potencia, debiendo tener capacidad para operar al menos a 6 dB por debajo del valor medio de PIRE.

f) Los equipos que operen en las bandas 5 250 - 5 350 MHz y 5 470 - 5 725 MHz deberán emplear un mecanismo de detección de radar de selección dinámica de frecuencia. El umbral de detección para equipos con una PIRE entre 200 mW a 1 W es -64 dBm.

g) Para enlaces punto a multipunto, las antenas podrán ser:

- En zonas urbanas (no permitido para el servicio privado en la provincia de Lima y la Provincia Constitucional del Callao): sectoriales con un ancho de lóbulo de hasta 90°.

- En zonas rurales y en los lugares considerados de preferente interés social no hay restricciones de antenas.

h) Para aplicaciones de espacio cerrado, no hay restricciones de antenas.

Artículo 4º.- MODALIDADES DE OPERACIÓN

Las personas naturales o jurídicas podrán utilizar equipos que operen bajo los alcances de la presente norma técnica, en las modalidades punto a punto y punto a multipunto, para servicios públicos y privados de telecomunicaciones, excepto para el caso del servicio privado punto a multipunto que no podrá ser utilizado en las zonas urbanas de la provincia de Lima y la Provincia Constitucional del Callao.

Artículo 5º.- CONDICIONES DE OPERACIÓN

Las personas naturales o jurídicas que utilicen equipos que operen bajo los alcances de la presente norma técnica deben:

a) Aceptar la interferencia perjudicial resultante de las aplicaciones industriales, científicas y médicas en las bandas 902-928 MHz, 2 400-2 483,5 MHz y 5 725 - 5 850 MHz, y en ningún caso podrán causar interferencias a éstas.

b) No causar interferencia perjudicial a las estaciones de un servicio primario, permitido o secundario.

c) Para el caso de los servicios privados, no reclamar protección contra interferencias perjudiciales causadas por estaciones de un servicio primario, permitido o secundario.

d) Aceptar la supervisión técnica del Ministerio, con el fin de verificar la operación de sus sistemas conforme a lo establecido en la presente norma.

e) Adoptar las medidas pertinentes para prevenir, reducir y eliminar cualquier interferencia perjudicial atribuible a su sistema que afecte a otros sistemas o servicios de telecomunicaciones.

Artículo 6º.- INSTALACIÓN

Para la instalación de estaciones radioeléctricas, las personas naturales y jurídicas deberán:

a. Presentar información técnica al Ministerio sobre las estaciones radioeléctricas, en un plazo máximo de un (1) mes a partir de la instalación de los equipos, de acuerdo al formato que forma parte integrante de la presente resolución y que podrá ser modificado por la Dirección General de Gestión de Telecomunicaciones, para efectos de contar con una base de datos sobre la ubicación y características de las mismas. Quedan exceptuados de esta obligación las aplicaciones en espacio cerrado.

b. Observar los límites máximos permisibles de radiaciones no ionizantes en telecomunicaciones aprobadas por Decreto Supremo N° 038-2003-MTC, así como las demás normas complementarias que emita el Ministerio.

c. Cumplir con las normas técnicas de protección para las estaciones de comprobación técnica fijas pertenecientes al Sistema Nacional de Gestión del Espectro Radioeléctrico.

d. Obtener de las municipalidades y demás organismos públicos, las autorizaciones que resulten exigibles para proceder a la instalación y construcciones respectivas.

Artículo 7º.- HOMOLOGACIÓN

Para el internamiento, comercialización y operación, los equipos que operen bajo los alcances de la presente norma técnica, deberán contar con el respectivo Certificado de Homologación.

Para su comercialización, los equipos que utilicen el espectro radioeléctrico y que transmitan en una potencia igual o inferior a 10 milivatios (mW) en antena (potencia efectiva irradiada), no requerirán ser homologados.

Artículo 8º.- INFRACCIONES Y SANCIONES

Serán de aplicación las infracciones y sanciones establecidas en el Texto Único Ordenado de la Ley de Telecomunicaciones y en su Reglamento General.

Artículo 9º.- INFORMACIÓN

Las empresas que comercializan equipos y aparatos de telecomunicaciones que se encuentren dentro de los alcances de la presente norma técnica deberán difundirla a sus clientes.

Artículo 10º.- AUTORIZACIÓN

Están exceptuados de contar con concesión, asignación del espectro radioeléctrico, autorización, permiso o licencia, los servicios cuyos equipos transmiten con una potencia en antena (potencia efectiva irradiada) no superior a la establecida en el Artículo 28º del Texto Único Ordenado del Reglamento General de la Ley de Telecomunicaciones.

Asimismo, sólo para la prestación y/o instalación de servicios en áreas rurales y en lugares considerados de preferente interés social, y previa obtención de la concesión, autorización, asignación del espectro radioeléctrico, permiso o licencia correspondiente, está permitido operar equipos en las bandas 902 - 928 MHz, 2 400 - 2 483,5 MHz, 5 250 - 5 350 MHz, 5 470 - 5 725 MHz y 5 725 - 5 850 MHz, utilizando antenas de mayor ganancia que permitan superar los respectivos valores de la PIRE señalado en el artículo 3º de la presente norma técnica.

DISPOSICIÓN TRANSITORIA

Primera.- PRESENTACIÓN DE FORMATO

Las personas naturales y jurídicas que vienen operando equipos que se encuentren bajo los alcances de la presente norma técnica deberán cumplir con presentar el formato a que se refiere el literal a) del artículo 6º en un plazo máximo de un (1) mes de publicada la presente norma.

² Espacio abierto.- Espacio físico al aire libre, fuera de una estructura con paredes y techo.

ANEXO

INFORMACIÓN TÉCNICA PARA LA OPERACIÓN EN LAS BANDAS
902 - 928 MHz, 2 400 - 2 483,5 MHz, 5 150 - 5 250 MHz, 5 250 - 5 350 MHz,
5 470 - 5 725 MHz y 5 725 - 5 850 MHz

DATOS DEL USUARIO/OPERADOR:			
Apellidos y nombres / Razón Social			
Domicilio Legal			
() D.N.I.	() R.U.C.	Nº	Teléfono:

DATOS DE LA ESTACIÓN:		
Ubicación (Jr., Calle, Av., etc.)		
Distrito	Provincia	Departamento

BANDA DE OPERACIÓN (MHz):		
() 902 - 928	() 2 400 - 2 483,5	() 5 150 - 5 250
() 5 250 - 5 350	() 5 470 - 5 725	() 5 725 - 5 850

TRANSMISOR:			
Marca	Modelo	Código de Homologación	Potencia de Transmisión (dBm)

SISTEMA RADIANTE (ANTENA):			
Marca	Modelo	Código de Homologación	Ganancia (dBi)

ENLACE:	
Ubicación de la(s) estación(es) a enlazar (Jr., Calle, Av., etc.)	Distancia (Km)
1.	
2.	
3.	

REPRESENTANTE LEGAL:	
Apellidos y Nombres:	
Documento de identidad:	Firma
() DNI () C. I. () Pasaporte () C. E. Nº	

18669

Reconocen a Radio Integridad S.A.C. como titular de la autorización del servicio de radiodifusión sonora comercial en FM, en el departamento de La Libertad

RESOLUCIÓN VICEMINISTERIAL
Nº 514-2005-MTC/03

Lima, 28 de octubre del 2005

VISTAS, las Solicitudes registros Nºs. 2001-000317, 2001-001303, 2001-001817, 2002-001496 y 2002-002716 de la empresa RADIO INTEGRIDAD S.A.C., sobre reconocimiento de titularidad de autorización, renovación y modificación de características técnicas de una estación del servicio de radiodifusión sonora en Frecuencia Modulada (FM), en el distrito y provincia de Trujillo, departamento de La Libertad;

CONSIDERANDO:

Que, con Resolución Ministerial Nº 560-95-MTC/15.17 del 28 de diciembre de 1995 se autorizó a la empresa JESÚS FERNANDO DUEÑAS IPARRAGUIRRE E.I.R.L., la operación de una estación del servicio de radiodifusión sonora comercial en Frecuencia Modulada (FM), en el distrito y provincia de Trujillo, departamento de La Libertad, por el plazo de diez (10) años, con fecha de vencimiento al 24 de julio de 2001;

Que, mediante Resolución Directoral Nº 029-2000-MTC/15.19 del 8 de marzo de 2000 se autorizó el cambio de ubicación de los Estudios y Planta, y el cambio de tipo de emisión de la estación en Frecuencia Modulada (FM), en el distrito y provincia de Trujillo, departamento de La Libertad, autorizada a la empresa JESÚS FERNANDO DUEÑAS IPARRAGUIRRE E.I.R.L., por Resolución Ministerial Nº 560-95-MTC/15.17;

Que, por Resolución Viceministerial Nº 268-2001-MTC/15.03. del 16 de abril de 2001, se aprobó la transferencia de la autorización del servicio de

Certificate

The paper entitled

MANAGEMENT FRAMEWORK FOR SUSTAINABLE RURAL E-HEALTHCARE PROVISION

Inés Bebea-González

Fundacion Enlace Hispano Americano de Salud

J. Antonio Paco, Leopoldo Liñán-Benítez

Pontificia Universidad Católica del Perú

F. Javier Simó-Reigadas and Andrés Martínez-Fernández

Universidad Rey Juan Carlos

was selected for the

Best Paper Award

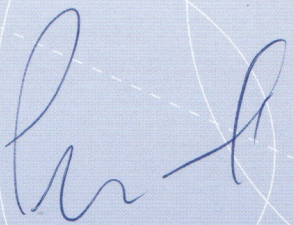
at the IADIS International Conference

e-Society 2011

The Conference Committee, taking into account the blind review process, considers this paper of the highest standard.



Piet Kommers
Program Chair



Pedro Isaías
Conference Chair



iadis

international association for development of the information society

MANAGEMENT FRAMEWORK FOR SUSTAINABLE RURAL E-HEALTHCARE PROVISION

Inés Bebea-González

Fundacion Enlace Hispano Americano de Salud (EHAS)

ETSI Telecomunicacion A101-9L Ciudad Universitaria, S/N 28040 Madrid Spain

J. Antonio Paco and Leopoldo Liñán-Benítez

Pontificia Universidad Católica del Perú

Avda. Universitaria, 1801 San Miguel, Lima Peru

F. Javier Simó-Reigadas and Andrés Martínez-Fernández

Universidad Rey Juan Carlos

Camino del Molino, S/N 28943 Fuenlabrada Spain

ABSTRACT

E-Healthcare provision in rural areas has been defined as a promising tool to monitor, control and improve health services, especially in developing regions with scarce qualified staff and limited resources for adequate diagnosis and treatment. However, there exist particular challenges for sustainable e-Healthcare provision in such contexts that lead to low success rates. Here, economical, financial, institutional, technological, educational, and social and cultural aspects must be considered. This work presents a management framework for the technological factors influencing sustainable e-Healthcare provision with a focus on operation and maintenance requirements. The particular case of EHAS-Napo project has been analyzed considering relevant technology-based sustainability indicators, specific user needs and budget restrictions given by end-user Public Health Institutions. This work suggests a set of procedures for e-Healthcare maintenance linked to action research, also with optimized assignment of human resources and logistic and organizational considerations. The management framework is part of a broader research so-called Sustainability Action Plan that embraces a set of strategies facing all cited factors affecting sustainable use of rural e-Healthcare in developing countries.

KEYWORDS

e-healthcare, rural connectivity, network management, maintenance, organizational aspects, sustainability.

1. INTRODUCTION

Half of the world's population lives in rural areas of developing countries. The penetration of the Information Society in those regions is extremely low. Main difficulties arise from isolation (insufficient roads, electricity and communication infrastructure) and unavailability of resources (scarcity of qualified technical staff and scattered low-income population). This makes it difficult both to launch and to maintain Information and Communication Technologies (ICTs) over time. In rural environments ICTs are proposed as a cross-cutting and multi-sectoral approach to promote social priorities for achieving the Millennium Development Goals (MDGs). Several initiatives born within civil organizations, universities and research institutes have developed specific low-cost computers, wireless communication infrastructures and open-source software to be used in such environments. However, ICT initiatives in developing countries have shown low success ratios in terms of sustainability (Heeks, 2002).

Here sustainability refers to Information Systems that maintain and extend their benefits over the medium to long term (Batchelor, 2009). The main challenge in achieving sustainability comes from the complexity of development interventions and the consideration of the several factors involved: economical, financial, institutional, technological, educational, and social and cultural aspects (Pade, 2006). Since 2003, various

authors have proposed theoretical frameworks for the study of those factors and compiled good and bad practices from case studies review (Batchelor, 2003; Braa, 2004; Krishna, 2005; Sunden, 2006). However, how to fit sustainability of ongoing ICT initiatives, evaluate risks and implement action plans for sustainability assessment all remain open issues (Bebea, 2010).

The use of ICTs is proposed to help healthcare sectors in developing countries to plan, monitor, control and improve health services as well as to communicate more effectively across organizational hierarchies. This implies to facilitate organizational change of Health Institutions (Heeks, 2006), as well as to involve health and maintenance personnel for self-sustainability (Kimaro, 2006). Rural e-Healthcare strategies first need to assure connectivity among rural health facilities and hospitals, and secondly confront the scarcity of qualified staff, improve ICT literacy in rural areas and adapt to the continuing decentralization of Public Healthcare. ICTs appear to be a tool to improve e-Healthcare strategies but there are also challenges implementing ICTs (Herbert, 2008; Kimaro, 2004; Mosse, 2005; Piotti, 2006).

