

SISTEMA DE ARCHIVO Y COMUNICACIÓN DE IMÁGENES EN UNA UNIDAD DE IMAGENOLOGIA

(File system and communication of images in a Imaging Unit)

Ramos Oswaldo^{1,3}, Angel Nairubia¹, Villarreal Manuel^{1,2}

1. Postgrado de Radiología y Diagnóstico por Imágenes, Centro Clínico “María Edelmira Araujo”, Convenio CCMEA-ULA.
2. Núcleo Universitario “Rafael Rangel”, Universidad de Los Andes
3. Facultad de Medicina, Extensión Valera, Universidad de Los Andes. Trujillo, Código Postal 3101, Venezuela.

RECIBIDO ENERO 2014

ACEPTADO FEBRERO 2014

RESUMEN:

La interpretación de imágenes obtenidas mediante las distintas prácticas diagnósticas, es la actividad principal asociada a un servicio de imagenología. A partir de los años 80, se ha desarrollado la idea de constituir una Unidad de Imagenología completamente digital. Este departamento emplea una red de comunicaciones, estaciones de visualización junto con los sistemas de almacenamiento, adquisición de imágenes y conexión remota dentro o fuera de la institución por médicos tratantes y médicos radiólogos e imagenólogos. Un sistema completo de este tipo se conoce como Sistema de Comunicación y Archivo de Imágenes del Paciente, (PACS, por sus siglas en inglés). El propósito de esta investigación es dar a conocer los componentes necesarios de este sistema, para un manejo óptimo de las operaciones asociadas al proceso de imágenes, el cual está integrado por procesos de la captación, el almacenamiento, la visualización, la estandarización y las comunicaciones y la teleradiología.

PALABRAS CLAVE: PACS, Imagenología, Digitalización, DICOM.

ABSTRACT:

The interpretation of images obtained by different diagnostic practices is the main activity associated with an imaging service. From the 80s, the idea has evolved to be a completely digital imaging unit. This department uses a communications network, viewing stations with storage systems, imaging acquisition and remote inside or outside the institution by treating physicians and radiologists and imagenologist. A complete system of this type is known as Communication System and Patient Image Archive (PACS, for its acronym in English). The purpose of this research is to provide the necessary components of this system, for optimum handling operations associated with the management of images, which are integrated by processes of collection, storage, visualization, standardization and communication and teleradiology.

KEYWORDS: PACS, Imaging, Scanning, DICOM

INTRODUCCIÓN

La introducción de imágenes médicas digitales en la década de los setenta y el uso de ordenadores para el procesamiento de estas imágenes una vez adquiridas llevo al Colegio Americano de Radiología (ACR, por sus siglas en ingles) y a la Asociación Nacional de Fabricantes Eléctricos (NEMA, por sus siglas en inglés) a formar un comité conjunto para crear un método estándar para la transmisión de imágenes médicas y su información asociada. Este comité, formado en 1983, publico en 1985 el estándar ACR-NEMA. Anteriormente, la mayoría de los dispositivos almacenaban las imágenes en un formato propietario y transferían ficheros de estos formatos a través de una red o en dispositivos de almacenamiento portátiles para llevar a cabo la comunicación de las imágenes. Con el lanzamiento de la versión 3.0, se cambió el nombre a Imagen Digital y Comunicación en Medicina (DICOM, por sus siglas en ingles) y se añadieron numerosas mejoras para las comunicaciones estandarizadas. (Del Rio, 2008).

La medicina actual demanda el manejo de gran cantidad de información y hace uso de muchos resultados, los cuales deben estar disponibles al momento de tomar decisiones, tanto diagnósticas como terapéuticas. Actualmente, cualquier servicio de radiología procesa imágenes en formato digital o convencional, el formato digital permite nuevas posibilidades como almacenamiento, consulta, reconstrucción y distribución de la imagen.

La radiología digital se puede considerar como el mayor avance tecnológico en sistema de imágenes de uso médico en la última década, aportando grandes beneficios. La radiología digital no tendría tantas ventajas sino fuera incluida en un amplio sistema de almacenamiento, tratamiento y transporte de imágenes que conforman los llamados sistemas PACS, que en esencia son sistemas que permiten pasar del manejo tradicional de las imágenes de los departamentos de radiología realizado por medio de placas convencionales a sistemas donde toda la información se maneja digitalmente. Este cambio permite el aprovechamiento de los sistemas digitales permitiendo la reducción de costos generales de los departamentos de radiología y mejorando los flujos de trabajo y productividad de los mismos.

Antes de proponer cualquier sistema PACS, se debe estandarizar los protocolos de comunicación de imágenes, es decir, Dicotomizar el equipo modalidad. Este escenario es una red que envía y recibe imágenes en formato DICOM, extensión dcm. Con el objetivo de que los sistemas PACS funcionen correctamente con modalidades y estaciones de trabajo de diferentes fabricantes, existen una serie de estándares de imagen digital que se ha definido para ello.

