

El Estándar DICOM y su Nivel de Implantación en Europa

Ana Belén Uña Cidón¹, Isabel de la Torre¹, Esther Uña Cidón²

¹Escuela Técnica Superior de Ingenieros de Telecomucación. Universidad de Valladolid (España).

²Hospital Clínico Universitario de Valladolid (España).

Resumen / Abstract

Resumen. Cada vez son más los hospitales que instalan un sistema PACS (Picture Archiving and Communication System) para permitir el correcto funcionamiento del estándar DICOM (Digital Imaging and Communication in Medicine) y poder así proporcionar un servicio más rápido y eficaz a los pacientes a través de plataformas informáticas. En este artículo se estudiará la arquitectura básica que presenta el estándar DICOM y cómo éste contribuye a una mejora de la sanidad y a un mejor tratamiento de los datos de pacientes. Así mismo, se realizará un análisis de los inconvenientes de cara a la privacidad de los datos y se finalizará dando una perspectiva global de su implantación tanto en nuestro país como en el resto de Europa.

Abstract. Every time they are more hospitals that install a PACS systems to allow a correct functioning of the standard DICOM and this way to provide a faster and more effective service to patients through informatics systems. This article will review the basic architecture of the standard DICOM and how this system contributes to improve health services and a better management of patients' data. Likewise, the disadvantages of DICOM will be analyzed, focusing primarily on the privacy of information and the article will conclude giving a global perspective of the implantation both in our country and in the rest of Europe.

1. Introducción

Avanzar hacia el futuro en las TIC (Tecnologías de la Información y la Comunicación) significa acercar aun más los servicios a los usuarios. Un claro ejemplo de servicio muy importante que está emergiendo, e instalándose en gran parte del mundo, es la telemedicina. Telemedicina significa la prestación de servicios de medicina a distancia a través de la utilización de las tecnologías de telecomunicación. Se basa en la distribución de la asistencia sanitaria de manera tanto equitativa como proporcional a las necesidades, y permite

 **Hubo un cambio respecto al concepto y a la importancia de la información, ya que ganó estatus de herramienta política estratégica**

eliminar las colas y las largas esperas en los hospitales. Hay una gran variedad de servicios y aplicaciones que se ofrecen y que van desde la atención domiciliaria hasta la colaboración de los hospitales en las distintas partes del mundo, pero todos ellos tienen como denominador común la facilitación del acceso a la medicina por parte de los pacientes [1].

Aunque es una tecnología bastante avanzada en algunos ámbitos y se están llevando a cabo enormes progresos en cuanto a compartición de la información médica entre hospitales, es necesario avanzar aún más en temas como la privacidad y protección de datos del paciente. La telemedicina hace uso del estándar DICOM (Digital Imaging and Communication in Medicine) que describe detalladamente los medios para dar formato e intercambiar imágenes e información entre diferentes dispositivos [2].

Hoy día DICOM es el estándar reconocido mundialmente para el intercambio de imágenes médicas, y

permite el manejo, almacenamiento, impresión y transmisión de las mismas.

En el presente artículo se va a dar una visión global del estándar DICOM, desde su creación hasta la actualidad. En el punto II se exponen las motivaciones que llevaron a la puesta en marcha de su primera versión en 1993 y cómo su creación a dado origen a la creación de otros sistemas como el sistema PACS. En el punto III se explicará en que consiste así como las clases de servicio que define. A continuación, en el punto IV, se expondrán las ventajas y los inconvenientes para introducir el tema más importante a tratar, la privacidad y protección de datos del paciente, todo ello en el punto V. En el punto VI se estudiará su nivel de implantación tanto en nuestro país como a nivel europeo y finalmente, en el VII se expondrán las conclusiones más importantes.

2. Motivación e Historia

Bien es sabido que la telemedicina necesita una conexión entre redes de hospitales a través de internet, lo que supone un problema de comunicación debido a la heterogeneidad de los equipos de los hospitales debido a las diferentes marcas. Se hace necesario por tanto un protocolo común de trabajo para todos los equipos que sea capaz de promover la comunicación entre máquinas independientemente del fabricante [3].

Por otro lado, para proporcionar un servicio de telemedicina a los pacientes son necesarias pruebas de imagen en la mayoría de los casos. Pero una imagen médica carece de sentido sin toda la información del paciente que el médico pueda necesitar para interpretarla. Es por esto que almacenar la imagen en uno de los formatos existentes, significa adjuntar a ésta toda la información del paciente en un nuevo fichero. Además es necesario ofrecer mayor flexibilidad a los siste-

mas de almacenamiento y comunicación de imágenes así como facilitar la creación y consulta a sistemas de diagnóstico por diferentes dispositivos y en diversos lugares locales o remotos.