Both the technological design of ICT infrastructure and the surrounding community infrastructure (electrical, roads, etc.) impacts projects sustainability. Solutions must be robust, low-maintenance and low-cost. But maintenance is also highly dependent on spare equipment availability and road infrastructure. Achieving high availability rates for e-Healthcare services depends on early-detection of system failures, accurate diagnosis of faults and fast recovery response. All cited maintenance requirements are particularly hard in rural wireless deployments for various reasons (Surana, 2007; Bebea, 2009):

- Rural technical staff tend to start with limited knowledge of computer administration and wireless networking, so ICT education is primarily provided by the project team. This leads to lack of awareness of service degradation, incomplete diagnosis of faults and misconfiguration in the first stages of the project. Rural staff need to contact experts for troubleshooting and decision making processes.
- Locations of wireless sites are quite remote. So it becomes important to avoid unnecessary visits to remote sites, which consume inordinate amounts of time and money. Failures might be prevented by routine maintenance.
- The topology of a wireless network providing a unique medium for connectivity means a failure in a single link might make parts of the network unreachable. This makes it hard for remote experts to diagnose the problem and implies increasing autonomy of rural technical staff for troubleshooting.
- The absence of power also contributes to communications failures. Unstable power supply, lightening-damaged voltage regulators or destroyed multimedia devices connected to non-protected batteries are some examples.
- Spare equipment supply usually is often delayed because of non provisioned budget expenditures or limited stock availability at suppliers.

Due to determinants listed above, there is usually a lack of accurate information about devices status and performance. This makes it difficult to anticipate faults. For these reasons, we provide a framework for managing operation and maintenance of e-Healthcare in rural areas in developing countries, that considers the following: activity planning, human resources management, logistic issues and necessary budget. The aim of this work is both to identify risks related to sustainability in terms of technology and relevant criteria in the design of an action plan (Operational Maintenance Plan) that improves the present situation with a view to definitive ICT project ownership by Public Healthcare Institutions.

2. CONTEXT: EHAS-NAPO CASE STUDY

In this work, we present an action plan that addresses technological factors affecting sustainability for a particular case study: EHAS-Napo project. This initiative started in 2007 and serves a broadband wireless network for e-Healthcare provision to rural facilities of the National Health System (see Figure 1). Napo is located in the Amazonic region of Loreto, Peru, and therefore counts with extreme isolation conditions (Martinez, 2004). Table 1 illustrates access time in available transportation along Napo river.

Table 1. Transport time (hours) between remote sites in Napo case. Legend: 1-Lima (*2 hours for a passenger flight), 2- Iquitos (Regional Hospital), 3- Iquitos (Petro Peru), 4- Mazan (Amazon side), 5- Mazan (Napo side), 6- Huaman Urco, 7- Tuta Pishco, 8- Negro Urco, 9-Tacsha Curaray, 10- Santa Clotilde, 11- Copal Urco, 12- San Rafael, 13- Rumi Tuni, 14- Campo Serio, 15- Angoteros, 16- Tupac amaru, 17- Tempestad, 18- Torres Causana, 19- Cabo Pantoja.

Transport	1-2	2-3	3-4	4-5	5-6	6-7	7-8	8-9	9-10	10-11	11-12	12-13	13-14	14-15	15-16	16-17	17-18	18-19
Ship	15 days		20		4	4	4	4	7	3	9	12	6	4	6	4	6	6
Fast boat			2		1	1	1	1	1.5	0.5	1.5	2	1.5	1	1.5	1	1	1
Road		0.5		0.5														
Airplane	4 days*																	

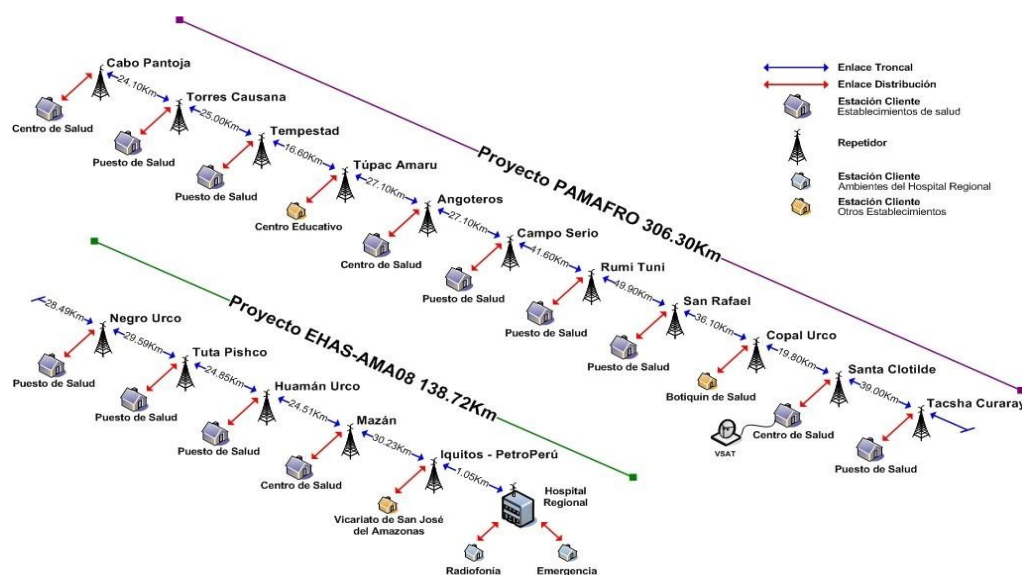


Figure 1: Wireless telemedicine network in EHAS-Napo project connects rural health facilities with city reference hospital.

The initiative provides broadband connectivity to 18 isolated health facilities along Napo river (covering a distance larger than 500 km) from Iquitos Regional Hospital to Cabo Pantoja in the frontier to Ecuador (see Figure 1). Connectivity is achieved using WiLD (WiFi IEEE 802.11 modified for Long Distance) technologies (Reigadas, 2008), and also some services are provided on top of the network, such as VoIP telephony, videoconferencing, reporting, image diagnosis and real-time stethoscopy, chat and Internet access for various purposes related to e-Healthcare: tele-consultation, tele-diagnosis, tele-treatment, health information management, emergency coordination, drugs dispatch and logistics. In 2009, Napo project seemed prepared for transfer process to public institutions, as the initiative counted with strong support and motivation from rural health staff and municipalities. However, low availability of e-Health services and local technicians dependence on EHAS engineers, pointed to a maintenance weakness.

For the Napo case, we encountered a main risk for sustainable e-Healthcare provision in the low availability of ICT services, which could be mostly solved by improving technical aspects related to e-Healthcare performance. Availability had dropped to 70% in connectivity and therefore to 60% in telephony and telemedicine services. Interviews to users and staff in charge of maintenance, together with operational data collected pointed to a principal cause: high time to recover from failures. Main reported failures for the period 2009-2010 are:

- Connectivity interruptions in main stream are due to lightening which damaged up to 5 sites. Burned term-magnetic interruptors and voltage regulators blocked energy supply to wireless routers. Recovery time for those faults vary from two weeks to 3 months due to non-assigned transport resources for maintenance in remote sites.

- Battery charge overflow blocked voltage inverters, thus limiting availability of client devices. Inadequate use of batteries for other multimedia devices or exceeding PC up-time restrictions, throw batteries into deep discharge cycles thus reducing their life time. Sometimes batteries are maintained using rain water instead of still water due to supply delays.
- IP Telephony short interruptions and degradation was caused by version conflicts on PBX software that took up to four months to be solved by an expert, due to incomplete information about the problem causes.

3. MATERIALS AND METHODS

In order to identify and analyze problems related to maintenance of e-Healthcare infrastructure and services, we conducted a case study qualitative research methodology that included the following: a revision of maintenance documentation materials (technical and audit reports, technical manuals), statistics of IT services availability and use; participant observation in Napo network; in-depth interviews to engineers, physicians responsible for rural health networks, physicians at reference hospital, and local and regional authorities assistants; and inquiries to rural health and maintenance staff .

For the analytic study of compiled information, detected variables have been classified following the Sustainable ICT Framework (Sunden, 2006). Logical Framework Approach (LFA) has been used to analyze trees of partial problems and solutions in the design of the Operative Maintenance Plan (OMP): objectives, expected results, activities and stakeholders involved. This framework is part of a broader action research plan denominated Sustainability Action Plan (SAP) (Bebea, 2010) that proposes strategies to face institutional and financial challenges of rural e-Healthcare provision (Institutional and Financial Plan) and ICT literacy and expertise of e-Healthcare users and maintenance technicians (Continuous Learning Plan). As shown in Figure 2, SAP considers all factors affecting sustainability.

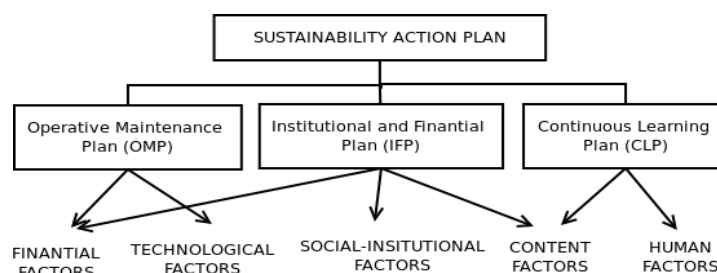


Figure 2. A Sustainability Action Plan improving sustainability at each category

Considering the analysis of needs related to e-Healthcare maintenance in Napo described above, together with health staff actions for which communication is critical, the design of this Management Framework is shown in the Figure below.

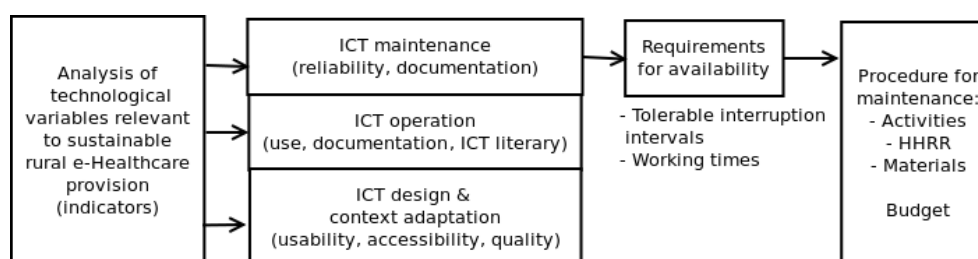


Figure 3. Design workflow of the Management Framework for operation and maintenance of e-Healthcare in rural areas of developing countries.

4. DESCRIPTION OF THE MANAGEMENT FRAMEWORK

We now describe the indicators identified as part of technological factors influencing success and sustainability of rural e-Healthcare provision:

11. **Quality:** considers whether implemented technologies are capable to fulfill knowledge, information and communication needs of rural health personnel. Includes variables such as end-to-end transmission rate, delay, jitter, packet loss, Internet access rate, busy external PBX lines, CPU consumption of switches and computers, electricity availability and autonomy ratio, electric protection failure rate and user perception.
12. **Reliability:** refers to robust, secure and inter-operable e-Healthcare technologies. Reliability is closely related to availability and use of systems and services. Availability is understood as the percentage of time an ICT system performs normally and can be obtained considering the number, type, frequency and duration of incidents: i.e., for a connected health facility suffering an IP telephony service interruption every 3 months, which is repaired within 1 week, service availability would be 92.8%. This might be enough considering alternative HF radios located at health facilities or satellite phone in the village. Availability requirements for extreme conditions as those of rural areas of developing countries must be adjusted to user needs and low-income budget constraints. Thus increasing availability in such scenarios typically means building redundant links, back channels and/or assigning more and more qualified staff for rapid fault recovery.
13. **Appropriate maintenance:** considers procedures for e-Healthcare systems monitoring, prevention and failure recovery. Maintenance takes into account quality and autonomy of basic maintenance realized by users and advanced maintenance executed by local technicians, together with their availability to travel to remote sites (days time), and also the existence and fulfillment of procedures for fault monitoring, incident management, logistics and spare purchase and stock.
14. **Usability:** defined as ease and commodity of hardware and software use. Usability is part of technology solution design and might be affected by users ICT capabilities.
15. **Appropriate accessibility:** refers to existing road infrastructure and additional communication media (fixed lines, satellite access points or radio communications) that facilitates users access to e-Healthcare and in-site maintenance requirements. This variable is endemically negative in Napo context, due to restricted high-cost river transportations of 9 hours of average duration and inexistent or deficient communication alternatives.
16. **Documentation** that details systems design, use and maintenance.
17. **Operation and maintenance budget** calculated according to described maintenance procedures for a certain availability assessment. However budget includes technical restrictions together with organizational aspects, it is part of financial factors that need institutional approval (Bebea, 2010) .

Through the definition of an efficient framework and layered maintenance team, we aim to improve e-Healthcare availability (to 90% in connectivity and 80% in telemedicine services), while assuring quality of services provided and minimizing operation and maintenance costs. The executive protocol proposed is shown in Figure 3, with a central core which is the 'Historical Knowledge of Network Status' (HKNS). This core is the basis for accurate, registered and up-to-date information that allows fast response, experience-based fault diagnosis and technology adaptation to dynamic user needs. The framework is illustrated in Figure 3.

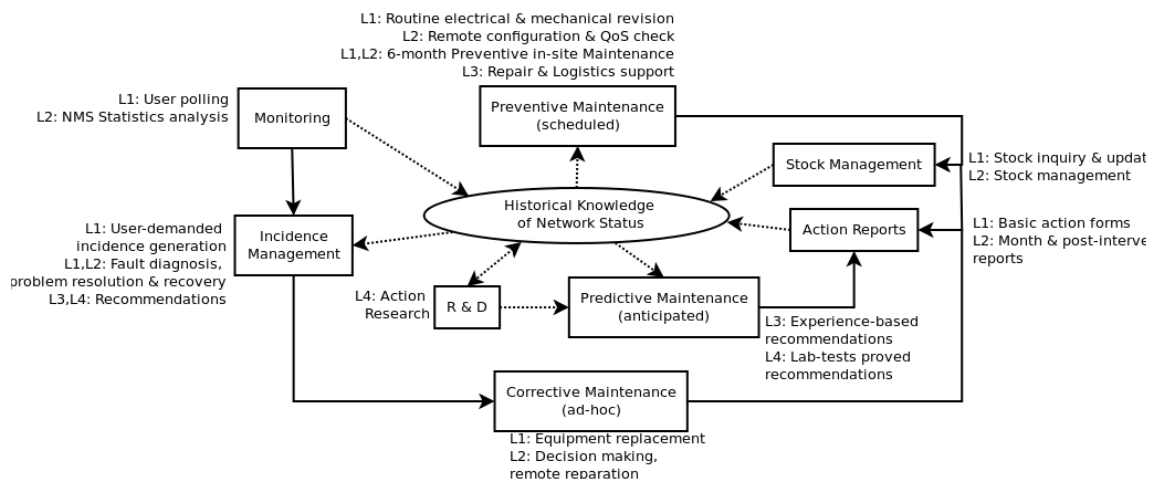


Figure 4. Management Framework for operation & maintenance of rural e-Healthcare, including human resources assignment.

