

Universidad de la República
Facultad de Ingeniería
Instituto de Computación

PACS – Sistema de Imagenología para el Hospital de Clínicas

Montevideo, Uruguay
Diciembre 2009

Esteban Aliaga
Agustín Centurión
Sebastián Martínez

Tutor
Álvaro Martín

Resumen del Trabajo

El proyecto consistió en adaptar un PACS (Picture Archiving and Communication System) que es un sistema de almacenamiento y comunicación de imágenes médicas, especialmente a los requerimientos del Hospital de Clínicas.

Se analizó la interfaz para que el sistema PACS se interconectara con otros equipos médicos, en particular con endoscopios y angiógrafos, y se contempló especialmente el formato de datos generados por ellos, estos equipos generan imágenes dinámicas (de video).

El PACS además debía interactuar con otros sistemas del hospital, esta comunicación se implementó siguiendo estándares de transferencia de información médica.

Además se brindó una solución que permitirá al personal médico incorporar reportes de diagnóstico asociados a los datos generados por los equipos.

Se analizaron alternativas de todos aquellos aspectos particulares del flujo de trabajo de la institución, para brindar aquella solución lo más genérica y a la vez mejor adaptada a los requerimientos.

Índice

RESUMEN DEL TRABAJO	3
1. INTRODUCCIÓN	5
1.1. IMAGENOLOGÍA	5
1.2. DEPARTAMENTO DE IMAGENOLOGÍA Y MODALIDAD DE TRABAJO.....	6
1.3. PACS	7
1.3.1. <i>Interoperabilidad del PACS en un entorno clínico.</i>	8
1.4. MARCO DE TRABAJO EN EL HOSPITAL DE CLÍNICAS.	11
1.5. NUESTRA PROPUESTA.....	11
1.6. ORGANIZACIÓN DEL RESTO DEL DOCUMENTO.....	12
2. HL7	13
2.1. UN POCO DE HISTORIA DE HL7.....	13
2.2. HL7 VERSIÓN 2	14
2.3. HL7 VERSIÓN 3	16
3. DICOM.....	18
3.1. INTRODUCCIÓN	18
3.2. CONCEPTOS PRINCIPALES	18
3.3. SERVICIOS DICOM	23
4. ARQUITECTURA.....	26
4.1. FLUJO GENERAL Y ESPECÍFICO DE TRABAJO	26
4.2. INTERFAZ HIS/RIS CONTRA EL SISTEMA PACS.....	29
4.3. REPORTES ESTRUCTURADOS	32
5. IMPLEMENTACIÓN	36
5.1. JUSTIFICACIÓN DEL PACS ELEGIDO	36
5.2. INTERFAZ DE COMUNICACIÓN ENTRE EL SISTEMA HIS/RIS Y EL SISTEMA PACS	38
5.3. INTERFAZ DE COMUNICACIÓN PARA GENERACIÓN DE REPORTES ESTRUCTURADOS	41
5.4. ADAPTACIONES EXTRAS	42
6. CONCLUSIONES Y TRABAJO FUTURO.....	44
6.1. TRABAJOS A FUTURO.....	45
REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	46

1. Introducción

En este capítulo comenzamos describiendo las principales características de nuestro proyecto, así como el contexto hospitalario en el cual se desarrolla.

La Sección 1.1 tiene una definición de qué es la imagenología y una pequeña reseña sobre los diferentes métodos de obtención de imágenes y la historia de la evolución de los mismos. En la Sección 1.2 detallamos cuál es el mecanismo típico de trabajo en un departamento de imagenología con manejo de placas. Mencionando sus desventajas, las cuales generan necesidades de un cambio para la mejora de la gestión y dan lugar al surgimiento de los PACS (Picture Archiving and Communication System). La Sección 1.3 está dedicada a la explicación del concepto de PACS, sus componentes y su interoperabilidad con el resto de los sistemas de una institución sanitaria mediante el uso de distintos estándares.

En la Sección 1.4 detallamos la modalidad de trabajo en el Hospital de Clínicas y se plantea nuestra propuesta en la Sección 1.5.

1.1. Imagenología

La *imagenología* [IMI05] es la ciencia que se ocupa de todas las imágenes médicas, normales y anormales, de nuestras estructuras, tejidos y órganos internos. Las imágenes médicas son obtenidas mediante distintos *métodos de obtención de imágenes*, que utilizan las propiedades físico-químicas de distintas fuentes de energía (rayos X, ultrasonido, resonancia magnética, etc.). Existe una gran variedad de métodos de obtención de imágenes. Hay algunos que utilizan radiaciones ionizantes, los cuales funcionan por emisión de Rayos X como Fluoroscopia, Radiografía (dentro de esta hay técnicas especiales Tomografía lineal, Mamografía), Tomografía Axial Computarizada (TAC), Tomografía helicoidal y Angiografía por Sustracción Digital (DSA). Otros métodos no utilizan radiaciones ionizantes, por ejemplo Ultrasonido (US) y Resonancia Magnética (RM).

La *Radiología* [IMA05] es una especialidad médica que forma parte de la Imagenología. Esta especialidad es la principal generadora de imágenes de un hospital y además es la de mayor consumo, por este motivo normalmente asociamos erróneamente Imagenología a Radiología. Los inicios de la Radiología fueron en 1885, cuando W. Conrad Röntgen profesor de Física de la Universidad de Wurtzburg, descubrió una nueva gama de radiaciones que denominó rayos X. Unas semanas después del descubrimiento se tomaban en Montevideo las primeras radiografías del Río de la Plata [PRU97][PIOI]. A fines de 1899 se creó el primer laboratorio de Radiología en Facultad de Medicina de la Universidad de la República, donde se hicieron los primeros estudios radiológicos a pacientes. En la década del 60 comenzó en el mundo una etapa de progreso y perfeccionamiento [IMA05], donde se desarrollan los equipos de video-tape que facilitan almacenar imágenes de un examen realizado; se perfeccionan las pantallas intensificadoras de considerable calidad; chasis y películas de gran sensibilidad; cámaras láser para fotografías; así como se incorpora la Angiografía por Sustracción y Radiografía de alta calidad. En 1970, el británico Hounsfield presenta en Londres el primer tomógrafo computarizado [IMA05], en el cual la imagen no es analógica, como en la radiología convencional, sino digital. El equipo que le valió un premio Nobel. A partir del nacimiento de la tomografía digital surge la necesidad de almacenamiento y manipulación de imágenes médicas digitales. En nuestro país la Tomografía Axial Computarizada (TAC) se incorpora entre 1979 y 1980 en tres centros privados. Recién en 1988 el Hospital de Clínicas, dependiente de la Universidad de la República, incorpora un tomógrafo. En 1990 se instala el primer tomógrafo fuera de Montevideo, en Maldonado [RVI92].

Los diferentes métodos de obtención de imágenes han contribuido a la generación de diferentes tipos de imágenes médicas digitales para diagnóstico, junto con el consecuente incremento en la producción de las mismas.

1.2. Departamento de imagenología y modalidad de trabajo

En la actualidad los estudios de imagenología son sumamente importantes para el diagnóstico clínico. Tradicionalmente en las instituciones sanitarias las imágenes obtenidas en los estudios de un paciente son impresas en placas, que posteriormente forman parte de su expediente médico. El manejo de estos expedientes puede convertirse en un problema por el espacio de almacenamiento requerido, la pérdida de los mismos, la lentitud de su consulta y la repetición de estudios, lo cual deriva en una pobre atención al paciente y en el incremento de los costos de la institución. En los departamentos de Radiología que siguen funcionando según el esquema tradicional, las imágenes que se obtienen de sistemas de adquisición digital (como Resonancia Magnética, Radiografía Computada, etc.) se despliegan en los monitores de los dispositivos de adquisición para visualizarlas temporalmente y luego se imprimen en placas. Las imágenes dinámicas (videos) son almacenadas localmente por el equipo generador de imágenes por un corto lapso de tiempo. Solamente se mantienen mientras se realizan los informes asociados al estudio y posteriormente se eliminan. La visualización de las imágenes impresas en placas se realiza en negatoscopios. El proceso de impresión puede provocar una pérdida de calidad de la imagen, y al momento de realizar un informe del estudio no es posible lograr modificaciones sobre la imagen o ampliar zonas a destacar. En cuanto al costo de las placas, se debe considerar [PACS00]:

- El almacenamiento, incluyendo sus gastos indirectos como el costo de sobres, etiquetas, etc.
- El revelado (tanto equipo y piezas para reparación del mismo, como productos químicos) y sus gastos indirectos involucrados; personal, cuarto oscuro y el personal para manipulación de expedientes de placas.
- Costo de las placas, este puede aumentar debido a la pérdida de estudios (la cual lleva a repetir los mismos), y a las placas mal impresas.

Los problemas que presenta el flujo de trabajo basado en placas relativos a la búsqueda de exámenes; tiempo de acceso a ellos; problema de almacenamiento de los estudios e incorporación de estos en una *Historia Clínica Electrónica* (HCE), fueron motivando la necesidad de buscar herramientas para optimizar la atención al paciente. Una de las herramientas que surgió orientada a la gestión de imagenología la constituyen los sistemas de información llamados *Sistema de Información Radiológica* (RIS, Radiology Information System). En general un RIS abarca las siguientes funciones [BIT08]:

- Registro de pacientes y datos demográficos.
- Órdenes y Agenda de estudios imagenológicos.
- Monitoreo del estado de estudios y de informes.
- Facturación, estadísticas y control de costos.

Más allá del ordenamiento y gestión de la agenda que existen hace varios años, el volumen creciente de estudios digitales que se generaban en los departamentos de imagenología creó la inminente necesidad de contar con una forma de trabajo o equipamientos que permitiesen almacenar, recuperar y distribuir los mismos. Esto dio origen al desarrollo de complejos sistemas informáticos que permiten gestionar la comunicación y el almacenamiento de las imágenes por medio de una red de

imagenología. A este tipo de sistemas se les denomina *PACS* (Picture Archiving and Communication System) [BIT08], los describimos con mayor detalle en la siguiente Sección 1.3.

1.3. PACS

La tecnología de PACS se introdujo a mediados de los años 80 con la problemática que presenta el manejo de las placas radiográficas, así como la proliferación de sistemas digitales. En esta época los PACS vieron su primera instalación operativa en los servicios de diagnóstico por imagen de la Universidad de California–Los Ángeles (UCLA), que se convirtió así en el principal centro de desarrollo y experimentación en el tema. Sin embargo, no fue hasta el inicio de los años 90 cuando realmente esta tecnología tuvo su maduración. En el año 1992 se podían contar alrededor de 20 PACS instalados en Europa con distintos niveles de implantación [PACS00].

Los PACS pueden utilizarse para mejorar la atención de la salud en la entrega de un flujo de trabajo eficiente, resultando en una mejora de las prestaciones de atención en salud y reduciendo los costos operativos. Con todos estos beneficios, la comunicación digital y las tecnologías de la información están cambiando gradualmente la forma de adquirir, almacenar y visualizar imágenes médicas. Típicamente un PACS [BIT08] consiste de un servidor central que almacena y gestiona la información relacionada a los estudios, conectado a uno o más clientes vía una LAN (Local Area Network) o una WAN (Wide Area Network) que proveen o utilizan las imágenes. En la Figura 1.1 se muestra un ejemplo de PACS donde hay un servidor PACS interconectado a componentes proveedores (modalidades) y consumidores (estaciones de trabajo y visualización) de estudios.

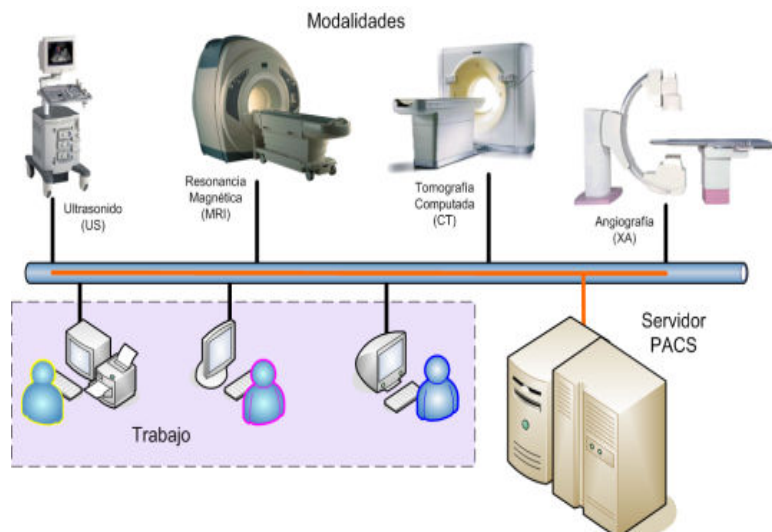


Figura 1.1: Servidor PACS interconectado a proveedores y consumidores de estudios

Un PACS consta de cinco componentes principales [BIT08]: sistemas de adquisición, infraestructura de red, sistema de control, sistema de visualización y sistema de archivado.

Sistema de Adquisición:

El sistema de adquisición está compuesto por un conjunto de equipos capaces de generar imágenes estáticas o dinámicas (videos), los cuales se denominan *modalidades*. Algunos ejemplos de modalidades de imagenología son: Radiografía Computada (CR), Ultrasonido(US), Angiografía de Rayos-X(XA), Resonancia Magnética(MR), Tomografía Computada(CT), etc.

Las imágenes estáticas y dinámicas generadas en una modalidad son guardadas localmente en el equipo y son enviadas al sistema de control del PACS, además de las imágenes la modalidad también envía toda la información relacionada al estudio del paciente y parámetros asociados con la adquisición. En el caso de que una modalidad no sea digital, entre la modalidad y el servidor PACS (Sistema de Control) se colocan convertidores digitales.

Infraestructura de Red:

Uno de los elementos fundamentales que componen un PACS es la red. Ella interconecta físicamente los distintos componentes (servidores, usuarios finales, sistemas de adquisición).

Sistema de Control:

El sistema de control está formado por un conjunto de computadoras (comúnmente servidores) que controlan todo el sistema, esto es lo que se llama el servidor PACS. Las principales funciones que realiza generalmente este sistema son:

- Recibe imágenes procedentes de exámenes realizados en las modalidades.
- Extrae información de texto de los exámenes recibidos (identificador de paciente, tipo de modalidad, n° examen, n° imágenes, etc.). Con esta información se logra que los estudios sean identificados inequívocamente.
- Se interconecta con RIS para recibir citas, las cuales establecen qué estudios deben realizarse a qué pacientes en horarios específicos.
- Resuelve peticiones de imágenes de las distintas estaciones de consulta o diagnóstico.
- Realiza compresión y descompresión de imágenes si es necesario.
- Realiza chequeos de integridad de datos.

Sistema de Visualización:

El sistema de visualización está formado por un conjunto de estaciones de trabajo (workstation) para la interpretación y revisión de imágenes, que ofrecen medios para la manipulación de las imágenes (cortar, rotar, zoom, etc.). Existen distintos tipos de estaciones de trabajo las de consulta o de diagnóstico. Estas estaciones tienen conexión con la red; base de datos local; monitores de alta o media definición según su uso (diagnóstico o consulta).

Sistema de Archivado:

El sistema de archivado permite gestionar almacenamientos de corto y largo plazo para el almacenamiento y recuperación de estudios y reportes. El almacenamiento a corto plazo suele encontrarse en el servidor del sistema de control, mientras que el almacenamiento a largo plazo se realiza en otros medios como Cintas, CD, DVD etc.

1.3.1. Interoperabilidad del PACS en un entorno clínico.

La continua mejora de los servicios prestados por las instituciones hospitalarias y la creciente preocupación de las personas por la salud, incrementan la necesidad de contar con soluciones que den soporte a la gestión administrativa de los pacientes y

a las actividades clínicas. Esto permite un seguimiento completo de la atención prestada al paciente y la optimización de las actividades de los distintos departamentos y servicios del centro hospitalario.

Un *Sistema de Información para la gestión Hospitalaria* (HIS, Hospital Information System) [BIT08], se entiende como un grupo de subsistemas de información en áreas específicas, altamente integradas y coordinados en torno a un eje primordial, el paciente de la institución. Esta estructura viene heredada en muchos casos de la evolución separada de sistemas específicos (facturación, laboratorio, admisión, control de stock de insumos, farmacia) de las instituciones. Ese eje lo forma la base de datos central de pacientes de la organización sanitaria, desde la cual se referencian todos los eventos clínicos y administrativos a través de los subsistemas particulares. El HIS tiene como misión permitir la optimización de los recursos humanos y materiales para satisfacer las necesidades de las áreas operativas, administrativas y clínicas. Contiene sistemas de admisión, agentamiento, Historia Clínica Electrónica (HCE), sistemas de facturación y otros.

La *HCE* [BIT08], contiene la historia clínica del paciente y debe funcionar como concepto vinculante hacia su propia información imagenológica, de laboratorio y otras.

La Figura 1.2 muestra el flujo de información entre un RIS, PACS y el resto del HIS del un sistema hospitalario típico. La misma figura muestra el flujo alternativo que se sigue en el caso de un esquema basado en placas que ya hemos descrito en la Sección 1.2. A continuación describimos los siete pasos que involucran un esquema digitalizado [BIT08], comenzando desde el ingreso del paciente hasta que se realiza el reporte de diagnóstico.

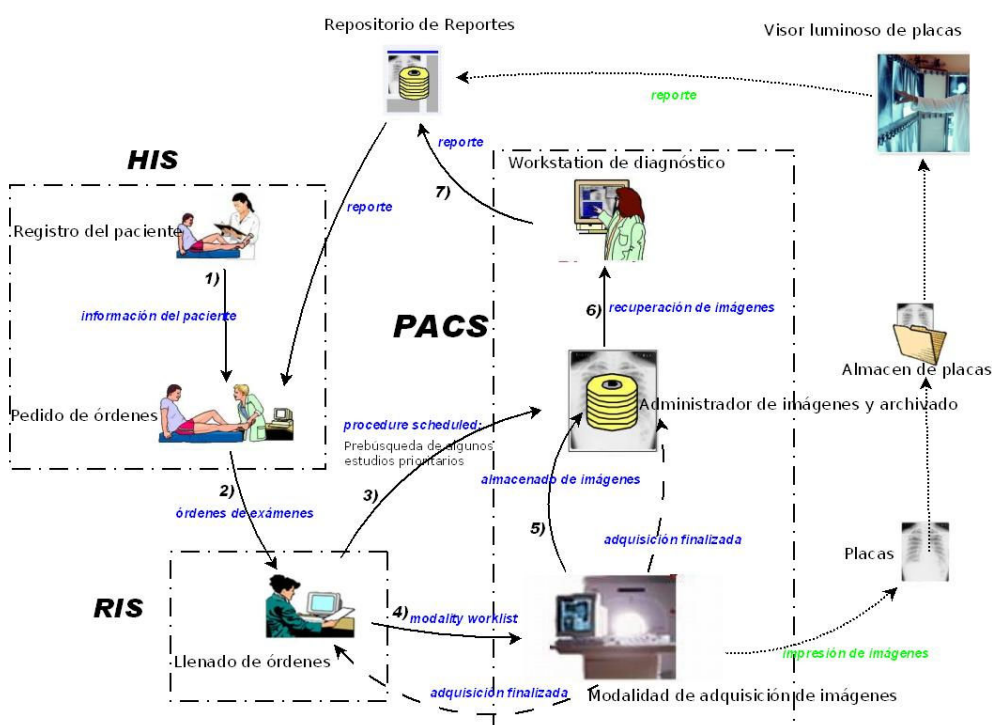


Figura 1.2: Flujo de información digital HIS-RIS-PACS vs Flujo de placas [SWF02]. Las cajas delimitadas con punto y raya describen los subsistemas (HIS, RIS, PACS). Las flechas punteadas representan el flujo de placas y las flechas numeradas denotan los pasos del flujo de información digital.

- 1) El paciente se registra en el HIS y se solicita una orden para un examen radiológico al RIS. Un número de esa orden es automáticamente asignado.
- 2) Se genera un mensaje como salida del HIS al RIS notificándole de un examen pedido por el médico. Este mensaje contiene entre otras cosas la orden, los datos patronímicos del paciente y la fecha/hora.
- 3) Se realiza una búsqueda en el PACS del histórico de los exámenes del paciente agendado, estos son adquiridos y enviados a la estación de trabajo de lectura del RIS.
- 4) El paciente concurre a realizarse el examen, la modalidad consulta al RIS por la *worklist* que es una lista de trabajo que contiene todas las citas agendadas para la modalidad que la solicita. Cada cita cuenta con la información de los datos patronímicos del paciente, fecha-hora, características del examen solicitado, modalidad, etc.
- 5) El estudio se realiza y se visualiza en el visor de la workstation de la modalidad de adquisición de imágenes. Posteriormente, si el estudio se realizó correctamente es enviado al servidor PACS (administrador de imágenes y archivado).
- 6) El médico elabora un informe en una workstation de diagnóstico. Primero solicita los estudios a informar, luego analiza el estudio y posteriormente realiza el informe correspondiente al estudio.
- 7) El reporte de diagnóstico generado en el paso anterior es enviado a un repositorio de reportes. Este repositorio puede formar parte del HIS con los otros reportes del resto de las áreas, puede ser almacenado en el PACS, o puede tenerse un repositorio independiente.

Como apreciamos en la Figura 1.2, es necesario contar con mecanismos que permitan el intercambio de información entre el RIS, el PACS y el resto del HIS de un hospital. En general, la comunicación de información es un componente fundamental en el área de la salud, ya que se transfiere información entre los profesionales de la salud, entre instituciones, sistemas informáticos para el soporte de decisión, etc. Una comunicación efectiva requiere que el emisor y el receptor de información compartan un "marco de referencia" común que permita la interacción. Existen estándares que proveen ese marco común, promoviendo una uniformidad en la denominación de los componentes del sistema de salud, ya sean objetos, diagnósticos, personas, intervenciones, etc. Estos estándares son reglas que gobiernan el modo en que la información del paciente es almacenada e intercambiada electrónicamente, permitiendo interoperabilidad, que es la capacidad de comunicarse, compartir información y utilizarla.

En el área de la salud, dos referencias importantes que utilizamos en este proyecto son Health Level 7 (HL7) y Digital Imaging and Communications in Medicine (DICOM). HL7 [HL7009] es un conjunto de estándares para el intercambio electrónico de información médica y DICOM [DISD09] es un estándar para el manejo, almacenamiento, impresión, y comunicación de información en imagenología médica. En los capítulos 2 y 3 veremos específicamente estos estándares, detallándolos y explicándolos.

Además existe Integrando las Empresas Sanitarias (IHE, Integrating the Healthcare Enterprise) [IHEE05], esta es una iniciativa de profesionales de la sanidad y empresas proveedoras, cuyo objetivo es mejorar la comunicación entre los sistemas de información que se utilizan en la atención al paciente. IHE define "perfiles de integración" que utilizan estándares ya existentes (como DICOM y HL7) para la integración de sistemas, de manera que proporcionen una interoperabilidad efectiva y un flujo de trabajo eficiente. Cada Perfil de Integración IHE describe una necesidad clínica de integración de sistemas y la solución para llevarla a cabo.

Define también los componentes funcionales, a los que llamaremos actores IHE, especificando con el mayor grado de detalle posible las transacciones que cada actor deberá realizar. En el capítulo 4 de arquitectura se verá como se utilizó el perfil SWF (Scheduled Workflow) de IHE para mostrar un flujo de trabajo genérico en una entidad sanitaria. Por más información de IHE ver anexo correspondiente.

1.4. Marco de Trabajo en el Hospital de Clínicas.

El Hospital de Clínicas funciona en la actualidad según un esquema basado en placas. Además de los problemas generales que presenta un esquema de este tipo, descritos en la Sección 1.2, algunas características del Hospital de Clínicas acentúan o generan nuevos problemas. Por ejemplo, debido a que el Hospital de Clínicas es además un centro educativo, hay un gran desperdicio de placas mal impresas o estudios mal realizados. Por esto último hay un gran gasto de químicos, placas, sobres y desgaste de equipamiento innecesario.

El Hospital de Clínicas cuenta con un sistema de agenda donde se registra un paciente, la fecha y hora de los estudios y la modalidad en la cual se realizará el estudio. Sin embargo, debido a la falta de interoperabilidad el técnico vuelve a ingresar los datos del paciente en la modalidad cuando se realiza el estudio, también se imprimen o escriben a mano en los sobres de las placas obtenidas en el estudio. Esto representa una fuente importante de errores e inconsistencias en la información registrada sobre un paciente. Cuando se realiza un estudio el paciente se lleva la placa impresa, o un CD/DVD si es un video. El Hospital en general no posee copia de los estudios (placa impresa o CD/DVD) solamente informes de los mismos. Por lo tanto, el estudio queda únicamente en poder del paciente, pudiendo extraviarse o deteriorarse. Sin este registro, el médico en una visita posterior no podrá comparar ni realizar un seguimiento con los estudios previos. Más aún, no es posible consultar el estudio en más de un lugar simultáneamente. El informe (reporte) queda almacenado en la historia clínica en forma impresa o en forma manuscrita, por lo que la capacidad de cruzamiento de información sobre otros diagnósticos es limitada y requiere un gran esfuerzo del profesional. La posibilidad de obtención de resultados estadísticos también es restringida.

Todo esto motiva al Hospital de Clínicas a impulsar la incorporación de un PACS y las herramientas de interoperabilidad que sean necesarias; este proyecto se encarga de generar una solución en ese sentido. Además el Hospital de Clínicas estableció entre sus prioridades adquirir el equipamiento necesario para esta nueva realidad.

1.5. Nuestra Propuesta.

En esta sección describimos brevemente los aportes de nuestro proyecto orientados a la incorporación de un PACS en el Hospital de Clínicas. Estos aportes incluyen tanto el estudio y documentación de diferentes alternativas, como el desarrollo de una solución específica. Estos temas van a ser detalladamente desarrollados a lo largo del resto de este informe.

En este proyecto adaptamos un servidor PACS de código abierto especialmente a los requerimientos del Hospital de Clínicas. Al almacenar los estudios en el PACS, se habilita desde distintos lugares a los mismos, para su posterior diagnóstico o consulta por parte de los médicos. Además el PACS es capaz de interconectarse con equipos médicos muy variados gracias al uso del estándar DICOM. Esto incluye la mayoría de los equipos con los que cuenta el Hospital de Clínicas, que potencialmente son capaces de soportar DICOM¹, así como prácticamente la

¹ Algunos equipos del Hospital de Clínicas si bien cuenta con las funcionalidades DICOM no se pueden utilizar por no contar con el licenciamiento adecuado.

totalidad de los equipos modernos que se adquieran en el futuro. Las necesidades de interoperabilidad del PACS con el resto de los sistemas de información del Hospital de Clínicas se solucionan siguiendo los estándares HL7. En particular nuestra solución brinda interconexión con el HIS/RIS, para que la agenda (coordinación de estudios) se transfiera a cada modalidad automáticamente, evitando errores de reingreso de pacientes, o problemas administrativos. El sistema prevé los mecanismos necesarios para integrarse con un generador de reportes que se está desarrollando en el Hospital de Clínicas, que permitirá al personal médico incorporar reportes de diagnóstico asociados a los datos generados por los equipos. Estos reportes quedarán almacenados en el HIS para su posterior consulta o utilización para cruzamiento con otros estudios.

La documentación generada durante el desarrollo de este proyecto incluye un resumen de los aspectos relevantes para nuestro problema de los estándares HL7 y DICOM. Estos estándares son en toda su generalidad extensos y complejos. También documentamos diferentes alternativas para contemplar todos aquellos aspectos particulares del flujo de trabajo del Hospital de Clínicas, y argumentamos sobre cuál consideramos que es la solución más apropiada en cada caso.

1.6. Organización del resto del documento

En este primer capítulo hemos planteado la importancia de la utilización de los estándares para lograr la interoperabilidad entre los distintos sistemas que componen una institución sanitaria.

En el Capítulo 2 veremos una introducción a HL7. Comentaremos las distintas versiones y sus principales características, nos centraremos en la versión 2.x que será la utilizada por nosotros para la comunicación con el HIS del Hospital de Clínicas.

En el Capítulo 3 veremos DICOM, una breve historia de cuándo y por qué surge el estándar. También detallamos las principales funcionalidades de DICOM utilizadas en el flujo específico del Hospital de Clínicas.

En el Capítulo 4 presentamos la arquitectura de la solución que proponemos. Veremos los principales componentes y los tipos de interacción que participan en el flujo de trabajo diario de un entorno sanitario con respecto a la realización de estudios de imagenología. Primero presentaremos un flujo de datos general de trabajo, para posteriormente mostrar cuál es el flujo de trabajo específico que proponemos implementar en el Hospital de Clínicas. Además veremos que para llegar a este diseño del flujo de trabajo existen diversas alternativas que serán analizadas.

En el Capítulo 5 discutimos algunos aspectos importantes de nuestra implementación. Se comienza con la justificación del servidor PACS elegido para luego describir sus principales características. También detallaremos la interfaz necesaria para que el sistema HIS/RIS se comunique con el sistema PACS mediante los servicios que brinda. Luego se detallará el mecanismo de comunicación que existe entre el sistema PACS y la herramienta de generación de reportes con la cuenta en el Hospital de Clínicas. Por último se verán algunos agregados que se le hizo a la herramienta para lograr mayores prestaciones.

En el Capítulo 6 se describen las conclusiones del proyecto así como los resultados alcanzados propuestos inicialmente y los que surgieron posteriormente. También se plantean opciones de trabajos a futuro para complementarlo o extenderlo.

2. HL7

En este capítulo se hace una introducción a HL7, uno de los estándares internacionales de mayor relevancia para lograr la interoperabilidad de sistemas médicos, cuya importancia en este proyecto hemos explicado en el Capítulo 1. La interoperabilidad depende de dos conceptos importantes, la Interoperabilidad sintáctica (operativa o funcional) e Interoperabilidad semántica. La capacidad de intercambiar datos es lo que se conoce como la interoperabilidad operativa o funcional, mientras que la propiedad de interpretar los datos transferidos para obtener información útil se denomina interoperabilidad semántica.

En la Sección 2.1 se hace una reseña histórica y se nombran las distintas versiones. En la Sección 2.2 nos centraremos en la versión 2.x que será la utilizada por nosotros para la comunicación con el HIS/RIS del Hospital de Clínicas. La información para este capítulo la tomamos de [HL7A09] y [HL7O09].

2.1. Un poco de Historia de HL7

Fundada en el año 1987, HL7 es una de las organizaciones más importantes en estándares de mensajería en informática médica. Se implementa en la capa 7 (capa de aplicación) del modelo de redes OSI (Open System Interconnection) destinada a utilizarse en el ámbito de la salud, de aquí viene su nombre. En la Figura 2.1 se muestran las 7 capas del modelo OSI.



Figura 2.1: Modelo OSI

Su misión es proveer un marco completo de estándares relacionados para el intercambio, la integración y la recuperación de información electrónica de salud que soporte la práctica y la gestión clínica. HL7 interviene específicamente creando estándares, guías y metodologías flexibles que permiten la interoperabilidad entre los sistemas de información y el intercambio de registros de salud electrónicos. Desde 1994 la organización está acreditada como SDO (Standards Developing Organization) por el ANSI (American National Standards Institute). Como organización HL7 tiene una estructura y procedimientos formales basados en la búsqueda del consenso y el balance de intereses entre los distintos sectores representados: empresas de software, financiadores de la salud, estados nacionales, universidades, prestadores de salud, consultores, etc.

Las primeras versiones del estándar de mensajería 1.0 y 2.0 se aprobaron en 1987 y 1988 respectivamente. Desde entonces se han sucedido una serie de versiones.

En Uruguay HL7 se ha tomado como estándar a seguir. La SUEIIDISS (Sociedad Uruguaya de Estandarización, Intercambio e Integración de Datos e Información de Servicios de Salud), es la principal propulsora del estándar en el Uruguay, tiene como misión promocionar, desarrollar, investigar, capacitar y certificar el uso de estándares que permitan el intercambio de datos e información de gestión entre

todos los actores de la salud. Algunos de los objetivos de la SUEI DISS son [SUEI09]:

- Establecer las bases técnicas y jurídicas para la implantación de estándares informáticos en la gestión sanitaria multidisciplinaria.
- Generar un ámbito de discusión multisectorial (Estado, Instituciones Públicas y Privadas Prestadoras de Servicios de Salud, Proveedores de Tecnología, Universidades Públicas y Privadas, etc.)

Distintas instituciones del país han ido adoptando el estándar HL7 para la transferencia de su información médica [PRE06].

A continuación desarrollaremos las principales características de las versiones 2.x de HL7.

2.2. HL7 VERSIÓN 2

La versión 2 de HL7 que comenzó a desarrollarse en 1988, es un protocolo para el intercambio de datos clínicos a través de mensajes. La sintaxis de los mensajes utiliza cadenas ASCII con delimitadores. Tiene pocas restricciones semánticas, es decir que deja librado a negociaciones entre las partes el vocabulario a incluir en los elementos codificados de los mensajes. Esta versión del estándar define que es lo que se envía entre cada delimitador preestablecido, por ejemplo el diagnóstico, pero deja librado a cada implementación si va en texto libre o utilizando algún estándar de terminología, en esta versión esto surge de un acuerdo entre el emisor y el receptor del mensaje.

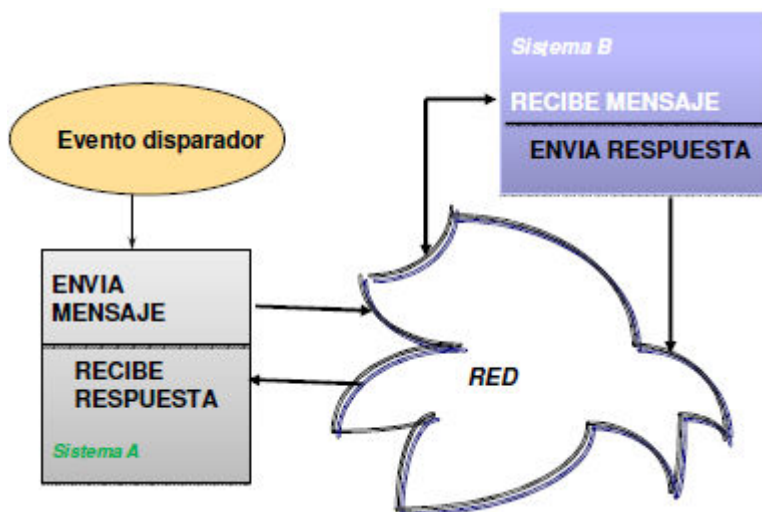


Figura 2.2: Modelo básico de Transacción en HL7

En la Figura 2.2 se ve el modelo básico en el cual un evento disparador hace que el Sistema A envíe un mensaje. Este mensaje es recibido por un Sistema B el cual envía respuesta al sistema A. Por último el sistema A recibe la respuesta.

ELEMENTOS DE UN MENSAJE

Un mensaje es la unidad mínima transferida entre sistemas informáticos. En la Figura 2.3 se muestra un mensaje típico de HL7 versión 2.

```

MSH|^~\&|NSI|LAB||20010827120759||ADT^A01|NSI1|P|2.3|||AL<cr>

EVN|A01|18000101000000<cr>

PID|1||60719^^^HI|26690949^^^DNI|TORRALBA^AIDA||19780113000000|
F|||POTOSI 4032 108^^CAPITAL FEDERAL^^1899<cr>

NK1|1|CAMUS^ALBERTO|PAD|RIVADAVIA 253|42539686<cr>

PV1|1|I|301|R||1436^PEREZ^JORGE^ALBERTO|1026^LOPEZ^NORBERTO|998^
GARCIA^ALEJANDRO|M||A|4|A0|N|1026^LOPEZ^NORBERTO|OB|H0100240
||||||||||||ALV||||||20010823095130|20010823102455<cr>

IN1|1|INT^^HI|2^^^HI~347^^^NSI|PLAN DE SALUD<cr>

```

Figura 2.3: Ejemplo de mensaje HL7 versión 2

Los tipos de mensajes HL7 son agrupadores lógicos de mensajes que asignan a un grupo de eventos la misma categoría. Por ejemplo los mensajes del tipo ADT, serán los encargados de manejar toda la mensajería de un censo hospitalario. Dentro de ese tipo de mensaje encontramos varios eventos como la admisión del paciente, el cambio de ubicación del paciente o el alta. Para un mensaje ADT el evento A01 indicará que un nuevo paciente es admitido. Para un mensaje ADT el evento A02 indicará que un paciente cambió de ubicación y el evento A03 que se fue de alta.

Lo mismo que para admisión de paciente hay tipos de mensajes para ordenes ORM. La función de este mensaje es iniciar una transmisión de información de una petición. La información transmitida puede consistir en realizar una nueva petición, cancelar alguna existente, ponerla en estado de espera o almacenar dichas peticiones. Los mensajes ORM pueden ser creados por el sistema emisor, el sistema receptor o un tercero.

Ejemplos de codificación de eventos:

- Para los tipos de mensaje ADT(Administración de pacientes) podemos tener los eventos:
 - A01 – Admisión
 - A03 – Alta
 - A04 – Registro
- Para los tipos de mensaje ORM(Solicitudes) podemos tener los eventos:
 - O01 – Solicitud
 - R01 – Retorno de los resultados

Los mensajes de órdenes comentados anteriormente se utilizarán para que el HIS/RIS envíe los datos del paciente agendado al PACS para un estudio. El evento asociado al mensaje ORM es O01. En el Capítulo 5, describimos en detalle los campos utilizados es este tipo de mensaje.

A continuación detallaremos como se compone un mensaje HL7 típico en la versión 2.x. Cada mensaje está compuesto por segmentos, campos, caracteres delimitadores, componentes y subcomponentes.

Segmentos:

Un segmento HL7 es una agrupación de campos. Los segmentos dentro de un mensaje pueden ser requeridos u opcionales. Pueden ocurrir una sola vez o permitir repeticiones. Cada segmento se identifica con un nombre. Por ejemplo Encabezado de mensaje (MSH), identificación del tipo del acontecimiento (EVN), del paciente (PID), y visita paciente (PV1). Cada segmento es identificado por un código de tres caracteres único conocido como la identificación del segmento.

Campos:

Un campo es una cadena de caracteres definida por un tipo de dato de HL7. En HL7 existen tipos de datos definidos para el manejo de los campos, por ejemplo Alfanuméricos, Numéricos, Fecha y Hora, Financieros etc.

Componentes:

Un componente es uno de los elementos que conforman un campo. Dependiendo del tipo de dato que contenga el campo este puede tener uno o varios componentes. Por ejemplo, el campo Patient Name del Segmento PID está formado por 7 componentes, el apellido del paciente, el nombre del paciente, una inicial o un segundo nombre del paciente, un sufijo, un prefijo, un grado y un tipo de código. A cada uno de ellos los llamamos componentes del campo.

Subcomponentes:

Cuando el tipo de dato que se especifica de un componente es de un tipo de dato compuesto, a cada uno de sus partes las llamamos *subcomponentes*.

Caracteres delimitadores:

En la construcción de mensajes se utilizan caracteres especiales como delimitadores, ahora veremos cuáles son:

- Terminador de Segmento <CR> (ASCII 13)
- Separador de Campo | (ASCII 124)
- Separador de Componente ^ (ASCII 94)
- Separador de Subcomponente & (ASCII 38)
- Carácter de Repetición ~ (ASCII 126)
- Carácter de Escape \ (ASCII 92)

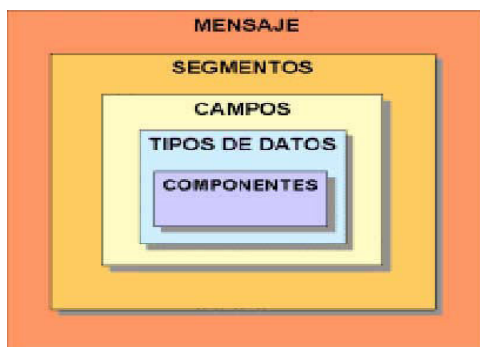


Figura 2.4: Diagrama de Composición de un Mensaje.

El estándar define un conjunto de mensajes asociados a eventos específicos como se mencionó anteriormente, alta de pacientes, admisión de un paciente, solicitud de orden, etc. También define de manera pormenorizada los segmentos de cada mensaje y para cada segmento los campos que contiene. Esta información se encuentra en tablas específicas del estándar.

2.3. HL7 VERSIÓN 3

Debido a la creciente utilización en todo el mundo del estándar y la falta de un proceso de desarrollo documentado, surge la nueva versión HL7 V3. El estándar HL7 versión 3 tiene el objetivo de apoyar todas y cada uno de flujos de los trabajo de la salud. El desarrollo de la versión 3 se inició alrededor de 1995, resultando en una publicación de nivel inicial en 2005.

La versión 3 de HL7 pone el foco en la semántica de los mensajes. Es por ello que junto con la versión se creó el *RIM* (Reference Information Model), un modelo

orientado a objetos de las entidades involucradas en los mensajes, las personas, las instituciones, los procedimientos, además de vocabularios codificados.

Otro cambio que vino acompañando en esta versión es que los mensajes se implementan en XML en lugar de ASCII plano, dando mucha mayor versatilidad y legibilidad a los mismos. *XML* (Extensible Markup Language) es un lenguaje para el intercambio de datos que permite organizar la información utilizando un “marcado” flexible y definido por el usuario.

Si bien hasta aquí solamente discutimos HL7 como un estándar de mensajería para intercambiar datos, ya sean administrativos, financieros o clínicos, HL7 V3 también provee otros estándares asociados, como por ejemplo *CDA* (Clinical Document Architecture). CDA define un modelo para el intercambio de documentos clínicos, como por ejemplo reportes de consultas, resúmenes de internación, informes de estudios etc. CDA hace que los documentos sean legibles tanto por máquinas (de modo que son fáciles de analizar y procesar electrónicamente) como por humanos (lo que pueden ser fácilmente recuperados y utilizados por las personas que los necesitan). El estándar CDA se implementa con XML, y se relaciona con el modelo semántico del RIM y utiliza sus tipos de datos. Las especificaciones del CDA son flexibles y permiten la utilización de plantillas de acuerdo a diferentes escenarios.

En el Capítulo 4 discutiremos dos alternativas de diseño para la comunicación entre el HIS/RIS y el PACS. Las opciones son HL7 con mensajería o envío de documentos CDA.

3. DICOM

En este capítulo comenzaremos con una introducción que contiene la historia y los distintos elementos que dieron lugar al surgimiento del estándar. En la Sección 3.2 detallaremos el modelo DICOM del mundo real de la realidad médica, los principales conceptos y sus relaciones, luego explicaremos como se deriva en el Modelo de Información DICOM. Por último en la Sección 3.3 especificaremos las principales funcionalidades del estándar y su aplicación en el flujo de trabajo que propusimos para el Hospital de Clínicas.

3.1. Introducción

En los años 70 la aparición de equipos generadores de imágenes médicas digitales y el uso de computadoras para el procesamiento de estas imágenes luego de su adquisición, llevó al Colegio Americano de Radiología (ACR) [ACR09] y a la Asociación Nacional de Fabricantes Eléctricos (NEMA) [NEMA09] a formar una comisión en 1983 con el fin de crear un método estándar para la transmisión de imágenes médicas y su información asociada [DISD09]. Esta comisión publicó en 1985 los estándares ACR-NEMA versión 1.0. Antes de esto la mayoría de los dispositivos almacenaban las imágenes en un formato propietario y transferían archivos de este formato sobre una red o en medios removibles para realizar la comunicación de las imágenes. En la versión 2.0 publicada en 1988 se creó una terminología estandarizada y una estructura de información. El proyecto tenía como objetivo la creación de un método estándar de comunicación de información de la imagen digital, y esto no se realizó hasta el lanzamiento de la versión 3.0 del estándar en 1993. Esta versión tuvo un cambio de nombre DICOM (Digital Imaging and Communications in Medicine). Las mejoras de esta nueva versión permitieron la transferencia de imágenes médicas en un ambiente multi-proveedor. Además facilitó el desarrollo y expansión de los PACS, y la interoperabilidad con los sistemas de información médica.

DICOM define un protocolo de capa superior (Capa de Aplicación en Modelo de red OSI) que se utiliza a través de TCP/IP, utilizando mensajes, servicios y objetos de información (imágenes, reportes estructurados, etc.). Los servicios y los objetos de información que se definen en el estándar abordan cinco áreas de funcionalidad:

- Transmisión y persistencia de objetos de información.
- Consulta y recuperación de esos objetos.
- Calidad y consistencia de la apariencia de imágenes, tanto para la visualización como para la impresión.
- Gestión del flujo de trabajo, con soporte de lista de trabajo e información de estado.
- Realización de acciones específicas (como la impresión de imágenes en placa)

3.2. Conceptos principales

DICOM utiliza un conjunto de normas para establecer el intercambio de información, el cual se realiza a partir de un modelo DICOM que describe el mundo real (pacientes, imagen, estudios, reportes, etc.) que forman los datos de la imagenología y la forma en que están relacionados [DIOF08]. Por este motivo se dice que DICOM es un estándar "orientado a objetos". Una entidad del mundo real

como, un paciente, una visita, una imagen, etc., es modelada como un objeto. Cada objeto tiene su conjunto de atributos, por ejemplo el objeto paciente contendrá los atributos de sus datos demográficos (nombre, apellido, sexo, fecha de nacimiento), etc. Partiendo del modelo del mundo real de una imagen médica y todo su entorno, se crea un modelo entidad-relación del mismo que sirve para estructurar la información. En la Figura 3.1 se muestra como DICOM modela el mundo real, también llamado modelo entidad relación (E/R).

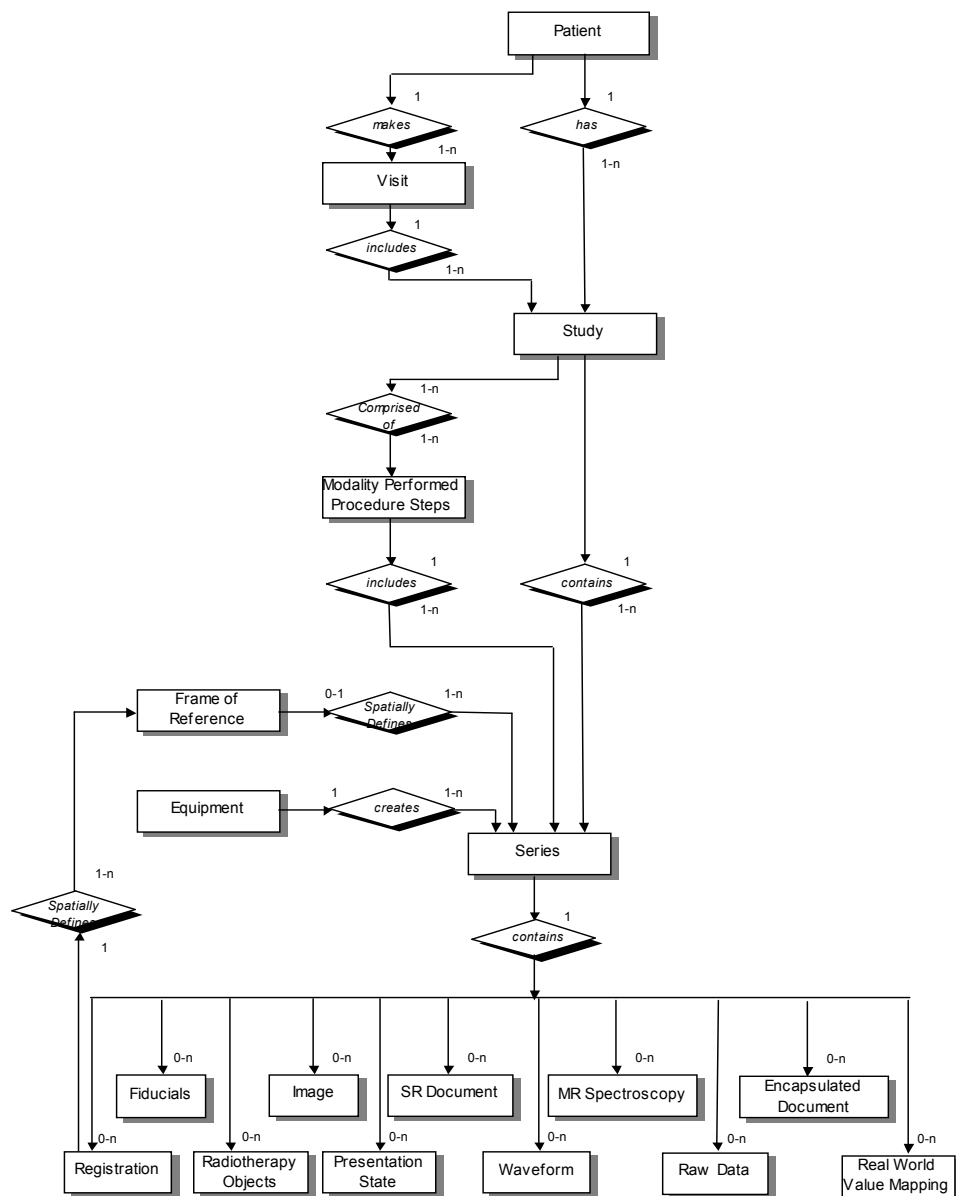


Figura 3.1: Modelo entidad-relación DICOM del mundo real [DIOF08]

A continuación describiremos como DICOM modela las entidades y sus relaciones en la Figura 3.1. Las cajas rectangulares en el diagrama E/R representan entidades de información DICOM. Los diamantes que conectan las entidades con líneas direccionadas representan las relaciones entre las entidades. Las líneas en etiquetas direccionales representan por ejemplo que cada *Patient* tiene uno o más *Studies*, cada *Study* puede contener múltiples *Series* y cada *Series* puede tener cero ó múltiples *Images*, *SR Document*, etc. Cada *Equipment* crea una o más *Series*. Otra entidad que vincula el *Study* y las *Series* es *MPPS* (Modality Performed Procedure Step, esta entidad la explicaremos más avanzado el documento).

Hecha la descripción de como DICOM modela las entidades del mundo real en el dominio de la imagenología, explicaremos en detalle que representa cada una de

las mismas. Cuando nos referimos a la entidad de tipo *Patient* esta define las características de un paciente que es a quién se le realiza uno o más estudios médicos. En el caso de la entidad de tipo *Study* esta define las características de la realización de un estudio médico a un paciente. Un estudio médico es un conjunto de una o más series (imágenes médicas, anotaciones, reportes estructurados, etc.) que guardan una relación lógica con el fin de realizar un diagnóstico. Cada estudio se corresponde con exactamente un paciente. La entidad de tipo *Series* define los atributos que son usados para agrupar imágenes, reportes estructurados, etc., dentro de conjuntos lógicos distintos. Un criterio de agrupación puede ser por ejemplo por tipo de modalidad. Cada series se corresponde con exactamente un estudio. *Equipment* es el tipo de entidad que describe al equipo (modalidad) que ha producido la serie de imágenes. Para el caso de la entidad de tipo *Image* esta define los atributos de la imagen que describen los datos de pixeles de una imagen. Una imagen se relaciona con una serie dentro de un único estudio. Por último, la entidad de tipo *SR Document* representa el reporte de diagnóstico que realiza un médico.

El modelo DICOM del mundo real (Figura 3.1) antes descripto, se extiende con el propósito de brindar una interfaz entre una modalidad y un sistema de información (ejemplo RIS, PACS) (ver Figura 3.3 modelo extendido simplificado) [IHEW09][IHEV109][IHEV209]. A continuación detallaremos los nuevos conceptos que surgen de esta extensión y como estos se vinculan a través de la gestión del estudio y sus series. Como comentamos en el Capítulo 1 (ver Figura 1.2), el proceso de realización de un estudio para un paciente conlleva la ejecución de un flujo de trabajo aplicado a la imagenología. En la Figura 3.2 mostramos la secuencia de pasos a grandes rasgos para dicha realización. Observemos que el flujo de trabajo tiene cuatro instantes de tiempo bien marcados. El primer instante de tiempo se produce con el arribo del paciente, como segundo instante se produce el agendamiento del estudio, tercero comienza la adquisición y por último el fin de la adquisición. Ahora nos centraremos en los conceptos asociados al agendamiento del estudio, ellos son Imaging Service Request, Requested Procedure y Schedule Procedure Step, estos conceptos son los que extienden el modelo del mundo real DICOM.