La solución a este problema se la planteó el ACR (American College of Radiology) y NEMA (National Electrical Manufacturers Association), que en 1983 formaron un comité cuya misión era desarrollar un estándar para satisfacer todas estas necesidades de comunicación. En 1993 veía la luz la primera versión 3.0 del estándar DICOM [4] que ha sido el primer estándar instaurado en informática médica y actualmente tiene el soporte de la mayoría de fabricantes.

3. El Estándar DICOM

La utilización del estándar DICOM en hospitales hace obligatorio el uso de un sistema PACS (Picture Archiving and Communication System). Un sistema PACS []

es aquel con capacidad de almacenamiento y comunicación de imágenes que permiten comunicarse también con otros sistemas de información hospitalaria. El primer sistema PACS fue desarrollado en la Université de Technologie de Compiègne y el Centro Hospitalario de Amiens, en Francia [5].

La figura 1 muestra la arquitectura básica de un sistema PACS donde todos los elementos implicados (equipos de diagnóstico por imágenes, equipos de visualización, base de datos y sistemas de almacenamiento) se comunican a través de la red Ethernet a la que están conectados [6].

DICOM 3.0 facilita la interoperabilidad entre equipos especificando los protocolos que deben cumplir los equipos para una correcta comunicación a través de la red, la sintaxis y semántica para realizar las comunicaciones, los servicios y el formato de archivo y directorios utilizados para el almacenamiento en medios [7].

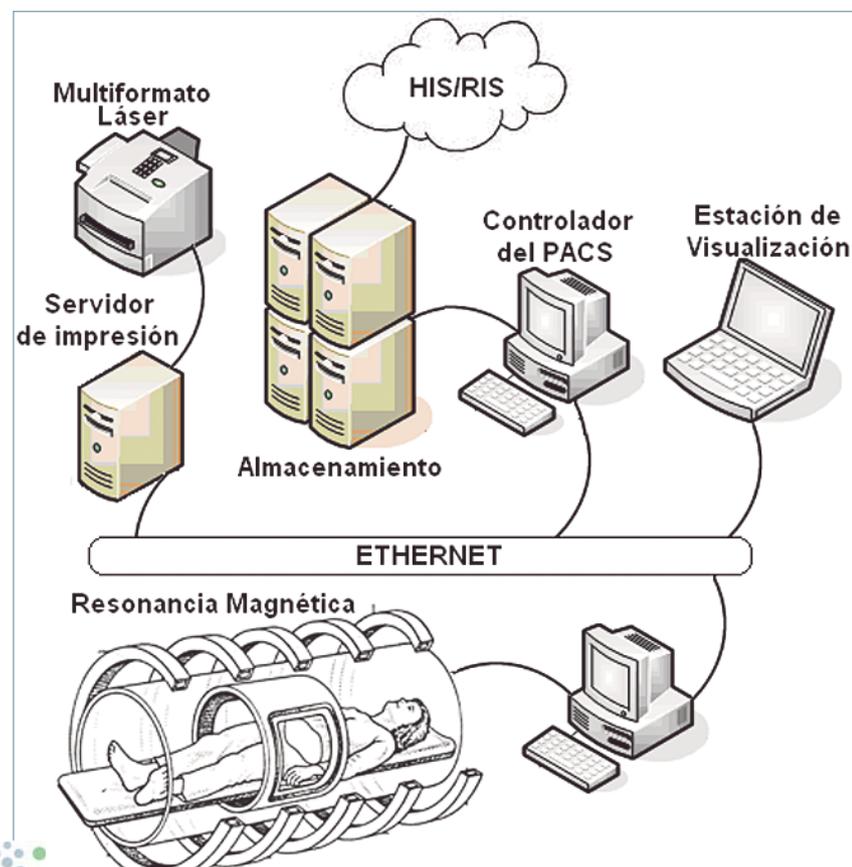


Figura 1. Arquitectura básica de un sistema PACS (fuente: propia).