4.1 Layered Team

Due to high cost of maintenance caused by great distances between remote sites, this framework relies on competent local technicians, as well as on engineers at a Network Operation Center (NOC) in the city town (nearby Internet & PSTN access, and reference hospital). Four maintenance levels are defined for technical staff according to their ICT education and expertise and to their proximity to network nodes (see Table 1). L1 technicians are non ICT professionals but general maintenance staff working at certain rural health facilities. L1 are assigned a coverage area around their working health facility, so L1 dedication to maintenance is about 0.35 MM (Man-Month), thus adding tasks to human resources that must be considered in organizational aspects (IFP). L0 will dedicate 0.5 MM to basic everyday maintenance of their systems. Maximum responsibility is given to L2 (1MM), a group constituted by ICT engineers staffed by political or healthcare authorities at NOC. As soon as EHAS is an NGO oriented to R & D, it becomes of mutual interest to keep in touch with running systems and dynamic user needs over time, as well as to record experiences for other ICT interventions.

Table 2. Layered team proposed for Operative Maintenance.

Level	L1	L2	L3	L4
Technical Expertise	*	**	****	***
Scientific Knowledge	*	**	***	****
Accessibility to sites	****	***	**	*
Responsibility	***	****	**	*

4.2 Block detail

Monitoring collects accurate information from network devices and services running via an open-source Network Management System (NMS) and contextual information from user polling, thus checking non-managed service performance and human perception about system performance. NMS measures parameters such as connectivity status, received signal level at wireless routers, network traffic, delay and data rate, CPU consumption at every device, etc. NMS proposed here is open-source Nagios, added Centreon GUI, for remote node management through Simple Network Management Protocol (SNMP) notifications.

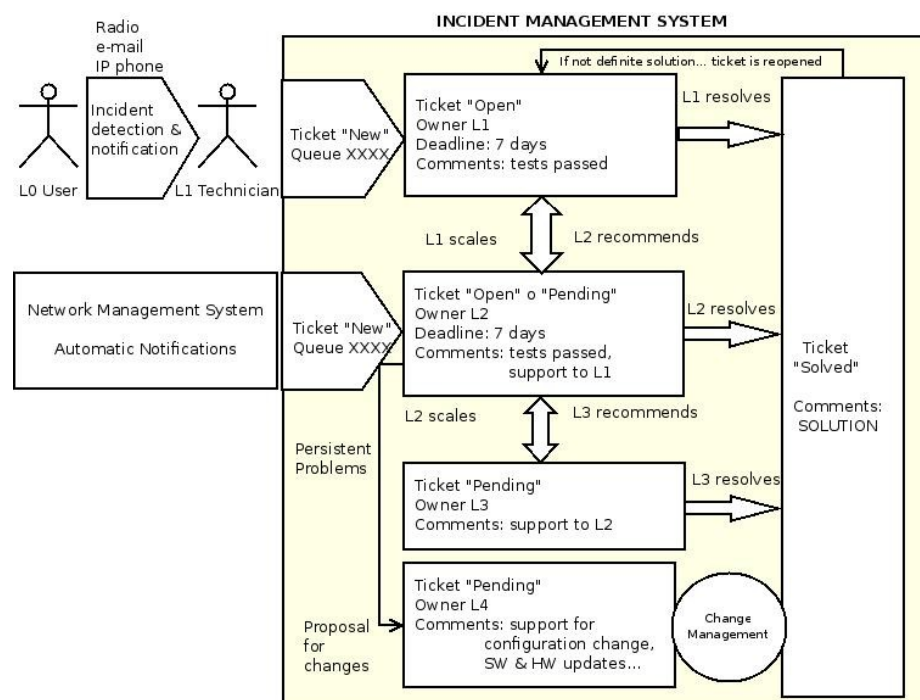


Figure 5. Workflow for incident escalation in Management Framework.

Incident Management records incidents occurred during ICTs operation, including detection (user case or automatic alerts), diagnosis and maintenance actions furthered. ISO defines incident as 'any event which is not part of the standard operation of a service and which causes or may cause an interruption to, or a reduction in, the quality of that service'. IM is crucial to control detection, maintenance response and recovery timings, and contributes to local technicians capacity building via proposed feedback escalation scheme. This framework has been tested using an open-source Ticketing System for this purpose (Request Tracker) due to its easy connection to NMS through a simple mailgate. Figure 5 illustrates incident notifications through NMS and incident escalation for suggested maintenance team.

Predictive Maintenance studies the evolution of quantitative (relevant statistical parameters) and qualitative (users and maintenance team perception) data regarding the aforementioned indicators over time. The aim of this analysis is to anticipate faults, preventing from service degradation or interruptions. Simultaneously, action researches keep surveillance of technological improvements and innovations proposed by the academia, also considering their appropriateness and adaptation to this particular context.

Preventive Maintenance plans scheduled maintenance actions for general ICT infrastructure, hardware and software check. The aim of this action is to correct minor faults and prevent from service interruptions. Preventive activities are scheduled all over the year including basic in-site check, remote software configuration and update and 6-month general maintenance (ca. 1.5 days per site, travel included).

Corrective Maintenance consists of ad hoc remote or in-site reparations once faults occur. As biggest maintenance costs come from transportation to remote nodes, corrective interventions are highly undesirable, especially those that exceed L1 resolution capacity and need L2 to intervene in site. Then, depending on site distance to NOC and reparation complexity, a corrective intervention last 6 to 48 hours. Decisions for failure recovery must be made in a participatory environment including L2 and health staff and authorities. Corrective maintenance cost is hard to estimate, specially without an HKNS and incident temporal series. An approximation is described in the formula below, where N is the average number of incidents for the whole network within a year; η is the percentage of incidents that requires L1 in-site maintenance and γ the percentage that requires also L2 intervention; TA is travel allowance for L1 team (boat pilot, tower worker and L1) and for extra L2 respectively; S is referred to spare equipment replaced in corrective maintenance actions.

$$Cost_{Corrective\ Maintenance} = N \left[\eta (TA_{L1} \cdot D_{L1}) + \gamma (TA_{L1+L2} \cdot D_{L2}) + S \right]$$

Stock Management controls spare equipment and the toolbox, that must be ready for use in maintenance, in order to reduce time to response. This implies stock input-output recording, and purchase and shipment of equipment. Scheduled actions can minimize costs by using public transportation but strictly considering time restrictions shown in Table 1.

Reports of all cited actions contribute to HKNS, and therefore reporting must be considered a additional activity by resources management.

4.3 Other considerations

Also social and organizational aspects have been considered in the design of the Management Framework that are cross-cutting to all defined activities: human resources management (management team salary and travel allowance, personnel rotation and capacity building), logistics (equipment purchase, stock, staff transportation and items shipment) and budget guaranteed for operation and maintenance of the network. Considering activities described in above framework, annual operation and maintenance of Napo e-Healthcare cost is estimated in 7% of the initial investment in project implementation. These issues are closely related to the essence and structure of Public Health Institutions, as they require the definition of new roles or the extension of existing roles now responsible of operating and maintaining e-Healthcare provision. Therefore the strategy for organizational change assessment and annual budget approval are described in a parallel framework defined as the Institutional and Financial Plan, which is also part of SAP (Bebea, 2010).

5. CONCLUSIONS AND FURTHER WORK

The Management Framework presented here is hard to extrapolate even to similar initiatives due to the idiosyncrasy of e-healthcare provision in rural areas of developing countries. However, the methodology proposed for this case could be adapted to address other e-Healthcare initiatives. Benefits of this plan are the optimization of costly reparation travels and the acceleration of failure response, while optimizing technical and health staff available in rural areas. This work could be completed with statistical data of number and type of incidences over years and recordings of spare equipment necessary per year, in order to obtain a more accurate estimation of cost and time dedicated for maintenance. Such data could be compiled after a couple of years monitoring and contributing to the Historical Knowledge of this e-Healthcare network, as proposed here.

REFERENCES

- Batchelor, S. and Norrish, P., 2003. Sustainable Information and Communication Technology (ICT). *Gamos Ltd*.
- Batchelor, S. and Norrish, P., 2009. Framework for the assessment of ICT pilot projects: Beyond monitoring and evaluation to applied research. *infoDev, World Bank Information and Development Program*.
- Bebea-González, I. 2009. A proposal for operative maintenance planning for ICT infrastructures in rural areas of developing countries. *IFIP World Information Technology Forum (WITFOR) Conference*.
- Bebea-González, I. 2010. Design of a Sustainability Action Plan for EHAS-Napo project: a rural e-Health initiative, *IEEE/ACM International Conference on Information and Communication Technologies and Development (ICTD)*
- Braa, J. et al. 2004. Networks of action: Sustainable Health Information Systems Across Developing Countries. *MIS Quarterly*. Vol. 28, No. 3, pp. 337-362.
- Hebert R., 2008. Health Informatics - Where to start? National e-Health Options for Developing Countries. *Information Technology in Developing Countries, IFIP WG 9.4*, Vol. 18, No. 1.
- Heeks, R., 2002. Information systems and developing countries: Failure, success and local improvisations. *Information Society*, Vol. 18, No. 2.
- Heeks, R. 2006. Health information systems: Failure, success and local improvisations. *International Journal of Medical Informatics*, Vol. 75, pp. 125-137.
- Kimaro, H.C. 2006. Strategies for Developing Human Resource Capacity to Support Sustainability of ICT Based Health Information Systems: A Case Study from Tanzania. *The Electronic Journal of Information Systems in Developing Countries*. Vol. 26, No. 2, pp. 1-23 ISSN: 1681-4835.
- Kimaro, H.C. And Nhampossa, J.L. 2004. The Challenges of Sustainability of Health Information Systems (HIS) in Developing Countries: Comparative Case Studies of Mozambique and Tanzania. *The 12th European Conference on Information Systems (ECIS) – The European IS Profession in the Global Networking Environment*.
- Krishna, S. and Walsham, G. 2005. Implementing public information systems in developing countries: learning from a success story. *Information Technology for Development*, Vol. 11, No. 2, pp. 123-140.
- Martinez, A. et al. 2004. Rural telemedicine for primary healthcare in Developing Countries. *IEEE transactions on Information Technology in Biomedicine*, Vol. 9, 66-72.
- Mosse, E.L. 2005. Understanding Health Information Systems Implementation in Developing Countries: Counter Networks, Communication Practices and Social Identity: A Case Study from Mozambique. Doctoral Thesis, Institutt for Informatik. Oslo, University of Oslo.
- Pade C. et al, 2006. 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*, Vol. 1, pp. 100-106.
- Piotti B. et al., 2006. An Institutional Perspective on Health Sector Reforms and the Process of Reframing Health Information Systems: Case Study From Mozambique. *The Journal of Applied Behavioral Science*. Vol. 42, No. 1, pp. 91-109.
- Reigadas F.J.S. et al. 2008. The Design of a Wireless Solar-Powered Router for Rural Environments isolated from Health Facilities. *IEEE Wireless Communications*. Vol. 15, No. 3, pp. 24-30.
- Sunden, S. and Wicander, G. 2007. *Information and Communication Technology Applied for Developing Countries in a Rural Context: Towards a framework for analysing factors influencing sustainable use*. Fakulteten för ekonomi, kommunikation och IT, Sweden. Karlstad University Studies, 1403-8099 ; 2006:69 ISBN 91-7063-011-9.
- Surana, S. et al. 2007. Simplifying Fault Diagnosis in Locally Managed Rural WiFi Networks. *ACM SIGCOMM Workshop on Networked Systems for Developing Regions (NSDR)*.

A Telemedicine WiFi Network Optimized for Long Distances in the Amazonian Jungle of Peru

Carlos Rey-Moreno
Rey Juan Carlos University
Camino del Molino s/n
Fuenlabrada, Spain
carlos.rey@urjc.es

River Quispe-Tacas
P. Universidad Católica Perú
Av. Universitaria 1801
San Miguel, Lima, Peru
rquispe@pucp.edu.pe

Ines Bebea-Gonzalez
EHAS Foundation
Ciudad Universitaria s/n
Madrid, Spain
ines.bebea@ehas.org

Leopoldo Liñán-Benitez
P. Universidad Católica Perú
Av. Universitaria 1801
San Miguel, Lima, Peru
linan.el@pucp.edu.pe

Ignacio Foche-Perez
Rey Juan Carlos University
Camino del Molino s/n
Fuenlabrada, Spain
ignacio.foche@urjc.es

Javier Simo-Reigadas
Rey Juan Carlos University
Camino del Molino s/n
Fuenlabrada, Spain
javier.simo@urjc.es

ABSTRACT

Isolated rural areas of developing countries often lack of any kind of communications infrastructure. There are some WiFi for Long Distances (WiLD) networks that have been deployed successfully in forests and mountainous regions of countries such as India, Colombia and Peru, for providing Voice over IP and Internet support to health centers. In this work a real telemedicine WiFi network deployed in the Amazonian jungle of Peru is introduced. Technical and social considerations taken into account and devices used for its deployment in such a difficult context are described together with the services provided. Furthermore, performance of this multihop network is analyzed in order to provide a better insight of its behavior. As a conclusion, we describe future and present works related to the improvement of the network.

Keywords

Developing countries, multihop interference, Rural areas, WiLD.

1. INTRODUCTION

Health care centers in developing countries are not equally accessible to people living in cities and those living in less developed and distant areas. Professionals are concentrated mainly in urban areas, where all levels of health care assistance are also located [6]. At the same time, in geographically isolated areas, where a bigger portion of the vulnerable population is located, care is provided through health posts scarcely equipped, which depend hierarchically of either higher-level health care facilities or rural hospitals. These posts are usually attended by health technicians who

are barely trained and are responsible for taking care of several villages [5]. In this context, health technicians often need to communicate with their reference centers for consultation or coordination of medical emergencies that they can not handle by themselves [6]. However, due to isolation and lack of resources, these tasks turn to be extremely complicated to be carried out, thus, enlarging the social disparity in the access to high quality health care systems in developing countries.