El sistema PACS es una respuesta tecnológica para facilitar el manejo de la creciente cantidad de información que proviene de las distintas prácticas de diagnóstico por imagen, radiología (RX), ultrasonido (US), tomografía computarizada (TC), resonancia magnética (RM) y densitometría ósea (DEXA). Su objetivo es adquirir y almacenar digitalmente las imágenes generadas por estos equipos, así como la comunicación entre equipos médicos, el acceso y la disponibilidad inmediata de esta información desde cualquiera de las estaciones de diagnóstico en el departamento de radiología.

SISTEMA DE ARCHIVO Y COMUNICACIÓN DE IMÁGENES

PACS

Un Sistema PACS, se compone de tres subsistemas conectados mediante redes informáticas y gobernados por un software especializado: captación de imágenes médicas, almacenamiento en estructuras de archivo y visualización de los estudios de imagen en las estaciones de trabajo (Huang, 2010). La figura 1 muestra el entorno de un sistema PACS.

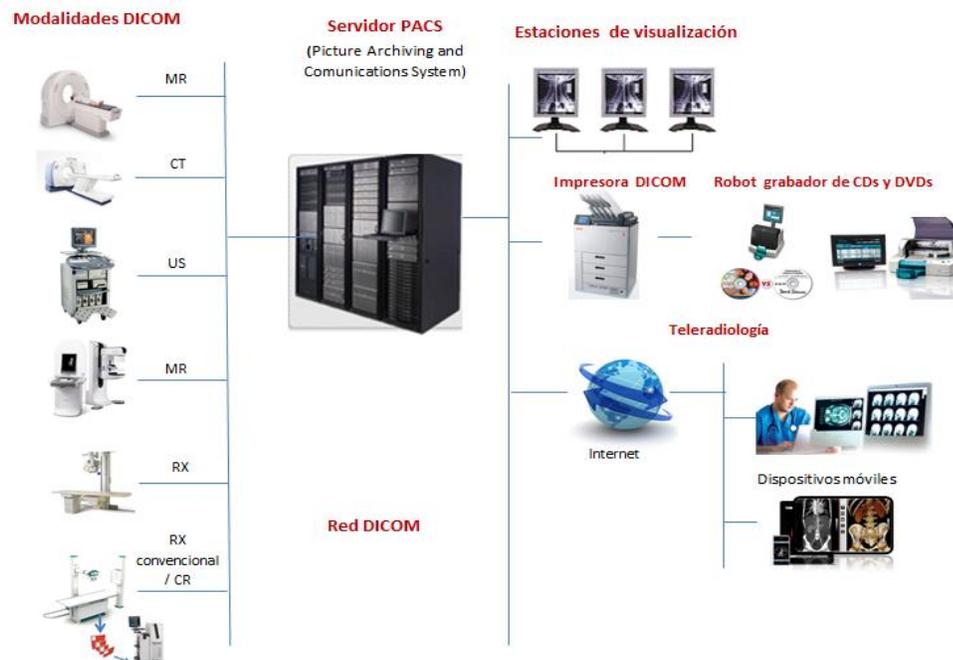


Figura 1. Entorno de un sistema PACS

COMPONENTES DEL PACS

a.- Captación de imágenes medicas

La información que proviene de las practicas diagnósticas que son los equipos donde se llevan a cabo los exploraciones médicas: radiología (RX), ultrasonido (US), tomografía computarizada (TC), resonancia magnética (RM), Densitometría Ósea (DEXA), ingresan al sistema PACS, en formato DICOM.

La adquisición puede realizarse de manera directa en modalidades que tienen tecnologías digitales, enviando la imagen en formato DICOM, desde la práctica, hasta el sistema PACS y de manera indirecta en el caso de equipos convencionales, los cuales requieren de un equipo digitalizador CR (Computed Radiography, por sus siglas en inglés), que son lectores de placas de fosforo para digitalizar la imagen médica.

Según Huang (2010), la calidad de una imagen digital se mide por tres parámetros: resolución espacial, densidad y razón, señal-ruído. La resolución espacial se relaciona con el número de pixeles, o puntos que forman una imagen, por pulgada o centímetro. Por otra parte, la densidad indica el número de valores posibles utilizados para representar un punto o píxel. Una imagen viene definida por tres valores donde los dos primeros corresponderán a la resolución espacial y el tercer valor indicará la densidad o el número de bits por cada píxel. Por ejemplo, una imagen procedente de un tomógrafo computarizado (TC) podría venir definida por 512x512x12, lo que se interpreta como que la resolución es de 512x512 puntos por pulgada y que cada píxel o punto viene codificado por 12 bits, o lo que es lo mismo, cada píxel o punto de la pantalla tiene $2^{12} = 4.096$ valores posibles.

Para cada práctica se necesita un número de imágenes diferente por cada estudio. En la tabla 1, se muestran los tipos de imagen por modalidad y tamaño asociado.