En la figura 2 [8] se muestra la arquitectura de protocolo del estándar DICOM. En la parte izquierda de la imagen vemos que por debajo de la capa de aplicación DICOM, se encuentran una serie de capas, desde la capa de transporte a la capa física, que han sido específicamente creadas para un buen funcionamiento en los entornos de comunicación punto a punto, es decir entre dos máquinas equipadas para trabajar con DICOM. Sin embargo, en los entornos en los que es necesario utilizar una red de comunicaciones, DICOM va a trabajar sobre el protocolo TCP/IP o sobre el protocolo OSI, para lo cual se hace necesario definir una capa de convergencia entre la capa de aplicación de DICOM y la

capa de transporte en el caso de TCP/IP o la capa de presentación en el caso del protocolo OSI (parte derecha de la imagen).

a. Image Storage Service Classes

Las Clases de Servicio de este grupo son:

- Storage Service Class. Encontramos

aquí una clase para cada modalidad de tipo de imagen: Computed Radiography (CR), Computed Tomography (CT), Magnetic Resonance (MR), etc. Esta Clase de Servicio especifica el intercambio de los datos a través de la red. No especifica que se tiene que hacerse con la imagen, ni que tiene que ser gestionada por otras Clases de Servicio.

- Query/Retrieve Service Class. Incluye las clases FIND, MOVE y GET para realizar peticiones. La FIND puede ser utilizada para solicitar una colección de imágenes. La MOVE y GET pueden ser usadas para iniciar la transferencia.

- Study Contents Notification. Puede ser utilizada para iniciar la transferencia de los datos de imagen o para comprobar si todas las imágenes han sido correctamente transferidas.

b. Management Service Classes

En esta segunda categoría encontramos:

- Detached Patient Management. Maneja la información solicitada por la agenda de visitas para una o más modalidades. La información demográfica del paciente y los estudios de información son enviados desde los sistemas admi-

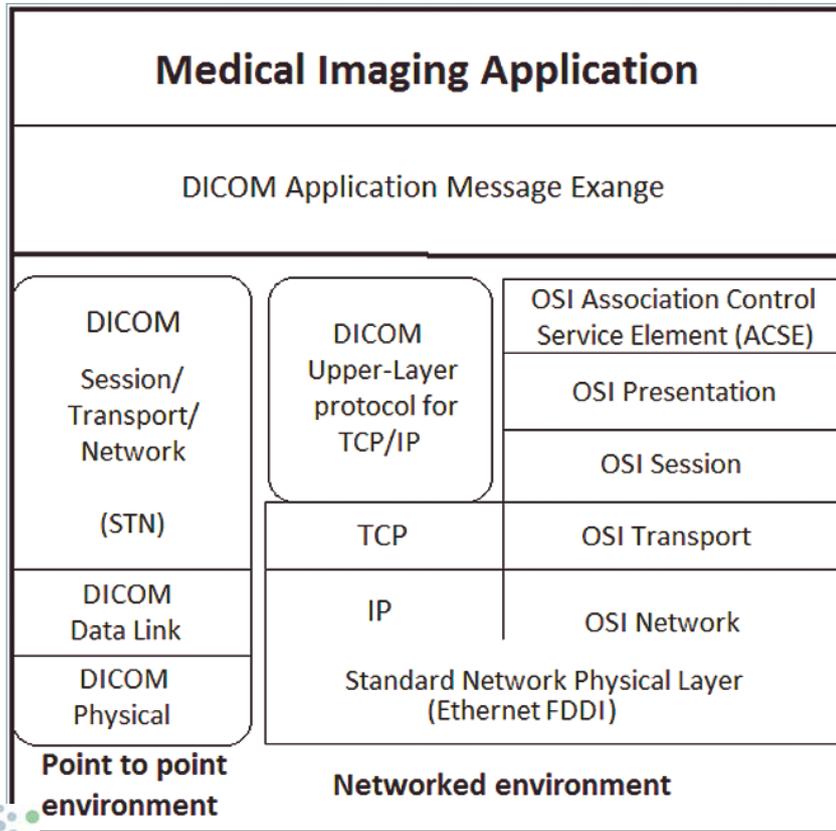


Figura 2. Modelo de capas estándar DICOM .

Cada archivo de datos en DICOM se denomina objeto. Un objeto DICOM consiste en un conjunto de atributos que contienen imágenes relacionadas con información. Entre estos atributos encontramos por ejemplo el nombre del paciente, el sexo, la fecha de nacimiento, el medio y procesamiento de la imagen que tiene datos como parámetros del equipo con el que se tomó el examen y calibraciones e información como tal de la imagen como por ejemplo la resolución.

DICOM define un número de Clases de Servicio que se pueden agrupar en una serie de categorías. Estas categorías irán creciendo a medida que nuevas aplicaciones se vayan estandarizando y sean integradas en DICOM. Entre las clases de servicio soportadas por DICOM encontramos [9].

nistrativos (RIS) hasta la modalidad.

