

Universidad de las Ciencias Informáticas

Facultad 7



# Arquitectura de un sistema para la edición de informes de estudios imagenológicos

Trabajo de Diploma para optar por el Título de  
Ingeniero en Ciencias Informáticas

Autores: Dahilys González López  
Adrián Fernández Orozco

Tutores: Ing. Leodan Vega Izaguirre  
Ing. Arelys Rivero Castro

Ciudad de La Habana, mayo de 2010  
“Año 52 de la Revolución”

## DECLARACIÓN DE AUTORÍA

Declaramos que somos los únicos autores de este trabajo y cedemos a la Universidad de las Ciencias Informáticas los derechos patrimoniales de la misma, con carácter exclusivo.

Para que así conste firmamos la presente a los 29 días del mes de mayo del año 2010.

---

Dahilys González López

Autora

---

Adrián Fernández Orozco

Autor

---

Ing. Leodan Vega Izaguirre

Tutor

---

Ing. Arellys Rivero Castro

Tutora

## **DATOS DE CONTACTO**

### **Tutores:**

#### **Ing. Leodan Vega Izaguirre:**

Graduado de Ingeniero en Ciencias Informáticas, egresado de la UCI en el 2008. Ha impartido las asignaturas de Matemática 1, Álgebra Lineal, Práctica Profesional, Gestión de Software y Sistemas de Base de Datos. Es profesor de la Facultad 7 y se desempeña actualmente como Especialista de Sistemas Bases de Datos en el Departamento de Producción de Software Médico Imagenológico del Centro de Informática Médica. Miembro de la Sociedad Cubana de Informática Médica. Correo: lizaguirre@uci.cu.

#### **Ing. Arelys Rivero Castro:**

Graduada de Ingeniero en Ciencias Informáticas, egresado de la UCI en el 2009. Profesora de la Facultad 7. Se desempeña actualmente como Analista en el Departamento de Producción de Software Médico Imagenológico del Centro de Informática Médica. Correo: arcastro@uci.cu.

## **RESUMEN**

La emisión de informes de los estudios imagenológicos constituye una de las actividades fundamentales de los departamentos de diagnósticos por imágenes.

En el presente trabajo de diploma se realiza una propuesta de la arquitectura para un sistema informático que permita la creación de informes médicos. Éste debe permitir el almacenamiento y la distribución de los informes, el desarrollo de otras actividades relacionadas como la transcripción, la gestión de listas de trabajo y plantillas, así como la incorporación de imágenes de referencia que enriquezcan el diagnóstico médico.

Para el análisis, diseño y desarrollo de la arquitectura propuesta se realizó un estudio del estado del arte del proceso en cuestión y se analizaron los diferentes flujos de trabajo presentes en los departamentos de diagnósticos por imágenes. Se efectuó un análisis de las principales funcionalidades de sistemas de edición de informes y un estudio de los estándares DICOM SR, HL7 CDA y los perfiles de integración de IHE.

Para la generación de los artefactos de ingeniería se utilizó la herramienta Enterprise Architect, RUP como base de la metodología de desarrollo y se emplearon las guías y prácticas de CMMI.

Se describe una arquitectura robusta y extensible, como base para un sistema informático capaz de adaptarse a los distintos ambientes y escenarios, permitiendo agilizar y estandarizar el proceso que se informatiza.

### **Palabras claves:**

Emisión de informe, diagnóstico por imágenes, arquitectura, DICOM SR, HL7 CDA, PACS, RIS.

# ÍNDICE

<b>INTRODUCCIÓN.....</b>	<b>1</b>
<b>CAPÍTULO 1. FUNDAMENTACIÓN TEÓRICA .....</b>	<b>5</b>
1.1. Sistemas de Información Radiológica .....	5
1.2. Sistemas de Almacenamiento y Transmisión de Imágenes Digitales.....	6
1.3. El estándar DICOM.....	6
1.4. HL7.....	9
1.5. IHE .....	11
1.6. Tendencias actuales en la elaboración de informes imagenológicos .....	12
1.7. Sistemas informáticos existentes.....	14
1.8. Metodologías, tecnologías y herramientas.....	16
<b>CAPÍTULO 2. CARACTERÍSTICAS DEL SISTEMA.....</b>	<b>20</b>
2.1. Proceso de emisión de informe imagenológico .....	20
2.2. Modelo del proceso de negocio .....	21
2.3. Especificación de los requisitos de software .....	22
2.4. Sistema propuesto.....	28
2.5. Definición de los casos de uso del sistema.....	31
2.6. Descripción de los casos de uso del sistema.....	32
<b>CAPÍTULO 3. ARQUITECTURA DEL SISTEMA .....</b>	<b>37</b>
3.1. Propuesta de arquitectura.....	37
3.2. Gestión de plugins .....	41
3.3. Interfaces de comunicación .....	42
3.4. Representación de la arquitectura .....	49
<b>CAPÍTULO 4. ANÁLISIS Y DISEÑO .....</b>	<b>55</b>

4.1. Análisis .....	55
4.2. Diseño .....	55
4.3. Patrones utilizados en el diseño del sistema.....	55
<b>CONCLUSIONES.....</b>	<b>58</b>
<b>RECOMENDACIONES .....</b>	<b>59</b>
<b>REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....</b>	<b>60</b>
<b>BIBLIOGRAFIA: .....</b>	<b>64</b>
<b>ANEXOS.....</b>	<b>67</b>
Anexo I Diagrama de procesos del negocio.....	67
Anexo II Descripción de casos de uso expandidos .....	68

## INTRODUCCIÓN

El rápido desarrollo de las ciencias y la tecnología, ha llevado a la sociedad a entrar en un nuevo milenio, inmerso en lo que se ha dado a llamar Era de la Información y las Telecomunicaciones.

La adquisición de equipos de alta tecnología por los centros de salud para la realización de estudios imagenológicos de las diferentes modalidades médicas, tales como, Tomografía Axial Computarizada (TAC), Resonancia Magnética (MR), Ultrasonido (US), Angiografía (XA), entre otras, permitió que se adquirieran imágenes de alta calidad diagnóstica en formato digital, lo que trajo consigo el surgimiento de la radiología digital a finales de los años 70.

La generación de un gran cúmulo de imágenes, unido al desarrollo de la informática médica, las redes de comunicación, las computadoras, los medios de almacenamiento y servidores, permiten el surgimiento de los sistemas **PACS**, (**P**icture **A**rchiving and **C**ommunication **S**ystem –Sistema para el Almacenamiento y Comunicación de Imágenes médicas, por sus siglas en inglés–) y **RIS** (**R**adiology **I**nformation **S**ystem –Sistema de Información Radiológica, por sus siglas en inglés–).

Los sistemas PACS son los encargados de la adquisición, almacenamiento, visualización y transmisión de imágenes médicas. Su objetivo principal es permitir el funcionamiento de un servicio de imágenes sin la necesidad de archivarlas en documentos de papel o películas [1].

El empleo de este tipo de sistemas en las diferentes instituciones hospitalarias, proporciona un cambio fundamental en el esquema de funcionamiento de los departamentos de imagenología, mejorando significativamente la eficiencia de los mismos y la calidad de la atención médica que se les brinda a los pacientes en los centros hospitalarios.

Aún cuando puedan existir múltiples soluciones particulares para la gestión de la información en un hospital o clínica imagenológica, la herramienta informática que permite realizar los procesos de gestión de un departamento de radiología es conocida como RIS [2].

Un RIS informatiza toda la actividad radiológica de un paciente, desde la petición del estudio al informe del mismo, pasando por la recogida de las incidencias y consumos que conlleva la realización de dicha exploración [3].

Desde los inicios de la Revolución Cubana, la salud ha sido uno de los sectores privilegiados, dando prioridad al desarrollo de la medicina como principal elemento de calidad de vida del pueblo. En los últimos años, los hospitales cubanos, se han visto inmersos en una remodelación con vistas a brindar un mejor servicio. Para ello se ha tenido en cuenta, no solo la restauración física, sino también el mejoramiento de la tecnología con la adquisición de equipamiento imagenológico de última generación, de diversas modalidades diagnósticas. Se adquirieron también redes de comunicación, servidores de altas prestaciones y computadoras personales.

La necesidad de informatizar los servicios básicos del país, teniendo en cuenta el crecimiento de las tecnologías y la informática en el mundo, unido a la idea de desarrollar la industria del Software y convertir esta ciencia en una de las ramas más productivas de la nación, dio lugar al surgimiento de la Universidad de Ciencias Informáticas (**UCI**).

En cumplimiento a las misiones principales de la UCI, se comenzaron a desarrollar desde hace varios años, sistemas de gestión de información en el área de la salud. Algunos de los productos se encuentran hoy en día en funcionamiento en las instituciones nacionales e incluso en algunos centros en países extranjeros, como Venezuela [5].

Con el propósito de fomentar la informatización de la salud pública y posibilitar un mejor funcionamiento de los procesos que ocurren en un hospital, desde el año 2004, el Departamento de Producción de Software Médico Imagenológico de la Facultad 7 de la UCI desarrolla aplicaciones relacionadas a la radiología digital.

La solución **alas PACS. Sistema para el almacenamiento, transmisión y visualización de imágenes médicas**, destinada a la gestión de las imágenes digitales en los departamentos de imagenología [6], fue el punto de partida en el desarrollo de aplicaciones para este sector.

Debido a la necesidad de gestionar la información generada por **alas PACS** y cubrir la demanda de los radiólogos de poder manejar toda la información y las historias clínicas imagenológicas de los pacientes, se desarrolló el sistema **alas RIS. Sistema de información radiológica**, por el mismo departamento de desarrollo. Su función principal es posibilitar la realización de los procesos de gestión de un departamento de imagenología y maximizar las posibilidades que brinda **alas PACS** y centralizar todo el flujo de información circulante dentro del entorno del PACS.



Sucede que durante el desarrollo de estas herramientas, inicialmente se deja sin informatizar uno de los procesos más importantes que ocurren en un departamento imagenológico: la generación de un informe. Este documento posee un gran valor, debido a que lleva consigo la interpretación de un especialista como resultado del análisis de los hallazgos encontrados después de la exploración de las imágenes digitales. Además constituye el resultado final que se lleva el paciente del proceso asistencial al que es sometido al realizarse un estudio.

Hay ciertos desafíos que conciernen a los sistemas radiológicos. Uno de éstos es la generación de reportes: se puede optar por la codificación de los hallazgos o darle al radiólogo la libertad de escribir su descripción en texto libre. Una característica común de las diferentes especialidades médicas es la generación de informes de los estudios complementarios que se realizan en la institución [7].

Con la finalidad de poder realizar la emisión de informes diagnósticos de un determinado paciente y visualizarlos en el sistema **alas RIS**, se incluyó en la solución **alas PACS** inicialmente como una funcionalidad, lo que actualmente se conoce como **Reportador**. A medida que el negocio fue creciendo se convirtió en un módulo al cual se le añadieron funcionalidades para cubrir las nuevas necesidades y exigencias, siguiendo siempre el objetivo de poder realizar un informe diagnóstico después de la obtención, almacenado y visualizado de las imágenes médicas.

Este componente del sistema **alas PACS**, aunque ha resuelto un grupo importante de deficiencias en los procesos que informatiza, presenta una serie de restricciones que limitan su funcionamiento. El mismo no es configurable a los diferentes ambientes en los que se pueda realizar una instalación, pues no brinda la posibilidad de modificar los datos primarios que se recogen, así como las plantillas de informes por las distintas modalidades diagnósticas, por los tipos de estudio y por la descripción de los diferentes hallazgos. Otra de las limitantes que presenta es que su interfaz se encuentra muy cargada y para emitir un informe se necesitan hacer demasiados pasos, en ocasiones innecesarios y los atributos de software como la arquitectura y la extensibilidad no están acordes a las necesidades actuales.

Tomando en cuenta las razones expuestas anteriormente, se definen el problema científico, el objeto de estudio y el campo de acción de la investigación.

### **Problema Científico:**

¿Cómo facilitar el proceso de emisión de informes diagnósticos en los departamentos de imagenología?

Como **objeto de estudio** se define el proceso de emisión de informes diagnósticos y el proceso de emisión de informes diagnósticos en los departamentos de imagenología, se define como **campo de acción**.

#### **Objetivo General de la Investigación:**

Construir la arquitectura para un sistema de creación y edición de informes de estudios imagenológicos.

#### **Tareas de la investigación:**

Para darle cumplimiento al objetivo general propuesto con anterioridad se trazaron las siguientes tareas de la investigación:

- Evaluar las tendencias en creación de informes imagenológicos.
- Evaluar los estándares internacionales relacionados.
- Modelar el flujo de trabajo relacionado a la creación de informes imagenológicos.
- Realizar una propuesta de flujo de trabajo estandarizado para la edición de informes imagenológicos.
- Identificar los requisitos de software para la implementación de un sistema reportador de estudios imagenológicos.
- Realizar el modelado y descripción de los casos de uso del sistema.
- Realizar una propuesta de patrones arquitectónicos a emplear.
- Realizar una propuesta de patrones de diseño a emplear.
- Realizar la propuesta de arquitectura.

## CAPÍTULO 1. FUNDAMENTACIÓN TEÓRICA

El presente capítulo contiene los resultados del estudio de los estándares DICOM y HL7 así como las normas de la IHE. Se hace un análisis del estado del arte de sistemas similares utilizados a nivel internacional, así como otros sistemas cubanos y en específico de la UCI. Contiene los resultados del análisis de las principales herramientas y tecnologías actuales usadas para el desarrollo del sistema, así como la metodología de desarrollo y el lenguaje de modelado a utilizar.

### 1.1. Sistemas de Información Radiológica

Los RIS surgen a finales de la década de 1960 antes del nacimiento de la imagen digital y tienen la responsabilidad de manejar casi por completo el espectro de las tareas de la información y administración en un departamento imagenológico, incluyendo la gestión de la actividad clínica [7].

Estos sistemas de información computarizados de radiología se han puesto en marcha como sistemas independientes o como componentes de un sistema de información hospitalario. En cualquier caso, un RIS se debe integrar con otros sistemas de información dentro de una institución para permitir la recopilación de datos de los pacientes, la programación de citas, la generación de las estadísticas, la gestión de las listas de trabajo para los estudios programados y la información de los resultados, entre otras funciones [8]. Ver en la figura 1 las principales funcionalidades del RIS.

El uso de este sistema en un departamento de imagenología, impulsa la eficiencia del mismo mejorando su flujo de trabajo y aumentando su productividad, ayudando así a proporcionarle servicios de gran calidad al paciente, pues los tiempos de espera serán más cortos y el inicio de su tratamiento más rápido gracias a las reducciones en los tiempos de espera globales.

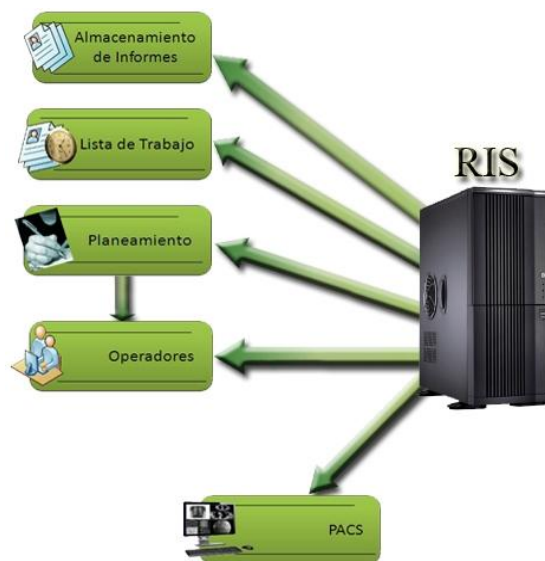


Figura 1 Principales funcionalidades del RIS

## 1.2. Sistemas de Almacenamiento y Transmisión de Imágenes Digitales

A partir de los años 80, la proliferación de sistemas digitales condujo a la idea de constituir un departamento imagenológico prácticamente digital [9]. Es entonces que surgen los PACS (figura 2), compuestos por dispositivos para la adquisición de imágenes, unidades de almacenamiento, estaciones de visualización, computadoras y bases de datos; todos ellos conectados a través de una red de comunicación [10].

El uso de estos sistemas que permiten el almacenamiento centralizado de las imágenes médicas posee varias ventajas entre las que se puede mencionar el acceso en línea de las imágenes de estudios radiológicos; la posibilidad de almacenamiento de la información, en formatos estándar, logrando así reducir considerablemente la pérdida de expedientes de los pacientes y la duplicación de estudios. Además posibilita la visualización múltiple de las imágenes, de tal manera que el especialista puede hacer su diagnóstico en el servicio de imagenología, mientras otro utiliza esta misma imagen desde un quirófano, consultas externas o servicios de urgencias.

Con el surgimiento de los PACS, los sistemas RIS evolucionaron y se integraron a dichos sistemas, complementando así el manejo de la información radiológica en los departamentos de imagenología [11].

En las instituciones de salud en las que existen imágenes más allá de la radiología, los PACS dejan de ser una propiedad exclusiva de los departamentos de imágenes para transformarse en herramientas de almacenamiento y comunicación de elementos multimedia multidepartamentales [12].

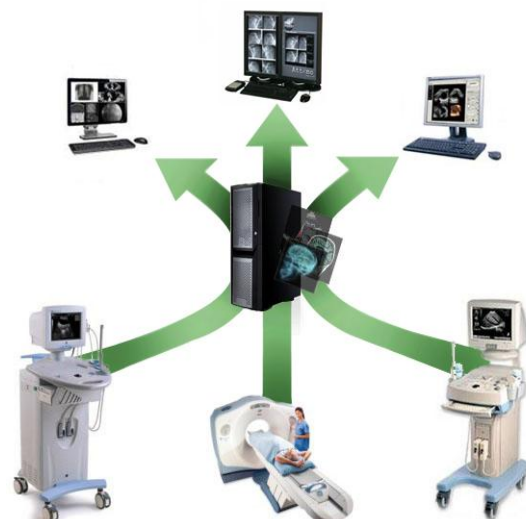


Figura 2 Componentes del PACS

## 1.3. El estándar DICOM

La necesidad de comunicar a diversos dispositivos de diferentes fabricantes y sistemas de software, hace que la **American College of Radiology (ACR)** – Universidad Americana de Radiología, por sus siglas en inglés – y **National Electrical Manufacturers Association (NEMA)** – Asociación Nacional de Fabricantes

Eléctricos, por sus siglas en inglés – inicien un proyecto para la elaboración de un estándar para la transferencia de imágenes y la información asociada a ellas. Finalmente en 1983 formaron un comité para desarrollar un estándar que tras varios intentos dio origen al formato **Digital Imaging and Communications in Medicine (DICOM)** – Imagen Digital y Comunicación en Medicina, por sus siglas en inglés – [13].

