

LA APLICACIÓN DE LAS TELECOMUNICACIONES EN TELEMEDICINA: TELERADIOLOGÍA. (Caso IESS Manabí)

Autor: Ing. Ramón Joffre Moreira Pico

RESUMEN

La telemedicina, en la actualidad está siendo utilizada para acortar la distancia física entre los pacientes (muchos de estos, habitantes de zonas remotas) y especialistas médicos de otras circunscripciones territoriales, incluso de otros lugares del mundo, permitiendo de esta manera generar un diagnóstico o tratamiento.

Las unidades médicas son ambientes donde contar con una infraestructura de red sólida es crítico, no sólo para el cuidado del paciente, sino también por confiabilidad de los servicios, actualmente los diferentes fabricantes ofrecen una gama de soluciones de cableado categoría 6, categoría 7 y fibra, desarrollados para tales ambientes críticos. Los Sistemas de Archivo y Comunicación de Imágenes (PACS) se han desplegado rápidamente a las unidades médicas de todo el mundo en los últimos cinco años, utilizando el modo de procesamiento de las imágenes digitales con el uso del estándar DICOM (es un estándar global de tecnología de la información que ha sido adoptado por los hospitales y centros de imágenes en todo el mundo, además de estar incursionando en consultorios médicos) y HL7.

Esta ponencia muestra la eficacia de una red de teleradiología interhospitalaria, exponiendo el uso de las telecomunicaciones en proyectos de sistemas no tradicionales (Sistemas de Salud), además es una guía sobre la correcta elección de la infraestructura tecnológica, la selección de los equipos, capacidades de almacenamiento y el ancho de banda del enlace que servirá como backbone para el correcto funcionamiento de este servicio.

Palabras claves: Telemedicina, Teleradiología, Tecnología, Dicom, Radiólogos, Telecomunicaciones, Protocolos.

INTRODUCCIÓN

La telemedicina, en la actualidad está siendo utilizada para acortar la distancia física entre los pacientes (muchos de estos, habitantes de zonas remotas) y especialistas médicos de otras circunscripciones territoriales, incluso de otros lugares del mundo, permitiendo de esta manera generar un diagnóstico o tratamiento.

Ante el crecimiento explosivo de la Internet, las aplicaciones cliente-servidor distribuidas se han vuelto muy populares. Estas proporcionan una manera económica y rápida de acceder a la información médica y a los servicios de salud.

Dependiendo del tipo y de las necesidades de la aplicación médica, estas hacen uso de diversas clases de protocolos de comunicación y dispositivos médicos, generando interoperabilidad y comunicación a través de diferentes canales de comunicación. Los principales sistemas de telemedicina utilizados en la actualidad se pueden clasificar de acuerdo a tres características diferentes (capas):

- Capa de Protocolo de Transporte
- Capa de Dispositivos Médicos
- Capa de Aplicación

En los últimos años, una ola de interés en la telemedicina ha llevado a una serie de nuevas actividades, apoyada por la disminución de los costos de las tecnologías de la información y de las comunicaciones en Telemedicina (G. Bernal-Sanchez, 2007) (Neander, Jul 2007), siendo la teleradiología la aplicación más común (Walz, Mar 2007).

El intercambio de imágenes médicas se ha convertido en una práctica común gracias a la disponibilidad de la Internet. Los casos médicos presentados en comunidades rurales ahora pueden acceder a la transferencia de conocimientos y recursos con unidades de salud más grandes en entornos urbanos sin cambiar de ubicación. Imágenes como: resonancias magnéticas, tomografías (TC), angiografías, los rayos X, entre otras, se pueden transferir electrónicamente en cuestión de segundos a minutos de un proveedor de salud a otro.

DESARROLLO

En los países desarrollados las aplicaciones de telemedicina son herramientas de uso cotidiano; utilizándolas principalmente en el campo de la investigación o como una herramienta para la enseñanza. Sin embargo, en los países pobres y en desarrollo, en África y América Latina (Sachpazidis, 2005) (Azzi, 2005), la telemedicina (teleradiología) desempeña un papel vital para la administración de la salud.