- Detached Study Management.

Recibe información de las series de imágenes creadas de las modalidades y manda todos los datos adquiridos a un completo estudio de imágenes interdependientes y todos los otros tipos de información.

- Detached Result Management. Es utilizada para estar al tanto de los informes e impresiones del estudio.

- Basic Worklist Management. Complementa a la Detached Patient y Study Result Management Service Class. Permite el envío de la lista de trabajo de pacientes a la modalidad.

- Print Management. Es utilizada para enviar una petición de impresión de un objeto DICOM.

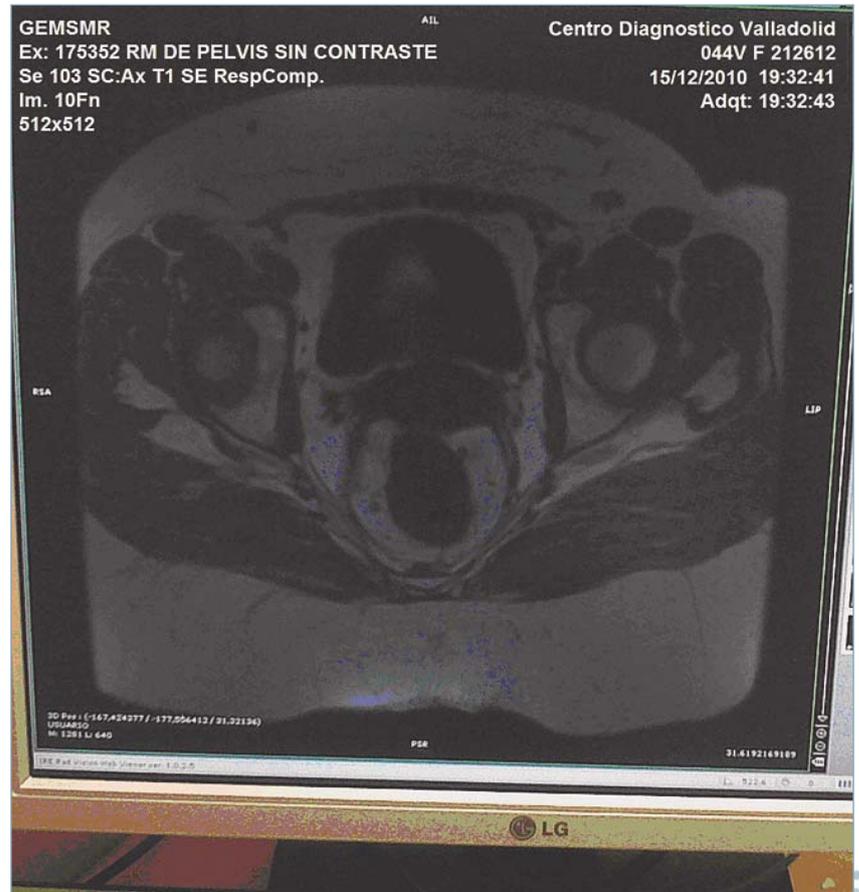


Figura 3: Ejemplo de imagen DICOM

Así mismo, en la cabecera de la imagen se observan otros datos como el tipo de prueba realizada, la fecha en que se ha hecho, el número de imagen, la resolución, etc.

c. Media Storage Services Class

Se definen un conjunto de servicios que permiten un intercambio de datos usando Media Storage, es decir un almacenamiento/intercambio de imágenes sin usar la red.

Un ejemplo de una imagen DICOM se muestra en la figura 3.

La resonancia magnética muestra un corte transversal de una persona con un cáncer de recto. Aunque se cuenta con el permiso expreso del paciente para la publicación de esta imagen, sus datos han sido suprimidos de la misma para salvaguardar su privacidad.

4. Ventajas e Inconvenientes

Una de las mayores ventajas del estándar DICOM es que une la información de la prueba de imagen con la información escrita dentro de un mismo archivo lo que permite la identificación unívoca del paciente. Por otro lado, DICOM contribuye a disminuir la cantidad de material impreso por lo que disminuye los costes, además es posible integrarlo con el sistema de información de documentación clínica. La imagen se transfiere y almacena directamente desde el equipo de diagnóstico por imagen y el sistema de almacenamiento lo que da lugar a un mejor aprovechamiento del tiempo de los

expertos que pueden consultar la base de datos y brindar los servicios médicos optimizados a distancia. Además, permite implementar una política eficaz de copias de seguridad y registros de todos los estudios de imágenes realizados [8].