El estándar describe el formato de archivos y la especificación de los datos primordiales de un paciente en la imagen así como el encabezado requerido, describiendo un lenguaje común a distintos sistemas médicos. De esta forma las imágenes vienen acompañadas de mediciones, cálculos e información descriptiva relevante para diagnósticos [14].

DICOM 3.0 es aplicable a toda la esfera de las Imágenes Médicas, desde la transmisión hasta el tratamiento e impresión, independientemente de la especialidad médica que la exporte. Los equipos médicos en conformidad con DICOM podrán generar imágenes con la capacidad de ser archivadas y visualizadas en un mismo PACS, sin importar la modalidad o el fabricante al cual pertenezcan. Aún teniendo el estándar el potencial de facilitar la realización de trabajos con los sistemas PACS, la utilización de DICOM 3.0 no garantiza, por sí misma, que se cumplan todos los objetivos que se intentan lograr en un sistema de gestión de imágenes [2].

Como estándar de comunicación define un amplio conjunto de servicios como el almacenamiento de imágenes (DICOM Storage), búsqueda y recuperación de imágenes (DICOM Q/R – Query & Retrieve –), impresión (DICOM Print), gestión de listas de trabajo (DICOM MWL – Modality Worklist –) entre otras. La mayoría de estos servicios vinculan la transmisión de datos sobre la red bajo la familia de protocolos TCP/IP. Sucede que muchos fabricantes de dispositivos DICOM no implementan todos los servicios previstos por el estándar, debido a las funcionalidades que realizan, lo que dificulta en algunos casos la integración con otros dispositivos [13].

### 1.3.1. *DICOM SR*

**Structured Reporting (DICOM SR)** – Reporte Estructurado, por sus siglas en inglés –, surge en el año 2000 en una de las últimas actualizaciones del estándar debido a la necesidad de incorporar información semántica a las imágenes médicas.

Debido a la gran cantidad de áreas que pueden utilizar DICOM y los diferentes tipos de datos que se manejan, la especificación de informes estructurados genérica, independientes del área en la que se esté

tratando resulta altamente complejo. La información que se debe plasmar en un informe estructurado requiere de una estructura que describa de forma exhaustiva la casuística del informe radiológico [13].

Es por esto que la manera en que se pueden organizar los diferentes conceptos resultantes de la interpretación de los hallazgos encontrados durante la exploración de un complementario por parte de un especialista resulta vital.

En la actualidad, la codificación de estos conceptos acorde a su semántica ayuda a mejorar la estructuración de los reportes, optimizando además la búsqueda de información por contenido, evitan ambigüedades y permiten la extracción de valores de interés concretos.

Estos codificadores pueden organizar información referente a diagnósticos, tratamientos, nomenclaturas y muchas otras. Entre los más utilizados se encuentran la Codificación Internacional de Enfermedades (CIE10), que es una codificación para determinar diagnósticos y métodos; la Systematized Nomenclature of Medicine (SNOMED), que es una nomenclatura sistematizada de medicina; o la Logical Observation Identifiers Names and Codes (LOINC), que es una base de datos cuyo propósito es facilitar el intercambio y la elaboración de un fondo común de resultados, tales como, hemoglobina en sangre o constantes vitales, para la atención clínica, el tratamiento de los resultados y la investigación [13].

DICOM SR permite incluir codificaciones tanto internacionales como propias dentro su objeto DICOM para crear informes estructurados. Permite generar, tratar y validar los informes sin complejizar estos procesos. Estandariza la manera de crear un documento estructurado radiológico, así como los elementos que agrupan la información relativa al informe, conocidos para el formato DICOM como DataElements, los cuales corresponden a un IODs (**I**nformation **O**bject **D**efinition) determinado. Para el caso de los DICOM SR estos IOD pueden ser de tres tipos: Basic Text SR, Enhanced SR y Comprehensive SR [15].

Un documento estructurado en formato DICOM se puede representar o definir con la estructura de un árbol, conocido como SR Document Content. Bajo esta estructura cada nodo o elemento del árbol tendrá relación con la semántica de su nodo predecesor además de ser de un tipo determinado o definido por el estándar. Por otra parte la estructura de un SR Document Content no es estática y puede variar en dependencia de para qué se utilice. Para esta última situación DICOM define plantillas que ajustan al documento estructurado en estructura posibilitando acotar la información a emplear o la relación a establecerse entre los nodos.

Se puede considerar una buena herramienta a utilizar debido a los beneficios que conlleva la emisión de un informe estructurado, las características del DICOM SR, sumándole su perfecta integración al mundo DICOM y que la solución de un sistema para la edición de informes imagenológicos se integraría a un PACS que se comunica generalmente mediante este estándar.

#### 1.4. HL7

**Health Level Seven (HL7)** – Nivel Siete en Salud, por sus siglas en inglés – proporciona estándares de interoperabilidad que mejoran el intercambio electrónico de información médica, optimizan el flujo de trabajo y reducen la ambigüedad. Su sintaxis coherente y extensible permite estructurar información en salud, apoyar los procesos de atención al paciente, para ser intercambiada entre aplicaciones de software, conservando al mismo tiempo la semántica de la información en todas las plataformas. Además brinda flexibilidad, porque es posible desarrollar aplicaciones en diferentes entornos tecnológicos y conectarlas entre sí [16].

Estos estándares son acreditados por la organización **American National Standards Institute (ANSI)** – Instituto Nacional Estadounidense de Estándares, por sus siglas en inglés –. Desde su origen en 1987, el nombre de HL7 se asociaba a las versiones del estándar de mensajería para el intercambio electrónico de datos de salud, el cual está enfocado al intercambio de datos entre aplicaciones desarrolladas por diferentes fabricantes, facilitando el desarrollo de interfaces para la comunicación entre los sistemas de información médica, como son los HIS, los RIS y los PACS. [17].

La versión 3 de HL7 no solo aporta una nueva arquitectura para establecer los modelos de mensajes, sino que incorpora una completa metodología para definir, desarrollar e implantar esquemas de interoperabilidad basados en mensajes y documentos [17].

HL7 v3 define escenarios reales de interoperabilidad, para cada dominio asistencial (admisión, laboratorio, radiología), que incluyen los roles de las aplicaciones participantes (emisor – receptor), eventos activadores, dinámica de la interacción de objetos y la configuración de mensajes [18].

Uno de los estándares contenidos dentro de esta nueva versión está relacionado con la arquitectura de documentos clínicos electrónicos, este recibe el nombre de **Clinical Document Architecture (CDA)** – Arquitectura de Documentos Clínicos, por sus siglas en inglés –.

### 1.4.1. *El estándar CDA HL7*

CDA HL7, es un estándar basado en XML para el marcaje de documentos que puntualiza la estructura y semántica de documentos clínicos con el propósito de facilitar su intercambio en un entorno de interoperabilidad.

Este estándar utiliza los elementos de HL7 v3 para definir la estructura y la semántica de documentos clínicos. Como resultado de esta plataforma común, se puede implementar esquemas de interoperabilidad de datos sanitarios basados en mensajería HL7 v3 y plantillas de documentos clínicos CDA R2, ofreciendo un camino para el avance de la historia clínica electrónica [18].

Los documentos clínicos CDA, al incorporar un esquema XML que aporta un carácter semántico a los elementos del RIM y a los vocabularios utilizados, son procesables por medios informáticos sin perder la legibilidad del documento original por parte de los usuarios. Un mismo documento, puede ser visualizado de manera transparente para el usuario, a través de navegadores o a través de dispositivos de movilidad, con total independencia de su contenido.

CDA promueve la duración, almacenaje e interpretación de la información más allá de formatos o tecnologías vigentes en este momento. Por su diseño, facilita un rango amplio de procesamiento posterior al intercambio, y es compatible con muchas aplicaciones de creación y gestión documental [19].

Un documento CDA es un objeto definido y la información completa que pueda existir fuera de un mensaje, puede incluir texto, imágenes, sonidos y otros contenidos multimedia. Contiene una cabecera y un cuerpo.

La cabecera sigue una estructura común, fácilmente consultable, que identifica y clasifica el documento, provee información acerca de la autenticación, el encuentro, paciente, autor y actores involucrados [20].

El cuerpo del documento puede contener tres niveles de implementación, el nivel más bajo implica una implementación más fácil, pero se pierden muchas de las ventajas de la arquitectura CDA. El más alto ofrece una verdadera interoperabilidad semántica, pero implica un esfuerzo más alto en la implementación y requiere una madurez en los sistemas que capturan y generan los datos de los documentos [21].

El nivel 1 es aquel que se transmite en el cuerpo del mensaje un bloque de datos sin ninguna estructura definida, puede ser texto, una imagen, un archivo PDF, etc. El nivel 2 sigue una estructura XML bien definida con secciones de información identificadas, pero el contenido es texto libre. El nivel 3 agrega a



cada sección y a cada dato dentro de esas secciones, diagnósticos, unidades de medición, medicamentos, una estructura basada en el modelo común del RIM y una codificación de vocabulario estricta, con el fin de ser procesable computacionalmente. Este nivel trae muchas ventajas, la verdadera interoperabilidad semántica que permite que los documentos sean altamente procesables, interoperables y sin ambigüedades [22].

Se pueden generar de diversas formas, mediante aplicaciones clientes estándar, a través de transformaciones desde mensajes DICOM o desde otros documentos XML. El documento puede ser enviado dentro de un mensaje de HL7 y puede existir de forma independiente [23].

Un receptor de un documento CDA debe ser capaz de mostrarlo según las reglas, no es requerido que examine e interprete todas las entradas codificadas del documento, ni que valide contra alguna plantilla determinada. Un CDA válido debe adherir a los requerimientos de legibilidad humana, que asegura que el contenido legalmente autenticado en origen sea correctamente mostrado al que recibe.

## 1.5. IHE

**Integrating the Healthcare Enterprise (IHE)** – Integrando las Empresas Sanitarias, por sus siglas en inglés– se creó en 1998 por parte de usuarios y empresas de Estados Unidos para dar respuesta a los crecientes y urgentes problemas de interoperabilidad en el dominio de radiología. Es una iniciativa de empresas y profesionales de la sanidad sin fines de lucro, cuya finalidad es mejorar la comunicación entre los distintos sistemas de información sanitarios.

Para obtener la interoperabilidad, respecto a una tarea clínica específica, IHE crea perfiles de integración basados en los estándares existentes más apropiados y define las características esenciales para dar soporte a las tareas clínicas que debe tener un producto que quiera declararse conforme a dicho perfil. Los perfiles IHE especifican la información que debe ser intercambiada entre dos sistemas y las acciones que los sistemas receptores deben realizar al recibir la información. Sin embargo, a pesar de que proponen el marco necesario para una interoperabilidad efectiva y un flujo de trabajo eficiente, los perfiles no limitan como deben diseñarse estos sistemas para facilitar su uso [24].

Cada perfil de integración describe una necesidad clínica de integración de sistemas y la solución para llevarla a cabo. Define también los componentes funcionales y especifica con el mayor grado de detalle

posible las transacciones que cada componente funcional deberá llevar a cabo, basadas siempre en estándares como el DICOM y HL7.

IHE aumenta la seguridad del paciente al garantizar la integridad de la información médica. Reduce el tiempo empleado en la solución de problemas tales como la pérdida de datos y la aparición de estudios no correspondientes. 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. Permite alcanzar el nivel de integración exigible en la era de la historia clínica electrónica.

## 1.6. Tendencias actuales en la elaboración de informes imagenológicos

La realización de los informes radiológicos es una de las tareas más importantes de los departamentos imagenológicos. Lo que difiere un proceso de emisión del informe imagenológico de otro radica en las diversas maneras en que se puede llevar a cabo, además de que la entidad resultante: el reporte, puede poseer una estructura muy diferente de un servicio a otro dentro de una misma institución de salud.

Existen diferentes métodos para la realización del informe imagenológico, dependiendo del nivel de informatización que presente la institución hospitalaria. Existen hospitales en los cuales la elaboración del informe se realiza en papel, de puño y letra del profesional informante del documento. En otros casos más avanzados el especialista emite un criterio que luego es redactado formalmente de la misma manera pero por parte de una transcritora. Estos métodos presentan como principal desventaja la pérdida de archivos.

Para el caso en que la institución médica cuente con un servicio informatizado, podemos estar en presencia de alguna de las siguientes tendencias:

El reporte directo es el modo más simple y quizás menos práctico. En este caso el informe se genera en una computadora cercana al sitio de visualización de las imágenes, donde el especialista escribe sus hallazgos, observaciones y conclusiones directamente sobre el teclado. Al finalizar este proceso, generalmente el documento resultante es impreso y firmado por el especialista informante [7].

El método tradicional es el más utilizado globalmente, comúnmente conocido como Grabación-Transcripción, el especialista dicta a un grabador al mismo tiempo que está visualizando las imágenes. Luego estas grabaciones son transcritas por transcritores, quienes al finalizar su labor, devuelven el informe al médico informante para su revisión y aprobación.

El caso del reconocimiento de voz es similar al anterior, el médico especialista dicta sobre un micrófono mientras analiza las imágenes a la vez que un sistema de reconocimiento de voz realiza de forma automática la transcripción. Antes de firmar el informe se realizan las correcciones de los posibles errores de transcripción y una vez realizados, se valida y firma el documento [7].

La no estandarización de los informes es el principal problema que presentan estos métodos. Se facilita la solución de este problema con el uso de reportes estructurados, se trata de un método de reporte directo que reemplaza los procesos de dictado y transcripción para documentar la interpretación de la imagen médica. Estos sistemas combinan la utilización de macros y plantillas previamente confeccionadas. Estos reportes están organizados de manera consistente, tienen un estilo de lenguaje y sintaxis uniforme, no tienen errores de transcripción, son fácilmente interpretados por los médicos solicitantes y permiten la asociación de una serie de códigos invisibles que describen en un vocabulario controlado los hallazgos y la impresión diagnóstica [7].

La desventaja principal que presentan estos sistemas es la capacitación y tiempo de entrenamiento que se requiere para su funcionamiento, además se necesita definir la estructura, generación de bases de conocimientos, plantillas, macros y terminología.

En cualquiera de los casos el proceso de emisión finaliza con la impresión y firma del informe por parte del médico informante en la mayoría de los casos. De manera independientemente del método empleado para generar el informe (figura 3), este será presentado, visualizado o almacenado en formato digital; posibilitando la accesibilidad del diagnóstico; la disminución en la pérdida de expedientes y por consiguiente el fácil seguimiento de pacientes y el incremento en la calidad de atención a los mismos, al permitir búsquedas y comparaciones entre los distintos padecimientos permitiendo el despliegue rápido de información complementaria.



Figura 3 Metodologías de generación de reportes

## 1.7. Sistemas informáticos existentes

### 1.7.1. *En el mundo*

A nivel internacional la mayoría de los sistemas que automatizan el proceso de emisión del informe pertenecen a soluciones integradas como un módulo a los Sistemas de Información Radiológica y en otros casos a los Sistemas de Almacenamiento y Comunicación de Imágenes.

Aunque existen muchas soluciones para gestionar la emisión del informe, implementando dicho proceso con gran variedad de formas y alcances. El mercado mundial está cubierto por las grandes empresas que generalmente coinciden con ser los fabricantes de los equipos médicos, brindando de esta manera soluciones integrales. Tales son los casos de SIEMENS Medical Solutions, PHILIPS Medical System, MERGE Healthcare, GENERAL ELECTRIC, AGFA HealthCare, entre otras, que en la mayoría de los casos poseen soluciones estandarizadas e integrables.

Su principal desventaja radica en los altos costos de sus productos y del soporte técnico incluyendo la capacitación para el uso del sistema.

### 1.7.2. *En Cuba*

En Cuba se tiene la existencia del sistema desarrollado por Softel, empresa cubana de software, el cual informatiza toda la gestión de los servicios de diagnóstico y consultas. El sistema conocido como GalenLab gestiona las órdenes de laboratorio y otros estudios de acuerdo a los servicios que brinda la institución. En la actualidad, este sistema se encuentra instalado en varios hospitales de la capital cubana y de la hermana República Bolivariana de Venezuela [25].

El sistema fue previsto en un principio para el trabajo en el laboratorio. Poco a poco se fue extendiendo a los departamentos de ultrasonido bidimensional, mamografía y endoscopia del área de imagenología. En dichos servicios el sistema fue capaz de gestionar desde el otorgamiento de citas y admisión de pacientes, hasta la realización del examen y diagnóstico del mismo [5].

Otro de los sistemas desarrollados por Softel tiene por nombre Angicord, dicho sistema permite la elaboración de informes estructurados y actualmente se encuentra funcionando en el Hospital CIMEQ para el departamento de cardiología.

Angicord permite elaborar informes como resultado final de las coronariografías, angiografías, hemodinamias y valvuloplastias, utilizando para ello una codificación de los hallazgos desarrollada por el propio centro. Permite también la impresión del documento y el almacenamiento del mismo de manera local en la única estación de trabajo donde está instalada. Aunque posee limitantes de integración con otros sistemas, resuelve los problemas para los que fue diseñada y agiliza el proceso de emisión del informe eliminando ambigüedades con el uso de la codificación empleada.

En la UCI existe también una solución que informatiza los procesos básicos de elaboración de un informe para un departamento imagenológico. Este desarrollo constituye uno de los módulos del sistema alas PACS desarrollado por el Departamento de Software Médico Imagenológico. En la actualidad este módulo se encuentra instalado junto al resto del sistema en muchos centros de salud de la capital, así como en algunos centros de salud de la hermana República Bolivariana de Venezuela.

Este módulo conocido como **Reportador** posee un repositorio centralizado al que se puede acceder desde cualquier otra estación de reporte, ya sea con el reportador de alas PACS como con el sistema web alas RIS, además el sistema permite la codificación de los hallazgos con el uso del Codificador Internacional de Radiología. Brinda la posibilidad de realizar la transcripción mediante el grabado de voz y agiliza el proceso de confección del documento con la obtención automática de la información contenida en el fichero DICOM.

El Reportador del sistema alas PACS, a pesar de resolver un grupo importante de necesidades, carece de un estándar para la comunicación con otros sistemas de información radiológica, gestiona encarecidamente la edición de plantillas como medio de reutilización del conocimiento y homogeneidad de los informes, es poco configurable ante los distintos ambientes y escenarios en los que se puede realizar la instalación y no permite la modificación de los datos primarios que se recogen en la institución.