Por otro lado, la necesidad de cuidado de los afiliados, incluyendo pacientes imposibilitados de moverse, sumado a un menor número de instalaciones y personal médico disponible per cápita, se traduce en un deterioro de la calidad de los servicios proporcionados por el Sistema de Salud.

En las áreas de Radiología del Sistema de Salud del IESS¹ de nuestra provincia, no se realizan los estudios con la prolijidad requerida, creando una demora en el flujo de atención a los pacientes. Adicional a ello, el traspapeleo de la información, el gasto de películas o placas y sus suministros crean la necesidad de rápida intervención de dicho servicio.

Sólo unos cuantos años atrás, cuando un paciente era registrado en una instalación de salud, sus archivos eran ingresados en una base de datos. Se imprimían formularios para cada procedimiento, orden de farmacia, factura de paciente, etc. Generalmente, los estudios de radiología no se encontraban interrelacionados con sus historias clínicas. Los sistemas eran propietarios y como tales, las comunicaciones entre ellos. En un intento por simplificar la facturación y estandarizar la información radiológica se desarrolló el estándar DICOM².

Por estas razones el investigador se planteó la siguiente interrogante:

¿De qué manera beneficiará a los pacientes de la región la implementación de un sistema de teleradiología en las unidades médicas del IESS Manabí?

¹ Instituto Ecuatoriano de Seguridad Social

² Digital Imaging and Communication in Medicine

MÉTODOS DE INVESTIGACIÓN UTILIZADOS

Para el desarrollo de este trabajo se emplearon las siguientes Técnicas de Investigación:

Observación: aplicada en la Provincia del Guayas, donde ya se implementó dicho servicio con éxito, reflejado en la disminución de los costos de insumos y disminución de los tiempos de entrega de resultados así como el aumento de la producción (números de imágenes realizadas), es decir, eficiencia más eficacia igual efectivos.

Estudio de caso: realizado con base en la bibliografía examinada a través de este estudio, y con asesoría pertinente de médicos del IESS a cargo de las áreas inmersas.

Objetivo Genral

Mostrar a través de este trabajo, la aplicación de las *Telecomunicaciones* en el Sistema de Salud con el uso de aplicaciones no tradicionales como la Teleradiología.

ALMACENAMIENTOS Y TRANSMISIÓN DE IMÁGENES

1.1.1. QUÉ ES UN PACS?

Los PACS³ se utilizan para ayudar a las unidades de salud para capturar, gestionar, almacenar y ver las imágenes de diagnóstico. Tras la recepción de las imágenes de diagnóstico a través de PACS, tecnólogos pueden revisar y validar las imágenes con los procedimientos realizados. Después de la revisión y validación, los radiólogos pueden leer las imágenes y realizar el diagnóstico.

El proceso de análisis y revisión de informes tarda más de una hora con las películas tradicionales. El PACS acorta este proceso a menos de cinco minutos, lo que permite a los pacientes recibir tratamientos adecuados con prontitud. Otra ventaja de utilizar PACS es el ahorro de tiempo para los profesionales, los radiólogos ya no tienen que ordenar y manejar películas. En su lugar, ahora pueden dedicar plenamente sus tiempos para leer imágenes e informar el diagnóstico (Binkhuysen, Sept. 1992).

³ Picture Archiving and Communications System

Con la disponibilidad de estas tecnologías de imágenes, un médico puede solicitar diferentes tipos de exploraciones para obtener vistas anatómicas del paciente con el fin de aprovechar al máximo la información y generar diagnósticos precisos. Hace quince años, los radiólogos sólo recibirían películas de rayos X unas pocas horas después del procedimiento realizado. Con la introducción de PACS, radiólogos y médicos pueden acceder inmediatamente a estas imágenes en una estación de trabajo.