Pero a pesar de las múltiples ventajas que la utilización del estándar DICOM presenta de cara a un progreso hacia el futuro, encontramos también numerosos

 Teóricamente, DICOM resuelve casi todos los problemas que surgen al integrar dispositivos y sistemas de imagen médica, pero la realidad es que la mayoría de los fabricantes no implementan gran parte de los servicios previstos en el estándar

inconvenientes que no podemos obviar. La puesta en marcha de este estándar necesita la instalación de un sistema PACS. DICOM 3.0 facilita que los PACS sean más fácilmente integrables en el marco de un sistema

informático hospitalario y facilita el crecimiento escalonado y modular. Sin embargo supone una gran inversión a la que muchos hospitales no pueden hacer frente tanto de cara a su despliegue inicial como a los costos de mantenimiento del mismo. Inversión que sería inútil si tenemos en cuenta la falta de familiaridad de los médicos en el funcionamiento de este sistema. Se hace necesario un reentrenamiento y capacitación del personal hospitalario [10].

Además, teóricamente DICOM resuelve casi todos los problemas que surgen al integrar dispositivos y sistemas de imagen médica, pero la realidad es que la mayoría de los fabricantes no implementan gran parte de los servicios previstos en el estándar, lo que dificulta enormemente la integración de dispositivos y sistemas

de forma transparente al usuario [11].

Sin embargo, el mayor inconveniente no deja de ser la protección de datos del paciente. Las imágenes DICOM tienen la peculiaridad de que son objetos autocontenidos, es decir, que incluyen en su cabecera toda la información del paciente, por lo que si un usuario malintencionado consigue obtener una imagen, tendrá toda la información del paciente junto con su imagen [12].

A pesar de los inconvenientes que presenta, es un estándar necesario para avanzar hacia el futuro y conseguir un sistema informático de salud electrónica a nivel nacional o incluso internacional.

5. Seguridad y Protección de Datos

Uno de los aspectos menos estudiados del estándar DICOM es la seguridad. DICOM se presenta como una tecnología muy verde en el ámbito de la protección de datos del paciente.

Como refleja la Ley Orgánica 15/1999 [13] en España, es obligatoria la protección de datos personales en el ámbito de la salud, evitando que se obtengan de forma ilícita. Es decir, es necesario garantizar privacidad a los pacientes y no se pueden permitir accesos de usuarios malintencionados al sistema de archivos.

El problema que presenta DICOM es que toda la información del paciente reside en la cabecera del archivo, por este motivo es necesario hacer una encriptación de datos en la cabecera, de forma que, si un usuario malintencionado accede al archivo de imágenes, no sea capaz de identificar los datos del paciente.

El proceso seguido se detalla en la figura 4. El proceso de encriptación se realiza en la modalidad, el PACS la desencripta para leer la cabecera y vuelve a encriptarla para el posterior almacenamiento. Cuando

el visor de la imagen la solicita, ésta se envía encriptada y se desencripta en el mismo visor. Así si un usuario malintencionado accede a la imagen durante el transporte, la cabecera seguirá encriptada y los datos del paciente permanecerán seguros.

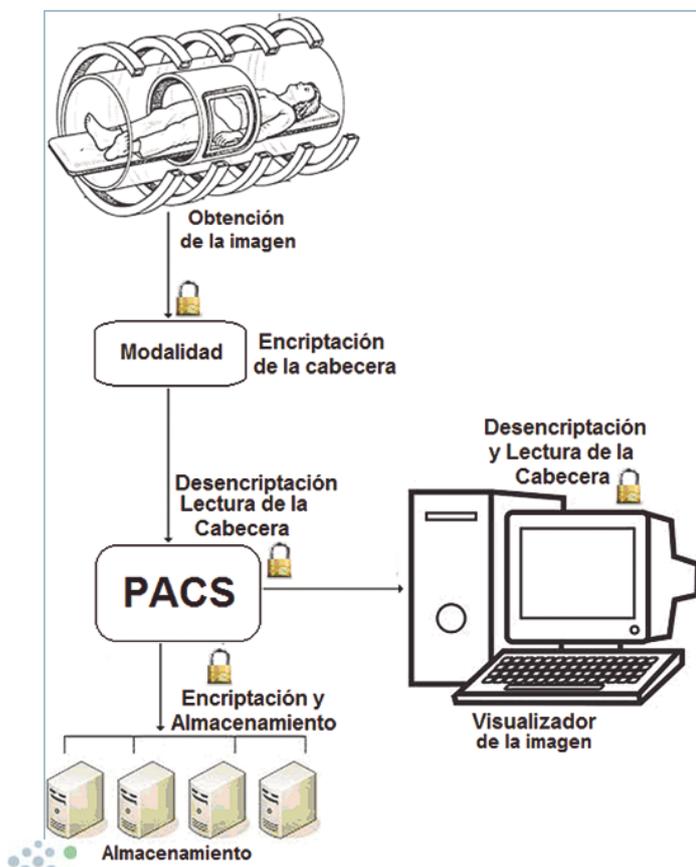


Figura 4: Encriptación de la cabecera de la imagen (fuente: propia).