El servicio de transcripción que brinda el Reportador, presenta restricciones que pueden provocar un atraso en la elaboración de los informes, pues una vez que los transcritores tengan los reportes en su lista de trabajo, no tienen forma de identificar cuáles son los casos de urgencias, pues el sistema no le brinda la posibilidad a los especialistas que emiten el informe marcarlo como urgencia. Otra limitante está dada en la revisión por parte del especialista una vez que el transcriptor haya terminado su labor, pues el médico informante no tiene forma de señalarle al transcriptor los errores encontrados que no permiten la aprobación del informe.

## 1.8. Metodologías, tecnologías y herramientas

### 1.8.1. *Metodología de desarrollo*

Una metodología de desarrollo de software es un conjunto de procedimientos, técnicas, herramientas y un soporte documental que ayuda a los desarrolladores a realizar un software [26]. El uso de esta permite llevar una planificación y un control más eficiente del trabajo realizado con vistas a lograr los objetivos propuestos.

La metodología a utilizar para el desarrollo de los objetivos propuestos de la investigación está definida por el Departamento de Software Médico Imagenológico y tiene como base a RUP, valorando las características propias y el proceso de mejora que se lleva a cabo en el área como apéndice de la Universidad para obtener la certificación en el nivel 2 de CMMI.

### 1.8.2. *RUP*

**Rational Unified Process (RUP)** – Proceso Unificado de Desarrollo, por sus siglas en inglés – es una metodología para la ingeniería de software que va más allá del mero análisis y diseño orientado a objetos para proporcionar una familia de técnicas que soportan el ciclo completo de desarrollo de software [27].

El resultado es un proceso basado en componentes, dirigido por los casos de uso, centrado en la arquitectura, iterativo e incremental. Incluye artefactos y roles. RUP permite desarrollar aplicaciones sacando el máximo provecho de las nuevas tecnologías, mejorando la calidad, el rendimiento, la reutilización, la seguridad y el mantenimiento del software mediante una gestión sistemática de los riesgos [28]. Además enriquece la productividad en equipo y proporciona prácticas óptimas de software a todos sus miembros [29]. Esta metodología no solo garantiza que los proyectos abordados serán ejecutados íntegramente sino que además evita desviaciones importantes respecto a los plazos [30].

### 1.8.3. *CMMI 1.2*

**Capability Maturity Model Integration (CMMI)** – Modelo Integrado de Madurez y Capacidad, por sus siglas en inglés – es un modelo para la mejora y evaluación de procesos para el desarrollo, mantenimiento y operación de sistemas de software [31].

El objetivo del proyecto CMMI es mejorar la usabilidad de modelos de madurez integrando varios modelos diferentes en un solo marco. Plantea que las organizaciones pueden ubicarse en alguno de los niveles de

madurez, dependiendo del grado de sofisticación de sus procesos. A su vez, los niveles de madurez quedan caracterizado por un conjunto de áreas de proceso que agrupan prácticas que, al ser ejecutadas colectivamente, permiten cumplir con algún objetivo que es considerado importante para el modelo [32].

Para medir la capacidad de los procesos CMMI define los niveles de madurez. Un nivel 0 denominado incompleto, en el cual el proceso no se realiza o no se consiguen sus objetivos. Otro conocido como ejecutado o nivel 1, donde el proceso se ejecuta y se logra su objetivo. En el nivel 2 o gestionado, además de ejecutarse, el proceso se planifica, se revisa y se evalúa para comprobar que cumple los requisitos. En el nivel 3 o definido, además de ser un proceso gestionado se ajusta a la política de procesos que existen en la organización, alineada con las directivas de la empresa. En el cuantitativamente gestionado o nivel 4 además de ser un proceso definido se controla utilizando técnicas cuantitativas. En el nivel 5 u optimizado aparte de de ser un proceso cuantitativamente gestionado, de forma sistemática se revisa y se modifica o cambia para adaptarlo a los objetivos del negocio.

El nivel 2 que se desea alcanzar de CMMI contiene 7 áreas de procesos. La arquitectura del sistema está enmarcada fundamentalmente en el área de proceso Administración de Requisitos, la cual tiene como propósito mantener bajo control los requerimientos que el producto a desarrollar debe satisfacer. Esta área tiene 5 prácticas específicas las cuales trabajan en lograr una mejor comprensión del significado de los requerimientos, comprometer a los participantes e identificar inconsistencias entre los requerimientos.

Para lograr el cumplimiento de estas prácticas fue creado en la UCI el IPP-3510: 2009 Libro de Proceso para la Administración de Requisitos, que tiene como objetivo definir los procesos a seguir durante el ciclo de vida del desarrollo de un proyecto dividiéndolo en las siguientes fases: estudio preliminar, modelación del negocio, requisitos, análisis y diseño, implementación, pruebas internas, pruebas de liberación, despliegue y soporte.

#### 1.8.4. UML 2.1

Los lenguajes de modelado orientados a objetos aparecieron entre la mitad de los 70 y finales de los 80, cuando los metodólogos, enfrentados a los nuevos lenguajes de programación orientados a objetos y a unas aplicaciones cada vez más complejas, empezaron a experimentar con enfoques alternativos al análisis y al diseño de sus desarrollos [33].

Los esfuerzos de **Unified Modeling Language (UML)** – Lenguaje de Modelado Unificado, por sus siglas en inglés – no dieron inicio hasta 1994, cuando sus creadores Grady Booch, James Rumbaugh e Ivar Jacobson, unificaron los conceptos de los tres lenguajes de modelado OO (Orientados a Objetos) más reconocidos hasta ese momento [34].

Este lenguaje de modelado se considera lo suficientemente expresivo para modelar otros elementos como flujos de trabajo, diseño de hardware, entre otros. Es un lenguaje gráfico para visualizar, especificar, describir métodos o procesos, construir y documentar un sistema informático. Se utiliza para dar soporte a metodologías de desarrollo de software ágiles o robustas [35].

#### 1.8.5. *BPMN 1.2*

**Business Process Modeling Notation (BPMN)** – Notación para el Modelado de Procesos de Negocio, por sus siglas en inglés – es una notación gráfica estandarizada que permite el modelado de procesos de negocio.

BPMN cierra la distancia que surge en ocasiones entre el diseño del proceso de negocio y su implementación ofreciendo la posibilidad de modelar incluso cuando los procesos del negocio no están claros. El modelado se realiza a través de diagramas que poseen pocos elementos gráficos, facilitando su uso y comprensión. BPMN solo es aplicable a procesos de negocio, cualquier variante que salga de este ámbito, no podrá utilizar esta notación gráfica.

#### 1.8.6. *Enterprise Architect 7.5*

Enterprise Architect es una plataforma avanzada para el modelado y diseño de software, sistemas o negocios. El ambiente de trabajo está potenciado por UML 2.1 y BPMN, con herramientas que pueden proveerle una estructura competitiva en modelado de negocio, diseño de software, ingeniería de sistemas, arquitectura de empresas, gestión de requisitos y mucho más [38].

Esta poderosa herramienta posibilita la realización de ingeniería inversa a partir de más de 10 lenguajes de programación. Es posible importar una base de datos a partir de sus esquemas, establece seguridad basada en roles para el trabajo en equipo, así como el control de versiones con cualquier herramienta SCC compatible e importar códigos binarios desde .NET o Java.



### 1.8.7. *.NET Framework 3.5*

.Net Framework es un proyecto de la Microsoft para crear una infraestructura de desarrollo o plataforma sobre la que se reúne todo un conjunto de lenguajes y servicios que permiten el desarrollo de aplicaciones de una manera más rápida. Mediante esta herramienta se ofrece un entorno de ejecución altamente distribuido, que permite crear aplicaciones robustas y escalables [36].

Esta nueva tecnología es una solución que se convierte en uno de los productos principales en la oferta de Microsoft, y pretende ser utilizada por la mayoría de las aplicaciones creadas para la plataforma Windows.

### 1.8.8. *MyDICOM .NET SDK 5.2.1*

Es un conjunto de librerías que implementan los servicios del estándar DICOM. Dentro de las funcionalidades que implementan, están los más importantes servicios de red y las clases bases para el procesamiento de imágenes permitiendo realizar principalmente la lectura, transmisión e impresión de archivos DICOM conforme al estándar. Es compatible con MONO, por lo que la portabilidad de soluciones desarrolladas sobre este framework son viables y pueden ser llevada a cabo con poco esfuerzo [37].

A pesar de la existencia de varias librerías para el trabajo con DICOM, se valora el uso de MyDICOM por estar implementadas sobre la plataforma .NET y su facilidad de uso. Además, su implementación en C# facilita la comprensión de los ejemplos y la detección de posibles errores en su implementación.

### 1.8.9. *C# 3.0*

C# es un lenguaje de programación orientado a objetos que fue creado y estandarizado por Microsoft de manera independiente para desarrollar aplicaciones sobre la plataforma .NET. Logra capturar los mejores rasgos de los lenguajes de programación más populares que le precedieron, combinándolo en uno.

Se valora el uso de este lenguaje debido a su gran flexibilidad, sencillez y seguridad. Además permite trabajar tanto a bajo nivel con el uso de punteros como a un alto nivel, de manera que sea más descriptivo y cercano al lenguaje natural, permite acceder a las características avanzadas de la plataforma sobre la que se trabajará, crear código muy eficiente en aquellos puntos de la aplicación que son críticos y acceder a las interfaces de programación de aplicaciones existentes.

## CAPÍTULO 2. CARACTERÍSTICAS DEL SISTEMA

En el presente capítulo se detalla el proceso de emisión de informes imagenológicos. Se realiza el modelado de este proceso y se procede a especificar los requerimientos de software necesarios para brindar una solución informática loable. Contiene una propuesta inicial del sistema a desarrollar que de cumplimiento al objetivo de la investigación y tenga en cuenta las tendencias actuales, sistemas informáticos existentes, los estándares relacionados y los requerimientos de software. Por último se definen los actores y los casos de uso del sistema realizando una descripción detallada de cada uno.

### 2.1. Proceso de emisión de informe imagenológico

El proceso de emisión del informe comienza una vez que el paciente se ha realizado un estudio imagenológico con anterioridad. Este complementario realizado puede llegar al especialista radiólogo como una placa convencional o en formato digital, ya sea en manos del propio paciente, algún acompañante, personal médico o por la red hasta su estación de trabajo. En cualquiera de los casos, el especialista procede a realizar la interpretación del estudio, con el objetivo de emitir un diagnóstico concluyente de los hallazgos encontrados como resultado de la observación.

Una vez terminada esta actividad, el especialista procede a emitir el informe. Este proceso puede ocurrir de diversas maneras, dependiendo de los diferentes ambientes y escenarios en que se realice.

En el caso más sencillo el especialista puede escribir el informe personalmente, ya sea en papel, de puño y letra del médico informante o en formato digital. Teniendo en cuenta el procedimiento realizado, una vez que se concluya con el mismo, se imprime y firma el documento.

En caso de que se cuente con un servicio de transcripción, el especialista entrega una breve descripción de los hallazgos encontrados junto a los datos del paciente. Tanto los datos como la descripción, pueden llegar a la transcriptor en el reverso de la orden del complementario o en cualquier otro documento en formato digital o papel, o dictados mientras el especialista visualiza las imágenes del estudio, también pueden llegar como un audio resultante de la grabación de la voz del especialista describiendo los hallazgos encontrados en el estudio durante su análisis.

Posteriormente o de manera simultánea (en caso del dictado) una transcriptor o el propio especialista (realizando el rol de transcriptor -excluyendo el caso del dictado-) complementan el informe basándose en

la descripción dada por el especialista. Una vez terminada la transcripción el especialista la revisa, si está correcta, aprueba el informe, imprime (si es necesario) y lo firma. En caso contrario se le entrega nuevamente a la transcritora para que lo corrija según las recomendaciones dadas por el especialista.

Como variante más avanzada del proceso de transcripción, el especialista puede dictar sus hallazgos y un sistema de reconocimiento de voz realizaría la transcripción, sustituyendo el trabajo realizado por la transcritora. El resultado de esta transcripción pasaría por el proceso de revisión antes descrito para terminar con la aprobación y firma del documento.

Todas estas variantes pueden optimizarse con la utilización de plantillas para la confección del informe. Estas plantillas estarían previamente definidas por los especialistas y en su contenido se encontrarían los elementos comunes para la descripción de los diversos hallazgos. Una vez que la plantilla sea aplicada, puede modificarse para el caso particular que se está analizando y luego puede imprimirse para ser firmada. Como una variante similar a las plantillas está el uso de codificaciones de enfermedades o patologías, las mismas pueden ser creadas por la propia institución o pueden ser las establecidas internacionalmente.

Durante el proceso de emisión del informe, el especialista puede adjuntar alguna imagen de interés al documento proveniente del estudio informado. Una vez terminado este proceso, se tiene un documento con la interpretación del especialista que constituye el resultado final que se lleva el paciente del proceso asistencial al que es sometido al realizarse un estudio.

Para finalizar, un modelo es almacenado en la institución hospitalaria adjunto a la historia clínica del paciente (si existe) y el otro después de estar aprobado y firmado por el especialista es entregado al paciente.

## 2.2. Modelo del proceso de negocio

Para lograr una mayor visibilidad de las actividades presentes en la organización relacionadas al proceso de emisión de informes imagenológicos y dar paso de manera más clara a la especificación de los requisitos de software se realiza el modelado del proceso de negocio.

Con el modelado de los procesos del negocio se logra identificar mejor las actividades presentes en el desarrollo del proceso, así como los roles y objetos que intervienen en cada una de ellas.

### 2.2.1. Descripción y modelado del proceso de negocio

El proceso de emitir un informe imagenológico comienza cuando el especialista termina de analizar un estudio y procede a emitir un diagnóstico concluyente basado en su interpretación. Este diagnóstico o interpretación es almacenada en un documento oficial que es firmado por el informante y entregado al paciente. En el [Anexo 1](#) se muestra el flujo de actividades de dicho proceso para el área de Radiología, de igual manera se realiza en el área de Medicina Nuclear.

## 2.3. Especificación de los requisitos de software

La captura de los requisitos es una de las actividades fundamentales que se desarrollan durante el proceso de construcción de un software. Como constituyen las condiciones o capacidades que el software debe cumplir, es necesario que sean verificados y validados para evitar errores en futuras etapas que conllevarían a resultados inesperados y atrasos en el desarrollo [41].

### 2.3.1. Especificación de requisitos funcionales

Las actividades definidas durante el modelado del proceso de emisión del informe imagenológico no son exactamente los requerimientos funcionales, pero si constituyen el punto de partida para identificar que debe hacer el sistema. La tabla 1 muestra los requisitos funcionales de la aplicación.

Número	Requerimiento	Descripción
RF 1.1	Crear informe	Consiste en crear un informe digital en formato DICOM SR. Esta acción es realizada por un especialista.
RF 1.2	Modificar informe.	Modificar un informe previamente elaborado.
RF 1.3	Eliminar informe.	Eliminar un informe previamente elaborado.
RF 1.4	Aprobar informe.	Una vez revisado el informe, si está correcto el especialista lo aprueba.
RF 1.5	Rechazar informe.	El especialista rechaza el informe cuando al revisarlo, el mismo no está correcto.
RF 1.6	Guardar informe.	Almacenar el informe para posteriores revisiones.
RF 1.6.1	Almacenar informe localmente.	Almacenar en el Inbox de reportes locales.
RF 1.6.2	Almacenar en repositorio remoto.	Almacenar centralmente el informe.

RF 1.7	Buscar informe.	Buscar un informe almacenado.
RF 1.8	Obtener informe.	Obtener un informe almacenado.
RF 1.9	Abrir informe.	Abrir un informe elaborado con anterioridad.
RF 1.10	Visualizar informe.	Le brinda al usuario una referencia visual del contenido del mismo.
RF 1.11	Transcribir informe	Es la acción de escribir en un documento lo descrito por el especialista al explorar el estudio imagenológico.
RF 2	Exportar informe	Exportar el informe a otro formato, ya sea PDF o RTF.
RF 3	Imprimir informe.	Imprimir un informe para ser firmado y entregado.
RF 4.1	Obtener lista de trabajo.	Obtener lista de trabajo de los casos a informar, revisar o aprobar.
RF 4.2	Actualizar lista de trabajo.	Actualizar la lista de trabajo.
RF 4.3	Visualizar lista de trabajo.	Visualizar lista de trabajo.
RF 5	Chequear ortografía.	Verificar la ortografía y corregir los errores encontrados.
RF 6.1	Crear plantilla.	Crear una plantilla.
RF 6.2	Modificar plantilla.	Modificar una plantilla previamente elaborada.
RF 6.3	Eliminar plantilla.	Eliminar una plantilla previamente elaborada.
RF 6.4	Almacenar plantilla.	Almacenar plantilla para poder utilizarla en otro momento.
RF 6.5	Obtener plantilla.	Obtener una plantilla para utilizarla posteriormente.
RF 6.6	Buscar plantilla.	Buscar una plantilla almacenada.
RF 6.7	Exportar plantilla.	Exportar una plantilla a otro formato.
RF 6.8	Aplicar plantilla al informe.	Aplicar una plantilla previamente elaborada.
RF 6.9	Visualizar plantilla.	Mostrar una plantilla previamente elaborada.
RF 7.1	Añadir imágenes al informe.	Añadir imágenes al informe.
RF 7.2	Editar imagen añadida.	Permite resaltar alguna región específica de la imagen.
RF 7.3	Eliminar imágenes del informe.	Eliminar imágenes si las añadidas no tiene valor para el informe.
RF 7.4	Visualizar imágenes del informe.	Mostrar imágenes del informe en miniatura.
RF 8.1	Añadir repositorio de reportes.	Añadir repositorio de reportes para almacenar

		centralmente los informes.
RF 8.2	Eliminar repositorio de reportes.	Eliminar el repositorio si este ya no está disponible.
RF 8.3	Verificar conexión.	Verificar conexión con el repositorio remoto de reportes.
RF 8.4	Seleccionar un Inbox local para los informes.	Seleccionar un Inbox local para almacenar los informes en la propia estación de trabajo.
RF 9.1	Grabar audio del informe.	Grabar audio proveniente de la voz del especialista para el informe.
RF 9.2	Pausar grabación del informe.	Pausar grabación.
RF 9.3	Detener grabación del informe.	Detener la grabación al concluir la misma.
RF 10.1	Reproducir audio del informe.	Reproducir audio para escuchar y transcribir el informe.
RF 10.2	Pausar reproducción del informe.	Pausar la reproducción.
RF 10.3	Detener reproducción del informe.	Detener la reproducción.
RF 10.4	Adelantar reproducción del informe.	Adelantar reproducción del informe.
RF 10.5	Retroceder reproducción del informe.	Retroceder reproducción del informe.
RF 10.6	Cargar audio.	Cargar un audio para su reproducción.
RF 11	Codificar diagnóstico.	Codificar diagnóstico por los hallazgos encontrados.
RF 12.1	Verificar existencia de plugin.	Comprobar si existe algún plugin compatible con el sistema.
RF 12.2	Instalar plugin.	Instalar un plugin para interactuar con el mismo.
RF 12.3	Desinstalar plugin.	Elimina un plugin existente del sistema.
RF 12.4	Configurar plugin.	Permitir al usuario interactuar con las funcionalidades del plugin.
RF 13	Autenticarse.	Autenticarse en el sistema para trabajar online dado un rol definido.