Modalidad	Bits/Imagen	N° imágenes /examen	Tamaño/examen (Megabytes)
Medicina nuclear (MN)	128x128x12	30-60	1-2
Placa radiológica digitalizada	2048x2048x12	1	8
Radiografía computarizada (RC)	2048x2048x12	1	8
Mamografía digital	4000x5000x12	4	160
Tomografía computarizada (TC)	512x512x12	10-1000	a partir de 5
Resonancia magnética (RM)	256x256x12	100-1000	a partir de 2.5

Tabla 1. Resolución y tamaño de imagen medica por modalidad.
Fuente: Huang (2010)

b.- Almacenamiento en estructuras de archivo

El servidor del PACS es el motor del sistema. Una vez que se obtienen las imágenes, estas requieren ser almacenadas utilizando manejadores de base de datos y un sistema de archivo de servidor para el manejo de las mismas, en este se almacenan imágenes estáticas y dinámicas y todos los tipos de imágenes en formato DICOM, controlando el acceso a la información en base a perfiles de usuario.

La tendencia actual en la tecnología de almacenamiento en los sistemas PACS es la utilización, de un repositorio de datos centralizado conocido como Red de Área de Almacenamiento (SAN por sus siglas en inglés), que puede ser utilizado por distintos servidores o procesos para la gestión de datos. Los discos de una SAN suelen configurarse con la tecnología RAID, que ofrecen mayor integridad y tolerancia a fallos, así como mejor rendimiento. Mediante la aplicación de esta tecnología, en caso que se estropee un disco no hay pérdida de datos, ya que el sistema tiene capacidad para regenerar los datos almacenados en el disco que ha fallado. (Carnicero, 2012)

SAN (Storage Area Network, por sus siglas en Ingles)

Es una tendencia actual en el almacenamiento de datos a gran escala. Según Huang (2010) el servidor PACS aún tendrá una solución de almacenamiento a corto plazo en los discos locales que contienen los estudios de pacientes. Sin embargo para el almacenamiento a largo plazo, los datos PACS se almacena en una SAN. La SAN es un repositorio de almacenamiento de datos, gestión de archivos y copia de seguridad de datos, restauración, archivo y recuperación de datos archivados, migración de datos desde un dispositivo de almacenamiento a otro y el intercambio de datos entre diferentes servidores de una red.

Además la SAN se puede dividir en varios repositorios diferentes. El gestor de almacenamiento dentro de la SAN está configurado para reconocer y distribuir los archivos de datos de los diferentes clientes y almacenarlos en partes distintas y separadas.

RAID (Redundant Array of Independent Disk, por sus siglas en Ingles)

Es un sistema de almacenamiento, compuesto de una serie de discos conectados utilizando la lógica compartida de actuar como un único disco grande. El tamaño del RAID es por lo general de varios cientos de gigabytes a terabytes de capacidad, dependiendo de la configuración que se le aplique puede ofrecer mayor resistencia a fallos y mayor rendimiento.

Principales funciones del servidor PACS y archivo (Huang 2010):

Recibe imágenes de exámenes enviadas desde las distintas modalidades.
Extrae información de texto que describe el examen, recibido de la cabecera de la imagen DICOM.
Actualiza el sistema de gestión de base de datos.
Determina las estaciones de trabajo de destino para que el envío de las imágenes.
Recupera automáticamente las imágenes de comparación necesarios de los exámenes históricos de un almacenamiento caché o sistema de archivo de la biblioteca a largo plazo.
Corrige automáticamente la orientación de las imágenes de radiografía computarizada o digitales.
Determina los parámetros óptimos de contraste y brillo de la pantalla de imagen.
Realiza la compresión de datos de imagen si es necesario.
Realiza comprobación de integridad de los datos si es necesario.
Archiva nuevos exámenes en biblioteca de archivo a largo plazo.

La tendencia actual es almacenar imágenes con un proveedor externo, lo que conocemos como computación en la nube (cloud computing).

c.- Visualización de estudios

La estación de trabajo, Display Workstation, permite al especialista en radiología, visualizar, diagnosticar y analizar las imágenes médicas para su posterior informe.

Según Huang (2010), las estaciones de trabajo utilizadas para gestionar la imagen médica pueden clasificarse en seis grupos: diagnóstico, revisión, análisis, digitalización e impresión, docencia interactiva y estaciones para la investigación

Estación de trabajo de diagnóstico o primaria (Workstation, WS):

Son estaciones que se encuentran dentro del servicio de radiología, que permite a los médicos radiólogos la visualización de imágenes, con características de hardware superiores a las de una PC de escritorio, a nivel de procesador, memoria, tarjeta de video, los cuales deben estar basados en comunicación DICOM, específicos para diagnósticos en entornos radiológicos, con alto desempeño y con la mejor calidad de imagen existente así como software con herramientas específicas en radiología: mediciones, alto contraste, reconstrucciones 3D, MIP, MPR entre otras, contador de unidades hounsfield y pantallas de calidad diagnostica de 2 a 5 megapíxeles de contraste y permitir calibración DICOM, estar aprobados para uso médico por organismos como la Administración de Alimentos y medicamentos (FDA, por sus siglas en inglés) y contar con características de luminosidad y contraste superiores a los de un monitor de uso comercial.