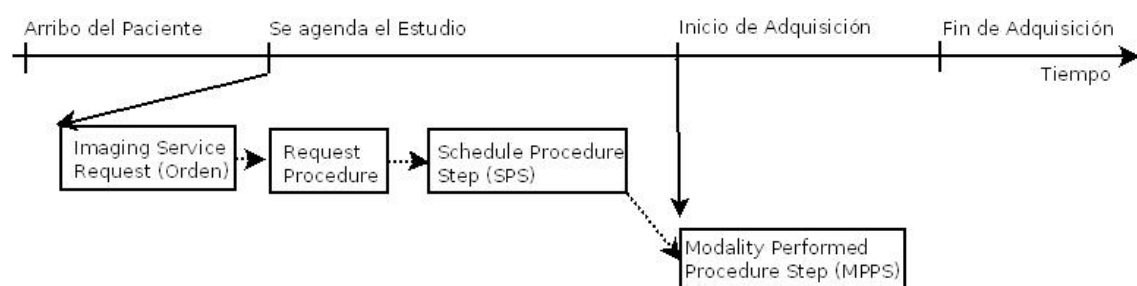


Figura 3.2: Secuencia de pasos para la realización de un estudio

En la Figura 3.2 el concepto Imaging Service Request (Orden) corresponde a una solicitud de servicio de imagenología para un paciente, ejemplo embolia pulmonar. Una solicitud se desglosa en uno o más Requested Procedure (Pedido de Procedimiento), por ejemplo radiografía de pecho. Estos pedidos de procedimiento se pueden dividir en pasos elementales (Schedule Procedure Step), por ejemplo radiografía lateral de pecho, radiografía frontal de pecho, etc. Una vez explicados estos tres conceptos, en la Figura 3.3 mostramos como se compone el modelo extendido (simplificado²). La parte izquierda modela la Modality Worklist (lista de trabajo de la modalidad que explicaremos en la Sección 3.3), y la parte derecha cómo es la relación estudio-serie-imagen ya detallada en la Figura 3.1. La parte

² No se muestran todas las entidades y relaciones, solamente aquellas que nos ayudan a describir la parte del modelo a explicar.

respecto a la Orden. Por ejemplo, en el caso de una Orden de un examen con rayos X para un paciente, para los próximos 3 días a las 8 am, cada uno de los exámenes diarios requerirá un informe de diagnóstico (reporte) por separado. Por lo cual cada uno de ellos será tratado como un Request Procedure separado. Con el fin de utilizar el servicio DICOM Query/Retrieve (este servicio DICOM se explicará en la Sección 3.3) y la validación de todos los resultados correspondientes a un único procedimiento de la Orden, también se genera el Study instance UID, un identificador único global para cada Requested Procedure. Este identificador se utilizará para identificar todas las imágenes generadas y otros objetos DICOM relacionados con este Requested Procedure. El tipo y número de un Schedule Procedure Step en un Requested Procedure es basado sobre los requerimientos de calendario (fecha y hora) y de la modalidad. Cada paso es identificado con el SPS Id. Un único SPS debe ser realizado sobre una única modalidad. Así, mientras el Requested Procedure debe ser identificado sobre una modalidad múltiple de exanimación. Un único Procedure Step corresponderá a las operaciones realizadas sobre una única modalidad. En la Figura 3.4 mostraremos el ejemplo de la jerarquía de Imagin Service Request, Requested Procedure y Schedule Procedure Step. Los nombres de las entidades son representados con sus nombres con texto en **negrita** y sus identificadores entre corchetes.

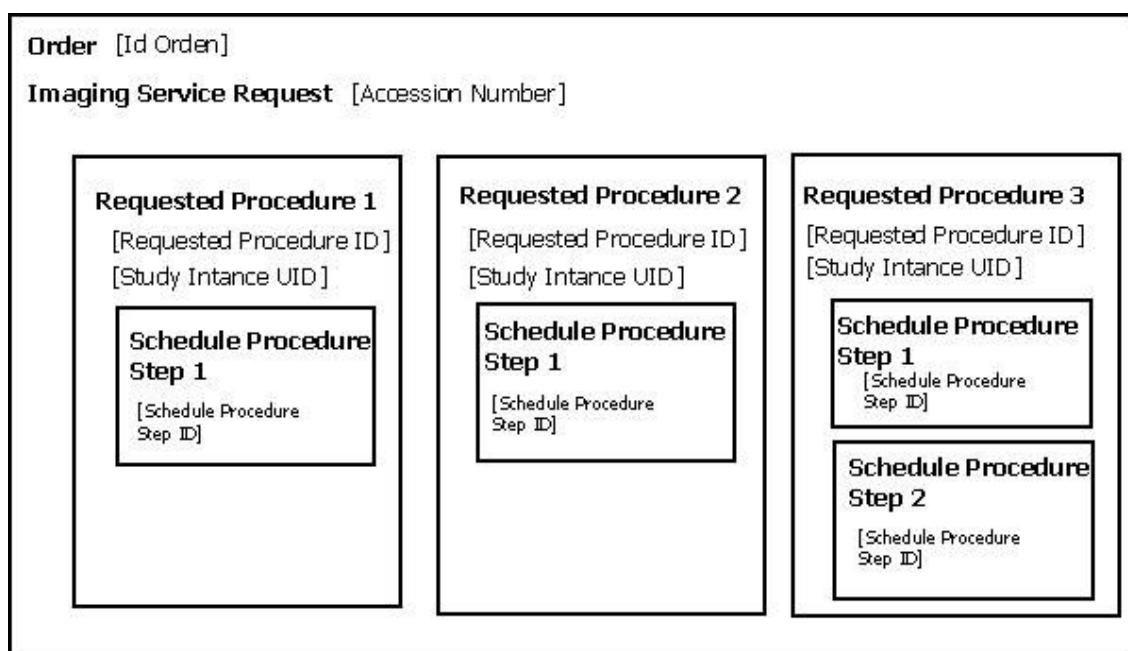


Figura 3.4: Jerarquía de Identificadores

El Modelo de Información DICOM se deriva del Modelo DICOM del Mundo Real mostrado en la Figura 3.1. Los Modelos de Información DICOM identifican varios IODs³ especificados por el estándar y sus relaciones. Esta no es siempre una correspondencia uno a uno entre las definiciones de los Objetos de Información DICOM (IODs) y los objetos del mundo real. Por ejemplo un IOD Compuesto contiene atributos de múltiples objetos del mundo real tales como series, equipo, estudio y paciente.

A continuación comentaremos una funcionalidad disponible en DICOM llamada WADO (Web Access to DICOM Persistent Objects) [DIOF08], esta define un acceso a los objetos DICOM persistentes en un servidor DICOM desde un servidor web cliente mediante páginas html, o documentos XML usando el protocolo HTTP/HTTPS. El

³ IOD (Information Object DICOM): es un modelo abstracto de datos orientado a objetos usado para especificar información sobre objetos del mundo real. Más información Anexo 2.

comando HTTP get se refiere a las imágenes utilizando los UIDS⁴ del Estudio, de la Serie y de la Instancia. Se puede pedir los objetos en una representación jpeg directamente incluida en la página Web, o en formato DICOM nativo. El objetos DICOM persistentes, es un instancia de objetos de datos que tiene asignado un identificador universal de forma única. En el Capítulo 4 mostraremos como usamos dicha funcionalidad para el acceso a reportes y en el Capítulo 5 detallaremos el modo de uso.

3.3. Servicios DICOM

DICOM define muchos servicios diferentes que se agrupan en niveles de complejidad, por ejemplo hay instituciones que no necesitan o su infraestructura no soporta todos los servicios DICOM. El nivel más básico incluye verificación de comunicación entre dispositivos, almacenamiento de las imágenes y posterior consulta o recuperación de las mismas. Esto ocurre en muchos de los equipos del Hospital de Clínicas más antiguos, los cuales no traen implementados servicios más complejos. Hay otros niveles más completos que incluyen manejo de lista de trabajo (worklist) y servicios relacionados. Esto da la posibilidad de interconectar las modalidades con HIS/RIS y con ello los beneficios asociados que comentamos en el Capítulo 1. En el Hospital de Clínicas existen algunos equipos nuevos que soportan este nivel pero no están funcionales (estos equipos no están instalados), en otros equipos si bien tienen soporte para este nivel, no cuentan con el licenciamiento necesario para su funcionamiento. Los niveles más altos incluyen anotaciones o cambios en las imágenes realizadas por los médicos, reportes sobre los estudios y mecanismos de seguridad.

Una de las características de la implementación de los servicios DICOM es que trabajan en un modelo cliente/servidor, en el cual un dispositivo con rol de usuario usa los servicios de otro sistema, y otro dispositivo con rol servidor es quien provee servicios a los usuarios. Ejemplo, en un determinado escenario un componente A puede ser proveedor de un servicio a un componente B. En otra situación puede darse que quien es proveedor del servicio es B y el usuario es A. Hay casos en el cual un componente puede ser simultáneamente proveedor y usuario de un servicio. Además de las características de implementación de los servicios antes mencionadas, la comunicación entre sistemas DICOM (que pueden implementar uno o más servicios) se consigue mediante la definición de una serie de parámetros en cada una de las entidades que componen el sistema PACS (Visores, servidor PACS, Modalidades, Impresora, etc.). Los mínimos parámetros requeridos son AE_Title, IP y Puerto. El *AE Title* (Aplication Entity Title) es el nombre de una aplicación y debe ser único dentro de la red DICOM. La *IP* identifica el sistema donde está corriendo la aplicación, y el *puerto* TCP/IP identifica a la aplicación que recibe los pedidos de la asociación.

A continuación detallaremos los diferentes servicios necesarios para poder implementar el flujo de imagenología digital en el Hospital de Clínicas. Puntualizaremos también los roles de los distintos componentes en el uso de los servicios.

Para chequear la información de estado de otro dispositivo compatible DICOM se utiliza el servicio **Verification**. Este servicio DICOM es un simple test mediante el cual un sistema en una red puede solicitar a otro sistema para verificar su estado (verifica conectividad DICOM). Por ejemplo para probar la conexión entre un visor DICOM y el servidor PACS, el visor inicia el servicio con rol usuario y el PACS con rol servidor que es el proveedor de dicho servicio. El resultado de la operación es exitoso si el servidor PACS responde, falla en caso contrario.

⁴ UID: los Identificadores Únicos (UID) son usados para identificar todo en DICOM.

Otro servicio importante es el **Storage** que permite el intercambio de imágenes y otros objetos DICOM (estudios, reporte asociado al diagnóstico de un estudio, etc.) entre dispositivos. La operación realizada por el servicio Storage es una función de "copia" o "envío", esto significa que la información será copiada de un dispositivo a otro. Por ejemplo luego que una modalidad adquiere las imágenes las envía al servidor PACS. En este ejemplo que presentamos, la modalidad es la que tiene el rol de usuario del servicio y el servidor PACS el rol de servidor del servicio.

Otro de los servicios que utilizamos es **Query/Retrieve**, este es un servicio que permite consultar una base de datos de un dispositivo DICOM (sistema de almacenamiento, workstation, etc.) por la información de la que dispone. También se permite la recuperación de estos objetos DICOM, por ejemplo imágenes, reportes, etc. Una modalidad puede soportar Query/Retrieve con rol usuario o con rol servidor. Como servidor del servicio la modalidad responde los pedidos por información sobre imágenes si están almacenadas en su propia base de datos. Cuando una modalidad quiere recuperar ciertas imágenes de un estudio previo (por ejemplo para asegurarse que el posicionamiento y técnicas usadas para el actual examen son idénticos al estudio anterior) esta debería soportar Query/Retrieve con el rol usuario. Si un médico en una Workstation quiere acceder las imágenes y recuperarlas de una modalidad antes de que el técnico las haya enviado al servidor PACS, la modalidad debería soportar Query/Retrieve con el rol servidor.

Las Query DICOM son basadas en un método de búsqueda jerárquica usando el Modelo de Información DICOM, ver Figura 3.4. Este modelo especifica que una entidad paciente puede tener múltiples estudios, cada estudio contiene varias series y cada serie múltiples imágenes. Este es el modelo más amplio, pero hay componentes que solamente implementan niveles más restringidos. Cada nivel tiene una clave única que se utiliza como índice para la base de datos, ellas son el identificador de paciente, identificador de estudio, identificador de la serie y el identificador de la SOP Class (ver Anexo 2 por más información). Las claves determinan para cada nivel que ramas hay que seguir hacia abajo en el árbol de búsqueda. Además de estas cuatro claves únicas hay otras claves necesarias, nombre del paciente, fecha estudio, modalidad, entre otras. Estas claves serán utilizadas en las estaciones de consulta para realizar las búsquedas y poder tener los mismos niveles de compatibilidad, con esto nos referimos a las claves definidas y que las soporte tanto el componente que realiza la consulta como el componente que la resuelve. Por ejemplo un servidor PACS puede tener implementado los 3 niveles y un visor solamente desde estudio hacia abajo en el árbol. Este visor solamente hará consultas con filtro de las claves definidas para estudio y niveles inferiores.

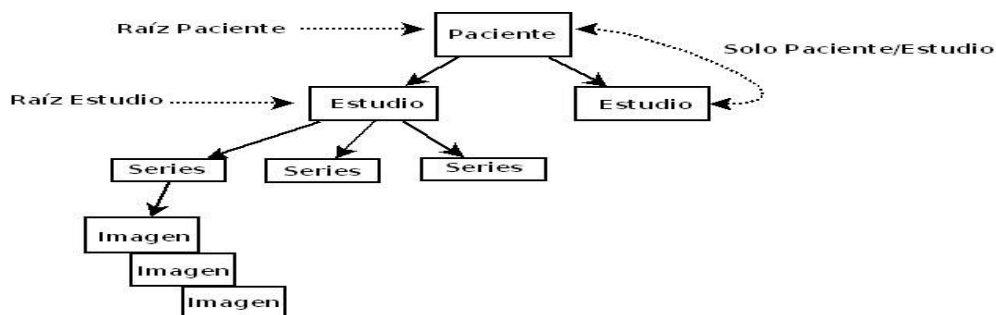


Figura 3.4: Árbol jerárquico del Modelo de Información Paciente-Estudio-Serie

Modality Worklist es un servicio que permite a una modalidad leer la lista de pacientes citados provenientes desde el HIS/RIS. Esta lista contiene detalles de los pacientes (nombre y apellido del paciente, sexo, fecha de nacimiento, identificador en la institución) y exámenes médicos solicitados con su información asociada para

cada paciente. La ventaja de este servicio es que el reingreso de la información demográfica del paciente y agendamiento es eliminado de la modalidad, además del tiempo ahorrado. Más allá de estas ventajas operativas hay un elemento clave que es la integridad y consistencia de los datos que quedan almacenados en los sistemas. Aquí comienza a introducirse la importancia de la interoperabilidad de los subsistemas que componen un sistema de gestión hospitalaria, donde se ejemplifica cómo la información se trasfiere desde un sistema de agenda al PACS. Los detalles de la información enviada los especificaremos en el Capítulo 5.

El servicio de **Modality Performed Procedure Step (MPPS)** complementa al servicio Modality Worklist; MPPS permite a la modalidad mandar un informe sobre el estado de los exámenes médicos que se están realizando o ya finalizaron, incluyendo datos sobre las imágenes adquiridas. Consta de tres estados *en progreso* (estudio ha comenzado), *terminado* (estudio ha terminado satisfactoriamente) y *descontinuado* (estudio fue cancelado o no pudo ser terminado). La modalidad irá enviando información del estado del estudio al servidor PACS. La modalidad provee información sobre el estudio que se está realizando, el número de imágenes que son escaneadas y el estado del examen. La modalidad usa el servicio MPPS para comunicarse con el servidor PACS y/o con el Sistema de Información (HIS/RIS) para actualizarles la información del estudio que se está realizando, finalizando o cancelando.

Aplicando el MPPS a nuestros equipos asignados en el Hospital de Clínicas (estos equipos deben soportar este servicio). Por ejemplo en el departamento de endoscopía tienen varios equipos en funcionamiento, todos ellos tendrán la agenda actualizada en caso que soporten el servicio Modality Worklist. Una vez que el paciente llega al departamento, el técnico busca el paciente en la lista de la modalidad en la cual va realizar el estudio y decide empezar el examen. Como resultado de esto, el servicio MPPS notificará el estado en progreso al servidor PACS. Una vez que el estudio finaliza le comunicará el estado terminado al servidor PACS y este eliminará el estudio agendado de la lista de trabajo. Esto también se aplica a casos más simples como cancelación.

El **Storage commitment** es el servicio usado para confirmar que una imagen ha sido almacenada permanentemente en un dispositivo de almacenamiento (por ejemplo, RAID o sobre medios de respaldo CD, DVD). Este servicio es importante para la administración de imágenes, porque delega la responsabilidad del mantenimiento y almacenamiento de las imágenes de un dispositivo como la modalidad a otro como el servidor PACS.

En el manejo clásico donde las imágenes son impresas en placas en general se hace una revisión de los estudios impresos antes de eliminar las imágenes del equipo. El Storage Commitment provee un servicio usado por la modalidad para consultar si el destinatario o receptor de las imágenes las almacenó para que esta pueda borrarlas del disco local.

Print es el servicio utilizado para mandar imágenes a una impresora DICOM.

Media Storage es el servicio utilizado para almacenar la información en medios de almacenamiento, por ejemplo DISCOS, CD, DVD, etc.

4. Arquitectura

En este capítulo veremos los principales componentes y los tipos de interacción que participan en el flujo de trabajo diario de un entorno sanitario. Primero presentaremos un flujo de datos general de trabajo. Posteriormente mostraremos cuál será el flujo de trabajo específico que se pretende implementar en el Hospital de Clínicas dando una explicación de las decisiones de diseño que tomamos.

Los componentes que participan en esta arquitectura son los que venimos mencionando en los capítulos anteriores, HIS, RIS, PACS, etc., mientras que la integración o comunicación entre estos distintos componentes se realiza mediante los estándares vistos en los capítulos 2 y 3. Además veremos que para llegar al diseño del flujo de trabajo que pretende implementar el cliente generamos varias discusiones, ya que existen diversas alternativas a la hora de decidir con qué trabajar o de qué forma. Estas discusiones son la disyuntiva entre utilizar mensajes o documentos HL7 para la comunicación entre el HIS/RIS y el servidor PACS, y como segunda disyuntiva realizamos una discusión de las opciones que se tienen para implementar la funcionalidad de los reportes estructurados.

4.1. Flujo general y específico de trabajo

Comenzaremos mostrando un ejemplo de flujo de trabajo en un entorno sanitario basándonos en un escenario clínico propuesto por IHE [IHER09], en el cual daremos una idea de cómo un departamento de imagenología se integra en un centro hospitalario con el uso de transacciones⁵ DICOM y HL7. Mostraremos los principales componentes que participan y sus interacciones [DIDB05]. En la Figura 4.1 se muestran los componentes y sus interacciones enumeradas según el flujo de dato, para cada paso daremos una breve explicación.

⁵ Transacciones: servicios DICOM y mensajería HL7.

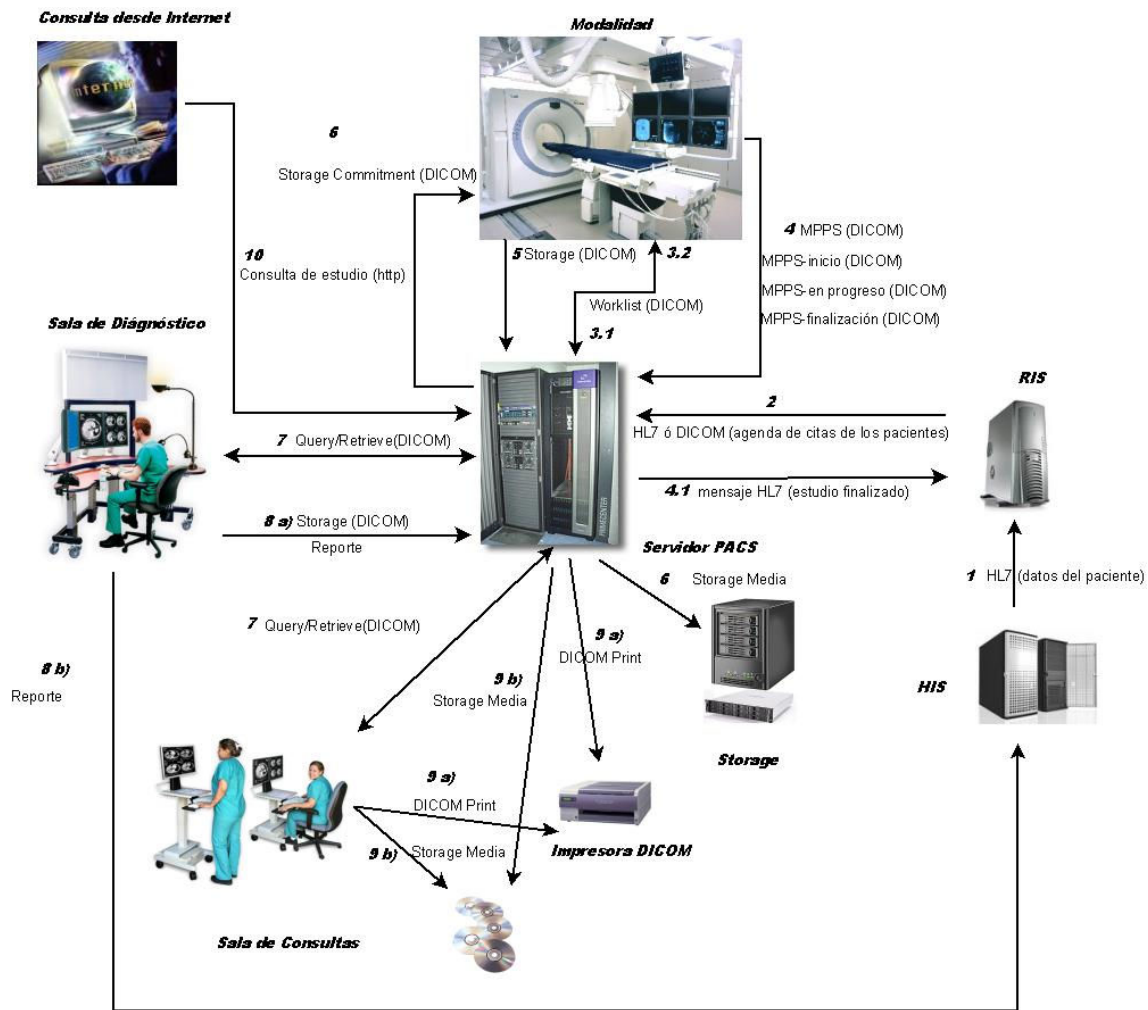


Figura 4.1: Flujo General

Paso 1, generalmente los RIS son módulos del sistema HIS. Sin embargo existen casos en que el RIS es un componente independiente del HIS, en este caso es necesario establecer una comunicación entre ambos sistemas para que desde el RIS puedan obtenerse los datos del paciente que se almacenan en el HIS. Esta comunicación en general se resuelve utilizando un estándar HL7.

Paso 2, a los efectos de poder generar una lista de trabajo para que las citas aparezcan en las modalidades es necesario que los datos de la agenda que se mantienen en el RIS se transmitan al PACS. Recordemos que lo que se busca con esto es que desde las modalidades de trabajo simplemente se recepcionen las citas de pacientes así los especialistas dan paso al comienzo del estudio, pero sin tener que ingresar o ir a buscar ellos la información del paciente. Esta comunicación puede ser DICOM o HL7 como se ve en la Figura 4.1.

Paso 3, la comunicación que se da entre la modalidad y el servidor PACS se puede ver en dos etapas. Primero la modalidad realiza una petición de la lista de trabajo, luego el servidor PACS responde enviando la lista de trabajo. El servicio DICOM utilizado es Modality Worklist.

Paso 4, detallaremos la comunicación que se da entre una modalidad y el servidor PACS. El servicio DICOM específico que se utiliza en este paso es el MPPS que fue descrito en el Capítulo 3. De esta forma la lista de trabajo puede actualizarse de forma tal de evitar siempre mandar las mismas citas a las modalidades, es decir, cuando se inicia un estudio a un paciente y a medida que el estudio progresa la

modalidad envía mensajes DICOM al servidor PACS informando sobre la evolución del mismo hasta que se concluye, en el caso que falle el estudio o se cancele también se notifica. Aquí tenemos un paso complementario (4.1) en el cual el servidor PACS envía un mensaje HL7 al RIS indicándole la finalización o cancelación del estudio para que el RIS marque el estudio en su sistema como corresponda.

Paso 5, la modalidad se comunica a través de DICOM enviándole la información que contienen los estudios realizados a los pacientes en la modalidad y datos complementarios (ejemplo: modalidad, médico, fecha, hora, etc.) para que el servidor PACS los almacene (en el servidor de Archivos que tenga asociado). El servicio DICOM utilizado es Storage.

Paso 6, el servidor PACS informa a la modalidad de que la imagen ha sido almacenada permanentemente por un dispositivo de almacenamiento. Así la modalidad puede borrar la imagen de su almacenamiento local. En este paso el servicio DICOM utilizado es Storage Commitment. Con este intercambio de información el ciclo de vida de un estudio desde que se genera la cita del mismo hasta su realización se puede ver como finalizado.

Paso 7, los estudios almacenados en el PACS podrán ser recuperados en los puestos de trabajo de diagnóstico ó de consulta, para diagnósticos/reportes y consultas respectivamente. En este paso el servicio DICOM utilizado es Query/Retrieve.

Paso 8, generación de reportes estructurados. Los reportes estructurados tienen un rol muy importante en el flujo ya que los mismos serán elaborados por los médicos especialistas en el área que corresponda. Estos reportes se generan con la posibilidad de ser editados, pero el mayor beneficio es que pueden ser consultados de diferentes puntos remotos en el instante de tiempo que lo deseen e incluso de forma concurrente. Las alternativas para este paso son incorporar los reportes al sistema PACS o hacer uso del generador con el que cuenta el Hospital de Clínicas (paso 8a y 8b de la Figura 4.1 respectivamente). Dichas alternativas las discutiremos en la Sección 4.3.

Paso 9, este paso se puede dar en el caso que el paciente o médico requieran una impresión o copia del estudio en un CD/DVD. Aquí se utiliza el servicio DICOM Print para el caso de requerir una impresión. Sin embargo en el caso de ser necesario el almacenamiento en un medio diferente (ejemplos CD, DVD) se utilizará el servicio DICOM Media Storage.

Paso 10, telerradiología. Si el sistema PACS está preparado las imágenes pueden ser accedidas utilizando internet para que el especialista pueda realizar consultas desde un lugar remoto fuera de la institución. El acceso a las imágenes debe seguir procedimientos y reglas de forma tal que sean monitoreados, tengan auditoría, graben log y tengan los mecanismos de seguridad adecuados.

En el resto de esta sección adaptamos el flujo general ilustrado en la Figura 4.1 a las necesidades particulares del Hospital de Clínicas. El resultado se muestra en la Figura 4.2.

En primer lugar los sistemas HIS y RIS están integrados y no operan de forma separada como se mostraba en paso 1 del flujo general, esto se debe a que en el Hospital de Clínicas tienen a estos dos sistemas como uno solo. Por esta razón la comunicación y validación de datos entre el HIS y RIS no será abordada. Para lograr la integridad entre el HIS/RIS y el PACS decidimos usar mensajes HL7, esto se refleja en el paso 2 de la Figura 4.2. En la Sección 4.2 analizamos otras opciones y justificamos esta decisión. Además en el siguiente capítulo especificaremos en

forma detallada el mensaje HL7 utilizado, en donde se podrá observar con más claridad mediante qué campos se logra la integridad entre el HIS/RIS y el PACS. Esta integridad se logra mediante la correspondencia de un identificador de orden de estudio (Accession Number) entre el HIS/RIS y el PACS.

Con respecto a la generación y almacenamiento de reportes estructurados optamos por hacer uso de un generador de reportes genérico brindado por el Hospital de Clínicas. En el esquema elegido el reporte se genera y se almacena en el HIS/RIS como se muestra en el paso 8 de la Figura 4.2. En la Sección 4.3 veremos una discusión y análisis de las dos alternativas de generación de reportes representadas por las opciones 8a y 8b de la Figura 4.1, en donde se podrá entender más en detalle la solución elegida.

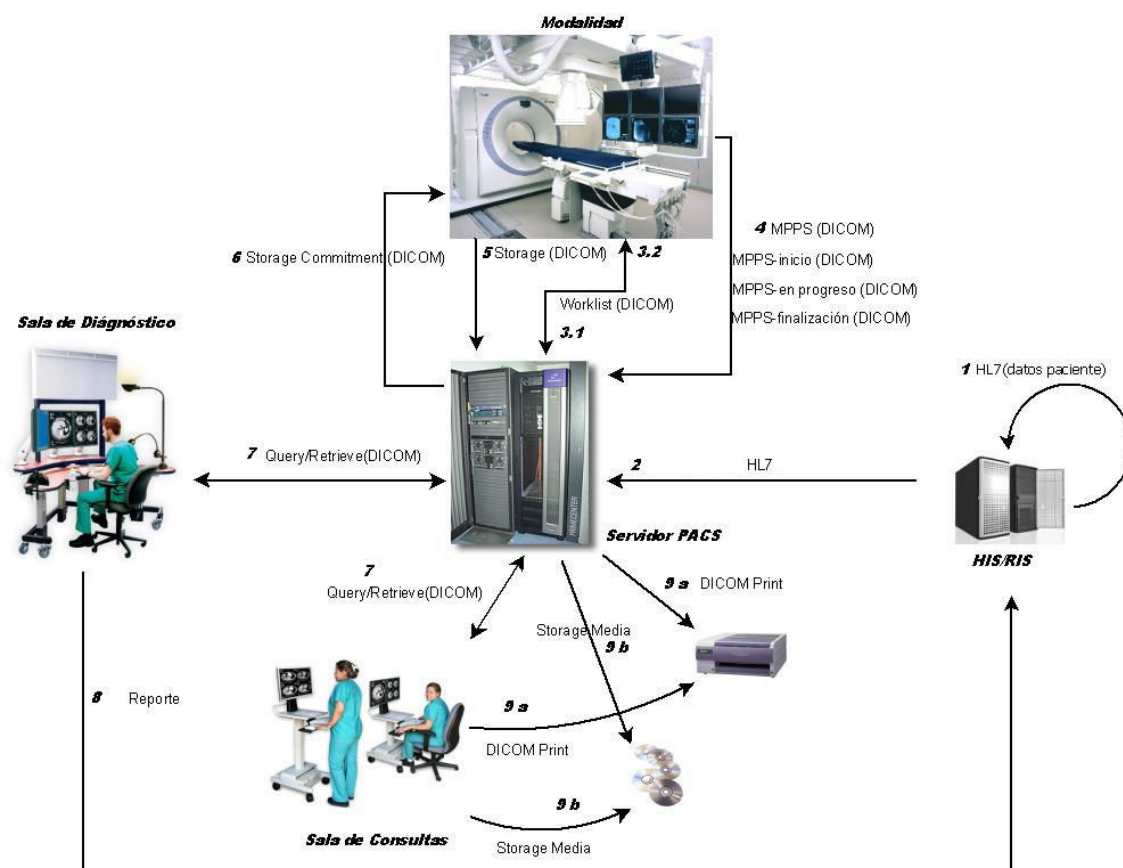


Figura 4.2: Flujo Específico

Como se aprecia en la Figura 4.2 no se incluye en este flujo la notificación del servidor PACS al HIS/RIS, con la cuál se comunica la culminación o cancelación de un estudio (paso 4.1 de la Figura 4.1). Esta decisión la tomó el cliente basándose en el uso que le dan al sistema de agendas del HIS/RIS del Hospital de Clínicas. Esto es cuando un paciente se presenta a realizarse un estudio, éste se marca como 'Asistió' en el HIS/RIS y se considera que el estudio ya se realizó. Tener en cuenta que de todas formas el flujo no está completo, ya que no está contemplado el caso en el que el estudio no se realice o falle.

Por último la funcionalidad de telerradiología (paso 10 de la Figura 4.1) no fue requerida por el cliente y por eso no se incluye en la Figura 4.2.

4.2. Interfaz HIS/RIS contra el sistema PACS

Como vimos en el paso 2 de la Figura 4.1 la comunicación entre el HIS/RIS y el sistema PACS se puede realizar mediante el uso de HL7 o DICOM. Para tomar una decisión en base a estas dos opciones primero hay que entender el rol que tiene el

Administrador WorkList (AW). El AW es el responsable de realizar la creación y gestión de citas para las modalidades. La responsabilidad del AW es crear una cita relacionada a un paciente para una modalidad dada, luego cuando esta modalidad solicite las citas agendadas para ella, el AW le responderá enviándole las citas que tiene pendiente para dicha modalidad (servicio DICOM Modality Worklist en rol servidor). Otra responsabilidad del AW es recibir las notificaciones de estado de los estudios que se están realizando por parte de las modalidades (servicio DICOM MPPS en rol servidor), cuando el AW recibe estas notificaciones este marcará las citas agendadas como finalizada o canceladas según corresponda. Luego de detallar las funcionalidades del AW, veremos que existen dos opciones en cuanto a la decisión de quien implementa el AW. Una de ellas es que la implementación del AW forme parte del RIS, mientras que la segunda opción es que forme parte del PACS. Según que opción se tome se va a determinar si la comunicación se realiza mediante HL7 o DICOM.

Para la primera opción en que AW forma parte del RIS, el flujo general de trabajo se modifica por el que se muestra en la Figura 4.3.

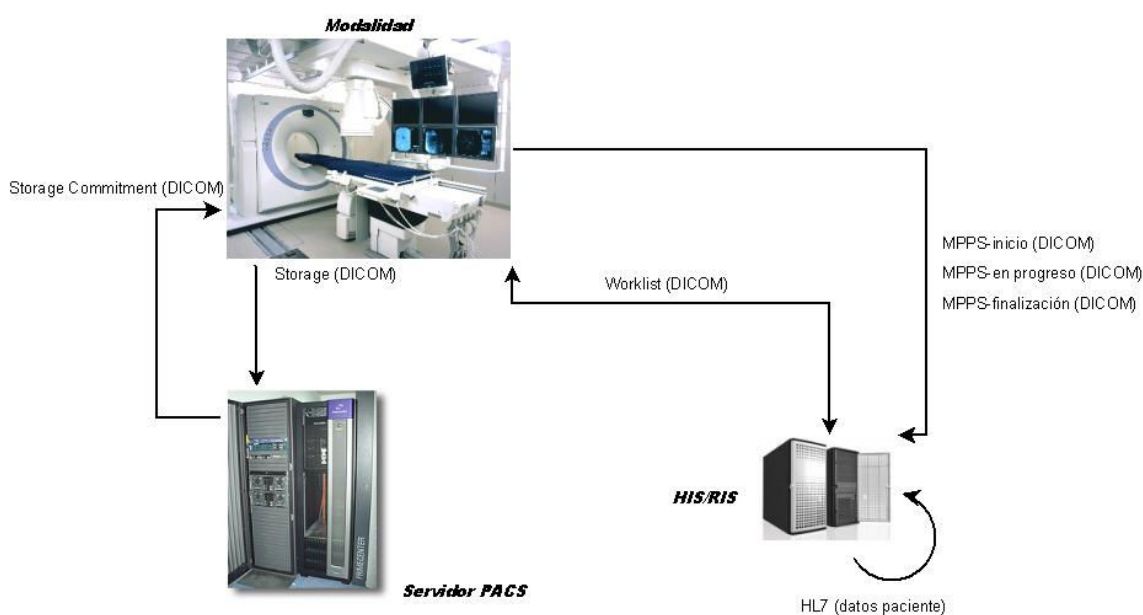


Figura 4.3: El AW forma parte del RIS

Como vemos en la Figura 4.3, los pasos 3 y 4 de la Figura 4.1 ya no reflejan una interacción entre las modalidades y el servidor PACS, sino que en este caso la modalidad se comunica con el HIS/RIS, esto es así ya que el responsable de gestionar las citas (AW) forma parte del HIS/RIS. Además en el paso 4.1 de la Figura 4.1, en el cual el Servidor PACS le comunica al HIS/RIS la finalización o cancelación del estudio utilizando HL7 ya no es necesario, ya que la modalidad se comunica directamente con el HIS/RIS. Para esta opción vemos que las comunicaciones son utilizando DICOM. Esta primera opción fue descartada ya que el HIS/RIS que posee el cliente utiliza estándares HL7 para interoperar con otros sistemas, y no está dentro de su interés implementar los servicios DICOM necesarios para esta comunicación.

En la segunda opción donde el AW forma parte del PACS, es necesaria la integración del HIS/RIS con el PACS, ya que el HIS/RIS precisa enviarle los datos de la agenda que se mantienen en el mismo para que el PACS (que es el que contiene el AW) pueda crear las citas a partir de dicha información. El envío de esta información se realiza mediante HL7. Ahora bien, el estándar HL7 propone dos mecanismos (mensajes y documentos) plausibles de ser usados y hay que estudiarlos y decidir. Para comenzar la discusión haremos referencia a algunas de las definiciones que detallamos en el Capítulo 2, en donde se vieron las principales

características de los mensajes y documentos de HL7, ya que son los dos paradigmas en discusión.

Documentos: El principal objetivo es la legibilidad por humanos, la persistencia, propiedades de totalidad y contexto. En la versión 3, CDA (Clinical Document Architecture) es un estándar HL7 para la representación y procesamiento automático de documentos clínicos, de manera que los documentos son legibles por humanos y además son procesables por máquinas. Es un estándar basado en XML para especificar la codificación, la estructura y la semántica de los documentos clínicos para el intercambio.

Mensajes: El principal objetivo es que sea procesable por la máquina, orientada hacia el manejo del estado de los objetos de negocios, utiliza un modelo dinámico (trigger events), basado en el cambio de estado de uno o más objetos de negocios, capaz de proporcionar información en tiempo real.

Una vez visto los dos paradigmas, plantearemos más claramente las dos opciones que se tiene para implementar el nivel de integración que se da en la comunicación entre HIS/RIS y el PACS de nuestro flujo específico. Concretamente, como implementar la funcionalidad de creación de una lista de trabajo desde el HIS/RIS al PACS.

Opción 1: El HIS/RIS enviará un mensaje HL7 del tipo orden de trabajo que será interpretada por el PACS para generar el WorkItem (un ítem se corresponde con una cita dentro de la lista de trabajo) correspondiente.

Opción 2: El HIS/RIS enviará información a través de un documento CDA al PACS.

La decisión de que opción elegir no es simple porque hay varios factores en juego. Siguiendo a [MCDA07], [HL7A09] a continuación presentaremos algunos elementos claves que influyen en la decisión.

Teniendo en cuenta las dos opciones, mensajería o documentos (CDA) ¿qué utilizamos?

HL7 define mensajes y documentos que tienen la capacidad para transmitir información similar. HL7 no ha creado ninguna recomendación explícita para el uso de mensajes o documentos, sino que depende el caso del caso de uso particular.

Daremos algunas características de los mensajes: los mensajes se utilizan generalmente para apoyar un proceso en curso, en tiempo real. Transmiten la información de estado y actualizan objetos de negocios dinámicos e interactivos asociados a ellos. Los mensajes logran representar solicitudes que pueden ser aceptadas o rechazadas por el sistema.

Respecto a los documentos son persistentes y pasivos por naturaleza, tienen contenido estático y tienden a ser utilizados una vez realizado el proceso actual. Algunos documentos pueden ser por ejemplo resúmenes de alta, interconsultas documentos que reflejen la historia clínica.

A continuación describiremos ejemplos de casos de uso tomados de [MCDA07], en donde en cada uno de ellos se dará una recomendación sobre si un enfoque de mensaje o documento puede ser más aplicable.

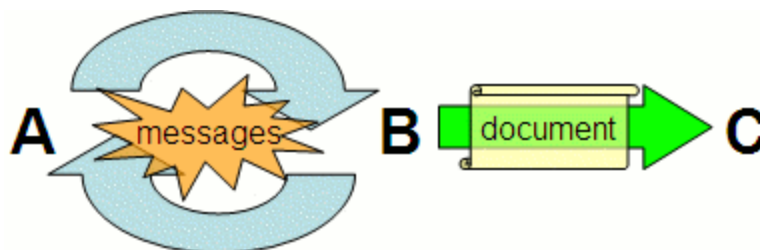


Figura 4.4: Uso de mensajería y documentos [MCDA07]

- Si uno quiere tener una lista de los medicamentos del paciente, como está registrada en admisión, un documento puede aplicar (de B a C). Si uno quiere saber por ejemplo, qué medicamentos está consumiendo en este momento y no hace algunas horas, los mensajes son la mejor solución (A a B).
- Si uno tiene la intención de enviar los documentos de resumen clínico, los documentos son la mejor opción (interacción de B a C).
- Si se desea generar un verdadero resumen en tiempo real basado en la información almacenada a través de una variedad de sistemas en un entorno donde los datos puedan ser mantenidos por múltiples proveedores y cambiar con el tiempo, entonces la mensajería es un enfoque ideal (mensajes intercambiados entre A y B y otras aplicaciones).
- Si uno consulta por el resumen de un paciente, un sistema podría responder con un mensaje, o con un documento CDA (potencialmente creado sobre la marcha tras la recepción de la consulta). Si la consulta es solo una representación actual del paciente que debe ser legible por un humano, entonces el enfoque que más aplica es el de documentos. Si la información está dentro de los procesos del flujo de trabajo que se inician en la recepción de la respuesta, entonces un mensaje será la mejor solución.

Es importante el hecho de que puedan coexistir ambos paradigmas para que puedan ser contemplados todos los casos de uso.

Si la idea es enviar un mensaje al sistema PACS cuando un paciente se presenta a realizarse una examinación (con los datos del paciente y del estudio), ¿cuál es el paradigma a utilizar? ¿Esto requiere el envío de información en tiempo real? ¿Esto provocará una sucesión de pasos posteriores?

En base a estos puntos que hemos detallado anteriormente y teniendo en cuenta que lo que queremos hacer es invocar una acción dentro de un flujo de trabajo de otro sistema, o sea, estamos hablando de provocar una interacción sobre otro conjunto de negocios y no de pasar información estática, hemos concluido que la opción más adecuada para realizar el paso 2 de la Figura 4.2 (Flujo Específico del Hospital de Clínicas) es la de utilizar mensajes HL7.

4.3. Reportes Estructurados

Ahora comenzaremos con la discusión que hay sobre las distintas variantes que se tienen para implementar la funcionalidad de reportes estructurados dentro del flujo de trabajo.

Un reporte estructurado DICOM (Structured Reports) se utiliza como un mecanismo estándar para la representación de la captura, transmisión e intercambio de información en imágenes médicas de diagnóstico. En las estaciones de trabajo mediante el uso de visores DICOM, sobre los estudios se realizan

informes de diagnóstico, mediciones, registros de procedimiento, etc. Existen métodos que permiten exportar el informe a formatos como HTML, XML, texto plano y PDF, que facilitarían la generación de una copia impresa de los informes que se presentan. Generalmente, un reporte estructurado DICOM puede contener referencias a las imágenes DICOM o a otros reportes.

Como se mencionó en la etapa de generación de reportes del flujo específico a implementar en el Hospital de Clínicas, evaluamos dos alternativas:

- 1) Incorporar los reportes al sistema PACS.
- 2) Utilización del generador con el que cuenta el Hospital de Clínicas.

A continuación se hará una reseña de las dos alternativas estudiadas para el Hospital de Clínicas.

Alternativa 1:

La primera alternativa se podría dividir en 2 etapas, una de ellas es la generación del reporte y la otra etapa consta del acceso al mismo.

Para la etapa de generación, el médico especialista busca, visualiza y analiza el estudio a informar en un visor DICOM. Este paso es debido a que generalmente cuando se realiza un estudio se sacan varios planos o cortes y el especialista decide cual es el más apropiado para reportar (esto lo realiza utilizando los visores DICOM). Posteriormente, el especialista buscará las imágenes que decidió reportar (esta búsqueda se realiza en una consola provista por el servidor PACS, para elaborar el informe a través de un formulario en donde podrá ingresar la información del diagnóstico). Una vez finalizado, se generará un objeto DICOM asociado al estudio para el cual se está reportando. En la Figura 4.5 detallaremos los pasos de la etapa de la generación.



Figura 4.5: Etapa de generación

En la segunda etapa, acceso al reporte, se utilizarán los formularios de acceso a reportes idénticos a los que utilizan (por parte del Hospital de Clínicas) para los distintos sistemas que componen el HIS/RIS (laboratorio, admisión, etc.).

- Primero se ingresa el identificador del paciente.
- Luego se selecciona el sistema en el cual se buscarán los estudios.
- Por último se selecciona el estudio diagnosticado a visualizar (Él cual se accederá por WADO).

En la Figura 4.6 se muestran los pasos para esta segunda etapa (acceso al reporte generado).

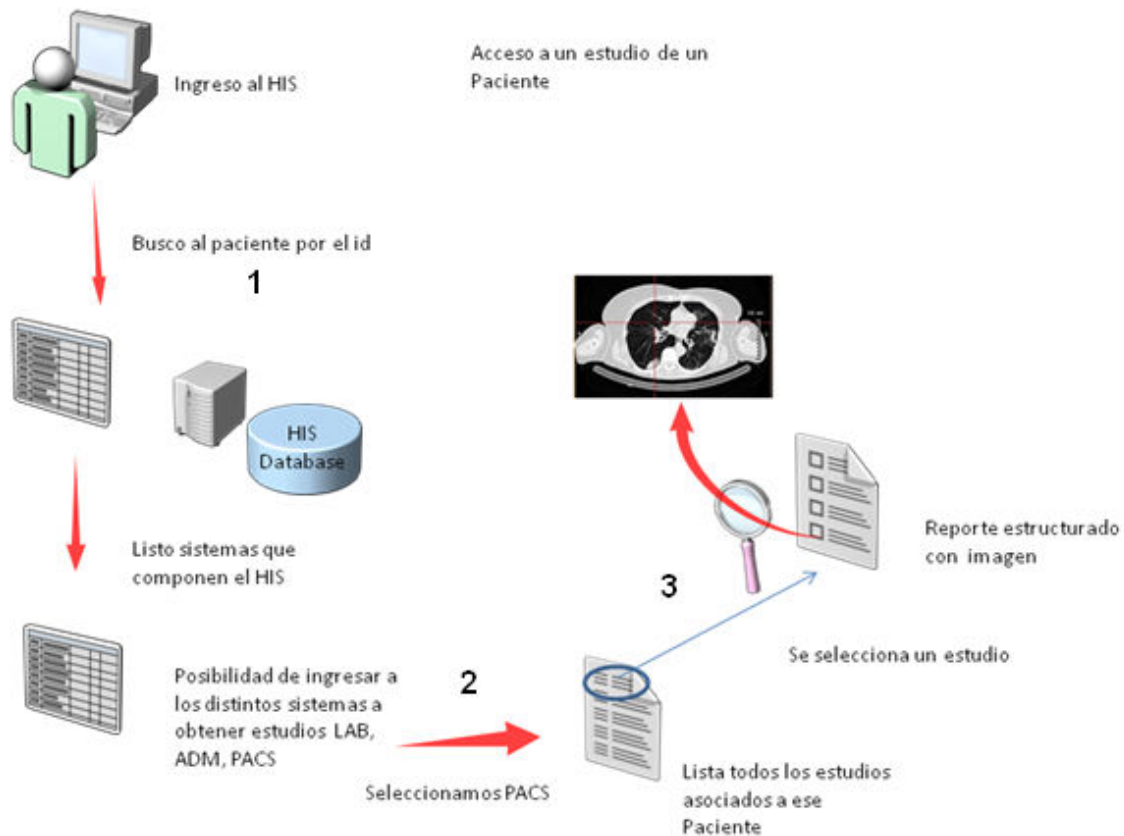


Figura 4.6: Acceso al reporte

Alternativa 2: también está compuesta por 2 etapas, generación y posterior acceso al reporte. Para la primera etapa, el médico busca, visualiza y analiza el estudio a informar en un visor DICOM. Desde la consola provista por el servidor PACS, se buscará el estudio en cuestión y se llamará al generador de reportes del Hospital de Clínicas. Estos reportes elaborados se almacenarán en el HIS del Hospital de Clínicas.

Planteo de algunas ventajas y desventajas para cada una de las alternativas para la generación de reportes estructurados.

Alternativa 1

Ventajas:

- Es más accesible su implantación debido a que existen servidores PACS de código abierto que incluyen la función de generar reportes estructurados.

Desventajas:

- Información distribuida. Los informes quedarán almacenados en el PACS.

- El informe está conformado por información del PACS, esto es porque es una herramienta propia del PACS. Si se quisiera agregar información adicional del paciente que está en el HIS/RIS no se podría realizar fácilmente, para hacerlo habría que proveer una interfaz del HIS/RIS para solicitar dicha información.
- Podría haber inconsistencias o perder el potencial del cruzamiento de información de otros estudios o con otros datos almacenados en el HIS.
- Los reportes estadísticos y el soporte para la toma de decisiones que se podría llegar a lograr no podrán contar con los reportes estructurados, esto se da ya que no están unificados con el HIS/RIS.

Alternativa 2

Ventajas:

- Información centralizada. Reportes almacenados en el HIS/RIS. Permite cruzamiento de informes, vinculación, coherencia y consistencia.
- Flexibilidad en el Reporte. Al utilizarse un generador de reportes propio del Hospital de Clínicas, se pueden ofrecer características más amigables como auto complete, diccionario propio, etc. accediendo a toda la información del HIS/RIS.

Desventajas:

- Para generar el reporte se tendrá que acceder a más de un sistema, etapa que podría ser dificultosa su uso en esta solución por parte de los especialistas a reportar, debido a los pasos y sistemas distintos (Visores, servidor PACS y HIS) con los que deben operar para gestionar un reporte.

Luego de analizar las alternativas en forma conjunta con el cliente, es que optamos por la alternativa 2, la cual es hacer uso de un generador de reportes genérico brindado por la institución, estos reportes serán almacenados en el HIS/RIS.

5. Implementación

En este capítulo se comienza con la justificación del sistema PACS de código abierto elegido como base para el desarrollo del sistema para el Hospital de Clínicas. Luego describiremos sus principales características.

Se detallará la interfaz necesaria para que el sistema HIS/RIS se comuniquen con el sistema PACS. Luego se detallará el mecanismo de comunicación que existe entre el sistema PACS y la herramienta de generación de reportes que cuentan en el Hospital de Clínicas. Por último se verán algunos agregados que se le hizo a la herramienta para lograr mayores prestaciones.

5.1. Justificación del PACS elegido

En base a los objetivos del proyecto y al estudio del estado del arte realizado en el área, optamos por adaptar un servidor PACS y no desarrollarlo. El servidor PACS que seleccionamos fue **Dcm4Chee**. Este cumple con los requisitos específicos propuestos por el cliente, entre ellos se encontraban las siguientes necesidades:

- Que sea de código abierto.
- Preferentemente en Java.
- Que pueda interactuar con diferentes equipos médicos (entre ellos endoscopios y distintos tipos de angiógrafos).
- Posibilidad de generación de reportes estructurados.
- Que brinde interfaz con estándares en la salud que existen a nivel nacional e internacional (DICOM y HL7).
- Que tenga un administrador con acceso Web.

Además de tener en cuenta estos requisitos, se definieron en forma conjunta con el cliente atributos cualitativos con los cuales se iba a tener una base para poder realizar comparaciones objetivas de los distintos PACS open source existentes (Ver Anexo 3). Luego de relevadas las características de estos distintos sistemas PACS, se analizó y concluyó que Dcm4Chee era la mejor opción. Dentro de las características por las cuales sobresalía del resto, se pueden mencionar los estándares soportados (DICOM, HL7, entre otros), los perfiles de integración IHE soportados, su arquitectura, el hecho de que se puede utilizar como una plataforma de entrenamiento, la importancia del soporte de la comunidad, los gestores de bases de datos que soporta, el hecho de que es multi-plataforma, soporte de interfaz WADO, entre otras. Tomando algunos de estos atributos comparativos como prioritarios es que también se justifica la elección del PACS Dcm4Chee.