Sistemas de Información en las unidades de salud

Personal y médicos entrenados en las unidades de salud modernas utilizan dispositivos de diagnóstico y sistemas de TI⁴ de manera diaria. Estos sistemas residen en diversas partes de las instalaciones de hospitales. Sin embargo, trabajan juntos para proporcionar numerosas funcionalidades, tales como la facturación, imágenes, administración de medicamentos, y la presentación de informes de diagnóstico. La Ilustración 1 muestra la interacción entre estos sistemas.

⁴ Tecnologías de la Información

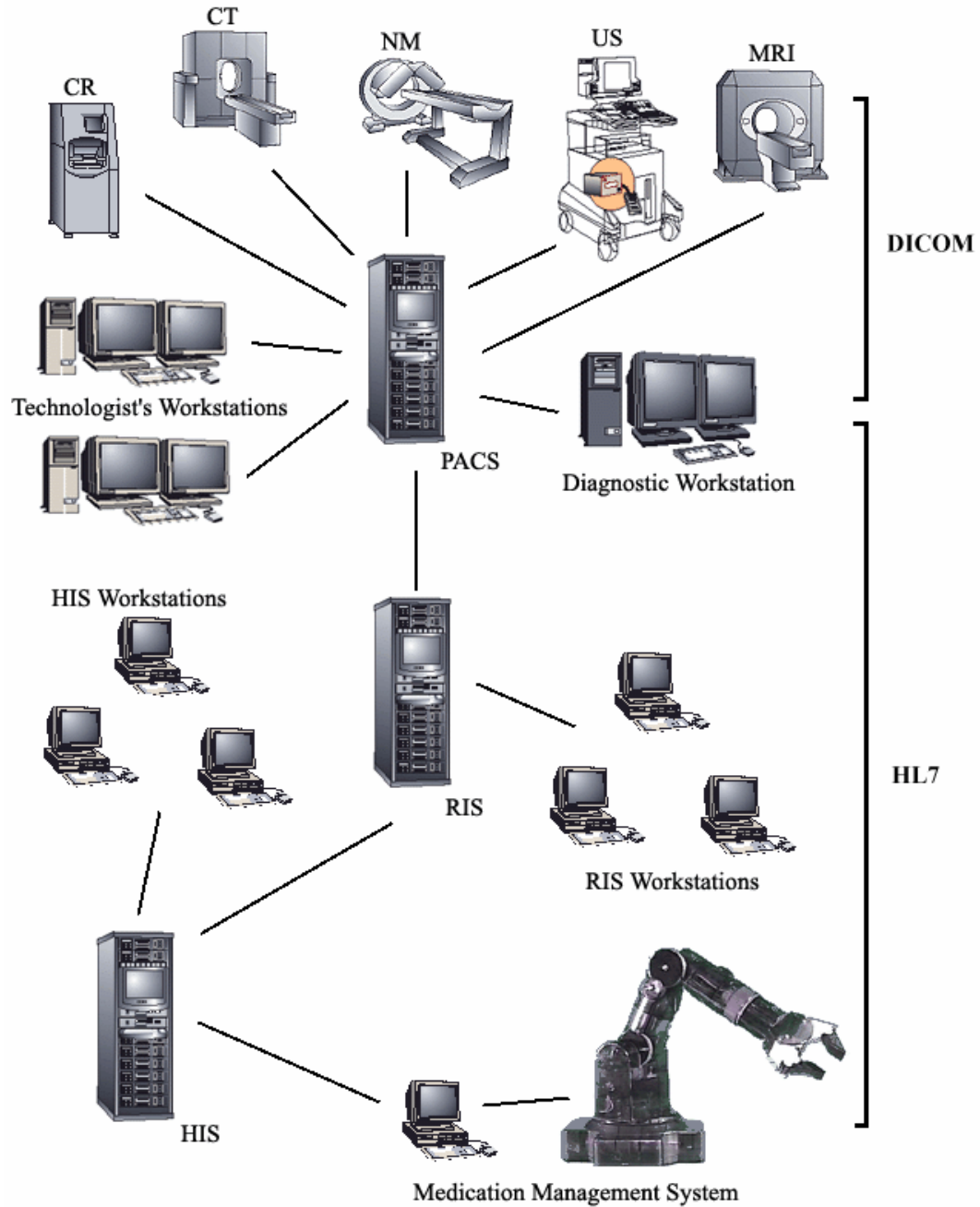


Ilustración 1: Las interacciones entre los sistemas de TI del hospital, incluyendo modalidades, imagen sistema de archivo y comunicación de imágenes (PACS), información de radiología sistema (RIS), sistema de información hospitalaria (HIS), y automatización de sistemas.