Some experiences have suggested that WiFi networks composed of long distance point-to-point links and medium distance point-to-multipoint infrastructures allow an easy deployment of low-cost wireless broadband networks in rural areas [7, 3]. This may help to overcome the communications problems cited above and, hence, to improve health care systems in rural areas of developing countries.

Following this principle, several networks have been deployed successfully in rural areas of India, Colombia and Peru [12, 8, 15]. These projects are located in mountainous regions where presence of high peaks makes easier to establish WiFi links, since they require line of sight among stations. In this work, we will present a network installed along the Napo river in the Amazonian jungle of Peru. This network is believed to be the longest permanent WiFi network in the world, covering an end-to-end distance of around 450 Km through sixteen hops since March 2007.

The network was designed and deployed jointly by the EHAS Foundation and GTR-PUCP (Group for rural telecommunications from the Pontificia Universidad Católica del Perú)¹. The main purpose of this project is to allow voice and data communications (Internet, Email, ...) for improving health management process and technical quality of health care workers in the area. Although the network has been running smoothly during long periods, social issues around

Permission to make digital or hard copies of all or part of this work for personal or classroom use is granted without fee provided that copies are not made or distributed for profit or commercial advantage and that copies bear this notice and the full citation on the first page. To copy otherwise, to republish, to post on servers or to redistribute to lists, requires prior specific permission and/or a fee.

ExtremeCom '11, September 26-30, 2011, Manaus, Brazil.
Copyright 2011 ACM 978-1-4503-1079-6/11/09 ...\$10.00.

¹The network introduced in this paper was the result of two projects. The first one was entitled "*Malaria Control in Border Areas of the Andean Countries: A community Approach (Pamafro)*", ordered and financed by ORAS (Andean Health Organization). The second one, "EHAS-MADRID project: Improvement of the health conditions of the maternal and child population through the appropriated use of ICTs in health care posts and health care centers along the Napo River", was financed by the City Council of Madrid

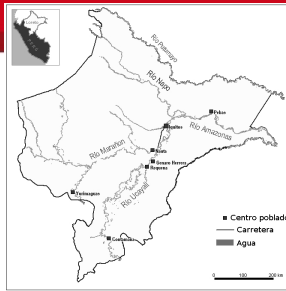


Figure 1: Napo Region

the network continuously constrained both its performance and its maintenance, and there has been unavailability times too.

In this article, firstly, we are going to introduce the socio-political context in which the network has been deployed and its main implications. Then, the network will be described and performance results will be shown, focusing on the impact of multihop infrastructure. Finally, applications currently used and other to be used in the future will also be presented, together with the strategies proposed to solve inefficiencies caused by the social and technical issues mentioned above.

2. DESCRIPTION OF THE CONTEXT

The network is located in the department of Loreto, in the border region between Peru and Ecuador, along the Napo and Curaray riversides, see Fig. 1. The first network node is located at the Regional Hospital in Iquitos city. Travelling times from Iquitos to Cabo Pantoja (end node) or Santa Clotilde (reference rural health center) vary from 14 and 6 hours respectively within expensive fast boats, to one week and 3 days within cheaper slow ferries, used by most of the rural population. The description of the region included below does not consider Iquitos and Mazán, where many more services and opportunities can be found, including mobile telephony and electricity and much better health care services [2].

Dozens of communities have been living in this area for hundreds of years. Riverside dwellers are both mixed race and indigenous people. They constitute a young population threatened by the high incidence of preventable diseases such as acute respiratory and diarrheal infections. Furthermore, although birthrates are high, infant mortality rate is one of the highest in Peru due to interrupted monitoring during pregnancy, prevalence of home births and scarce of resources for an appropriate birth attendance and response to emergencies.

Many of these communities are composed by a few houses spread over a relatively vast area, hence, its density is very low. In the inhabited areas, trees, bushes and undergrowths have been cut, leaving the community as an island surrounded by jungle with trees that can reach 40 meters tall, as it can be seen in Fig. 2.

People in these communities are very poor; their main economic activities are agriculture and cattle farming, which are carried out in a subsistence economy fashion. Some people are also starting trading beverages or bread brought from bigger villages.

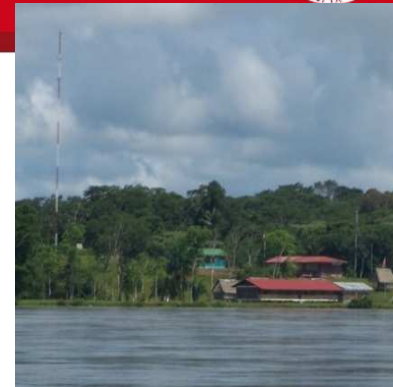


Figure 2: Village of Tempestad

The isolation of these communities is aggravated by a difficult access to transportation and communications. Only Santa Clotilde, where the reference health center is located, has a satellite connection in the city hall as external gateway. Most of the health care posts also dispose of High Frequency (HF) radios for communicating among them. However, the quality of this mean of communication is very low and depends heavily on the atmospheric conditions. Energy supply is also a challenge. Santa Clotilde town is powered from 6 pm to 11 pm, and its health center has an additional fuel engine used to power vaccines refrigerator, computers and radio autonomy for short periods. Smaller villages along Napo river may have one half of Santa Clotilde's energy resources.

Health care resources in the area vary greatly. Santa Clotilde and Mazán are more complex centers: they have at least a midwife and a couple of doctors and nurses, they allow hospitalization and include laboratory and operating theater, and they accomplish with administrative registration and logistics. Other health posts including Tacsha Curaray, Angoteros or Cabo Pantoja are relatively well equipped, with a doctor, a laboratory technician for blood tests and a couple of beds for hospitalization. The rest may have only one health technician and no diagnostic devices.

Moreover, it is worth mentioning the presence of a Canadian medical catholic mission in the village of Santa Clotilde. They have been helping with resource management and health care system advising for many years. Many of the equipments installed in the health care center at Santa Clotilde have been acquired thanks to the donations to the mission. Hence, the mission constitutes a great donor for the development in the area.

3. DESIGN OF A WIFI NETWORK IN THE AMAZONIAN JUNGLE OF PERU

3.1 Considerations for a jungle design

The network is comprised by seventeen stations along the Napo and Curaray rivers. This area of the jungle is characterized by very high trees and extreme weather conditions that need to be taken into account in the network design.

As it was mentioned in the introduction, line of sight is required to establish long WiFi links. However, line of sight is defined differently for microwaves than for visible light. Since the wavelength of a microwave beam is much longer

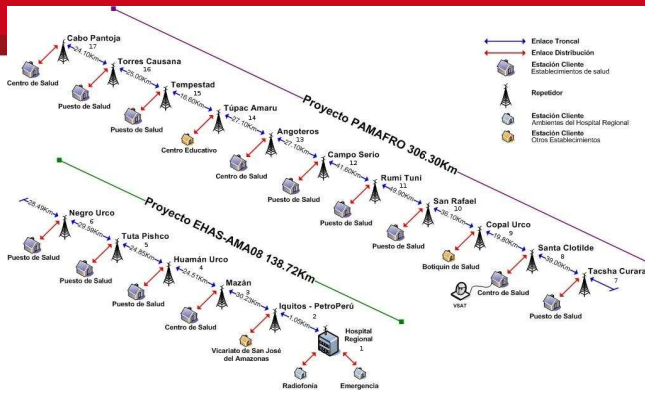


Figure 3: Diagram of the network

than a visible light beam, a clearance of 60% in the first Fresnel zone is needed to get such a line of sight. In our case, this has been translated in leaving at least 20 m from the top of the trees to the visual line of sight. As the area is very flat, and trees are very high, around 40 m, some towers need to be as high as 90 m to solve this issue.

In addition to this, the Amazonian jungle registers a high number of storms, which have to be considered when designing the network, since the increment of the attenuation due to intense rains can not be neglected in long links. When calculating the link budget, 20 dBs margin is left to assure connectivity under the worst possible wheather conditions. The height of towers and the link budgets are calculated using a Radio Frequency (RF) planning software called Radio Mobile.

Electronic equipments need to be protected from rain and moisture, which may cause them irreparable damages. Therefore, devices have been installed inside waterproof enclosures which protect them from degradation.

Context described in section 2 also influences the design of the network. As it was mentioned, no power supply is available in thirteen of the fourteen communities, while the remaining one, only has few hours of electricity. This fact constrains the deployment of the network, since devices require autonomous powering systems. The solution chosen was solar power, and details on the infrastructure used will be provided in section 3.2. This factor, together with the low economic resources available in the communities, also constrain the election of the communication devices, which need to have a high cost-effectiveness ratio, and be very low power consuming. Due to its different features, such as using non-licensed frequencies, and its worldwide acceptance, WiFi devices comply with these requirements.

However, due to the lack of qualified technical professionals in the area, sustainability of the network is seriously constrained. Several training courses have been carried out in order to teach locals how to maintain and repair the network. Although these courses can be considered highly successful, it is difficult that somebody without any technical basic knowledge, learns how to do so in the short term.

3.2 Technical Description of the Network

The network deployed consists of two different segments, as shown in Fig. 3. The backbone carries the signal from the gateways located in Santa Clotilde and in the Iquitos

Table 1: Distances between stations

Link	From	To	Distance (km)
1	Iquitos	Iquitos-Petro Perú	1,05
2	Iquitos-Petro Perú	Mazán	30,23
3	Mazán	Huaman Urco	24,51
4	Huaman Urco	Tuta Pishco	24,85
5	Tuta Pishco	Negro Urco	29,59
6	Negro Urco	Tacsha Curaray	28,49
7	Tacsha Curaray	Santa Clotilde	39
8	Santa Clotilde	Copal Urco	19,8
9	Copal Urco	San Rafael	36,1
10	San Rafael	Rumi Tuní	49,9
11	Rumi Tuní	Campo Serio	41,6
12	Campo Serio	Angoteros	27,1
13	Angoteros	Tupac Amaru	27,1
14	Tupac Amaru	Tempestad	16,6
15	Tempestad	Torres Causana	25
16	Torres Causana	Cabo Pantoja	24,1

Regional hospital to the top of all towers, whereas the access network connects final users to the backbone. In the first one, distances between stations are shown in Table 1, while in the second one they are no longer than 1 km.

Except the links 1 and 2, the rest of the links in the backbone have been established alternately in channels 6 and 11 of the 2.4Ghz band. The devices used are embedded computers WRAP E1 with Ubiquity Super Range 2 wireless cards, and highly directed Hyperlink 2424G grid antennas of 24 dBi. All of them are placed inside the enclosures close to the top of the towers. The computer runs a self-designed version of Voyage, an embedded operating system based on Debian GNU/Linux. The modifications made to the operating system include the reduction in the number of packages, which allows fitting it in a 128/256 MB Compact Flash, and the addition of some extra components to allow specific configuration. Among the packages added, it is worth mentioning the MadWiFi drivers, which allow tuning the wireless cards for optimizing their performance for long range links; Asterisk, a digital Private Branch eXchange (PBX) for handling VoIP traffic; and our own network management agents. For more details regarding these packages consult [11]. In links 1 and 2, the 5.8 GHz band was used to avoid the potential congestion of the 2.4GHz band in a city like Iquitos. These links are established using Mikrotik RouterBoard 333 with R52H radios and highly directed Hyperlink HG5829D antennas. The decision of using Mikrotik is that by the time of the instalation Madwifi drivers were having inconsistencies when stablishing long range links in the 5 GHz band.

As it can be seen in Fig. 4, in the stations located in the middle of the network two enclosures are needed. One is used for the link with both the previous station and with the health center, and the other one is used for the link with the next station. For the link with the health center, PC Engines CM9 wireless cards are used. In the whole network, wireless cards have been configured for working at 6 Mbps and optimized for long distances through tweaking of SlotTime and ACKTimeout parameters following recommendations from [14].

In the health center, link is established through a Linksys WRT54GL router, which allows working with OpenWRT, a GNU/Linux operating system, and a Hyperlink HG2409Y yagi antenna of 9dBi.

The client stations are equipped with a PC, a printer, and

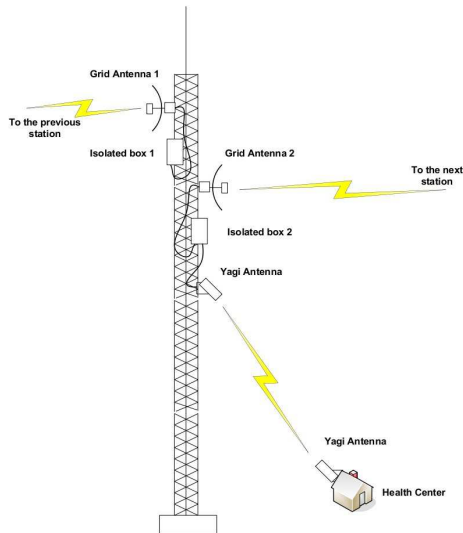


Figure 4: Devices in a tower

an analog telephone. The PCs are adapted in order to be powered from a solar infrastructure. Furthermore, its CPU was changed for a laptop model in order to reduce its power consumption. For using the telephone, an Analog Telephone Adapter (ATA) was required to communicate with the digital PBX.

All health care centres are solar powered. 75 W solar panels, are installed both in the tower and in the health care facility. Depending on the number of embedded computers, wireless cards and light bulbs to supply, the number of panels vary. A typical configuration includes two panels for the tower and two more for the final user.

Energy captured by the panels is taken to the batteries in order to power all the devices. However, in the middle of the way a solar power controller is installed for protecting batteries both from overcharge and discharge. Two different types of batteries have been used: gel batteries, which do not need any maintenance, supply power to devices installed on the top of the towers; and traditional ones, which are simpler, for the client stations.

In addition to this, an electrical protection system has been installed, comprising a Franklin lightning conductor and a grounding well. In addition to this, coaxial line protectors are installed to prevent electronic devices being damaged by electromagnetic fields caused by lightnings.