Además hay que tener en cuenta que con dicha herramienta se estaría adaptando un sistema PACS y no creando uno nuevo, esto es primordial ya que el desarrollo de un sistema de estas características sería inviable para un proyecto de grado por su excesivo tiempo de desarrollo.

A continuación abordaremos la arquitectura y las principales características del servidor PACS seleccionado siguiendo a [DCM4BEN].

Arquitectura y características del sistema PACS seleccionado

La arquitectura del dcm4chee está diseñada para ser modular⁶ (ver Figura 5.1), permitiendo de esta manera el uso independiente de cada uno de los servicios del sistema. Estos servicios pueden ser habilitados\desabilitados mediante la consola JMX⁷ del servidor de aplicaciones jboss, servidor donde se ejecuta dcm4chee.

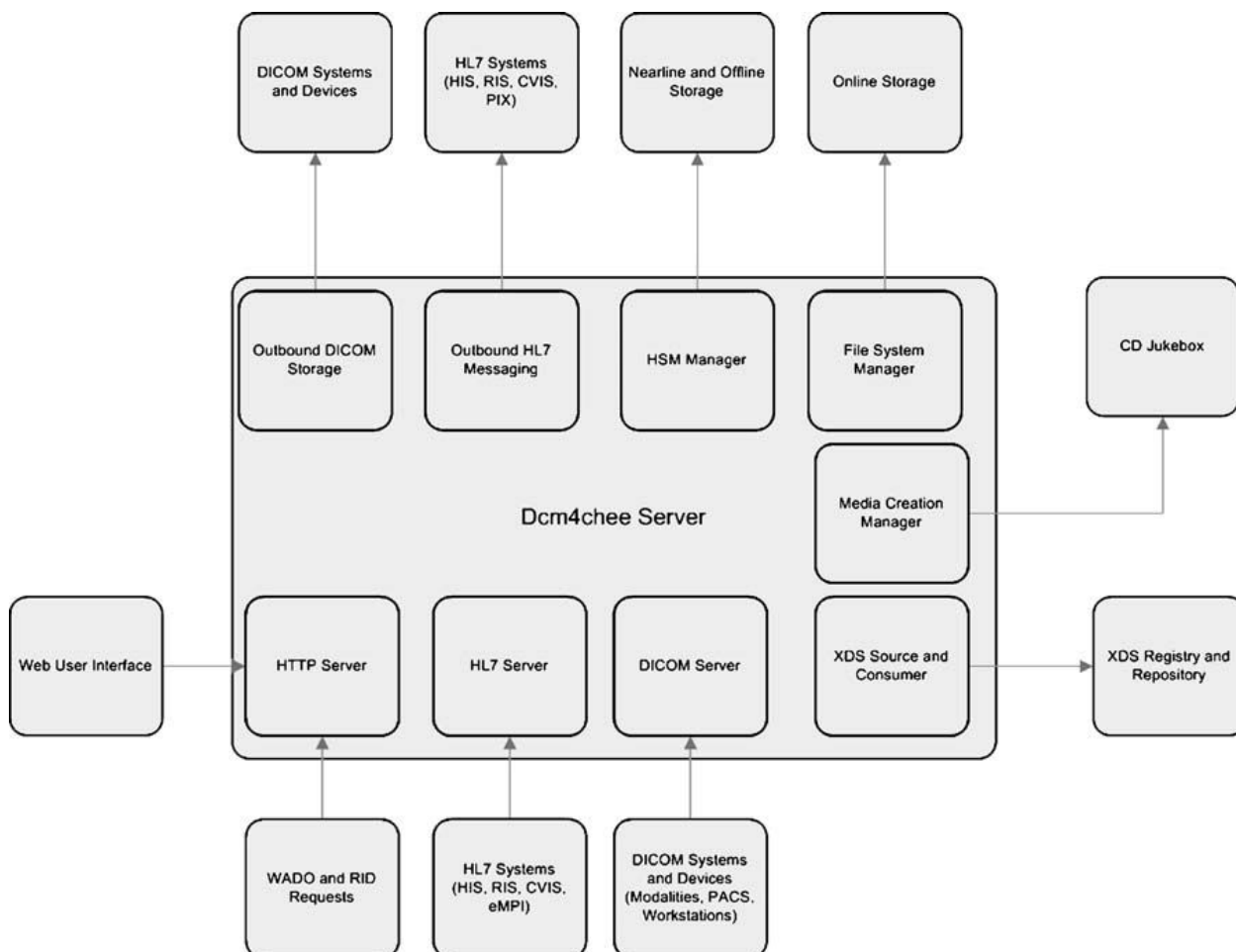


Figura 5.1: Representación gráfica de la arquitectura modular del dcm4chee [DCMS09]

Las características individuales de la herramienta se enumeran bajo cada estándar en la Tabla 5.1 que se muestra a continuación. Cada uno de estos servicios representa una parte del flujo de trabajo en un departamento de imagenología.

⁶ Una descripción de los principales módulos y sus interrelaciones se podrán ver en el Anexo 4.

⁷ JMX es un estándar para gestionar y monitorizar gran variedad de componentes [MBEA09], tanto hardware como software desde Java. Provee los requerimientos para implementar un agente. Los agentes son los responsables de controlar y hacer disponibles los recursos manejados en el nivel de instrumentación, así como gestionar las relaciones entre ellos. Un componente esencial en el nivel o capa de agente, es el servidor de MBeans. Un MBean Server es un registro de MBeans que los hace accesibles a otras aplicaciones. JBoss incluye varios adaptadores que permiten el acceso al servidor JMX de MBeans, entre ellos está, un adaptador HTML, JBoss además incluye una aplicación WEB que hace uso del adaptador HTML para acceder al Servidor JMX de MBeans (la jmx-console), a través de este adaptador HTML se podrá acceder a los servicios del sistema dcm4chee para gestionarlos de forma independiente.

Estándar soportado	Característica
DICOM	C-ECHO SCP/SCU (ping) C-STORE SCP/SCU (storage) C-FIND SCP (query) C-MOVE SCP (retrieve) N-ACTION SCP/SCU (storage commitment) Routing de imágenes basadas en algún tag DICOM General Purpose Worklist SCP Modality Worklist SCP Modality Performed Procedure Step SCP Hanging Protocol SCP Instance Availability Notification SCU Teaching File and Clinical Trial Export Manager
HL7	Interpretación de mensajes ADT Interpretación de mensajes ORM Interpretación de mensajes ORU Consulta PIX (patient identifier resolution) Prefetching de imágenes DICOM basándose en un mensaje ORM Routing de mensajes HL7
Almacenamiento	Online: Capaz de soportar múltiples sistemas de archivos con la verificación de contenido MD5 Nearline: Integración con un HSM o con almacenamiento offline Almacenamiento en CD: Gestor para escribir en CD
Web-Servicios basados en la web	Acceso HTTP a objetos DICOM y reportes (vía WADO) Interfaz de usuario, administrador web: • Búsqueda de estudios • Navegación de worklists • Configuración de destinatarios DICOM • Ver Logs auditables
Compartir documentos e imágenes entre empresas (XDS) Auditoría	Fuente de información de las imágenes Repositorio de documentos Log auditable para todas las transacciones (siguiendo a IHE), ARR

Tabla 5.1 Servicios y estándares soportados [DCM4BEN].

Un detalle de los perfiles de integración IHE soportados por DCM4CHEE [DCM409] está disponible en el Anexo 1 y el DICOM Conformance Statement [DCMC09].

5.2. Interfaz de comunicación entre el sistema HIS/RIS y el sistema PACS

Como describimos en el Capítulo 4, existen dos opciones al momento de realizar la comunicación entre el sistema HIS/RIS y el sistema PACS, las opciones eran a través de DICOM la cual fue descartada por restricciones del cliente, y la segunda a través de HL7. La opción elegida fue HL7 con el uso de mensajes. La elección se basó en el hecho de lo que queremos hacer es invocar una acción dentro de un

flujo de trabajo de otro sistema, o sea, estamos hablando de provocar una interacción sobre otro conjunto de negocios y no de pasar información estática. Por esta razón es que la opción más adecuada es la de utilizar mensajes HL7. Teniendo en cuenta lo que detallamos en el Capítulo 2, los mensajes que corresponden para este caso es el de órdenes y dentro de dicho mensaje el tipo de evento que aplicaría es el de solicitud, por lo que estaríamos haciendo uso de los mensajes del tipo ORM^O01. Dcm4chee interpreta mensajes HL7, en particular los mensajes del tipo ORM^O01 v2.x.

Haciendo referencia a la Sección 5.1, tengamos en cuenta que el servidor PACS dcm4chee implementa el servicio DICOM Modality WorkList con el rol servidor. En este se ingresarán las listas de trabajo que se interpreten desde los mensajes del tipo ORM^O01 recibidos. Esto es posible ya que la herramienta también cuenta una interfaz para soportar la interpretación de este tipo de mensajes. En esta subsección lo que haremos es especificar el mensaje HL7 del tipo ORM^O01. Antes que especifiquemos el mensaje, recordemos algunos conceptos que vimos en el Capítulo 2. Un mensaje es la unidad mínima transferida entre sistemas informáticos. Los mensajes están compuestos por segmentos, campos, caracteres delimitadores, componentes y subcomponentes. Estos mensajes tienen tipos, que son agrupadores lógicos que asignan a un grupo de eventos la misma categoría. Hay tipos de mensajes para las órdenes, estos son los de tipo ORM. La función de este mensaje es iniciar una transmisión de información de una petición. La información transmitida puede consistir en realizar una nueva petición, cancelar alguna existente, ponerla en estado de espera o almacenar dichas peticiones.

A continuación detallaremos que segmentos y campos serán necesarios para armar el mensaje ORM necesario para la comunicación entre el HIS/RIS y el sistema PACS. Los mensajes son HL7 v2.x.

Comenzaremos con el detalle de los campos que serán necesarios para la creación de un workitem, sin tener en cuenta en qué lugar del mensaje ORM deberían ir. Hay que tener en cuenta que estaremos creando un workitem, o sea, un único ítem de trabajo para una modalidad dada, o de otra forma, una cita específica asociada a una modalidad.

Accession number, este campo es necesario, ya que es el identificador de la orden del estudio en DICOM, debe ser provisto por el HIS/RIS.

Modalidad, en el modelo de trabajo del Hospital de Clínicas los workitems serán creados para una sola modalidad por Accession number, entonces la modalidad a realizar el estudio es necesaria.

Study iuid, el study_iuid es el identificador de la instancia (DICOM) del examen para una determinada modalidad. Este se construye tomando convenciones de numeración de UID⁸ de instituciones e identificadores propio de la orden (accession number).

Fecha/hora, la fecha y hora del examen, que proviene de la agenda.

Id Paciente, el identificador de paciente de la institución.

Nombre y Apellido del Paciente, el nombre y apellido del paciente es un campo requerido por el PACS.

Sexo, sexo del paciente.

Fecha de Nacimiento, fecha de Nacimiento del paciente.

Procedimiento, descripción del procedimiento a realizar (Ejemplo CT-Abdomen).

Observaciones, observaciones o comentarios sobre el procedimiento.

Médico, el médico que solicita el estudio⁹.

Estado de Orden, aquí se especificará si es nueva o de actualización. Se refiere a una orden nueva de solicitud o actualizar una ya enviada.

⁸ Los Identificadores Únicos (UID) son usados para identificar todo en DICOM. [DIOF08]

⁹ También se podría enviar el médico técnico que realiza el estudio en la modalidad, y si lo tuviera que observar otro médico especialista a los resultados, o sea, uno distinto del que solicitó el estudio.

Ahora detallaremos el mensaje ORM^O01 propiamente dicho, o sea, que segmentos contiene y dentro de cada segmento que campos debería tener.

Los segmentos que deberá contener el mensaje ORM^O01 son, encabezado de mensaje (MSH), identificación del tipo del acontecimiento (EVN), del paciente (PID), y visita paciente (PV1), el segmento de control de órdenes en HL7 v2.x (ORC) y detalle de la orden (OBR).

También se utilizará el segmento extra (Z), que pueden ser agregados para transferir información que no fue prevista en el estándar HL7. En este caso será utilizada para enviar el study_iuid. Hacemos énfasis en aclarar que siempre que aquellos datos que si son contemplados en el estándar se deben colocar respetando el estándar, y los que no están contemplados en el estándar si se pueden agregar en el segmento extra.

Primero ubicaremos los campos necesarios en los segmentos y luego daremos un ejemplo de mensaje. Cabe recordar que la ubicación de los campos, tipos de mensajes etc., está todo definido en el estándar HL7. En la Tabla 5.2 se detallan los campos necesarios y su ubicación en los distintos segmentos. Además, es importante mencionar que existe un mapeo de implementación ya hecho para el procesamiento de los mensajes ORM^O01 en el DCM4CHEE que es el PACS elegido, estos hay que respetarlo para la correcta creación de la Worklist.

Atributos	Segmento	Campo
Accession number	OBR	2
Modalidad	OBR	24
Study iuid	ZDS	1
Fecha/hora	ORC	7
Id Paciente	PID	3
Nombre y Apellido del Paciente	PID	5
Sexo	PID	8
Fecha de Nacimiento	PID	7
Procedimiento	OBR	44
Observaciones	OBR	13
Médico	PV1 o OBR	8 (PV1) o 16 (OBR)
Estado de Orden	OBR	1

Tabla 5.2 Segmentos y campos obligatorios en el mensaje ORM

El formato del mensaje ORM^O01 a grandes rasgos es el siguiente, existen más segmentos opcionales que pueden estar presentes:

```

MSH –Cabezal del Mensaje
PID -Identificación del Paciente
PV1 – Visita del Paciente
{
ORC - Información de la orden
    [OBR - Detalle de la orden
    [{OBX}] Observaciones o resultados
    ]
}
[ZDS] – Segmento adicional

```

Cuando el segment id aparece entre corchetes [...] significa que es opcional y cuando aparece entre llaves {...} permite repetirse.

En la Figura 5.2 vemos un ejemplo del mensaje ORM^O01, en donde en el segmento del cabezal se indica que es un mensaje ORM^O01, que está utilizando la versión 2.5 y que siempre requiere respuesta. Por otro lado, en el segmento que se corresponde con la información del paciente se indica, el nombre del paciente 'Juan Pérez', con cédula de identidad '1234567-8' y fecha de nacimiento del '20 de Octubre de 1970'. En el segmento ORC enviamos la fecha y hora del examen que proviene de la agenda, esta es '14-11-2009, a las 14 horas'. Dentro del segmento OBR, se informa el accession number asociado a la orden el cual es '77123', observaciones que se informan 'Sin alertas', el médico que solicita el estudio 'Dr. Díaz', la modalidad que es 'CR' y la descripción del procedimiento a realizar 'RE.123'. Por último lo que se envía en el segmento ZDS es el study iuid que en el ejemplo nuestro es '1.2.826.0.1.3680043.2.1396.50.71220091114131513'.

```
MSH|^~\&||||20091114131513||ORM^O01|77123|P|2.5|||AL|||
PID||1234567-8||Juan^Perez||1970102000000|M|||||||
ORC|NW|||||^20091114140000^^R|||||||
OBR||77123|77123||20091114131513|||Sin Alertas||Dr-^Díaz
||77123|77123|||CR|||||||RE.123|
ZDS|1.2.826.0.1.3680043.2.1396.50.71220091114131513
```

Figura 5.2: Ejemplo del mensaje ORM^O01.

5.3. Interfaz de comunicación para generación de Reportes Estructurados

En el final del Capítulo 4 se realizó una discusión de las dos alternativas que se tenían para realizar la generación del reporte. La alternativa seleccionada por el Hospital de Clínicas fue la de hacer uso de un generador de reportes genérico brindado por la institución, estos reportes se almacenarán en el HIS/RIS de la institución.

También se había visto que la creación del informe se hace en tres etapas, primero se utilizará como visor el K-PACS (herramienta con los que los técnicos están familiarizados y que cumple con los requisitos de funcionalidad para informar dispuestos por ellos) para buscar el estudio a informar. Posteriormente desde la consola administrativa del dcm4chee, se seleccionará el estudio elegido en el K-PACS y se invocará al generador de reportes del Hospital de Clínicas, o sea, que por cada estudio, se tendrá la opción de redirigirse al generador externo de la institución pasándole los parámetros adecuados. Por último desde generador de reportes del Hospital de Clínicas es que se genera el reporte de diagnóstico, quedando este almacenado en el HIS/RIS de la institución.

Para poder invocar al generador de reportes del Hospital de Clínicas, por cada estudio se realizó un desarrollo sobre el dcm4chee para que se pueda invocar por URL la herramienta deseada, o sea, que por cada estudio, se tendrá la opción de redirigirse al generador de la institución pasándole los parámetros adecuados.

Los parámetros que se le pasarán al generador son, el iuid del estudio (studyIUID), el iuid de la serie a la que pertenece el estudio (seriesUID) y el iuid del objeto DICOM (objectUID). Con esto tres parámetros el generador va a poder acceder mediante WADO (ver Capítulo 3, Sección 3.2) a visualizar la imagen por la que va a reportar o embeberla dentro del reporte, ya sea en HTML o PDF.

Tener en cuenta que el Study IUID es lo único que debe pasarse al generador de reportes del Hospital de Clínicas ya que en el HIS/RIS ya está relacionada la información que va a necesitar el generador para armar el reporte, con esto nos referimos al identificador del paciente, fecha, hora y modalidad del estudio, así

como el médico que realiza el estudio. En la realidad del Hospital de Clínicas el study iuid estará compuesto por parámetros propios de la institución y el accession number.

En la Figura 5.3 veremos cómo sería un ejemplo de invocación al generador propio de reportes del Hospital de Clínicas pasándole los parámetros mencionamos anteriormente.

```
http://hc.edu.uy/generador?studyIUID=1.3.6.1.4.1.5962.1.50.1174395365.11033.0&seriesUID=1.3.6.1.4.1.5962.1.51.1174395365.11033.0objectUID=1.3.6.1.4.1.5962.1.48.1174395365.11033.0
```

Figura 5.3: Invocación por url al generador propio de reportes del Hospital de Clínicas.

Por otra parte, cuando se desee acceder a la imagen asociada a un estudio mediante WADO desde el generador propio de reportes del Hospital de Clínicas, deberá acceder a la url que se especifica en la Figura 5.4 cargando los parámetros adecuados.

```
http://IP_SERVIDOR_PACS:PUERTO/wado?requestType=WADO&studyUID=1.3.6.1.4.1.5962.1.50.1174395365.11033.0&seriesUID=1.3.6.1.4.1.5962.1.51.1174395365.11033.0objectUID=1.3.6.1.4.1.5962.1.48.1174395365.11033.0
```

Figura 5.4: Acceso mediante WADO a la imagen de un estudio en particular.

Para ver en detalle el desarrollo de esta funcionalidad ver Anexo 4.

5.4. Adaptaciones extras

Como último punto en este capítulo veremos dos agregados adicionales que se hicieron sobre el sistema PACS elegido (dcm4chee), estas son la de instalar las herramientas de auditoría ARR y el visor web Xero.

Audit Record Repository (ARR), es un log de auditoría de todas las transacciones realizadas a través del servidor PACS dcm4chee [DCMI09]. Esto lo marca como requisito HIPAA e IHE. Mediante esta funcionalidad se podrá mantener un histórico de todas las transacciones DICOM que se realizaron a través del dcm4chee. Desde el administrador web de la herramienta se podrá acceder a cada una de las transacciones realizadas, pudiendo ver quien la solicitó, cual fue la acción requerida y su resultado.

Por otro lado Xero, es un proyecto clínico para agregar una interfaz web sobre servidores PACS existentes [DCMX09]. Tener en cuenta que el administrador web con el que cuenta dcm4chee nos es un visor DICOM sino que lo que permite hacer es una preview de la imagen que contiene el objeto DICOM, pero se visualiza como un JPEG en el navegador. Sin embargo, mediante Xero se obtiene una interfaz más amigable para realizar búsquedas de los estudios relacionados a un paciente, las imágenes asociadas a un estudio se visualizan con la información de dicha imagen contenida en el objeto DICOM, como pueden ser, fecha, modalidad, accession number, study iuid, etc. Una de los principales beneficios es que mediante Xero se podría implementar telerradiología ya que se podría acceder y diagnosticar desde cualquier computador remoto sin la necesidad de tener un visor DICOM instalado, o estar en la red de la institución para que puedan hacerse consultas desde un visor DICOM al servidor PACS. Otra de las motivaciones para el uso de Xero es que es ideal para utilizar como interfaz web para los médicos especialistas y radiólogos por

su usabilidad y capacidades de visualización DICOM. Mientras que el administrador web de dcm4chee puede quedar para uso exclusivo de los administradores de servidores PACS.

Xero utiliza el acceso web para los objetos DICOM (WADO) y las tecnologías web como JavaScript asíncrono y XML (AJAX)¹⁰.

Mediante el uso de AJAX se pueden realizar peticiones HTTP sin actualizar la página web por completo sino solo la sección requerida (esto evita una sobrecarga sobre el servidor web donde se está ejecutando la aplicación web). Xero proporciona de forma nativa las funcionalidades inbrowser, window/level, pan/zoom, y más características para la visualización de imágenes. Xero está siendo desarrollado usando dcm4chee como servidor de archivos DICOM y utiliza el dcm4che toolkit para muchas de sus tareas internas. Sin embargo, el producto no está vinculado a DCM4CHEE porque se integra vía WADO. Esto brinda la posibilidad de que cualquier PACS compatible con IHE con la característica WADO cache puede ser fuente del visor Xero.

Para ver en detalle las configuraciones de estas dos adaptaciones ver Anexo 4.

¹⁰ AJAX, acrónimo de **A**synchronous **J**avaScript **A**nd **X**ML (JavaScript asíncrono y XML), es una técnica de desarrollo web para crear aplicaciones interactivas o RIA (Rich Internet Applications) [AJAX09]. Estas aplicaciones se ejecutan en el cliente, es decir, en el navegador de los usuarios mientras se mantiene la comunicación asíncrona con el servidor en segundo plano. De esta forma es posible realizar cambios sobre las páginas sin necesidad de recargarlas, lo que significa aumentar la interactividad, velocidad y usabilidad en las aplicaciones.

6. Conclusiones y Trabajo Futuro

Al comenzar el proyecto nos encontramos con el difícil desafío de que toda la realidad a estudiar estaba enmarcada en un mundo nuevo para la mayoría de nosotros. Con esto nos referimos a la terminología médica, equipos médicos, estándares de comunicación, así como la variedad de profesionales involucrados. Esto generaba una metodología de trabajo compleja con diversidad de actores pero a la vez sumamente enriquecedora.

Luego de que estudiamos y analizamos los estándares HL7 y DICOM, el perfil de integración SWF de IHE, y de relevar los requerimientos de la dinámica de trabajo actual de la institución en el área de imagenología, es que se llegó a definir un flujo de trabajo programado específico para el Hospital de Clínicas. Si bien este no era un objetivo inicial del proyecto, fue algo que surgió como consecuencia de la investigación que realizamos. Esto fue fundamental ya que sólo con la adaptación de un servidor PACS no es viable la operativa de un departamento de imagenología en forma eficiente. Si bien se logra tener algunos de los beneficios que brinda un sistema PACS, no se conseguiría la mayor utilidad del mismo ya que no se estaría integrando este sistema PACS con el resto de los sistemas de información, es decir, no se estaría logrando una integridad y uniformidad entre la información que fluye entre los sistemas de una institución sanitaria.

Mediante el relevamiento y análisis de los distintos visores DICOM y servidores PACS, tanto open source como propietarios, así como el estudio de los estándares involucrados DICOM, HL7 y el perfil de integración IHE, es que logramos concluir que la opción más adecuada era adaptar el servidor PACS dcm4chee. Este sistema PACS open source satisface los requerimientos planteados por el Hospital de Clínicas. Este cumple con las exigencias de interconectarse con equipos médicos muy variados, entre los cuales se encuentran los solicitados por el cliente para dar soporte a las imágenes dinámicas, permitiendo además la interoperabilidad entre el sistema PACS con el resto de los sistemas de información del Hospital de Clínicas. Al sistema PACS adaptado se le desarrolló un mecanismo de comunicación para integrarse con un generador de reportes propio que se está desarrollando en la institución. Esto permitirá al personal médico incorporar reportes de diagnóstico asociados a los datos generados por los equipos y almacenarse en el HIS/RIS de la institución.

Los estándares involucrados HL7 y DICOM son complejos, extensos y llevan mucho tiempo para su aprendizaje. Sin embargo, se logró generar la documentación de estos dos estándares a un nivel más básico y resumido, de forma de minimizar el tiempo requerido para comprender los aspectos importantes en relación a este proyecto.

Tuvimos importantes dificultades para agendar y poder realizar pruebas sobre los distintos equipos generadores. El cliente es una institución pública de salud además de un centro educativo. Por este motivo las coordinaciones para la pruebas de equipos y técnicos de las distintas áreas es una tarea que involucra muchos interlocutores en dependencia distinta, esto hizo más trabajoso su concreción. Debido a esto las oportunidades de realizar pruebas fueron escasas. Además del punto anterior y en relación directa, encontramos equipos que no disponían de todos los servicios DICOM debido limitaciones de licencias contratadas, o algunos otros equipos no tenían una interfaz adecuada para sus pruebas.

Con respecto a las pruebas primero realizamos una etapa inicial simuladas para evaluar la factibilidad del flujo de trabajo propuesto mediante el uso de

herramientas emuladoras. Posteriormente luego de ver que era factible el flujo propuesto, se probó gran parte del flujo de trabajo de imagenología en ambiente real, estas pruebas fueron documentadas.

A pesar de las dificultades que hemos mencionado se logro cumplir con los objetivos iniciales del proyecto, además lograr cumplir con otros nuevos que surgieron mejorando en algunos aspectos la propuesta. Este tipo de proyecto con multiplicidad de actores nos enriqueció y motivo en nosotros intereses extras para involucrarnos más en la realidad participando en un congreso y asistiendo a cursos de los estándares médicos planteados.

6.1. Trabajos a Futuro

En esta sección se presentan los posibles trabajos a futuro a ser realizados, donde se presentan elementos cuya investigación y aplicación podría resultar de interés a pesar de no haber sido considerados inicialmente en los objetivos del proyecto.

Dentro de los trabajos que se pueden realizar para extender nuestro proyecto consideramos que es importante realizar un estudio de factibilidad en cuanto a la infraestructura (Red, equipos de almacenamiento, características de los puestos de consulta y diagnostico) necesaria para soportar un flujo de trabajo con las características como las que tiene el Flujo Específico propuesto.

Un punto que nos hubiera gustado ampliar en nuestro proyecto es haber investigado y analizado más a fondo alguno de los perfiles de integración IHE, como por ejemplo el perfil de integración que existe para reportes estructurados (RWF) y el de reconciliación de datos demográficos del paciente (PIR).

Se podría extender el visor web Xero, que si bien cuenta con características básicas de análisis de imagen y reportes de diagnósticos, no es un visor DICOM.

Como detallamos en el Anexo 4, con respecto a la herramienta seleccionada dcm4chee, la etapa de build a partir de los fuentes es muy engorrosa, esto haría muy poco práctico el hecho de generar el build bajo cualquier máquina a partir de los fuentes, ya que depende de varios frameworks así como de una correcta configuración de los scripts. A su vez cada vez que se generan los binarios correspondientes (esto genera un pre empaquetado de JBoss que ya cuenta con todas las librerías necesaria de dcm4chee) hay que correr un paso posterior que se encarga de copiar las runtime libraries de JBoss en dicho pre empaquetado. Sin embargo, está el inconveniente de que este pre empaquetado no incluye las herramientas ARR ni Xero (ni cualquier otro agregado adicional que se haya instalado) dentro de su generación, con lo que cada vez que se haga el build habría que volver a configurar estas herramientas. Es por esta razón que sería deseable como proyecto a futuro generar un empaquetado que contenga los fuentes y que cuente con todos frameworks necesarios para poder integrarlo en un IDE como puede ser eclipse o NetBeans y desde ellos poder generar el build a través de un script que se pueda ejecutar. Además habría que contar con una automatización del proceso post-build, en donde se le pase el directorio donde se encuentre el HOME del servidor de aplicaciones JBoss y lo que haga es copiar solo aquellos archivos necesarios (.jar, .war, xml, etc.), de esta forma no habrá que instalar las herramientas ARR y Xero después de cada build ya que el servidor de aplicaciones ya contará con su correcta instalación por única vez.

Referencias bibliográficas

A-D

[ACR09] ACR- Asociación Nacional de Fabricantes Eléctricos. <http://www.acr.org/> [acceso: 10/12/09]

[AJAX09] Wiki. <http://es.wikipedia.org/wiki/AJAX>. [acceso: 10/12/09]

[BIT08] Prof. LIU, Brent J; Prof. HUANG, H. K. "PACS and Medical Imaging Informatics for filmless Hospital" DAGAN FENG, David. "Biomedical Information Technology". USA, ELSEVIER, 2008. p. 279-305.

[DISD09] NEMA. "Strategic Document"
<http://medical.nema.org/dicom/geninfo/Strategy.pdf>. 20/03/09, versión 9.5
[acceso: 10/12/09]

[DIOF08] NEMA. "The DICOM Standard".
<ftp://medical.nema.org/medical/dicom/2008/>. 2008. [acceso: 10/12/09]

[DIDB05] OTECH. "DICOM BASIC". 3^{era} edición, USA, 2005. p. 201. ISBN 0-9718867-4-1

[DCM409] dcm4che.org. <http://www.dcm4che.org> [acceso: 10/12/09]

[DCMI09] dcm4che.org.
<http://www.dcm4che.org/confluence/display/ee2/Installation> [acceso: 10/12/09]

[DCMX09] dcm4che.org. <http://www.dcm4che.org/confluence/display/ee2/Xero>
[acceso: 10/12/09]

[DCMC09] dcm4che.org. <http://www.dcm4che.org/docs/conformance/dcm4chee-cs.pdf> [acceso: 10/12/09]

[DCMS09] dcm4che.org.
<http://www.dcm4che.org/confluence/display/ee2/System+Overview> [acceso: 10/12/09]

[DCM4BEN] WARNOCK, Max J.; TOLAND, Christopher; EVANS, Damien; WALLACE, Bill; NAGY, Paul. "Benefits of Using the DCM4CHE DICOM Archive". Diagnostic Radiology, University of Maryland School of Medicine, 22 South Greene Str., Baltimore, MD, 21201, USA. 5 de Octubre 2007.
<http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC2039778/> [acceso 11/12/09]

E-I

[HL7A09] HL7 Argentina. "HL7 para la comunidad iberoamericana - Octubre 2009"
<http://campus.hl7.org.ar> [Disponibilidad: usuarios registrados, acceso: 10/12/09]

[HL7009] Health Level Seven. <http://www.hl7.org/> [acceso: 10/12/09]

[IMI05] PEDROSO MENDOZA, Luis E. VÁZQUEZ RÍOS, Belkis S. "Introducción a la Ciencia de las imágenes diagnósticas médicas". PEDROSO MENDOZA, Luis E. VÁZQUEZ RÍOS, Belkis S. "Imagenología". La Habana, Editor Ciencias Médicas, 2005. p. 1-3.

[IMA05] PEDROSO MENDOZA, Luis E. VÁZQUEZ RÍOS, Belkis S. "Avances en imagenología". PEDROSO MENDOZA, Luis E. VÁZQUEZ RÍOS, Belkis S. "Imagenología". La Habana, Editor Ciencias Médicas, 2005. p. 142-150.

[IHEW09] IHE. "Radiology Technical Framework". http://www.ihe.net/Technical_Framework/upload/ihe_tf_whitepaper_DWF_TI-draft-2004-04-15.pdf [acceso: 10/12/09]

[IHEV109] IHE. "Radiology Technical Framework". http://www.ihe.net/Technical_Framework/upload/ihe_tf_rev9-0ft_vol1_2008-06-27.pdf [acceso: 10/12/09]

[IHEV209] IHE. "Radiology Technical Framework". http://www.ihe.net/Technical_Framework/upload/ihe_tf_rev9-0ft_vol2_2008-06-26.pdf [acceso: 10/12/09]

[IHEE05] IHE España. Traducción del "IHE Radiology User's Handbook". O'Donnell, Kevin, 2005
<http://www.ihe-e.org/sc/radio/Manual%20de%20Usuario%20IHE-Radiologa.pdf>
[acceso: 10/12/09]

J-P

[MBEA09]
<http://www.adictosaltrabajo.com/tutoriales/tutoriales.php?pagina=MBeansJBoss>
[Acceso: 10/12/09]

[MCDA07] SPRONK, René. "HL7 versión 3: Message or CDA Document", Ringholm Whitepaper. http://www.ringholm.de/docs/04200_en.htm; 13/11/07, versión 1.2
[acceso: 10/12/09]

[NEMA09] NEMA-National Electrical Manufacturers Association.
<http://www.nema.org/prod/med/> [acceso: 10/12/09]

[PRU97] "Revista de Imagenología". Documentación de Archivo médico de Facultad de Medicina: 1997, Vol 1, N2, p. 9

[PIOI] WILSON, Eduardo. LEBORNE, José H. DE TENYI, Andrés. CRISOLITO, Julio. "Pioneros de la Radiología en Uruguay". Sociedad de Radiología e Imagenología de Uruguay. Documentación de Archivo médico de Facultad de Medicina.

[PACS00] Sociedad Española de Electromedicina e Ingeniería Clínica. "Radiología Digital, PACS, Telerradiología y Estrategias en Radiología - Segunda Parte PACS". Informática medica Integral S.L. <http://www.seeic.org/articulo/rxdigital/pacs2.zip>
Agosto 2000. [acceso 10/12/09]

[PRE06] Disposiciones relativas a la historia Clínica electrónica única de cada persona en Uruguay. www.presidencia.gub.uy/decretos/2003093001.htm [acceso: 10/12/09]

Q-Z

[RVI92] Dra. SÁNCHEZ, Delia. "Evolución de la Tecnología Médica en Uruguay". "Revista de Imagenología". año 1992, VOL-8, Nº, p. 108-119

[SWF02] SEFM. "Flujo de trabajo-Scheduled Workflow (SWF)". Dr. Wirsz, Nikolaus - Siemens Medical Solutions. <http://sumo.irisa.fr/TF/tutorials/RAD/SWF1.pdf> Alemania, 27 de enero 2002. [acceso: 10/12/09]

[SUEI09] SUEIIDISS. <http://65.98.16.106/~tngcons/SUEIIDISS> [acceso: 10/12/09]

Anexos

PACS – Sistema de Imagenología para el Hospital de Clínicas

Montevideo, Uruguay
Diciembre 2009

Esteban Aliaga
Agustín Centurión
Sebastián Martínez

Tutor
Álvaro Martín

Índice

1. IHE	4
1.1. Introducción y organización	4
1.2. Otros beneficios que proporciona IHE	4
1.3. Perfiles y Actores	5
2. DICOM	7
2.1. Guía para leer el estándar DICOM	7
2.2. Modelo de información DICOM – Principales estructuras	9
2.3. Identificadores Únicos	12
2.4. Mensajes DICOM en detalle	13
2.5. Servicios DICOM en detalle con sus respectivos comandos.	14
2.6. Terminología DICOM	16
2.7. Campo de aplicación de DICOM	16
2.8. Estructura Organizacional de DICOM	17
2.9. Relación de DICOM con otros estándares	19
2.10. Referencias a la secciones de las partes de DICOM	20
3. Estado del arte, herramientas	23
3.1. ClearCanvas Workstation	23
3.2. K-PACS	24
3.3. OSIRIX	24
3.4. ClearCanvas ImageServer	25
3.5. CharruaPACS	26
3.6. Dcm4chee	27
3.7. OpenSourcePacs UCLA	29
3.8. CONQUEST	31
3.9. DICOM-VCL	32
3.10. DCMTK	32
4. Implementación y configuración	33
4.1. Introducción	33
4.2. Cambios realizados	36
4.3. Organización de los entregables y generación del binario	38
4.4. Configuración del dcm4chee partiendo del build	40
4.5. Configuraciones de las herramientas agregadas	41
4.5.1. Audit Record Repository (ARR)	41
4.5.2. Visor web Xero	42
5. Pruebas	44
5.1. Introducción	44
5.2. Pruebas Simuladas	44
5.3. Extensiones y adaptaciones	66
5.4. Pruebas del Flujo de trabajo en el Hospital de Clínicas	67
6. Actas de reuniones	73
7. Referencias	85

1. IHE

En este primer anexo vamos a desarrollar IHE (Integrating the Healthcare Enterprise) que describe por qué y cómo se debe adquirir e implementar sistemas que poseen capacidades IHE. IHE ha sido diseñado para hacer más rápido, fácil y fiable el proceso de integración de sistemas sanitarios. Este anexo describe cómo puede utilizarse IHE para mejorar el proceso en un flujo de trabajo hospitalario, donde es esencial la interoperabilidad entre los diferentes sistemas.

1.1. Introducción y organización

IHE, Integrating the Healthcare Enterprise [IHEE05], que podría traducirse al castellano como Integrando las Empresas Sanitarias, es una iniciativa que se inició en 1998 en USA en profesionales de la sanidad (incluyendo colegios profesionales de médicos como el American College of Cardiology – ACC, sociedades científicas como la Healthcare Information and Management Systems Society – HIMSS y la Radiological Society of North America – RSNA entre otros) y empresas proveedoras para dar respuesta a los crecientes y problemas de interoperabilidad en el dominio de radiología.

IHE funciona en base a subcomités técnicos divididos en dominios temáticos [IHEE05]: Radiología, Laboratorio, Anatomía patológica, Dermatología etc. Aquí haremos énfasis en el área de Radiología.

IHE define unos Perfiles de Integración que utilizan estándares ya existentes para la integración de sistemas, de manera que proporcionen una interoperabilidad efectiva y un flujo de trabajo eficiente. IHE nos permite alcanzar el nivel de integración aceptable en la era de la HCE (Historia Clínica Electrónica).

Cada Perfil de Integración IHE describe una necesidad clínica de integración de sistemas y la solución para llevarla a cabo. Define también los componentes funcionales, a los que llama actores, especificando con el mayor grado de detalle posible las transacciones que cada actor deberá llevar a cabo, basadas siempre en estándares como DICOM y HL7 los cuales son esenciales en el flujo de trabajo definido en el Hospital de Clínicas.

Una alternativa sin integración preestablecida, podría ser el desarrollo de interfaces hechas a medida para cada instalación, lo que resulta más costoso y requiere el mantenimiento de estas interfaces durante toda la vida útil del sistema. La integración a través de IHE es menos costosa desde el principio y hace que resulte más fácil la planificación y puesta en marcha de futuras adquisiciones, además de ser más productiva al proporcionar capacidades valiosas. Los perfiles de integración definen claramente cómo deben encajar todas las piezas basándose en estándares aceptados globalmente.

1.2. Otros beneficios que proporciona IHE

IHE aumenta el valor de la información del paciente al garantizar la integridad de su historial médico. IHE reduce el tiempo empleado en la solución de problemas tales como la pérdida de datos y la aparición de estudios incongruentes. IHE proporciona al personal sanitario información bien estructurada sobre el paciente de modo que la toma de decisiones médicas se base en la mejor información posible. Los Perfiles IHE están diseñados para implementar la metodología de imagen digital dentro de un flujo de trabajo clínico coordinado. Eliminan la necesidad de introducir manualmente información sobre el paciente en la modalidad, de buscar estudios en placas o de reconciliar estudios incongruentes almacenados en su PACS. Estos beneficios fueron destacados como importantes para nuestro cliente en el Hospital

de Clínicas, y de aquí su importancia en mejorar el proceso hasta ahora desarrollado.

A continuación, realizaremos una pequeña descripción de algunos perfiles IHE, que nos parece importante destacar.

A la hora de especificar las exigencias de integración para el sistema que quiere adquirir o implantar o adaptar, hay que seleccionar los Perfiles de Integración y Actores IHE que se quiere el sistema soporte.

1.3. Perfiles y Actores

A continuación, detallaremos algunos perfiles IHE soportados por el servidor PACS DCM4CHEE, haremos una pequeña descripción de los beneficios que estos brindan:

Flujo de tareas programado (Scheduled Workflow o SWF) [IHEE05]: es la piedra fundamental de la integración IHE para el proceso de adquisición de imágenes. Nuestro flujo presentado en el Capítulo 4 del Informe Final, se basa en adaptar el flujo general propuesto por SWF y en elementos específicos del cliente. El flujo SWF de información es continuo y permite una eficiente atención al paciente en el proceso de realización de una prueba de imagen. Ya que especifica las transacciones que mantienen la consistencia de la información sobre el paciente desde su registro hasta la visualización de las imágenes, pasando por la petición, la cita, la adquisición de imágenes y su almacenamiento. Es muy recomendable empezar con este perfil. Aseguran que los datos demográficos del paciente y la información sobre peticiones y procedimientos sean correctos y coherentes. Permiten que las imágenes estén disponibles para su revisión rápidamente. Reducen la pérdida de datos y la aparición de datos antiguos irrelevantes. Para lograrlo el perfil enumera pruebas en cada paso del flujo de datos para asegurarse que la información este fluyendo en el sistema sin errores. En el perfil SWF presupone que las modalidades soportan varios servicios DICOM (Modality Worklist, MPPS, etc.). Además para su completa retroalimentación, el HIS/RIS debe ser capaz recibir y enviar mensajes ya sea DICOM o HL7 (según las funcionalidades del RIS), para enviar las solicitudes con las órdenes o para hacer un seguimiento de la adquisición.

Presentación de Imágenes Consistentes (Consistent Presentation of Images o CPI) [IHEE05]: permite que el técnico ajuste la presentación de las imágenes en la modalidad. Asegura que la visualización de las imágenes sea uniforme a lo largo de la institución sanitaria, independientemente del monitor o la impresora que se utilice. Este perfil presenta una guía pruebas que van desde calibrar estaciones de trabajo e impresoras hasta impresión y visualización. En muchos casos habrá que dirigirse a la documentación del proveedor.

Datos de Imagen Portátiles (Portable Data for Imaging o PDI) [IHEE05]: permite la creación de CDs de imágenes (que cumplen con DICOM) en la modalidad. También da la posibilidad de importar datos al PACS.

Exportación para docencia y ensayos clínicos (Perfil Teaching File and Clinical Trial Export) [SWF02]: permite seleccionar imágenes, series o estudios para exportarlos como archivos académicos o para estudios clínicos. Además de la imagen, se contempla exportar notas (key image notes), informes, documentos de evidencia y estados de presentación.

Post Procesado Flujo de Trabajo (Post Processing Workflow PWF) [IHEE05]: es un perfil que provee los medios para organizar tareas de seguimiento y supervisión del flujo de trabajo definido, posterior a su finalización. Está básicamente definido en tareas posteriores a la adquisición de la imagen y preparación para su diagnóstico. Algunas de las tareas son: reconstrucción de la imagen, control de calidad, generación de vistas 3D.

Reportes del Flujo de Trabajo (Reporting WorkFlow RWF) [IHEE05]: este perfil refiere a todas las tareas de presentación de informes. Incluye desde dictado, transcripción, revisión y comparación.

Información Reconciliada del Paciente (Patient Information Reconciliation PIR) [IHEE05]: este perfil junto con el SWF aseguran que los datos demográficos del paciente y la información sobre peticiones y procedimientos sea correcta y coherente a lo largo la transferencia y recuperación de los datos en el flujo.

Anotaciones en las Imágenes (Key Image Note KIN) [IHEE05], [SWF02]: brinda al médico marcar como no significativa una o más imágenes en un estudio, y en referencia a ellos realizar una nota relacionada. Estas notas se almacenan junto con los estudios y al ser recuperados permite estudios o comparaciones además de propósitos académicos. Este fue un requerimiento del cliente, la nueva versión del Visor Clear Canvas implementa DICOM Key Object Selection Documents and Presentation State SOPs, las cuales permiten una vez que es visualizada una imagen marcar zonas o realizar comentarios, se almacenan como una nueva serie del estudio con tipo de modalidad KO-Key Object, pudiendo esta ser recuperada.

Retrieve Information for Display (RID) [SWF02]: permite recuperar información clínica en formatos CDA, PDF y JPEG.

IHE también brinda perfiles para las modalidades, detallamos algunos a continuación:

Documentos de Evidencia (Evidence Documents o ED) [IHEE05],[SWF02]: permite realizar mediciones dentro de las imágenes en la modalidad (por ejemplo, la fracción de eyección o la longitud del feto), y almacenarlas en el PACS.

Opción de Gestor de Excepciones (Exception Management Option) [IHEE05]: capacita a la modalidad para que proporcione información al RIS sobre por qué los estudios se han interrumpido o necesitan alguna modificación.

2. DICOM

2.1. Guía para leer el estándar DICOM

El estándar DICOM consiste en diversas partes/secciones, cada sección refiriéndose a un componente específico del estándar.

Actualmente consta de 18 partes, ya que día a día se va actualizando. A continuación haremos un punteo de la temática de cada parte siguiendo a [DIOF08] y [DIDB05].

PS 3.1 – Introducción y Vista General

PS 3.2 – Conformidad

PS 3.3 – Definición de los Objetos de Información

PS 3.4 – Estructuras de Datos y Codificación

PS 3.6 – Diccionario de Datos

PS 3.7 – Intercambio de Mensajes

PS 3.8 – Soporte de la Comunicación por Red para el Intercambio de Mensajes

PS 3.10 – Medios de Almacenamiento y Formato de Archivos para Intercambio de Datos

PS 3.11 – Perfiles de Aplicación para Medios de Almacenamiento

PS 3.12 – Formatos de Medios y Medios Físicos para el Intercambio de Datos

PS 3.14 – Estándar para la Función de Representación en Escala de Grises

PS 3.15 – Perfiles de Seguridad

PS 3.16 – Recurso para el Mapeo de Contenido

PS 3.17 – Explicativa de la Información

PS 3.18 – Acceso Web a Objetos Persistentes DICOM (WADO)

Las partes 9 y 13 no se utilizan por que actualmente no están presentes.

Todas las partes del estándar DICOM están interrelacionadas. Como puede verse en la Figura 2.1:

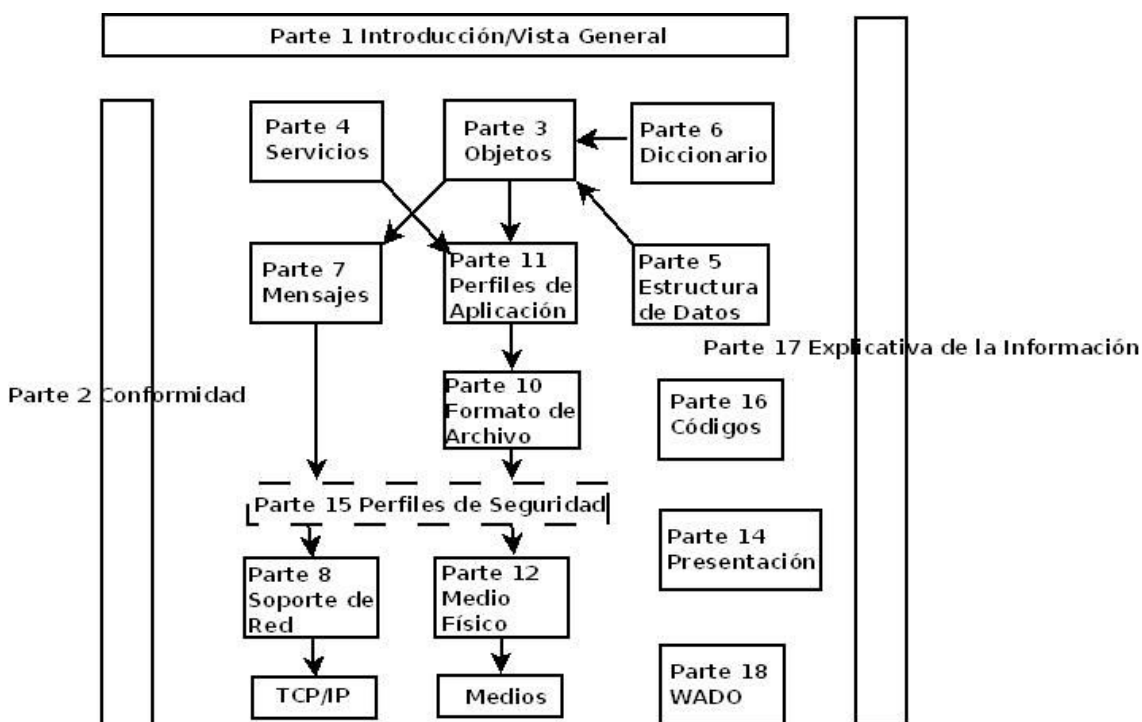


Figura 2.1: Partes/secciones del Estándar DICOM [DIDB05]

La Parte 1 proporciona una Vista general [DIOF08] [DIDB05], explica algunos conceptos básicos. También explica el contenido de las diversas partes, y su interrelación.

La Parte 2 especifica la Conformidad (Conformance) DICOM [DIOF08] [DIDB05]. Se requiere que cada dispositivo conforme con DICOM, especifique qué servicios DICOM proporciona, de forma que los usuarios potenciales, integradores de sistemas, y otros, puedan determinar su conectividad. La Parte 2 especifica qué conformidad DICOM debe cumplir un producto, y también proporciona una plantilla con diversos ejemplos de declaraciones de típicas de conformidad DICOM. Esta parte es crítica para cualquiera que deba redactar una Declaración de Conformidad DICOM, y también resulta útil para todo aquel que quiera ser capaz de interpretar una. Puesto que trata de todos los aspectos de DICOM, tiene relación con todas las demás Partes en la Figura 2.1.

La Parte 4 especifica las Clases de Servicio (Service Class Specifications) [DIOF08] [DIDB05]. Describe todos los servicios DICOM, Impresión (Print), Envío (Storage), Consulta/Recuperación (Query/Retrieve), Lista de Trabajo de la Modalidad (Modality Worklist), etc. Se especifica con todo detalle la información intercambiada con estos servicios. Estos servicios utilizan comandos específicos para realizar sus funciones. DICOM cuenta con diversos comandos, dependiendo de la funcionalidad que necesita cumplir, y esos comandos son descritos en *la Parte 7*.

La Parte 8 especifica exactamente la interfaz de DICOM con el protocolo estándar de comunicaciones, es decir, TCP/IP [DIOF08] [DIDB05]. Esta parte también contiene todos los errores que pueden darse durante la comunicación DICOM, incluyendo sus códigos y descripciones.

Los servicios descritos en la Parte 4 utilizan los comandos descritos en la Parte 7, pero a menudo intercambian Objetos de Información, tales como imágenes, reportes, etc. Estos Objetos de Información están todos descritos en *la Parte 3*. Esta Parte 3 también especifica la definición del Tipo (Type) para cada elemento de datos individual, es decir, si es obligatorio, opcional o condicional el que ese elemento específico forme parte del mensaje DICOM [DIOF08] [DIDB05]. Hay dos partes que dan soporte a la Parte 3, a saber, *la Parte 6* el Diccionario de Datos, que contiene una lista de todos los atributos individuales (data elements) que se utilizan para construir esos objetos DICOM; y *la Parte 5*, las Estructuras de Datos que especifican la Representación de su Valor (Value Representation-VR), que puede compararse a una definición de "tipo" en software. Todos los elementos de datos (data elements) DICOM tienen una representación específica de su valor, por ejemplo, todos los nombres son del tipo PN (Person Name), todas las fechas de tipo DA (Date), etc. Para determinar cómo están definidas todas estas representaciones de valor, por ejemplo, cuál formato se utiliza para la fecha (YYYYMMDD), se debe consultar *la Parte 5*, que contiene las Estructuras de Datos y Semántica. La Parte 6 el Diccionario de Datos y la Parte 5 las Estructuras de Datos, soportan ambas a la Parte 3 los Objetos DICOM.