Tabla 1 Requerimientos funcionales

### 2.3.2. Especificación de requisitos no funcionales

Los requerimientos no funcionales pueden verse como las características o condiciones que el software debe cumplir para que sea un producto atractivo, usable, rápido o confiable [42].

Para lograr un mejor entendimiento de los mismos estos son agrupados en diferentes categorías. La tabla 2 muestra los requisitos no funcionales de la aplicación.

Número	Requisito	Descripción
RNU 1	Soportar varios idiomas.	El sistema debe soportar varios idiomas seleccionados por el usuario.
RNU 2	Respetar experiencia de usuario.	Fácil empleo para usuarios con conocimientos básicos en el manejo de aplicaciones de escritorio.
RNU 3	Continuar experiencia de usuario del sistema alas PACS.	Continuar la experiencia de usuario presente en el sistema alas PACS, ya que es un componente del mismo.
RNU 4	Acceso rápido a las principales funciones.	Acceso rápido por teclado a las principales funcionalidades utilizadas por los especialistas.
RNU 5	Visualizar el estado actual del informe.	Señalar con escala de colores en la lista de trabajo los informes según su estado (pendiente, aprobado, por informar).
RNU 6	Resaltar urgencias.	Resaltar las urgencias (informes con mayor prioridad).
RNU 7	Seleccionar campos del informe.	Se podrá seleccionar los campos que estarán presentes en el informe.
RNU 8	Seleccionar componentes del reportador.	El usuario debe poder seleccionar los componentes que desea que estén visibles en el reportador.
RNU 9	Proceso de emisión del informe sencillo.	El proceso de emisión debe resultar intuitivo y sencillo.
RNU 10	Avisar cuando existan informes en espera.	Avisar visualmente cuando existan informes listos para entrar en la lista de trabajo.
RNU 11	Aplicar estilos y fuentes al texto.	Posibilitar el ajuste de tamaño de fuentes y estilos básicos para el texto del informe.
RNU 12	Buscar informes por múltiples	Debe ser posible buscar informes existentes por múltiples

	criterios.	criterios.
RNU 13	Visualizar vista previa de impresión.	Mostrar una vista previa del informe antes de imprimir.
RNU 14	Mantener experiencia de usuario en la corrección ortográfica.	Señalar posibles errores ortográficos dinámicamente o de manera estática.
RNU 15	Obtener información del estudio.	El sistema debe permitir añadir información del estudio.
RNS 1	Acceso limitado a los recursos.	Los informes serán accedidos por personal autorizado.
RNS 2	Verificar identidad de plugin.	Verificar identidad de plugin para que puedan interactuar con el sistema.
RNEA 1	Utilizar el estándar DICOM 3.0.	Estándar DICOM para la creación del informe y su envío.
RNIU 1	Maximizar el espacio de trabajo.	Maximizar el espacio de trabajo para facilitar el trabajo con el sistema.
RNC 1	Definir capacidad máxima del Inbox.	El Inbox del reportador debe tener una capacidad máxima definida por configuración para posteriormente realizar un saneamiento (eliminar informes bajo ciertos criterios).
RNDI 1	C# como lenguaje de desarrollo.	C# como lenguaje de desarrollo del futuro sistema.
RNDI 2	Visual Studio Team Suite como IDE de desarrollo.	Visual Studio Team Suite como IDE de desarrollo, pues se integra con varios lenguajes entre ellos C#.
RNDI 3	Enterprise Architect como herramienta CASE.	Enterprise Architect como herramienta CASE.
RNDI 4	Notación BPMN para el modelado de los procesos de negocio.	Notación BPMN para el modelado de los procesos de negocio.
RNDI 5	UML como lenguaje de modelado.	UML como lenguaje de modelado para el resto de los artefactos.
RNDI 6	Utilizar los patrones de diseño GRASP.	Utilizar los patrones de diseño GRASP para la asignación de responsabilidades.
RNDI 7	Utilizar los patrones de diseño creacionales, estructurales y de comportamiento.	Utilizar los patrones de diseño creacionales, estructurales y de comportamiento definidos en el libro GOF.



RNF 1	Recuperación ante errores.	El sistema debe ser capaz de recuperarse de posibles errores.
RNF 2	Registrar errores.	Se deberá dejar un registro de los errores producidos (Logs).
RNS 3	Definir los permisos por roles.	Los usuarios tendrán acceso únicamente a la información que necesitan.
RNSO 1	Manual de usuario.	Manual de usuario para guiar al cliente.
RNSO 2	Expediente de proyecto actualizado.	El expediente de proyecto estará bien documentado para garantizar futuros mantenimientos
RNR 1	Realizar búsquedas de manera rápida y eficiente.	El sistema debe permitir hacer búsquedas de manera rápida y eficiente, igual o superior a 2 informes por segundo en informes de tamaño medio de 512 KB.
RNR 2	Realizar de asincrónicamente la búsqueda, obtención y almacenamiento.	Las tareas de búsqueda, obtención y almacenamiento deben realizarse de forma asincrónica.
RNI 1	Interfaz definida por los visores del PACS.	Interfaz definida por los visores del PACS.
RNI 2	Interfaces bien definidas para la interacción con plugins.	Deben existir interfaces bien definidas para la interacción con plugins.
RNFO 1	Sistema Operativo Windows XP o superior.	Debe desplegarse en Sistema Operativo Windows XP o superior.
RNFO 2	Plataforma .NET Framework 3.0 o Mono 2.6.	Microsoft .NET Framework 3.0 o Mono 2.6 o superior.
RNFO 3	Librería MyDICOM.NET 5.x instalada.	Debe estar instalada la librería MyDICOM.NET 5.x.
RNFO 4	Independencia del sistema.	El sistema debe poder funcionar independiente del Viewer y unido a este.
RNFO 5	Memoria RAM 512 MB o superior.	Memoria RAM 512 MB o superior.
RNFO 6	Procesador Pentium IV 3.0 GHz o superior.	Procesador Pentium IV 3.0 GHz o superior.

RNL 1	Declaración de conformidad con DICOM 3.0.	Declaración de conformidad con DICOM 3.0.
RNL 2	Licencia de MyDICOM.Net 5.X.	Licencia de MyDICOM.Net 5.X.
RNL 3	Licencia del Departamento de Software Médico Imagenológico instalada.	El sistema debe tener la licencia del Departamento de Software Médico Imagenológico instalada.
RNUR 1	Almacenar audios e informes localmente.	Almacenar audios e informes localmente bajo una política de espacio temporal y permanente.

Tabla 2 Requerimientos no funcionales

## 2.4. Sistema propuesto

Después de realizar una investigación del estado del arte del proceso de emisión de informes imagenológicos, analizar las principales funcionalidades que brindan los sistemas homólogos, conocer las características de los usuarios que utilizarán el sistema, las herramientas y tecnologías empleadas para encaminar el desarrollo y soporte; se determinaron las principales funcionalidades y características que debe tener el sistema.

El sistema deberá permitir crear, modificar y almacenar un informe imagenológico, además de otras operaciones básicas como visualizar, chequear la ortografía e imprimir el documento. Para agilizar el proceso de emisión del informe se gestionarán plantillas, las cuales contendrán valores comunes para la descripción de los diversos tipos de hallazgos. Además se podrán adicionar imágenes al informe, permitiendo la edición de las mismas, así como eliminarlas y visualizarlas. También le permitirá al especialista realizar una grabación al mismo tiempo que está visualizando las imágenes, posteriormente esta grabación será transcrita mediante la reproducción del archivo de audio creado que contendrá el informe dictado.

Para homogenizar el diagnóstico médico, el sistema soportará la codificación del informe; ya sea utilizando una establecida internacionalmente como la CIE-10 o una personalizada por la propia institución hospitalaria, en este último caso deberá definirse el formato que debe presentar para la integración al sistema.

Con el objetivo de lograr dinamismo y escalabilidad, el sistema permitirá la interacción con plugins logrando el crecimiento funcional sin modificaciones en el código. Se tendrá en cuenta la seguridad a la hora de la interacción con estos componentes, verificando que correspondan a claves definidas durante su diseño, evitando el mal funcionamiento que pudiera provocar el acceso de plugins ilegítimos.

La configuración del sistema deberá adaptarse ante los distintos ambientes y escenarios en los que pueda realizarse la instalación. Se podrán seleccionar los campos presentes en el informe así como los componentes de la interfaz de usuario. Además se podrá seleccionar el idioma, la dirección del repositorio local y otros elementos que personalizan el trabajo y hacen más usable el sistema.

En caso de interactuar con un repositorio remoto, se registrará su ubicación y se deberá posibilitar el envío y obtención de los informes de manera segura. También brindará la posibilidad de autenticarse en el sistema por roles, siendo estos definidos en relación al nivel de acceso a las funcionalidades existentes. Se gestionará una lista de trabajo que representará a cada rol, los casos por informar, transcribir y aprobar, así como las urgencias.

El futuro sistema posibilitará trabajar independiente de cualquier otra aplicación, deberá integrarse con los otros componentes del sistema alas PACS y lograr la interacción con otros sistemas externos que sean DICOM compatibles. Para este último caso, responderá al estándar DICOM 3.0 y en específico a DICOM SR para los reportes estructurados; implementando para la comunicación, todos los servicios definidos en el estándar y propuestos por IHE para el proceso de emisión, envío, búsqueda y almacenamiento del informe.

El sistema deberá ser fácil de usar, teniendo presente la experiencia de usuario, los conocimientos básicos en el manejo de aplicaciones de escritorio y la utilización de otros componentes del sistema alas PACS.

#### *2.4.1. Definición de actores del sistema*

Un actor es toda entidad externa al sistema que guarda una relación con este y que le demanda una funcionalidad. Esto incluye a los operadores humanos, los sistemas externos y entidades abstractas como el tiempo. Un actor representa un rol en el sistema, no un usuario en específico del mismo [42].

Después de modelar el proceso de emisión de informe imagenológico y extraer los requerimientos del sistema, se definieron los actores debido a que en algunos casos estos son sistemas externos y en otros son usuarios directos que interactuarán con el sistema. En la tabla 3 se muestran los actores del sistema.

Actor	Justificación
Personal médico	<p>El Personal médico está constituido por los especialistas en imagenología y los transcriptoros. Inicia los casos de uso del paquete de informes, gestionar lista de trabajo, gestionar plantillas, gestionar reproducción, gestionar plugins y gestionar configuración. Así como los casos de uso exportar e imprimir informe, chequear ortografía, codificar diagnóstico y autenticarse.</p> <p>En caso de existir comunicación con un repositorio DICOM inicializaría los casos de uso C-FIND SCU, C-STORE SCU, C-ECHO SCU.</p>
Especialista	<p>El Especialista en imagenología es el personal médico encargado de diagnosticar a un paciente determinado, es decir, elaborar su informe imagenológico. Además de todos los paquetes y casos de uso que inicializa el actor del sistema personal médico, inicia los casos de uso del paquete de gestión de imágenes, gestionar grabación y adicionar imágenes al informe.</p>
Transcriptor	<p>El Transcriptor es el personal médico encargado de la transcripción de los informes imagenológicos. Además de todos los casos de uso y paquetes que inicializa el actor del sistema Personal médico, inicializa también el caso de uso transcribir informe.</p>
Administrador del sistema	<p>El Administrador del sistema es un personal de informática encargado de la administración y configuración del sistema. Inicializa los casos de uso añadir repositorio de reportes, eliminar repositorio de reportes y verificar conexión.</p>
Repositorio DICOM	<p>El Repositorio DICOM es un servidor de imágenes DICOM. Inicializa los casos de uso realizar C-ECHO SCP y C-STORE SCP.</p>
alas PACSViewer	<p>alas PACSViewer es un componente del sistema alas PACS que inicia el caso de uso Añadir información del estudio al informe y cuando interactúa integrado al sistema de reportes, este puede iniciarlo. Funciona como un Notificador.</p>

Worklist	Worklist es un servidor de listas de trabajo encargado de asegurar la coherencia de la información radiológica en los servicios de imagenología de los centros hospitalarios. Inicializa el caso de uso notificar información del estudio, necesaria para poder crear una lista de trabajo en estrecha relación a un estudio realizado, listo para ser informado.
Repositorio de reportes	El repositorio de reportes sería un componente del sistema alas PACS que tiene como función almacenar los informes que son enviados desde el sistema, este puede estar estandarizado (DICOM compatible) o no.

Tabla 3 Actores del sistema

El paquete gestionar plugins, puede ser inicializado por el propio sistema sin la necesidad de que intervengan los actores antes expuestos, los mismos, podrían configurarlos una vez instalados, permitiéndoles en algunos casos realizar todas las operaciones sobre ellos.

## 2.5. Definición de los casos de uso del sistema

### 2.5.1. Diagramas de los casos de uso del sistema

Los diagramas de casos de uso especifican la funcionalidad y el comportamiento de un sistema mediante su interacción con los usuarios y otros sistemas. Se utilizan para ilustrar los requerimientos del sistema al mostrar cómo reacciona una respuesta a eventos que se producen en el mismo [42].

La figura 4 muestra las principales funcionalidades del sistema propuesto a partir de un diagrama de casos de uso del sistema.

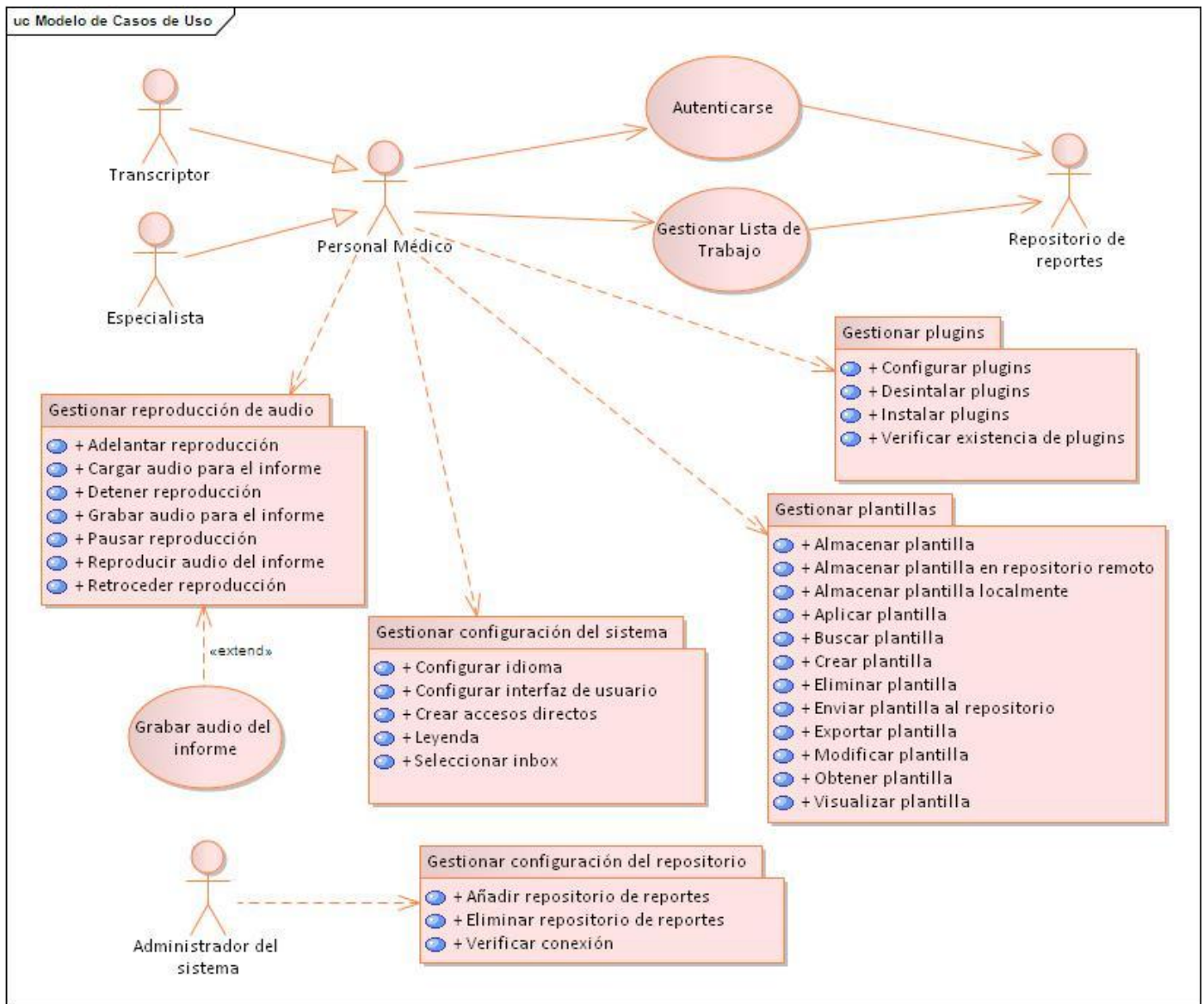


Figura 4 Diagrama de casos de uso del sistema

## 2.6. Descripción de los casos de uso del sistema

Un caso de uso es una secuencia de transacciones que son desarrolladas por un sistema en respuesta a un evento que inicia un actor sobre el propio sistema, constituye una descripción de un conjunto de

secuencias completas de acciones que el sistema puede realizar y que, además, produce un resultado observable de valor para un actor. Describe qué hace el sistema, no cómo lo hace [42].

Las tablas que se muestran a continuación muestran una breve descripción de los casos de uso del sistema cuya prioridad es crítica. Las descripciones detalladas de los casos de uso más significativos se presentan en el [Anexo II](#).