3.3 Services provided by the network

According to different studies voice communication is the most important service in rural areas of developing countries [10]. Unlike HF systems, WiFi networks are in essence data IP networks that were not devised initially to support voice services. In this scenario, Voice over IP (VoIP) turns up as a technological solution to provide voice connectivity on WiFi networks. In our network we choose for an open-source software PBX named Asterisk that supports VoIP-



Figure 5: Health care professional making use of VoIP services in Copal Urco

to-PSTN (Public Switch Telephone Network) switching.

Some of the VoIP services provided to final users are: free voice communication (Fig 5 shows a user making a phone call), voice mail, and communication to/from PSTN with prepaid cards. All VoIP terminals in the network use SIP (Session Initiation Protocol) to communicate with each other, whereas Asterisk PBXs communicate with their peers using the proprietary IAX2 (Inter-Asterisk eXchange) protocol. Asterisk PBXs are installed in each repeater and are responsible for the calls of their respective clients in a kind of distributed VoIP system. This allows making calls inside different subparts of the network, even if, for any reason, a repeater between that subpart and the gateway stops working.

At the beginning of the project, the satellite gateway in Santa Clotilde city hall was shared and used as a gateway for this network. However, this gateway depended on an intermittent local energy supply. Nowadays, and thanks to fund obtained from another project, the network has its own satellite gateway in Santa Clotilde. In addition, it has an ADSL connection at the Iquitos Regional Hospital. This way the networks has two gateways for connecting to the PSTN and the Internet.

In addition to this, the network has Internet and internal email service. The latter works with two different servers: one installed in Santa Clotilde, in charge of the internal email; and another one in Lima, in charge of email exchange among all EHAS-GTR networks in Peru. For this service a Postfix MTA (Message Transfer Agent) is used.

3.4 Quality of Service in layer 3

IEEE 802.11 networks can offer a strong, suitable and low-price solution to distribute voice and data communications. But real-time communications, such as VoIP need to ensure a quality of service (QoS) in certain conditions. This would be also interesting for the introduction of telemedicine and e-learning applications, among others.

Typical IP QoS architectures are IntServ and DiffServ. Both are standardized by the IETF, but the second one is preferred generally because it is simpler and it scales better. The QoS at the IP level in DiffServ implies that different traffic classes can be identified in each router and, therefore, treated separately with different priorities. An important handicap to this will be that throughput of wireless links

Table 2: Throughput results by node

From/To	7	8	9	10	11	12	13
7		1.45	1.13	1.01	0.89	0.85	0.83
8	1.38		1.72	1.18	0.87	0.87	0.75
9	1.02	1.81		1.42	0.89	0.82	0.90
10	0.86	1.15	1.46		1.24	1.02	0.85
11	0.78	0.98	1.06	1.33		1.43	0.83
12	0.74	0.81	0.87	0.98	1.39		1.66
13	0.77	0.87	0.82	1.00	1.36	1.66	

must be estimated in order to perform bandwidth sharing in a fair way. This throughput may be variable in long wireless links due to the distance between nodes or to the presence of interferences. Some experiments made by our group with mesh chains have demonstrated that a differentiated QoS for voice, video and elastic traffic could be guaranteed if it is possible to delimit the performance of the link [13].

Based on these tests, and in order to assure a minimum quality to voice service, we have been successfully applied some Diffserv principles to the network. The QoS architecture developed consists mainly of the following elements: filtering packets to distinguish VoIP packets from the rest; marking them so that all routers recognize them; and using queuing disciplines that allows to assign different priorities according to the type of packet. From tests done in laboratory, we selected the PRIO queuing discipline as the one that suits our needs best.

3.5 Costs of the deployment

Finally, regarding the cost of a system including all the elements described, a whole node could cost about 15000 USD, including the cost of maintenance and training of technicians and health care workers during the first year. This price is much higher than others obtained when deploying other EHAS-GTR networks [11] due to different factors. Being an ORAS project all the purchases were subject of a licitation process, thus increasing the real prices of the devices. Furthermore, towers are very high, up to 90 m, which make them more expensive than those usually used, that are about 12 metres. In addition to this, due to the context where the network is deployed, transport of materials through the river increased hugely the budget.

4. RESULTS AND DISCUSSION

Performance results of a segment of the network in terms of throughput are shown in Table for 2. It was impossible to get data from the whole network since by the time this paper was written some maintenance tasks were taking place hindering the data collection process. The numbers in the first column and row correspond with the number assigned to each node in Figure 3. Results have been obtained during night hours, when nobody was using the network locally. Iperf has been used to generate saturation conditions by injecting bidirectional UDP traffic. UDP is used since it provides a more accurate estimation of real load in the network (there exist no retransmissions at the transport layer).

The sums of the values for both directions of each link are shown in Table 3, link numbers correspond with those in Table 1. As it can be seen, there is a drop in the performance of the end-to-end throughput of this segment. If there were no other loses this value should be equal to the least throughput value of the links the signal has to cross.

Table 3: Throughput results by link

Link	Throughput (Mbps)
7	2.83
8	3.53
9	2.88
10	2.57
11	2.82
12	3.32
end-to-end	1.6

Table 4: Throughput drop by node

Node	Throughput drop (Mbps)
8	0.25
9	0.21
10	0.26
11	0.21
12	0.2

In our network, this value corresponds to link 10, which is the longest, whose throughput is 2.57 Mbps. However, as it can be obtained from Table 3, the experimental value of the end-to-end throughput is 1.6 Mbps. Therefore, the network is “loosing” around 1 Mbps in this segment of the backbone. Although part of this drop can be attributed to the data processing in each router, other factors need to be taken into account for such a big drop. According to [4], this can be attributed to the existence of interferences between wireless cards and antennas in the tower due to their closeness.

In this network, packets have to go through many towers where, in some cases, three wireless cards and three antennas have been installed very close. Although no overlapping channels are used and antenna polarization alternates from link to link, some interferences among them may occur.

A more in-depth analysis of this factor can be carried out by analyzing closer Table 2. Steep drops in throughput occur when packets go through a particular node. This is the case when analysing performance “To” node 7 (second column in Table 2): throughput “From” node 8 is 1.38 Mbps, and “From” node 9 is 1.02 Mbps. Since throughput “From” node 9 “To” node 8 is 1.81 Mbps, if there were no loses in node 8, throughput “From” 9 “To” node 7 should be 1.38 Mbps (the lesser of the the two hops). However, this values is 1.02 Mbps, entailing a drop of 0.36 Mbps when going through node 8.

At first glance, it seems that different drops occur in each node. Nevertheless, if the average throughput drop occurred in each intermediate node (those with two boxes) is calculated, results look different. To do so, we have considered every combination of two measurements regarding a node, as calculated above for one combination regarding node 8. Results of this calculation are shown in Table 4. As it can be seen drops remain approximately constant around 0,2 Mbps in each node.

In Table 5, distances and angles between backbone antennas, together with distances (both vertical and horizontal) between endorses installed in each intermediate tower are provided.

Distance and angle between antennas vary greatly in each node, so it is not possible to establish a relation between these two values and the constant drop shown in Table 5. Something similar happens with the distance between en-

Table 5: Possible causes for drop

Node	Distance between antennas	Angle between antennas	H distance between endorses	V distance between endorses
8	1.5 m	165°	0.75 m	1.5 m
9	1.3 m	125°	0.27 m	1.27 m
10	0 m	133°	1.125 m	0.2 m
11	1.7 m	180°	0.75 m	1.7 m
12	1.7 m	111°	0.53 m	1.27 m

dorses: the differences of distances in each node are so different, that cannot be related to the constant drop in each node. Therefore, research conducted in a more controlled scenario modifying one by one each of the parameters is needed in order to find the cause of the drop and, hence, avoid interference in a multihop network.

5. CONCLUSION AND FUTURE WORKS

Results show that more research needs to be done in identifying the details of the decrease on the performance shown in section 4. When the 16 hops are operating, the detected decrease would entail a drop in more than 2 Mbps in the end-to-end throughput. This is paramount since, in addition to the described services, many other applications are going to be included in the network such as real time teleconsultation through telestethoscopy, telemicroscopy, tele-EKG, and tele-ecography. In order to run these applications properly, a better throughput is needed and QoS support is a must. In this sense, work is being done on the adaptation 802.11e, the standard that provides QoS at 802.11 MAC layer, to a long distance scenario [9]. This approach will be compatible with Diffserv solution presented here and would allow us to include QoS in MAC and IP layer.

Furthermore, it needs to be noted that due to the linear disposal of the network, there is only one way for the data to reach the gateway. Therefore, each node is essential for the services to reach all the nodes behind it. In a context where electrical storms are very common, and come accompanied of heavy rains, if maintenance is not carried out properly devices will need frequently to be replaced. Thus, maintenance plans need to include a protocol against failures, assigning responsibilities for the revision and replacement of devices, a management of the spare parts, etc. This maintenance plan has not only been designed, budgeted and put in practice [1], but its cost has been assumed by regional health care authorities, thus guaranteeing the long term sustainability of the network.

Acknowledgment

The authors would like to thank GTR-PUCP for its great job in the field.

6. REFERENCES

- [1] I. Bebea-González, L. Linnán, and C. Rey-Moreno. Design of a sustainability action plan for ehas-napo project: a rural e-health initiative. In *Proceedings of the IPID PG at IEEE/ACM International Conference on ICTD2010*, London, United Kingdom, 2010.
- [2] I. Bebea-González, J. Paco, L. Linán, J. Simó-Reigadas, and A. Martínez-Fernández. Management framework for sustainable e-healthcare provision. In *IADIS International Conference e-Society*, Avila, Spain, 2011.
- [3] P. Bhagwat, B. Raman, and D. Sanghi. Turning 802.11 inside-out. *ACM SIGCOMM Computer Communication Review*, 34, January 2004.
- [4] K. Chebrolu, B. Raman, and S. Sen. Long-distance 802.11b links: Performance measurements and experience. In *ACM MOBICOM*, 2006.
- [5] A. Martinez, J. Seoane, V. Villarroel, and F. Del Pozo. A study of a rural telemedicine system in the amazon region of peru. *Journal of Telemedicine and Telecare*, 10(4):219–225, August 2004.
- [6] A. Martinez, J. Seoane, V. Villarroel, and F. Del Pozo. Analysis of information and communication needs in rural primary healthcare in developing countries. *IEEE Transactions on Information Technology in Biomedicine*, 9(6):66–72, August 2005.
- [7] E. Pietroseoli. Wireless data transmission in the andes: Networking merida state. In *Inet'99*, San Francisco, Ca., U.S.A., 1999.
- [8] A. Rendón, A. Martínez, M. Dulcey, J. Seoane, R. Shoemaker, and V. Villarroel. Rural telemedicine infrastructure and services in the Department of Cauca, Colombia. *Telemed J E Health*, 11(4):451–459, August 2005.
- [9] S. Salmeron, J. Ramiro, A. Martinez, and J. Simo. Traffic engineering in rural wireless networks for developing countries using ieee 802.11 edca. In *Wireless Rural and Emergency Communications Conference (IEEE WRECOM)*, Rome, Italy, 2007.
- [10] S. Sen, S. Kole, and B. Raman. Rural telephony: A socio-economic case study. In *International Conference on Information and Communication Technologies and Development (ICTD-2006)*, U.C.Berkeley, U.S.A., May 2006.
- [11] J. Simo, A. Martinez, P. Osuna, S. Lafuente, and J. Seoane. The design of a wireless solar-powered router for rural environments isolated from health facilities. *IEEE Wireless Communication Magazine*, 15(3):24–30, June 2008.
- [12] J. Simo, P. Osuna, R. Quispe, and D. Espinoza. Application of ieee 802.11 technology for health isolated rural environments. In *Proc. of IFIP WCC-WCIT*, Santiago de Chile, Chile, 2006.
- [13] J. Simo, J. Seoane, and R. Salazar. A qos-aware ad-hoc wireless network for isolated rural environments. In *EUNICE 2005*, 2005.
- [14] J. Simo-Reigadas, A. Martinez-Fernandez, J. Ramos-Lopez, and J. Seoane-Pascual. Modeling and optimizing ieee 802.11 dcf for long-distance links. *Mobile Computing, IEEE Transactions on*, 9(6):881–896, August 2010.
- [15] S. Surana, R. Patra, S. Nedeveschi, and E. Brewer. Deploying a rural wireless telemedicine system: Experiences in sustainability. *Computer*, 41:48–56, 2008.

LaRepublica.pe

21 de febrero de 2013

Comunidades del río Napo reciben atención a través de red de telemedicina

La **población de 90 comunidades** que viven en la cuenca del río Napo, provincia de Maynas, en la región Loreto, vienen accediendo a diagnósticos oportunos gracias a la **Red de Telemedicina** que ha sido implementada en 13 establecimientos de salud ubicados a lo largo de la citada zona.

Para conocer esta iniciativa emprendida por la **Dirección Regional de Salud (Diresa) Loreto**, el **Gobierno Regional**, **agencias cooperantes** y el [Ministerio de Salud \(Minsa\)](http://www.larepublica.pe/tag/minsa) (<http://www.larepublica.pe/tag/minsa>); la **titular del sector**, [Midori De Habich](http://www.larepublica.pe/tag/midori-de-habich) (<http://www.larepublica.pe/tag/midori-de-habich>), arribó en un helicóptero de la [Marina de Guerra del Perú](http://www.larepublica.pe/tag/marina-de-guerra) (<http://www.larepublica.pe/tag/marina-de-guerra>) al **centro de salud Santa Clotilde**, ubicado en la citada cuenca.

En la zona se comprobó que gracias a este sistema de comunicación el personal de salud de los establecimientos ubicados en la ribera del río pueden realizar, a través de video conferencia, interconsultas directas a médicos especialistas de centros con mayor capacidad como el **Hospital Regional de Iquitos "Felipe Arriola Iglesias"**.

Ante el personal del centro y el **director de la Diresa Loreto, Hugo Rodríguez**, la **ministra De Habich**, indicó que esta iniciativa será complementada con el **SAMU Fluvial**, el **repotenciamiento de establecimientos estratégicos** y otras estrategias que permitan intervenciones de salud de manera integral.