Generalmente tienen 2 monitores de alta resolución para visualización de las imágenes.

Cratery y Veale (2010), destacan que la resolución necesaria de las pantallas en las estaciones diagnósticas vendrá dada, por el tipo de estudios que deben diagnosticarse. Generalmente, una estación de trabajo diagnóstica tendrá, al menos, dos monitores de alta resolución para visualizar las imágenes y un monitor convencional para el acceso al sistema.

De acuerdo con Carnicero (2012), las estaciones de diagnóstico y visualización deben contar con algunas funciones de procesamiento de imágenes. Estas son las funciones de base, que consisten en:

- Modificación de Contraste.
- Acercamientos (Zoom).
- Mediciones Cuantitativas.
- Anotación sobre la imagen.
- Ecuilibración de histogramas.
- Análisis de texturas.
- Despliegue en 3D.
- Filtrado
- Registro.
- Calibración DICOM



Figura 2. Estación de trabajo de diagnóstico o primaria

Estación de trabajo de revisión:

Son estaciones utilizadas por los médicos radiólogos y los médicos de referencia para examinar los casos en las salas de los hospitales o centros de atención ambulatoria. El dictado o el informe transcrito ya deberían estar disponibles con las imágenes. Esta estación no requiere un monitor de 5 Megapíxel ya que las imágenes han sido leídas por el radiólogo en la estación de diagnóstico o primaria. Los médicos referentes pueden usar monitores de 3 Megapíxel. (Huang 2010).

Estación de trabajo de análisis

Para Huang (2010), son estaciones que se diferencian de las estaciones de trabajo de diagnóstico y de revisión en que el primero se utiliza para extraer los parámetros útiles a partir de imágenes. Algunos parámetros son fáciles de extraer de una Región de Interés (ROI, por sus siglas en inglés) operación, que se puede hacer desde una estación de trabajo de diagnóstico o revisión; otros (es decir, las mediciones del flujo sanguíneo, la reconstrucción 3D a partir de imágenes secuenciales de Tomografía Computarizada) son computacionalmente exigentes que requieren una estación de trabajo de análisis con un procesador de imagen potente y un software de alto rendimiento.

Las estaciones de trabajo de análisis actuales, cuentan con software que para entornos de trabajo 3D, con herramientas para manejar reconstrucción 3D: Reformateo multiplanar (MPR), Proyección de Máxima Intensidad (MIP), Proyección de Mínima Intensidad (Min-IP) visualización de superficies (SSD) y el Renderizado de Volumen (VR), Reformateo Curvo (CPR), Oblicuo (OPR), Algoritmos avanzados en 2D y 3D para segmentación de distintos tejidos y opción de reportes. La figura 3, muestra una Estación de trabajo de análisis.



Figura 3. Estación de trabajo de análisis

Estación de trabajo para digitalización e impresión

Según Huang (2010), el proceso de digitalización e impresión lo realizan los técnicos radiólogos, se utiliza para la impresión de imágenes en copia impresa en película o papel, para ello se utiliza una impresora láser y una impresora de papel de buena calidad. También se realiza la copia de imágenes en disco compacto (CD) para su distribución.

Estación de trabajo para enseñanza interactiva

Se utiliza para la enseñanza interactiva, que promueve la enseñanza mediante la generación e intercambio de conocimiento entre varios profesionales, sin que estos coincidan en tiempo y ubicación; pero con características interactivas.

Estación de trabajo para la investigación

Esta estación es utilizada por los médicos o investigadores para generar diapositivas de las clases y la enseñanza y materiales de investigación a partir de imágenes y datos relacionados en la base de datos PACS. La estación de trabajo, utiliza equipos de escritorio estándar para facilitar el trabajo diario del usuario.

La estación de trabajo de escritorio también se puede utilizar como un cliente Web para acceder a las imágenes y información relacionada de un servidor web conectado al servidor PACS y archivo servidor.

Dispositivos Móviles Iphone y Ipad

Según la FDA 2011, se autoriza la aplicación de radiología de diagnóstico para dispositivos móviles, proporcionando acceso inalámbrico a imágenes médicas para los usuarios de iPhone, iPad, la aplicación de radiología móvil, permitiendo a los médicos diagnosticar imágenes médicas. Las imágenes radiológicas tomadas en la institución se comprimen para la transferencia de red segura, a continuación se envía al dispositivo móvil portátil y adecuado a través de un software que le permite al médico medir la distancia en la imagen y los valores de intensidad de imagen y líneas de medición pantalla, anotaciones y regiones de interés. (<http://fda.gov/>)

Esta aplicación es la primera aprobada por la FDA para la visualización de las imágenes y hacer diagnósticos médicos basados en la tomografía computarizada (TC), resonancia magnética (RM) y la tecnología de la medicina nuclear, como la tomografía por emisión de positrones (PET). La figura 4 muestra dispositivos móviles para diagnóstico por imágenes.