DICOM es el fundamento de los PACS, cada transacción entre una unidad de imagen y el PACS utiliza DICOM. Sin DICOM, las unidades de imagen no tienen una interfaz común para comunicarse con los PACS, y la integración del PACS en la red de un hospital se convierte en una tarea casi imposible.

1.1. EL ESTÁNDAR DICOM

Con el fin de facilitar el uso efectivo de los equipos médicos y sus imágenes, se desarrolló la norma “Digital Imaging and Communications in Medicine (DICOM) Standard”, creada por National Electrical Manufacturers Association (NEMA) como un denominador común para la presentación de imágenes médicas (DICOM, 2014). Esta norma provee transporte TCP/IP de imágenes entre las modalidades y los sistemas de almacenamiento de imágenes típicamente llamados PACS (Picture Archiving and Communications System). Las imágenes son almacenadas vía DICOM push, y recuperadas vía DICOM query y DICOM pull.

DICOM es un estándar global de tecnología de la información que ha sido adoptado por los hospitales y centros de imágenes en todo el mundo, además de estar incursionando en consultorios médicos. Fue diseñado para garantizar la interoperabilidad de los sistemas utilizados para capturar, almacenar, mostrar, transmitir, procesar, recuperar, consultar e imprimir imágenes médicas, así como gestionar workflows relacionados.

1.1.1. ¿Quiénes se benefician de DICOM?

- **Los médicos** tienen un mejor acceso a las imágenes e informes. Esto les permite hacer diagnósticos más rápido, prácticamente desde cualquier parte del mundo.
- **Los pacientes** pueden obtener atención más rápida y efectiva cuando se utiliza el estándar DICOM para enviar su información a través de las diferentes unidades pertenecientes a la red de salud.
- **Las unidades de salud** se benefician de procesos más rápidos, más eficaces que pueden potencialmente reducir su costo de la atención.

1.1.2. TRANSMISIONES

La transmisión puede llevarse a cabo con uno de los dos siguientes métodos (Ferguson, 2006):

1. Transmisión en **tiempo real**, se utiliza cuando la retroalimentación es inmediata. En áreas como triage de emergencia, tratamientos interactivos (J. Falconer, 1997) (P. Arbeille, Jul 2001).

2. Cuando no se requiere una respuesta inmediata, **store-and-forward** puede ser implementado. Los datos se almacenan, se reenvían y se acceden en horario programado. Es menos costoso ya que los datos pueden ser comprimidos en lotes para la transmisión (Bergmo, 2000) (F. Baruffaldi, 2002).

Beneficios	Real-time	Store-and-forward
Interactivo	Si	No
Requisito de ancho de banda	Mayor	Menor
Costos de telecomunicación	Mayor	Menor
Costos de la tecnología	Mayor	Menor
Proporciona transmisión multimedia	Si	Si
Tiempo de respuesta	Inmediata	Con Retraso
Impacto en la relación paciente/doctor	Alta	Baja
Potencial para operadores de atención primaria	Alta	Baja
Conveniencia de uso para los proveedores de salud	Mayor	Menor

Tabla 1: Comunicación real-time vs. Store-and-forward

DICOM está construido en la parte superior del stack de protocolos TCP/IP para facilitar las comunicaciones, como se muestra en la Ilustración 2. Por encima de la capa de TCP/IP, el protocolo DICOM de capa superior así como la aplicación de intercambio de mensajes DICOM no pueden funcionar. Además, el servicio DICOM de la capa superior está definido entre estas dos capas para actuar como un puente.