Destacó este hecho, pues debido a las características de la selva, la población de esta zona solo puede desplazarse por vía fluvial y de presentarse una emergencia el paciente tendría que viajar más de 8 horas al hospital más cercano. Con esta modalidad, pueden brindar **consultas médicas** a los pobladores quienes ya no tendrán que desplazarse hasta Iquitos.

Cabe señalar que la **Red de Telemedicina** cuenta con el **sistema de tele-estetoscopia** donde el médico especialista puede escuchar a distancia los sonidos pulmonares y cardiacos de los pacientes.

Asimismo, mediante el **sistema de telemicroscopia** transmite imágenes de los microscopios que se encuentran en establecimientos de salud alejados. Al que se suma el **sistema de tele-ecografía** donde a través del control remoto se pueden realizar ecografías a gestantes.

Con esto se permitirá también mejorar el **sistema de referencias y contrarreferencias**, reduciendo tiempos, lo que suma a los beneficios para el sistema de gestión administrativa como el envío y recepción de información del **Seguro Integral de Salud (SIS)**, entre otros.



Fuente: <http://www.larepublica.pe/21-02-2013/comunidades-del-rio-napo-reciben-atencion-traves-de-red-de-telemedicina>

→ UNA TECNOLOGÍA QUE CONECTA



UN MAESTRO EN LA TELE. La red instalada a lo largo del río Napo hace posible la telemedicina, pero también podría hacer realidad la educación virtual. En Angoteros ya se hizo la primera clase virtual bilingüe.

La telemedicina revoluciona la salud en la frontera norte

La red Wi Fi interconecta los centros de salud de frontera con Iquitos.

El sistema permite dar diagnósticos por videoconferencias y agiliza tratamientos.

— RODRIGO RODRICH PORTUGAL
TEXTO Y FOTOS

Iquitos. Por la época en que llegó la telemedicina a los pueblos de la cuenca del río Napo, al norte de Loreto en la frontera con Ecuador, allí solo habían bases militares e incipientes centros de salud.

Era el 2006. Una epidemia de malaria jaqueaba a las comunidades quichuas y secoyas del Alto Napo, aunque en realidad se podía morir por cualquier enfermedad si no se recibía atención médica oportuna. Eran pueblos no comunicados.

Fue en estas condiciones que la fundación Enlace Hispano Americano de Salud (EHAS) invirtió en un proyecto para crear una red de telecomunicaciones para unir estos pueblos. Cuatro años después, gracias al trabajo del Grupo de Telecomunicaciones Rurales de la Pontificia Universidad Católica del Perú (GTR-PUCP) se había instalado la red Wi Fi más larga del mundo.

Es una señal de Internet similar a la que flota en nuestras casas, pero que es repetida hasta la frontera del país. Una red sin cables de 450 kilómetros de largo. No olvidemos esta comunicación que hizo posible la telemedicina que ahora favorece a más de 30.000 personas.

REESCRIBIENDO MACONDO
En la novela “Cien años de soledad”, los habitantes de Macondo enviaban cartas en donde manifestaban sus dolencias a los “médicos invisibles”. A cambio recibían diagnósticos vaya usted



TRABAJO CONJUNTO. Se han levantado 15 antenas a lo largo del río Napo para hacer posible la red.



A DISTANCIA. Los análisis de un doctor en la frontera son transmitidos en directo al hospital regional.

do la historia de Macondo. “Ahora los técnicos en enfermería de la frontera realizan videoconferencias con el Hospital Regional de Iquitos para consultar de inmediato sobre una emergencia médica”, cuenta Rodríguez.

Eso es lo que permite la telemedicina: videoconsultas en tiempo real desde el interior de la selva para tratar casos que superan sus conocimientos. Alan Coquinche es el técnico

en enfermería responsable del puesto de salud de Angoteros, su pueblo natal. En su consultorio tiene un teléfono y una laptop con Internet. En el pueblo hay una antena de 66 metros de alto. “Ahora podemos tratar a los pacientes sin necesidad de evacuarlos. Ahorramos dinero, tiempo, esfuerzos y recursos humanos”, cuenta Coquinche. La oportunidad de la telemedicina favorece el tratamiento de

A lo largo de 450 km sin cables



la tuberculosis, las neumonías, las infecciones diarreicas o la atención de partos difíciles (algunos de los mayores problemas de salud en zonas de frontera y en comunidades nativas).

NUEVAS APLICACIONES
Pero la telemedicina recién se inicia. Leopoldo Liñán, ingeniero y coordinador de GTR-PUCP, cuenta que se está investigando sobre telemicroscopía, teleultrasonografía y teleestetoscopia. Para el doctor Rodríguez todo eso suena futurista, pero la verdad es que ya se hicieron las primeras pruebas. La telemicroscopía permite a un laboratorista en Iquitos observar por medio de una cámara adaptada a un microscopio la muestra de sangre de un paciente al otro lado de la red. Con la teleultrasonografía y la teleestetoscopia, un especialista puede ver el desarrollo de un bebé o escuchar los signos vitales de un paciente. “Nuestra meta es trabajar redes similares en todo Loreto. Creemos que es una vía que hará posible el desarrollo”, dice Liñán. Los doctores, aunque a distancia, nunca estuvieron más cerca de atender a todos.

ENDESARROLLO

Otra alternativa: la teleeducación

Sibien la red instalada por GTR-PUCP y la Fundación EHAS nació con la intención de generar la telemedicina, también podría ser aprovechada para la educación. El pasado 31 de octubre, los mejores alumnos del pueblo quichua de Angoteros experimentaron la primera clase virtual a distancia. Fue una prueba de la que El Comercio pudo ser testigo. Los niños, que nunca habían experimentado una videoconferencia y que desconocían los últimos avances de la tecnología, no podían comprender cómo tres maestros ubicados en otros pueblos podían hablarles y escucharles. La clase fue bilingüe y trató sobre la yuca. “Una tecnología así aplicada a la educación abre oportunidades de aprendizaje tanto a los niños como a los maestros. Solo hace falta que las instituciones se interesen en invertir para potenciar el sistema y permitir una mayor transmisión de datos a través de la red”, explica Leopoldo Liñán.

TESIS PUCP

LABOR. INGENIEROS PERUANOS FUERON FINANCIADOS CON PROGRAMA DE CIENCIA Y TECNOLOGÍA

Desarrollan enrutador wifi de larga distancia

◆ Tiene capacidad para llegar hasta 50 kilómetros y es de bajo costo

◆ Será de gran utilidad en zonas rurales que se beneficiarán con señal

CECILIA FERNÁNDEZ SÍVORI

mfernandez@editoraperu.com.pe

En el país, la inventiva que tiene como propósito ayudar a quienes menos tienen no tiene límites. Es así que se ha desarrollado un enrutador wifi de larga distancia y bajo costo, con capacidad para establecer un enlace de hasta 50 kilómetros, como una forma de acortar la brecha digital que aún existe en nuestro país en las zonas más alejadas.

Esta iniciativa tecnológica fue desarrollada por el grupo de Telecomunicaciones Rurales de la Pontificia Universidad Católica del Perú, con financiamiento del Programa de Ciencia y Tecnología (FINCyT).

Para el director ejecutivo de este programa, doctor Alejandro Afuso Higa, "mediante este proyecto se mejorarán las comunicaciones, permitiendo que se originen actividades económicas y nuevas oportunidades de desarrollo".

Redes pilotos en Ica y Cusco

Actualmente se han instalado dos redes pilotos, en Ica y en Cusco, donde se está probando con éxito la distancia de los enlaces, que es de alrededor de diez kilómetros y cuyo rendimiento es de hasta 18 megabits por segundo.

La configuración e instalación de este enrutador son fáciles porque utiliza tarjetas madres x 86 con puertos mini PCI, con sistema operativo linux y controlador madwifi, tarjeta wifi para larga distancia basada en el chipset atheros, al igual que cables



Redes. Actualmente se han instalado con gran éxito estaciones en Ica y Cusco, cuyo rendimiento es de 18 Mb por segundo.

Acerca de FINCyT

FINCyT financia proyectos que contribuyen a mejorar la competitividad del país, fortaleciendo las capacidades de investigación e innovación tecnológica. También administra el fondo concursable Innóvate Perú-Fidecom del Ministerio de la

Producción. Semanas atrás, la ministra de Economía y Finanzas, Mercedes Aráoz, manifestó que el país negocia con el BID la segunda etapa del FINCyT, ya que es uno de los programas más exitosos que se realizan en el Perú.

coaxiales y antenas de alta ganancia, describen los ingenieros responsables del proyecto Pastor Chávez Muñoz y Jaime Vera, coordinador general y jefe de proyecto del Grupo de Telecomunicaciones Rurales de la Universidad Católica.

El ingeniero Chávez añade que el proyecto ha permitido también desa-

rollar el libro wild en formato digital (<http://gtr.telecom.pucp.edu.pe/system/files/Wild.pdf>) y físico, ambos de acceso gratuito, así como la distribución de linux voyage GTR de licenciamiento libre y un estudio de mercado y plan de negocio del producto.

El jefe de Proyecto, Jaime Vera, indicó que el grupo de Telecomuni-

caciones Rurales de la Pontificia Universidad Católica del Perú ya ha implementado una red wifi de larga distancia en las orillas del río Napo en Loreto. "Esta red contiene 16 enlaces de entre 20 km y 40 km que cubre desde Cabo Pantoja (límite con Ecuador) hasta la ciudad de Iquitos, siendo la red wifi más larga del mundo formado por enlaces en fila", expresó.

El Grupo de Telecomunicaciones Rurales de la Pontificia Universidad Católica del Perú contó con el apoyo de investigadores de la Universidad San Luis Gonzaga de Ica, de la Universidad San Antonio Abad del Cusco y el Instituto Nacional de Investigación y Capacitación en Telecomunicaciones (Inictel-UNI) para lograr el desarrollo de este enrutador de largo alcance y bajo costo.

BREVES



EN AMÉRICA LATINA

Falta banda ancha

En América Latina se necesitan más de 20 millones de líneas de banda ancha para estar a tono con los índices de desarrollo económico, dice un estudio sobre tecnologías de la información.

Además, la investigación de la Universidad de Columbia, en Estados Unidos, asegura que dar más atención a las tecnologías de la información y la comunicación podría convertirse en un factor que dé dinamismo al progreso de la región.



SE DISUELVE AL CONTACTO

Vestido al agua

Se trata de un traje de bodas que al entrar en contacto con el agua, se disuelve... sin dejar rastros. La prenda, que en el peor de los casos se luce solo una vez, fue creada por un grupo de estudiantes de la Universidad de Sheffield Hallam, en Inglaterra.

El secreto está en el material. Parte del vestido está hecho de un tejido que contiene alcohol polivinílico, un polímero sintético utilizado generalmente en detergentes, que se disuelve en el agua sin dañar el medio ambiente.



EN ESCOCIA

Robots enfermeros

Un hospital en Escocia comenzó a utilizar una flota de robots que llevarán a cabo labores diarias, como transporte de desechos clínicos, entrega de comida, limpieza de quirófanos y reparto de fármacos.

Se espera que las máquinas realicen labores que normalmente haría un enfermero. El hospital Forth Valley Royal está llevando a cabo la última serie de pruebas con las máquinas antes de la inauguración de las nuevas instalaciones de US\$ 450 millones, en agosto.

PROPUESTA. PREPARAN MEZCLA CONOCIDA COMO CEMENTO COLONIAL PARA CUBRIR CERRO

Innovador plan para recuperar glaciares en el Perú

◆ Esta iniciativa fue ganadora del concurso Cien ideas para salvar el planeta

Un glaciar en nuestro país parece retornar a su forma original, no gracias a la caída de nieve o a la regeneración del hielo, sino a un baño de pintura blanca.

Se trata de la fase experimental de un innovador plan para recuperar los glaciares en nuestro país, que están desapareciendo por efecto del cambio climático.

Aunque esta idea no genera controversia, el Banco Mundial cree



Proyecto es avalado por BM.

que la idea tiene méritos ya que fue una de las propuestas ganadoras del concurso Cien ideas para salvar el planeta, patrocinado por el organismo internacional.

Eduardo Gold, quien concibió el proyecto, no es un científico, pero ha estudiado meticulosamente el tema de los glaciares y piensa que ha llegado la hora de poner su teoría en práctica.

Aunque todavía no ha recibido los US\$ 200 mil que le otorgó el Banco Mundial, el proyecto piloto ya está en marcha en la cima del monte Chalón Sombrero, a 4,756 metros sobre el nivel del mar, ubicado en Ayacucho.

Cuatro hombres de la comunidad de Licapa, un pueblo ubicado en el valle adyacente a esta montaña, mezclan tres ingredientes no perjudiciales al medio ambiente: agua, cal y clara de huevo para formar una especie de cemento blanco que ha sido utilizado desde los tiempos coloniales en Perú.

Los hombres usan jarros para cubrir de esta mezcla las rocas de la cima del cerro. Es un proceso laborioso, pese a lo cual han pintado dos hectáreas en dos semanas. El plan es pintar toda la cima del Chalón Sombrero y, más adelante, otro dos picos, cubriendo un área de 70 hectáreas.

Tesis publicada

No olvide citar

PONTIFICIA
UNIVERSIDAD
CATÓLICA
DEL PERÚAño I N° 9
Del 17 al 30 de
agosto del 2009

neo

Desde hace doce años, el Grupo de Telecomunicaciones Rurales de la Católica (GTR-PUCP) realiza un desafiante y silencioso trabajo de investigación, desarrollo y ejecución de Tecnologías de la Información y la Comunicación (TIC) en los lugares más alejados del país. Entre sus logros está haber implementado en la Selva la red WiFi más larga del mundo.