Figura 4. Dispositivos móviles para diagnóstico por imágenes

d.- Red de comunicaciones

Una vez adquiridas las imágenes es necesario enviarlas algún lugar de almacenamiento y estación de trabajo, desde donde posteriormente puedan recuperarse. Para poder enviarlas desde los equipos de adquisición es imprescindible la utilización de una red de comunicaciones.

En los sistemas PACS, la red de comunicación es un elemento primordial, según Huang (2010) las tecnologías de red de uso común en aplicaciones PACS son el Gigabit Ethernet y el Modo de Transferencia Asíncrono (ATM) que se ejecutan en los modos de comunicación TCP/IP.

Estándar de Red

Los dos estándares de red más utilizados en aplicaciones PACS, son el DoD (en inglés Department on Defense, Departamento de Defensa) estándar desarrollado por el Departamento de Defensa de EE.UU, y la OSI (En inglés, Open Systems Interconnect, Sistema de Interconexión Abiertos), desarrollado por la Organización Internacional de Normalización (ISO). Huang (2010). En la figura 5, se muestra el estándar de red OSI y DoD.

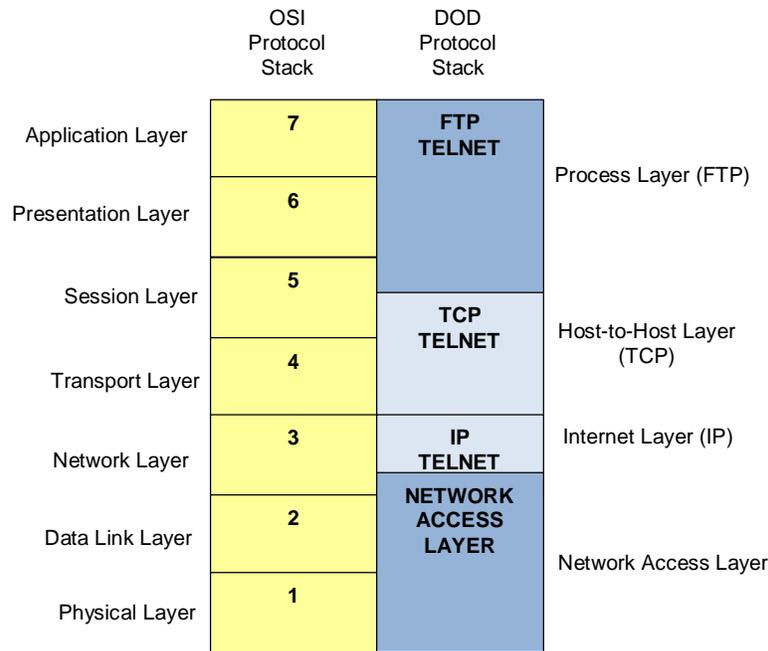


Figura 5. Estándar de red

e.- Estandarización y comunicaciones

Estándar DICOM (Digital Imaging and COMunications)

DICOM, es una norma que constituye un referente para la comunicación de imágenes médicas. Se basa en el Modelo para la Interconexión de Sistemas Abiertos (OSI, por sus siglas en inglés), que define un protocolo de siete capas. Se trata de una norma para la capa de aplicación, (capa siete o capa superior), Cordoba (2011).

DICOM, se fundamenta en las conexiones estándares de red y en los instrumentos y medios que manejan la comunicación y el almacenamiento de imágenes digitales desde modalidades de diagnóstico como tomografía axial computarizada, resonancia magnética nuclear, medicina nuclear, ultrasonido, rayos X, video digitalizado, captura de video e información HIS / RIS (Sistema de Información Hospitalaria / Sistema de Información de los Radiológica), basado en estándares como Ethernet TCP/IP, arquitectura Cliente/Servidor, programación orientada a objetos.

Fue promovido por ACR-NEMA y su evolución ha sido la siguiente:

- En 1983 y 1985, fueron realizados los primeros trabajos, versión 1.0.
- En 1988 la versión 2.0 “ACR-NEMA 2.0” fue liberada.
- En 1990, en el RSNA solo dos fabricantes demostraron conectividad en equipos comerciales.
- En 1993, “ACR.NEMA 2.0”, se convierte en DICOM 3.0. y la Organización de Estándar Internacional (ISO, por sus siglas en inglés) aprueba el estándar DICOM.
- En 1994, 40 fabricantes demostraron conectividad DICOM.

Actualmente, el estándar de imagen en las aplicaciones radiológicas es el DICOM v3.0.

Modelo de información de imágenes DICOM

Según Jiménez (2006), los cuatro niveles del modelo de información DICOM son: Paciente, Estudio, Serie(s) e Imagen.

Nivel de Paciente

El nivel de paciente contiene la información de identificación y demografía del paciente al que pertenece el estudio. Un paciente puede tener uno o más estudios, por lo que este nivel se considera el más alto.