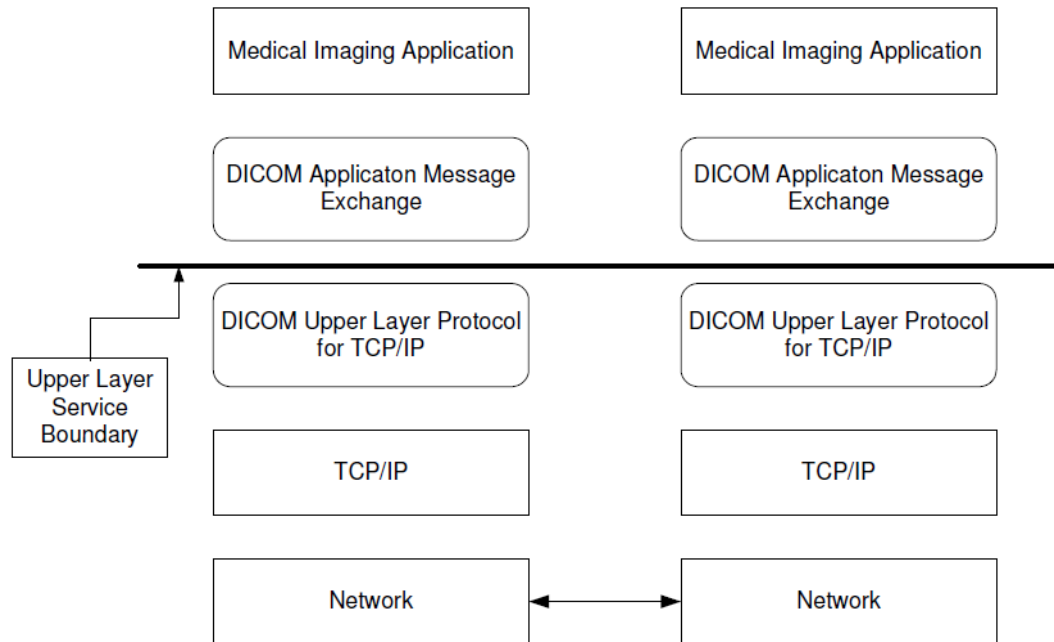


Ilustración 2: DICOM stack de protocolos de red en la parte superior de la red TCP/IP

1.1. OTROS PROTOCOLOS - HEALTH LEVEL SEVEN (HL7)

HL7 es otro protocolo de comunicación importante que se utiliza en las unidades de salud. Esta norma proporciona las bases para la codificación y el intercambio de información de las atenciones de salud de un paciente entre los diferentes sistemas de hospitales que utilizan la red TCP/IP. Con esta norma, las historias clínicas del paciente, la entrada de pedidos, y la información financiera se pueden pasar a HIS⁵, RIS⁶, y PACS sin intervención humana. Sin embargo, HL7 no proporcionan ningún apoyo a datos de imágenes.

El número siete del HL7 se refiere a la capa 7 del modelo OSI, que corresponde a la capa de aplicación. Por lo tanto, esta norma de aplicación consiste en la comunicación de datos capaces de generarse en las aplicaciones médicas para compartir elementos clave de la información de los pacientes. Esta capa soporta una variedad de funciones incluyendo chequeos de seguridad, negociaciones de mecanismos de intercambio, identificación, disponibilidad, y por supuesto, la estructura de intercambio.

⁵ Hospital Information System

⁶ Radiology Information System

1.1. ARQUITECTURA E INFRAESTRUCTURA

1.1.1. Ramificaciones de Redes y Datos

El siguiente diagrama representa una vista muy simplificada de una red hospitalaria. E incluso en esta forma simplificada, los requisitos de datos y tráfico son mucho mayores de lo que eran en años pasados con sistemas basados en papel. El agregar redundancia y capas adicionales de seguridad a la red y la necesidad de mayor ancho de banda también se ha incrementado.