El problema de esto es que la gran mayoría de los equipos involucrados no son capaces de encriptar/desencriptar la información.

Se propone en este punto un modo alternativo mostrado en la figura 5. La diferencia con respecto al caso anterior radica en que la cabecera se desencripta antes de enviar la imagen al visor, haciendo los datos seguros en el almacenamiento pero no en las comunicaciones [12].

DICOM es un estándar realmente útil en la medicina. Sin embargo se necesita una gran inversión para des-

plegar toda la red sobre la que va a funcionar. Su nivel de implantación está ligado en la mayoría de los casos al nivel económico de cada hospital y actualmente, el estado y número de los proyectos en marcha depende enormemente del capital de cada país.

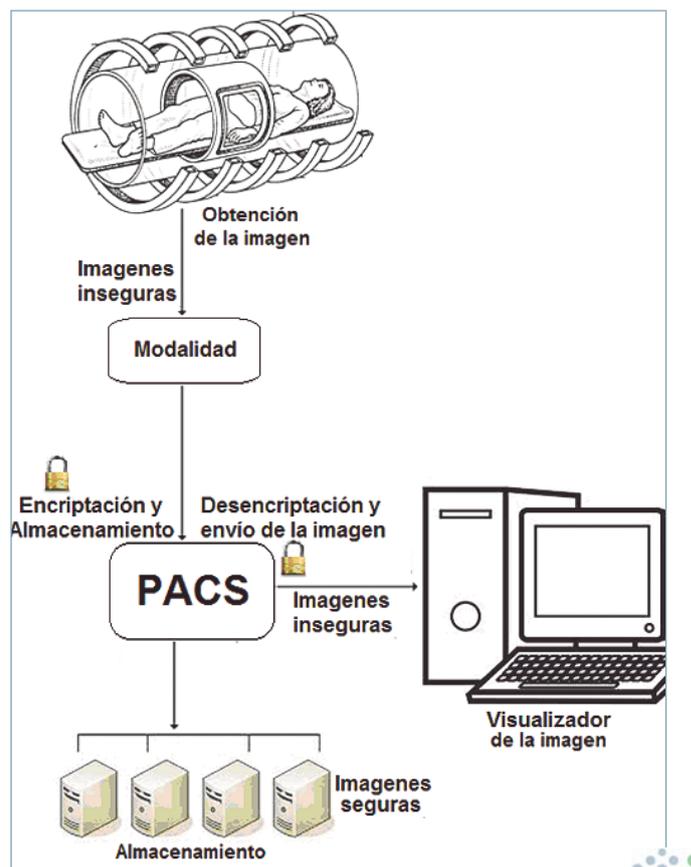


Figura 5: Encriptación de la cabecera de la imagen (fuente: propia).

6. Nivel de Implantación

a. Implantación en España

En España, la primera conexión de este tipo de sistemas se realizó en 1996 en un congreso de radiología, donde se interconectó Mallorca con el Hospital Vall d'Hebron a través de un router RDSI para permitir la conexión de las redes de un aula informática (con numerosos equipos y servidores conectados en red) y DICOM a través de Internet [14].

Actualmente la situación está mucho más avanzada

pero aún queda mucho camino por recorrer. La red sanitaria pública española ha sido transferida a cada uno de los diecisiete gobiernos autonómicos que son independientes en materia financiera y asistencial [15].

Esto hace que las TIC

en salud tengan grados diferentes de desarrollo e implementación. La tendencia actual es la de crear redes regionales integradas e inco

municadas entre comunidades [16]. El problema que crea esta separación autonómica es que las redes de hospitales no se conectan entre sí y por tanto el servicio de HCE (Historia Clínica Electrónica) a través del sistema PACS solo se le ofrece al paciente si este se encuentra dentro de la región autónoma. Sin embargo, el beneficio obtenido de este comportamiento es una mayor facilidad en la gestión de estas redes y una mayor privacidad