Las Partes 10, 11, y 12 tratan del formato de intercambio de los medios DICOM [DIOF08] [DIDB05]. *La Parte 10* especifica el formato de archivos, incluyendo la estructura del Directorio. Hay que tener en cuenta que DICOM tiene una estructura de directorio muy particular, que permite por ejemplo leer un CD de intercambio DICOM y mostrar la información clave de todas las imágenes (que pueden ser miles en el caso de un CD o DVD) y recuperarlas. Puesto que este directorio es específico de DICOM, se necesita una aplicación DICOM para interpretar la información. El sistema de archivos en sí es el estándar de los PCs. *La Parte 11* contiene los perfiles de aplicación específicos, que están definidos para aplicaciones concretas, tales como ultrasonidos, etc, conteniendo la definición de un subconjunto específico de imágenes y las posibilidades de codificación para almacenar estas imágenes.

Los medios físicos se definen en *la Parte 12* [DIOF08] [DIDB05]. Si se desea saber por ejemplo qué tipo de DVD soporta el estándar DICOM, ahí es donde se puede encontrar esa información.

La Parte 14 trata acerca de la calidad de imagen. Contiene la Función de Representación Estándar para Escala de Grises DICOM (Grayscale Standard Display

Function), que mapea los valores de los píxeles a un rango estándar de valores de luminancia para la representación en pantalla, y a valores de densidad para representación impresa, como por ejemplo en placa.

La Parte 15 trata de la seguridad definida en DICOM [DIOF08] [DIDB05]. Se identifican perfiles específicos dependiendo del nivel de seguridad que se desee soportar.

La Parte 16, Recurso para el Mapeado de Contenido (Content mapping resource), contiene todos los códigos y plantillas.

La Parte 17 contiene detalles de información sobre como las Clases SOP podrían ser utilizadas en forma de casos de uso [DIOF08] [DIDB05].

La Parte 18 especifica como objetos DICOM pueden ser accedidos a través de Internet, es decir, WADO-Acceso Web a Objetos Persistentes DICOM [DIOF08] [DIDB05].

2.2. Modelo de información DICOM – Principales estructuras

El Modelo de Información DICOM define la estructura y organización de la información relacionada a la comunicación de imágenes médicas.

La Figura 2.2 muestra las relaciones entre las principales estructuras del Modelo de Información DICOM.

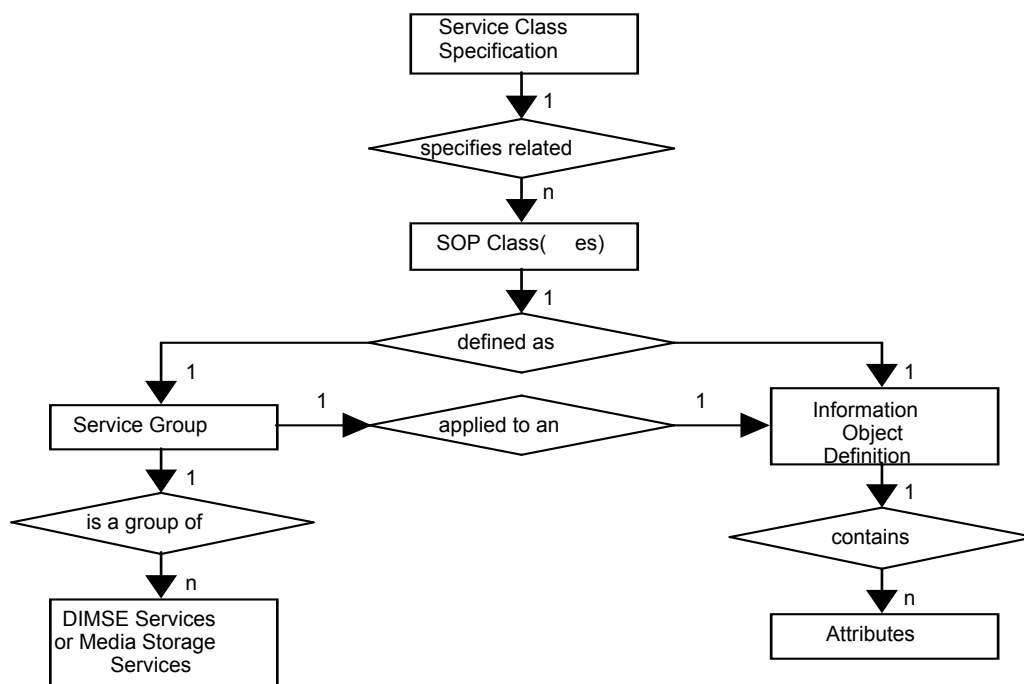


Figura 2.2: Principales estructuras del Modelo de información DICOM [DIOF08]

OBJETO DE INFORMACIÓN - Information Object Definition(IOD) [DIOF08]

Un Objeto de Información (IOD) es un modelo abstracto de datos orientado a objetos usado para especificar información sobre objetos del mundo real. Un IOD proporciona la comunicación entre Entidades de Aplicación con una vista común de la información a ser intercambiada. Un IOD no representa una instancia específica de un objeto del mundo real, sino más bien una clase de objetos del mundo real los cuales comparten las mismas propiedades.

- Un IOD usado generalmente para representar una única clase de objetos del mundo real es llamado Objeto de Información Normalizado.
- Un IOD que incluye información sobre objetos del mundo real relacionados es llamado Objeto de Información Compuesto.

IOD Compuesto: Un IOD Compuesto es un Objeto de Información (IOD) que representa partes de varias entidades incluidas en el Modelo DICOM del Mundo Real. Cada IOD incluye Atributos, los cuales no son inherentes a los Objetos del Mundo Real que los IOD representan, sino más bien son inherentes en relaciones de Objetos del Mundo Real. Estas relaciones de Objetos del Mundo Real proveen un contexto completo para el intercambio de información. Cuando una instancia de un IOD Compuesto es comunicada, todo este contexto es intercambiado entre *Entidades de Aplicación* (Ver Sección Terminología DICOM). Las relaciones entre Instancias de IOD Compuestos se efectuarán en este contexto de información. Los IOD Compuestos son especificados en **[PS 3.3 Anexo A]**.

IOD Normalizado: Un IOD Normalizado es un Objeto de Información (IOD) que generalmente representa una única entidad en el Modelo DICOM del Mundo Real. Cuando una instancia de un IOD Normalizado es comunicada, el contexto para esta instancia no es intercambiado. En vez de eso, el contexto es siempre a través de punteros a Instancias de IOD Normalizados. Los IOD Normalizados son especificados en **[PS 3.3 Anexo B]**.

ATRIBUTOS – Attributes [DIOF08]

Los Atributos de un IOD describen las propiedades de una Instancia de Objeto del Mundo Real. Atributos relacionados son agrupados en Módulos que representan un alto nivel de semántica, documentada en los Módulos de Especificación que se encuentra en **[PS 3.3 Anexo C]**. Los Atributos son codificados como Elementos de Datos (Data Elements) utilizando las reglas, los conceptos Representación de Valores (Value Representation) y Multiplicidad de Valor (Value Multiplicity) son especificados en **[PS 3.5]**. Para especificar un Elemento de Datos, la Representación de Valores y Multiplicidad de Valores son especificados en el Diccionario de Datos en **[PS 3.6]**. Cuando múltiples módulos contienen los mismos Atributo/s son incluidos en un IOD, el Atributo se codifica una sola vez en un Elemento de Datos.

COMUNICACIÓN ON-LINE Y SERVICIOS MEDIA STORAGE [DIOF08]

Para la *comunicación on-line* los Servicios DIMSE permiten a una Entidad de Aplicación DICOM invocar una operación o notificación, a través de una red o una interfaz punto-a-punto. Los Servicios DIMSE son definidos en **[PS 3.7]**.

Servicios DIMSE-C: Los Servicios DIMSE-C son servicios aplicables sólo a IOD Compuestos. Los Servicios proveen solo servicios de operación. Los comandos compuestos son: C_Store, C_Find, C_Get, C_Move, C_Echo.

Servicios DIMSE-N: Los Servicios DIMSE-N son servicios aplicables sólo a IOD Normalizados. Los Servicios DIMSE-N proveen ambos servicios de operación y notificación. Los comandos normalizados proporcionan dos tipos de operaciones: Servicios de Notificación: N_Event_Report y Servicios de Operación: N_Get, N_Set, N_Action, N_Create, N_Delete.

Grupo de Servicio DIMSE: Un Grupo de Servicio DIMSE especifica uno o más operaciones / notificaciones definidas en [PS 3.7] que son aplicables a un IOD. Grupos de Servicio DIMSE son definidos en **[PS 3.4]**, en la Especificación de una Clase Par Servicio-Objeto (Service-Object Pair(SOP) Class).

Para *intercambio de media storage*, los Servicios Media Storage permiten a una Entidad de Aplicación DICOM invocar una operación media storage relacionada. Los Servicios Media Storage son discutidos en **[PS 3.10]**.

CLASE PAR SERVICIO-OBJETO "SOP CLASS" [DIOF08]

Una Clase Par Servicio-Objeto es definida por la unión de un IOD y un Grupo Servicio DIMSE. La definición de una Clase SOP contiene las reglas y semánticas que pueden restringir el uso de servicios en el Grupo Servicio DIMSE y/o los Atributos del IOD. La selección de las clases SOP es utilizada por Entidades de Aplicación para establecer un conjunto de capacidades para soportar su interacción. Esta negociación se realiza en el momento de establecimiento de la asociación como se describe en **[PS 3.7]**. Una negociación extendida permite a las Entidades de Aplicación a seguir de acuerdo con opciones específicas con una Clase SOP. La Clase SOP como es definida en el Modelo de Información DICOM es equivalente en la terminología ISO/OSI a la Managed Object Class.

DICOM define dos tipos de Clases SOP, Normalizadas y Compuestas.

- Las Clases SOP Normalizadas son definidas como la unión de un IOD Normalizado y un conjunto de Servicios DIMSE-N.
- Las Clases SOP Compuestas son definidas como la unión de un IOD Compuesto y un conjunto de Servicios DIMSE-C.

Las especificaciones de Clases SOP juegan un rol central para la definición de requerimientos de conformidad DICOM. Esto permite a las Entidades de Aplicación DICOM seleccionar un subconjunto bien definido a nivel de aplicación de la v3.0 del Estándar DICOM a las que se puede reclamar conformidad. Ver **[PS 3.2]**.

NEGOCIACIÓN DE LA ASOCIACIÓN (Association Negotiation) [DIOF08]

El establecimiento de la asociación es la primera fase de comunicación entre pares de Entidades de Aplicación compatibles con DICOM. Las Entidades de Aplicación deberán usar establecimiento de asociación para negociar cuales Clases SOP pueden ser intercambiadas y como los datos serán codificados. La Negociación de Asociación es definida en **[PS 3.7]**

ESPECIFICACIÓN DE LA CLASE DE SERVICIO (Service Class Specification) [DIOF08]

Una Especificación de la Clase de Servicio define un grupo de una o más Clases SOP relacionadas con una función específica que debe ser realizada para la comunicación de Entidades de Aplicación. Una Especificación de la Clase de Servicio también define las reglas que permiten que las implementaciones exponer niveles predefinidos de conformidad para una o más Clases SOP. Las Aplicaciones pueden ajustarse a Clases SOP ya sea como un Service Class User (SCU) o Service Class Provider (SCP). Tal interacción entre pares de Entidades de Aplicación trabajan en un 'modelo cliente/servidor'. El SCU actúa como el 'cliente', mientras el SCP actúa como el 'servidor'. Los roles SCU/SCP son determinados durante el establecimiento de asociación. Las Especificaciones de Clase de Servicio son definidas en **[PS 3.4]**

2.3. Identificadores Únicos

Los Identificadores Únicos (UID) son usados para identificar todo en DICOM, desde las SOP Class a los Objetos individuales [DIOF08]. Son registrados por una organización de estándares para prevenir duplicados. La organización que da los UIDs de las DICOM SOP Class es la NEMA.

El UID es único para cada imagen, podría determinar que los objetos son diferentes o idénticos [DIOF08]. El UID no solo ayuda a determinar cuando dos objetos son idénticos, este identificador único también sirve para propósitos de recuperación. Los UIDs de las SOP Class y de las SOP Instance, identifican como únicos todos los objetos DICOM, por ejemplo imágenes, reportes, etc. El primer número identifica su tipo, y el segundo uno podría considerarlo su número de serie. Una SOP Class UID tiene asociados varios SOP Instance UID. Por ejemplo, el UID de la SOP Class para una CT Store es 1.2.840.10008.5.1.4.1.1.2, en este ejemplo:

- el primer número (1) define la organización que define este número (ISO),
- el segundo número (29, define la sub organización (ANSI),
- el tercer número (840) es el país (EEUU) y
- el número de la organización (10008) es emitido para ser usado por la NEMA.

Los creadores de las instancias de objetos, por ejemplo modalidades CT o MR, generan números de instancia únicos en todo el mundo para cada objeto individual. ¿Cómo se puede asegurar que una CT de un proveedor, por ejemplo General Electric, no emitirá el mismo número que otro proveedor como Philips? [DIDB05] Esto es establecido exigiendo a cada proveedor registrar un número raíz de la organización de una agencia central de registros como ANSI.

¿Cómo se puede asegurar que un particular proveedor no emite los mismos números para instancias creadas por dos de sus propias modalidades CT? [DIDB05] Actualmente esto no está garantizado para que no pase. El estándar DICOM claramente requiere que estos números sean únicos. Pero no hay un organismo que controle esto.

Los UID DICOM están definidos en la Parte 5 (Sección 9 y Anexo C) del estándar DICOM.

2.4. Mensajes DICOM en detalle

Un mensaje DICOM es codificado usando tags, el largo (Value Length) es indicado para cada elemento de dato (atributo), un identificador opcional del tipo de datos usados llamado Value Representation (VR), y los valores actuales de los atributos [DIOF08]. Antes de mirar los Objetos DICOM en detalles, es de ayuda entender lo básico de los mensajes DICOM. Las reglas para codificar estos mensajes son dadas en la Parte 5 del estándar.

Un mensaje DICOM puede ser visualizado como un stream de elementos de datos (data elements), donde cada elemento de datos está formado por cuatro campos: tag de los elementos, representación de los valores (VR), largo de los valores (VL) y el campo del valor. El formato de los mensajes es ilustrado en la Figura 2.3.

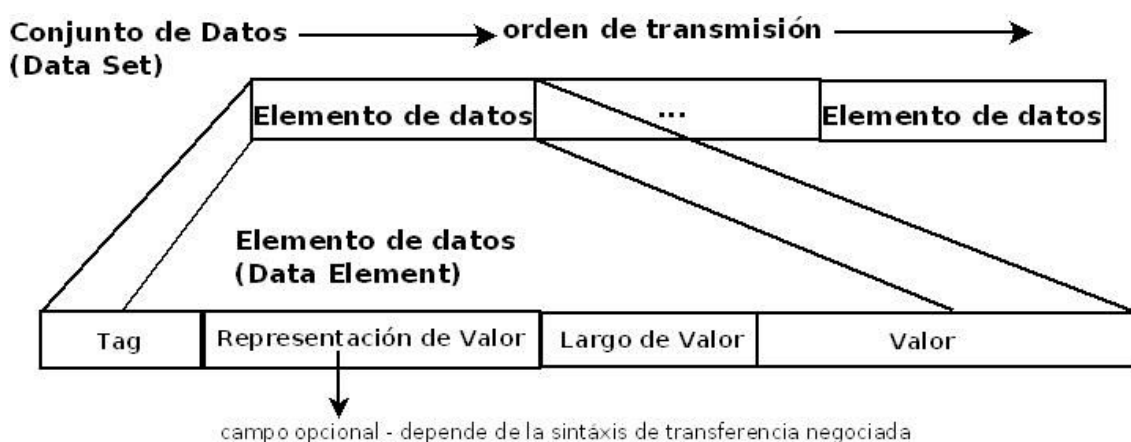


Figura 2.3: estructura de los mensajes DICOM [DIOF08]

A continuación, se describe cada campo de un Elemento de Datos (Data Element):

1. *Tag* del elemento de datos: es una dupla de enteros sin signo de 16 bit que representan a la dupla (número de grupo, número de elemento). Todas las tag estandarizadas son listadas en el Diccionario de Datos, Parte 6 del estándar DICOM. Algunos ejemplos de tag son:
(0008,0020) Fecha de Estudio
(0008,0030) Hora de Estudio
(0008,0060) Modalidad
(0010,0010) Nombre de Paciente
2. *Representación del Valor (VR)*: son dos bytes caracteres que contienen un código, que describe el tipo de dato del elemento. Los VRs para cada tag de elemento de dato se pueden encontrar en el Diccionario de Datos Parte 6 del estándar DICOM y los códigos de los dos caracteres son listados en la Parte 5 del estándar DICOM. Ejemplos de VRs son PN (nombre de persona), DA (fecha) y TM (hora).
3. *Largo de Valor*: es un entero sin signo, que contiene el largo del campo Valor en bytes.
4. *Campo Valor*: este es el valor actual enviado. El campo Valor es usado para enviar todo el contenido de los atributos (data elements).

2.5. Servicios DICOM en detalle con sus respectivos comandos.

Verification: El servicio Verification es negociado entre dos dispositivos, y si es soportado/reconocido por el SCP, el SCU puede entonces enviar un comando C_ECHO en cualquier momento.

Storage: El servicio Storage DICOM consiste de varias SOP Class, que son definidas por su capacidad para intercambiar lo que se conocen como objetos compuestos (y de estos objetos compuestos, las imágenes son las más conocidas y comunes). También se podría intercambiar un objeto que no tiene datos de los píxeles, sino más bien el texto y los códigos, como los Reportes Estructurados, etc. La específica Storage SOP Class es negociada entre la SCU y SCP, y si esta específica soporte, es reconocida y confirmada por el SCP, el SCU enviará las imágenes correspondientes a las SOP Class con el comando C_STORE.

A continuación, en la Tabla 2.1 se muestran ejemplos de Storage SOP Class definidas en el estándar en la Parte 6-Anexo A del estándar DICOM, el Diccionario de Datos.

Valores de UID de la Storage SOP Class	Nombre de la Storage SOP Class
1.2.840.10008.5.1.4.1.1.2	CT Image Storage
1.2.840.10008.5.1.4.1.1.3.1	Ultrasound Multi-frame Image Storage
1.2.840.10008.5.1.4.1.1.12.1	X-Ray Angiographic Image Storage
1.2.840.10008.5.1.4.1.1.77.1.1	VL Endoscopic Image Storage
1.2.840.10008.5.1.4.1.1.88.11	Basic Text SR

Tabla 2.1 Ejemplos de Storage SOP Classes

Algunos tipos de imágenes en el storage tienen diferentes SOP Class que identifican cuando esta es de un único frame o multi-frame, como las Ultrasound Image y Ultrasound Multi-frame Image SOP Class respectivamente. Otras que por definición siempre son multi-frame, incluidas XA SOP Class, etc.

A la hora de negociar una Storage SOP Class, esto es posible definiendo el nivel de conformidad. Hay 3 niveles especificados: 0, 1 o 2. Estos niveles indican como un sistema al recibir objetos DICOM trata sus atributos:

- Nivel 0 (conformidad local) significa que sólo un subconjunto definido por el usuario de todos los atributos recibidos serán almacenados.
- Nivel 1 (conformidad base) indica al menos todos los atributos necesarios (tipo 1 y tipo 2) que serán almacenados.
- Nivel 2 (conformidad total) indica que todos los atributos en un objeto de almacenamiento deberán mantenerse, incluidos los que son opcionales (tipo 3). Prácticamente todos los dispositivos soportan el nivel 2, que es conocido como el nivel "full" de soporte, lo que indica que se mantienen todos los atributos. (El nivel de conformidad es especificado en el DICOM Conformance Statement).

Otra opción que se debería abordar durante la negociación para una operación de Storage DICOM es si se permite la *coerción*. Coerción es el proceso de llenado en valores para atributos, cuando los valores originales son perdidos. Por ejemplo, en una situación cuando no se tiene conexión con el Sistema de Información, o la red está temporalmente fuera de servicio, los técnicos requieren ingresar el nombre del paciente manualmente. El dispositivo recibiendo podría chequear doblemente esta información, decidiendo que esta es incorrecta y modificando – o coerción – los valores en la imagen antes de enviarla. Los sistemas que reciben datos DICOM frecuentemente necesitan un mínimo conjunto de atributos (como nombre de paciente, id paciente) para agregar la información a la base de datos, y hacer coerción de valores, si es posible, en lugar de rechazar datos. (Esto lleva a una cuestión importante dentro de DICOM; cuando y que puede ser modificado o

coercionado en una imagen. Las reglas con el estándar son poco claras, lo que significa que diferentes fabricantes interpretan de diferentes maneras. La regla general es que si los cambios causan alguna interpretación clínica diferente, uno debería crear una copia del objeto, hacer los cambios en la copia e identificar esta como un objeto separado. Esto se hace dando a este un nuevo identificador o SOP Instance UID).

Query/Retrieve: es un servicio que permite consultar una base de datos de un dispositivo DICOM (sistema de almacenamiento, workstation, etc), por la información de la que dispone. También se permite la recuperación de estos objetos DICOM. La parte Query de este servicio (usa el comando C_FIND) permitiendo a un dispositivo preguntar por información sobre las imágenes, así después puede seleccionárselas para recuperarlas (usando el comando C_MOVE). El FIND es respondido por el proveedor del servicio con múltiples respuestas, cada una con un estado pendiente, haciendo coincidir las claves de los pedidos hasta que la última coincidencia es provista, y contiene un estado de "éxito" por lo que el solicitante sabe que no hay más coincidencias. El comando C_FIND es usado para realizar la Query y los parámetros que utiliza para especificar la query son los mismos Attribute Tags usados en el cabezal de la imagen.

El servicio DICOM Query/Retrieve puede ser usado con tres diferentes Modelos de Información basados en la jerarquía del Modelo de Información DICOM. Este modelo especifica que una entidad paciente puede tener múltiples estudios, cada estudio contiene varias series, cada serie con múltiples imágenes. Cuando la información es pedida de una base de datos usando el protocolo DICOM, hay que seguir este orden jerárquico de la información, en contraste a SQL que una búsqueda de tipo relacional. En el modelo de información, el nivel raíz define donde empieza la búsqueda en el árbol jerárquico (Paciente, Estudio, Series, Imagen). Los dos modelos más usados para Query/Retrieve son los modelos de información Raíz Paciente y Raíz Estudio. El tercero, el modelo de información solo Paciente/Estudio no se usa casi nunca.

Cada uno de los Modelos de Información Query/Retrieve (Paciente, Estudio, y Paciente-Estudio solos) combinados con un comando de servicio DICOM (FIND, MOVE, o GET) son usados como base para una SOP Class separada. Con el fin de comunicar estas SOP Class, tienen que coincidir el SCU y el SCP. Hay que ser conscientes, sin embargo, que podría haber casos en los que no haya coincidencia. Por ejemplo, un dispositivo que solo soporte el Raíz Paciente y otro dispositivo sólo el Raíz Estudio, resultando una incompatibilidad.

Modality Worklist: es un servicio que permite a un equipo de imagenología que incluya esta funcionalidad o servicio DICOM, leer la "Lista de Pacientes citados para una modalidad", obtener detalles de los pacientes (información demográfica) y exámenes médicos solicitados electrónicamente.

El servicio Modality Worklist es estructurado como una Query/Retrieve SOP class, esta define una combinación de un modelo de información con un servicio o comando DICOM. El comando DICOM es C_FIND; y la definición de la SOP Class es un Modality Worklist Information Model – FIND. El comando FIND especifica los atributos pedidos por una Query. El FIND es respondido por el proveedor del servicio con respuestas múltiples, cada una con un estado pendiente, haciendo coincidir las claves pedidas hasta que la última coincidencia es provista, y conteniendo un estado de éxito para que el usuario sepa que no hay más coincidencias.

MPPS: es un servicio complementario al Modality Worklist, que permite a la modalidad mandar un informe sobre los exámenes médicos realizados incluyendo datos sobre las imágenes adquiridas, las dosis dispensadas, etc. Consta de tres estados, *en progreso* significa que la realización del estudio ha comenzado, *terminado* significa que la realización del estudio fue terminada satisfactoriamente y *descontinuado* significa que la realización del estudio fue cancelada o no pudo ser terminada.

Los servicios normalizados DICOM utilizados por MPPS son N_CREATE, que es usado inicialmente para comunicarle al dispositivo receptor que un procedimiento se ha iniciado, y el N_SET que es usado para actualizar la información. El MPPS SCP, que es el destinatario de estos comandos, típicamente comunica la información recibida con otras dos entidades PACS/Sistema de Información: hace que el administrador de imágenes conozca que cantidad de imágenes son creadas, y sus localizaciones, y que el Sistema de Información conozca que el examen ha sido completado, así como cualquier cambio en el procedimiento y la información de dosis. El Sistema de Información también debería sacar los procedimientos de la lista agendada, marcándolos como hechos.

Storage Commitment: es usado para confirmar que una imagen ha sido almacenada permanentemente en un dispositivo de almacenamiento. Consiste de dos transacciones N_ACTION y N_EVENTREPORT, después que las imágenes han sido almacenadas con C_STORE, el dispositivo emitirá un comando normalizado N_ACTION, que contiene una lista de todas las imágenes para las cuales este pide un Storage Commitment. Las imágenes, así como cualquier Objeto Compuesto, como Presentación de Estados, Reportes Estructurados, etc, pueden ser commiteados. El receptor debería responder con un comando N_EVENTREPORT que contiene los objetos que este ha commiteado para almacenar, y (si procede) un lista de objetos que no se han almacenado.

2.6. Terminología DICOM

La siguiente terminología de detalla siguiendo a [DIDB05].

AE: Application Entity (Entidad de Aplicación); es un proceso de software que implementa DICOM, las mayoría de las implementaciones usan múltiples AEs cuando implementan múltiples Clases de Servicio. Estas requieren una identificación única "AE Title", típicamente es seteado durante la instalación, por que los AEs se identifican así mismos a nivel de aplicación.

Application Context: el contexto, que es negociado entre AEs. Para DICOM, este es siempre "DICOM 3.0".

Association: Un conexión entre AEs para intercambio DICOM. La duración de la asociación es definida, pero típicamente se especifica en el DICOM Conformance Statement de un dispositivo. Esta podría durar por la duración de un intercambio completo de un estudio de imagen.

Abstract Syntax: Reglas que son negociadas para objetos intercambiados, especificadas por las SOP Class.

2.7. Campo de aplicación de DICOM

DICOM está en continuo cambio; la versión más reciente no suele tener típicamente más de dos meses de antigüedad [DISD09]. Se añaden nuevos equipos y se definen nuevos servicios para crear un entorno más abierto. El estándar DICOM está en continua expansión. Probablemente no pasa una sola semana sin que un grupo de trabajo DICOM se reúna en alguna parte del mundo para debatir sobre la definición de nuevos objetos y servicios. Es fácil ampliar el estándar debido a su naturaleza modular. No importa realmente si está almacenando una imagen de TAC o un objeto recientemente definido tal como una imagen dental, hemodinámica o endoscópica – se puede utilizar el mismo servicio. El resultado es que muchas nuevas aplicaciones fuera de la radiología, como por ejemplo cardiología, odontología, endoscopia, mamografía, oftalmología, patología, radioterapia, cirugía. Incluso se utiliza en aplicaciones de imágenes médicas de veterinaria. El resultado es que están ampliando el estándar DICOM y utilizando como la base para estandarizar sus comunicaciones de imágenes.

El Comité de Estándares DICOM existe para crear y mantener los estándares internacionales para la comunicación de diagnóstico biomédicos e información terapéutica, en las disciplinas que utilizan imágenes digitales y datos asociados. Los objetivos de DICOM son para lograr la compatibilidad y para mejorar la eficiencia del flujo de trabajo entre los sistemas de imagenología y otros sistemas de información en entornos de atención sanitaria en todo el mundo.

DICOM es un estándar cooperativo. Es un trabajo de conectividad, porque los vendedores cooperan en las pruebas a través de cualquiera de las manifestaciones públicas regulares, a través de Internet, o durante las sesiones de pruebas privadas. Todos los principales proveedores de diagnóstico de imágenes médicas en el mundo han incorporado el estándar en su diseño de productos, y la mayoría están participando activamente en la mejora del Estándar. La mayoría de las sociedades profesionales de todo el mundo han apoyado y están participando en la mejora del Estándar también.

DICOM también se ocupa de la integración de la información producida por estas diversas aplicaciones especiales en las HCE de los pacientes. Éste define los servicios de la red y de medios de intercambio que permitan el almacenamiento y el acceso a estos objetos de DICOM para los sistemas de HCE.

2.8. Estructura Organizacional de DICOM

DICOM es un estándar independiente internacional, gestionado por Medical Imaging & Technology Alliance, que es una división de NEMA que posee los derechos de autor del Estándar. El Comité de Estándares de DICOM está formado por 26 Fabricantes, 14 Usuarios y 10 de Interés General [DIME09]:

- *Fabricantes* (AGFA, Healthcare, GE Healthcare, Philips Healthcare, etc),
- *Usuarios* (American Academy of Ophthalmology, American College of Cardiology, American College of Radiology, American College of Veterinary Radiology, American Dental Association, etc),
- *Interés General* (National Electrical Manufacturers Association, Korean PACS Standards Committee, Web3D Consortium, etc)

Los procedimientos completos (estatutos) del Comité de Estándares de DICOM están disponibles en la página Web de DICOM [DICO09].

Los Grupos de Trabajo (Ver Tabla abajo) del Comité DICOM realizan la mayoría de los trabajos de ampliación y correcciones del Estándar. Los Grupos de Trabajo están formados por el Comité de DICOM para trabajar en una clasificación particular de tareas. Una vez formados, los Grupos de Trabajo piden al Comité de DICOM para aprobar los elementos de trabajo (work items) [DIAW09] para el cual el grupo de trabajo ejecutará el plan delineado en el elemento de trabajo. Una vez que la salida de un elemento de trabajo (generalmente un suplemento o propuesta de corrección) se ha completado, es sometida a los Estándares de Base del Grupo de Trabajo (GT-06), para su revisión. Suplementos para el Estándar entonces son enviados a través de comentarios públicos durante un período, después del cual el Comité DICOM autoriza el suplemento por carta de votación por los miembros de DICOM.

WG-01: Información Cardíacas y Vasculares	WG-15: Mamografía Digital y CAD
WG-02: Proyección de la Radiografía y Angiografía	WG-16: Resonancia Magnética
WG-03: Medicina Nuclear	WG-17: 3D
WG-04: Compresión	WG-18: Ensayos Clínicos y Educación
WG-05: Medios de Intercambio	WG-19: Estándares Dermatológicos
WG-06: Estándar de Base	WG-20: Integración de la Imagenología y los Sistemas de Información
WG-07: Radioterapia	WG-21: Tomografía Computarizada
WG-08: Reportes Estructurados	WG-22: Odontología
WG-09: Oftalmología	WG-23: Application Hosting
WG-10: Asesoramiento Estratégico	WG-24: Cirugía
WG-11: Estándar de Función de Visualización	WG-25: Medicina Veterinaria
WG-12: Ultrasonido	WG-26: Patología
WG-13: Luz Visible	WG-27: Tecnología Web para DICOM
WG-14: Seguridad	

Tabla 2.2 Grupos de Trabajo de DICOM [DISD09]

2.9. Relación de DICOM con otros estándares

A continuación mostraremos la relación de DICOM con otros estándares siguiendo a [DISD09].

Durante el desarrollo de DICOM, se prestó mucha atención al establecimiento de relaciones de trabajo con las iniciativas relacionadas con estándares en todo el mundo. La versión inicial del Estándar trabajo con ASTM (American Society for Testing and Materials). El protocolo de Internet TCP/IP fue adoptado en 1993. En los años noventa, una sólida cooperación con el Comité Europeo para Estandarización (CEN), dio lugar a una serie de complementos desarrollados conjuntamente. El CEN ha creado y aprobado una referencia normativa para el Estándar DICOM en la EN 12052 que es una Norma Europea oficial. En paralelo, la convergencia de un formato de medios de intercambio japoneses (IS&C) con DICOM, requirió mucho trabajo en conjunto con la Asociación de Industrias de Japón de los Sistemas de Radiología (JIRA) que jugó un papel importante.

En los EE.UU., DICOM ha participado en los primeros esfuerzos de coordinación de los estándares de la salud con el ANSI-HISB, del cual DICOM ha adoptado una armonizada estructura de nombre del paciente, y comenzó a definir progresivamente los vínculos con HL7. Esta cooperación ya ha entrado en una fase muy activa con la creación en 1999 de un grupo de trabajo DICOM-HL7. Este grupo trabaja para contribuir al desarrollo del Modelo de Información de Referencia (RIM) de HL7, para proponer extensiones para los estándares DICOM y HL7 cuando sea apropiado y desarrollar vínculos de información entre los estándares DICOM y HL7.

DICOM ha establecido un vínculo activo con el Comité Técnico 215 de ISO al momento de su creación en 1999. ISO TC 215 ha decidido no crear grupos de trabajo de imagenología, sino basarse en DICOM para los estándares biomédicos de imagenología. En 2006, la ISO aprobó DICOM como estándar de referencia ISO (# 12052), como el CEN había hecho. En 2003, el Comité de Estándares DICOM se convirtió en miembro del Health Standardization Coordination Group), un grupo apoyado por la ITU, con el objetivo de promover una mayor coordinación entre los actores claves del área de Estandarización e-Salud. Además, en 2005, DICOM, aceptó un cargo en Healthcare Information Technology Standards Panel de ANSI y sobre el Healthcare Technology Task Force de la World Standards Cooperation.

DICOM también está centrando su atención a la evolución de los estándares relacionados con la Internet. La estrategia de DICOM es integrar las recomendaciones de Internet tan pronto como sean estables y difundidas ampliamente en productos de consumo comercial. En esta evolución, se tiene para garantizar que la coherencia del Estándar DICOM se mantiene con su gran base instalada. DICOM ya utiliza intranets empresariales estándares de la salud, los correos electrónicos para el intercambio de los objetos DICOM (utilizando un tipo Estándar MIME) es posible, y el Acceso Web a los Objetos Persistentes DICOM (WADO), el servicio ha sido definido en un esfuerzo conjunto con ISO TC 215.

Siempre que sea posible DICOM utiliza partes relevantes de otros estándares maduros como por ejemplo LOINC, SNOMED, JPEG, MPEG, BIRADS.

Es evidente que el uso de objetos DICOM y servicios en aplicaciones de uso común de la tecnología de información crecerá en el futuro, dada la ambición de todo el mundo en la asistencia de salud para crear HCE.

Por último, DICOM tiene una fuerte relación con el IHE, donde los perfiles de los estándares se definen como soluciones del flujo de trabajo de salud y los retos de integración empresarial.

2.10. Referencias a la secciones de las partes de DICOM

En esta sección se realiza un resumen de cada una de las partes de DICOM de interés, esto se realizo siguiendo a [DIOF08].

[PS 3.1-2008]: Introduction and Overview

[PS 3.2-20008]: Conformance

- ANNEX A (Normative) DICOM CONFORMANCE STATEMENT TEMPLATE
- ANNEX B (Informative) CONFORMANCE STATEMENT SAMPLE INTEGRATED MODALITY

[PS 3.3-2008]: Information Object Definitions (IOD)

- 6 - DICOM information model
- 7 - DICOM model of the real-world
- Annex A - Composite information object definitions (Normative)

Ejemplo (Endoscopia):

- A.32 - Visible Light Image IOD
- A.32.1 - VL Endoscopic Image IOD
- A.32.5 - Video Endoscopic Image IOD

Ejemplo (Angiografía)

- A.14 - X-RAY Angiographic Image IOD
- A.15 - X-RAY Angiographic Bi-Plane Image IOD
- A.47 - Enhanced X-RAY Angiographic Image IOD
- A.53 - X-RAY 3D Angiographic Image IOD

Ejemplo (Reportes Estructurados):

- A.1.2.13 - SR Document IE
- A.35 - Structured Report Document IOD

- Annex B - Normalized Information Object Definitions (Normative)

- Annex C - INFORMATION MODULE DEFINITIONS (NORMATIVE)

Ejemplo (Endoscopia)

- C.8.12 - VL Modules

Ejemplo (Reportes Estructurados)

- C.17 - SR Document

[PS 3.4-2008]: Service Class Specifications

- 5 - CONVENTIONS
- Annex A - VERIFICATION SERVICE CLASS (Normative)
- Annex B - STORAGE SERVICE CLASS (Normative)
- Annex C - QUERY/RETRIEVE SERVICE CLASS (Normative)
- Annex D - STUDY CONTENT NOTIFICATION SERVICE CLASS (Normative)
- Annex E - PATIENT MANAGEMENT SERVICE CLASS (Normative)
- Annex F - PROCEDURE STEP SOP CLASSES (Normative)
- Annex G - RESULTS MANAGEMENT SERVICE CLASS (Normative)
- Annex H - PRINT MANAGEMENT SERVICE CLASS (Normative)
- Annex I - MEDIA STORAGE SERVICE CLASS (Normative)
- Annex J - STORAGE COMMITMENT SERVICE CLASS (Normative)
- Annex K - BASIC WORKLIST MANAGEMENT SERVICE (Normative)
- Annex L - Queue Management Service Class (Normative)
- Annex M - Handling of Identifying Parameters (Informative)
- Annex N - SOFTCOPY PRESENTATION STATE STORAGE SOP CLASSES
- Annex O - STRUCTURED REPORTING STORAGE SOP CLASSES
- Annex P - APPLICATION EVENT LOGGING Service Class (Normative)
- Annex Q - Relevant Patient Information Query Service Class (Normative)
- Annex R - INSTANCE AVAILABILITY NOTIFICATION SERVICE CLASS
- Annex S - MEDIA CREATION MANAGEMENT SERVICE CLASS (Normative)
- Annex T - HANGING PROTOCOL STORAGE SERVICE CLASS

- Annex U - HANGING PROTOCOL QUERY/RETRIEVE SERVICE CLASS
- Annex V - SUBSTANCE ADMINISTRATION QUERY Service Class (Normative)

[PS 3.5-2008]: Data Structures and Encoding

- Section 6 Value Encoding
 - 6.1 Support of character repertoires
 - 6.2 Value representation (VR)
 - 6.3 Enumerated values and defined terms
 - 6.4 Value multiplicity (VM) and delimitation
- Section 7 The Data Set
 - 7.1 Data elements
 - 7.2 Group length
 - 7.3 Big endian versus little endian byte ordering
 - 7.4 Data element type
- Section 8 Encodign of Pixel, Overlay and WaveForm Data (Nota: contiene JPEG, MPEG2, etc)
- Section 9 Unifique Indentifiers (UIDs)
- Section 10 Tranfer Syntax (Nota: contiene JPEG, MPEG2)
 - 10.1 DICOM default transfer syntax
 - 10.2 Transfer syntax for a DICOM default of lossless JPEG compression
- Annex A (Normative) Transfer Syntax Specifications
 - A.1 DICOM implicit VR little endian transfer syntax
 - A.2 DICOM little endian transfer syntax (explicit VR)
 - A.3 DICOM big endian transfer syntax (explicit VR)
 - A.4 Transfer syntaxes for encapsulation of encoded pixel data (JPEG, RLE, JPEG-LS, JPEG 2000, MPEG2 compression)
 - A.5 DICOM Deflated little endian transfer syntax (explicit VR)
 - A.6 DICOM JPIP ReFERENCED transfer syntax (explicit VR)
 - A.7 DICOM JPIP ReferenCeD Deflate Transfer Syntax (explicit VR)
- Annex C (Informative) DICOM unique identifier registration process
- Annex F (Informative) Encapsulated images as part of a DICOM message (JPEG, JPEG-LS, JPEG 2000)
- Annex G (Normative) Encapsulated RLE Compressed Images

[PS 3.6-2008]: Data Dictionary

- 6 - Registry of DICOM data elements
- 7 - Registry of DICOM File Meta Elements
- 8 - Registry of DICOM directory structuring element
- Annex A - Registry of DICOM unique identifiers (UID) (Normative)

[PS 3.7-2008]: Message Exchange

- 6 - Service context
- 7 - Service overview
- 8 - Protocol overview
- 9 - DIMSE-C
- 10 - DIMSE-N
- Annex A - Application Context Usage (Normative)
- Annex B - Index to Application Context Name UIDs (Informative)
- Annex C - Status Type Encoding (Normative)
- Annex D - Association Negotiation (Normative)

- Annex E - Command Dictionary (Normative)

[PS 3.8-2008]: Network Communication Support for Message Exchange

[PS 3.10-2008]: Media Storage and File Format for Media Interchange

- 6 DICOM Models for Media Storage
 - 6.1 General DICOM Communication Mode
 - 6.2 The DICOM Media Storage Model
- 7 DICOM File Format
- 8 DICOM File Service
- 9 Conformance Requirements
- Annex A Example of DICOMDIR File Content (Informative)
- Annex B HL7 Structured Document Files
- Annex C Index of Attribute Tags and UIDs (Informative)

[PS 3.11-2008]: Media Storage Application Profiles

- 6 - Purpose of an Application Profile
- 7 - Conformance requirements
- 8 - Structure of application profile
- Annex D (Normative) - General Purpose CD-R and DVD Interchange Profiles
- Annex F (Normative) - Waveform Diskette Interchange Profile
- Annex G (Normative) - General Purpose MIME Interchange Profile
- Annex H (Normative) - General Purpose DVD with Compression Interchange Profiles
- Annex I (Normative) - DVD MPEG2 Interchange Profiles
- Annex J (Normative) - General Purpose USB and Flash Memory with Compression Interchange Profiles
- Annex L (Normative) - ZIP File over Email Interchange Profiles

[PS 3.12-2008]: Media Formats and Physical Media for Media Interchange

- 6 - Relationship to the DICOM media storage model
- Annex A - PC File System (Normative)
- Annex F - 120mm CD-R Medium (Normative)
- Annex P - 120 mm DVD Medium (Normative)
- Annex R - USB Connected Removable Devices
- Annex S - Compact Flash Removable Devices
- Annex T - MultiMedia Card Removable Devices
- Annex U - Secure Digital Card Removable Devices
- ANNEX V - (Normative) ZIP File Media
- ANNEX W - (Normative) Email Media

[PS 3.17-2008]: Explanatory Information

- Annex D (Nota: Reportes Estructurados)

[PS 3.18-2008]: Web Access to DICOM Persistent Objects (WADO)

- 6 - Data Communication Requirements
 - 6.1 - Interaction
 - 6.2 - HTTP Request
 - 6.3 - HTTP Response
- 7 - Persistent Object types
 - 7.1 - Single Frame Image Objects
 - 7.2 - Multi-Frame Image Objects
 - 7.3 - Text Objects
 - 7.4 - Other Objects
- 8 - Parameters
 - 8.1 - Parameters available for all DICOM Persistent Objects
 - 8.2 - Parameters for DICOM image persistent objects
- Annex A - URL/URI Transfer Syntax (informative)
- Annex B - Examples (Informative)
- Annex C - Applications (Informative)

3. Estado del arte, herramientas

Realizamos el estado de arte de las diferentes herramientas, tanto de servidores PACS como de visores DICOM. Evaluamos las cualidades de cada una y las comparamos a las herramientas con distintos atributos predefinidos con el cliente.

Requerimientos del cliente:

- Que sea de código abierto.
- Preferentemente en Java.
- Que pueda interactuar con diferentes equipos médicos (entre ellos endoscopios y distintos tipos de angiografos).
- Posibilidad de generación de reportes estructurados.
- Que brinde interfaz con estándares en la salud que existen a nivel nacional e internacional (DICOM y HL7).
- Que tenga un administrador con acceso Web.

3.1. ClearCanvas Workstation

Resumen: Visor DICOM open source.

Versión: 1.3 (32 y 64 bits) (fecha de modificación: 12/12/08)

Descripción: Workstation open source de imagenología 2D, con capacidades de Cliente PACS [CCAN09]. Basado sobre ClearCanvas Application Framework and SDK. Tiene un diseño de tipo explorador con páginas con pestañas, cada uno con ventana de diseño personalizable. La interfaz de usuario tiene controles intuitivos y capacidad de arrastrar y soltar (drag & drop).

Provee servicios DICOM query/retrieve y send (storage) para imágenes (es decir, C-FIND SCU/SCP, C-STORE).

Plataforma: Windows

Interfaz: GUI

Características más destacadas:

- Muy fácil de usar, interfaz intuitiva.
- DICOM: Query/retrieve y Storage(envío) de imágenes.
- DICOM: visor de cabezal y editor.
- DICOM: soporte de imagen Multiframe.
- DICOM image key soportado con la publicación automática al PACS.
- Modalidades que soporta: CR, CT, DX, ES, MG, MR, NM, OT, PT, RF, SC, US y XA.
- Soporte de compresión de imágenes (Jpeg 2000 Lossless/Lossy, Jpeg Lossless/Lossy, RLE),
- Anonimización de estudios,
- Exportación a BMP, GIF, JPEG, PNG, TIFF y AVI.
- Capacidad para abrir archivos desde el Explorador de Windows.
- Manejo de Imágenes:
 - Thumbnails,
 - Clipboard (con exportación para imágenes y video),
 - Image layout,
 - Cine,
 - Undo/Redo,
 - Stacking, Stack sorting (Image Number, Slice Location, Acquisition Time), Synchronized stacking,
 - Reference lines, Spatial locator,
 - Window/Level,
 - Match Scale,
 - Zoom/Pan,
 - Rotate/Flip,
 - Invert,

- Next/previous display set.
- Medición: lineal, ROIs (rectángulos, elipses, polígonos irregulares), calibración de medición, Protractor,
- Anotaciones: Flechas, agregar anotaciones de texto de usuario.
- Base de Datos simplificada. La base de datos local solo contiene una tabla. Las tags DICOM son guardadas en XML sobre un par de estudios básicos en el filestore.
- Streaming de imágenes, cuando es usado en conjunción con ClearCanvas ImageServer.
- Integración con ClearCanvas RIS.

Requerimientos mínimos para el sistema:

- Una CPU relativamente nueva, preferible multi-core (ejemplo, Intel Core Duo T2500)
- 1 GB RAM mínimo (2 GB o más si será usado para CT grandes y estudios MR)
- Una tarjeta de video relativamente nueva (ejemplo, NVidia Quadro series, 256MB o más)
- XGA display mínimo (ejemplo, SXGA+ o más)
- Windows XP SP2 o Vista (x86 o x64)

3.2. K-PACS

Resumen: Visor DICOM free, no es opensource.

Versión: 1.6.0

Descripción: Es un visor DICOM muy intuitivo y que soporta gran variedad de modalidades de archivos DICOM [KPAC09].

Plataforma: Windows

Interfaz: GUI

Características más destacadas [KPAC09]:

- Visualización de videos.
- Manejo de imágenes mediante zoom, giros, pan, mediciones, manejo de luz, brillo, etc.
- Pre-visualización de toda la serie de imágenes de un estudio completo, posibilidad de comparación con otros estudios.
- Servicios DICOM Verification, Query/Retrieve SCU, Storage SCU desde la base local o externa (CD-DVD o servidor)
- Soporte de compresión de datos DICOM: descompresión, JPEG-Lossless (J1), JPEG-lossy (J4).
- Conversión de DICOM a JPEG y bitmap y viceversa, AVI.
- Impresión de imágenes DICOM
- Posibilidad de modificar las tags DICOM
- Exportación mediante mail de los estudios DICOM, con o sin anonimación, compresión y encriptación.
- Gestor de base de datos: HDD

Requerimientos mínimos para el sistema:

- Windows 2000/XP
- Procesador Pentium IV (Athlon XP class)
- 512 MB RAM (1024 MB para archivos grandes)
- Conexión a la red 100 Mbit/s.
- Disco duro con tiempo de acceso rápido y cache interna grande.
- Monitor con resolución de 1280x1024 píxel (1,3 MP).

3.3. OSIRIX

Resumen: Visor DICOM distribuido bajo licencia GPL Open Source

Versión: 3.6.1

Descripción: el Visor OsiriX es un programa de manejo de imagen dedicado a imágenes DICOM creadas por equipos médicos [OSIR09].

Plataforma: MAC

Interfaz: GUI

Características más destacadas [OSIR09]:

Puede leer igualmente varios formatos de archivos: TIFF (8,16, 32 bits), JPEG, PDF, AVI, MPEG y Quicktime.

Es totalmente compatible con el estándar DICOM para comunicación y archivo de imagen. Los servicios DICOM que implementa son STORE SCP, STORE SCU query/retrieve.

OsiriX es capaz de recibir imágenes transferidas mediante el protocolo de comunicación DICOM desde cualquier PACS o modalidad de imagen médica.

Fue diseñado específicamente para la navegación y visualización de imágenes multimodalidad y multidimensionales: Visualizador 2D, Visualizador 3D, Visualizador 4D y Visualizador 5D. El visualizador 3D permite todos los modos modernos de renderización: Reconstrucción multiplanar (MPR), Renderización de Superficie, Renderización de Volumen y Proyección de Intensidad Máxima (MIP). Todos estos modos aceptan datos 4D y pueden producir una fusión de imágenes entre dos series diferentes.

Requerimientos mínimos para el sistema:

OsiriX with 64-bit extension versus standard 32-bit OsiriX

Hardware	Dataset	Test	32-bit versus 64-bit
MacPro 8 cores 2.8 GHz - 6 GB	Colonic CT 1mm/1mm 965 images	3D Growing Region to segment the colonic lumen	32-bit: 22 secs 64-bit: 5 secs 4.4 times faster
iMac 2.8 GHz 2.8 GHz - 4 GB	CTA Lower Limbs 1mm/1mm 1020 images	Bone Removing Segmentation in 3D Volume Rendering	32-bit: 128 secs 64-bit: 31 secs 3.9 times faster
MacPro 8 cores 3.0 GHz - 6 GB	CTA Lower Limbs 1mm/1mm 1020 images	Bone Removing Segmentation in 3D Volume Rendering	32-bit: 38 secs 64-bit: 9 secs 4.2 times faster
iMac 2.8 GHz 2.8 GHz - 4 GB	Thoracic CT 1mm/1mm 760 images	360 Rotation in 3D Volume Rendering	32-bit: 138 secs 64-bit: 85 secs 1.6 times faster
MacPro 8 cores 2.8 GHz - 6 GB	CTA - multiple series	Loading a large series	32-bit: 1'400 CT images 64-bit: 6'500 CT images 4.6 times larger
iMac 2.8 GHz 2.8 GHz - 4 GB	CTA - multiple series	Loading a large series	32-bit: 1'400 CT images 64-bit: 3'200 CT images 2.3 times larger

Figura 3.1 Requerimientos mínimos para Osirix

Observación: Se realizó una instalación en un PC estándar y se realizaron básicamente pruebas de funcionalidad, la herramienta presenta gran variedad de opciones para manejo de imágenes y video.

3.4. ClearCanvas ImageServer

Resumen: Servidor PACS open source.