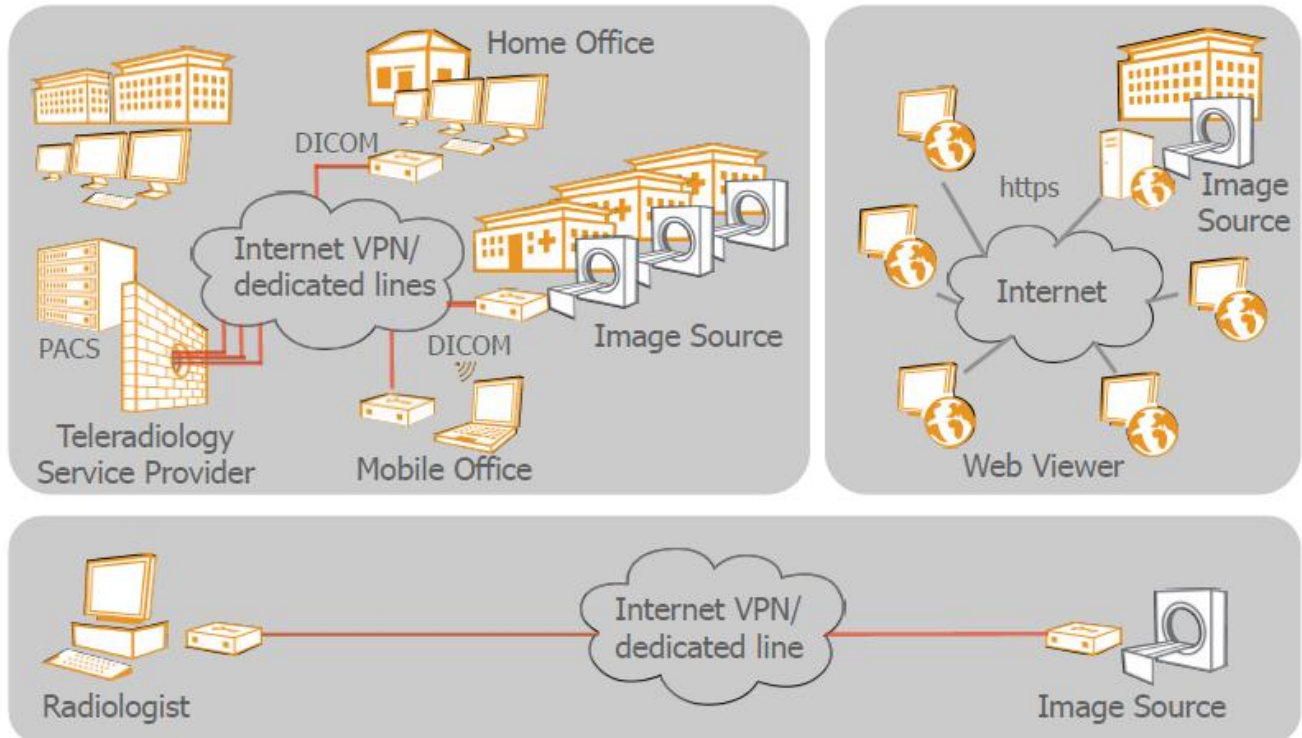


Ilustración 3: Diagrama de la arquitectura física de una red hospitalaria mediante la utilización de PACS y el protocolo DICOM.

La cantidad de información almacenada, recuperada y el número de veces que se cambia o recupera, hace que las decisiones de infraestructura sean críticas. En el pasado, todo corría sobre un cableado de categoría 5/clase D. Actualmente, la fibra multimodo o monomodo es la conectividad de elección para el backbone en hospitales y los centros de salud.

Nuevos avances en la Categoría 6/clase E es el medio horizontal de elección con categoría 7/clase F como mejor candidato a un futuro. Esta última tiene una disponibilidad de ancho de

banda significativa y su blindaje es de mayor beneficio donde el EMI⁷ es de consideración. Además, categoría 7/clase F proporciona un desempeño excepcional en ambientes de centros de datos donde el rendimiento es una consideración primordial y la fibra puede no ser viable.