Nivel de Estudio

Este nivel es el más importante dentro del modelo de información. Un estudio es el resultado de una solicitud del tipo de examen médico. En este nivel se guarda la identificación y las referencias de la información relacionada con el estudio. Los resultados se clasifican en series de una o más imágenes. Todos los datos de imágenes se colocan junto con el mismo estudio como raíz.

Nivel de Serie

En este nivel se identifica el tipo de modalidad de las imágenes, fecha y hora de creación, detalles acerca del tipo de examen médico y equipo utilizado. Las series son un conjunto de imágenes relacionadas que provienen de una sola modalidad.

Nivel de Imagen

El nivel más bajo del modelo de información. Cada imagen contiene información de adquisición y posición, así como también los datos propios. Dependiendo del tipo

de modalidad, el nivel de imagen contiene datos para una sola imagen, dos imágenes, o una colección de imágenes tomadas a partir de una colección de datos (imágenes) en un período corto de tiempo.

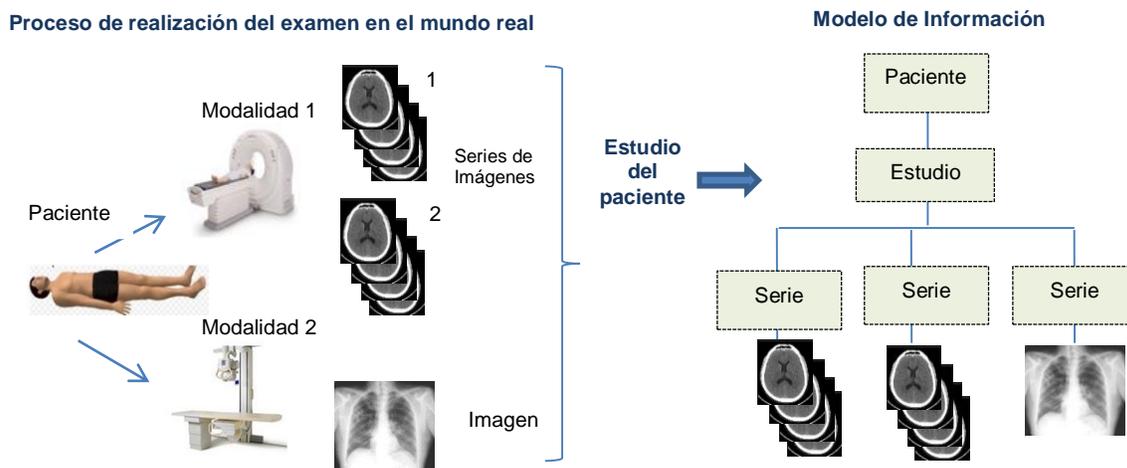


Figura 6. Modelo de información de imágenes DICOM

Objetos DICOM

Según Huang (2010), DICOM define dos tipos de objetos denominados Definición de Información de Objeto (IOD, por sus siglas en inglés). Los objetos compuestos que se corresponden a varias entidades del mundo real y los objetos simples o normalizados que corresponden a una única entidad. Cada uno de los IOD Compuestos está formado por varios IOD Normalizados, por ejemplo el IOD correspondiente a un estudio de TC de un paciente dado, está definido por los cuatro IOD normalizados siguientes: paciente, estudio, serie e imagen.

Normalizada	Compuesta
Paciente	Radiografía computarizada
Estudio	Tomografía computarizada
Series	Película digital
Imagen	Imagen de sustracción digital
	Imagen de resonancia magnética
	Imagen de medicina nuclear
	Imagen de ultrasonido
	Gráficos
	Curvas

Tabla 2: Información clases de objetos DICOM

Clases de servicio DICOM

DICOM tiene un conjunto muy amplio de servicios. Cada vez que dos aplicaciones o equipos deciden conectarse para intercambiar información, uno de los dos desarrolla el papel de proveedor del servicio, Servidor Service Class Provider (SCP) es quien otorga el servicio, por ejemplo: la impresora y el archivo, mientras que el otro toma el papel de usuario o Cliente Service Class User (SCU), es quien realiza la petición, por ejemplo: imprimir o consultar un estudio.

Dicom Store: El servicio DICOM Store es usado para mandar imágenes u otros objetos persistentes (informes estructurados) a un PACS o a una estación de trabajo.

Storage Commitment: Es usado para confirmar que una imagen ha sido almacenada permanentemente por un dispositivo.

Query/Retrieve: Permite a una estación de trabajo hacer búsquedas de imágenes en un PACS y recuperarlas.

Dicom Worklist: Permite a un equipo de imagen que incluya esta funcionalidad o Servicio DICOM leer la "Lista de pacientes citados", obtener detalles de los pacientes y exámenes médicos solicitados electrónicamente.

Dicom Print: Este servicio es usado para mandar imágenes a una impresora DICOM, normalmente para imprimir una placa de rayos X.

Ficheros DICOM: Describe como almacenar información de imágenes médicas en un medio extraíble.