Versión: 1.3 (32 y 64 bits) (fecha de modificación: 12/12/08)

Descripción: Servidor PACS con interfaz de usuario con controles gráficos, escalable y fácil de usar. Está construido sobre ClearCanvas Application Framework and SDK [CCAN09]. Utiliza Microsoft IIS y SQL Server Express (ambos gratuitos)

Plataforma: Windows

Interfaz: GUI

Características más destacadas:

- DICOM Storage C-STORE (SCP/SCU) para las más recientemente aprobadas Clases SOP DICOM.
- DICOM Storage C-STORE (SCP/SCU) soportando JPEG Baseline, JPEG Extended, JPEG Lossless, y RLE (SO de 32 bit y 64 bit).
- DICOM Query/Retrieve C-FIND y C-MOVE (SCP) para Modelos de consulta Pacientes Root y Estudios Root. Todos los IHE campos de consulta relacionados con el apoyo para el nivel de imagen.
- DICOM multi-byte y extendido el soporte para conjunto de caracteres.
- DICOM WADO. Soporte básico para el tipo MIME application/DICOM a través de WADO.
- Políticas configurables para hacer frente a las imágenes duplicadas enviadas para el servidor.
- Q/A funcionalidad para detectar y reparar imágenes, donde los datos demográficos en la imagen no coincidan con los actuales datos demográficos del estudio.
- Gestión de dispositivos DICOM limitando las características remotas que los dispositivos DICOM puedan tener acceso.
- Particionado lógico con compartimiento con los recursos del sistema (es decir, cada partición puede tener su propio AE Title y los datos enviados para la partición pueden sólo ser consultados a través de esta partición.
- Soporte para múltiples sistemas de archivos para almacenamiento online incluyendo dispositivos NAS. El sistema de archivos puede ser agregado en cualquier momento.
- Soporte para niveles de sistema de archivos, donde los estudios son inicialmente guardados en el Nivel 1 del sistema de archivos y posteriormente migrados para los niveles bajos del sistema de archivos. Esto facilita que tenga mayor rendimiento el disco par nuevos estudios y menos costos de disco para prioridades donde el rendimiento no es tanto un problema.
- Reglas basadas en compresión online de estudios. Los estudios pueden ser comprimidos usando JPEG Baseline, JPEG Extended, JPEG Lossless o RLE sintaxis de transferencia en momentos determinados y compresión ratios (para lossy compresión).
- Reglas basadas en Autorouting.
- Watermark basado en gestión de disco. Tiempo de retención mínimos para estudios que son fijados a través de las reglas del motor.
- Archivado de apoyo para las interfaces basadas en HSM.
- Fácil para usar la interfaz de administración basada en web.
- Base de datos y servicios pueden ser instalados por separado y por tanto residir en servidores distintos. La agrupación de servicios soportada para aumentar la potencia de procesamiento del servidor.
- Soporte para Windows de 32-bit y 64-bit.

Requerimientos mínimos para el sistema:

- 2 GHz CPU (preferentemente multi-core),
- 2GB de RAM,
- 5GB disponibles de espacio de disco (suficiente para el software y un modestos conjuntos de imágenes DICOM)
- Windows XP SP2, Vista, Server 2003, o Server 2008
- IIS
- SQL Server 2005, SQL Server 2005 Express, SQL Server 2008, o SQL Server 2008 Express.

3.5. CharruaPACS

Resumen: Servidor PACS free, no es opensource.

Versión: 2.5

Descripción: la versión básica de CharruaPACS es un servidor DICOM dedicado y multi-hilo con servicios que son free y otros licenciados [CHAR09]. Está compuesto

por tres aplicaciones, *Admin* se usa para la configuración inicial, *CharruaPACS* es el servidor PACS multi-hilo y *Webserver* es un servidor WEB corriendo sobre el puerto 80, y este permite cambiar la configuración del CharruaPACS y para acceder a las imágenes a través de un web browser. La versión avanzada de CharruaPACS es con licencia.

Plataforma: Windows

Interfaz: GUI

Características más destacadas [CHAR09]:

CharruaPACS es fácil de instalar y mantener el servidor PACS free, con capacidades de auto-routing.

Los servicios DICOM que soporta son:

- Verificación Echo SCP.
- Este soporta DICOM Storage C-STORE SCP para las más usadas clases SOP, con sintaxis de transferencia con descompresión y sintaxis de transferencia con compresión JPEG lossless, JPEG lossy y JPEG 2000.
- Query/Retrieve SCP, puede responder a las consultas de sistemas remotos y enviar las imágenes sobre el pedido. Utiliza el C-FIND y C-MOVE Study Root Model. Asociaciones múltiples, puede manejar simultáneamente 10 asociaciones.

CharruaPACS funciona como un DICOM Storage SCP, Verification SCP y Query/Retrieve SCP. Este puede ser usado como un DICOM router, definiendo reglas para DICOM files forwarding. La versión avanzada (precisa licencia) tiene además un HL7 listener y puede proveer Modality Worklist SCP.

WEB Server funciona como la Interfaz de Usuario para CharruaPACS, esta usa el puerto 80, y es accesible por <http://localhost/index.htm>.

Esta es una lista tentativa de características que podrían ser agregadas para una versión licenciada de charruaPACS.

CharruaPACS:

- Respaldo CD/DVD.
- DICOM TLS para conexión segura.
- Worklist Server con HL7 listening.
- WADO Server.

Webserver:

- Modo HTTPS para conexión segura.
- Pre-fixed window/levels.
- ActiveX plugin para manipulación de imágenes.
- Herramientas de Reportes.

3.6. Dcm4chee

Resumen: El proyecto dcm4chee es una robusta implementación del estándar DICOM, un sistema que permite gestionar y almacenar archivos DICOM [DCM409]. Este proyecto está desarrollado y actualizado continuamente por la comunidad, es un sistema JEE, JMX y corre sobre el servidor de aplicaciones JBoss para proveer una gran cantidad de servicios clínicos, puede utilizarse para distintos propósitos, como por ejemplo:

1. Almacenar y gestionar archivos DICOM.
2. Como un PACS.

Dcm4che y dcm4chee son licenciados con la triple licencia MPL/GPL/LGPL.

Versión: 1.2.14.212/16/08

Descripción: El sistema dcm4chee provee las interfaces y servicios DICOM y HL7 que se requieren para proporcionar el almacenamiento, la recuperación, y el flujo de trabajo a un entorno de la salud.

Esta pre-empaquetada y desplegada con el servidor de aplicaciones JBoss.

Tomando algunas de las ventajas de JBoss, como por ejemplo JMS, EJB, Servlet

Engine, etc., y asumiendo el papel de varios actores IHE en aras de la interoperabilidad.

Plataforma: Multiplataforma

Interfaz: GUI-Web

Características más destacadas [DCM409]:

- Soporta las siguientes modalidades US, CT, MR, SC, DX, XA, VL, RT
- Principales servicios:
DICOM: Actuando como un aplicativo, dcm4chee es capaz de almacenar, consultar y recuperar cualquier tipo de objeto DICOM. Además, se incluye el apoyo para MPPS, GPWL, MWL, Storage Commitment, Instance Availability Notification, Study Content Notification, Salida del contenido en CD, Hanging Protocols, y más. Consulta y recuperación de objetos DICOM. Dcm4chee es capaz de almacenar cualquier tipo de objeto DICOM en un sistema de archivos estándar, con compresión si es necesario.

HL7: El sistema incluye un servidor integrado de HL7, que puede actuar sobre los tipos de mensajes ADT, ORM, ORU.

WADO-RID: WADO (Part 18 del estándar DICOM, Web Access to DICOM Objects) and RID (IHE Retrieve Information for Display), está interfaz habilita el acceso para archivar contenido desde la web.

HSM: Servicio de, copia de archivos, sincronización de los archivos de estado de servicios y TAR Retriever Service.

XDS/XDS-I: Cross Enterprise Document Sharing (XDS), un sistema definido por IHE para compartir documentos clínicos entre instituciones. dcm4chee participa en XDS como un repositorio de documentos y XDS-I como una fuente de imágenes de documentos.

Audit Record Repository (ARR): Sistema de auditoría de logeo.

Media Creation CDW: Gestor de exportación a CD

Xero: Xero es relativamente nuevo (todavía en un estado alfa liberación) componente que proporciona una interfaz web para el acceso a los pacientes clínicos y los estudios (a diferencia de los basados en la web la interfaz de usuario por encima de la cual es para administradores). Este componente está dirigido a los usuarios tales como enfermeras, médicos y pacientes que quizá no puede instalar fácilmente un completo cliente de la estación de Radiología.

Internos: AE Title Configuration Service, Audit Logger, Compression Service, Consistency Check Service, Content Edit service, Device Service, File System Management Service, Fix Patient Attributes Service, JMS Service, MD5 Check Service, Simple SMTP Mail Sender, Scheduler Service, Study Reconciliation Service, Study Status Service, Templates Service, TLS Configuration, Update Attributes Service, Upgrade to Enhanced Multi-frame Service.

- Gestores de base de datos: PostgreSQL 8.1+, MySQL 4.1, Oracle 9i+, SQL Server 2000+, DB2 8.1+, Firebird 2.1+, Hypersonic SQL (Embedded in JBoss AS).

Requerimientos mínimos para el sistema:

- JDK 5 o superior
- 512 MB RAM
- 200 MB de espacio en disco duro (adicional al espacio de disco para almacenar archivos)
- 400 MHz CPU

3.7. OpenSourcePacs UCLA

Resumen: El sistema OpenSourcePACS es una herramienta open source para archivar, rutear y visualizar archivos Dicom. En su primera versión, OpenSourcePACS permite a clínicas de imágenes u hospitales ofrecer servicios a través de la web a médicos dentro o fuera de la institución sobre información médica que sea de su utilidad [UCLA09].

Plataforma: Multiplataforma

Interfaz: Web

Gestor de base de datos: PostgreSQL 7.4.x o superiores, aunque fue testeada solo con la versión 7.4.x

Servidor de aplicación: JBoss 4.0.0

Como funciona: Se explicará muy brevemente el flujo de trabajo de la herramienta [UCLA09].

1. A través de su servidor de referencia, un médico ordena un estudio de imágenes, especificando el médico que la requiere y las razones, por ejemplo, entre otra información, las cuestiones urgentes que necesita rápidamente a un radiólogo en el estudio.
2. La planificación y facturación se realiza fuera de openSourcePacs, a través de los sistemas institucionales. Un paciente se dirige al centro de la imagen y la someten a su estudio
3. Las imágenes se direccionan al sistema, actualizando la worklist del radiólogo, que lee el estudio con nuestro visor de imágenes integrado, el visor de registros de anotaciones y comentarios de texto de las principales imágenes, almacenando los archivos según el estándar DICOM.
4. Cuando el radiólogo firma el estudio, el correo electrónico o la página se envía al médico que solicito el estudio, este contiene un enlace a una web basada en la vista de los resulta dos completos, con imágenes, comentarios y anotaciones.

A continuación se presentan dos figuras que ayuda a crear una visión global del sistema.

Workflow/process diagram
(with some architecture)

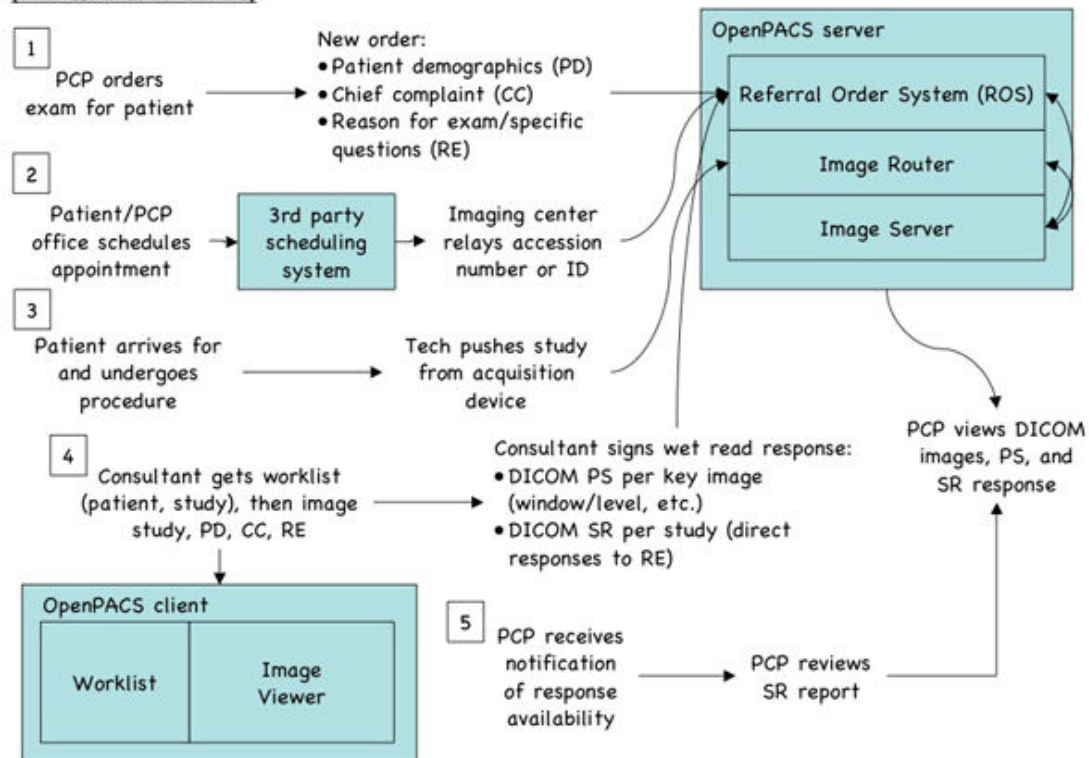


Figura 3.2: Flujo de trabajo [UCLA09]

Architectural/data flow diagram
(independent of process/sequencing)

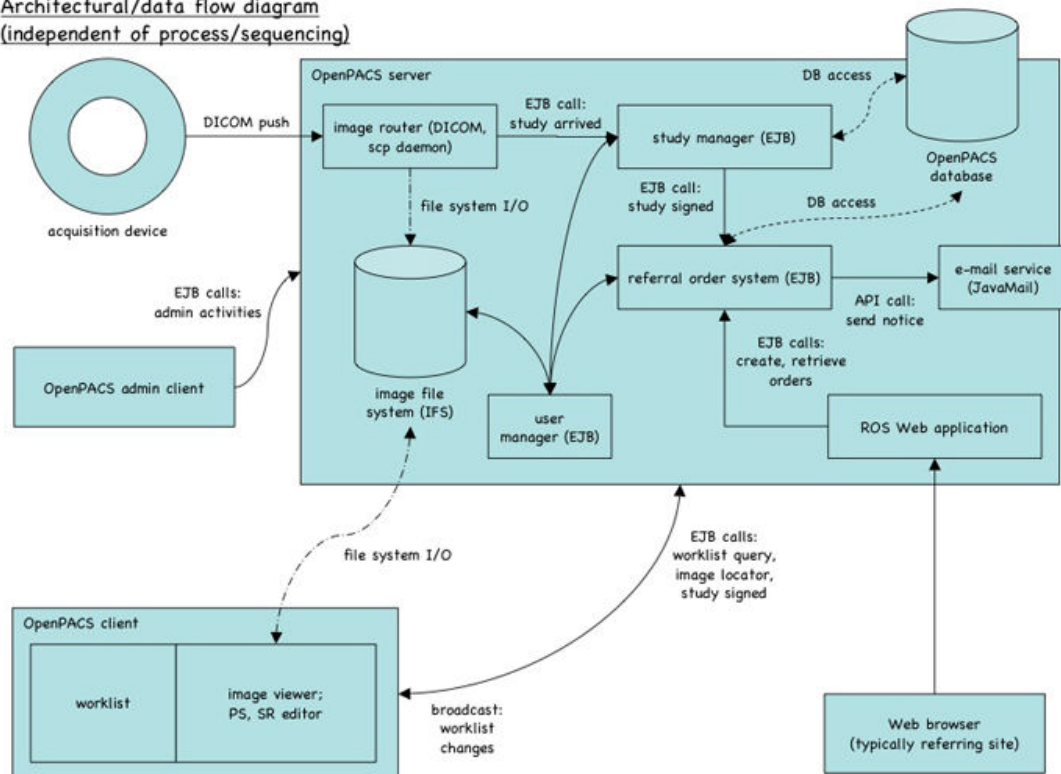


Figura 3.3: Diagrama de arquitectura [UCLA09]

Observaciones (desventajas del PACS de UCLA):

- Proyecto discontinuado
- No tiene soporte de ninguna comunidad
- Limitación a un único gestor de base de datos

- Implementación sobre la especificación EJB 2.0, lo cual genera un gran problema al momento de instalarlos sobre versiones actuales de servidores de aplicaciones.
- Tiene un alto grado de dificultad para instalarlo, ya que requiere de librerías extras (jars) para poder generar el empaquetado (ear) y que pueda ser deployado en el servidor de aplicación.
- Problemas de autenticación generados por la validación del módulo JASS, se trató de generar el empaquetado con los archivos que debería de leer dicho módulo pero la prueba resultó sin éxito.

3.8. CONQUEST

Resumen: Servidor PACS-DICOM con Visor.

Versión: 1.4.11

Descripción: El MicroPACS es un sistema PACS basado en un núcleo basado en UCDMC red de bibliotecas de transporte DICOM [CONQ09].

Este sistema se ha combinado con una completa interfaz de usuario (Sólo para Windows).

Por debajo de la interfaz DICOM, es una base de datos de conectividad de clase que utiliza DBASEIII driver o SQLite driver, con las fuentes de datos ODBC compatible (sólo para Windows), o MySQL.

Plataformas: Windows/Linux

Interfaz: GUI/Web

Características más destacadas [CONQ09]:

- Permite recibir entradas de worklist DICOM e intercambio con HL7.
- Permite visualización y modificación del cabezal DICOM.
- Servicios DICOM soportados:
 - SCP query/retrieve
 - Printing
 - SCU Worklist query
 - SCU/SCP Verification
- Soporta las siguientes modalidades US, CT, MR, SC, DX, XA
- Funciones de exportación y conversores
- Exportación a BMP, JPEG, AVI, RLE.
- Fácil instalación en clientes y servidores (corre como servicio).
- Soporte de Base de datos Sql Server, MsAcces, MySQL, Oracle y Dbf.

Requerimientos de sistema:

Mínimos:

- Windows95/98/ME/NT/2000/XP/Vista.
- 96 MB de memoria
- 1024x768x256 display.
- 20 MB de espacio libre de disco.
- TCP/IP en la máquina.
- BDE (Borland Database Engine) instalado en la máquina.

Configuración de Sistema Recomendada:

- Windows NT4 o más alta.
- Pentium 100 o más.
- 256 MB de memoria.
- 1024x768 display.
- TCP/IP en la máquina.
- BDE (Borland Database Engine) instalado en la máquina.

3.9. DICOM-VCL

Resumen: Se probaron las versiones trial del Visor Web-Dicom VCL y la versión trial del Web PACS [DVCL09].

Versión: 3.8

Descripción: el Visor y el Servidor PACS están contruidos sobre la colección de componentes Delphi VCL (Visual Component Library, Biblioteca de Componentes Visuales) diseñadas para el desarrollo de aplicaciones conformes con DICOM para imagenología. DICOM VCL es un framework de desarrollo de aplicaciones DICOM para Delphi y C++ Builder.

Plataforma: Windows

Interfaz: GUI

Características más destacadas [DVCL09]:

- Visualización de video
- Gran variedad de opciones para manejo de las imágenes (rotación, luz, contraste)
- Importación/Exportación en formatos JPEG, BMP, TIFF (8, 12, 16, 32 bits, multi-pages), TGA, PNG, PCX, PPM, GIF, MPEG, AVI.
- Servicios DICOM soportados: Envío de imágenes SCP/SCU, Query/Retrieve SCP/SCU, Printing, Verification SCP/SCU.
- Soporte completo para todas las sintaxis de tranferencias communes. Las sintaxis soportadas son: Implicit VR Little-endian (1.2.840.10008.1.2), Explicit VR Little and Big-endian (1.2.840.10008.1.2.1 / 2), Lossless JPEG (1.2.840.10008.1.2.4.57 / 70), Lossless JPEG (1.2.840.10008.1.2.4.80/81), JPEG 2000(1.2.840.10008.1.2.4.90/91), Baseline 8 bit JPEG (1.2.840.10008.1.2.4.50), Extended 8 & 12 bit JPEG (1.2.840.10008.1.2.4.51), Run-Length-Encoding (1.2.840.10008.1.2.5).

3.10. DCMTK

Resumen: Colección completa de las bibliotecas y aplicaciones DICOM.

Versión: 3.5.4

Descripción: Incluye software para examinar, construir y convertir archivos de imágenes DICOM, la manipulación de medios fuera de línea, enviar y recibir imágenes a través de una conexión de red, así como almacenamiento de imágenes demostrativas y worklist servidores. [DCTK09]

Está escrito en una mezcla de C y C + +, se presenta en el código fuente completo y está disponible como "OPEN SOURCE".

Se ha utilizado en numerosas manifestaciones DICOM para proporcionar central, los proveedores independientes de almacenamiento de imágenes y servidores worklist (CTNS - Central Test Nodos). Maneja modalidades de tipo US, CT, MR, SC, DX, XA, VL, RT.

Plataformas: El software puede ser compilado bajo Windows y una amplia gama de sistemas operativos Unix incluyendo Linux, Solaris, QNX, IRIX, libre / Net / OpenBSD y MacOS X. Todos los scripts de configuración y necesario proyecto de instalación se suministran.

Interfaz: librería

Observación: Si bien las características de la herramienta son muy completas para su ejecución y uso, habría que desarrollar un entorno para lanzar los comandos de la librería, ya que al ser desarrollado en C/C++ no existe servidor de aplicaciones como en java. Por este motivo las pruebas que hicimos sobre la herramienta fueron muy escuetas, ya que un uso más pormenorizado nos generaba un trabajo previo importante.

4. Implementación y configuración

4.1. Introducción

Como mencionamos en el Capítulo 5 del Informe, dcm4chee fue la herramienta seleccionada para cumplir el papel del servidor PACS. Esto dado que cumple con los objetivos del proyecto y además se justifico su uso luego de realizar un relevamiento y comparar las distintas herramientas existentes.

A continuación abordaremos en una breve historia y las principales características del servidor PACS seleccionado siguiendo a [DCM4BEN].

En el 2000 se crea JDicom como respuesta a la necesidad que había en el área de imagenología digital, una herramienta escrita en java que fue desarrollada para manipular DICOM. La popularidad que tuvo esta nueva herramienta convence a su desarrollador principal a construir una completa implementación de gestión de archivos DICOM.

La misión del proyecto era producir un manejador DICOM que fuera libre, open-source, multiplataforma y que se abarcara dentro de las nuevas orientaciones que estaban siendo elaboradas por la iniciativa IHE. Así es que nace el proyecto dcm4che, el cual luego de varias evoluciones es que se crea el proyecto Dcm4Chee, el core de dcm4chee es el toolkit dcm4che.

Dcm4che y dcm4chee son licenciados con la triple licencia MPL/GPL/LGPL.

Principales servicios, características y componentes

El sistema dcm4chee provee las interfaces y servicios DICOM y HL7 que se requieren para proporcionar el almacenamiento, la recuperación, y el flujo de trabajo a un entorno de la salud.

Esta pre-empaquetada y se ejecuta sobre el servidor de aplicaciones JBoss. Este toma algunas de las ventajas de JBoss, como por ejemplo JMS, EJB, Servlet Engine, etc., y asume el papel de varios actores IHE en aras de la interoperabilidad.

La arquitectura del dcm4chee fue diseñada para ser modular, permitiendo de esta manera el uso independiente de cada uno de los servicios del sistema. Cada uno de los servicios pueden ser habilitados/deshabilitados mediante la consola JMX¹ del servidor de aplicaciones jboss. Este diseño modular también aligera la carga de mantenimiento del código antiguo y permite ir añadiendo nuevas características y servicios.

¹ JMX es un estándar para gestionar y monitorizar gran variedad de componentes, tanto hardware como software desde Java. Provee los requerimientos para implementar un agente. Los agentes son los responsables de controlar y hacer disponibles los recursos manejados en el nivel de instrumentación, así como gestionar las relaciones entre ellos. Un componente esencial en el nivel o capa de agente, es el servidor de MBeans. Un MBean Server es un registro de MBeans que los hace accesibles a otras aplicaciones. JBoss incluye varios adaptadores que permiten el acceso al servidor JMX de MBeans, entre ellos está, un adaptador HTML, JBoss además incluye una aplicación WEB que hace uso del adaptador HTML para acceder al Servidor JMX de MBeans (la jmx-console), a través de este adaptador HTML se podrá acceder a los servicios del sistema dcm4chee para gestionarlos de forma independiente [MBEA09].

En la Tabla 4.1 vemos los principales servicios separados por áreas.

Servicios	Descripción
Interfaz grafica web	Dcm4chee contiene una robusta interfaz de usuario para administradores que corre por completo en un navegador web.
Almacenamiento DICOM	Actuando como servidor de almacenamiento, dcm4chee permite almacenar cualquier tipo de objeto DICOM en el sistema de archive estándar, con compresión si es necesario.
DICOM Query/Retrieve	El mismo permite consultar al servidor de almacenamiento por objetos DICOM y además recuperarlos.
WADO and RID	Acceso web al contenido almacenado.
Otros servicios DICOM	MPPS, GPWL, MWL, Storage Commitment, Instance Availability Notification, Study Content Notification, Salida de contenido a CD, Hanging Protocols, y más.
Servidor HL7	Un integrado servidor HL7 con la capacidad de procesar mensajes del tipo ADT, ORM y ORU.
Servicios IHE	Compartir documentos e imágenes entre empresas (XDS). Log auditable para todas las transacciones (siguiendo a IHE), ARR.

Tabla 4.1: Principales servicios de dcm4chee.

A continuación mencionaremos alguna de las principales características del servidor PACS dcm4chee.

Dado que el proyecto fue diseñado basándose en la iniciativa IHE, dcm4chee sirve como plataforma de prueba para las nuevas o existentes aplicaciones (o modalidades) en sistemas clínicos. Por ejemplo, cuando se agrega una nueva modalidad en la práctica de una institución sanitaria, dcm4chee puede ser utilizado para realizar pruebas de conexión, la modalidad de lista de trabajo y distintos perfiles de integración IHE.

A su vez, como dcm4chee es libre y estable, es que puede ser utilizado como un PACS que solo requiere el costo del hardware en el que se ejecuta. Esto puede verse como una solución para aquellas instituciones sanitarias en donde no cuentan con presupuesto para realizar tareas de investigación y enseñanza, dos áreas donde dcm4chee brinda grandes beneficios. Por ejemplo en la investigación el verdadero valor de en el área no está solo en el estudio DICOM en sí, sino también en las anotaciones, claves de las imágenes médicas (Key images), y el estado de presentación. IHE ha definido el perfil de integración Teaching File and Clinical Export (TCE)², que incluye un camino estandarizado para que los sistemas PACS compartan este tipo de información. El sistema PACS elegido dcm4chee, admite algunas de estas características. Por ejemplo, un radiólogo puede anotar un estudio en un PACS que soporta el perfil TCE y exportar directamente a una base de datos de investigación de dcm4chee, conservando toda la información pertinente (así como notas de enseñanza a medida) proporcionada por el radiólogo. Por otra parte, la base de datos de investigación de Dcm4chee puede ser consultada para obtener e identificar patrones en los metadatos asociados con los estudios de investigación.

El proyecto dcm4chee también puede ser utilizado como una base para desarrollo de productos basados en PACS. Un ejemplo de un proyecto usando dcm4chee como

² El propósito de este perfil es habilitar mecanismos basados en el estándar DICOM para conectar sistemas clínicos a sistemas externos ya sean de material didáctico o de material de ensayos clínicos.

base para pruebas y desarrollo es Xero, un visor de cliente liviano para imágenes médicas. El objetivo principal de Xero es tener las principales características de un visor DICOM que funcione en la mayoría de los navegadores webs más importantes, sin plug-ins o programas instalados en el cliente.

Usar Dcm4che como servicio de base para productos IHE compatibles es un gran beneficio para investigadores y desarrolladores. Esto les permite centrarse en sus productos en lugar de estar obligados a construir PACS propietarios para probarlos, los cuales tienen un gran costo asociado. Como resultado de una herramienta de código abierto y una intensa comunidad basada en las normas relevantes, muchos proyectos actuales en el área están utilizando dcm4che.

El proyecto dcm4che ha sobrevivido y prosperado para producir un sistema PACS potente, estable y con variadas características antes mencionadas. Es una pieza clave con la que la comunidad del entorno de la salud puede trabajar para corregir problemas, aprender estándares y establecer una mejor integración.

Principales componentes

Ahora veremos cómo está modularizado internamente el sistema. El código fuente de dcm4chee-2.x está compuesto por 10 módulos. En la Figura 4.1 podemos ver dichos módulos y sus dependencias, para cada uno de ellos se dará una breve descripción.

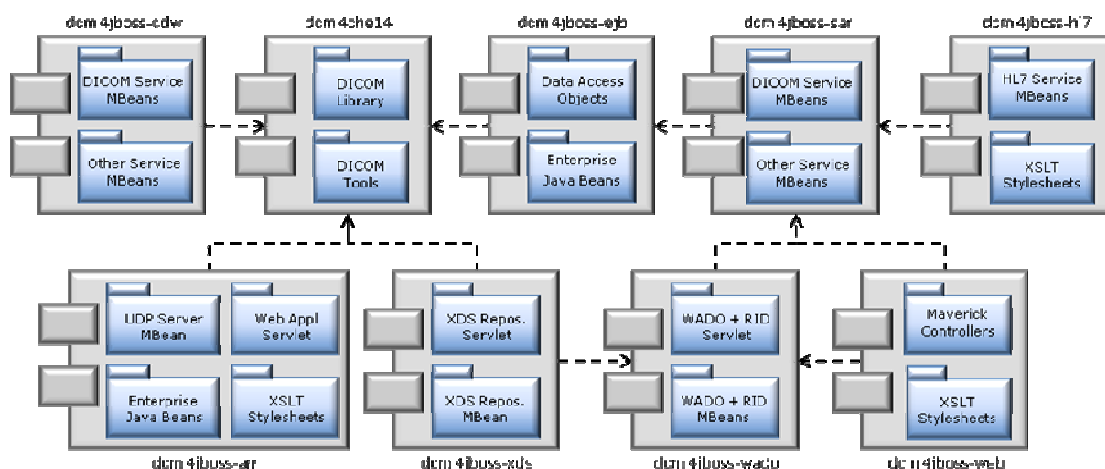


Figura 4.1: Módulos del código fuente y sus dependencias. Se omiten flechas correspondientes a las dependencias directas existentes desde dcm4che14 hacia dcm4jboss-sar, dcm4jboss-hl7, dcm4jboss-wado y dcm4jboss-web, y desde dcm4jboss-ejb hacia dcm4jboss-hl7, dcm4jboss-wado y dcm4jboss-web.

dcm4che14: Contiene la librería DICOM v1.4.x, de la que dependerán todos los demás módulos.

dcm4jboss-build: Contiene el principal script ant, el cual es el encargado de generar el build de dcm4chee a partir de los fuentes. Este módulo no contiene código fuente (java), solo archivos ant.

dcm4jboss-arr: Contiene el repositorio de registro de auditoría. Es un aplicativo pre empaquetado para correr en JBoss, no tiene dependencias con los demás módulos (a no ser por biblioteca de DICOM, dcmche14). Este puede ser utilizado como una aplicación independiente.

dcm4jboss-cdw: Contiene el servidor Media Creation, responsable para la composición de DICOM File-Sets, es el responsable de la creación de la imagen ISO y grabación en CD o DVD. Es un aplicativo pre empaquetado para ejecutarse en JBoss.

dcm4jboss-ejb: Contiene todos los Entity y Stateless Session EJBs además de los objetos de acceso a datos, encapsulando cualquier acceso a base de datos que se requiera hacer desde los componentes que forman parte de dcm4chee.

dcm4jboss-hl7: Contiene MBean de servicios específicos para el procesamiento de los mensajes HL7 recibido, mensajes HL7 para procedimiento programado (ORM ^ O01), actualización de información de un paciente (ADT) y los reportes (ORU ^ R01). También permite emitir mensajes HL7, especialmente para reenviar los mensajes recibidos a otro receptor HL7. El procesamiento de los mensajes HL7 es definido por hojas de estilo XSLT, que permite la adaptación a mensajes HL7 desde varios sistemas RIS sin modificar los archivos fuente java. Este módulo hace uso de los servicios proporcionados por los MBean que expone el módulo dcm4jboss-sar.

dcm4jboss-sar: Contiene todos los MBean de servicio específicos de DICOM, también los MBean de servicios comunes utilizados por los módulos dcm4jboss-HL7, dcm4jboss-wado y dcm4jboss-web.

dcm4jboss-wado: Contiene una implementación de acceso web a los objetos persistentes DICOM (WADO), además de implementar el Retrieve Information for Display (RID) de IHE y el Retrieve ECG for Display (ECG).

dcm4jboss-web: Es el encargado de implementar el administrado web mediante el cual se realizará la administración del servidor PACS. Este módulo fue construido utilizando el Web Application Framework *Maverick*, con XSLT como la tecnología de vista. Por lo tanto, la disposición de las páginas es determinada principalmente por las hojas de estilo XSLT, que puede ser personalizado, sin necesidad de modificaciones sobre los archivos fuentes java.

dcm4jboss-xds: Contiene una implementación de un repositorio XDS IHE. Hace uso interno del servicio RID para el retornar una solicitud de documento.

4.2. Cambios realizados

Como mostramos en el Capítulo 5 del Informe, los dos puntos de integración que requirieron adaptaciones al servidor PACS seleccionado fueron, la comunicación entre los sistemas HIS/RIS y el servidor PACS y la realización de la interfaz para poder invocar al generador de reportes brindado por el Hospital de Clínicas

En esta sección hablaremos de la adaptación que realizamos sobre el dcm4chee. Para poder implementar la invocación al generador de reportes brindado por el hospital de Clínicas hubo que realizar cambios sobre el módulo dcm4jboss-web, ya que desde el mismo es posible realizar las modificaciones para implementar el link de invocación al generador de reportes de la institución. Además desde el módulo dcm4jboss-web es posible consultar todos los servicios necesarios para obtener la información que requeríamos, esta información es brindada por el módulo dcm4jboss-sar.

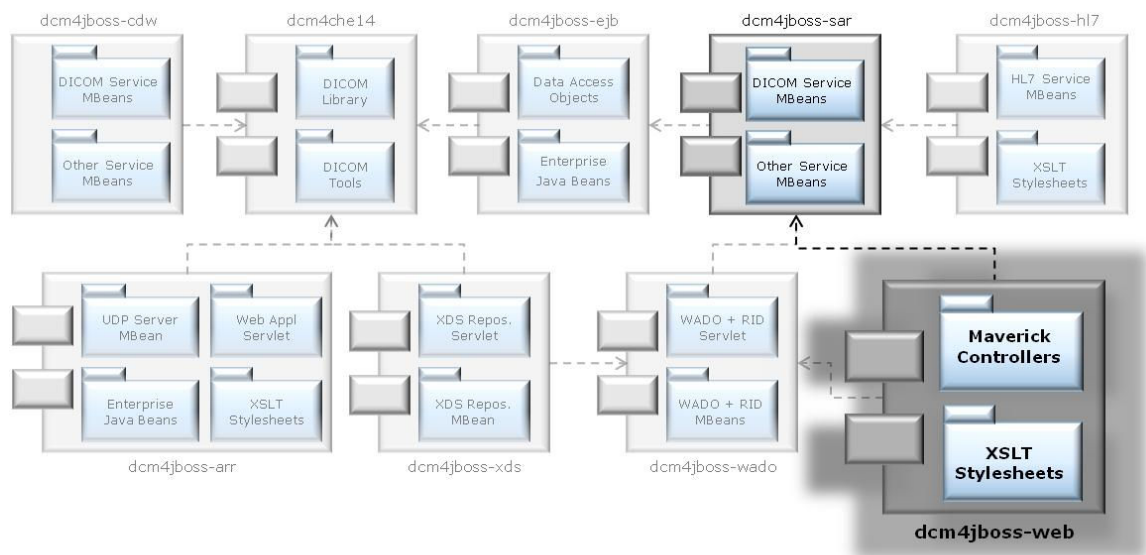


Figura 4.2: Módulos involucrados en los cambios realizados.

El módulo dcm4jboss-web fue construido utilizando *Maverick* [MAVR09]. Este es un framework Model-View-Controller para aplicaciones web que hace uso de las tecnologías Java y JEE. Es un framework minimalista que pone foco en la lógica del MVC, permitiendo generar vistas haciendo uso de una gran variedad de tecnologías de templates y transformación. El mismo combina las principales características de Struts, WebWork y Cocoon2.

Como se ve en la Figura 4.2 el módulo dcm4jboss-web consta de dos módulos, *xslt stylesheets* es el que contiene las hojas de estilos XSLT, en donde se podrán hacer cambios que afecten la vista sin necesidad de modificar los fuentes java que contienen los controladores para invocar a la lógica del negocio. Por otro lado el módulo *Maverick Controllers* es el segundo componente, es el responsable de brindarle los datos a la vista, este módulo contiene a los controladores. Mediante estos controladores es desde donde se invoca a los servicios que se requieran.

La solución acordada con el cliente fue realizar una invocación por url pasándole los parámetros necesarios para que ellos puedan acceder a los datos asociados al estudio desde el HIS/RIS de la institución. Por esta razón, lo que hay que implementar es que cuando se despliegue un estudios en el administrador web del dcm4chee, esto es cuando se realice una búsqueda y se expandan una serie, se verán todas las instancias de estudios, en cada uno de estas instancias se agregará un enlace a la url especificada con los parámetros adecuados.

En la Figura 4.3 mostramos un ejemplo de invocación al generador propio de reportes del Hospital de Clínicas pasándole los parámetros requeridos.

<http://hc.edu.uy/generador?studyIUID=1.3.6.1.4.1.5962.1.50.1174395365.11033.0&seriesUID=1.3.6.1.4.1.5962.1.51.1174395365.11033.0objectUID=1.3.6.1.4.1.5962.1.48.1174395365.11033.0>

Figura 4.3: Invocación por url al generador propio de reportes del Hospital de Clínicas.

Para llevar a cabo esta implementación tuvimos que hacer modificaciones en los dos componentes que formar parte del módulo dcm4jboss-web. En el componente *xslt stylesheets* hubo que realizar cambios para poder agregar el enlace por cada instancia de estudio. El xsl modificado es *folder-tpl.xsl*, el mismo se encuentra en la carpeta *src/web* del proyecto java dcm4jboss-web. En la Figura 4.4 mostramos como se hace uso del form de sesión que contiene la información necesaria para

formar la url con la que se podrá invocar al generador de reportes del Hospital de Clínicas.

[illegible]

Figura 4.4: xslt encargada de desplegar los datos en una búsqueda de pacientes.

Por otro lado para que la vista tenga toda la información que se requería, hubo que modificar el componente *Maverick Controllers*, específicamente realizamos modificaciones sobre los controladores encargados de realizar la expansión en las búsquedas. Recordar que desde la búsqueda de paciente obtenemos un listado con los pacientes que cumplan con el criterio de búsqueda, luego para cada paciente podemos expandirlo para que muestre las series asociadas a dicho paciente. Por último a cada serie podemos expandirla para ver las instancias de estudios asociada a la serie.

Las clases encargadas de cargar la información a desplegar en la vista son, *ExpandPatientCtrl.java*, *ExpandSeriesCtrl.java* y *ExpandStudyCtrl.java* del paquete *org.dcm4chex.archive.web.maverick*. Lo que se hace en las mismas es pedir la información de los objetos de estudios que se obtiene luego de realizar la consulta a los objetos de negocios del módulo *dcm4jboss-sar*, esta comunicación se realiza mediante *jndi*. Los datos que se necesitan para invocar al generador de reportes del Hospital de Clínicas son, *studyIUID*, *seriesUID* y *objectUID*. Estos datos son almacenados en el form de sesión *FolderForm* el cual es accedido desde la *xslt* encargada de desplegar los datos de la realización de la búsqueda de pacientes, esto se muestra en la Figura 4.4.

4.3. Organización de los entregables y generación del binario

Dentro de los entregables van a estar los directorios sources y bin. Dentro de directorio sources se contará con todos los fuentes necesarios de dcm4chee, además de algunos frameworks adicionales que se requieren para poder generar los binarios. En el directorio bin vamos a encontrar los binarios del sistema, la misma contiene el servidor de aplicación jboss-4.2.3.GA con los empaquetados necesarios (.jars, .wars y xmls) para que la herramienta se ejecute sin necesidad de configuraciones extras a no ser los dos datasources en donde se indicará las conexiones a las bases de datos.

Comenzaremos mostrando como generar los binarios a partir de los fuentes. Para la generación es necesario contar con los siguientes frameworks:

- Ant 1.7.x
- XDoclet 1.2.3
- Apache FOP 0.20.5 (usar la versión 0.20.5)
- Jakarta Cactus 1.8.0 (Solo es necesario para construir el test suite para dcm4jboss-ejb, no es necesario para construir la aplicación)
- JBoss 4.2.3 GA
- Maven 2.0.9

De todos estos frameworks los únicos que serán necesarios instalar son, Ant 1.7.x y Maven 2.0.9 ya que los demás estarán bajo el directorio *sources* entregado. De ahora en más damos por supuesto que los frameworks recién mencionados están instalados correctamente, por más información referirse a [ANTA09] y [MAVE09].

En la Figura 4.5 mostramos la estructura de directorios que tiene *sources* ya que será de utilidad para ir fijando ideas en los pasos necesarios para la generación de los binarios.

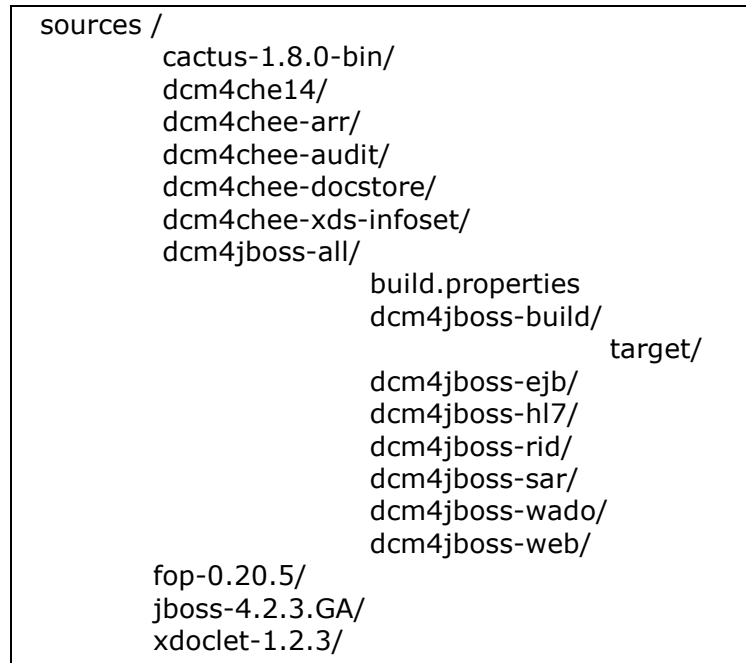


Figura 4.5: Estructura principal del directorio *sources*.

A continuación veremos la sucesión de pasos que hay que realizar para poder llegar al binario:

- Acceder al directorio *dcm4che14* y ejecutar el comando *ant*
- Acceder al directorio *dcm4chee-arr* y ejecutar *mvn install*
- Acceder al directorio *dcm4chee-audit* y ejecutar *mvn install*
- Acceder al directorio *dcm4chee-docstore* y ejecutar *mvn install*
- Acceder al directorio *dcm4chee-xds-infoaset* y ejecutar *mvn install*

En la distribución que entregamos los script *build.xml* ubicado en los directorios *sources/dcm4jboss-all/dcm4jboss-xxx/* asumen las ubicaciones para XDoclet, JBoss, Apache FOP, Jakarta Cactus y *dcm4che14* como se muestra a continuación:

- *xdoclet.home*=\${user.home}/xdoclet-1.2.3
- *jboss.home*=\${user.home}/jboss-4.2.3.GA
- *fop.home*=\${user.home}/fop-0.20.5
- *cactus.home*=\${user.home}/cactus-1.8.0-bin
- *m2.repos*=\${user.home}/.m2/repository
- *dcm4che14.home*=\${user.home}/dcm4che14/build/dcm4che-1.4.22

Por esta razón habrá que editar cada uno de ellos y sustituir la propiedad *user.home* por la ubicación física del directorio *sources*, por ejemplo si se copia la carpeta

sources en C:\dcm4chee\sources entonces la propiedad `user.home` de cada uno de los scripts ant mencionados debería quedar como se ilustra en la Figura 4.6.

`<property name="user.home" value="C:/dcm4chee/sources"/>`

Figura 4.6: Propiedad `user.home` a editar.

Por último se deberá acceder al directorio `dcm4jboss-all/dcm4jboss-build` y ejecutar el comando `ant dist`, esto construirá todos los componentes necesarios y empaquetará una distribución binaria para cada manejador de base de datos que `dcm4chee` contempla. Estos binarios se generan en el directorio `dcm4jboss-all/dcm4jboss-build/target` con la siguiente nomenclatura:

- `target/dcm4chee-db2-%version%.zip`
- `target/dcm4chee-firebird-%version%.zip`
- `target/dcm4chee-hsql-%version%.zip`
- `target/dcm4chee-mssql-%version%.zip`
- `target/dcm4chee-mysql-%version%.zip`
- `target/dcm4chee-oracle-%version%.zip`
- `target/dcm4chee-psql-%version%.zip`

4.4. Configuración del `dcm4chee` partiendo del build

En la Sección 4.3 mostramos como generar el build de la aplicación a partir del código fuente, en dicho paso lo que se generaba eran los empaquetados y los archivos de configuraciones necesarios para poder hacer el deploy en el servidor de aplicaciones JBoss. Pero para poder ejecutar el servidor PACS es necesario realizar ciertas etapas que describiremos a continuación. Ilustraremos las etapas tomando en cuenta que el build a partir del cual vamos a partir es `dcm4chee-mysql-%version%.zip` ya que es el de interés para el cliente.

1. Extraer el archivo comprimido `dcm4chee-mysql-2.15.0.zip` en la carpeta donde crea que corresponda.
2. `Dcm4chee` consiste de componentes que se ejecutan con la plataforma del servidor de aplicaciones JBoss. En este paso se copiarán los archivos de ejecución del JBoss a la carpeta descomprimida en el paso anterior. Para esto nos dirigimos al directorio `dcm4chee-mysql-2.15.0/bin` y ejecutamos el comando `install_jboss.bat` o `install_jboss.sh` según corresponda pasándole la ruta al directorio raíz del JBoss. Por ejemplo, `C:\apps\dcm4chee-mysql-2.15.0\bin\install_jboss.bat c:\apps\jboss-4.2.3.GA`. Tener en cuenta el directorio `sources` ya contiene una distribución de JBoss, específicamente la versión `jboss-4.2.3.GA`.
3. En el archivo `dcm4chee-mysql-2.15.0/bin/run.conf` editar la variable `JAVA_HOME` con la ruta a la JDK que corresponda, tener en cuenta que es necesario que sea la JDK 5 o superior.
4. Para este paso damos por supuesto que ya existe un gestor de base de datos instalado. En el caso del Hospital de Clínicas daremos las instrucciones para el gestor MySQL ya que es el que utilizarán. A continuación daremos los pasos a seguir para realizar la configuración de la base de datos:
 - a. Crear la base de datos, por ejemplo `pacsdb`.
 - b. Crear un usuario para asignarles permisos sobre dicha base, por ejemplo `pacs` con contraseña `pacs`.
 - c. Asignarles los privilegios al usuario: `grant all on pacsdb.* to 'pacs'@'localhost' identified by 'pacs'.`

- d. Crear la estructura de las tablas y los datos por defecto que necesita el sistema, para esto se deberá ejecutar el script .sql que se encuentra en la siguiente ubicación, *dcm4chee-mysql-2.15.0/sql/create.mysql*.
 - e. Por último, en el caso que no se hayan usado los datos del ejemplo para el nombre de la base o para el usuario, se deberá modificar el datasource que se encuentra en la siguiente ubicación, *dcm4chee-mysql-2.15.0/server/default/deploy/pacs-mysql-ds.xml* con los datos que correspondan.
5. Luego de realizados los pasos anteriores, se está en condiciones de poder acceder al aplicativo mediante la interfaz web que se puede acceder en la siguiente dirección: http://IP_SERVIDOR/dcm4chee-web/, la misma requerirá usuario y contraseña. El usuario administrador por defecto es usuario 'admin' y contraseña 'admin'.

Como ya hemos mencionado anteriormente dcm4chee expone los servicios mediante la consola JMX de JBoss, a la cual se podrá acceder en la siguiente dirección, http://IP_SERVIDOR/jmx-console/, para loguarse deberá usarse la cuenta administrador, para está, su usuario es 'admin' y contraseña 'admin'. Accediendo a la misma se podrá hacer las modificaciones de configuración que se deseen o hacer uso de las propias funcionalidades del servidor PACS, por ejemplo, en el servicio DCMSEver, se podrá modificar el puerto TCP en donde se realiza se están escuchando las peticiones DICOM, se podrá establecer la cantidad de clientes DICOM que pueden conectarse simultáneamente, etc.. También se podrá modificar el TLS mode (Transport Security Layer), con los siguientes valores, dicom-tl, acepta conexiones TLS (ofrece encipatación AES o DES), dicom-tls.aes, acepta conexiones TLS (fuerza encriptación AES o DES), dicom-tls.3des, acepta conexiones TLS (fuerza encriptación DES), dicom-tls.nodes, acepta conexiones TLS sin encriptar.

4.5. Configuraciones de las herramientas agregadas

Es importante aclarar que en la carpeta bin que entregamos ya contiene el servidor de aplicación jboss-4.2.3.GA con los empaquetados necesarios (.jars, .wars y xmls) para que el sistema PACS dcm4chee se ejecute sin necesidad de configuraciones extras. Sin embargo cada vez que se genere un build nuevo, o sea que se haga un cambio en el sistema y se corra el script encargado de hacer el build de la herramienta, habrán dos opciones, o se copian directamente los empaquetados modificados donde correspondan en el servidor de aplicación jboss-4.2.3.GA o se ejecutan todo los pasos descritos en la Sección 4.4. Si se toma esta última opción se estarán perdiendo las instalaciones de las herramientas ARR y Xero. Para realizar la instalación de estas dos herramientas hay que seguir las subsecciones 4.5.1 y 4.5.2.

4.5.1. Audit Record Repository (ARR)

Este módulo es un log de auditoría de todas las transacciones realizadas a través del servidor PACS dcm4chee. Esto lo marca como requisito HIPAA e IHE. Desde la versión dcm4chee-2.12.0, la distribución del sistema PACS no incluye más el módulo ARR.

En la versión que entregamos al cliente el módulo ARR ya está correctamente instalado.

A continuación describimos los pasos necesarios para instalar esta herramienta [ARRI09], esto habrá que hacerlo cuando se genere el build a partir de los fuentes:

- Descargar el dcm4chee Audit Record Repository 3.0.8 (dcm4chee-arr-3.0.8) disponible en <http://sourceforge.net/projects/dcm4che>
- Descomprimir el archivo descargado.
- Ubicarse en el directorio dcm4chee-mysql-2.15.0/bin y ejecutar el comando `install_arr` pasándole como argumento la dirección donde se realizó la descompresión del paso anterior.
- Hay que tener en cuenta que el módulo ARR se puede configurar para que vaya contra la misma base de datos que el servidor PACS o contra una independiente, sea cual sea la decisión tomada lo que hay que hacer es modificar es el datasource del aplicativo que se encuentra en la siguiente ubicación, *dcm4chee-mysql-2.15.0/server/default/deploy/arr-mysql-ds.xml*, en el mismo se deberá setear la url de la base de datos además del usuario y contraseña para conectarse a la misma.

El esquema ARR será automáticamente creado al iniciar la aplicación.

Esta funcionalidad se puede acceder mediante la lengüeta Audit Repository del administrador web del dcm4chee.

4.5.2. Visor web Xero

Como mencionamos en la Sección 5.4 del Capítulo 5 del informe, Xero es un proyecto clínico para agregar una interfaz web sobre servidores PACS existentes. Ofrece una interfaz más amigable para realizar búsquedas de los estudios relacionados a un paciente, las imágenes asociadas a un estudio se visualizan con la información de dicha imagen contenida en el objeto DICOM, como pueden ser, fecha, modalidad, accession number, study uid, etc.

Xero utiliza el acceso web para los objetos DICOM (WADO) y las tecnologías web como JavaScript asíncrono y XML (AJAX).

Este visor a diferencia del visor web por defecto que tiene el dcm4chee ofrece las funcionalidades básicas de zoom, rotación cambio en tonalidades de grises, para el caso de los video permite ver todas la secuencia de imágenes, etc.