1.2. CASO IESS

En la actualidad la red de salud del IESS en la provincia del Guayas ya cuenta con el servicio de teleradiología, permitiendo la interconexión y compartición del mismo en las localidades:

- Hospital Teodoro Maldonado Carbo, Hospital de Durán, Hospital de Babahoyo, CAA Central, Hospital del Día Dr. Efrén Jurado López, CAA Letamendi Guayaquil 24, CAA Norte, CAA Sur Valdivia, Hospital de Milagro Dr. Federico Bolaños Moreira, UAA Bucay, UAA Daule, UAA Naranjal, UAA El Empalme.

Los Hospitales y Centros de Atención Ambulatoria del IESS en la provincia de Manabí, cuentan con la estructura física suficiente para la atención de sus afiliados y con equipamiento médico al alcance para cubrir los estudios médicos y de imágenes que se soliciten. Sin embargo, en lo que respecta al Área de Radiología, no se realizan los estudios con la debida eficacia, creando una demora en el flujo de atención a pacientes, y por ende afectando al área con traspapeleos y gastos de películas y suministros.

Ante estos antecedentes, la Dirección Provincial de Manabí, una vez resuelto los problemas de cableado estructurado de las diferentes áreas para la integración al sistema PACS y Teleradiología va a implementar el mencionado proyecto, inicialmente con las siguientes localidades: Hospital Portoviejo, Hospital Manta, Hospital Chone y Unidad de Atención Ambulatoria de Jipijapa, tal como se puede observar en la siguiente ilustración:

⁷ ElectroMagnetic Interference

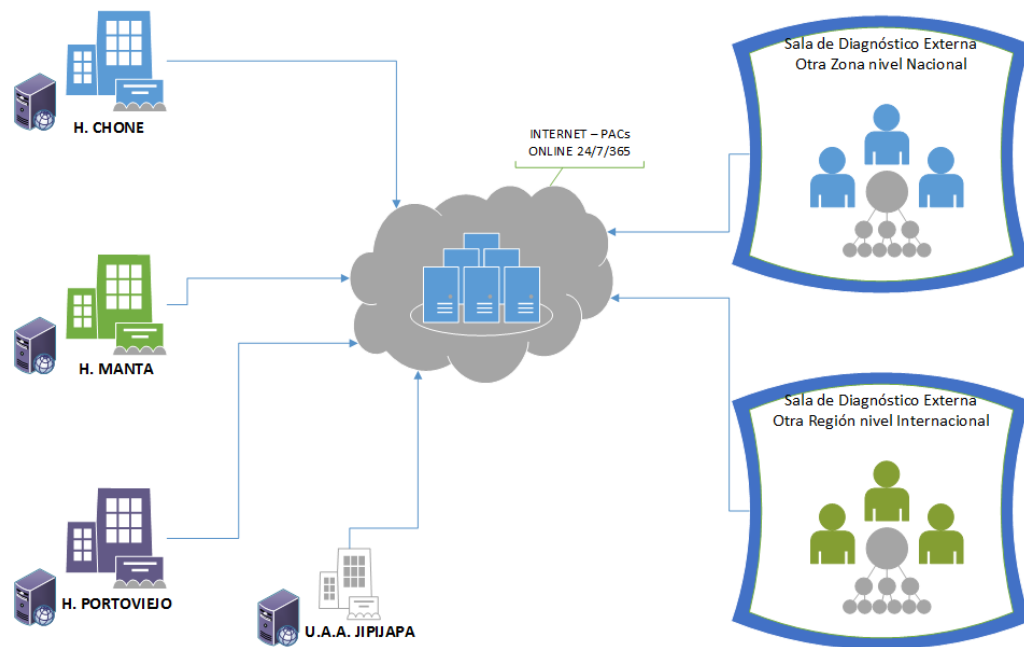


Ilustración 4: Esquema del Proyecto a implementar

El proyecto permitirá la integración de los siguientes servicios: Ultrasonido, CT Tomografía computarizada, MRI Resonancias Magnéticas, Rayos X, Mamografías, entre otros. Además beneficiará a una población demandante en potencia de 226,477 afiliados, y una población efectiva de alrededor de 5,280 usuarios mensuales (películas radiográficas: en Rayos X se realizan un promedio 200 al día, en Tomografía se realizan 30 al día, y en Mamografía se realizan 10 al día).