Largo alcance

Por
KURTH MENDOZA

En la frontera con Ecuador, en la comunidad de Cabo Pantoja, distrito de Torres Causana, provincia de Maynas, Loreto, una mujer que acaba de cumplir su séptimo mes de embarazo está tendida sobre la camilla del único puesto de salud de la zona. Por lo alejado del lugar, no hay médicos, solo técnicos y enfermeros, quienes se percatan de que el parto se puede complicar porque la cabeza del bebé está atravesada por el cordón umbilical. De inmediato uno de ellos llama, a través del teléfono IP, al Hospital Regional de Iquitos, a casi 450 kilómetros de distancia, y se logra comunicar con un médico cirujano. Este le da las recomendaciones básicas e indispensables para practicarle a la mujer una cesárea, que finalmente le salva la vida al bebé. Este hecho, que parece sacado de una película, corresponde a la cotidianeidad de las zonas más apartadas de nuestro país, donde la comunicación demuestra, poco a poco, que la brecha existente entre el campo y la ciudad se puede disminuir con trabajo, esfuerzo y compromiso.

Meses antes de este suceso, el Grupo de Telecomunicaciones Rurales de la Universidad Católica (GTR-PUCP), junto con otras instituciones locales e internacionales, ejecutó el ambicioso proyecto que permitió instalar la red WiFi más larga del mundo –teniendo en cuenta la cadena de repetidoras–, que logró enlazar a los diferen-



“Queremos contribuir a que haya un mayor conocimiento de las tecnologías en telecomunicaciones que se deben instalar en las zonas rurales, y así acercar el desarrollo a las personas”.

ING. JAIME VERA
Coordinador ejecutivo de
GTR-PUCP

tes puestos de salud y centros médicos con la Dirección Regional de Salud de Loreto. Por medio de esta conexión telefónica y de datos de bajo costo, se ha logrado corregir los procedimientos médicos, y la calidad de vida de las personas está mejorando notablemente.

ANTENAS AL CIELO. En julio de 1997 un grupo de profesores y alumnos de la Sección de Electrónica de la Facultad de Ciencias e Ingeniería de nuestra Universidad se reunió para investigar y desarrollar tecnologías de radio que lograran comunicar las

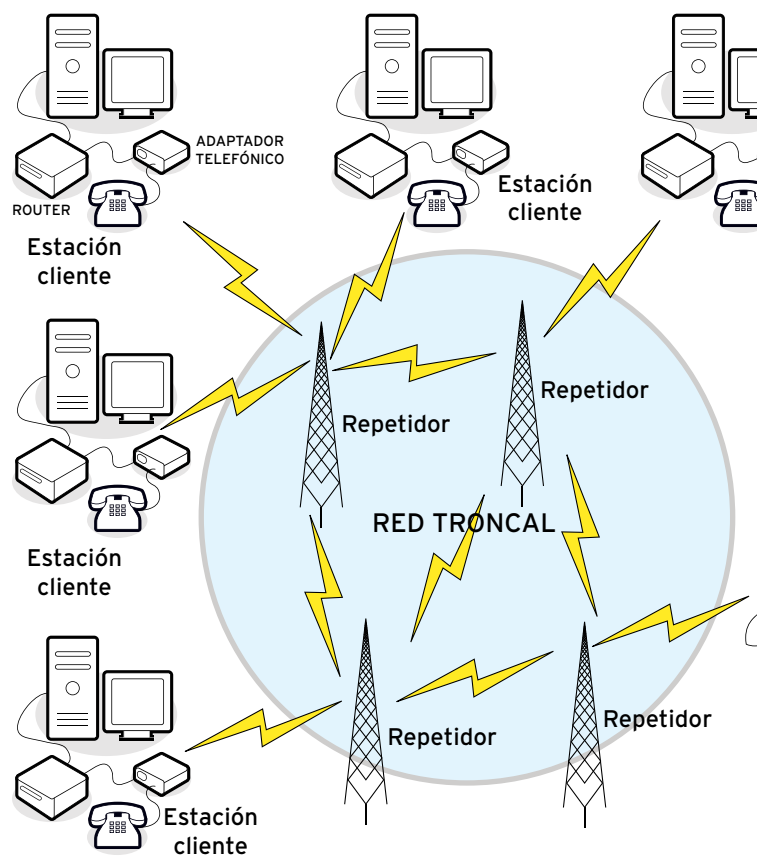
zonas más alejadas del país, lo que dio origen al Grupo de Telecomunicaciones Rurales de la Universidad Católica, que hoy forma parte de la Sección de Telecomunicaciones. En ese entonces, dos investigadores en telemedicina de la Universidad Politécnica de Madrid (UPM) visitaron el Perú con el objetivo de evaluar la infraestructura en telecomunicaciones de la red de atención del Ministerio de Salud. La Universidad, a través de GTR-PUCP, se unió a este trabajo con el que se pudo identificar las carencias en los sistemas de telecomunicaciones, que eran consecuencia de la lejanía de su ubicación y de la poca o casi nula presencia de los operadores de telefonía del país. El grupo de trabajo llegó a la conclusión de que, implementando sistemas de apoyo en telecomunicaciones, se podían enlazar los puestos de salud, y así cambiar radicalmente la atención médica de los pobladores.

En 1999 se realizó el primer gran proyecto demostrativo de GTR-PUCP, en el marco del Programa EHAS (Enlace Hispanoamericano de Salud), de la mano con la UPM y otras universidades y financiadoras europeas y latinoamericanas. Este permitió interconectar 44 puestos de salud de zonas rurales en el Alto Amazonas, departamento de Loreto, y medir el impacto en la población. En él se utilizó tecnología adaptada de radio aficionado (Radio VHF), y fue mejorando en el transcurso de »

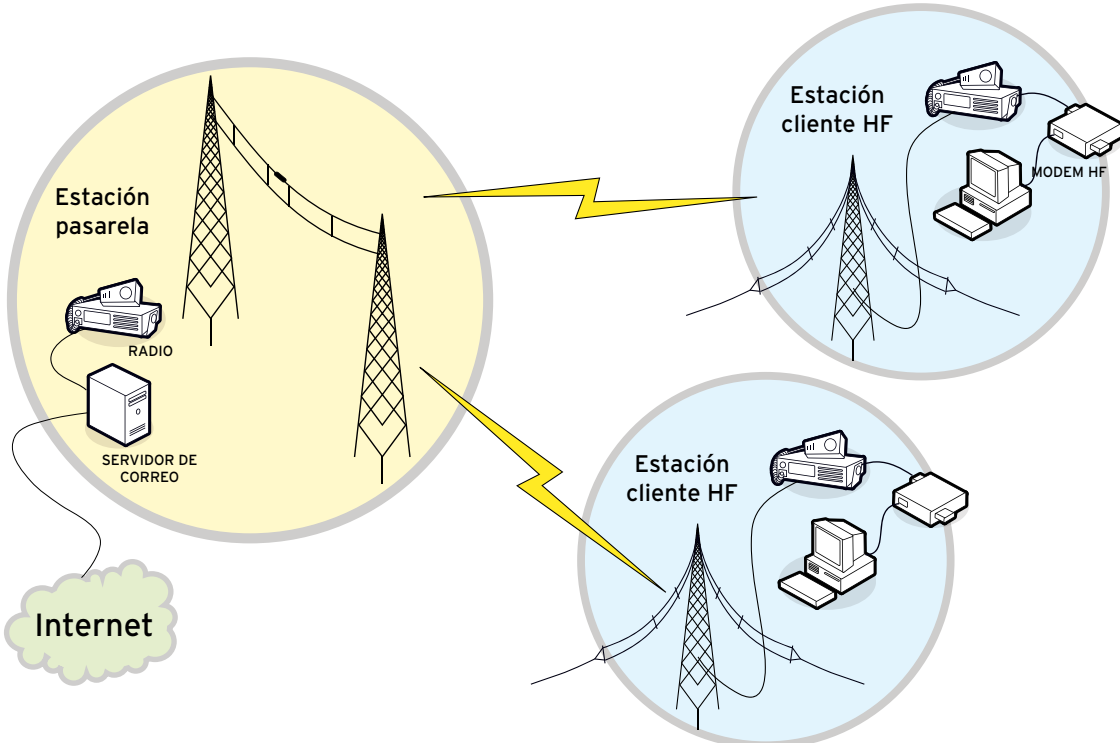
Tecnologías inalámbricas

A continuación, describiremos las tres tecnologías de bajo costo implementadas por el Grupo de Telecomunicaciones Rurales de la Universidad Católica. En cada caso se optó por la forma inalámbrica, ya que extender una red cableada hubiera sido muy costoso. En muchos casos, no se trata de invención pura, sino de adecuación de los recursos disponibles a nuestra difícil realidad geográfica. Aunque a diferente velocidad, cada sistema tiene acceso a Internet.

Red WiFi



Red HF



GRAN ALCANCE EN COMUNICACIÓN

Este sistema se caracteriza por conectar dos o más puntos de transmisión de voz (radio) y datos. Aunque abarca grandes distancias medidas en cientos o miles de kilómetros, tiene como desventaja la baja calidad de audio. Aquí, la voz y los datos usan la misma señal y la misma banda de frecuencia, pero los dos elementos no se transmiten simultáneamente. La velocidad de transmisión de datos es de 4 Kbps (kilobites por segundo), que es muy baja; sin embargo, es suficiente para enviar y recibir correos electrónicos.

bricas

tadas por el Grupo de Tele-
r transmitir voz y datos de
oso de instalar y mantener.
diferentes aparatos y dis-
ad y calidad de señal, cada

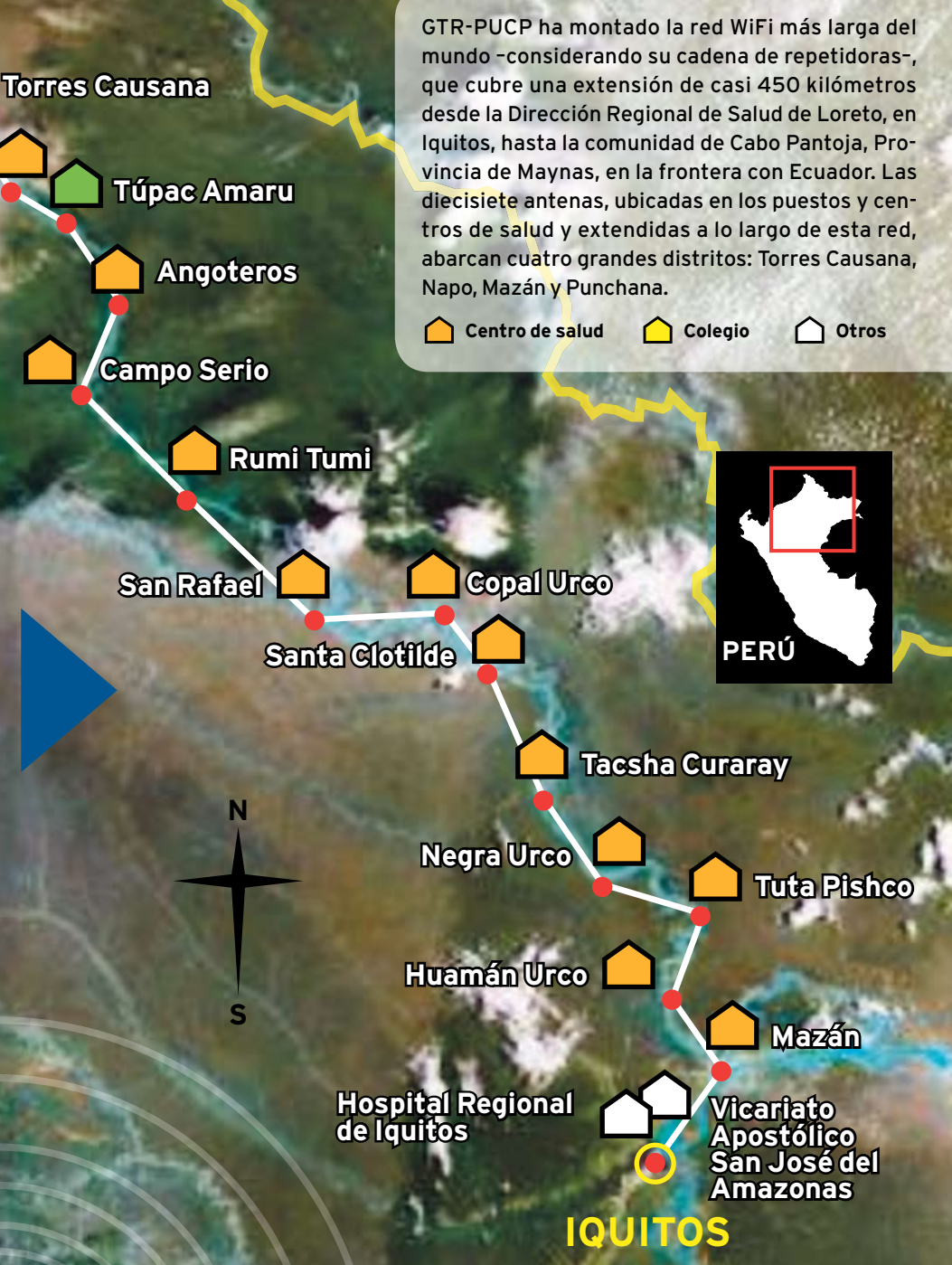


ENLACES DE LARGA DISTANCIA
Este sistema permite conectar voz (telefonía IP) y datos a través de un ancho de banda que va entre los 5 y 10 Mbps (Megabits por segundo). La innovación que ha conseguido GTR-PUCP consiste en extender el alcance de WiFi hasta 100 km de manera estable, siempre y cuando la línea de vista de la antena sea estrictamente positiva -es decir, que no haya obstáculos en la transmisión, como cerros, por ejemplo-. Esta red permite el funcionamiento de una red privada de telefonía, por lo que no requiere de ningún operador de telefonía para su funcionamiento. Para establecer una comunicación telefónica fuera de la red o con otras partes del Perú y el mundo, o navegar por Internet se emplea una estación denominada pasarela. WiFi es el nombre que sirve para resumir el Protocolo IEEE 802.11, el cual determina las normas para una transmisión de datos siguiendo el protocolo TCP/IP en redes inalámbricas.