<b>CU # 1. Elaborar informe</b>	
<b>Objetivo</b>	Su objetivo es escribir los hallazgos del estudio al que fue sometido el paciente.
<b>Actores</b>	Especialista
<b>Resumen</b>	Le permite al Especialista la elaboración de un informe imagenológico a un determinado paciente.
<b>Complejidad</b>	Media
<b>Prioridad</b>	Crítico
<b>Referencias</b>	RF 1.1

Tabla 4 Resumen del CU Elaborar informe

<b>CU # 2. Modificar informe</b>	
<b>Objetivo</b>	Su objetivo es corregir o modificar los datos de informes existentes.
<b>Actores</b>	Personal médico
<b>Resumen</b>	Le permite al Personal médico realizar la modificación de los parámetros del informe.
<b>Complejidad</b>	Media
<b>Prioridad</b>	Crítico
<b>Referencias</b>	RF 1.2

Tabla 5 Resumen del CU Modificar informe

<b>CU # 3. Gestionar Informe</b>	
<b>Objetivo</b>	Eliminar, Obtener, Visualizar e Imprimir informes imagenológicos previamente elaborados.
<b>Actores</b>	Personal médico
<b>Resumen</b>	Le permite al Personal médico gestionar los informes, eliminando, obteniendo, visualizando e imprimiendo los ya existentes.
<b>Complejidad</b>	Media

<b>Prioridad</b>	Crítico
<b>Referencias</b>	RF 1.3, 1.8, 1.10, 3

Tabla 6 Resumen del CU Gestionar informe

<b>CU # 4. Aprobar informe</b>	
<b>Objetivo</b>	Su objetivo es aceptar la elaboración del informe para posteriores análisis.
<b>Actores</b>	Especialista
<b>Resumen</b>	El Especialista luego de hacer una revisión del informe, si este está correcto puede aprobarlo.
<b>Complejidad</b>	Media
<b>Prioridad</b>	Crítico
<b>Referencias</b>	RF 1.4

Tabla 7 Resumen del CU Aprobar informe

<b>CU # 5. Rechazar informe</b>	
<b>Objetivo</b>	Su objetivo es enviarle el informe al personal de transcripción para su corrección.
<b>Actores</b>	Especialista
<b>Resumen</b>	El Especialista luego de hacer una revisión del informe, si este está incorrecto, puede enviarle nuevamente el informe al personal de transcripción para la corrección del mismo.
<b>Complejidad</b>	Media
<b>Prioridad</b>	Crítico
<b>Referencias</b>	RF 1.5

Tabla 8 Resumen del CU Rechazar informe

<b>CU # 6. Almacenar informe</b>	
<b>Objetivo</b>	Su objetivo es guardar los informes localmente o en un repositorio remoto para evitar su extravío.
<b>Actores</b>	Personal médico (Inicia) Repositorio de informes
<b>Resumen</b>	El Personal médico puede almacenar el informe localmente mientras se esté elaborando o haya finalizado el proceso, también puede almacenarse en caso que el repositorio



	remoto no esté disponible, si el informe ya está elaborado puede almacenarlo en un repositorio para que pueda ser visualizado por cualquier otro personal médico.
<b>Complejidad</b>	Media
<b>Prioridad</b>	Crítico
<b>Referencias</b>	RF 1.6, RF 1.6.1, RF 1.6.2

Tabla 9 Resumen del CU Almacenar informe

<b>CU # 7. Enviar informe al repositorio</b>	
<b>Objetivo</b>	Su objetivo es enviar los informes a un repositorio remoto donde serán almacenados.
<b>Actores</b>	Personal médico (Inicia) Repositorio de informes
<b>Resumen</b>	Le permite al Personal médico enviar los informes hacia un repositorio remoto para su almacenamiento central.
<b>Complejidad</b>	Media
<b>Prioridad</b>	Crítico
<b>Referencias</b>	RF 1.6, 1.6.2

Tabla 10 Resumen del CU Enviar informe al repositorio

<b>CU # 8. Buscar Informe</b>	
<b>Objetivo</b>	Su objetivo es determinar si existe el informe en el momento requerido.
<b>Actores</b>	Personal médico (Inicia) Repositorio de informes
<b>Resumen</b>	El Personal médico puede realizar búsquedas de informes en el sistema, ya sean locales o remotas. Para ello puede especificarse ninguno, uno, varios o todos los criterios de búsquedas.
<b>Complejidad</b>	Media
<b>Prioridad</b>	Crítico
<b>Referencias</b>	RF 1.7

Tabla 11 Resumen del CU Buscar informe

<b>CU # 10. Transcribir informe</b>	
<b>Objetivo</b>	Su objetivo es completar la elaboración de un informe dictado con anterioridad.

<b>Actores</b>	Transcriptor
<b>Resumen</b>	Le permite al Transcriptor realizar la transcripción de un informe previamente dictado por el especialista.
<b>Complejidad</b>	Media
<b>Prioridad</b>	Crítico
<b>Referencias</b>	1.11

Tabla 12 Resumen del CU Transcribir informe

<b>CU # 12. Gestionar lista de trabajo</b>	
<b>Objetivo</b>	Su objetivo es obtener, actualizar y visualizar la lista de trabajo personalizada.
<b>Actores</b>	Personal médico (Inicia) Repositorio de informes
<b>Resumen</b>	Le permite al Personal médico conocer cuáles son sus informes pendientes, ya sea en estado por reportar, por transcribir, por revisar o por aprobar, así como las urgencias.
<b>Complejidad</b>	Media
<b>Prioridad</b>	Critico
<b>Referencias</b>	RF 4.1, RF 4.2, RF 4.3

Tabla 13 Resumen del CU Gestionar lista de trabajo

<b>CU # 28. Añadir repositorio de reportes</b>	
<b>Objetivo</b>	Su objetivo es establecer una dirección para el almacenamiento de los reportes imagenológicos.
<b>Actores</b>	Administrador del sistema (Inicia) Repositorio de reportes
<b>Resumen</b>	Le permite al Administrador del sistema configurar la dirección del repositorio donde se van a almacenar los informes imagenológicos.
<b>Complejidad</b>	Media
<b>Prioridad</b>	Crítico
<b>Referencias</b>	RF 8.1

Tabla 14 Resumen del CU Añadir repositorio de reportes

## CAPÍTULO 3. ARQUITECTURA DEL SISTEMA

En los inicios de la informática, la programación se consideraba un arte y se desarrollaba como tal, debido a la dificultad que entrañaba para la mayoría de las personas; con el tiempo se han ido desarrollando guías generales con base a las cuales se puedan resolver los problemas. A estas, se les ha denominado Arquitectura de Software, indican la estructura, funcionamiento e interacción entre las partes del software.

La arquitectura es un nivel de diseño que hace foco en aspectos más allá de los algoritmos y estructuras de datos de la computación. Consiste en un conjunto de patrones y abstracciones coherentes que proporcionan el marco de referencia necesario para guiar la construcción del software, cumpliendo los objetivos del sistema de información y cubriendo todas las necesidades [43].

Existen diversas definiciones de arquitectura de software, actualmente la definición oficial la ilustra como la organización fundamental de un sistema formada por sus componentes, las relaciones entre ellos y el contexto en el que se implantarán, y los principios que orientan su diseño y evolución [44].

### 3.1. Propuesta de arquitectura

La arquitectura para el sistema en desarrollo se propone a partir del análisis de los escenarios más significativos en que estará presente, las plataformas sobre las que se construirá y trabajará en su desarrollo y despliegue respectivamente, arquitecturas previas, comunicación con otros sistemas, funcionamiento interno, impacto de los estándares relacionados al proceso que se informatiza, estilos y patrones de diseño establecidos internacionalmente para la construcción de software.

Realizando una mirada de alto nivel y teniendo en cuenta que el sistema propuesto aunque puede trabajar de manera independiente demostrando su bajo acoplamiento, su principal objetivo y misión es integrarse con otros componentes del PACS (principalmente el alas PACSViewer y Repositorio de reportes), resaltando la alta cohesión existente. Teniendo en cuenta la comunicación que se establece con estos componentes, en especial con el repositorio de reportes, se propone una arquitectura **cliente-servidor**. La figura 6 muestra como quedaría el sistema propuesto en un ambiente integrado con el resto de los elementos que conforman el PACS y algunos otros sistemas con los que interactúa.

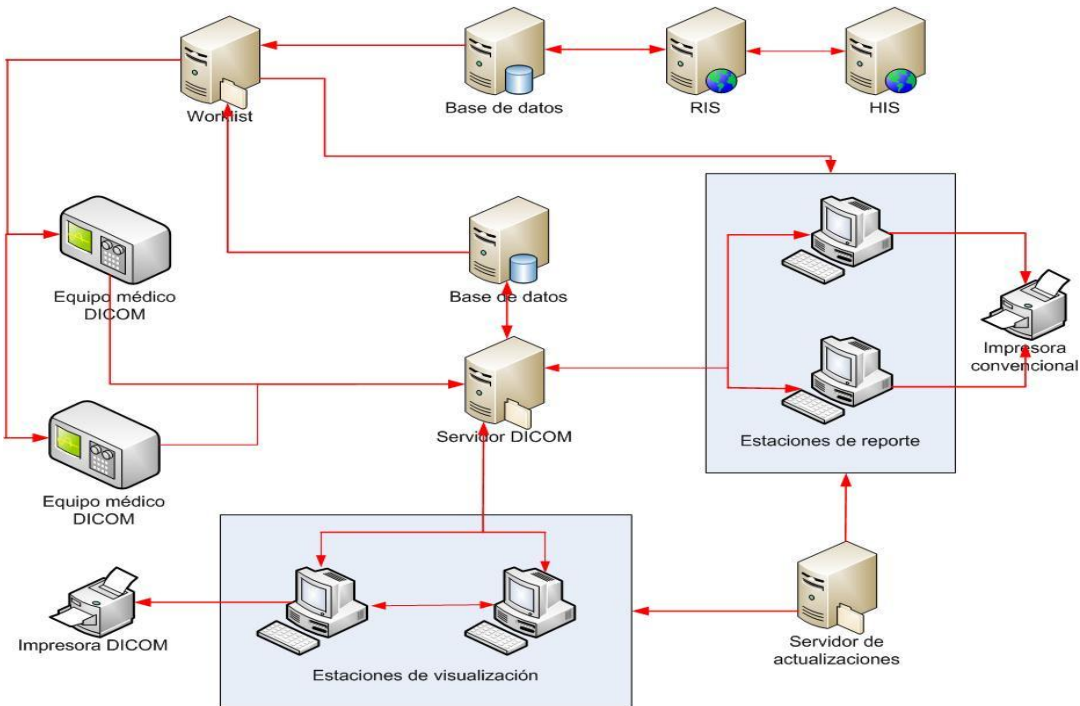


Figura 5 Ambiente de integración del sistema

Este tipo de arquitectura se define intentando alcanzar un mayor rendimiento, desarrollo, mantenimiento y reusabilidad del sistema. Desde el punto de vista funcional, esta arquitectura divide algunos procesos por roles o capas claramente definidas. En uno de los casos el cliente (sistema propuesto) solicitaría al servidor (repositorio de reportes) la ejecución de una acción en particular, a la que este último le daría respuesta creándose un proceso de intercambio cooperativo.

Ambos roles pueden estar desplegados en una misma estación cuando no se requiere de una gran base de datos compartida o grandes capacidades de almacenamiento, en caso contrario, que es lo más general, se les ve distribuidos en estaciones diferentes por cuestiones de rendimiento y seguridad.

Entre las principales ventajas que posee este tipo de arquitectura están:

- Los informes son almacenados centralmente, facilitando las búsquedas y el manejo de la información.
- Permite que los informes puedan ser accedidos en cualquier instante desde cualquier estación cliente de reportes o cualquier otro sistema como un RIS.
- Los informes pueden ser eliminados de las estaciones de reporte una vez enviados al repositorio.

- La información se encuentra más segura debido a que el usuario trabaja directamente sobre el cliente, por lo que en caso de una mala manipulación de la tecnología, solo se afectaría el sistema cliente.
- Se facilita la integración con otros sistemas.
- Se puede trabajar en varias plataformas al mismo tiempo, una para la estación cliente y otra para la estación servidor.

Entre las principales desventajas que posee se encuentran:

- El servidor se convierte en un punto clave dentro del sistema, por lo que si ocurre alguna falla, las estaciones clientes ven interrumpido su flujo natural.
- El rendimiento del sistema es dependiente de la capacidad y velocidad de transmisión y arquitectura de la red.
- Se dificulta el diagnóstico ante fallas debido a que cada estación pudiera encontrarse interactuando con diferentes hardware y software.

Este modelo arquitectónico se integra perfectamente con el mundo DICOM y la comunicación que establece el estándar con el uso de los protocolos TCP/IP. Sin embargo, es necesario definir una organización interna, que permita el rápido desarrollo de la aplicación cliente, su reutilización y escalabilidad. Es por tanto que se propone que la **arquitectura cliente-servidor** sea **multicapa**.

Este estilo multicapa se caracteriza por organizar de manera lógica las responsabilidades de cada capa, separando la lógica del negocio de la lógica del diseño, confiándole a cada nivel de abstracción una misión simple. Este estilo en niveles se organiza jerárquicamente, de tal modo que cada capa proporciona servicios a la capa inmediatamente superior y se sirve de las prestaciones que le brinda la inmediatamente inferior [50]. Esta disposición permite que si se produce algún cambio en una de las capas, las otras no se vean afectadas o estas afectaciones sean mínimas.

El sistema propuesto cuenta con 4 capas lógicas, las cuales son descritas a continuación:

**Capa de presentación:** Se encuentra la interfaz gráfica que sirve de presentación y permite la interacción con el usuario. Por medio de ella se visualizan los resultados de las operaciones que se realizan sobre el sistema. Se realizan operaciones de validación de los datos de entrada y salida. Su comunicación se establece con la capa inmediatamente inferior: capa de negocio.

**Capa de negocio:** Se encarga de manejar la lógica del negocio a partir de las solicitudes que le llegan desde la capa de presentación. Se procesa la información teniendo en cuenta las reglas del negocio. En esta capa residen las clases representativas de las entidades físicas persistentes y las interfaces de comunicación con los plugins. Consume los servicios que le presta la capa inferior, dirigiendo la responsabilidad según la petición recibida a la clase que puede dar respuesta a la misma.

**Capa de servicio:** Se encuentran las operaciones que permiten acceder a los datos físicos. También se encuentran los servicios que provee y consume el sistema propuesto y que posibilitan la interacción con otros sistemas. Esta capa se abstrae de toda la lógica del negocio y se realizan acciones concretas.

**Capa física:** Posee los archivos físicos necesarios (informes, audio, plugins, logs) para el funcionamiento del sistema. Además se encuentran los sistemas externos con los que se interactúa. Esta capa es la fuente de información persistente.

Entre las principales ventajas que provee el estilo multicapa están:

- Permite optimizaciones y refinamiento con mayor facilidad siempre y cuando las interfaces de cara a las capas adyacentes lo soporten.
- Se puede realizar un cambio importante sin afectar todas las capas debido al bajo acoplamiento, la alta cohesión y la habilidad de cambiar su implementación sin cambiar las interfaces [51].
- Es posible la reutilización de sus capas en otros desarrollos.
- Distribuir las capas a lo largo de múltiples capas físicas puede mejorar la escalabilidad, tolerancia a errores y rendimiento [51].
- Es posible realizar una abstracción del origen de la petición y los datos, debido a que cada capa se especializa en la función que debe brindar sin importarle el origen de la solicitud.
- Bajo costo en el desarrollo y mantenimiento del sistema.
- Como consecuencia del encapsulamiento presente en este estilo se tiene una aplicación más robusta.
- Se tiene un sistema más flexible y escalable, permitiendo crecer funcionalmente y aumentar su rendimiento con tan solo mejorar el hardware.
- Simplifica la comprensión, organización y desarrollo de sistemas complejos.

A continuación se especifican algunas desventajas que se pueden presentar con la utilización de este estilo:

- Si la lógica de las capas no está bien definida, el crecimiento funcional puede complejizar y oscurecer la legibilidad del código.
- Si no se hace uso del estilo en capas, la sobrecarga extra de pasar los mensajes a través de las capas en lugar de llamar los componentes directamente, puede impactar de forma negativa en el rendimiento [51].
- Cambios en las interfaces de las capas inferiores tienden a propagarse a los altos niveles [51].
- Si no están bien definidos los protocolos de comunicación entre las capas y las interfaces de comunicación, se pone en riesgo el mantenimiento y la extensibilidad del software.

El sistema propuesto está pensado como una aplicación de escritorio multiplataforma que poseerá una arquitectura cliente servidor multicapa. Posibilitando la migración hacia la web y que los cambios sean mínimos a la hora de reutilizar los artefactos generados para el desarrollo del sistema. De esta forma, probablemente solo se vean afectadas la capa de presentación y la capa de negocio debido a que los sistemas de emisión de informes imagenológicos pueden funcionar integrados al RIS o al PACS.

### 3.2. Gestión de plugins

Los plugins son librerías de archivos que cumplen un propósito determinado. Pueden ser considerados componentes que se le agregan a las aplicaciones para aumentar su rendimiento y extender sus funcionalidades. Brindan la posibilidad de reutilizar una porción de código en determinadas partes de la aplicación o entre distintas aplicaciones, sobre todo cuando este código comprende algo más que una clase. La aplicación principal, conocida como host proporciona servicios que el plugins puede consumir.

En el sistema propuesto se desea posibilitar la interacción con plugins, siendo capaz de detectar dinámicamente la incorporación de estos componentes, permitiéndole además al usuario la posibilidad de instalarlos o desinstalarlos. Todo esto se traduce para su implementación eficazmente en una **arquitectura cliente-servidor multicapa orientada a plugins**.

Los plugins que interactuarán con el sistema se gestionarán desde una subcapa presente en la capa de negocio, donde estarán definidas las interfaces a implementar por los plugins para que puedan integrarse a un área o sección determinada de la aplicación, estas interfaces serán como una especie de contrato a

cumplir. Además también existirá un gestor de plugins que controlará toda la interacción, gestionando las operaciones de carga y descarga que se encontrarán en la capa de servicio, así como todas las funcionalidades implementadas por estos. Es válido aclarar que un mismo plugin podrá y deberá implementar más de una de las interfaces definidas.

La comunicación que se establece entre el host y el plugin es unidireccional, donde el host desde la capa de servicio y por medio del gestor de plugins sería quien interactuaría con los complementos añadidos, esta operación no debe realizarse en el sentido contrario.

Para asegurar una comunicación segura y eficaz se tendrán en cuenta dos aspectos:

Se utilizará el patrón Service Interface (Interfaz de servicio), que establece que para desacoplar dos partes de un sistema, ambas deben conocer y respetar ciertos contratos (conocer y compartir interfaces). Resaltando como una buena práctica el hecho de que cada plugin se ejecute en su propio dominio de aplicación (mediante AppDomain – objeto que proporciona aislamiento en .NET), separado del dominio de aplicación del host. Básicamente lo que se produce es que el consumidor del servicio (plugin) implementa los servicios proveídos desde el proveedor (aplicación principal) dando cumplimiento al contrato establecido [52].