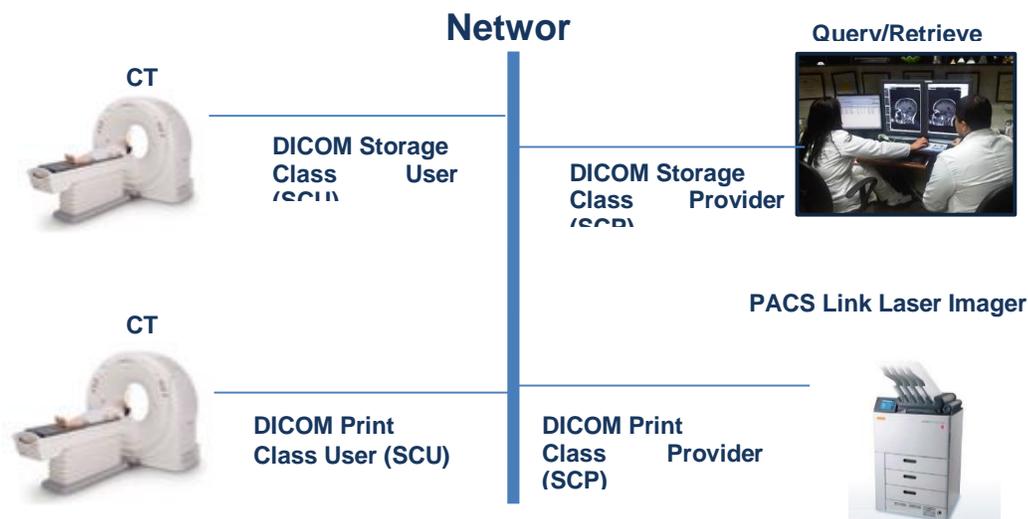


Figura 7.- Ejemplo Clases de servicios DICOM

Parámetros de una red DICOM

Al momento de configurar y agregar equipos a nuestra red DICOM, debemos ingresar los siguientes datos, para lograr su comunicación entre ellos.

Application Entity Title (AET): Es el nombre de una aplicación y debe ser único dentro de la red DICOM.

IP Address: Identifica el sistema donde está corriendo la aplicación.

TCP/IP Port: Identifica a la aplicación que recibe los pedidos de asociación

f.- Teleradiología

Es la transmisión electrónica de estudios de imagen médica de un lugar a otro con el propósito de interpretar y consultar dichos estudios. De esta manera, las imágenes médicas pueden ser accedidas simultáneamente desde distintas ubicaciones. Utilizada de manera apropiada, la teleradiología puede mejorar la interpretación de los estudios y, en consecuencia, mejorar la atención al paciente (Caffery y Manthey, 2004).

Según el Colegio Americano de Radiología (2013), la teleradiología se guía por los siguientes principios:

Los pacientes deben ser un tema prioritario, por consiguiente, las relaciones de teleradiología debe ser capaz de proporcionar una atención accesible, segura, precisa y oportuna.

La teleradiología debería ser un servicio complementario, lo que significa que la cobertura en el lugar es preferible. Servicio “in situ”, el médico debe estar ligado a la comunidad y muy motivados para proporcionar un alto nivel de atención.

Los estándares profesionales de calidad deben ser los mismos para ambos radiólogos en sitio y proveedores de teleradiología y no deben estar basados en la localización.

La teleradiología no debe estar fuera de las operaciones de un hospital o de la práctica de seguridad y calidad.

Software de Visualización y Tratamiento de Imágenes

Según el Colegio Americano de Radiología, el software de visualización debe cumplir las siguientes normas:

1. Capacidad de seleccionar secuencias de imágenes.
2. Capacidad de asociar los datos del paciente y de las imágenes del estudio.
- 3.- Poder efectuar cambios de ajuste en el nivel y ancho de ventana, en el sistema de colores de la imagen (“window width level”).
4. Trabajar con funciones de magnificación (“zoom”).
5. Posibilidad de presentar las imágenes y los datos en el monitor.
6. Posibilidad de rotación e inversión en espejo de imágenes, conservando la orientación del paciente respecto a la imagen.
7. Poder realizar mediciones sobre la imagen, obtener valores del pixel en el sistema de coordenadas de la imagen y el valor físico del pixel.

Los usuarios potenciales de una red de Teleradiología son:

1. Médicos Generales o en Atención de Primer Nivel y Segundo Nivel: Las imágenes de un paciente pueden ser transmitidas desde una unidad de primer nivel hasta el Radiólogo en una unidad de segundo o tercer nivel. Son los principales beneficiarios de los sistemas de teleradiología.

2. Radiólogos remotos: Las imágenes serían transmitidas desde la unidad remota hacia un hospital de referencia de segundo nivel con objeto de segundas opiniones especializadas y para recibir asesoría.