En España hay tres grandes grupos de proyectos de esta índole. Los integrados en funcionamiento (35%), los integrados en funcionamiento parcial (53%) y los aún no desarrollados (12%). Las regiones con los sistemas en funcionamiento son Extremadura [17], Castilla la Mancha, Galicia, Cantabria, Murcia e Islas Baleares. Todas ellas tienen un sistema PACS instalado y en correcto funcionamiento con cobertura en todos los hospitales de la región por lo que cualquier imagen es accesible desde cualquier centro. El 53% de las comunidades autónomas con los proyectos en funcionamiento parcial, tienen el problema de tener los sistemas instalados en casi todos los hospitales por separado, pero no hay una red global dentro de la comunidad que conecte todos los centros entre sí. El campo de aplicación de la medicina que más ha avan-

zado en la utilización de estos sistemas de diagnóstico por imagen es la radiología. Casi todos los centros con proyectos en funcionamiento implementan una tecnología RIS-PACS (Radiology Information System- Pic-

ture Archiving and Communications System). Una de las dos comunidades con proyectos aún no desarrollados es Madrid. Aunque en Madrid prácticamente todos los

hospitales públicos tienen RIS-PACS, se sigue utilizando el formato papel en casi todos ellos puesto que no hay interoperabilidad entre PACS [16].

En Andalucía, los ciudadanos de unas 40 poblaciones disponen de servicios de teleconsulta en su propio centro de salud evitándose desplazamientos a los centros de atención especializada [18].

b. Implantación en Europa

En Europa, Alemania fue el país pionero en la instalación del sistema RIS-PACS en sus hospitales cuando en 1995 la clínica Krefeld comenzó a prepararse para el tratamiento de datos digitales. Hoy día no solamente implementa los sistemas RIS-PACS, sino que también hace uso de la mamografía digital y otros campos no muy explotados en el resto de países [19].

En Francia, la instalación del sistema PACS dio sus primeros pasos en 2005 cuando la asistencia pública hospitalaria de Paris en asociación con Carestream Health comenzó a conectar sus 47 hospitales para centralizar la información sanitaria [20].

Lo que significó crear una red que conectaría a tra-

Extremadura, Castilla-La Mancha, Galicia, Cantabria, Murcia e Islas Baleares tienen un sistema PACS instalado y en correcto funcionamiento con cobertura en todos los hospitales de la región por lo que cualquier imagen es accesible desde cualquier centro

vés del sistema PACS cerca de 30.000 ordenadores con más de cien equipos de diagnóstico por imagen con los que contaban los hospitales.

En el campo de la cardiología tuvo su primera instalación del sistema Cardiology PACS en 2009 en el Green Heart Medical Center de Países Bajos. Este sistema les provee de una plataforma integrada para el diagnóstico, el almacenaje y la revisión.

Estos son sólo algunos ejemplos de países europeos que han llevado a cabo la instalación de un sistema PACS para interconectar sus hospitales y de esta forma poder utilizar el estándar DICOM. Sin embargo, casi todos los países europeos han comenzado un proyecto de este tipo para conseguir llevar la telemedicina a todos los rincones del país.

La tabla 1 [18] muestra la distribución de aplicaciones de telemedicina por especialidades en Europa .

Áreas médicas	Porcentaje aplicación
Radiología	16%
Cardiología	11%
Atención primaria espeicalizada	10%
Neuro-radiología	8%
Urología	8%
Dermatología	7%
Cirugía	6%
Otras	34%

Tabla 1: Distribución de aplicaciones de telemedicina por especialidades en Europa.

Mientras la penetración de DICOM y los sistemas de comunicación PACS en hospitales europeos es el 80 %, el sistema de información de radiología moderno (RIS) que conduce PACS sólo ha alcanzado un nivel de penetración aproximadamente del 41%. Los hospitales no están dispuestos a instalar nuevos RIS debido a complicaciones asociadas con el entrenamiento del personal así como por preocupaciones por la migración de datos y la seguridad de los mismos. Sin embargo, con la tercera generación de instalaciones PACS, los hospitales han comprendido la importancia de inversión en RIS moderno y si en 2009 el mercado europeo RIS/PACS alcanzó la cifra de 679.4 millones de dólares, se estima que en 2016 alcanzará 1,353.3 millones de dólares [21]. Por otro lado, la inversión en IT en salud subirá de 575 millones en 2006 a 1.6 billones en 2013 [22].