Otro aspecto a tener en cuenta es la seguridad, se verificará la autenticidad de cada ensamblado, evitando la incorporación de plugins ilegítimos que pueden ocasionar daños al buen funcionamiento de la aplicación. Esto se realizará verificando cierta información presente en los atributos de cada uno o a través de una clave definida. También es necesario vigilar cuando un plugin lanza una excepción no controlada o no funciona correctamente, en estos casos se deberá desinstalar inmediatamente.

### 3.3. Interfaces de comunicación

En el entorno clínico actual es clave el soporte a las actividades médicas por medio de sistemas de información hospitalaria bien diseñados. Compuestos por aplicaciones que deben estar construidas con base a estándares, de manera que aseguren que los usuarios del sistema informático clínico puedan compartir fácilmente la información a través de toda su organización y en un momento determinado compartirla con otras organizaciones.



La integración de los servicios de análisis clínicos en las aplicaciones sanitarias de forma fácil, sencilla y segura, es un factor clave para la reducción de costos en los cambios de mejora tecnológicos orientados a optimizar la eficiencia de los procesos. Dentro de las posibles alternativas de integración de servicios de información en la arquitectura propuesta para la emisión de informes imagenológicos, se utilizan los servicios que brinda el estándar DICOM y HL7.

### 3.3.1. Servicios DICOM

La arquitectura propuesta está normada y soportada por el estándar DICOM. Además de definir un formato estándar, DICOM SR para los reportes estructurados imagenológicos, posee un conjunto de servicios que estandarizan el manejo e intercambio de los archivos. La mayoría de estos servicios se refieren a la transmisión de información sobre la red bajo la familia de protocolos TCP/IP.

Respondiendo a la arquitectura cliente-servidor relacionada al ambiente DICOM, se tiene la presencia de dos roles que hacen uso de los servicios del estándar, uno de ellos se identifica como el proveedor del servicio y el otro como cliente o consumidor del mismo. En la figura 6 se muestran ambos roles en interacción durante la transferencia de un informe desde la estación cliente al repositorio de reportes.

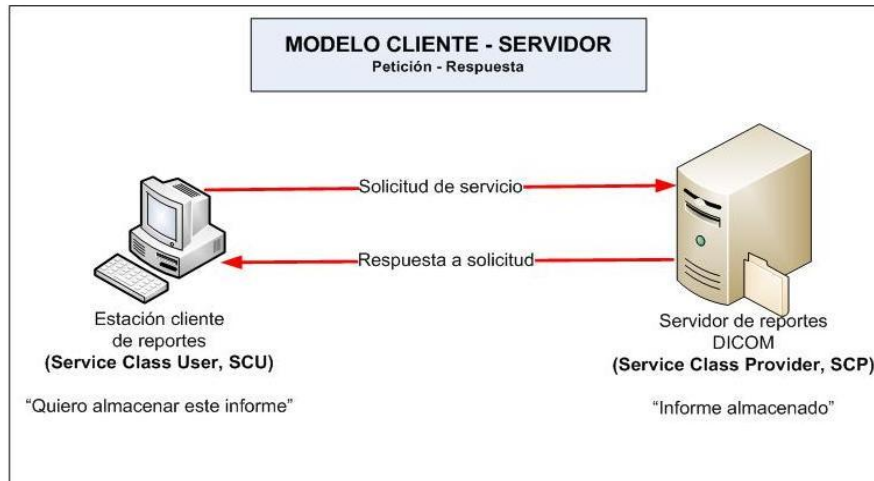


Figura 6 Arquitectura Cliente – Servidor

Entre estos sistemas se establece una negociación de la que se encarga la entidad aplicación de cada uno. Los términos utilizados en el estándar para estos roles son **Service Class Provider (SCP)** – Clase de Servicio Proveedor, por sus siglas en inglés– que no es más que un repositorio accedido por medio de

una clase de servicio y el **Service Class User (SCU)** – Clase de Servicio Usuario, por sus siglas en inglés– que no es más que un usuario que accede a un repositorio por medio de una clase de servicio.

Los servicios más importantes que establece DICOM y están relacionados a las operaciones realizadas por el sistema propuesto son:

- C-ECHO: servicio relacionado a la verificación de disponibilidad, consiste en una prueba de conectividad.
- C-FIND: servicio relacionado con las operaciones de búsqueda (Query).
- C-MOVE: servicio relacionado con la replicación, envío de respuesta para la recuperación de archivos DICOM (Retrieve).
- C-STORE: servicio relacionado con el almacenamiento de archivos DICOM (Storage).

Para lograr una comunicación efectiva entre ambos roles, DICOM establece cómo debe realizarse la asociación definiendo un grupo de operaciones que a continuación se enumeran según el orden de ejecución [53]:

1. El cliente (SCU) debe realizar una solicitud de asociación del servicio DICOM que desea consumir.
2. El servidor (SCP) envía al cliente una respuesta indicando si se puede realizar la asociación.
3. En caso de ser aceptada el cliente envía al servidor la solicitud del servicio a consumir, iniciando la transacción.
4. El servidor recibe la petición y ejecuta las operaciones relacionadas del servicio solicitado.
5. Una vez completadas las operaciones el servidor envía al cliente una respuesta de confirmación.
6. Se completa la transacción y finaliza la asociación entre el cliente y el servidor.

DICOM establece una estructura para los mensajes presentes en sus servicios. Esta estructura es igual para cada uno de ellos, la diferencia está en los campos presentes en cada uno de los servicios. En la figura 10 se muestra la estructura de los mensajes DICOM.

Para que pueda establecerse una comunicación entre dos sistemas DICOM compatibles, cada uno debe jugar un rol diferente y es necesario determinar el **Service Object Pair (SOP)** – Par de Objetos de Servicio, por sus siglas en inglés –, quien determina los mensajes permitidos en la transferencia o intercambio.

A la hora de conectar un sistema a otro, es importante verificar la declaración de conformidad. Este documento formal define la implementación que se realizó del estándar, especificando los servicios de DICOM soportados por su sistema para cada uno de los roles, además de otros datos necesarios a la hora de establecer la comunicación.

De todos los servicios presentes en el estándar DICOM, IHE define cuales deben ser utilizados para un sistema de gestión de informes imagenológicos, también establece roles con un nivel de responsabilidad determinado acorde a las actividades que realiza. Estos roles a la hora de realizar las transacciones implementan un grupo de servicios DICOM definidos también por IHE. A continuación se describen los roles definidos por IHE teniendo en cuenta su responsabilidad [54]:

**Report creator (creador de reportes):** provee de una interfaz para crear informes (DICOM) diagnósticos incluyendo su estado (aprobado, verificado). Debe permitir: configurar los valores de entrada, referenciar a otros objetos relacionados al informe como las imágenes analizadas; crear los informes con al menos las dos primeras categorías de documentos estructurados definidos en el estándar DICOM (basic text – texto básico, enhanced text – texto mejorado) y la transmisión de estos informes para que sean almacenados utilizando basic text SR Storage SOP Class o enhanced text SR Storage SOP Class o ambos. También puede recibir la lista de trabajo del administrador de reportes y realizar una notificación del estado del informe.

**Report reader (lector de reportes):** provee de una interfaz para visualizar los informes. Permite al usuario seleccionar reportes de cualquier repositorio vía DICOM a través de mecanismos de consulta y recuperación (Query/Retrieve). Debe permitir al usuario filtrar las búsquedas para obtener un resultado más específico. Debe mostrar las referencias de los objetos relacionados al informe. Puede dar la opción de obtener y visualizar las imágenes referenciadas.

**Report manager (administrador de reportes):** recibe reportes del creador de reportes, los retiene temporalmente hasta que logra reenviarlos al repositorio. Permite a los usuarios realizar modificaciones sobre el estado del documento o cualquier otra modificación, cada cambio permitido necesitará una nueva SOP Instance UID. Gestiona todo lo referente al almacenamiento, lista de trabajo y estado de los informes. Este puede, realizando un mapeo del DICOM SR, obtener un mensaje HL7 para su transmisión.

**Report repository (repositorio de reportes):** recibe los informes del administrador de reportes y los almacena por largo plazo. Responde a las peticiones del lector de reportes de consulta y recuperación de archivos y finalmente envía los informes al lector de reportes.

En la tabla 15 se muestra la relación que se establece entre todos los roles definidos en los perfiles de integración de IHE y los servicios DICOM que utilizan para garantizar transacciones exitosas entre ellos.

ROL	TRANSACCIONES	SERVICIO UTILIZADO
Creador de reportes	Report submission	C-STORE SCU
Administrador de reportes	Report submission	C-STORE SCP
	Report issuing	C-STORE SCU
Repositorio de reportes	Report issuing	C-STORE SCP
	Query report	C-FIND SCP
	Retrieve report	C-MOVE SCP
	Retrieve report	C-STORE SCU
Lector de reportes	Query report	C-FIND SCU
	Retrieve report	C-MOVE SCU
	Retrieve report	C-STORE SCP

Tabla 15 Roles definidos en los perfiles de integración de IHE

Las transacciones que debe realizar cada rol definidas por IHE son las descritas a continuación [54]:

**Report submission:** El creador de reportes envía el informe diagnóstico creado como borrador o informe final al administrador de reportes.

**Report issuing:** El administrador de reportes reenvía el informe diagnóstico al repositorio de reportes.

**Query report:** El lector de reportes mediante algunos criterios que representen un informe diagnóstico realiza una búsqueda en el repositorio de reportes.

**Retrieve report:** El lector de reportes realiza la petición de recuperar un informe almacenado en el repositorio de reportes.

En el caso del sistema propuesto los roles que implementa son el report creator y el report reader, asumiendo con esto las responsabilidades definidas por IHE para cada uno de ellos. Desde el punto de

vista organizativo, los servicios DICOM se manejarán en la capa de servicios a través de interfaces basadas en los perfiles de integración IHE.

### 3.3.2. Servicios HL7

Dentro del conjunto de estándares HL7 dedicados a la normalización de la información en el ámbito de la salud, CDA es el estándar propuesto para el modelado de cualquier documento clínico para el intercambio de información entre sistemas. Los documentos CDA son unidades completas e independientes, e indiferentes de su almacenaje o medio de transmisión. HL7 sugiere utilizar para ello sus estándares, pero ha habido implementaciones usando otros estándares, como transferencia de ficheros, ebXML, Web Service con SOAP y estándares propios.

La estructura de un documento CDA consta de un encabezado, que proporciona información de contexto del documento y lo identifica unívocamente, y un cuerpo que contiene la información clínica que se desea compartir.

La cabecera de un documento CDA está constituida por varios elementos, entre ellos se encuentran los descritos a continuación:

- **typeID:** es una estructura fija que referencia al esquema del CDA normativo del HL7 [55].
- **Id:** representa la instancia identificadora única (UID) de un documento clínico. Contiene los atributos *root* y *extension* [56].
- **code:** especifica el tipo de documento que es (informe de alta, nota de progreso, etc.). Requiere los atributos *code* y *codeSystem*, donde *code* contiene variable que indica el tipo de documento y *codeSystem* es el OID de la organización que define esa variable [56].
- **effectiveTime:** indica el momento de creación del documento. Cuando el documento CDA se transforma de un documento original a algún otro formato, esta nueva fecha no se recoge en el `ClinicalDocument.effectiveTime`. La fecha y el tiempo están codificados por HL7 según ISO8601 [58].
- **confidentialityCode:** es un componente contextual requerido de CDA, en el que el valor expresado en la cabecera se mantiene en verdadero para el documento completo, a menos que sea anulado por un valor anidado. En la codificación del nivel de confidencialidad se utiliza CWE (Coding With Extensions) [59].

- **recordTarget:** representa la persona a la que pertenece ese documento clínico [60].
- **author:** representa las personas o máquinas que crearon el documento. Puede existir uno o más autores [61].

El cuerpo está formado por diferentes componentes, estructurados o no. Los componentes no estructurados pueden ser texto o información en un formato estándar determinado. A su vez, los componentes estructurados están formados por secciones. Cada sección se identifica por un código que se expresa tanto en un texto descriptivo legible para una persona, como en un código tomado de una codificación estándar. El contenido de cada sección debe estar en formato texto y puede estarlo también en forma de entradas, datos codificados que reproducen toda o parte de la información proporcionada en el texto y destinados a su procesado automático [62].

La norma CDA no especifica el contenido del documento, sino simplemente la estructura y semántica necesaria para su intercambio. Sin embargo, existe una forma directa de crear normas que regulen el contenido, a partir de la generación de plantillas, que restringen la norma CDA particularizando la especificación genérica para un determinado contenido.

CDA permite definir permisos de visualización, estableciendo la capacidad de que la información que contiene el documento sea vista solo por quienes tienen privilegios suficientes para verla. El grado de confidencialidad se establece de forma general en el encabezado, pero también a nivel de sección, de forma que puede haber secciones con información más sensible que tengan un nivel de confidencialidad mayor que el resto del documento.

### 3.3.3. *Perfiles definidos en IHE*

IHE propone un modelo para compartir información de historia clínica electrónica, el mismo está especificado en el perfil Cross enterprise document sharing (**XDS**) – Compartir Documentos entre Organizaciones, por sus siglas en inglés –. Este modelo permite que una serie de organizaciones sanitarias, cooperen en la prestación de atención a un paciente al compartir la historia clínica en forma de documentos CDA.

El acceso a los documentos es sencillo pues se establece una forma de consultar y recuperar documentos clínicos de interés, basada en unos atributos estándar, los metadatos, que coinciden en buena parte con los atributos del encabezado del documento CDA.

Los perfiles Cross Enterprise Document Sharing for Imaging (**XDS-I**) – XDS Imagen Médica, por sus siglas en inglés – y Sharing Laboratory Reports (**XDS-LAB**) – XDS Laboratorio, por sus siglas en inglés –, añaden al perfil XDS especificaciones propias del dominio de aplicación.

XDS-I define la forma de transmisión de imágenes e informes basados en imágenes. Se pueden compartir en formato DICOM o en otros formatos estándar. En el primer caso el documento que se comparte es un DICOM manifest, es decir, un puntero a una imagen en un archivo de imágenes DICOM. En el segundo caso el documento que se comparte contiene las imágenes o enlaces al lugar donde están las imágenes en un servidor Web. XDS-LAB particulariza el formato del documento CDA para compartir informes de pruebas de laboratorio.

IHE también ha previsto un mecanismo para registrar y gestionar el consentimiento de cada paciente en lo que respecta a la privacidad de los diferentes documentos publicados en un repositorio. Se trata del perfil **Basic Patient Privacy Consents (BPPC)** – Autorización básica a la privacidad del paciente, por sus siglas en inglés – que permite marcar los documentos publicados en un repositorio XDS con el consentimiento específico que se utilizó para autorizar dicha publicación, gestionando quién y bajo qué circunstancias puede acceder a cada documento.

### 3.4. Representación de la arquitectura

La arquitectura del software tiene relación con el diseño y la implementación de la estructura de alto nivel del software. Los diseñadores construyen la arquitectura usando varios elementos arquitectónicos elegidos apropiadamente. Estos elementos satisfacen la mayor parte de los requisitos de funcionalidad y rendimiento del sistema, así como los requisitos no funcionales.

Es muy complejo capturar todos los detalles de la arquitectura de software de un sistema en un único diagrama. Para manejar esta complejidad se representan diferentes aspectos y características de la arquitectura en múltiples vistas. El modelo más aceptado a la hora de establecer las vistas necesarias para describir una arquitectura de software es el modelo 4+1 vistas. Permite disgregar las partes fundamentales de la aplicación para lograr una mayor comprensión y asimilación de la información que se muestra.

Cada vista se refiere a un conjunto de intereses de diferentes usuarios finales, clientes y especialistas del sistema, abordando una serie específica de problemas.

### 3.4.1. Vista de casos de uso

Esta vista corresponde con instancias de casos de uso que unifican todas las vistas. Es usada para definir los requerimientos funcionales, la visión que los usuarios del negocio tienen de la aplicación y describir el modelo de negocio que la arquitectura debe cubrir. La figura 7 ilustra los casos de uso arquitectónicamente significativos.

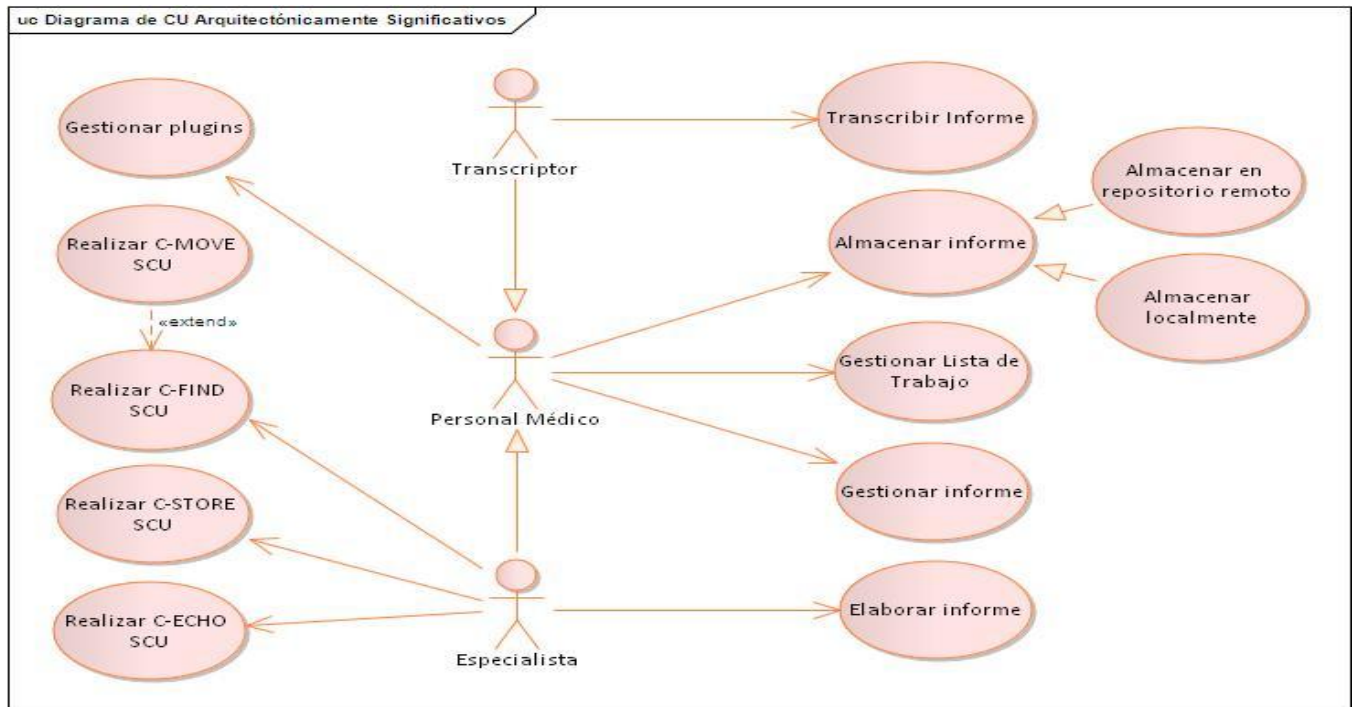


Figura 7 Diagrama de CU Arquitectónicamente Significativos

### 3.4.2. Vista lógica

La vista lógica representa los distintos niveles de abstracción creados para organizar la arquitectura del sistema. Consiste en un diagrama que describe gráficamente las capas y los elementos que estas agrupan, es considerada como una muestra general de la arquitectura. Tiene en cuenta los requerimientos de comportamiento, basándose en mecanismos comunes de diseño que a su vez se basan en los diagramas estáticos de objetos y clases.