Si bien no es un visor tan completo como K-PACS y ClearCanvas, es un visor con las funcionalidades básicas de un visor DICOM que está integrado con dcm4chee, brindando una interfaz web. Con este sistema se podría soportar teleradiología ya que desde un lugar remoto se podría acceder a los estudios y realizar el diagnóstico que corresponda. Este sistema ofrece la posibilidad de brindarle una interfaz web exclusiva para los médicos y especialistas que le ofrezca solamente las funcionalidades que ellos requieran. Por otro lado los administradores de PACS podrán acceder al administrador web por defecto del servidor PACS dcm4chee para realizar operaciones más complejas que sean de interés solo para administradores PACS.

Este sistema ya está configurado para que se use en base al servidor PACS entregado, utiliza la misma base de usuario y va contra los mismos estudios que el dcm4chee.

A continuación describimos los pasos necesarios para instalar esta herramienta [XERO09], esto habrá que hacerlo cuando se genere el build a partir de los fuentes:

- Descargar el binario de Xero que corresponda (http://sourceforge.net/project/showfiles.php?group_id=37982&package_id=236929). La versión instalada en la versión entregada es *dcm4chee-xero-1.0-alpha.72*

- Ubicarse en el directorio `dcm4chee-mysql-2.15.0` (directorio descomprimido del build generado *dcm4chee-mysql-%version%.zip*) y ejecutar el comando `jar xvf PATH_TO_XERO_DOWNLOAD`
- Ubicarse en el directorio `dcm4chee-mysql-2.15.0/bin` y ejecutar el comando `install_xero` pasándole como argumento la dirección donde se realizó la descompresión del paso anterior, en nuestro ejemplo es `dcm4chee-mysql-2.15.0/ xero-1.0-alpha.72`
- Luego de realizados los pasos anteriores, la dirección para acceder al administrador web xero es `http://localhost/xero` los usuarios con los que se autenticará son los mismos que se utilizan para acceder al administrador web de dcm4chee.

5. Pruebas

5.1. Introducción

En la siguiente sección del Anexo, detallaremos las pruebas realizadas tanto de manera simulada como en ambiente real del Hospital de Clínicas. En ambos casos siempre se trabajó como servidor PACS el DCM4CHEE que fue el seleccionado para nuestro cliente por lo ya comentado en el Capítulo 5. Se recomienda leer previo a este anexo el Anexo 2 DICOM en el que se detallan especificaciones técnicas que serán utilizadas en la presente sección. En la sección “Pruebas Simuladas” se enumerarán los pasos probados para el flujo simulado en el cual validamos lo definido junto con el cliente. En la Sección “Pruebas del Flujo de trabajo en el Hospital de Clínicas” se comentarán los pasos que si se pudieron probar realmente en el Hospital, capturando las pantallas de los sistemas involucrados en las pruebas. Como se comentó en las conclusiones uno de los elementos a destacar es que no se pudo probar en su totalidad el flujo de trabajo en el ambiente real con los equipos involucrados. Tampoco se realizaron pruebas exhaustivas o de estrés que se pretendían para evaluar la infraestructura o equipos del Hospital de Clínicas. Sin duda este aspecto sería recomendado para una extensión del trabajo.

5.2. Pruebas Simuladas

Una vez validado el flujo específico (Ver Capítulo 4 sección 4.1) con el cliente del Hospital de Clínicas, se realizaron pruebas para simular el flujo de trabajo especificado y para testear que la herramienta elegida como servidor PACS (dcm4chee) funcionara correctamente en el flujo adaptado al cliente.

Las pruebas simuladas las realizamos en una LAN, o sea, utilizamos una computadora con el servidor PACS (dcm4chee) “servidor” instalado en la misma, y en otra computadora “cliente” instalamos herramientas para simular una Modalidad y para simular el envío de mensajes HL7 desde un HIS/RIS. También le instalamos Visores DICOM (Clear Canvas, K-PACS, etc) a la computadora “cliente”, para probar los servicios DICOM Verification y Query/Retrieve. La computadora con el servidor PACS instalado cumple el rol de servidor en la red, y la otra computadora cumple el rol de cliente en la red (los clientes en este caso son la Modalidad virtual y el HIS/RIS virtual), como ya explicamos en el Capítulo 3 sección 3.3, DICOM utiliza un modelo Cliente/Servidor para la comunicación en un PACS. El modelo también aplica para la comunicación del HIS/RIS contra el PACS, donde el HIS/RIS hace de cliente y el PACS de servidor para el mensaje HL7.

Las herramientas IQ-DICOMTEST, Modality Emulator, TestSC sirven cada una para emular una modalidad con sus principales funcionalidades (servicios DICOM: Verification SCU, Storage SCU, Query Worklist SCU, Query/Retrieve SCU) Para emular el envío de mensajes HL7 desde un HIS/RIS (más específicamente mensajes de tipo ORM) se utilizaron las herramientas 7Edit y HL7Client.

A continuación detallamos las principales características de las herramientas utilizadas para emular una modalidad y para emular el envío de mensajes HL7 desde un HIS/RIS:

Emuladores de Modalidades (free)

Herramienta IQ-DICOMTEST V3.1:

Sitio web: <http://www.image-systems.biz/es/products/free-dicom-tools/iq-dicomtest.html>

Servicios DICOM que proporciona:

- *Echo* – SCU de verificación para probar la comunicación básica con el SCP (Service Class Provider)
- *Storage SCU* – envía un objeto DICOM usando diferentes sintaxis de transferencia

- *Query* – Find SCU consulta una base de datos remota usando “nombre del paciente” o “datos del estudio”
- *Worklist SCU* – puede consultar un Worklist SCP remoto usando “nombre del paciente” o “datos del estudio”
- *Print SCU* – prueba la capacidad de imprimir imágenes DICOM, JPEG o Bitmap en una impresora DICOM remota
- *Dump* – muestra el contenido de un objeto DICOM

Herramienta Modality Emulator:

Sitio web:

<http://dicom.dvdk.org/modules/wiwiemod/index.php?page=Modality+Emulator&cmenu=products>

Servicios DICOM que proporciona:

- TCP/IP Ping y DICOM Verification
- Query Modality Worklist
- Modality Performed Procedure Step updates
- Storage
- Storage Commitment

Herramienta TestSCU:

Sitio web: <http://www.charruasoft.com/downsp.php>

Servicios DICOM que proporciona:

- Echo-Verification
- Storage SCU
- Query-Find SCU
- DICOM Print SCU
- Lectura del encabezado DICOM de un archivo.

Herramientas HL7 para generación de mensajes HL7 (pagas)

Herramienta 7edit: (versión para utilizar por 30 días)

Sitio web: <http://www.hl7.org.au/HL7-Tools.htm>

Descripción: se pueden crear y enviar mensajes ORM.

Herramienta HL7Client:

Descripción: se pueden enviar nuevos mensajes ORM, pero no se pueden crear, sólo se mandan los campos que la interfaz de la herramienta permite ingresar. La herramienta es paga y es de empresa CharruaSoft.

Flujo de Trabajo – Pasos simulados

Los pasos que se simularon como ya dijimos son los del flujo específico definido para el Hospital de Clínicas. Los pasos son los siguientes:

- Paso 0** – Verification (verificación de la conectividad DICOM)
- Paso 1** – Envío mensaje HL7 (tipo ORM) del HIS/RIS al PACS
- Paso 2** – Query Worklist (consulta de la lista de trabajo)
- Paso 3** – Send MPPS (envío de mensajes de información del estado del estudio)
- Paso 4** – Storage Image (envío de estudio)
- Paso 5** – Storage Commitment (envío de mensaje desde el servidor PACS avisando a la modalidad que puede borrar los estudios que tiene almacenados localmente, porque ya fueron almacenados en un sistema de almacenamiento de largo plazo)
- Paso 6** – Query/Retrive (consulta y recuperación de los estudios almacenados en el servidor PACS)

Observación:

- Para simular los pasos 0,2,3,4,5 se puede usar la herramienta "Modality Emulator"
- Para simular los pasos 0,2,4 para el paso 6 solo hace Query-FIND, se puede usar la herramienta "IQ-DICOMTEST"
- Para simular los pasos 0,4, para el paso 6 solo hace Query-FIND, se puede usar la herramienta "TestSCU"
- Para simular el paso 1 se pueden utilizar las herramientas de HL7, "7edit" y "HL7Client".

Paso 0: Verification.

Descripción General del Paso: se verifica que haya conectividad entre los actores DICOM involucrados en la comunicación. Es un simple test de comunicación entre dos sistemas DICOM.

Actores involucrados: probamos la comunicación entre una Modalidad y el servidor PACS, también probamos la comunicación entre Visores DICOM y el servidor PACS.

Servicio DICOM utilizado:

- Descripción básica del servicio:
El servicio DICOM utilizado para este paso es Verification. El SCU del servicio envía un pedido con el comando C_ECHO y el SCP responde.
- Clase SOP y UID:
Clase SOP: Verification Class SOP, su UID es 1.2.840.10008.1.1.
- Diagrama de interacción:
Recordar que el protocolo DICOM (capa de aplicación del modelo OSI) utiliza TCP/IP para la comunicación, y que en DICOM la comunicación es en dos fases, la primera es la negociación de la asociación y la segunda la de intercambio de mensajes. (nota: para iniciar la comunicación abren un socket)
En la fase uno de negociación de la asociación, el SCU envía AAssociationRQ al SCP y el SCP responde con AssociationAC al SCU.
En la fase dos el SCU envía el comando C_ECHO_RQ al SCP, y el SCP responde al SCU con el comando C_ECHO_RSP. Por último, se cierra la asociación con A_RELEASE-RQ y finalmente se cierra el socket.

La Figura 5.1 muestra un ejemplo de como son las interacciones entre el Visor DICOM con rol SCU y el servidor PACS con rol SCP:

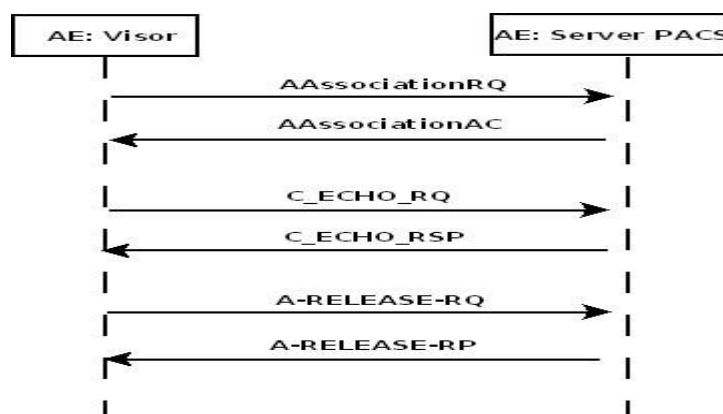


Figura 5.1: Diagrama de interacción – Servicio Verification

Ejemplos de las pruebas realizadas con los Visores ClearCanvas y K-PACS realizando ECHO contra el servidor PACS se muestran a continuación. En el Log del servidor PACS que se muestran en las tablas 5.1 y 5.2, se pueden apreciar los mensajes mostrados en la Figura 5.1 y otros datos de interés como quien es el SCU (callingAET) y el SCP (calledAET). (nota: se marcaron en amarillo los mensajes, y en verde los roles)

Prueba de comunicación del ClearCanvas v1.5 al dcm4chee:

Resultado de la prueba: Exitoso

Configuración del dcm4chee y del Visor ClearCanvas para la comunicación:

- Servidor PACS dcm4chee:
AETitle: DCM4CHEE, IP: 192.168.1.102, Puerto: 11112
- Visor ClearCanvas:
AETitle: ClearCanvas, IP: 192.168.1.100, Puerto: 104

```

2009-12-13 20:51:01,015 INFO -> (TCPServer-1) [org.dcm4cheri.server.ServerImpl] handle -
Socket[addr=/192.168.1.100,port=2697,localport=11112]
2009-12-13 20:51:01,062 INFO -> (TCPServer-1) [org.dcm4cheri.net.FsmImpl]
Socket[addr=/192.168.1.100,port=2697,localport=11112]
2009-12-13 20:51:01,109 INFO VisorCanvas->DCM4CHEE (TCPServer-1)
[org.dcm4cheri.net.FsmImpl] received AAssociateRQ
    appCtxName: 1.2.840.10008.3.1.1.1/DICOM Application Context Name
    implClass: 1.3.6.1.4.1.25403.1.1.1
    implVersion: Dicom 0.1
    calledAET: DCM4CHEE
    callingAET: VisorCanvas
    maxPDULen: 116794
    asyncOpsWindow:
    pc-1: as=1.2.840.10008.1.1/Verification SOP Class
           ts=1.2.840.10008.1.2.1/Explicit VR Little Endian
           ts=1.2.840.10008.1.2/Implicit VR Little Endian
2009-12-13 20:51:01,125 INFO VisorCanvas->DCM4CHEE (TCPServer-1)
[org.dcm4cheri.net.FsmImpl] sending AAssociateAC
    appCtxName: 1.2.840.10008.3.1.1.1/DICOM Application Context Name
    implClass: 1.2.40.0.13.1.1
    implVersion: dcm4che-1.4.26
    calledAET: DCM4CHEE
    callingAET: VisorCanvas
    maxPDULen: 16352
    asyncOpsWindow:
    pc-1: 0 - acceptance
           ts=1.2.840.10008.1.2/Implicit VR Little Endian
2009-12-13 20:51:01,265 INFO VisorCanvas->DCM4CHEE (TCPServer-1)
[org.dcm4cheri.net.FsmImpl] received [pc-1] 1:C_ECHO_RQ
    class: 1.2.840.10008.1.1/Verification SOP Class
2009-12-13 20:51:01,265 INFO VisorCanvas->DCM4CHEE (TCPServer-1)
[org.dcm4cheri.net.FsmImpl] sending [pc-1] 1:C_ECHO_RSP
    class: 1.2.840.10008.1.1/Verification SOP Class
    status: 0
2009-12-13 20:51:01,390 INFO VisorCanvas->DCM4CHEE (TCPServer-1)
[org.dcm4cheri.net.FsmImpl] received A-RELEASE-RQ
2009-12-13 20:51:01,390 INFO VisorCanvas->DCM4CHEE (TCPServer-1)
[org.dcm4cheri.net.FsmImpl] sending A-RELEASE-RP
2009-12-13 20:51:01,453 INFO VisorCanvas->DCM4CHEE (TCPServer-1)
[org.dcm4cheri.net.FsmImpl] closing connection -
Socket[addr=/192.168.1.100,port=2697,localport=11112]
2009-12-13 20:51:01,453 INFO -> (TCPServer-1) [org.dcm4cheri.server.ServerImpl] finished -
Socket[addr=/192.168.1.100,port=2697,localport=11112]

```

Tabla 5.1 – Log del servidor PACS dcm4chee: ClearCanvas →dcm4chee (Servicio Verification)

Prueba de comunicación del K-PACS al dcm4chee:

Resultado de la prueba: Exitoso

Configuración del dcm4chee y el Visor K-PACS para la comunicación:

- Servidor PACS dcm4chee:
AETitle: DCM4CHEE, IP: 192.168.1.102, Puerto: 11112
- Visor K-PACS:
AETitle: KPServer, IP: 192.168.1.100, Puerto: 104

```
2009-12-13 20:58:16,546 INFO -> (TCPSTServer-1-1) [org.dcm4cheri.server.ServerImpl] handle -
Socket[addr=/192.168.1.100,port=2699,localport=11112]
2009-12-13 20:58:16,546 INFO -> (TCPSTServer-1-1) [org.dcm4cheri.net.FsmImpl]
Socket[addr=/192.168.1.100,port=2699,localport=11112]
2009-12-13 20:58:16,546 INFO KPSTServer->DCM4CHEE (TCPSTServer-1-1) [org.dcm4cheri.net.FsmImpl]
received AAssociateRQ
  appCtxName: 1.2.840.10008.3.1.1.1/DICOM Application Context Name
  implClass: 1.2.826.0.1.3680043.2.1396.999
  implVersion: CharruaVista
  calledAET: DCM4CHEE
  callingAET: KPSTServer
  maxPDULen: 16384
  asyncOpsWindow:
  pc-1: as=1.2.840.10008.1.1/Verification SOP Class
        ts=1.2.840.10008.1.2/Implicit VR Little Endian
2009-12-13 20:58:16,562 INFO KPSTServer->DCM4CHEE (TCPSTServer-1-1) [org.dcm4cheri.net.FsmImpl]
sending AAssociateAC
  appCtxName: 1.2.840.10008.3.1.1.1/DICOM Application Context Name
  implClass: 1.2.40.0.13.1.1
  implVersion: dcm4che-1.4.26
  calledAET: DCM4CHEE
  callingAET: KPSTServer
  maxPDULen: 16352
  asyncOpsWindow:
  pc-1: 0 - acceptance
        ts=1.2.840.10008.1.2/Implicit VR Little Endian
2009-12-13 20:58:16,562 INFO KPSTServer->DCM4CHEE (TCPSTServer-1-1) [org.dcm4cheri.net.FsmImpl]
received [pc-1] 3: C_ECHO_RQ
  class: 1.2.840.10008.1.1/Verification SOP Class
2009-12-13 20:58:16,562 INFO KPSTServer->DCM4CHEE (TCPSTServer-1-1) [org.dcm4cheri.net.FsmImpl]
sending [pc-1] 3: C_ECHO_RSP
  class: 1.2.840.10008.1.1/Verification SOP Class
  status: 0
2009-12-13 20:58:16,578 INFO KPSTServer->DCM4CHEE (TCPSTServer-1-1) [org.dcm4cheri.net.FsmImpl]
received A-RELEASE-RQ
2009-12-13 20:58:16,578 INFO KPSTServer->DCM4CHEE (TCPSTServer-1-1) [org.dcm4cheri.net.FsmImpl]
sending A-RELEASE-RP
2009-12-13 20:58:16,625 INFO KPSTServer->DCM4CHEE (TCPSTServer-1-1) [org.dcm4cheri.net.FsmImpl]
closing connection - Socket[addr=/192.168.1.100,port=2699,localport=11112]
2009-12-13 20:58:16,625 INFO -> (TCPSTServer-1-1) [org.dcm4cheri.server.ServerImpl] finished -
Socket[addr=/192.168.1.100,port=2699,localport=11112]
```

Tabla 5.2 – Log del servidor PACS dcm4chee: K-PACS →dcm4chee (Servicio Verification)

Paso 1: Envío de mensaje HL7 (tipo ORM) del HIS/RIS al PACS.

Prueba de comunicación del HL7Client al dcm4chee:

Resultado de la prueba: Exitoso

Primero configuramos en el Emulador del HIS/RIS "HL7Client", o sea, la IP y puerto para comunicar el HL7Client y el dcm4chee, para la configuración se apreta el botón Setup (ver Figura 5.3) y luego en la ventana de Setup se ingresan los siguientes datos: (ver Figura 5.2.)

- IP: 192.162.1.102 (IP del equipo donde está instalado el dcm4chee),
Puerto: 2575 (Puerto del hl7server del dcm4chee)



Figura 5.2: Setup HL7Client v1.7

Luego ingresamos los datos correspondientes al mensaje ORM (agenda de cita para una modalidad) en la interfaz del HL7Client como se puede ver en la Figura 5.3, después de ingresados todos los datos para la cita apretamos el botón "Send Msg" para enviar el mensaje ORM al dcm4chee.

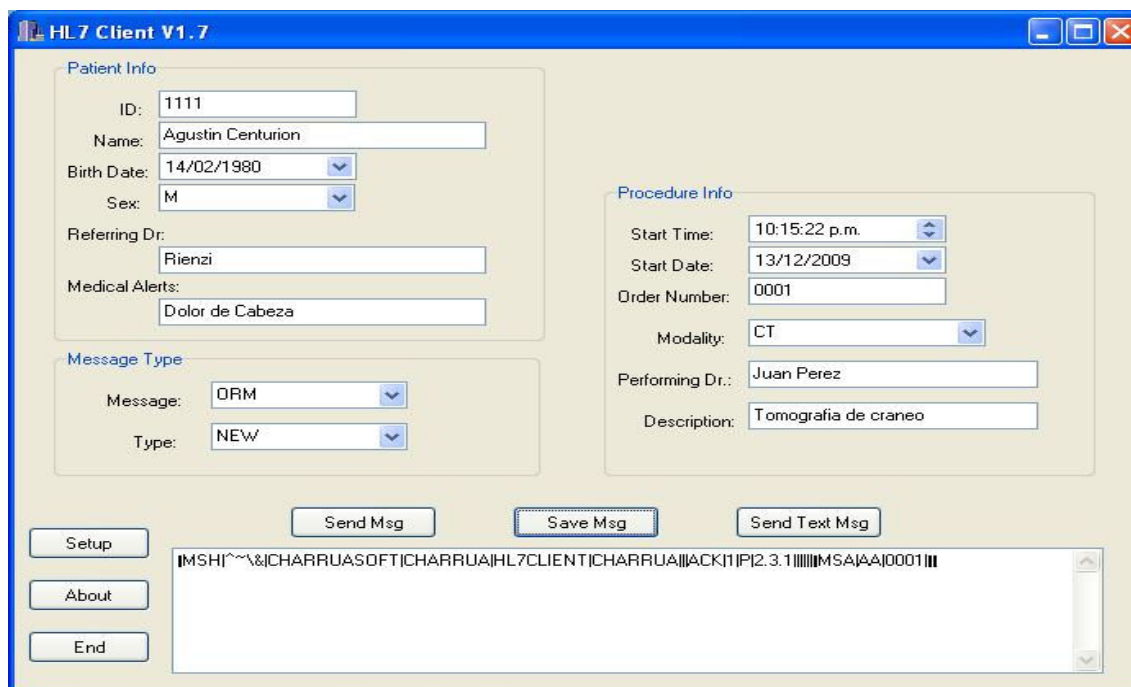


Figura 5.3: Interfaz del HL7 Client v1.7

En la Tabla 5.3 podemos ver el mensaje generado por la herramienta HL7Client, este mensaje de tipo orden (ORM), su estructura ya se detalló en el Capítulo 5 del Informe Final.

```
MSH|^~^&|HL7CLIENT|CHARRUA|CHARRUASOFT|CHARRUA|20091213221419||ORM^O01|0001|P|2.3.1|AL|||
PID||1111|Agustin^Centurion|19800214|M|||||||||||||
PV1|||Location||||Rienzi|||||||||||||
ORC|NW|||||^20091213221522^R|||||Requesting^Service|||||
OBR||0001|0001|Tomografia de craneo||20091213221419|||||Dolor de
Cabeza||Rienzi|0001|0001||CT|||||Juan^Perez|||||Tomografia de craneo|
ZDS|1.2.826.0.1.3680043.2.1396.50.00020091213221419
```

Tabla 5.3: Mensaje ORM generado por HL7Client

En la Tabla 5.4 vemos el log del dcm4chee después que la herramienta HL7Client envió el mensaje ORM al dcm4chee y detalle de los campos.

```
2009-12-13 21:10:00,562 INFO -> (TCPServer-2) [org.dcm4cheri.server.ServerImpl] handle -
Socket[addr=/192.168.1.100,port=2701,localport=2575]
2009-12-13 21:10:00,609 INFO -> (TCPServer-2) [org.dcm4chex.archive.hl7.HL7ServerService]
Received HL7 message:
2009-12-13 21:10:00,609 INFO -> (TCPServer-2) [org.dcm4chex.archive.mbean.TemplatesService]
Compiling Stylesheet C:\dcm4chee-mysql-2.15.0\server\default\conf\dcm4chee-hl7\logmsg.xml
2009-12-13 21:10:00,687 INFO -> (TCPServer-2) [org.dcm4chex.archive.hl7.HL7ServerService]
MSH-3:HL7CLIENT
MSH-4:CHARRUA
MSH-5:CHARRUASOFT
MSH-6:CHARRUA
MSH-7:20091213221031
MSH-9:ORM^O01
MSH-10:0001
MSH-11:P
MSH-12:2.3.1
MSH-16:AL
PID-3:1111
PID-5:Agustin^Centurion
PID-7:19800214
PID-8:M
PV1-3:Location
PV1-8:Rienzi
ORC-1:NW
ORC-7:^^^20091213221522^^R
ORC-17:Requesting^Service
OBR-2:0001
OBR-3:0001
OBR-4:Tomografia^de^craneo
OBR-6:20091213221031
OBR-13:Dolor^de^Cabeza
OBR-16:Rienzi
OBR-18:0001
OBR-19:0001
OBR-24:CT
OBR-34:Juan^Perez
OBR-44:Tomografia^de^craneo
ZDS-1:1.2.826.0.1.3680043.2.1396.50.00020091213221031
2009-12-13 21:10:00,703 INFO -> (TCPServer-2) [org.dcm4chex.archive.mbean.TemplatesService]
Compiling Stylesheet C:\dcm4chee-mysql-2.15.0\server\default\conf\dcm4chee-hl7\orm2dcm.xml
2009-12-13 21:10:00,781 WARN -> (TCPServer-2) [org.dcm4cheri.data.StringElement] Illegal UID
value: 1.2.826.0.1.3680043.2.1396.50.00020091213221031
2009-12-13 21:10:00,796 INFO -> (TCPServer-2) [org.dcm4chex.archive.hl7.ORMService] No
Scheduled Station AET - use default: UNKOWN
2009-12-13 21:10:00,796 INFO -> (TCPServer-2) [org.dcm4chex.archive.hl7.ORMService] No
Scheduled Station Name - use default: UNKOWN
2009-12-13 21:10:00,796 INFO -> (TCPServer-2) [org.dcm4chex.archive.hl7.ORMService] Schedule
Procedure Step[id:null] of Requested Procedure[id:0001,
uid:1.2.826.0.1.3680043.2.1396.50.00020091213221031] of Order[accNo:0001] for Patient
[name:Agustin^Centurion,id:1111]
2009-12-13 21:10:00,828 INFO -> (TCPServer-2) [org.dcm4chex.archive.ejb.entity.PatientBean]
Created Patient[pk=1, pid=1111, name=AGUSTIN^CENTURION^^^]
2009-12-13 21:10:00,859 INFO -> (TCPServer-2) [org.dcm4chex.archive.ejb.entity.MWLItemBean]
Created MWLItem[pk=1, spsId=S1, spsStartDate=2009-12-13 22:15:22.000,
spsStatus=SCHEDULED, stationAET=UNKOWN, rqProcId=0001, modality=CT, accessionNo=0001,
patient->ejb/Patient:1]
2009-12-13 21:10:00,937 INFO -> (TCPServer-2) [org.dcm4chex.archive.mbean.TemplatesService]
Compiling Stylesheet C:\dcm4chee-mysql-2.15.0\server\default\conf\dcm4chee-hl7\msh2ack.xml
2009-12-13 21:10:01,546 INFO -> (TCPServer-2) [org.dcm4cheri.server.ServerImpl] finished -
Socket[addr=/192.168.1.100,port=2701,localport=2575]
```

Tabla 5.4: Log del servidor PACS dcm4chee (después del envío del mensaje ORM)

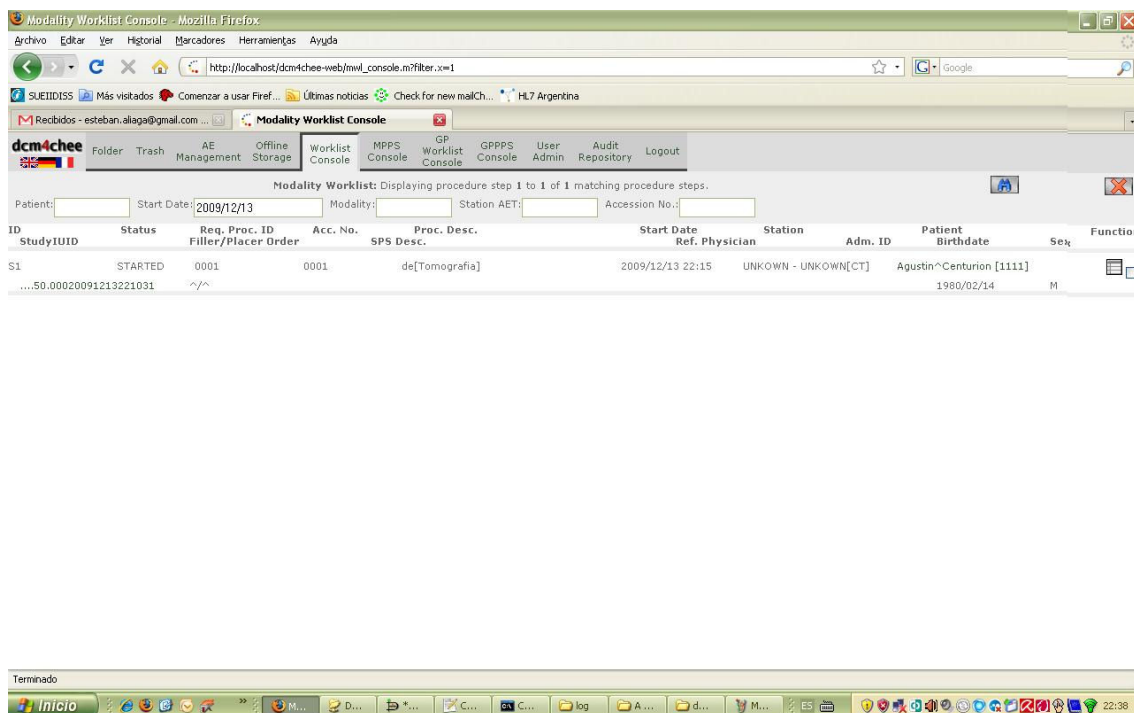


Figura 5.4: Consola del DCM4CHEE con Worklist

En la Figura 5.4 se muestra la consola administrativa del DCM4CHEE en la cual quedó almacenada la cita enviada en el mensaje ORM.

Paso 2 – Query Worklist (consulta de la lista de trabajo)

Descripción General del Paso: La modalidad le solicita la lista de trabajo al HIS/RIS.

Actores involucrados: La modalidad y el Servidor PACS.

Servicio DICOM utilizado:

- Descripción básica del servicio:
El servicio DICOM utilizado para este paso es Query Worklist. El SCU del servicio es la modalidad que envía un pedido y el servidor PACS siendo el SCP de dicho servicio responde.
- Clase SOP y UID:
Clase SOP: Modality Worklist Information Model Class SOP, su UID es 1.2.840.10008.5.1.4.31.
- Diagrama de interacción:
Como se comentó en el paso 0 Verification, hay una asociación previa y luego de producirse la petición y su respuesta se cierra dicha asociación. La solicitud comienza cuando el SCU (la modalidad) envía el comando C_FIND_RQ al SCP, y el SCP (el servidor PACS) responde al SCU con el comando C_FIND_RSP realizando un matcheo con la petición (modalidad, fecha). El C_FIND_RSP tiene un * ya que puede haber más un elemento de respuesta, uno por cada ítem de la worklist.

La Figura 5.5 muestra un ejemplo de cómo son las interacciones entre la modalidad con rol SCU y el servidor PACS con rol SCP:

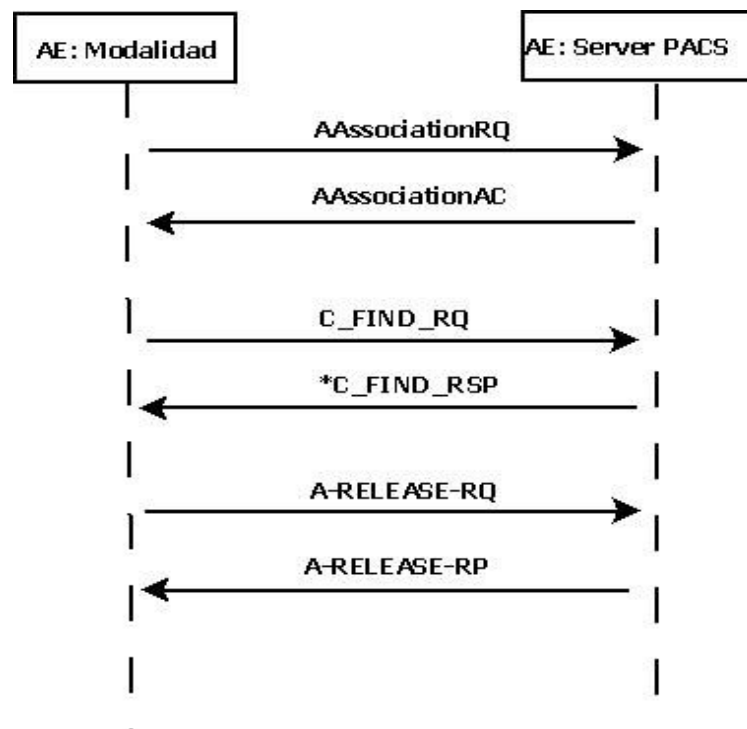


Figura 5.5: Diagrama de interacción – Servicio Query Worklist

Las pruebas fueron realizadas con un simulador de modalidades (Modality Emulator) el cual realizaba las peticiones al DCM4CHEE (servidor PACS). En la Figura 5.6 se visualizan las opciones de configuración (RIS, PACS/Workstation, Gestor de MPPS, Store Commit) soportadas por el simulador.

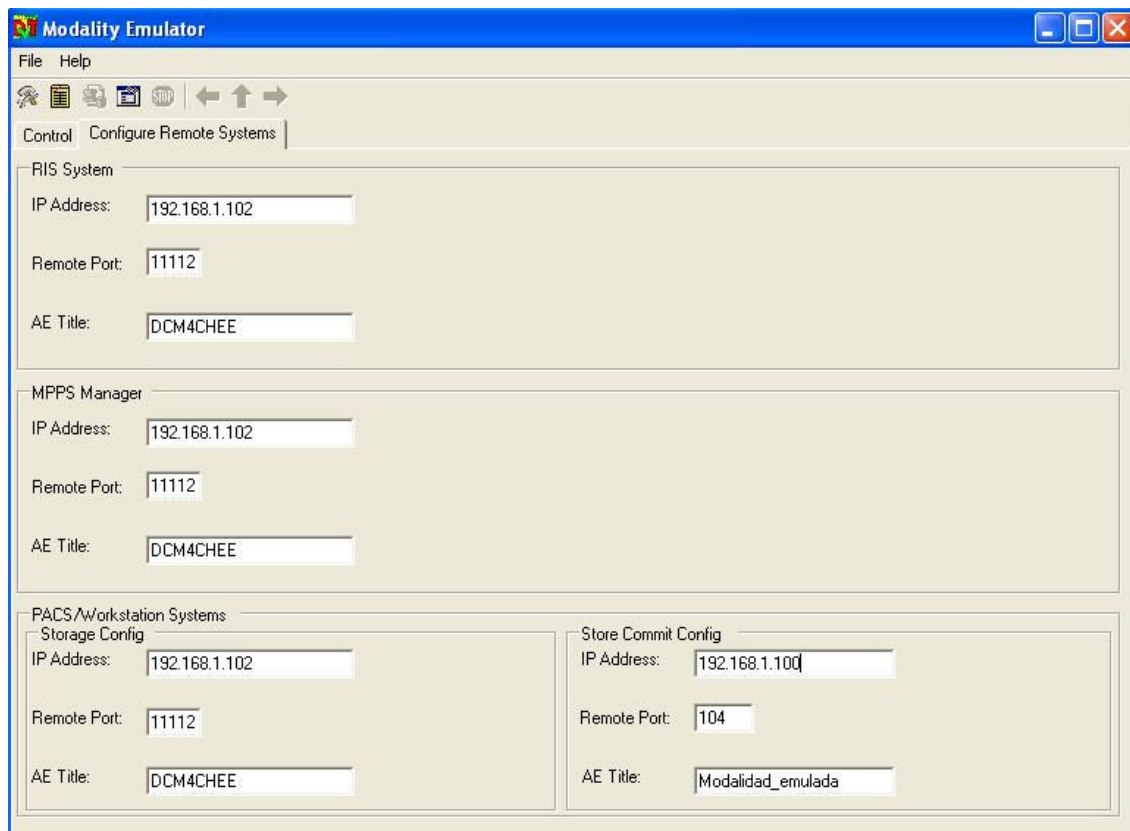


Figura 5.6: Modality Emulator Configuraciones de IP, Puerto, AETitle.

En la Figura 5.7 se visualiza la interfaz de operación para realizar los pasos simulados en el simulador "Modality Emulator".

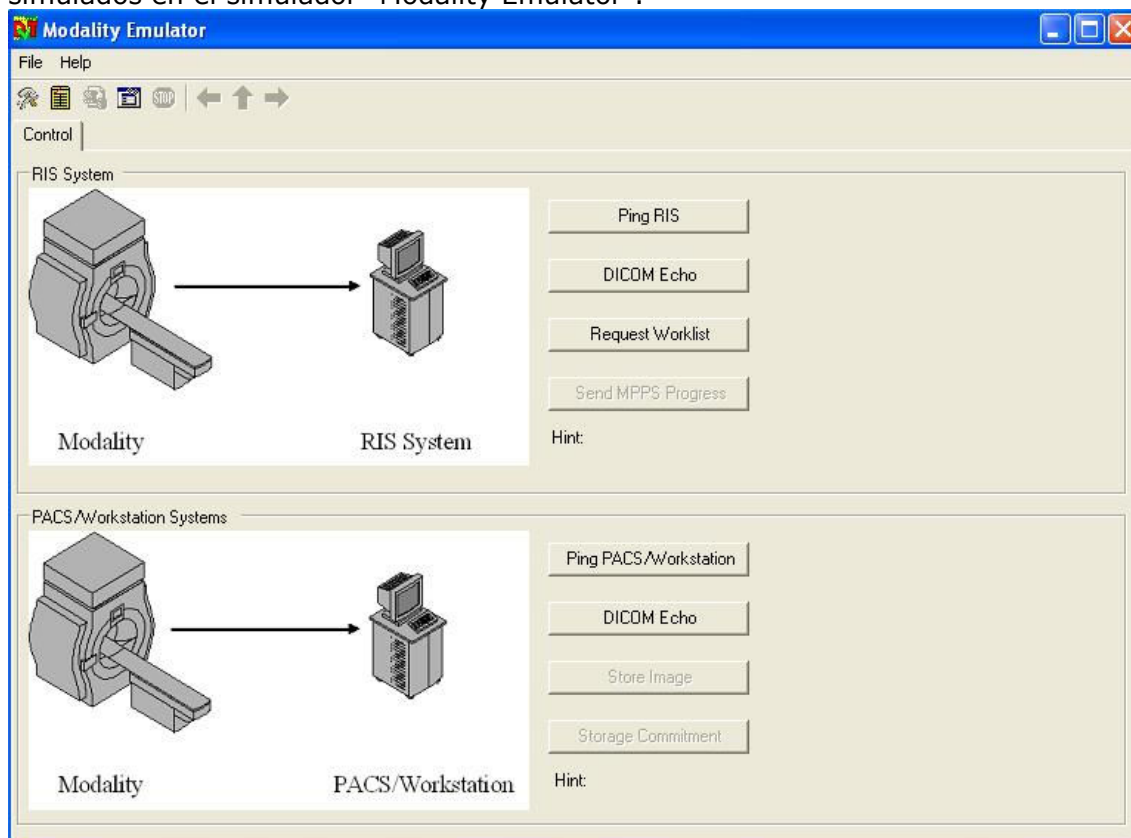


Figura 5.7: Modality Emulator Interfaz de Simulación

En la Figura 5.8 se visualiza la interfaz del simulador luego de realizar la emulación de solicitar la Worklist al RIS simulando ser una modalidad.

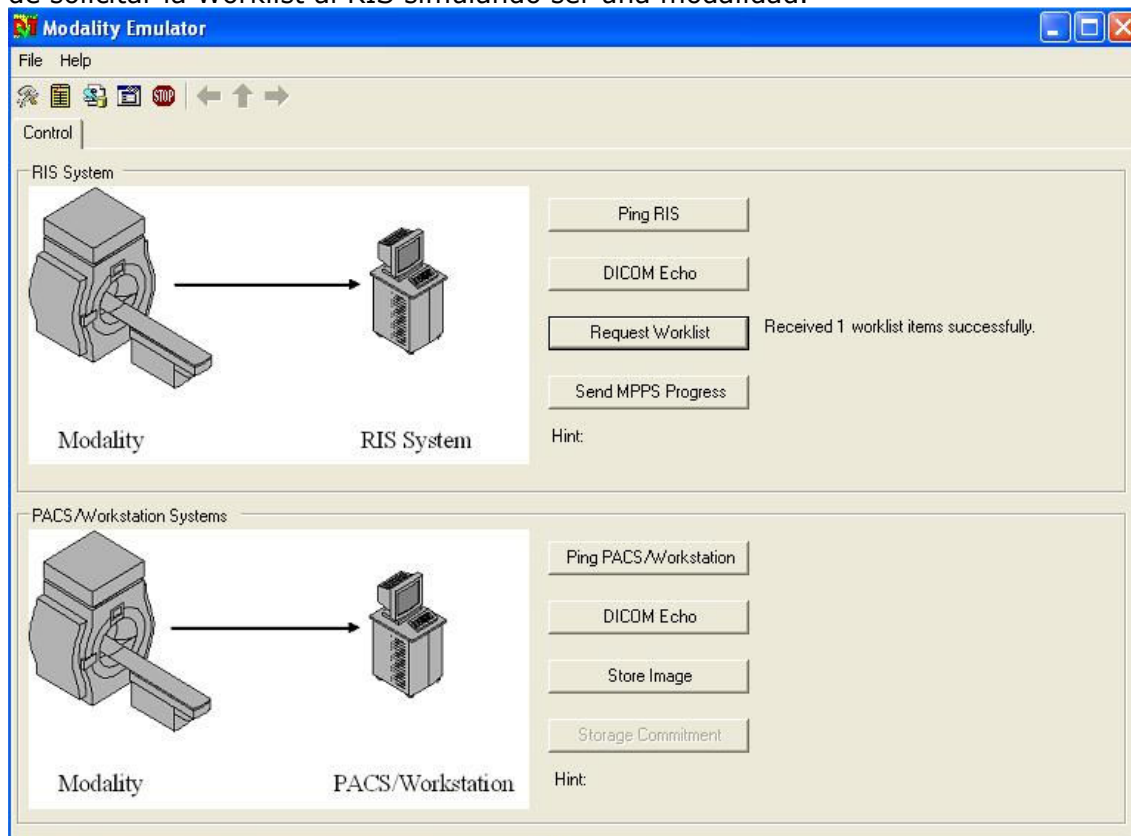


Figura 5.8: Modality Emulator luego de realizar el Query Worklist con éxito.

En el Log del servidor PACS que se muestra en las Tabla 5.5 se pueden apreciar los mensajes mostrados en la Figura 5.5 (Diagrama de interacción) y otros ya comentados en los log de los pasos anteriores.

```

2009-12-13 21:28:22,453 INFO -> (TCPServer-1-1) [org.dcm4cheri.server.ServerImpl] handle -
Socket[addr=/192.168.1.100,port=2714,localport=11112]
2009-12-13 21:28:22,453 INFO -> (TCPServer-1-1) [org.dcm4cheri.net.FsmImpl]
Socket[addr=/192.168.1.100,port=2714,localport=11112]
2009-12-13 21:28:22,640 INFO Modalidad_emulad->DCM4CHEE (TCPServer-1-1)
[org.dcm4cheri.net.FsmImpl] received AAssociateRQ
    appCtxName: 1.2.840.10008.3.1.1.1/DICOM Application Context Name
    implClass: 1.2.826.0.1.3680043.2.1545.1.2.1.7
    implVersion: dvt2.4.0
    calledAET: DCM4CHEE
    callingAET: Modalidad_emulad
    maxPDULen: 16384
    asyncOpsWindow:
    pc-1: as=1.2.840.10008.5.1.4.31/Modality Worklist Information Model - FIND
          ts=1.2.840.10008.1.2/Implicit VR Little Endian
          ts=1.2.840.10008.1.2.1/Explicit VR Little Endian
          ts=1.2.840.10008.1.2.2/Explicit VR Big Endian
2009-12-13 21:28:22,640 INFO Modalidad_emulad->DCM4CHEE (TCPServer-1-1)
[org.dcm4cheri.net.FsmImpl] sending AAssociateAC
    appCtxName: 1.2.840.10008.3.1.1.1/DICOM Application Context Name
    implClass: 1.2.40.0.13.1.1
    implVersion: dcm4che-1.4.26
    calledAET: DCM4CHEE
    callingAET: Modalidad_emulad
    maxPDULen: 16352
    asyncOpsWindow:
    pc-1: 0 - acceptance
          ts=1.2.840.10008.1.2.1/Explicit VR Little Endian
2009-12-13 21:28:22,828 INFO Modalidad_emulad->DCM4CHEE (TCPServer-1-1)
[org.dcm4cheri.net.FsmImpl] received [pc-1] 2:C_FIND_RQ with Dataset
    class: 1.2.840.10008.5.1.4.31/Modality Worklist Information Model - FIND
2009-12-13 21:28:22,875 INFO Modalidad_emulad->DCM4CHEE (TCPServer-1-1)
[org.dcm4cheri.net.FsmImpl] sending [pc-1] 2:C_FIND_RSP with Dataset
    class: 1.2.840.10008.5.1.4.31/Modality Worklist Information Model - FIND
    status: ff00
2009-12-13 21:28:22,875 INFO Modalidad_emulad->DCM4CHEE (TCPServer-1-1)
[org.dcm4cheri.net.FsmImpl] sending [pc-1] 2:C_FIND_RSP
    class: 1.2.840.10008.5.1.4.31/Modality Worklist Information Model - FIND
    status: 0
2009-12-13 21:28:23,062 INFO Modalidad_emulad->DCM4CHEE (ActiveAssoc-4-1)
[org.dcm4cheri.net.FsmImpl] received A-RELEASE-RQ
2009-12-13 21:28:23,062 INFO Modalidad_emulad->DCM4CHEE (ActiveAssoc-4-1)
[org.dcm4cheri.net.FsmImpl] sending A-RELEASE-RP
2009-12-13 21:28:23,062 INFO -> (TCPServer-1-1) [org.dcm4cheri.server.ServerImpl] finished -
Socket[addr=/192.168.1.100,port=2714,localport=11112]
2009-12-13 21:28:23,109 INFO Modalidad_emulad->DCM4CHEE (ActiveAssoc-4-1)
[org.dcm4cheri.net.FsmImpl] closing connection -
Socket[addr=/192.168.1.100,port=2714,localport=11112]

```

Tabla 5.5: Log del servidor PACS dcm4chee (Servicio Query Worklist)

Paso 3 – Send MPPS (envío de mensajes de información del estado del estudio)

Descripción General del Paso: complementa al servicio Modality Worklist como mencionamos en el Capítulo 3 de DICOM del Informe Final. MPPS permite a la modalidad mandar un informe sobre el estado de los estudios que se están realizando o ya finalizaron, incluyendo datos sobre las imágenes adquiridas. Consta de tres estados *en progreso* (estudio ha comenzado), *terminado* (estudio ha terminado satisfactoriamente) y *descontinuado* (estudio fue cancelado o no pudo ser terminado). La modalidad irá enviando información del estado del estudio al servidor PACS.

Actores involucrados: Una modalidad y el Servidor PACS.

Servicio DICOM utilizado:

- Descripción básica del servicio:
El servicio DICOM utilizado para este paso es MPPS. El SCU del servicio es la modalidad y el servidor PACS el SCP.
- Clase SOP y UID:
Clase SOP: Class SOP Modality Performed Procedure Step, su UID es 1.2.840.10008.3.1.2.3.3.
- Diagrama de interacción:
El comando utilizado en el caso de que se envíe un MPPS (en progreso) es N_CREATE como se puede apreciar en la Figura 5.9. Para los MPPS (terminado y descontinuado) se utiliza el comando N_SET, el diagrama de interacción sería igual para estos casos, sólo cambiaría el comando.

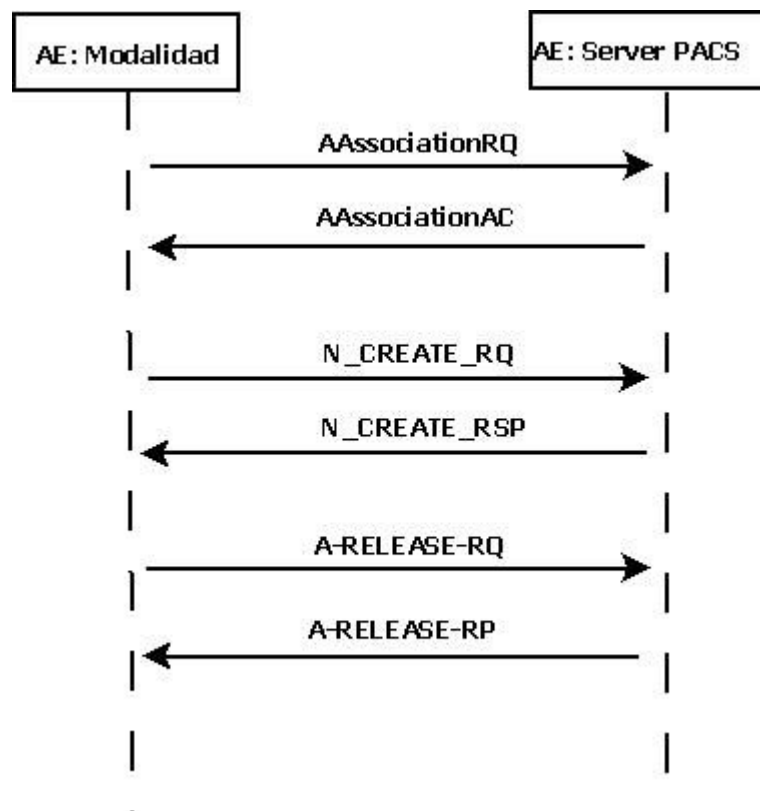


Figura 5.9: Diagrama de Interacción de MPPS

En la figura 5.10 se visualiza el emulador luego de enviar un MPPS (en progreso) al servidor PACS (botón Send MPPS). Este mensaje es el que enviaría la modalidad para avisar que comenzó a realizarse el estudio en la modalidad. En la Figura 5.10 se observa además que el botón luego haber enviado el mensaje “en progreso” pasa a ser MPPS discontinue, esto por si se quiere simular cancelar la adquisición, en ese caso el servidor PACS sería notificado de dicho estado.