2. CONCLUSIONES

Las unidades médicas son ambientes donde contar con una *infraestructura de red sólida* es crítico, no sólo para el cuidado del paciente, sino también por confiabilidad de los servicios. En la medida en que nuevos sistemas y habilidades se agregan a las redes, debe tomarse en cuenta la planeación de nuevas capacidades. Las tecnologías de compresión y asistencia han reducido su consumo de ancho de banda, pero se espera que con un mayor ancho de banda disponible, las demandas puedan ser satisfechas. Actualmente se ofrecen una gama de soluciones de cableado categoría 6, categoría 7 y fibra, desarrollados para tales ambientes críticos.

La capacidad de transmitir información a nivel mundial a través de un enlace de datos es casi instantánea. La teleradiología permite compartir imágenes médicas entre los diferentes profesionales de la salud y mejora el tiempo de respuesta del diagnóstico de pacientes. Su papel en la medicina aumenta exponencialmente a medida que las velocidades de transmisión siguen mejorando.

Esta ponencia muestra la eficacia de una red de teleradiología interhospitalaria. Una evaluación cualitativa del impacto en la utilización del sistema debe llevarse a cabo para mejorar las operaciones técnicas y de organización.

La implementación de este tipo de proyectos de telemedicina debe ser promovida para mejorar la calidad del servicio de salud, acortando las distancias para los beneficiarios residentes en lugares alejados de nuestra provincia.

Es indispensable la correcta elección de la infraestructura tecnológica, la selección de los equipos, capacidades de almacenamiento y el ancho de banda del enlace que servirá como backbone para el correcto funcionamiento de este servicio tan recurrente entre los usuarios de salud.

BIBLIOGRAFÍA

Azzi, A. (2005). "Scientific publishing in non industrialized countries: a pilot wireless internet project for africa". *IUBMB Life*, vol. 57, no. 4-5, , pp. 259–261.

Bergmo, T. S. (2000). "A cost-minimization analysis of a realtime teledermatology service in northern norway". *J Telemed Telecare*, vol. 6, no. 5, pp. 273–277.

Binkhuysen, F. H. (Sept. 1992). "Impact of PACS on radiologists' daily work in western countries" . *IEEE J. Select. Areas Commun.*, vol. 10, no. 7, pp. 1158 - 1160.

DICOM, D. i. (08 de 2014). *DICOM*. Obtenido de <http://medical.nema.org/>

F. Baruffaldi, G. G. (2002). "Comparison of asynchronous and realtime teleconsulting for orthopaedic second opinions" . *J Telemed Telecare*, vol. 8, no. 5, pp. 297–301.

- Ferguson, J. (2006). "How to do a telemedical consultation". *J Telemed Telecare*, vol. 12 no. 5, pp. 220–227.
- G. Bernal-Sanchez, J. d.-R.-B.-R.-M. (2007). Cost/benefit and cost/effectiveness study: Anahuac telemedicine. *Cir Cir*, vol. 75, no. 3, pp. 227–235.
- I. Sachpazidis, R. O. (2005). "Applying telemedicine to remote and rural underserved regions in brazil using emedical consulting tool". *Engineering in Medicine and Biology Society*, pp. 2191–2195.
- J. Falconer, W. G. (1997). "Realtime ultrasound diagnosis over a widearea network (wan) using off-the-shelf components". *Telemed Telecare*, vol. 3 Suppl 1 , pp. 28–30.
- Neander, M. T. (Jul 2007). "Telehealthcare cost to deliver is the bottom line". *Caring*, vol. 26, pp. 34–38.
- P. Arbeille, S. H. (Jul 2001). "3d realtime echography and echography assisted by a robotic arm for investigating astronauts in the iss from the ground". *J Gravit Physiol*, vol. 8, pp. P143–P144.
- Walz, G. W. (Mar 2007). "Basics of german teleradiology". *Radiologe*, vol. 47, pp. 267–76; quiz 277–8.