La vista lógica del sistema propuesto está compuesta por cuatro niveles de abstracción anteriormente explicados. En la figura 8 se muestra como quedan organizadas jerárquicamente las capas y en qué dirección se establece la comunicación.

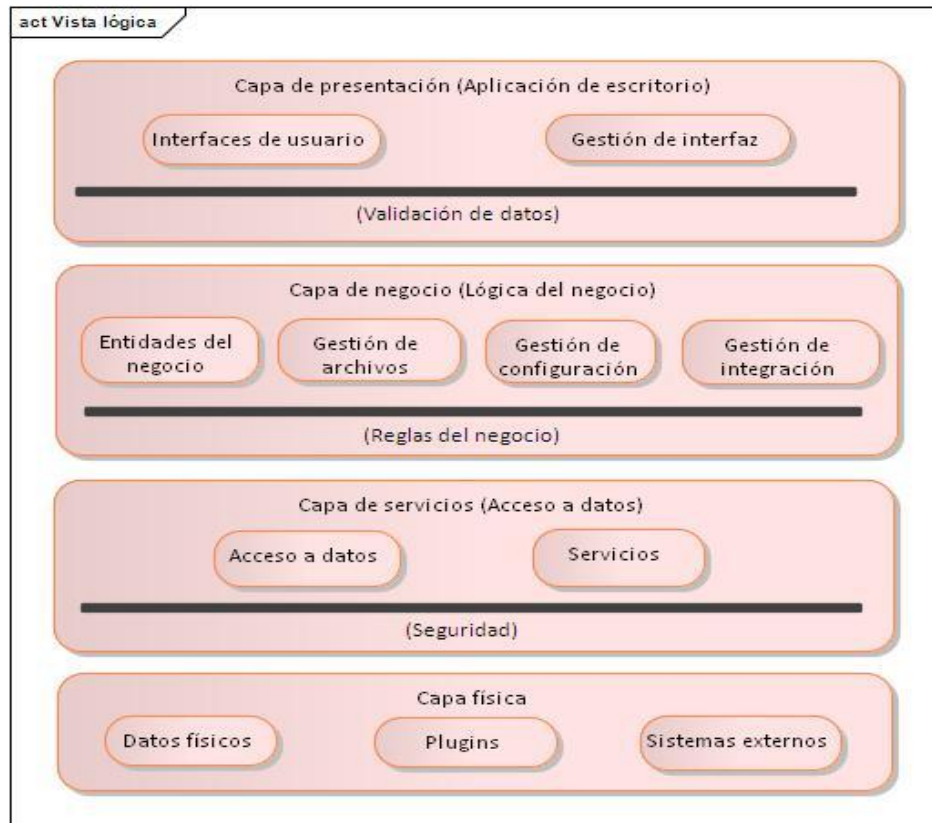


Figura 8 Vista lógica del sistema

### 3.4.3. Vista de procesos

Describe los aspectos de concurrencia y sincronización, refleja el rendimiento y escalabilidad del sistema. En la figura 9 se presentan las clases ubicadas en la arquitectura con sus relaciones además de los hilos y procesos de ejecución así como la comunicación entre estos.

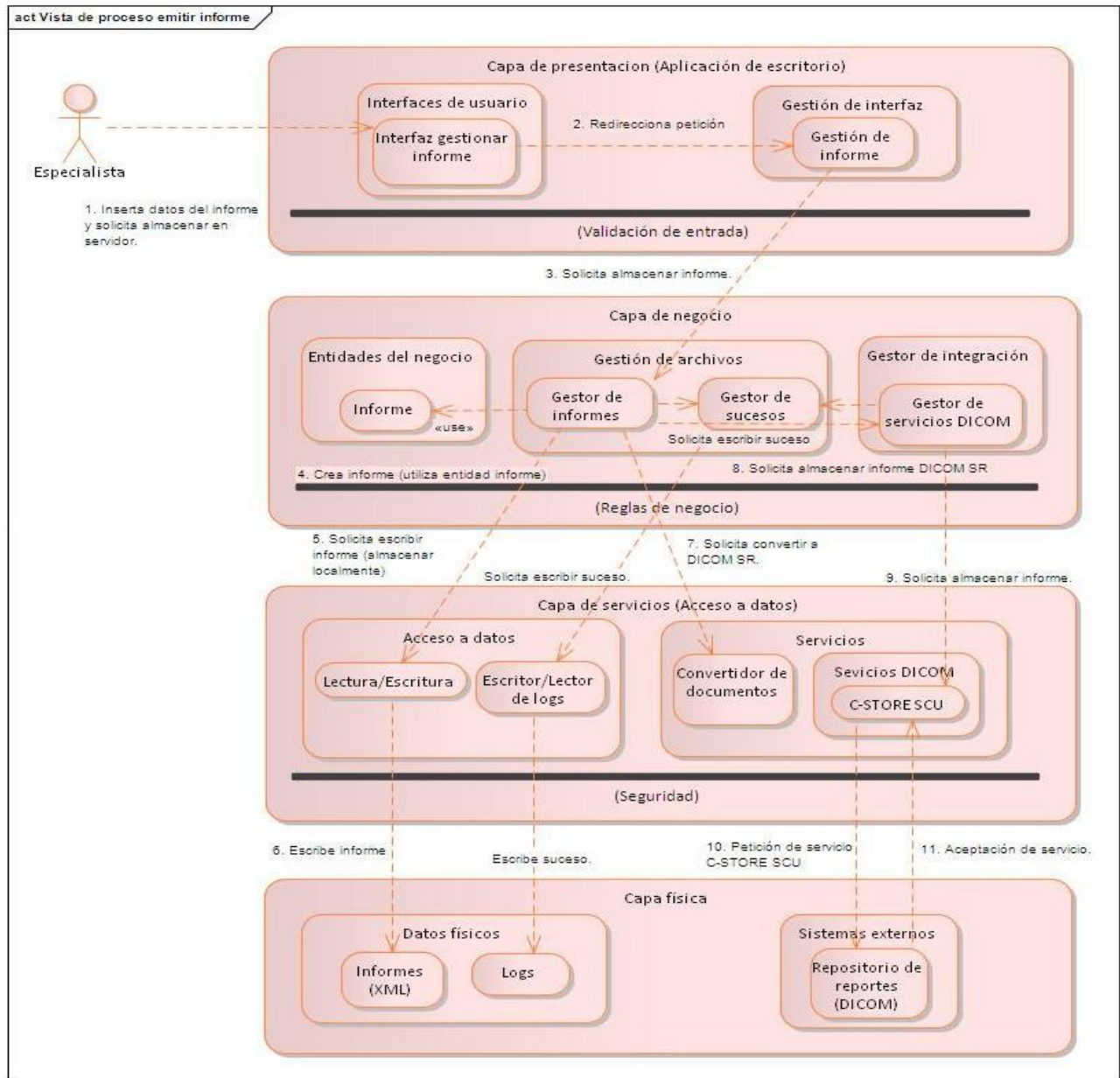


Figura 9 Vista del proceso de emisión de informes imagenológicos

### 3.4.4. Vista de componentes

La vista de componentes se centra en la organización real de los módulos de software en el ambiente de desarrollo, empaquetándolos en subsistemas de implementación, con la idea de asignar a grupos

reducidos de desarrollo una tarea específica. Los subsistemas se organizan en una jerarquía de capas. La figura 10 muestra una vista del diagrama de componentes del futuro sistema.

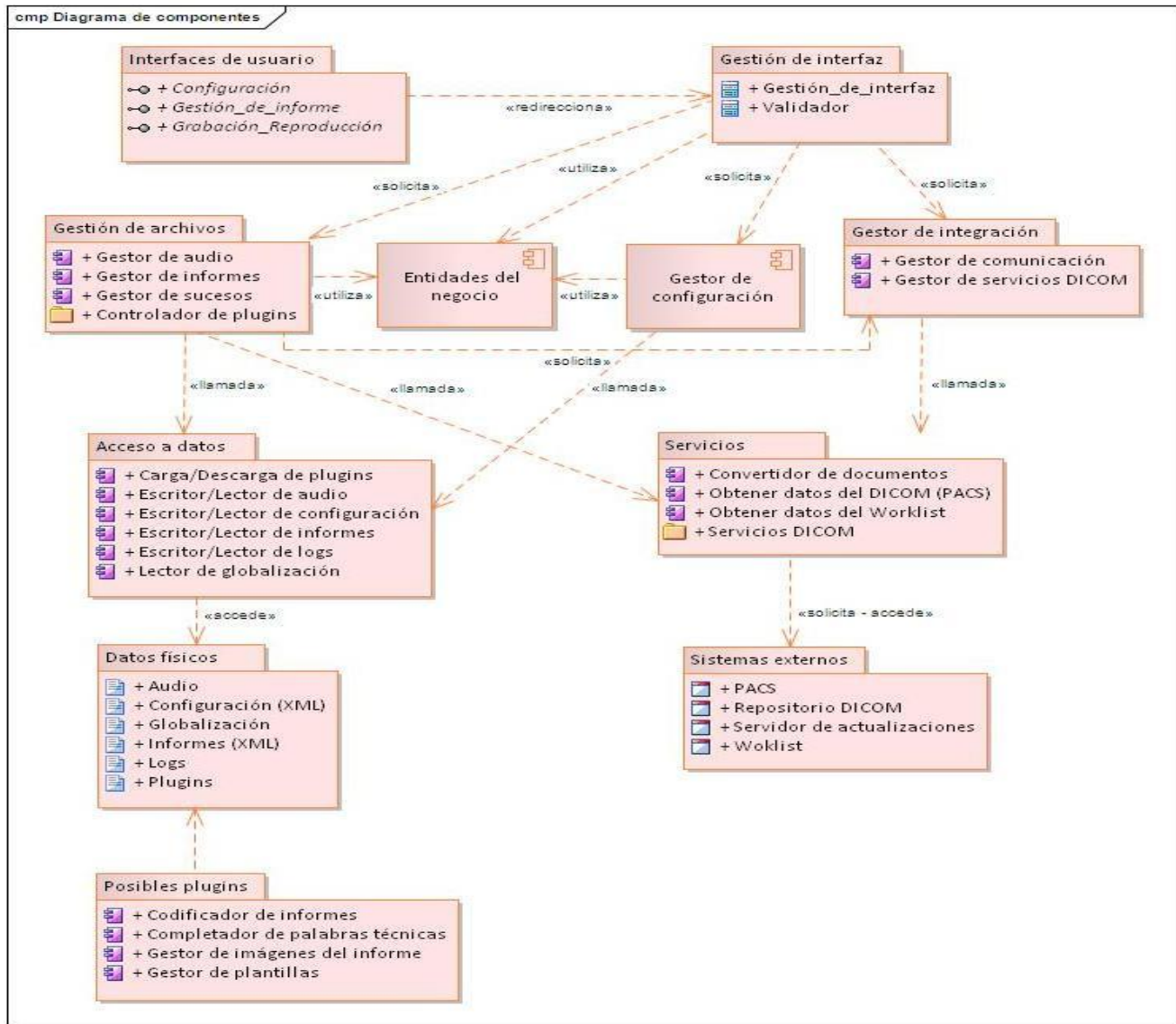


Figura 10 Diagrama de componentes

Esta vista tiene en cuenta los requisitos internos relativos a la facilidad de desarrollo, administración del software, reutilización y elementos comunes, y restricciones impuestas por las herramientas o el lenguaje de programación que se use.

### 3.4.5. Vista de despliegue

La arquitectura física toma en cuenta primeramente los requisitos no funcionales del sistema tales como la disponibilidad, confiabilidad, rendimiento y escalabilidad. El software se ejecuta sobre una red de computadoras o nodos de procesamiento. Los elementos identificados: redes, procesos, tareas y objetos, requieren ser mapeados sobre los diferentes nodos. Por lo tanto, el mapeo del software en los nodos requiere ser altamente flexible y tener un impacto mínimo sobre el código fuente en sí. Ver figura 11 Diagrama de despliegue.

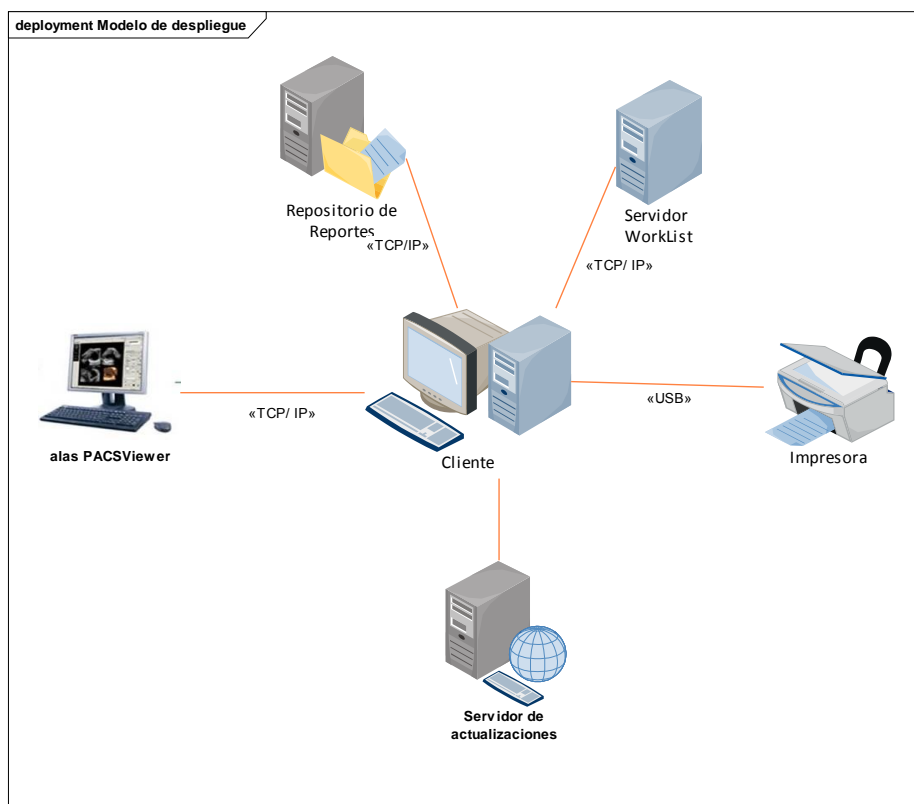


Figura 11 Diagrama de despliegue

## CAPÍTULO 4. ANÁLISIS Y DISEÑO

En este capítulo se presentan algunas características del sistema así como los patrones de diseños utilizados brindando una breve descripción de los mismos.

### 4.1. Análisis

Una vez identificados todos los requisitos que debe satisfacer el software es importante llevar a cabo un análisis de los mismos, antes de tomar cualquier decisión del diseño y garantizar de esta manera la obtención de una arquitectura robusta, eficaz, eficiente y capaz de sobrevivir a cambios.

En esta etapa se comienza a hablar en un lenguaje propio de los desarrolladores y se separan a los clientes del trabajo. Es el análisis un paso inicial para avanzar hacia la conversión de los requisitos del cliente en software ejecutable [67].

### 4.2. Diseño

El diseño contribuye a una arquitectura estable y sólida. En esta fase se modela el sistema para que soporte todos los requisitos, incluyendo los no funcionales y las restricciones relacionadas con los lenguajes de programación, componentes reutilizables, sistemas operativos, tecnologías de distribución y concurrencia y tecnologías de interfaz de usuario. En esta etapa se hace necesario descomponer los trabajos de implementación en partes más manejables que puedan ser llevadas a cabo por diferentes equipos de desarrollo.

### 4.3. Patrones utilizados en el diseño del sistema

Un patrón de diseño es una descripción de las clases y de los objetos que trabajan conjuntamente para resolver un problema concreto [68]. Muestran una solución a un problema que se ha obtenido a partir de su uso en otras aplicaciones diferentes. Para el diseño del sistema propuesto se hace uso de algunos de los patrones existentes. A continuación se describen los patrones que serán utilizados en el diseño del sistema.

#### 4.3.1. *Singleton*

**Problema:** Es necesario mantener una única instancia de la aplicación de reporte.

**Solución:** Se utiliza el patrón Singleton (Figura 12).

**Explicación:** Este patrón se utiliza cuando desde el sistema alas PACSViewer se instancia la aplicación de reporte. Para ello necesita acceder al método estático CrearInstancia(), el cual comprueba antes de crear una nueva instancia si ya existe alguna, en tal caso se retorna la instancia creada, en caso contrario se procede a crearla.

**Beneficios:** Este patrón creacional garantiza la existencia de una única instancia de la aplicación de reporte y la creación de un mecanismo de acceso global a dicha instancia.