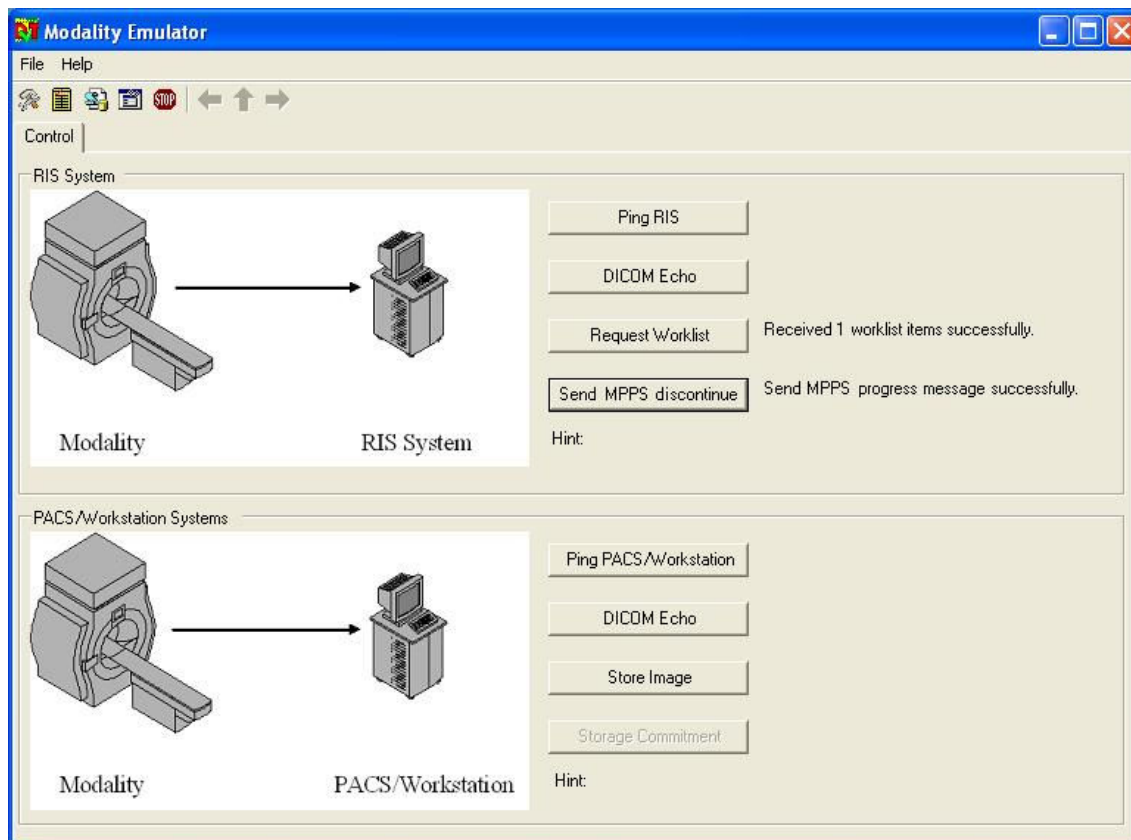


Figura 5.10: Modality Emulator Send MPPS

En la Tabla 5.6 se puede observar el log del DCM4CHEE luego de realizar el envío del mensaje MPPS (en progreso) por parte del simulador, está marcado el comando N_CREATE el cual marca como iniciado el estudio.

```
2009-12-13 21:34:51,234 INFO -> (TCPServer-1) [org.dcm4cheri.server.ServerImpl] handle -
Socket[addr=/192.168.1.100,port=2724,localport=11112]
2009-12-13 21:34:51,234 INFO -> (TCPServer-1) [org.dcm4cheri.net.FsmImpl]
Socket[addr=/192.168.1.100,port=2724,localport=11112]
2009-12-13 21:34:51,390 INFO Modality_emulad->DCM4CHEE (TCPServer-1)
[org.dcm4cheri.net.FsmImpl] received AAssociateRQ
  appCtxName: 1.2.840.10008.3.1.1.1/DICOM Application Context Name
  implClass: 1.2.826.0.1.3680043.2.1545.1.2.1.7
  implVersion: dvt2.4.0
  calledAET: DCM4CHEE
  callingAET: Modality_emulad
  maxPDULen: 16384
  asyncOpsWindow:
  pc-1: as=1.2.840.10008.3.1.2.3.3/Modality Performed Procedure Step SOP Class
        ts=1.2.840.10008.1.2/Implicit VR Little Endian
        ts=1.2.840.10008.1.2.1/Explicit VR Little Endian
        ts=1.2.840.10008.1.2.2/Explicit VR Big Endian
2009-12-13 21:34:51,406 INFO Modality_emulad->DCM4CHEE (TCPServer-1)
[org.dcm4cheri.net.FsmImpl] sending AAssociateAC
  appCtxName: 1.2.840.10008.3.1.1.1/DICOM Application Context Name
  implClass: 1.2.40.0.13.1.1
  implVersion: dcm4che-1.4.26
  calledAET: DCM4CHEE
  callingAET: Modality_emulad
  maxPDULen: 16352
  asyncOpsWindow:
  pc-1: 0 - acceptance
```

```

ts=1.2.840.10008.1.2.1/Explicit VR Little Endian
2009-12-13 21:34:51,593 INFO Modalidad_emulad->DCM4CHEE (TCPServer-1)
[org.dcm4cheri.net.FsmImpl] received [pc-1] 1:N_CREATE_RQ with Dataset
class: 1.2.840.10008.3.1.2.3.3/Modality Performed Procedure Step SOP Class
inst: 1.2.826.0.1.3680043.2.1545.1.2.1.7.20091213.223521.734.4/?
2009-12-13 21:34:51,640 INFO Modalidad_emulad->DCM4CHEE (TCPServer-1)
[org.dcm4chex.archive.ejb.entity.MPPSBean] Created MPPS[pk=1,
iuid=1.2.826.0.1.3680043.2.1545.1.2.1.7.20091213.223521.734.4, status=IN PROGRESS, patient-
>ejb/Patient:1]
2009-12-13 21:34:51,750 INFO Modalidad_emulad->DCM4CHEE (TCPServer-1)
[org.dcm4chex.archive.dcm.mwlsdp.MWLFindScpService] Update MWL item[spsid=S1,
status=STARTED]
2009-12-13 21:34:51,750 INFO Modalidad_emulad->DCM4CHEE (TCPServer-1)
[org.dcm4cheri.net.FsmImpl] sending [pc-1] 1:N_CREATE_RSP
class: 1.2.840.10008.3.1.2.3.3/Modality Performed Procedure Step SOP Class
inst: 1.2.826.0.1.3680043.2.1545.1.2.1.7.20091213.223521.734.4/?
status: 0
2009-12-13 21:34:51,906 INFO Modalidad_emulad->DCM4CHEE (TCPServer-1)
[org.dcm4cheri.net.FsmImpl] received A-RELEASE-RQ
2009-12-13 21:34:51,906 INFO Modalidad_emulad->DCM4CHEE (TCPServer-1)
[org.dcm4cheri.net.FsmImpl] sending A-RELEASE-RP
2009-12-13 21:34:51,953 INFO Modalidad_emulad->DCM4CHEE (TCPServer-1)
[org.dcm4cheri.net.FsmImpl] closing connection -
Socket[addr=/192.168.1.100,port=2724,localport=11112]
2009-12-13 21:34:51,953 INFO -> (TCPServer-1) [org.dcm4cheri.server.ServerImpl] finished -
Socket[addr=/192.168.1.100,port=2724,localport=11112]

```

Tabla 5.6: Log del servidor PACS Send MPPS en Progreso

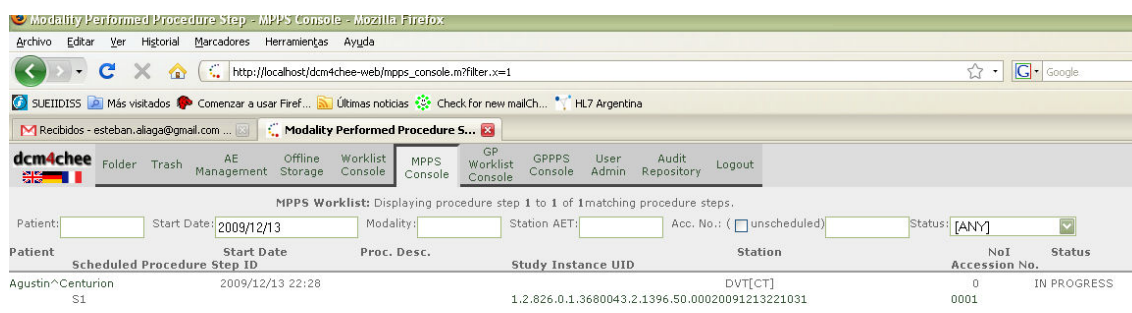


Figura 5.11 – Consola administrativa DCM4CHEE con MPPS en Progreso para un estudio

En la Tabla 5.7 se puede observar el log del DCM4CHEE luego de realizar de enviar el mensaje MPPS (Complete) por parte del simulador. Antes de esto se realizó un Storage para enviar un estudio (ver siguiente paso del flujo STORAGE). En el log está marcado el comando N_SET, el cual marca como finalizado el estudio en el servidor PACS. En la Figura 5.12 se puede ver la consola del dcm4chee con el estado del estudio en "COMPLETED", o sea finalizado.

```

2009-12-13 21:57:49,437 INFO -> (TCPServer-1) [org.dcm4cheri.net.FsmImpl]
Socket[addr=/192.168.1.100,port=2738,localport=11112]
2009-12-13 21:57:49,625 INFO Modalidad_emulad->DCM4CHEE (TCPServer-1)
[org.dcm4cheri.net.FsmImpl] received AAssociateRQ
appCtxName: 1.2.840.10008.3.1.1.1/DICOM Application Context Name
implClass: 1.2.826.0.1.3680043.2.1545.1.2.1.7
implVersion: dvt2.4.0
calledAET: DCM4CHEE
callingAET: Modalidad_emulad
maxPDULen: 16384
asyncOpsWindow:
pc-1: as=1.2.840.10008.3.1.2.3.3/Modality Performed Procedure Step SOP Class
ts=1.2.840.10008.1.2/Implicit VR Little Endian
ts=1.2.840.10008.1.2.1/Explicit VR Little Endian
ts=1.2.840.10008.1.2.2/Explicit VR Big Endian
2009-12-13 21:57:49,625 INFO Modalidad_emulad->DCM4CHEE (TCPServer-1)
[org.dcm4cheri.net.FsmImpl] sending AAssociateAC

```

```

appCtxName: 1.2.840.10008.3.1.1.1/DICOM Application Context Name
implClass: 1.2.40.0.13.1.1
implVersion: dcm4che-1.4.26
calledAET: DCM4CHEE
callingAET: Modalidad_emulad
maxPDULen: 16352
asyncOpsWindow:
pc-1: 0 - acceptance
      ts=1.2.840.10008.1.2.1/Explicit VR Little Endian
2009-12-13 21:57:49,828 INFO Modalidad_emulad->DCM4CHEE (TCPServer-1)
[org.dcm4cheri.net.FsmImpl] received [pc-1] 2:N_SET_RQ with Dataset
  class: 1.2.840.10008.3.1.2.3.3/Modality Performed Procedure Step SOP Class
  inst: 1.2.826.0.1.3680043.2.1545.1.2.1.7.20091213.223521.734.4/?
2009-12-13 21:57:49,968 INFO Modalidad_emulad->DCM4CHEE (TCPServer-1)
[org.dcm4chex.archive.dcm.mwlscp.MWLFindScpService] Update MWL item[spsid=S1,
status=COMPLETED]
2009-12-13 21:57:49,968 INFO Modalidad_emulad->DCM4CHEE (TCPServer-1)
[org.dcm4cheri.net.FsmImpl] sending [pc-1] 2:N_SET_RSP
  class: 1.2.840.10008.3.1.2.3.3/Modality Performed Procedure Step SOP Class
  inst: 1.2.826.0.1.3680043.2.1545.1.2.1.7.20091213.223521.734.4/?
  status: 0
2009-12-13 21:57:50,125 INFO Modalidad_emulad->DCM4CHEE (TCPServer-1)
[org.dcm4cheri.net.FsmImpl] received A-RELEASE-RQ
2009-12-13 21:57:50,125 INFO Modalidad_emulad->DCM4CHEE (TCPServer-1)
[org.dcm4cheri.net.FsmImpl] sending A-RELEASE-RP
2009-12-13 21:57:50,187 INFO Modalidad_emulad->DCM4CHEE (TCPServer-1)
[org.dcm4cheri.net.FsmImpl] closing connection -
Socket[addr=/192.168.1.100,port=2738,localport=11112]
2009-12-13 21:57:50,187 INFO -> (TCPServer-1) [org.dcm4cheri.server.ServerImpl] finished -
Socket[addr=/192.168.1.100,port=2738,localport=11112]

```

Tabla 5.7: Log del servidor PACS Send MPPS en Completo

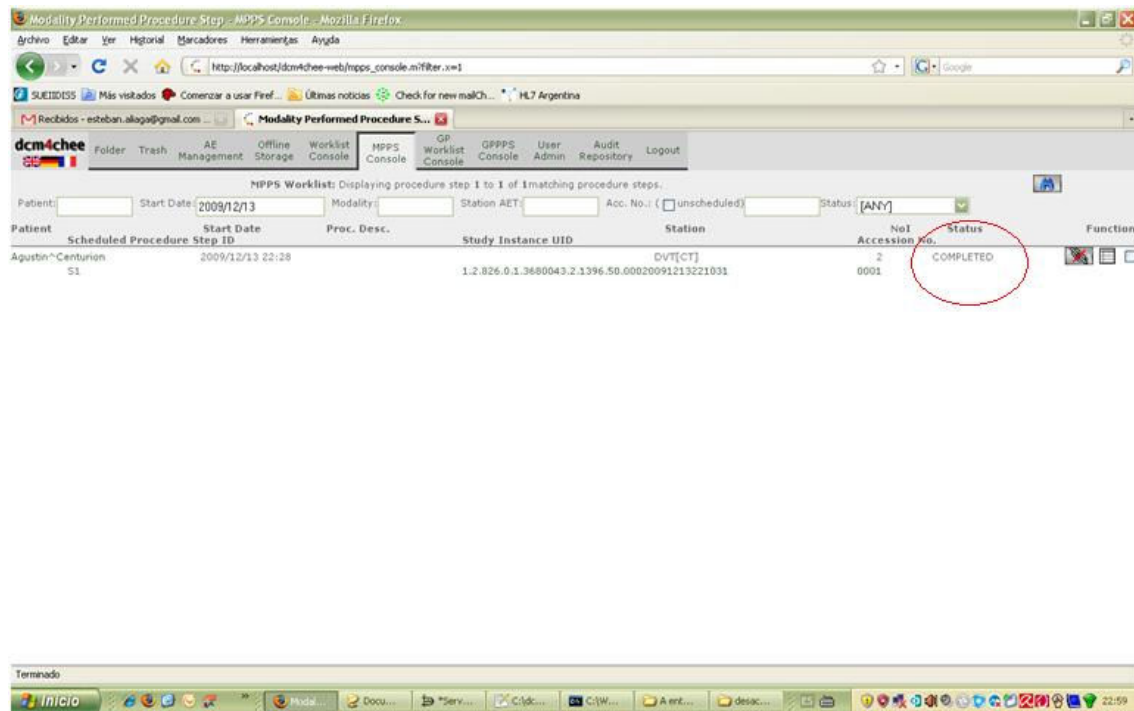


Figura 5.12 – Consola administrativa DCM4CHEE con MPPS con estatus Completado para un estudio.

Paso 4 – Storage Image (envío de estudio)

Descripción General del Paso: se realiza el intercambio de imágenes y otros objetos DICOM (estudios, reporte asociado al diagnóstico de un estudio, etc.) entre dispositivos. Se simula el envío de imágenes de un estudio desde la modalidad al servidor PACS.

Actores involucrados: Como es entre distintos dispositivos puede haber varios casos. Ejemplo: entre una modalidad y el Servidor PACS, entre un visor y otro visor, entre un visor y una modalidad, etc. En la Figura 5.13 se ejemplifica el caso entre una modalidad y el servidor PACS.

Servicio DICOM utilizado:

- Descripción básica del servicio:
El servicio DICOM utilizado para este paso es Storage. El SCU del servicio es la modalidad y el servidor PACS es el SCP del servicio.
La operación realizada por el servicio Storage (el servicio que involucra este paso) es una función de "copia" o "envío", esto significa que la información será copiada de un dispositivo a otro.
- Clase SOP y UID:
Clase SOP: Class SOP Computed Radiography Image Storage, su UID es 1.2.840.10008.5.1.4.1.1.4. La clase SOP depende del tipo de imagen que se esté enviando y cada tipo tiene su propio UID, se puso la clase SOP del ejemplo simulado en este caso.
- Diagrama de interacción:
El comando utilizado por este servicio en este paso es C_STORE como se puede apreciar en la Figura 5.13.

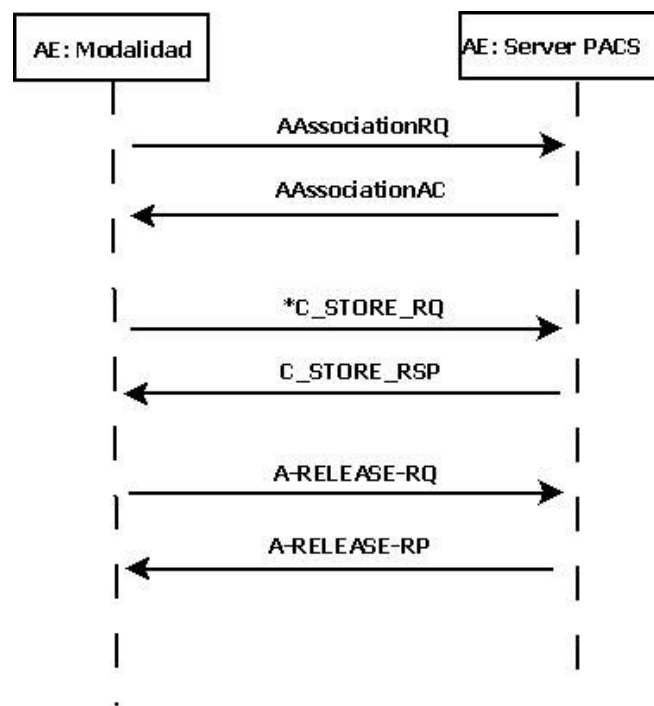


Figura 5.13: Diagrama de interacción – Servicio Storage

En la tabla 5.8 se puede observar el log en el DCM4CHEE luego de realizar el STORAGE. Está marcado el comando C_STORE y otros atributos antes mencionados.

```

2009-12-13 21:48:00,281 INFO -> (TCPServer-1-1) [org.dcm4cheri.server.ServerImpl] handle -
Socket[addr=/192.168.1.100,port=2728,localport=11112]
2009-12-13 21:48:00,281 INFO -> (TCPServer-1-1) [org.dcm4cheri.net.FsmImpl]
Socket[addr=/192.168.1.100,port=2728,localport=11112]
2009-12-13 21:48:00,390 INFO Modalidad_emulad->DCM4CHEE (TCPServer-1-1)
[org.dcm4cheri.net.FsmImpl] received AAssociateRQ
    appCtxName: 1.2.840.10008.3.1.1.1/DICOM Application Context Name
    implClass: 1.2.826.0.1.3680043.2.1545.1.2.1.7
    implVersion: dvt2.4.0
    calledAET: DCM4CHEE
    callingAET: Modalidad_emulad
    maxPDULen: 16384
    asyncOpsWindow:
    pc-1: as=1.2.840.10008.5.1.4.1.1.1/Computed Radiography Image Storage
          ts=1.2.840.10008.1.2/Implicit VR Little Endian
2009-12-13 21:48:00,406 INFO Modalidad_emulad->DCM4CHEE (TCPServer-1-1)
[org.dcm4cheri.net.FsmImpl] sending AAssociateAC
    appCtxName: 1.2.840.10008.3.1.1.1/DICOM Application Context Name
    implClass: 1.2.40.0.13.1.1
    implVersion: dcm4che-1.4.26
    calledAET: DCM4CHEE
    callingAET: Modalidad_emulad
    maxPDULen: 16352
    asyncOpsWindow:
    pc-1: 0 - acceptance
          ts=1.2.840.10008.1.2/Implicit VR Little Endian
2009-12-13 21:48:00,562 INFO Modalidad_emulad->DCM4CHEE (TCPServer-1-1)
[org.dcm4cheri.net.FsmImpl] received [pc-1] 1:C_STORE_RQ with Dataset
    class: 1.2.840.10008.5.1.4.1.1.1/Computed Radiography Image Storage
    inst: 1.2.826.0.1.3680043.2.1545.1.2.1.7.20091213.224825.926.6/?
2009-12-13 21:48:00,625 INFO Modalidad_emulad->DCM4CHEE (TCPServer-1-1)
[org.dcm4chex.archive.ejb.entity.FileSystemBean] Created FileSystem[pk=1, archive,
groupID=ONLINE_STORAGE, aet=DCM4CHEE, ONLINE, RW+, userinfo=null]
2009-12-13 21:48:00,718 INFO Modalidad_emulad->DCM4CHEE (TCPServer-1-1)
[org.dcm4chex.archive.mbean.FileSystemMgt2Service] No writeable storage file system configured in
group ONLINE_STORAGE - auto configure FileSystem[pk=1, archive, groupID=ONLINE_STORAGE,
aet=DCM4CHEE, ONLINE, RW+, userinfo=null]
2009-12-13 21:48:00,718 INFO Modalidad_emulad->DCM4CHEE (TCPServer-1-1)
[org.dcm4chex.archive.mbean.FileSystemMgt2Service] Free disk space on C:\dcm4chee-mysql-
2.15.0\server\default\archive: 8.467423GB
2009-12-13 21:48:00,734 INFO Modalidad_emulad->DCM4CHEE (TCPServer-1-1)
[org.dcm4chex.archive.dcm.storescp.StoreScpService] M-WRITE file:C:\dcm4chee-mysql-
2.15.0\server\default\archive\2009\12\13\21\FDA93A17\B130D3DB\28BDE028
2009-12-13 21:48:42,265 INFO Modalidad_emulad->DCM4CHEE (TCPServer-1-1)
[org.dcm4chex.archive.ejb.session.StorageBean] inserting instance
FileMetaInfo[uid=1.2.826.0.1.3680043.2.1545.1.2.1.7.20091213.224825.926.6
class=1.2.840.10008.5.1.4.1.1.1/Computed Radiography Image Storage
ts=1.2.840.10008.1.2/Implicit VR Little Endian
impl=1.2.40.0.13.1.1-dcm4che-1.4.26]
2009-12-13 21:48:42,312 INFO Modalidad_emulad->DCM4CHEE (TCPServer-1-1)
[org.dcm4chex.archive.ejb.entity.StudyBean] Created Study[pk=1,
uid=1.2.826.0.1.3680043.2.1396.50.00020091213221031, patient->ejb/Patient:1]
2009-12-13 21:48:42,312 INFO Modalidad_emulad->DCM4CHEE (TCPServer-1-1)
[org.dcm4chex.archive.ejb.entity.SeriesRequestBean] Created SeriesRequestAttribute[pk=1,
rpid=0001, spsid=S1, service=null, phys=null, series->ejb/Series:1]
2009-12-13 21:48:42,328 INFO Modalidad_emulad->DCM4CHEE (TCPServer-1-1)
[org.dcm4chex.archive.ejb.entity.SeriesBean] Created Series[pk=1,
uid=1.2.826.0.1.3680043.2.1545.1.2.1.7.20091213.224825.1.5, study->ejb/Study:1]
2009-12-13 21:48:42,328 INFO Modalidad_emulad->DCM4CHEE (TCPServer-1-1)
[org.dcm4chex.archive.ejb.entity.InstanceBean] Created Instance[pk=1,
iuid=1.2.826.0.1.3680043.2.1545.1.2.1.7.20091213.224825.926.6, cuid=1.2.840.10008.5.1.4.1.1.1,
series->ejb/Series:1]
2009-12-13 21:48:42,343 INFO Modalidad_emulad->DCM4CHEE (TCPServer-1-1)
[org.dcm4chex.archive.ejb.entity.FileBean] Created File[pk=1,
filepath=2009/12/13/21/FDA93A17/B130D3DB/28BDE028, tsuid=1.2.840.10008.1.2, filesystem-
>ejb/FileSystem:1, inst->ejb/Instance:1]
2009-12-13 21:48:42,359 INFO Modalidad_emulad->DCM4CHEE (TCPServer-1-1)
[org.dcm4chex.archive.ejb.session.StorageBean] inserted records for
instance[uid=1.2.826.0.1.3680043.2.1545.1.2.1.7.20091213.224825.926.6]
2009-12-13 21:48:42,421 WARN Modalidad_emulad->DCM4CHEE (TCPServer-1-1)

```

```

[org.dcm4cheri.data.StringElement] Illegal UID value:
1.2.826.0.1.3680043.2.1396.50.00020091213221031
2009-12-13 21:48:42,421 INFO  Modalidad_emulad->DCM4CHEE (TCPServer-1-1)
[org.dcm4cheri.net.FsmImpl] sending [pc-1] 1: C_STORE_RSP
    class: 1.2.840.10008.5.1.4.1.1.1/Computed Radiography Image Storage
    inst: 1.2.826.0.1.3680043.2.1545.1.2.1.7.20091213.224825.926.6/?
    status: 0
2009-12-13 21:48:42,484 INFO  Modalidad_emulad->DCM4CHEE (TCPServer-1-1)
[org.dcm4cheri.net.FsmImpl] received [pc-1] 2: C_STORE_RQ with Dataset
    class: 1.2.840.10008.5.1.4.1.1.1/Computed Radiography Image Storage
    inst: 1.2.826.0.1.3680043.2.1545.1.2.1.7.20091213.224829.556.8/?
2009-12-13 21:48:42,500 INFO  Modalidad_emulad->DCM4CHEE (TCPServer-1-1)
[org.dcm4chex.archive.dcm.storescp.StoreScpService] M-WRITE file:C:\dcm4chee-mysql-
2.15.0\server\default\archive\2009\12\13\21\FDA93A17\FC3DC181\FC1FCC47
2009-12-13 21:49:00,937 INFO  Modalidad_emulad->DCM4CHEE (TCPServer-1-1)
[org.dcm4chex.archive.ejb.session.StorageBean] inserting instance
FileMetaInfo[uid=1.2.826.0.1.3680043.2.1545.1.2.1.7.20091213.224829.556.8
    class=1.2.840.10008.5.1.4.1.1.1/Computed Radiography Image Storage
    ts=1.2.840.10008.1.2/Implicit VR Little Endian
    impl=1.2.40.0.13.1.1-dcm4che-1.4.26]
2009-12-13 21:49:00,968 WARN  Modalidad_emulad->DCM4CHEE (TCPServer-1-1)
[org.dcm4chex.archive.ejb.entity.StudyBean] Coerce (0008,0030) Study Time,TM,*1,#6,[224829] to
(0008,0030) Study Time,TM,*1,#6,[224825]
2009-12-13 21:49:00,968 INFO  Modalidad_emulad->DCM4CHEE (TCPServer-1-1)
[org.dcm4chex.archive.ejb.entity.SeriesRequestBean] Created SeriesRequestAttribute[pk=2,
rpid=0001, spsid=S1, service=null, phys=null, series->ejb/Series:2]
2009-12-13 21:49:00,984 INFO  Modalidad_emulad->DCM4CHEE (TCPServer-1-1)
[org.dcm4chex.archive.ejb.entity.SeriesBean] Created Series[pk=2,
uid=1.2.826.0.1.3680043.2.1545.1.2.1.7.20091213.224829.793.7, study->ejb/Study:1]
2009-12-13 21:49:00,984 INFO  Modalidad_emulad->DCM4CHEE (TCPServer-1-1)
[org.dcm4chex.archive.ejb.entity.InstanceBean] Created Instance[pk=2,
iuid=1.2.826.0.1.3680043.2.1545.1.2.1.7.20091213.224829.556.8, cuid=1.2.840.10008.5.1.4.1.1.1,
series->ejb/Series:2]
2009-12-13 21:49:01,000 INFO  Modalidad_emulad->DCM4CHEE (TCPServer-1-1)
[org.dcm4chex.archive.ejb.entity.FileBean] Created File[pk=2,
filepath=2009/12/13/21/FDA93A17/FC3DC181/FC1FCC47, tsuid=1.2.840.10008.1.2, filesystem-
>ejb/FileSystem:1, inst->ejb/Instance:2]
2009-12-13 21:49:01,015 INFO  Modalidad_emulad->DCM4CHEE (TCPServer-1-1)
[org.dcm4chex.archive.ejb.session.StorageBean] inserted records for
instance[uid=1.2.826.0.1.3680043.2.1545.1.2.1.7.20091213.224829.556.8]
2009-12-13 21:49:01,031 WARN  Modalidad_emulad->DCM4CHEE (TCPServer-1-1)
[org.dcm4cheri.data.StringElement] Illegal UID value:
1.2.826.0.1.3680043.2.1396.50.00020091213221031
2009-12-13 21:49:01,031 INFO  Modalidad_emulad->DCM4CHEE (TCPServer-1-1)
[org.dcm4cheri.net.FsmImpl] sending [pc-1] 2: C_STORE_RSP
    class: 1.2.840.10008.5.1.4.1.1.1/Computed Radiography Image Storage
    inst: 1.2.826.0.1.3680043.2.1545.1.2.1.7.20091213.224829.556.8/?
    status: 0
2009-12-13 21:49:01,156 INFO  Modalidad_emulad->DCM4CHEE (TCPServer-1-1)
[org.dcm4cheri.net.FsmImpl] received A-RELEASE-RQ
2009-12-13 21:49:01,156 INFO  Modalidad_emulad->DCM4CHEE (TCPServer-1-1)
[org.dcm4cheri.net.FsmImpl] sending A-RELEASE-RP
2009-12-13 21:49:01,281 INFO  Modalidad_emulad->DCM4CHEE (TCPServer-1-1)
[org.dcm4cheri.net.FsmImpl] closing connection -
Socket[addr=/192.168.1.100,port=2728,localport=11112]
2009-12-13 21:49:01,281 INFO  -> (TCPServer-1-1) [org.dcm4cheri.server.ServerImpl] finished -
Socket[addr=/192.168.1.100,port=2728,localport=11112]

```

Tabla 5.8: Log del servidor PACS en STORAGE

En la Figura 5.14 se visualiza la consola administrativa y está marcado el estudio almacenado realizado en la modalidad, se puede observar los datos patronímicos del paciente. También se observa que el estudio tiene 2 series de imágenes. A la derecha esta la opción de llamar al generador de reportes del Hospital de Clínicas. Aquí toma como parámetros los que se toman del estudio.

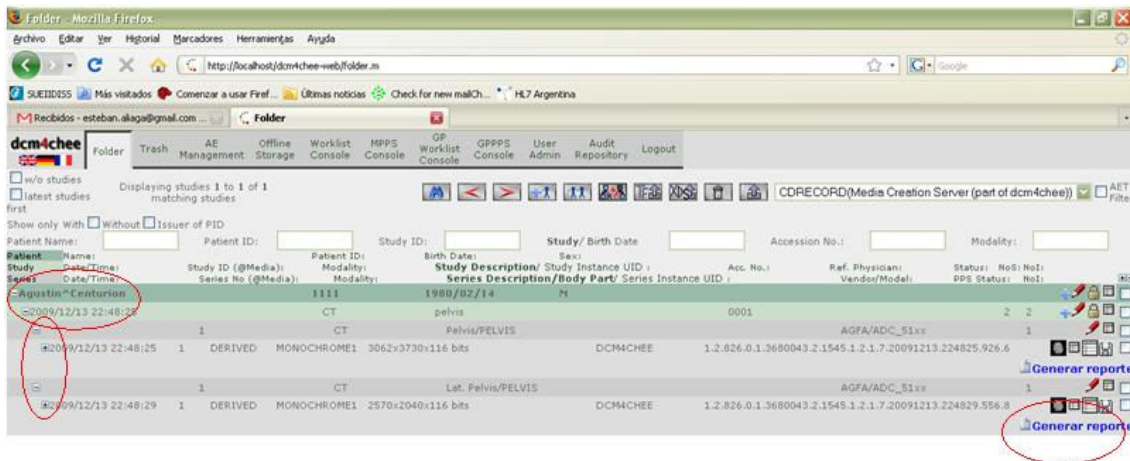


Figura 5.14: Consola administrativa DCM4CHEE luego del STORAGE.

Paso 5 – Storage Commitment.

Descripción General del Paso: envío de mensaje desde el servidor PACS avisando a la modalidad que puede borrar los estudios que tiene almacenados localmente, porque ya fueron almacenados en un sistema de almacenamiento de largo plazo.

Actores involucrados: Una modalidad y el Servidor PACS.

Servicio DICOM utilizado:

- Descripción básica del servicio:

El servicio DICOM de este paso es Storage Commitment, la Modalidad pregunta al PACS por las imágenes para asegurarse de que hayan sido almacenadas en el sistema de almacenamiento, y el PACS le confirma si fueron almacenadas. El servicio utiliza los comandos DICOM N_Action y N_Eventrep, la modalidad envía este un mensaje con N_Action hacia el servidor PACS y el servidor responde con el comando N_Eventrep hacia la modalidad.

La Modalidad debe tener Storage Commitment SCU y el servidor PACS debe tener Storage Commitment SCP.

Paso 6 – Query/Retrive (consulta y recuperación)

Descripción General del Paso: en este paso lo que se realiza es consultar una base de datos de un dispositivo DICOM por la información de la que dispone. También se permite la recuperación de estos objetos DICOM, ejemplo imágenes, reportes, etc.

Actores involucrados: Como es entre distintos dispositivos puede ser haber varios casos. Ejemplo: entre un visor y el Servidor PACS ó entre un visor y otro visor o entre un visor y una modalidad.

Servicio DICOM utilizado:

- Descripción básica del servicio:

Una modalidad puede soportar Query/Retrieve como SCU o como SCP. Como servidor del servicio, la modalidad responde los pedidos por información sobre imágenes si están almacenadas en su propia base de datos. Cuando una modalidad quiere recuperar ciertas imágenes de un estudio previo (por ejemplo, para asegurarse que el posicionamiento y técnicas usadas para el actual examen son idénticos al estudio anterior), esta debería soportar Query/Retrieve con el rol usuario. Si un médico en una Workstation quiere acceder las imágenes y recuperarlas de una modalidad, antes de que el técnico las haya enviado al servidor PACS, la modalidad debería soportar Query/Retrieve con el rol servidor.

- Clase SOP y UID:
Clase SOP: Study Root Query/Retrieve Information Model - FIND, su UID es 1.2.840.10008.5.1.4.1.2.2.1.
- Diagramas de interacción:

En la Figura 5.15 se observa el diagrama de interacción y el comando C_FIND utilizado por el servicio DICOM Query/Retrieve cuando se realiza la Query y en la Figura 5.16 se ve el Diagrama de interacción para el Retrieve.

SERVICIO DICOM: Query/Retrieve-FIND (Visor ---> PACS)

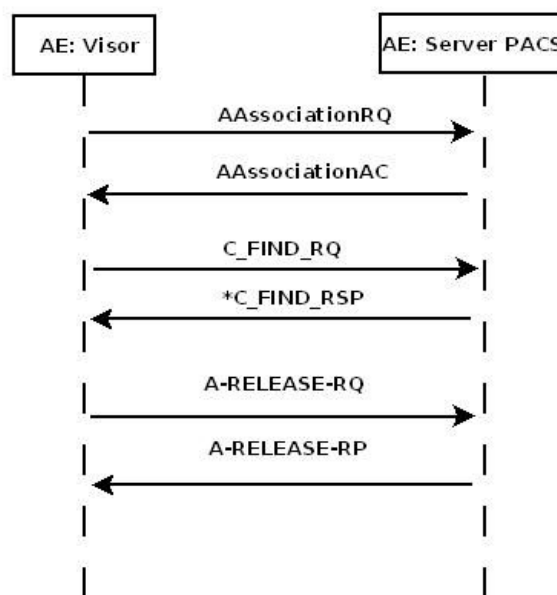


Figura 5.15: Diagrama de interacción – Servicio Query/Retrieve (FIND)

SERVICIO DICOM: Query/Retrieve-MOVE (Visor ---> PACS)

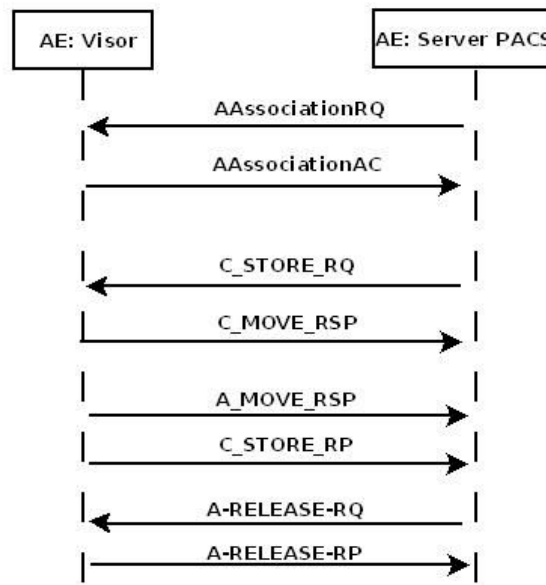


Figura 5.16: Diagrama de interacción – Servicio Query/Retrieve (MOVE)

En la Figura 5.17 se observa el visor DICOM ClearCanvas luego de realizar la búsqueda (Query).

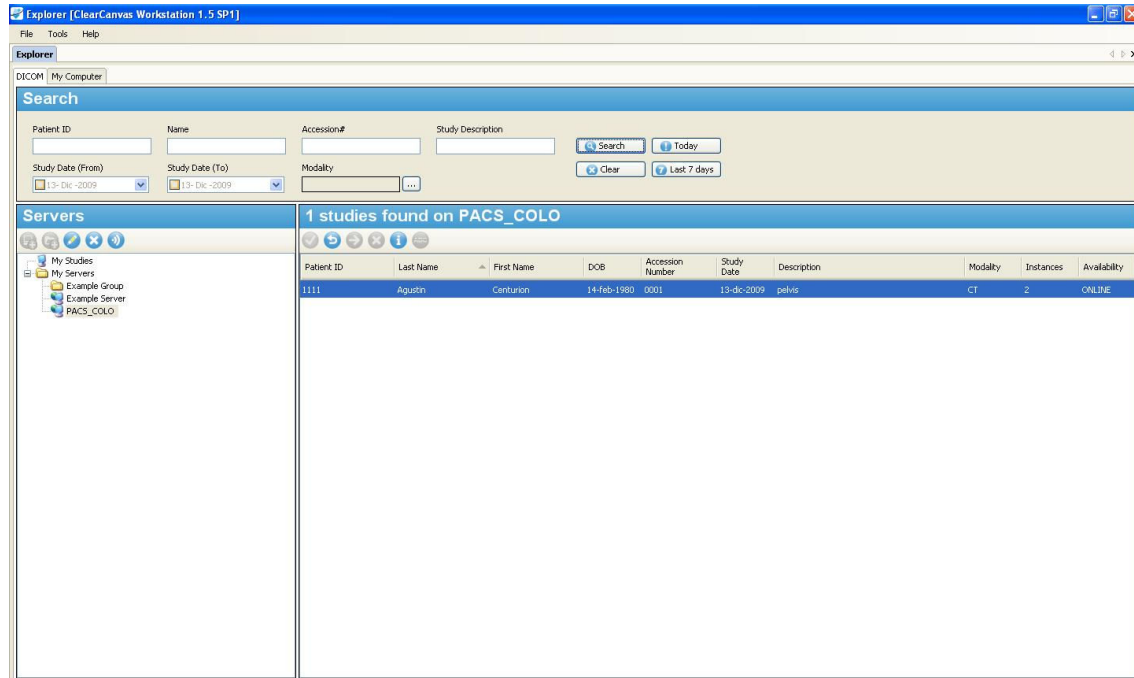


Figura 5.17: Visor Clear Cavnas luego del FIND

En la tabla 5.9 se puede observar el log en el DCM4CHEE luego de realizar la Query. Está marcado el comando C_FIND y otros atributos antes mencionados.

```

2009-12-13 22:09:38,609 INFO -> (TCPServer-1-1) [org.dcm4cheri.net.FsmImpl]
Socket[addr=/192.168.1.100,port=2741,localport=11112]
2009-12-13 22:09:38,734 INFO VisorCanvas->DCM4CHEE (TCPServer-1-1)
[org.dcm4cheri.net.FsmImpl] received AAssociateRQ
  appCtxName: 1.2.840.10008.3.1.1.1/DICOM Application Context Name
  implClass: 1.3.6.1.4.1.25403.1.1.1
  implVersion: Dicom 0.1
  calledAET: DCM4CHEE
  callingAET: VisorCanvas
  maxPDULen: 116794
  asyncOpsWindow:
pc-1: as=1.2.840.10008.5.1.4.1.2.2.1/Study Root Query/Retrieve Information Model - FIND
      ts=1.2.840.10008.1.2.1/Explicit VR Little Endian
      ts=1.2.840.10008.1.2/Implicit VR Little Endian
2009-12-13 22:09:38,750 INFO VisorCanvas->DCM4CHEE (TCPServer-1-1)
[org.dcm4cheri.net.FsmImpl] sending AAssociateAC
  appCtxName: 1.2.840.10008.3.1.1.1/DICOM Application Context Name
  implClass: 1.2.40.0.13.1.1
  implVersion: dcm4che-1.4.26
  calledAET: DCM4CHEE
  callingAET: VisorCanvas
  maxPDULen: 16352
  asyncOpsWindow:
pc-1: 0 - acceptance
      ts=1.2.840.10008.1.2/Implicit VR Little Endian
2009-12-13 22:09:39,687 INFO VisorCanvas->DCM4CHEE (TCPServer-1-1)
[org.dcm4cheri.net.FsmImpl] received [pc-1] 1:C_FIND_RQ with Dataset
  class: 1.2.840.10008.5.1.4.1.2.2.1/Study Root Query/Retrieve Information Model -
FIND
2009-12-13 22:09:39,703 INFO VisorCanvas->DCM4CHEE (TCPServer-1-1)
[org.dcm4cheri.net.FsmImpl] sending [pc-1] 1:C_FIND_RSP with Dataset
  class: 1.2.840.10008.5.1.4.1.2.2.1/Study Root Query/Retrieve Information Model - FIND
  status: ff00
2009-12-13 22:09:39,718 INFO VisorCanvas->DCM4CHEE (TCPServer-1-1)
[org.dcm4cheri.net.FsmImpl] sending [pc-1] 1:C_FIND_RSP
  class: 1.2.840.10008.5.1.4.1.2.2.1/Study Root Query/Retrieve Information Model - FIND
  status: 0
2009-12-13 22:09:39,875 INFO VisorCanvas->DCM4CHEE (ActiveAssoc-8-1)
[org.dcm4cheri.net.FsmImpl] received A-RELEASE-RQ
2009-12-13 22:09:39,890 INFO VisorCanvas->DCM4CHEE (ActiveAssoc-8-1)
[org.dcm4cheri.net.FsmImpl] sending A-RELEASE-RP
2009-12-13 22:09:39,890 INFO -> (TCPServer-1-1) [org.dcm4cheri.server.ServerImpl] finished -
Socket[addr=/192.168.1.100,port=2741,localport=11112]
2009-12-13 22:09:39,937 INFO VisorCanvas->DCM4CHEE (ActiveAssoc-8-1)
[org.dcm4cheri.net.FsmImpl] closing connection -
Socket[addr=/192.168.1.100,port=2741,localport=11112]

```

Tabla 5.9: Log del servidor PACS en Query

5.3. Extensiones y adaptaciones

A continuación mostraremos unas pantallas capturadas que no son propias de flujo sino de extensiones. En la Figura 5.18 y 5.19 se muestra el visor web XERO. En el se pueden realizar búsquedas con los mismos criterios que un visor no web (ejemplos K-PACS, ClearCanvas, etc.). Y luego se puede visualizar el estudio pero embebido en una página web.

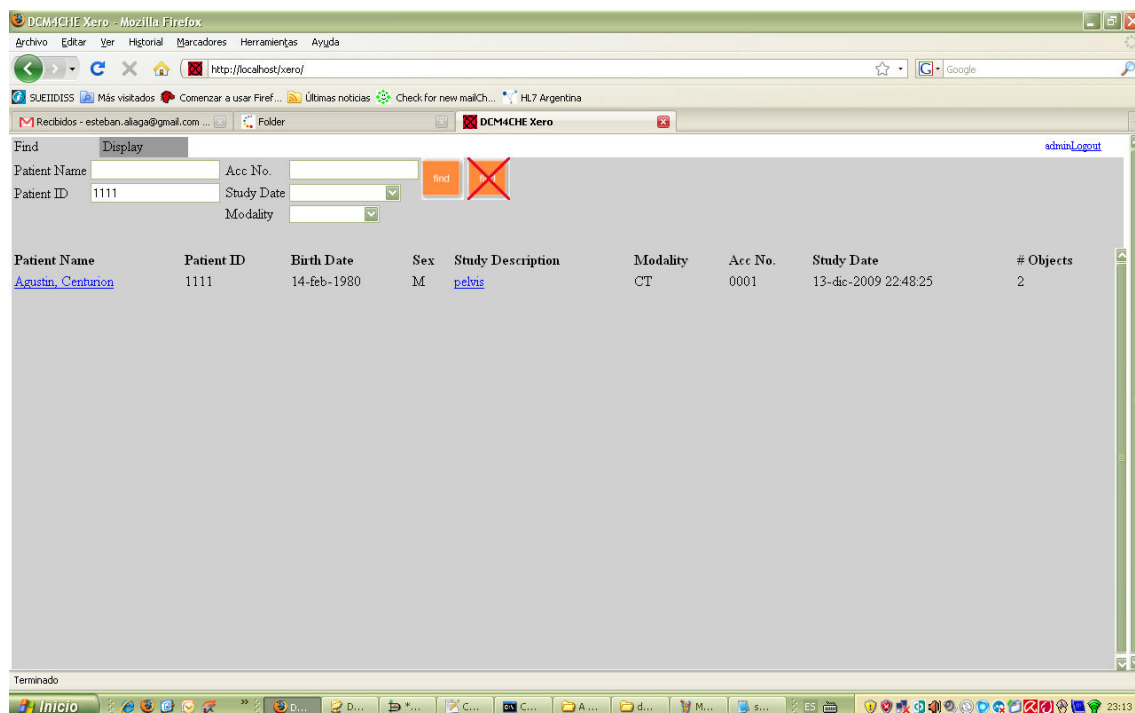


Figura 5.18: Pantalla de búsqueda del XERO



Figura 5.19: Pantalla de visualización de un estudio

Por último mostramos en la Figura 5.20 una captura de la pantalla del ClearCanvas versión 1.5, en la que se puede observar el uso de la funcionalidad que provee el ClearCanvas 1.5 para realizar anotaciones en la imágenes, las mismas se almacenan como una imagen más del estudio. Se puede además marcar zonas a destacar, realizar mediciones y posteriormente comparar la imagen original con la que ha sufrido las anotaciones.

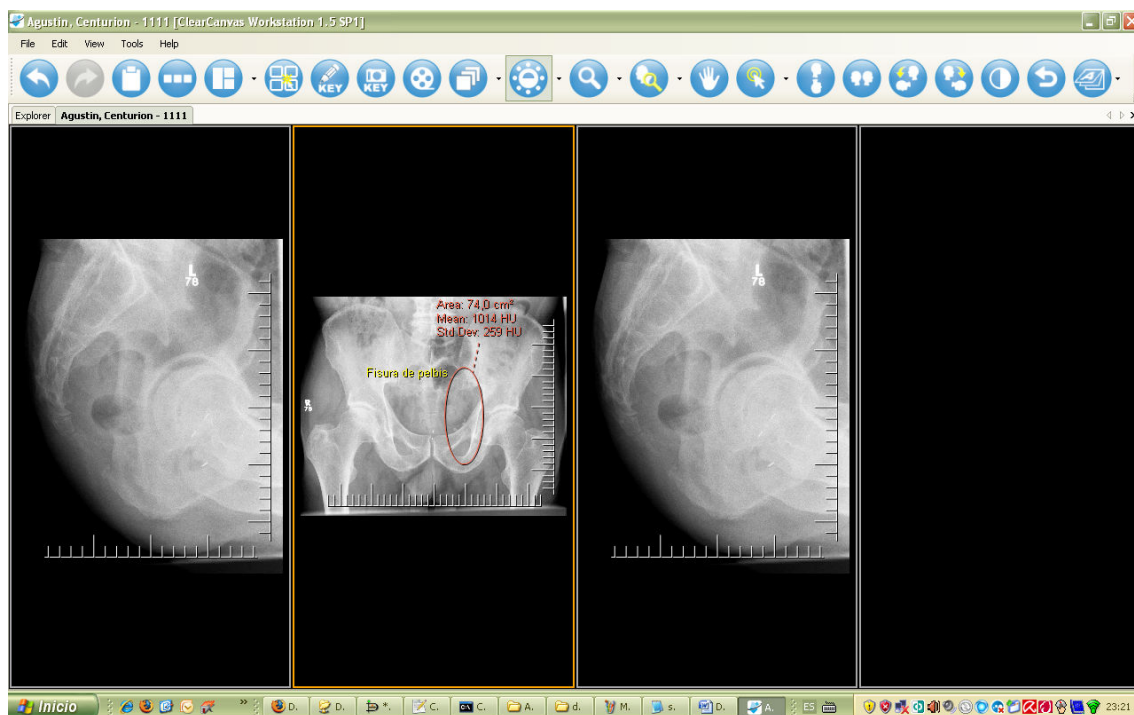


Figura 5.20: Captura de imágenes de un estudio con anotaciones

5.4. Pruebas del Flujo de trabajo en el Hospital de Clínicas

Como se comentó en la sección anterior de pruebas virtuales luego de haber validado la factibilidad del flujo de trabajo específico del Hospital de Clínicas, se realizaron algunas pruebas de campo. Como mencionamos en el Capítulo 6 del documento principal, el cliente en este caso es una institución pública de salud además de un centro educativo, por lo cual las coordinaciones para la pruebas de equipos y técnicos de las distintas áreas es una tarea que involucra muchos actores en dependencia distinta, la cual hace más dificultosa su concreción.

Durante el cuarto y quinto mes de proyecto (junio y julio 2009), tuvimos las pruebas iniciales en equipos endoscopios en los que pudimos detectar que algunos de ellos no tenían interfaz de red para realizar pruebas, otros equipos no permitían ser configurados para ser probados. También realizamos pruebas de conectividad con un Arco en C del piso 18 de última generación, estas pruebas se vieron truncas ya que para realizarlas dependíamos de cambios en la configuración a cargo de los proveedores (más datos de pruebas iniciales Anexo Actas).

A continuación realizaremos un detalle de los pasos que se pudieron probar en ambiente real, algunos pasos intermedios hubo que utilizar interfaces, ejemplo, para convertir los videos a archivos DICOM, ya que era la opción que disponíamos y que él cliente quería.

La documentación consta solo de algunos pasos del flujo de trabajo donde no se incluye por ejemplo la generación de reportes. Las pruebas fueron realizadas en el departamento de endoscopía. Además de las pruebas en si registradas, fue una oportunidad para dialogar con las personas directamente involucradas en los procedimientos y conocer más de la realidad en la que trabajan.

Para simplificar los pasos del flujo de trabajo detallado en el Capítulo 4, se hará énfasis en un subconjunto de ellos:

Paso 1 - Envío mensaje HL7 (tipo ORM) del HIS/RIS al PACS

Paso 2 - Query Worklist (consulta de la lista de trabajo)

Paso 3 - Send MPPS (envío de mensajes de información del estado del estudio)

Paso 4 – Storage Image (envío de estudio)

Paso 5 – Storage Commitment (envío de mensaje desde el servidor PACS avisando a la modalidad que puede borrar los estudios que tiene almacenados localmente, porque ya fueron almacenados en un sistema de almacenamiento de largo plazo)

Paso 6 – Query/Retrive (consulta y recuperación de los estudios almacenados en el servidor PACS)

Previo al flujo de de trabajo antes mencionado debe realizarse el pedido de la cita por parte de un paciente para un determinado servicio, esto se puede ver en la Figura 5.21 en la cual se están ingresando los datos del paciente y en la Figura 5.22 se ve la agenda con 2 pacientes agendados.

AGENDA DE CITAS

AGENDAR UN PACIENTE
Ingrese Número de Cédula y Dígito

Nº de Cédula [0] Dígito [0] **Mostrar**

DATOS PRINCIPALES

Cédula de Identidad 1730934 2 País / Nación URUGUAY
Nombres ANDRES FABIAN
Apellidos URRUTIA LUNGO
Sexo M Raza BLANCO
Fecha Nacimiento 14/08/60

Origen del Paciente:
[EMERGENCIA]

Recurso: [ENDOSCOPIA DIGESTIVA] **Agendar**
Servicio: IMAGENOLOGIA

Figura 5.21 - Agenda de Paciente

AGENDA DE CITAS

Listado de Pacientes Agendados

Fecha: 27/11/2009
Recurso: TODOS

Nombres	Apellidos	Cedula	Recurso	Nº de Lista	Turno	Hora Inicio	Asistió	Se Atendió	Confirmar
RAMONA	ACOSTA NUÑEZ	1680379	1 HOLTER	1	TURNO 1 - HOLTER	08:00	☐	☐	☐
ANDRES FABIAN	URRUTIA LUNGO	1730934	2 ENDOSCOPIA DIGESTIVA	1	TURNO 1 - HOLTER	08:00	☒	☐	☐

Figura 5.22- Agenda de varios Pacientes para un mismo día

Paso 1: se enviará un mensaje ORM^o01 al servidor PACS al presionar “Asistió” (ver Figura 5.22), al no estar actualmente implementado en el Hospital de Clínicas el envío de mensajes ORM, se utilizó la herramienta HL7 Client v1.7, en la cual se cargan los datos patronímicos del paciente, la cita, la modalidad, etc, y por último se presiona Send Msg, ver Figura 5.23.