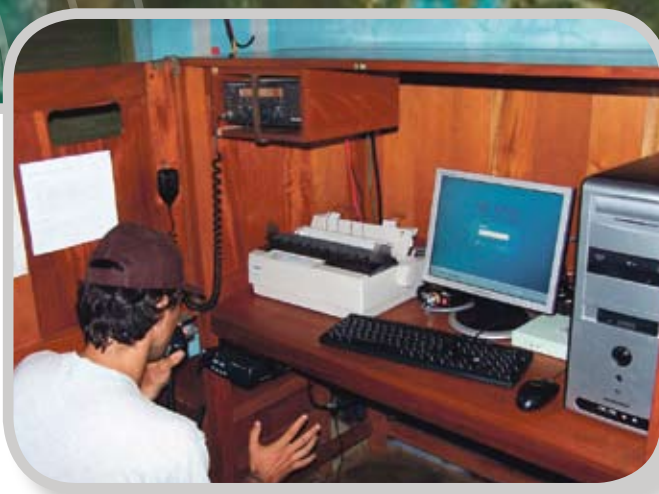
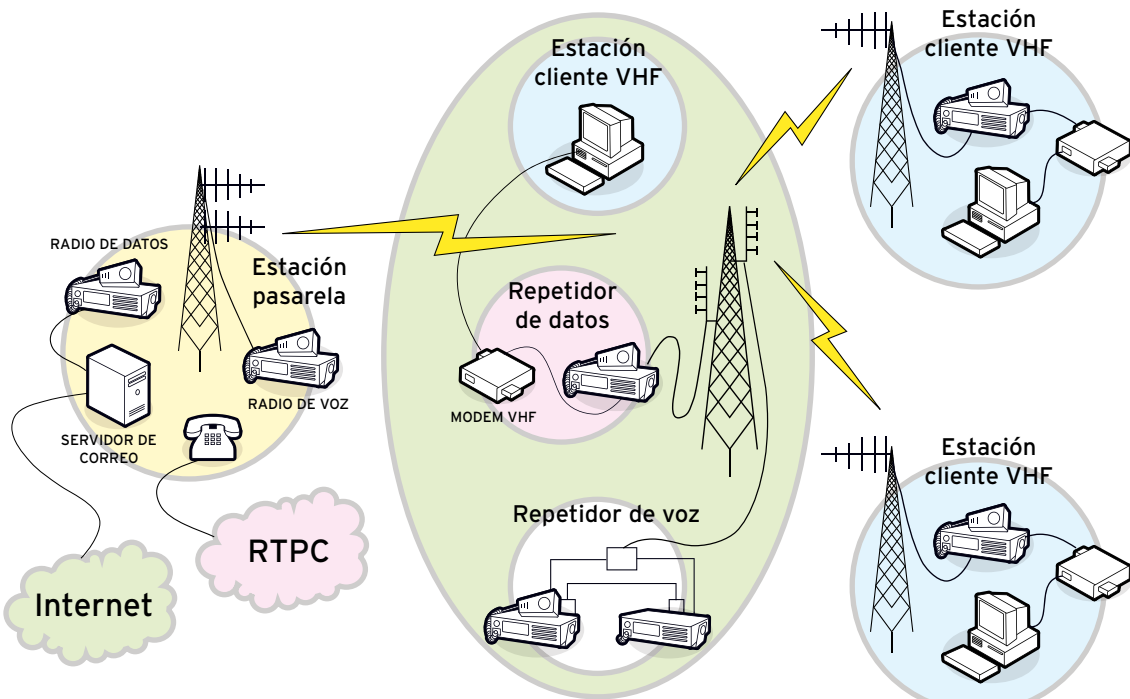
La red WiFi más larga del mundo:
447 km

GTR-PUCP ha montado la red WiFi más larga del mundo -considerando su cadena de repetidoras-, que cubre una extensión de casi 450 kilómetros desde la Dirección Regional de Salud de Loreto, en Iquitos, hasta la comunidad de Cabo Pantoja, Provincia de Maynas, en la frontera con Ecuador. Las diecisiete antenas, ubicadas en los puestos y centros de salud y extendidas a lo largo de esta red, abarcan cuatro grandes distritos: Torres Causana, Napo, Mazán y Punchana.

- Centro de salud
- Colegio
- Otros



Red VHF



INNOVACIÓN EN TRANSMISIÓN DE DATOS
Al igual que el HF, este sistema también permite la transmisión de voz y datos, pero tiene una mayor calidad de audio. Su área de alcance es de 100 kilómetros como máximo, siempre y cuando no haya obstáculos (como cerros) entre transmisor y receptor. Sin embargo, estos se pueden superar con las antenas repetidoras que van reproduciendo la señal de un punto a otro. En VHF, voz y datos usan la misma banda pero transitan por canales diferentes y se transmiten en tiempos distintos. La velocidad de transmisión de datos va desde 9.6 hasta 17 Kbps.

INEOGRAFIA: LUIS ANEZ M. / FOTO: GOOGLE MAPS / FUENTE: GTR-PUCP

» los dos años siguientes. Hasta hoy, GTR-PUCP sigue trabajando en esta zona en más de veinte proyectos que han logrado enlazar 86 puestos de salud.

“Nosotros nos enfocamos en proyectos donde las telecomunicaciones se ponen al servicio de otras personas. El objetivo de GTR-PUCP no es competir con los operadores privados de telefonía, sino ser su punta de lanza. De hecho, una de las desventajas de las grandes empresas de telefonía consiste en no conocer las zonas rurales, ya que son entornos totalmente distintos al ámbito urbano. Esa incertidumbre hace que la inversión y la infraestructura tarden en llegar, lo que genera mayores costos para los usuarios”, explica el ingeniero Jaime Vera, coordinador ejecutivo de GTR-PUCP. “Con nuestro trabajo queremos contribuir a que haya más conocimiento de estas zonas, de las tecnologías adecuadas, y de qué equipos son mejores para cada lugar. En esa línea hemos venido trabajando con organizaciones internacionales como la Unión Europea, el Banco Mundial, el Banco Interamericano de Desarrollo, los cuales nos han proporcionado capital humano y económico que nos ha permitido materializar todas las ideas y proyectos”, agrega.

En el 2003, GTR-PUCP decidió llevar a cabo un proyecto fuera de la selva con la finalidad de evaluar cuál era el impacto de las telecomunicaciones en otras zonas del país. Es así que, al lado de otras organizaciones internacionales, presentó el proyecto @LIS (Alianza para la Sociedad de la Información, por sus siglas en inglés), que fue aceptado por la Unión Europea entre cientos de propuestas de todo el mundo. Esto hizo posible que en los tres siguientes años se implementara una red de comunicación en salud en las provincias de Quispicanchi y Acomayo, en Cusco.

“En ese tiempo, observamos que no podíamos limitarnos a la salud porque lo que hacíamos podía repercutir en otros sectores. Es así que, en el 2006, al lado de la ONG Ingeniería sin Fronteras, decidimos abrir el Programa Willay –que en quechua significa comunicar– con el objetivo de mejorar la gobernabilidad democrática local de entidades públicas tales como gobiernos municipales, escuelas y hospitales, y la inclusión de minorías rurales empleando como instrumento integrador el uso de las Tecnologías de la Información y la Comunicación (TIC) apropiadas y de bajo costo”, agrega el ingeniero Vera. Esta nueva línea transversal de acción, sumada a EHAS, ha hecho posible que GTR-PUCP trabaje



GRUPO. El equipo de GTR-PUCP está conformado por Gerson Araujo, Alejandro Cama, Jaime Vera (coordinador ejecutivo), Juan Paco, Luis Camacho, Giancarlo Fernández, José Luis Vargas (atrás); César Córdova, Daniel Carbajal, Rómulo Valencia, Carolina del Rosario, Sandra Espinoza (tesista internacional), Jeffrey Cornejo y River Quispe (adelante). El director es el Ing. David Chávez.

testimonio

DR. JIMMY ESTEVES
Médico y director de Informática, Telecomunicaciones y Estadística de la Dirección Regional de Salud de Loreto

“En la Selva, las patologías que más emergencias producen son las que presentan las mujeres gestantes que deben ser sometidas a cesáreas de urgencia. También vemos muchos casos de apendicitis, peritonitis y algunos accidentes laborales, pues es zona de madereros. En cuanto a los niños, atendemos cuadros graves de neumonía y diversas infecciones. Estas situaciones médicas nos motivan a actuar rápido y de forma coordinada. Por eso, el sistema que ha instalado el Grupo de Telecomunicaciones Rurales ha servido para que la comunicación en toda la red de los centros y puestos de salud mejore notablemente,

a tal punto que cualquier usuario puede llamar desde su teléfono IP a cualquier hora del día y con una calidad de sonido muy nítida. Podemos brindar asistencia remota para casos que no requieren atención inmediata. Si el paciente debe ser desplazado hacia otro centro de salud mejor equipado, la red de comunicación nos permite adelantar en qué situación llegará y cómo se le ha dado de alta. Esta experiencia es fascinante porque hemos logrado establecer una comunicación en tiempo real con nuestro personal que está a horas o días de distancia de nosotros”.



Cifras:

US\$ 3'634,671

es el monto de dinero que GTR-PUCP ha ejecutado en proyectos de Tecnologías de la Información y la Comunicación (TIC) para el desarrollo humano.

27

son los proyectos en telecomunicaciones que ha puesto en marcha GTR-PUCP a lo largo del país desde 1997 hasta la actualidad.

GTR-PUCP ha servido de plataforma académica para diversas investigaciones: **trece** fueron las tesis que se desarrollaron al interior del grupo, **cinco** tesistas internacionales realizaron parte de sus estudios allí y **nueve** son las tesis que se encuentran actualmente en ejecución con estos aportes.

también en las localidades de Ucayali, Amazonas, Huánuco, Cajamarca, Ica y Lima.

ESFUERZO COLECTIVO.

Desde su fundación, GTR-PUCP ha trabajado con otras organizaciones y financiadoras internacionales que han permitido el desarrollo y la implementación de las tecnologías utilizadas (HF, VHF y WiFi) a lo largo del país. “Somos conscientes de las ventajas competitivas que tenemos y por las

cuales otras organizaciones nos llaman para trabajar con ellas, pero también reconocemos nuestras debilidades; por eso, tratamos de juntarnos para lograr un mejor resultado. De otro lado, aprovechamos la participación de los socios locales, como las Direcciones Regionales de Salud y las universidades, ya que ellos nos ayudan a transferir el conocimiento que hemos desarrollado en este tiempo”, sostiene Vera.

Quien lea estas líneas quizá cuestione la premisa de que las telecomunicaciones contribuyen a reducir el problema de la exclusión social y la pobreza. El ingeniero Vera rebate este argumento: “Nosotros mismos proponemos que hay otras prioridades antes de las telecomunicaciones. Obviamente, si no hay agua en un lugar, ¿qué haces poniendo una radio o una computadora? Sin embargo, cuando se comienza a desarrollar un pueblo, se llega a un

punto donde las telecomunicaciones pueden acelerar ese proceso porque con una inversión pequeña puedes lograr un impacto muy grande. Este hecho nos demuestra que en los países en vías de desarrollo como el Perú, la investigación universitaria tiene que estar ligada a la cooperación técnica para el desarrollo. Si no ponemos en práctica el conocimiento, habrá miles de personas a quienes el progreso llegará demasiado tarde”.



PERÚ

Ministerio
de la Mujer y
Poblaciones Vulnerables

Viceministerio de
Poblaciones Vulnerables

"Decenio de las Personas con Discapacidad en el Perú"

"Año de la Integración Nacional y el Reconocimiento de Nuestra Diversidad"

Lima,

21 NOV. 2012

OFICIO N° 236 -2012-MIMP-DVMPV

Señor

MARCIAL RUBIO CORREA

Rector de la Pontificia Universidad Católica del Perú

Av. Universitaria 1801

San Miguel.-

OFICINA DE CONTROL Y
REGISTRO DE RECTORADO

2012 NOV 26 PM 2 35



004610

Asunto: Agradecimiento por la participación y compromiso en la Comisión Especial de seguimiento de la Estrategia de Acción Social con Sostenibilidad en la cuenca del Río Napo en el marco del PNAIA 2021.

De mi mayor consideración:

Tengo el agrado de dirigirme a usted, en mi calidad de Presidente de la Comisión Multisectorial encargada de la implementación del Plan Nacional de Acción por la Infancia y la Adolescencia 2012-2021 (DS N° 001-2012-MIMP) para manifestarle que en este espacio de articulación se ha instalado la Sub Comisión Especial para el seguimiento de la Estrategia de Acción Social con Sostenibilidad en la Cuenca del Río Napo – Loreto, con el objeto de generar mecanismos de implementación de la precitada política pública en comunidades indígenas amazónicas.

La Pontificia Universidad Católica del Perú ha venido aportando activamente en la implementación de esta estrategia a través del Grupo de Telecomunicaciones Rurales del Departamento de Ingeniería.

En la certeza de seguir contando con el apoyo de la institución que Usted representa en este esfuerzo por articular a los sectores e instituciones del Estado y la Sociedad Civil queremos transmitirle nuestro agradecimiento y especial reconocimiento por la labor que vienen realizando el Sr. Juan Antonio Paco Fernández y Edwin Leopoldo Liñán Benítez a favor de las niñas, niños y adolescentes de las comunidades indígenas amazónicas de la zona de intervención.

Hago propicia la oportunidad para expresarle el testimonio de mi especial consideración y estima personal.

Atentamente,

JULIO ANDRÉS ROJAS JULCA

Viceministro de Poblaciones Vulnerables

Presidente de la Comisión Multisectorial encargada
de la implementación del PNAIA 2012 –2021





Gráfico 49: Demostración de los servicios de telemedicina al Presidente Ollanta Humala a través de la Red de Telemedicina Rural del Napo.



Gráfico 50: Videoconferencia desarrollada entre el Centro de Salud Santa Clotilde, el BAP Stiglich y el Hospital Regional de Loreto.



Gráfico 51: Demostración del servicio de tele-microscopía a la Ministra de Salud Sra. Midori De Habich a través de la Red de Telemedicina Rural del Napo.



Gráfico 52: Demostración del servicio de tele-ecografía a la Ministra de Salud Sra. Midori De Habich a través de la Red de Telemedicina Rural del Napo.