7. Conclusiones y Líneas Futuras

Aunque la telemedicina supone un inmenso avance hacia el futuro en términos de las TIC ya que trata de acercar la medicina al paciente eliminando colas y esperas y haciendo más efectivo el trabajo de los médicos, es una tecnología sin explotar en muchos de los aspectos más importantes. La protección de datos es uno de ellos pero también lo es la pérdida del trato paciente-doctor. Sin embargo, dado el crecimiento del porcentaje de personas mayores de 60 años que se espera en un futuro próximo, la telemedicina ayudará a acercar los cuidados sanitarios hasta la casa del paciente, reduciendo en un porcentaje importante las muertes de pacientes de avanzada edad.

Referencias

- [1] Monteagudo J. L., Serrano L., Hernández Salvador C.. La telemedicina: ¿ciencia o ficción?. Rev An Sist Sanit Navar 2005; 28(3).
- [2] Segrelles Quilis JD. Diseño y desarrollo de una arquitectura software genérica orientada a servicios para la construcción de un Middleware Grid Orientado a la Gestión y Proceso Seguro de Información en formato DICOM sobre un Marco Ontológico, Universidad Politécnica de Valencia. Mayo 2008.
- [3] Balleresteros Herranz F. Desarrollo de Aplicaciones DICOM para la gestión de imágenes biomédicas. Octubre 2003
- [4] "Digital Imaging and Communication in Medicine": <http://es.wikipedia.org/wiki/DICOM>
- [5] Jimenez Herrera A. Sistema PACS mínimo basado en el estándar DICOM. Universidad Autónoma Metropolitana México. Julio del 2006
- [6] Graffigna JP. Estándares: DICOM, HL7, IHE. Gabinete de Tecnología Médica. Facultad de Ingeniería. Universidad Nacional de San Juan. 2008.
- [7] Pascau J. DICOM: Almacenamiento y comunicación de imágenes médicas. Hospital General Universitario Gregorio Marañón. Madrid.
- [8] DICOM. Imágenes diagnósticas y comunicaciones en medicina. Facultad de Ingeniería Electrónica. Universidad Santo Tomás de Aquino. Bogotá, 2004
- [9] A., Lozada C., Oliveros C. Implementación de PACS con distribución web. Equipos de Ingeniería Biomédica. Universidad Manuela Beltrán. Bogotá, 2010.
- [10] Sistemas para archivo y comunicación de imágenes (PACS). Subsecretaría de Innovación y Calidad. Centro Nacional de Excelencia Tecnológica en Salud. México, Noviembre 2009.
- [11] "Qué es DICOM?" <http://www.c2ctsis.com/archives/tag/dicom>. Abril 2009.
- [12] Cárdenas Thorlund M. "La seguridad en el estándar DICOM" <http://nidea-soluciones.blogspot.com/2006/12/la-seguridad-en-el-estndar-dicom.html>. Diciembre 2006
- [13] Ley Orgánica 15/1999, de 13 de diciembre, de Protección de Datos de Carácter Personal. Boletín Oficial del Estado 1999 de 14 de diciembre (BOE 298):43088-99
- [14] "Proyectos de Investigación en Radiología": <http://www.espr2007.info/proyete/eindex.htm>
- [15] Garcia S., Abadía B., Durán A., Bernal E. Análisis del sistema sanitario 2010, Resumen y conclusiones. 2010.
- [16] Albillos Merino JC. Perspectivas sobre Interoperabilidad en España. ¿Dónde estamos?. Hospital Infanta Sofía. San Sebastián de los Reyes. Noviembre 2010
- [17] Proyecto de IT regional en Extremadura, España: Un modelo europeo. Distribución de imágenes vanguardista en la región de Extremadura para más de 1400 médicos en 14 hospitales. GE HealthCare. Servicio extremeño de salud. Revista eSalud 2008;4(14)
- [18] Monteagudo JL, Serrano L, Hernández Salvador C. La telemedicina, ciencia o ficción.. Universidad pública de Navarra. Pamplona. Noviembre 2008.
- [19] Lichtenberg D. "Continuing experiences with RIS and PACS":http://european-hospital.net/en/article/327-Continuing_experiences_with_RIS_and_PACS.html. Última visita 6-03-2011. Julio 2006.
- [20] "Cloud computing": http://european-hospital.net/en/article/7326-Cloud_computing.html. Última visita 6-03-2011.
- [21] "Aumento potencial significativo para módulos PACS y RIS en Europa": http://www.medimaging.es/ti_en_imaginolog%C3%ADa/articles/294731845/aumento_potencial_significativo_para_mdulos_pacs_y_ris_en_europa.html. Noviembre 2010.
- [22] Indarte S. Historia Clínica Electrónica., del mito a

la realidad. XIX Encuentro Internacional Genexus. Septiembre 2009.