Figura 5.23- Simulador que envía mensaje ORM

El mensaje ORM generado por la herramienta HL7 Client se muestra en la Tabla 5.10, los detalles de la implementación de este tipo de mensaje ORM los realizamos en el Capítulo 5 del informe.

MSH ^~\& HL7CLIENT CHARRUA CHARRUASOFT CHARRUA 20091127142937 ORM^O01 2222 P 2.3.1 AL
PID 516954 Andres^Urrutia 19600814 M
PV1 Location HERNANDEZ
ORC NW ^20091127090000^R Requesting^Service
OBR 2222 2222 FGC 20091127142937 HTA HERNANDEZ 2222 2222
XA TCHEKMEDYIAN FGC
ZDS 1.2.826.0.1.3680043.2.1396.50.22220091127142937

Tabla 5.10: Mensaje ORM

Posteriormente en la Figura 5.24, se muestra la consola del servidor PACS en la cual se realizó la verificación de que el mensaje ORM se haya almacenado correctamente. Como consecuencia del envío del mensaje ORM se puede observar en el servidor PACS que se creó el workitem correspondiente al paciente agendado para la modalidad de Endoscopia.

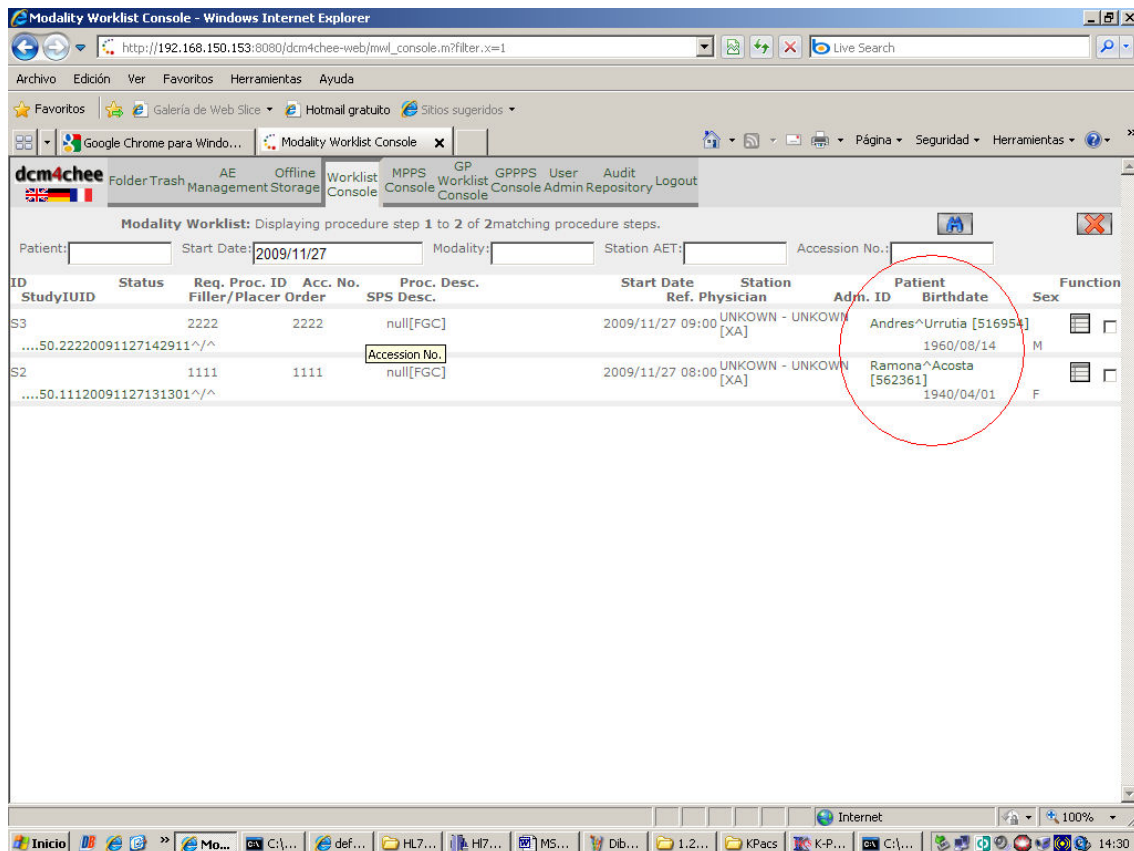


Figura 5.24 - Servidor PACS mensaje ORM recibido

Paso 2 Query Worklist. La modalidad pide la worklist que está almacenada en el servidor PACS. Esto no se pudo probar al no haber operativo en este momento ningún equipo en el Hospital de Clínicas con soporte de Worklist. Por lo que tuvimos que probar el paso con la herramienta de CharruaSoft CineCapture para hacer la query worklist, además esta herramienta captura el video del endoscopio y lo "DICOMIZA" para almacenarlo localmente como un archivo DICOM. La idea del Hospital de Clínicas es utilizar esta herramienta CineCapture para los endoscopios que no cuentan con el servicio Worklist y además para almacenar los videos en formato DICOM. En la Figura 5.25 se muestra como se hace una query worklist al servidor PACS y se obtiene el paciente Andrés Urrutía, el cual se lo había enviado al servidor PACS en el proceso de agenda.

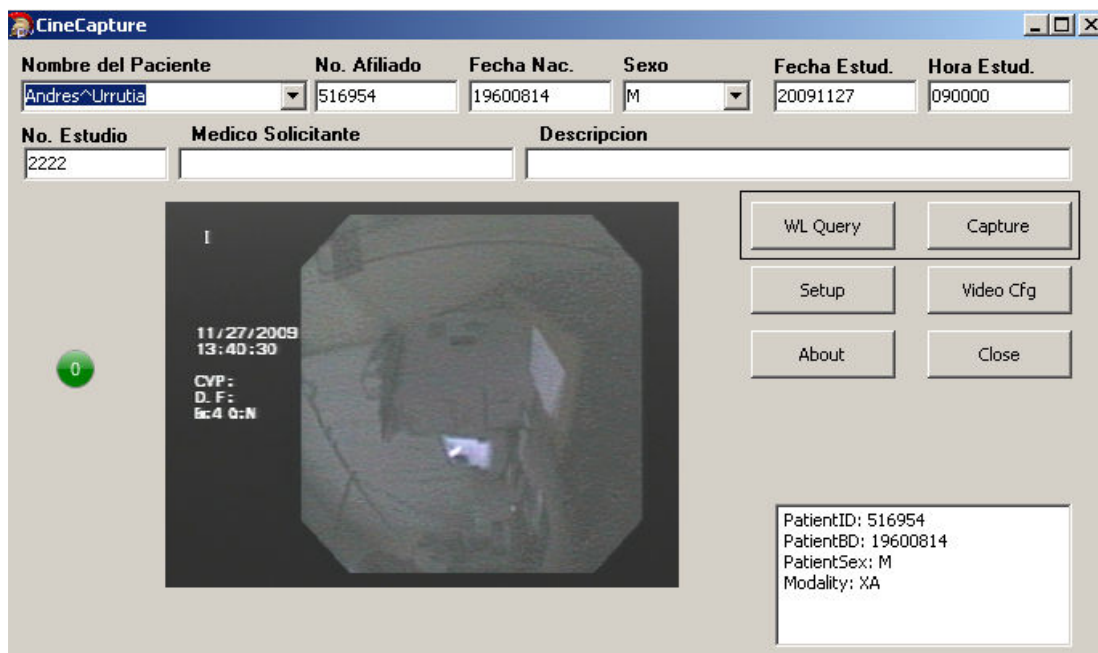


Figura 5.25: Interfaz de la herramienta CineCapture

En la Figura 5.25, están marcados los dos botones utilizados en el paso 2, al presionar el botón WL query se realiza la query worklist, y al presionar el botón Capture se “dicomiza” el video recibido desde el endoscopio y se lo almacena localmente en el equipo donde está corriendo la aplicación. Una falencia de la herramienta es que no manda mensajes MPPS al comenzar y finalizar la captura del video, o sea, al comenzar y finalizar el estudio de endoscopia (no se realiza **Paso 3**).

Paso 4 Storage Image. La Modalidad envía la imagen dinámica (video) al servidor PACS. Como la modalidad de Endoscopia del Hospital de Clínicas no genera archivos DICOM, se utiliza una interfaz (la herramienta CineCapture) que “DICOMIZA” el video, posteriormente, desde el K-PACS enviamos el archivo DICOM utilizando el servicio Storage para enviar al servidor PACS. Al abrir el archivo DICOM almacenado por la herramienta CineCapture utilizando el Visor K-PACS, observamos que la herramienta almacena mal algunos atributos DICOM en el “archivo dicomizado” como fecha nacimiento, id paciente y nombre paciente. Editamos el cabezal DICOM desde el K-PACS y posteriormente se envía el archivo DICOM al servidor PACS, esto se visualiza en la Figura 5.25. (El **Paso 5 Storage Commit** no se pudo probar ya que la modalidad el endoscopio no tiene el servicio disponible).

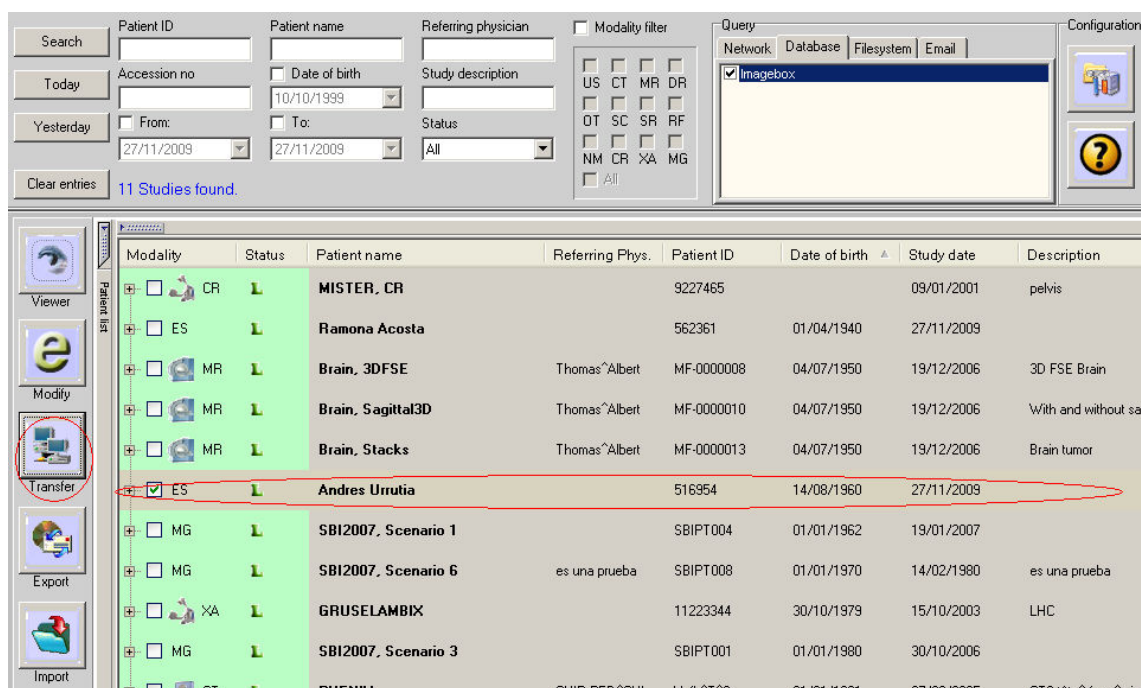


Figura 5.25: Envío de estudio al servidor PACS utilizando el visor K-PACS.

En la Figura 5.25 se puede observar el estudio con los datos patronímicos del paciente en la interfaz del Visor K-PACS. Este estudio es el video “dicomizado” de una endoscopia que se va a enviar al servidor PACS utilizando el visor K-PACS. En la Figura 5.26 se verifica en el servidor PACS que el estudio para el paciente se haya almacenado correctamente. Se marcó el estudio para Andrés Urrutia.

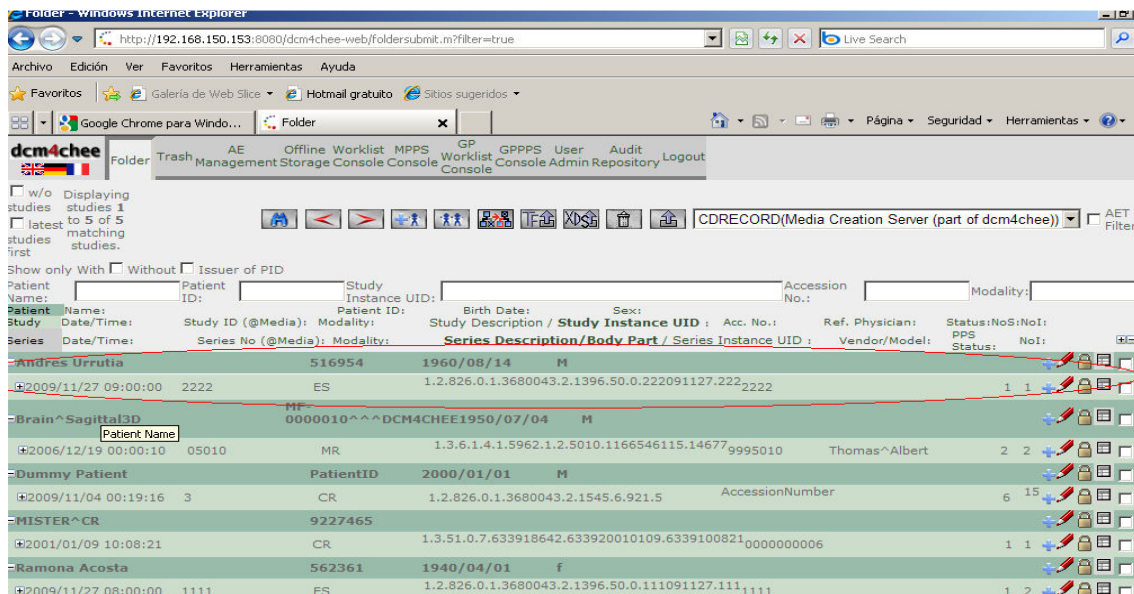


Figura 5.26: Servidor PACS con estudio almacenado

Paso 6 Quere/Retrieve. Visor consulta por estudios en el servidor PACS. Desde un visor y utilizando los filtros que correspondan, Patient ID, Patient Name, Accession Number, etc, se pueden obtener los estudios de pacientes. En la Figura 5.27, se observa marcado en la parte superior izquierda del Visor K-PACS los filtros, en la parte superior derecha, los servidores PACS disponibles y en el centro el estudio obtenido luego de realizar la búsqueda (Query).

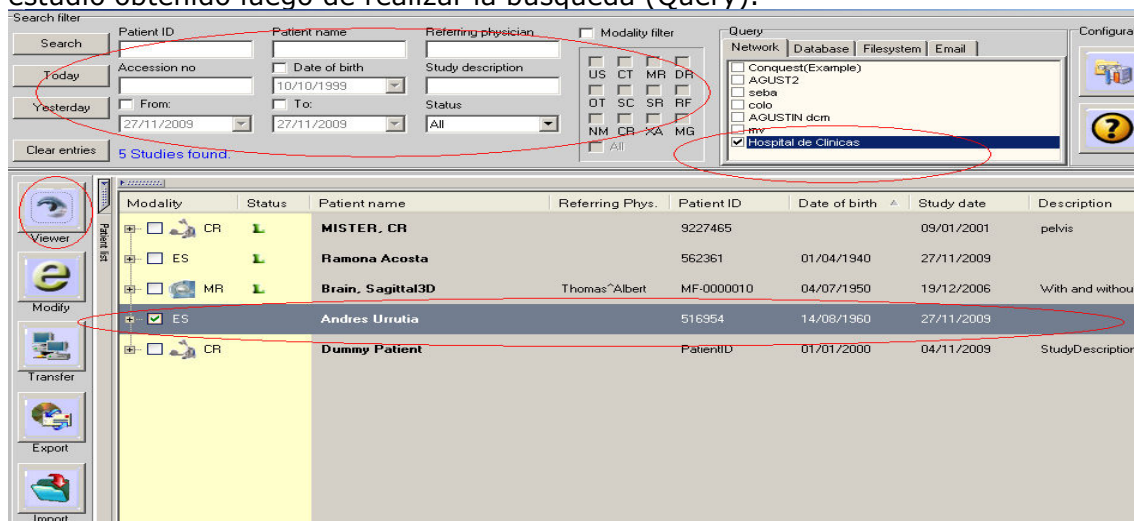


Figura 5.27- Visor DICOM K-PACS

Por último, realizamos el Retrieve desde el Visor K-PACS, en la Figura 5.28 se observa la imagen almacenada en el PACS, también se observan algunas de las funcionalidades que dispone el visor como por ejemplo, zoom, giro, medición etc.

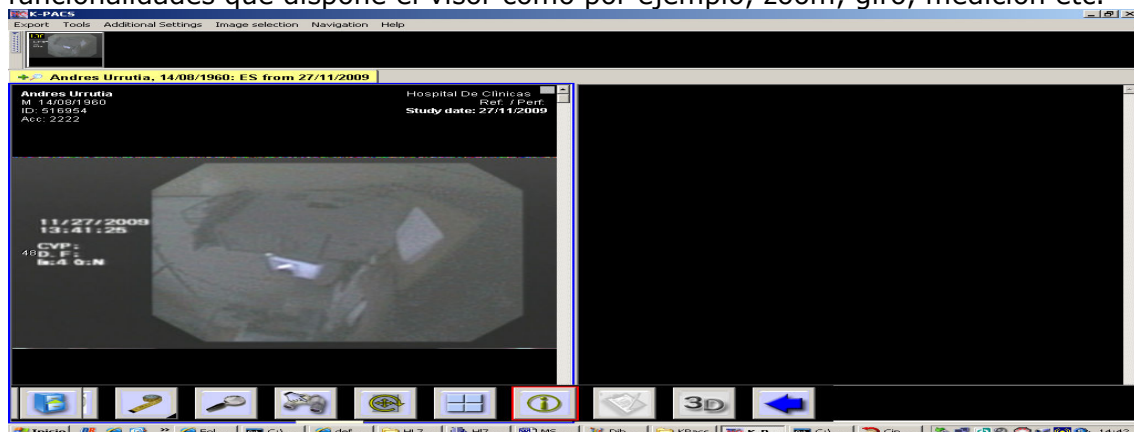


Figura 5.28- Retrieve del estudio

6. Actas de reuniones

Resumen

Cuando comenzamos el proyecto, nos pareció importante ir registrando los temas tratados en cada una de las reuniones con el cliente y con el tutor. A continuación se irán detallando fechas, duración, participantes de dichas reuniones. Además se detallan planificación y temas tratados para cada una de las reuniones. A lo largo del proyecto y cuando surgían temas y discusiones sobre aspectos desde organizativos hasta puntos de relevancia nos sirvió corroborar como surgieron y que desenlace tuvieron.

Fecha: 26 marzo 2009

Lugar: INCO

Duración: 1 hora

Participantes: Álvaro Martín, Sebastián Martínez, Esteban Aliaga, Agustín Centurión.

Orden del día:

1. ¿Qué rol tiene el tutor en el proyecto?
2. Documentación
3. Reuniones con el tutor
4. Cronograma a seguir

Temas tratados:

1. Es nuestro asistente académico, nos ayuda a definir el alcance, etc.
2. Documentar todo lo investigado, probado, productos.
3. Vamos comunicando nuestro avance por mail, y si es necesario se fijan reuniones.
4. Dijo que empezamos ya con la investigación, y documentemos todo.

Fecha: 1 abril 2009

Lugar: Hospital de Clínicas

Duración: 1 hora y 30 min.

Participantes:

Julio Carrau, Gustavo Pérez, Esteban Aliaga, Sebastián Martínez, Agustín Centurión.

Orden del día:

1. Cronograma(Fases, sobre todo la primera)
2. Ver bien cuál es la idea de él acerca de la modalidad de trabajo, establecer cuál va a ser el mecanismo de reunión, horarios, frecuencia.
3. Documentación:
 - a. PACS que tienen instalado.
 - b. Limitaciones legales de almacenamiento de información médica.
 - c. HIS y RIS del Hospital de Clínica.
 - d. Equipos: endoscopio y angiografos.
4. Acceso a equipos informáticos y médicos, ver los equipos endoscopios y angiografos, con los visualizadores utilizados (¿son dos tipos equipos para diagnóstico y otros?)
5. Personal médico que maneja los equipos (para relevar requerimientos, ejemplo: médicos adjuntos, técnicos).
6. Hoy por hoy ya se pueden obtener las imágenes y videos de los estudios que se hacen (una ecografía por ejemplo, se la llevan en un Cd), entonces, ¿cuál es el desafío, guardar y gestionar esa información, a nivel de comunicación y formato ya está todo resuelto?
7. Limitaciones o restricciones del servidor que se pretende usar, esto para restringir las posibilidades de búsqueda basándonos en el lenguaje o SO que vayamos a utilizar...

Temas Tratados:

- Necesidad de entender el estándar DICOM. Se nos recomendaron páginas y bibliografía
- Hablamos de las herramientas visores PACS. Comenzaríamos a Investigar y evaluar herramientas PACS.

Fecha: martes 28 abril 2009

Hora: 17 horas

Duración: 1 hora y 15 minutos

Lugar: Hospital de Clínicas

Participantes:

Julio Carrau, Gustavo Pérez, Esteban Aliaga, Sebastián Martínez, Agustín Centurión

Orden del Día:

1. Miramos el estándar DICOM y la página de Clunie, nos pareció difícil de seguir y el DICOM muy abstracto y largo para leer. Entonces decidimos leer otros artículos de Internet.
2. Probamos algunas herramientas Opensource y surgió la idea de una tabla comparativa de atributos de las herramientas.
3. Mostrarle las pruebas que realizamos, archivos que bajamos, flujos iniciales probados.
4. El PACS UCLA no se probó por falta de tiempo, pero por lo que se leyó tiene un gran potencial.
5. Hicimos resúmenes informales de las herramientas probadas.
6. Equipos que disponemos para realizar pruebas en el hospital.
7. Especificación de los aparatos a usar.

Temas Tratados:

- Esta semana se seguirá probando las herramientas. Basándose en las pruebas de las herramientas se terminará de completar la tabla comparativa y se realizarán documentos de cada herramienta estudiada, estos fueron definidos por los clientes como entregables. La tabla comparativa define atributos cualitativos definidos con el cliente y otros propuestos por nosotros la cual enfrenta las distintas herramientas testeadas.
- Se definió empezar a elaborar un documento con la introducción, motivación y descripción del proyecto a modo de dar una idea general de lo que vamos a realizar e investigar.
- Nos dieron una presentación con un cronograma general de todo el proyecto.
- Luego de la elección de la herramienta los pasos siguientes serían: investigar los equipos específicos: angiógrafos, endoscopios etc.
- Investigar todo lo relacionado a compresión de archivos.

Fecha: martes 2 junio 2009

Hora: 17:30 horas

Duración: 2 horas y 30 minutos

Lugar: Hospital de Clínicas

Participantes: Gustavo Pérez, Sebastián Martínez, Agustín Centurión

Orden del día:

1. Solicitar y ver toda la información de los equipos médicos.
2. Cometarios del UCLA.
3. Hablar de Requerimientos de Reportes estructurados.
4. ¿Relevar HIS-RIS y ver que idea tienen de la integración con el PACS?
5. Ver que idea tienen de compresión
6. Comentario modalidades ES(Endoscopia)

Temas Tratados:

- Nos comentaron que eran 6 endoscopios, de los cuales uno no generaría DICOM. La mayoría son de Olympus. El cliente quedó en mandarnos la información de los equipos. Quedó pendiente la visita a los equipos.
- Se habló de los inconvenientes que nos encontramos al tratar de evaluar la herramienta openPacs de UCLA. Se mencionó que estaban al tanto de que el UCLA estaba discontinuado, y nos hizo saber del proyecto Image Server.
- Se sugirió que la información extra que agregan los imagenólogos debería formar parte de los reportes.
 - Quedamos en investigar como anexar información extra a un archivo DICOM. Esto se da en la realidad que los especialistas médicos agregan información desde los visores DICOM, ya sea información de texto, cortes de imágenes con edición de las mismas. La idea es anexar esta información al archivo DICOM.
- Integración PACS-HIS:
 - (Importante) Obtener la identificación para los pacientes del HIS, en el caso del Hospital de Clínicas se realiza a través de web service.
 - Poder brindar una interfaz para obtener un examen del PACS a partir de los datos identificatorios del paciente.

Fecha: jueves 4 junio 2009

Hora: 16:30 horas

Duración: 1 hora y 30 minutos

Lugar: InCo

Participantes:

Álvaro Martín, Sebastián Martínez, Agustín Centurión, Estaban Aliaga

Orden del día:

1. Comentar todo lo realizado hasta el momento en el proyecto
2. Mostrar las problemáticas y desafíos encontrados en el proyecto:
 - a. interconexión del PACS con las modalidades(angiógrafos y endoscopios),
 - b. interconexión del PACS con el HIS/RIS
3. Ver como tratar el tema de la Compresión

Temas Tratados:

1. Se le comentó todo lo realizado hasta la fecha:
 - a. Investigación y pruebas de herramientas PACS opensource(carga horaria del estudio y dificultades encontradas)
 - b. Estudio del estándar DICOM,
 - c. Documentación realizada,
 - d. Reuniones con cliente y comunicación con el cliente
2. Álvaro leyó el documento de introducción a los conceptos y la realidad de los PACS que le habíamos entregado, nos marcó cosas a corregir y cosas que estaban bien.
Se acordó tratáramos de hacer un flujo básico con respecto a las interconexiones, para así tener más claro las dificultades que se pueden plantear.
3. Con respecto a la compresión se vio adecuado dejarlo por el momento, y nos centráramos en el flujo básico de trabajo.

Fecha: jueves 24 junio 2009

Hora: 16:30 horas

Duración: 1 hora y 30 minutos

Lugar: Hospital de Clínicas

Participantes:

Julio Carrau, Gustavo Pérez, Esteban Aliaga, Sebastián Martínez, Agustín Centurión.

Orden del día:

1. Validar flujo de trabajo que realizamos. Establecer elementos que componen el flujo básico y flujo extendido (reportes estructurados, compresión).

2. Coordinar reunión para prueba de equipos para probar interconexión del PACS con las modalidades(angiógrafos y endoscopios)
3. Ver elementos de interconexión del PACS con el HIS/RIS

Temas Tratados:

1. Presentamos el flujo definido y sobre este se hicieron algunas anotaciones de impacto que no determinados en el momento:

- **Flujo HIS → PACS**

La información que sale del HIS es un mensaje HL7 especial llamado CDA, esto es un tipo de paquetes especiales en la que quieren trabajar en el Hospital de Clínicas, ya que es la que se usaría en Uruguay con el HL7 V3 R2.

Nosotros habíamos pensado en un mensaje específico de tipo ORM^O01. Este tipo de mensaje que es de versión 2 es más adecuada para la modalidad de trabajo en imagenología según lo investigado, además es lo que recibe el PACS (dcm4chee). Investigar usos de documentos CDA y mensajes.

Habría que desarrollar una interfaz para recibir los mensajes CDA, transformarlos a ORM y después invocar al dcm4chee pasándole el ORM que es el que sabe interpretar para generar un workItem.

- **Flujo PACS<->Equipo generador.**

En el flujo que especificamos nosotros, el equipo generador (modalidad) solicita la lista de trabajo (worklist) al PACS y el PACS se la envía a la modalidad.

Ellos no van a trabajar worklist con muchas citas en el PACS, sino que lo van hacer a demanda. Se envía desde el HIS cuando efectivamente vino la persona a hacerse el estudio, entonces quieren que en ese momento se envíe la cita del estudio a la modalidad, o sea, desde el HIS al PACS se carga la cita y después el PACS envía la worklist a la modalidad.

DCM4CHE no tiene herramientas para enviar a la modalidad una worklist si no hay un pedido previo por parte de la modalidad. O sea, está en un estado donde responde a la petición de una worklist desde la modalidad.

Ver de configurar el equipo generador para que esté pidiendo constantemente la worklist ó hacerlo a demanda desde la modalidad. Hasta el momento no podemos determinar si esto es posible o no, ya que no tenemos la especificación de la modalidad contra la(s) que vamos a trabajar, estamos a la espera que los proveedores de los equipos nos envíen la especificación, estas no son fáciles de conseguir.

- **Reportes estructurados:**

Si bien no incluimos un detalle en el flujo en el documento, ya que nos parece esencial validar el flujo de funcionamiento.

Conversamos alternativas.

a) Que utilicemos un generador de reportes que ellos poseen en el cual debemos consumir y estudiar interfaces, estos quedarían guardados en el HIS.

b) Utilizar las herramientas brindadas por el DC4CHEE con WADO para generar reportes asociados al estudio almacenados en el PACS. En este punto habría que hacer un desarrollo extra para ajustar las interfaces.

2. Se va a definir por el HC fechas para realizar pruebas con endoscopios y angiografos.

Fecha: Miércoles 7 julio 2009

Hora: 17:30 horas

Duración: 2 horas y 30 minutos

Lugar: Hospital de Clínicas

Participantes:

Gustavo Pérez, Esteban Aliaga, Sebastián Martínez, Agustín Centurión

Orden del día:

- Realizar pruebas sobre distintos tipos de endoscopios.

Tareas realizadas:

- NO se pudo realizar pruebas de conexión con los equipos.

Motivos:

Los equipos no tienen interfaz (de red) o no tienen firmware instalado para la comunicación DICOM.

Planteo:

Le explicamos que era inminente poder definir el flujo para definir el alcance y luego de eso hacer las extensiones que correspondan.

EL Hospital de Clínicas quedo en:

- 1) Hablar con la empresa que hace el soporte de los endoscopios para consultarle cual es el problema con los equipos que probamos.
- 2) Coordinar una prueba con los angiografos para el jueves o viernes, estos equipos son más conocidos por ellos, aunque son más viejos. Estos equipos si soportan DICOM, el servicio de storage si lo soportan, no saben si soportan worklist.
- 3) Estudiar o coordinar la opción de probar en otro equipo un arco en C

Análisis Situacional:

- No sabemos todavía si los equipos de generación dinámica y el software en ellos está capacitada para soportar un flujo clásico en un ambiente DICOM. Esta semana esperemos poder evacuar ese importante aspecto y ver como seguimos, si con partes del flujo simulado y con otras partes del flujo probadas en el HC o podremos tener todo el flujo probado en el HC.

Fecha: Miércoles 16 julio 2009

Hora: 17:30 horas

Duración: 1 hora y 30 minutos

Lugar: Hospital de Clínicas

Participantes:

Gustavo Pérez, Ernesto Davis (Técnico Radiólogo), Esteban Aliaga, Sebastián Martínez.

Orden del día:

- Realizar pruebas con una modalidad Arco en C última generación

Tareas realizadas:

- NO se pudo realizar pruebas de conexión con los equipos.

Motivos:

La interconexión no fue posible, porque no estaba configurada adecuadamente la modalidad.

Si pudimos ver las opciones que soportaba y elementos a configurar, pero deben hacerlo los proveedores de la modalidad.

Otras tareas y Análisis:

Posteriormente preparamos un mail con personal de Hospital de Clínicas a los proveedores, solicitándoles toda la configuración que necesitamos para hacer las pruebas. En principio el equipo soporta query/retrieve y worklist hay que ver el tema de licenciamiento del equipo.

Vemos que nuestra contraparte en el Hospital de Clínicas, tienen distintas trabas burocráticas y de permisos con otras áreas del HC y de los proveedores.

Ahora estamos a la espera del mail de los proveedores para volver a probar, luego si tenemos una prueba exitosa podemos centrarnos con el resto de los elementos del flujo.

Fecha: Lunes 10 Agosto 2009

Hora: 17:00 horas

Duración: 3 horas

Lugar: Hospital de Clínicas

Participantes: Julio Carrau, Gustavo Pérez, Ernesto Davis (Tec Radiólogo), Esteban Aliaga, Sebastián Martínez, Agustín Centurión.

Orden del día:

1. Realizar pruebas con una modalidad Arco en C pre configurado
 - a. Plantear posibilidades de implantación y discutir alternativas generación de reportes estructurados.
2. Consumo de datos HL7 por el PACS, interfaces requeridas.

Temas y tareas realizadas:

1. NO se pudo realizar pruebas de conexión con los equipos, los equipos no tenían la configuración solicitada.
2. Discusión sobre componentes e interconexiones que definen el flujo básico y extendido

Planteo de opciones de Generador de Reportes:

Opción 1

Acceso a través del reporte estructurado almacenado en el PACS y utilizar el formulario (adaptado al Hospital de Clínicas) que provee el administrador del DCM4CHEE.

Se utiliza en esta opción WADO y se invoca a través de una URL desde el sistema de gestión del Hospital.

Se utilizarán los formularios de acceso a reportes y sistemas idénticos a los que utilizan para los distintos sistemas que componen el HIS.

Opción 2

Acceso a través del sistema de información del HIS del Hospital de Clínicas, realizando un filtrado por paciente y estudio, (URL del estudio está en el HIS del hospital) y se accede a la imagen a través de WADO y se muestra embebida en el HIS el cual permite escribir el reporte.

Planteo de algunas ventajas y desventajas de cada opción:

Opción 1

Ventajas:

- Es más accesible su implantación. Se puede utilizar el generador del DCM4CHEE adaptando los atributos que correspondan a la institución.
- Única interfaz. Se accederá a los reportes de igual forma en la que acceden a los informes de los otros sistemas que componen el HIS, Laboratorio, Admisión, etc.

Desventajas:

- Información distribuida. Los informes quedarán almacenados en el PACS
- Poca flexibilidad en el reporte. Al utilizar una herramienta ya construida, se podrán solo hacer cambios en el formulario de ingreso.

Opción 2

Ventajas:

- Información centralizada. Reportes almacenados sólo en el HIS.
- Flexibilidad en el Reporte. Al utilizarse un generador de reportes genérico este brindará características más amigables, como auto complete, diccionario propio etc.

Desventajas:

- Deberá existir un generador de reportes en el HC (lo están desarrollando, aún no disponible).
- Mayor dificultad de adaptación al flujo definido por nosotros como básico.

Comunicación HIS -> PACS:

La discusión se centro en primera instancia en la finalidad y definición del uso de los paquetes CDA y los mensajes ORM.

CDA por su definición es un documento clínico y ORM es un tipo de mensaje de orden de HI7 v2.x. Luego si se implementaba una interfaz que realizara la traducción de CDA a mensajes de tipo ORM o directamente el Hospital de Clínicas nos brinda los mensajes ORM.

En ambos casos se deberá hacer una especificación de los mensajes ORM que serán consumidos por el DCM4CHEE.

Se planteo la necesidad de hacer un análisis, estudio de discusión sobre estos temas para validarlo con el HC.

3. Se definió un equipo donde se dejará instalado (dcm4chee) en el Hospital de Clínicas y algunos visores DICOM. Desde ese equipo se podrá seguir probando conexión con las distintas modalidades, sin que tengan que depender de la coordinación con nosotros.

Luego que el establezca que efectivamente están los equipos con las configuraciones básicas en HW y SW, nosotros coordinaríamos para hacer pruebas más específicas y detalladas.

4. Se nos consulto sobre la posibilidad de utilizar algún software conversor de video en formato.avi a DICOM, para que esta pueda ser utilizada para equipos que generan .avi.

Comentario: habría que ver la factibilidad, ¿como se cargarían todos los datos asociados al video?

Fecha: viernes 14 agosto 2009

Hora: 17:00 horas

Duración: 1 hora y 15 minutos

Lugar: InCo

Participantes:

Álvaro Martín, Sebastián Martínez, Agustín Centurión, Estaban Aliaga

Orden del día:

- 1 Equipos generadores:
 - a. Realizar pequeña reseña de todas las pruebas realizadas sobre los equipos, trabas encontradas.
 - b. Comentar sobre la implantación de la herramienta en el HC para agilizar las pruebas básicas de conexión
- 2 Discusiones pendientes a tratar con el HC de interconexión de componentes(HIS↔PACS) y (reportes estructurados)
- 3 Estructura general del documento de fin de proyecto
- 4 Realizar una pequeña revisión de lo hecho, lo que queda y ver en perspectiva con respecto a las fechas de entregas etc.

Temas Tratados:

- 1 Se realizaron las reseñas y comentarios planificados.
Álvaro le pareció bien lo de implantar la herramienta en el HC para agilizar las pruebas con los equipos.
- 2 Se le explicaron las discusiones a plantear, y se hizo énfasis en si bien realizar análisis y discusión de las opciones, implementar aquellas que tengamos todos los elementos para no depender de avancen puntuales del HC.
- 3 Se discutió ítem por ítem la estructura esqueleto del documento de fin de proyecto.
Álvaro nos apunto algunos capítulos planteados por nosotros que deberían formar parte del apéndice ej: reseña de herramientas, detalle de pruebas.
De esta forma intentar lograr un hilo común en el documento.
También discutimos el tema de objetivos y resultados esperados, y la importancia de hacer una introducción gradual de los conceptos técnicos médicos que son muchos.
Iremos generando versiones las cuales iremos enviándole y validando.
- 4 Se hablo brevemente de lo hecho, pero para poder definir fechas debemos terminar de definir todo el flujo y comenzar a implementar.
Con respecto a la documentación tenemos mucha que fue generando a lo largo de estos meses la cual deberemos ir depurando.

Fecha: Lunes 17 agosto 2009

Hora: 17:00 horas

Duración: 3 horas y 30 minutos

Lugar: Hospital de Clínicas

Participantes: Julio Carrau, Gustavo Pérez, Sebastián Martínez, Agustín Centurión, Estaban Aliaga.

Orden del día:

- 1 Implantación de la herramienta (pacs dcm4chee) en el Hospital de Clínicas, para agilizar las pruebas básicas de conexión con los equipos generadores.
- 2 Discusiones pendientes a tratar sobre interconexión de componentes (HIS $\leftrightarrow$ PACS) y reportes estructurados.
- 3 Consultar sobre alguna documentación específica requerida

Temas Tratados:

- 1 Se instaló la herramienta (dcm4chee) en una PC suministrada por el Hospital de Clínicas, se le dieron indicaciones básicas de funcionamiento. Se van a hacer pruebas de conexión con los equipos generadores, para que posteriormente nosotros hagamos pruebas relacionadas al flujo que hicimos.
- 2 Interconexión HIS $\leftrightarrow$ PACS:
Se discutió la alternativa de comunicación HIS $\leftrightarrow$ PACS y usos de mensajes y documentos CDA. Se resolvió le íbamos a dar la especificación del archivo ORM^o01 y los atributos necesarios para armar el workitem. Así ellos desde el HIS mandan un mensaje de tipo ORM que es lo que maneja el dcm4chee para el workitem. Se comento

de un documento que realice la discusión que justifique la elección del paradigma.

Reportes estructurados:

Se realizó un buen intercambio sobre las alternativas de implementación de reportes estructurados.

Surgió una tercera alternativa que es la que se implementaría basándose en la manera en la que ellos trabajan.

Los estudios se visualizarían y filtrarían a partir de un visor (ej. KPacs, Clearcanvas, Osirix, etc.) en el cuál se verán detalles del estudio.

Desde la consola administrativa del DCM4CHEE, se buscaría el estudio en cuestión y se llamará al generador de reportes del HC.

Para invocar el generador lo que vamos hacer es agregar una opción más en el listado de estudio que ofrece el administrador web del dcm4chee, esta opción será un enlace al HIS, que deberá pasarle los siguientes parámetros:

- ID paciente
- Fecha y Hora del estudio seleccionado
- Tipo de estudio
- Identificador del estudio y más parámetros que sean necesarios para poder acceder a la imagen del estudio por WADO

El acceso al reporte posteriormente será transparente para nosotros, ya que se realiza mediante el HIS.

- 3 Se realizó énfasis en algunos documentos que al Hospital de Clínicas le resultan de interés:
 - a. Análisis y comparación de las distintas herramientas.
 - b. Descripción flujo básico de trabajo y extendido.
 - c. Interfaz HIS↔PACS, análisis y discusión de opciones
 - d. Reportes estructurados, análisis y discusión de opciones.
 - e. También le sugerimos hacer pequeño estudio requisitos mínimos de infraestructura que forman parte de la institución, carga soportada, etc.

Fecha: Lunes 1 octubre 2009

Hora: 17:45 horas

Duración: 2 horas y 30 minutos

Lugar: Hospital de Clínicas

Participantes: Gustavo Pérez, Sebastián Martínez, Agustín Centurión, Estaban Aliaga.

Orden del día:

- 1 Pruebas del Workflow específico: Que equipos disponibles reales hay y que servicios están disponibles. ¿Existe documentación de estos equipos?

En base a eso hay posibilidad de realizar el flujo total o solo parcial y parte simulado ver alternativas.

- 2 Corroborar que el visor K-PACS tiene todas las funcionalidad que necesitan los médicos y técnicos.
- 3 Reportes estructurados: Como se va a invocar el generador de reportes del HC. Parámetros tentativos: identificador de paciente, fecha-hora, tipo de estudio (modalidad), identificador del estudio.
- 4 Ver temas generales que se van a tocar en la sección de infraestructura.
- 5 Hacer un macro cronograma de aquí al final y definir actividades para las próximas 2 semanas.

Temas Tratados

- Primero se hablo de las dificultades que había habido en poder correr el DCM4CHEE a partir de la compilación y ejecución de los fuentes.

Se comentó la necesidad de tener el DCM4CHEE en una distribución Debian, esto además de la instalación que ya implantamos en un equipo con Windows XP. La idea es que las pruebas iniciales se sigan haciendo sobre dicha implantación.

Esta instalación Debían, se pide que se realice desde cero y se haga detalle de pasos de instalación sobre una maquina virtual (con virtual box por ejemplo)

Con esa instalación se harán pruebas más profundas y además se harán pruebas para la infraestructura. Debían va a ser el entorno que quedará como definitivo en el Hospital de Clínicas.

- Equipos Disponibles:

No hay equipos disponibles con el servicio DICOM Worklist habilitado, esto por tema de licenciamiento, es muy remota la posibilidad de que lo haya, vale aclarar que existen equipos que si lo soportan más allá que no lo tenga habilitado.

El Hospital de Clínicas no implementara la generación del ORM por el momento. Nosotros le daremos la especificación del ORM, ellos lo podrán implementar cuando deseen.

Quedo determinado que pasos del flujo si se pueden probar físicamente y cuales se harán simulados.

Los únicos que se probaran físicamente son las modalidades que cuentan con SCU (storage) contra el SCP (storage) y los servicios query/retrieve desde los visores al pacs.

El resto del flujo será simulado.

Nos pidieron si teníamos herramientas que generaban Worklist que facilitaremos.

Equipos:

Arco en C piso 17:

Servicio Disponible: Storage, Worklist no licenciado, query/retrieve no licenciado.

Angiógrafo del segundo piso: Dicom Storage.

Quedamos a la espera de CONFORMENT STAEMENT de estos equipos

- Reportes Estructurados: Se verán parámetros del generador de reportes con la desarrolladora y su posible finalización de desarrollo a tiempo.
- Plan de Pruebas:

Se resolvió que nosotros definiríamos un plan de pruebas de las distintas etapas del flujo y se facilitarían planillas de pruebas para poder registrar todo lo realizado por el Hospital de Clínicas sobre las modalidades y el visor.

- Infraestructura: El clínicas nos brindará documentación sobre el tema.
- Visores: En la evaluación del visor K-PACS que se hizo con los técnicos del Hospital se llegó a la conclusión de que si cumple con las necesidades pero que el aplicativo AngioVista, llega a la escala de grises automáticamente y el K-PCAS hay que seleccionarla navegando con el mouse.

Fecha: Miércoles 28 de octubre 2009

Hora: 17 horas

Duración: 1 hora

Lugar: FING

Participantes:

Álvaro Martín, Agustín Centurión, Sebastián Martínez, Esteba Aliaga.

Orden del día:

1. Documentación, correcciones de él y mostrarle como la pensamos nosotros a la documentación:
 - a. Infraestructura y Prueba: contarle lo que pensamos hacer y lo que hicimos, con respecto a la documentación donde le parece que iría.
 - b. Implementación: contarle en que estamos, y preguntarle qué le parece de documentar de esto y donde iría documento o anexos
 - c. Diseño de interfaz ORM (cap 2) y discusiones de reportes.
 - d. Anexos Estado del Arte, DICOM, HL7, IHE.Que le parece importante priorizar??
2. Comentarle de las pruebas trucas y que sólo se pueden probar dos servicios del flujo real (storage y query/retrieve).
3. Actualidad:

Documentando las pruebas y que les vamos a dar la herramienta en la plataforma q nos pidieron para las pruebas:

 - simuladas (flujo completo)
 - reales (con lo que se dispone y simulado el resto)Implementación de interfaz de los reportes
Ver tema de infraestructura de comparar lo recomendado con lo disponible en el Hospital.
4. Fechas, cronograma.

Fecha: Miércoles 4 noviembre 2009

Hora: 17:00 horas

Duración: 1 hora

Lugar: Hospital de Clínicas

Participantes: Gustavo Pérez, Estaban Aliaga.

Orden del día:

- 1 Llevar y dejar operativo el DCM4CHEE en una maquina virtual con DEBIAN instalado según nos había solicitado el cliente.

Temas Tratados:

Se realizaron las tareas planificadas.

Fecha: Viernes 27 de noviembre 2009

Hora: 8 horas

Duración: 1 hora

Lugar: FING

Participantes:

Álvaro Martín, Agustín Centurión, Sebastián Martínez, Esteba Aliaga.

Orden del día:

1. Discutir correcciones sobre el documento final, perfil de algunos capítulos y anexos.
2. Comentarle que teníamos agendado pruebas para ese mismo día más tarde.
3. Comenzar avance y priorizar tareas.

Tareas realizadas:

Álvaro con comentó algunos aspecto de la documentación y aclaro dudas.
Definimos fechas.

Fecha: Viernes 27 de noviembre 2009

Hora: 10:00 horas

Duración: 10 horas

Lugar: Hospital de Clínicas

Participantes: Gustavo Pérez, Agustín Centurión, Estaban Aliaga.

Orden del día:

- Realizar pruebas sobre distintos tipos de endoscopios.

Tareas realizadas:

- Estuvimos todo el día en el Hospital de Clínicas, fue una excelente experiencia. Estuvimos en contacto con técnicos radiólogos, médicos especialistas, enfermeras mientras se realizaban distintos estudios, probamos algunos equipos y además corroboramos modalidad de trabajo, necesidades, beneficios de tener la información a tiempo en el lugar donde se realiza todo el flujo de trabajo.

Angiógrafos:

En este equipo el software de la modalidad tenía un problema y no se pudo hacer un storage al PACS. Si pudimos enviar estudios a la impresora y al CD. Además el técnico nos mostró como selecciona las imágenes para luego se realicé el diagnóstico, y como lograr el contraste para detectar las patologías. Posteriormente de tener la imagen impresa nos mostro en el negatoscopio el estudio.

Endoscopia:

Aquí en el departamento de Endoscopia es donde se probó gran parte del flujo contra el PACS. Primero estuvimos con una enfermera que agenda manualmente, y que próximamente va a poder agendar en el HIS/RIS que posee el Hospital de Clínicas y que ya usan para otras áreas del hospital. Con ella agendamos unos pacientes y le contamos como sería la nueva modalidad de trabajo. Hablamos de todas las veces que escriben manualmente los nombres de los pacientes en formulario, planillas e informes. Utilizando el endoscopio se se DICOMIZARON videos con herramientas y se enviaron al PACS, posteriormente se las recupero y visualizo en visores DICOM. Las pruebas realizadas se documentaran en el anexo de pruebas.

7. Referencias

- [DIOF08] NEMA. "The DICOM Standard".
<ftp://medical.nema.org/medical/dicom/2008/>. 2008. [acceso: 12/12/09]
- [DIDB05] OTECH. "DICOM BASIC". 3era edición, USA, 2005. p. 201. ISBN 0-9718867-4-1
- [DISD09] NEMA. "Strategic Document"
<http://medical.nema.org/dicom/geninfo/Strategy.pdf>. 20/03/09, versión 9.5
[acceso: 12/12/09]
- [DIME09] NEMA. "Members of the DICOM Standards Committee"
<http://medical.nema.org/members.pdf> [acceso: 12/12/09]
- [DICOF09] NEMA. <http://dicom.nema.org> [Acceso: 12/12/2009]
- [DIAW09] NEMA. "Approved Work Items"
<http://medical.nema.org/dicom/geninfo/Work-Items-DSC.pdf> [Acceso: 12/12/2009]
- [IHEE05] IHE España. Traducción del "IHE Radiology User's Handbook". O'Donnell, Kevin, 2005
<http://www.ihe-e.org/sc/radio/Manual%20de%20Usuario%20IHE-Radiologa.pdf>
[acceso: 12/12/09]
- [CCAN09] "ClearCanvas". www.clearcanvas.ca [Acceso: 12/12/2009]
- [KPAC09] Dr. med. Knopke Andreas. "K-PACS" www.k-pacs.net [Acceso: 12/12/2009]
- [OSIR09] Dr. Antoine Rosset, Joris Heuberger. "Osirix" www.osirix-viewer.com
[Acceso: 12/12/2009].
- [CHAR09] Rafael Sanguinetti "CharruaPACS". Uruguay.
www.charruasoft.com/en/products/charruapacs.htm [Acceso: 12/12/2009]
- [DCM409] "dcm4che". www.dcm4che.org [Acceso: 12/12/2009]
- [UCLA09] "UCLA". www.mii.ucla.edu/opensourcepacs [Acceso: 15/05/2009]
- [CONQ09] Mark Oskin. "CONQUEST". www.xs4all.nl/~ingenium/dicom.html
[Acceso: 12/12/2009]
- [DVCL09] "DICOM-VCL" www.dicomvcl.com/ [Acceso: 12/12/2009]
- [DCTK09] OFFIS. "DCMTK" dicom.offis.de/dcm4che.org [Acceso: 12/12/2009]
- [DCML09] DCM4CHE.ORG. "Licencia dcm4chee".
www.dcm4che.org/confluence/display/proj/license [Acceso: 12/12/2009]
- [HERR09] Página con Herramientas DICOM y PACS: I do imaging-Free Medical Imaging Software: www.idoimaging.com/index.shtml [Acceso: 12/12/2009]
- [SWF02] SEFM. "Flujo de trabajo-Scheduled Workflow (SWF)". Dr. Wirsz, Nikolaus - Siemens Medical Solutions. <http://sumo.irisa.fr/TF/tutorials/RAD/SWF1.pdf>
Alemania, 27 de enero 2002. [Acceso: 12/12/09]
- [MAVR09] <http://mav.sourceforge.net/> [Acceso: 10/12/09]

[ANTA09] <http://ant.apache.org/> [Acceso: 10/11/09]

[MAVE09] <http://maven.apache.org/> [Acceso: 10/11/09]

[XERO09] <http://www.dcm4che.org/confluence/display/ee2/XeroInstall> [Acceso: 10/10/09]

[ARRI09] <http://www.dcm4che.org/confluence/display/ee2/Installation> [Acceso: 10/10/09]

[MBEA09]
<http://www.adictosaltrabajo.com/tutoriales/tutoriales.php?pagina=MBeansJBoss>
[Acceso: 10/12/09]

[DCM4BEN] WARNOCK, Max J.; TOLAND, Christopher; EVANS, Damien; WALLACE, Bill; NAGY, Paul. "Benefits of Using the DCM4CHE DICOM Archive". Diagnostic Radiology, University of Maryland School of Medicine, 22 South Greene Str., Baltimore, MD, 21201, USA. 5 de Octubre 2007.
<http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC2039778/> [acceso 11/12/09]