3. Otros Médicos o Radiólogos que requieren de una segunda opinión o de consulta especializada de Radiología.

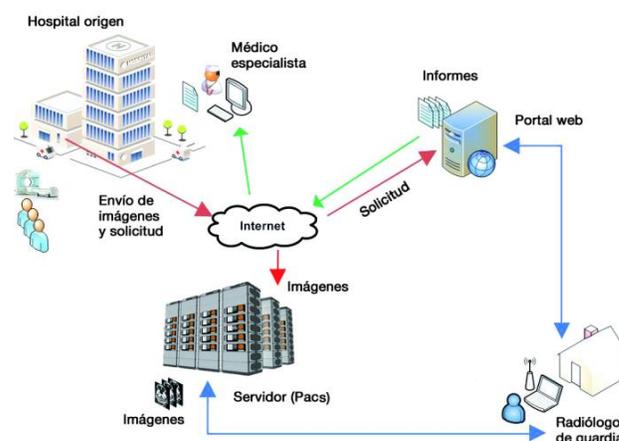


Figura 6. Modelo proceso de teleradiología

CONSIDERACIONES FINALES

1.- El avance de la tecnología de la imagen multidimensional ha traído consigo la generación de cientos y miles de imágenes por estudio y la necesidad de visualizar los estudios en tres dimensiones (3D) y en cuatro dimensiones (4D), por lo que se hace necesario contar con estaciones de trabajo que incluyan herramientas para manejar las reconstrucciones multidimensionales: reconstrucción multiplanar (MPR), la proyección de máxima intensidad (MIP), visualización de superficies (SSD) y el renderizado de volumen (VR), permitiendo evaluación dinámica en color y manipulación de las imágenes en formato híbrido y de comparación en el histórico del paciente, siendo esto un paradigma en la evaluación tradicional del médico radiólogo, por lo que hoy día un servicio de imágenes deber ser actualizado, permitiendo además integrarse con la historia clínica y cualquier documento electrónico de la institución, lo cual es una base útil en caso de incorporar quirófanos inteligentes y cirugía robótica.

2.- Unos de los cambios más importantes en la utilización de tecnología en el diagnóstico por imágenes ha sido la manera como se organizan, almacenan y se distribuyen las imágenes dentro y fuera de la institución. Mediante el uso del internet la interpretación de imágenes, el acceso a los reportes de estas que pueden ser enviadas a lugares distantes en segundos, permitiendo además el seguimiento de un caso en particular, la retroalimentación inmediata entre médicos en los casos de dificultad diagnóstica, además de realizar comparaciones de manera prospectiva y poder tomar decisiones que se consideren. Adicionalmente estas herramientas han dado independencia al profesional de la radiología, debido a que en ciertos casos puede realizar su actividad sin estar presente físicamente, ya que cuenta con el sistema de teleradiología.

3.- El reto y el cambio fundamental en las aplicaciones en la red, ha traído consigo la creación de un paradigma de presentación de servicios tecnológicos en imágenes, con la finalidad de aportar beneficios en cuanto a acceso, rapidez y eficiencia, apoyándose en una infraestructura tecnológica con alto grado de automatización, basado en la web, denominado Cloud Computing PACS. Es una tecnología basada en la web, que se combinan en Software como servicio (SaaS), Plataforma como servicio (PaaS) e Infraestructura como servicio (IaaS), que requiere una red completa que combina ancho de banda, capacidad, calidad de servicio, flexibilidad y ahorro, con un sistema de almacenamiento virtualizado de alta densidad, incluyendo tecnología 3D avanzada, además de contar con una máxima seguridad de datos y respaldo de archivos.

4.- Según la aprobación de la FDA, sobre el uso de aplicaciones de Ipad y Iphone para la visualización de imágenes radiológicas, indica que no se pretende sustituir las estaciones de trabajo diagnósticas, está indicado el uso cuando no hay acceso

a las mismas. El rendimiento de estos dispositivos, la calidad de imágenes y las herramientas de medición son adecuados para realizar diagnósticos de manera rápida y segura.

5.- Ninguna de estas tecnologías tanto de comunicaciones como de informática tendría sentido, sin la formación adecuada y apropiada para ello y de una actitud dispuesta a innovar en lo asistencial docente y de investigación.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ACR standard of Teleradiology (2013). Obtenido el 28 de febrero de 2014 en http://imaging.stryker.com/images/ACR_Standards-Teleradiology.pdf

Caffery, L. y K. Manthey (2004). Implementation of a Web-based Teleradiology Management System, *Journal of Telemedicine and Telecare*, vol 10.

Carnicero (2012). Manual de salud electrónica para directivos de servicios y sistemas de salud. España, Editorial ONA

Cordoba (2011). Serie tecnologías en salud. Telemedicina. Volumen 3. Segunda edición.

Cratery C y Veale B. (2010). *Digital Radiography and PACS*. Mosby Elsevier.

Del Rio, M. (2008). *Revista e Salud. La cabecera del Estándar DICOM* Volumen 4, N° 16. España

Documentos de Teleradiología (2010). Obtenido el 01 de marzo de 2014 en <http://www.webcir.org/docs/teleradiologia.pdf>

Huang D. (2010). *PACS and Imaging Informatics: Basic Principles and Applications, Second Edition*, United States of America.

Jiménez A. (2006). Sistema PACS mínimo basado en el estándar DICOM. Universidad Autónoma Metropolitana México.