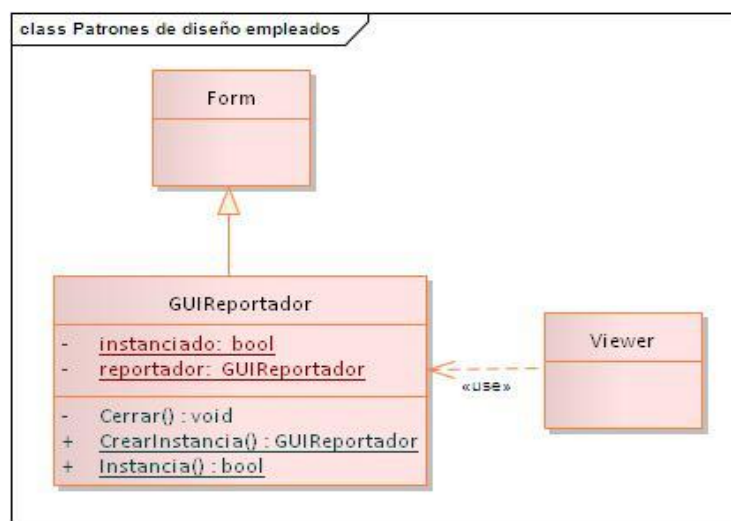


Figura 12 Patrón Singleton

#### 4.3.2. Experto

**Problema:** Las operaciones que realiza cada clase deben estar acordes a la información que manejan.

**Solución:** Se utiliza el patrón GRASP Experto.

**Explicación:** Este patrón se refleja cuando el gestor de sucesos necesita salvar o leer un suceso ocurrido en la aplicación, para cualquiera de los casos le solicita a la clase AccesoLogs (que conoce como acceder o salvar la información) que realice estas operaciones.

**Beneficios:** Con esto se conserva el encapsulamiento, ya que los objetos se valen de su propia información para hacer lo que se les pide. Esto soporta un **bajo acoplamiento**, lo que favorece al hecho

de tener sistemas más robustos y de fácil mantenimiento. El comportamiento se distribuye entre las clases que cuentan con la información requerida, alentando con ello definiciones de clase sencillas y más cohesivas que son más fáciles de comprender y de mantener.

### 4.3.3. Creador

**Problema:** Solo debe crear instancias la clase que presente alguno de estos casos:

- B contiene los objetos A.
- B agrega los objetos A.
- B tiene los datos de inicialización que serán transmitidos a A cuando este objeto sea creado.
- B registra las instancias de los objetos A o B utiliza especialmente los objetos A.
- B es un creador de los objetos A.

**Solución:** Para resolver esto se utiliza el patrón Creador.

**Explicación:** La creación de instancias es una de las actividades más comunes en un sistema orientado a objetos. En el sistema propuesto la clase GestorSucesos será la encargada de crear instancias de DatoLog pues esta contendrá los objetos y además manejará toda la información necesaria para hacerlo.

**Beneficios:** El propósito fundamental de este patrón es encontrar un creador que pueda conectarse con el objeto producido en cualquier evento. El diseño, bien asignado, puede soportar un bajo acoplamiento, una mayor claridad, el encapsulamiento y la reutilización.

## **CONCLUSIONES**

A partir del análisis valorativo de las diferentes tendencias en creación de informes imagenológicos existentes en la actualidad, los estándares internacionales relacionados y la normativa internacional IHE, se logró definir un conjunto de requerimientos de software y de integración que debe tener el sistema.

El modelado del flujo de trabajo relacionado a la creación de informes imagenológicos y las actividades que tienen lugar en el marco del negocio, posibilitaron una mejor comprensión de las necesidades reales existentes. Se identificaron y caracterizaron las funcionalidades básicas del sistema reportador, garantizando la estandarización del proceso de emisión de informes de estudios imagenológicos.

La arquitectura elaborada está basada en diferentes estilos arquitectónicos. Entre estos, el patrón cliente – servidor, logrando la centralización de la gestión de la información y la separación de responsabilidades; la arquitectura en capas, para simplificar la comprensión, la organización del desarrollo y reducir las dependencias; así como la arquitectura orientada a plugins, facilitando la extensibilidad del sistema.

El desarrollo de la presente investigación permitió elaborar una arquitectura sólida y extensible de un sistema para la edición de informes de estudios imagenológicos dando cumplimiento al objetivo general y las tareas propuestas.



## RECOMENDACIONES

Teniendo en cuenta el estudio realizado y las experiencias alcanzadas en la realización de la presente investigación, los autores recomiendan:

- Revisar sistemáticamente el estado del arte del estándar DICOM y demás estándares vinculados a la salud para mantener actualizado el sistema.
- La investigación a fondo de la documentación de la IHE y la factibilidad del uso de estándares de comunicación como HL7, así como el manejo electrónico de las historias clínicas.
- Continuar refinando la arquitectura en los diversos ciclos de desarrollo que permiten darle vida al sistema.
- Tener en cuenta la posibilidad de interactuar con una librería que permita el reconocimiento de voz.
- Incluir en el diseño de clases las especificaciones necesarias para soportar las definiciones arquitectónicas del control centralizado de la autenticación, autorización y auditoría para los productos PACS-RIS.
- Incorporar en el diseño un módulo que permita la estructuración de los diferentes informes, organizar gráficamente las diferentes plantillas y gestionar el completamiento del informe dinámico mientras se escribe, posibilitando agilizar el proceso de emisión de informes.

## REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- [1] Perez, J.L., et al., *Sistemas de Comunicación y Gestión de Imágenes Medicas. PACS y estándar DICOM*. 2007.
- [2] Ballesteros, Fernando., *Desarrollo de aplicaciones DICOM para la gestión*. . 2003.
- [3] , *Health Imaging*. 2007. *HealthImaging&IT. Images, information & knowledge across the enterprise. Health Imaging.com. [En línea] Noviembre de 2007.*  
<http://www.nxtbook.com/nxtbooks/trimed/hiit1107/index.php>.
- [4] Vega Izaguirre, Leodan, et al., *ALAS RIS. SISTEMA DE INFORMACIÓN RADIOLÓGICA*. Ciudad de La Habana : s.n.
- [5] Vega Izaguirre, Leodan and Planos Gonzalez, Alejandro., *alas RIS*. Ciudad de La Habana : UCI, 2008.
- [6] Tamayo Peña, Karel Eddy and Vega Izaguirre, Leodan., *Experiencia de la instalación de los sistemas alasPACS y alasRIS*. Ciudad de La Habana : UCI.
- [7] , *Curso Universitario Sistema de Informacion en los Sistemas de Salud*.
- [8] Pérez García, Lorena., *Sistemas de información en el servicio de radiología*.
- [9] Martínez Martínez, Alfonso and Azpiroz Leehan, Joaquín., *Instalación y operación de Sistemas PACS*. Mexico DF : s.n.
- [10] Gutiérrez, MJ, y otros., *Sistema PACS-CNR: Una propuesta tecnológica. MEDIGRAPHIC: Literatura Biomedica*.
- [11] Greenes, R.A and Bauman, R.A., *Imaging and information management: Computer systems for a changing health care environment. The Radiology Clinics of North America*. 1996.
- [12] Kalinski, T., *Digital imaging and electronic patient records in pathology using an integrated department information system with PACS*. . 2002.

- [13] Quilis, Damian Segrelles., *Diseño y Desarrollo de una Arquitectura Software Genérica Orientada a Servicios para la Construcción de un Middleware Grid Orientado a la Gestión y Proceso Seguro de Información en formato DICOM sobre un Marco Ontológico*. 2008.
- [14] Grupo PAS., *Estándar y Protocolo de Imágenes Médicas DICOM*. s.l. : Universidad de Deusto, 2005.
- [15] Clunie, David A., *DICOM Structured Reporting*. Pennsylvania : PixelMed Publishing, 2000.
- [16] , Health Level Seven, Spain. HL7 en el mundo. [Online] 2010. [http://www.hl7spain.org/..](http://www.hl7spain.org/)
- [17] Health Level Seven, Spain. [Online] 2010. [http://www.hl7spain.org/..](http://www.hl7spain.org/)
- [18] Venturello, Juan Miguel and Vilalta, Josep., *Taller de interoperabilidad HL7 V3 y CDA R2*. 2005.
- [19] Santana Mancilla, Pedro César, et al., *Apoyo a las actividades médicas a través de Servicios Web basados en HL7/CDA*. México : s.n.
- [20] Spain, Subcomité Técnico V3-CDA HL7., *Guía para el desarrollo de documentos CDA*. 2007.
- [21] , *Guía Rápida para Documentos CDA Release 2.0*. 2007.
- [22] *Boletín de NoticiasHL7 Spain*. Abril 2006.
- [23] Dolin RH, Alschuler L., *El documento HL7 Clinical Arquitectura*. *J Am Med Inform Assoc*. . 2001 Nov-Dec.
- [24] España, IHE., *Manual de Usuario IHE-Radiología*. 2005.
- [25] , "Bohemia." Ciudad de La Habana : s.n., 2009.
- [26] , "Metodologías de Desarrollo de Software." [Online] <http://alarcos.inf-cr.uclm.es/doc/ISOFTWAREI/Tema04.pdf>.
- [27] Monografias. [Online] <http://www.monografias.com/trabajos60/metodologias-desarrollo-software/metodologias-desarrollo-software.shtml>.

- [28] Anónimo., "Seminario sobre RUP en un entorno empresarial de desarrollo." [Online] mayo 2, 2008. [http://www-5.ibm.com/services/learning/es/tairis.nsf/\(ExtCourseNr\)/RUPS1ES..](http://www-5.ibm.com/services/learning/es/tairis.nsf/(ExtCourseNr)/RUPS1ES..)
- [29] Anónimo., [Online] Rational Unified Process. <http://www.itera.com.mx/itera/productos/fundamentos.asp>. (2/5/08).
- [30] Anónimo., [Online] <http://www.dybox.cl/metodologia/rup.html>. Proceso Unificado de Rational para el desarrollo de software (2/5/08).
- [31] Soriano, Amelia., *De CMM (Capability Maturity Model) a CMMI (Capability Maturity Model Integration)*.
- [32] , Axentia. *Transforming your it organization. Una introduccion a CMMI*. 2006.
- [33] Booch, Grady, Rumbaugh, James and Jacobson, Ivar., *El lenguaje de modelado unificado*.
- [34] García Molina, Jesús J., Moreira, Ana and Rossi, Gustavo., *Presentación UML: el lenguaje estándar para el modelado de software*. 2006.
- [35] Booch, et al., *Ingeniería de software con UML. Unified Modeling Language - Lenguaje Unificado de Modelado*. s.l. : Auditoría de Tecnología de la Información. Sistemas de información Administrativa., 2009.
- [36] , <http://www.alegsa.com.ar/Dic/.net%20framework.php>. [Online]
- [37] *MyDicom.FAQ*. [Disponible en: <http://www.mydicom.net/SDKFAQ.aspx>]. 2008.
- [38] <http://www.sparxsystems.com.ar/>. [Online] 2010.
- [39] [Online] [http://www.mundoprogramacion.net/net/futuro/cs\\_tipos\\_implicitos.htm](http://www.mundoprogramacion.net/net/futuro/cs_tipos_implicitos.htm).
- [40] [Online] <http://www.microsoft.com/spanish/msdn/latam/visualstudio2008/prueba.aspx>.
- [41] Jacobson, I., Booch, G. and Rumbaugh, J., *The Unified Software Development Process*. 1999.
- [42] Jacobson, I., Booch, G. and Rumbaugh, J., *The Unified Software Development Process*. 1999.
- [43] Garlan, David and Shaw, Mary., *Architecture, An introduction to Software*.
- [44] , *IEEE Std. 1471-2000*.

- [45] Shaw, Mary and otros., *abril*. 1996.
- [46] Reynoso, Carlos and Kiccillof, Nicolás., *Estilos y Patrones en la Estrategia de Arquitectura de Microsoft*. s.l. : UNIVERSIDAD DE BUENOS AIRES.
- [47] Software, Grupo de investigación en Ingeniería de., *La importancia de la arquitectura en el desarrollo del software de la calidad*.
- [48] Reynoso, Billy., *Seminario de Arquitectura de Software*. BUENOS AIRES : s.n.
- [49] Alvarez H, Jose Mauricio., *Arquitecturas Orientadas a Servicios*. Bogota. Colombia : s.n.
- [50] Shaw, Mary and Garlan, David., *Software Architecture*. 1996.
- [51] Trowbridge, David., *Enterprise Solution Patterns using Microsoft .NET*. 2003.
- [52] , [Online] Microsoft patterns & practices, 2010. <http://msdn.microsoft.com/en-us/library/ms998421.aspx>.
- [53] Association, National Electrical Manufacturers., *Part 7: Message Exchange*. 2008.
- [54] 1, IHE Radiology Technical Framework Volumen., *Integration Profiles*. 1998-2008.
- [55] , *CDA Release 2.0, Section 4.1 – Clinical Document*.
- [56] *Apartado 5: Uso de los OIDs*.
- [57] *CDA Release 2.0, Section 4.2.1.1 – id*.
- [58] *CDA Release 2.0, Section 4.2.1.4 – effectiveTime*.
- [59] *CDA Release 2.0, Section 4.2.1.5 - confidentialityCode*.
- [60] *CDA Release 2.0, 4.2.2.11 – recordTarget*.
- [61] *CDA Release 2.0, Section 4.2.2.2 – author*.
- [62] Spain, Subcomité Técnico V3-CDA HL7., *Guía para el desarrollo de documentos CDA*. 2007.

**BIBLIOGRAFIA:**

Perez, J.L., et al., *Sistemas de Comunicación y Gestión de Imágenes Médicas. PACS y estándar DICOM*. 2007.

Ballesteros, Fernando., *Desarrollo de aplicaciones DICOM para la gestión*. . 2003.

Tamayo Peña, Karel Eddy and Vega Izaguirre, Leodan., *Experiencia de la instalación de los sistemas alasPACS y alasRIS*. Ciudad de La Habana : UCI.

*Curso Universitario Sistema de Informacion en los Sistemas de Salud*.

Kalinski, T., *Digital imaging and electronic patient records in pathology using an integrated department information system with PACS*. . 2002.

Quilis, Damian Segrelles., *Diseño y Desarrollo de una Arquitectura Software Genérica Orientada a Servicios para la Construcción de un Middleware Grid Orientado a la Gestión y Proceso Seguro de Información en formato DICOM sobre un Marco Ontológico*. 2008.

Grupo PAS., *Estándar y Protocolo de Imágenes Médicas DICOM*. s.l. : Universidad de Deusto, 2005.

Clunie, David A., *DICOM Structured Reporting*. Pennsylvania : PixelMed Publishing, 2000.

Health Level Seven, Spain. HL7 en el mundo. [Online] 2010. [http://www.hl7spain.org/..](http://www.hl7spain.org/)

Health Level Seven, Spain. [Online] 2010. [http://www.hl7spain.org/..](http://www.hl7spain.org/)

Venturello, Juan Miguel and Vilalta, Josep., *Taller de interoperabilidad HL7 V3 y CDA R2*. 2005.

Santana Mancilla, Pedro César, et al., *Apoyo a las actividades médicas a través de Servicios Web basados en HL7/CDA*. México : s.n.

Spain, Subcomité Técnico V3-CDA HL7., *Guía para el desarrollo de documentos CDA*. 2007.

Soriano, Amelia., *De CMM (Capability Maturity Model) a CMMI (Capability Maturity Model Integration)*.

Booch, Grady, Rumbaugh, James and Jacobson, Ivar., *El lenguaje de modelado unificado*.

- Booch, et al., *Ingeniería de software con UML. Unified Modeling Language - Lenguaje Unificado de Modelado*. s.l. : Auditoría de Tecnología de la Información. Sistemas de información Administrativa., 2009.
- MyDicom.FAQ*. [Disponible en: <http://www.mydicom.net/SDKFAQ.aspx>]. 2008.
- <http://www.sparxsystems.com.ar/>. [Online] 2010.
- [Online] <http://www.microsoft.com/spanish/msdn/latam/visualstudio2008/prueba.aspx>.
- Jacobson, I., Booch, G. and Rumbaugh, J., *The Unified Software Development Process*. 1999.
- Garlan, David and Shaw, Mary., *Architecture, An introduction to Software*.
- IEEE Std. 1471-2000*.
- Reynoso, Carlos and Kiccillof, Nicolás., *Estilos y Patrones en la Estrategia de Arquitectura de Microsoft*. s.l. : UNIVERSIDAD DE BUENOS AIRES.
- Software, Grupo de investigación en Ingeniería de., *La importancia de la arquitectura en el desarrollo del software de la calidad*.
- Reynoso, Billy., *Seminario de Arquitectura de Software*. BUENOS AIRES : s.n.
- Shaw, Mary and Garlan, David., *Software Architecture*. 1996.
- Trowbridge, David., *Enterprise Solution Patterns using Microsoft .NET*. 2003.
- [Online] Microsoft patterns & practices, 2010. <http://msdn.microsoft.com/en-us/library/ms998421.aspx>.
- Association, National Electrical Manufacturers., *Part 7: Message Exchange*. 2008.
- IHE Radiology Technical Framework Volumen., *Integration Profiles*. 1998-2008.
- CDA Release 2.0, Section 4.1 – Clinical Document*.
- Spain, Subcomité Técnico V3-CDA HL7., *Guía para el desarrollo de documentos CDA*. 2007.
- Marco Técnico del dominio Infraestructura de Tecnologías de la Información de IHE* . 2008.

de Toledo, Paula, Carmelo Albillos, José and Quiles, Javier., *Los estándares en Sistemas de Información Sanitarios en Europa: la visión de IHE. Interoperabilidad historia clínica electrónica*. 2008.

Kruchten, Philippe., *Planos Arquitectónicos: El Modelo de \_4+1\_ Vistas de la Arquitectura del Software* .

Bruce, Robert., *RIS/PACS integration -- what is it and what are its benefits?* . 2003.

Font Hernández, Andro and Gómez Suárez, Yasmay., *Alas PACS Client. Sistema para la gestión de estudios imagenológicos*. 2008.

Vega Izaguirre, Leodan and Planos Gonzalez, Alejandro., *alas RIS*. Ciudad Habana : UCI, 2008.

Torres, Luis Miguel., *Radiología Digital, PACS, Telerradiología y Estrategias en Radiología*. Barcelona : s.n., 2000. <http://www.seeic.org/articulo/rxdigital/rxdigital.htm>.

Martínez, Alfonso Martínez and Maceda, Humberto Cervantes., "Diseño y construcción de una arquitectura de línea de producto para sistemas PACS." *Maestría en Ciencias y Tecnologías de la Información*. [Online] [http://mcyti.izt.uam.mx/Maestria\\_archivos/proyectos/Propuesta\\_hcm\\_almm.pdf](http://mcyti.izt.uam.mx/Maestria_archivos/proyectos/Propuesta_hcm_almm.pdf).

Chávarri, Miguel and Lloréis, R.M., *Diagnóstico por la imagen*. Valencia : s.n., diciembre 2004. <http://www.conganat.org/seis/informes/2004/PDF/CAPITULO8.pdf>.

Bidgood, W. Dean and Horii, Steven C., *Introduction to the ACR-NEMA DICOM Standard*. Marzo 1992. <http://radiographics.rsna.org/content/12/2/345.full.pdf>. 345-355.

Huang, H. K., *PACS and imaging informatics: basic principles and applications*. 1999.

ACR-NEMA., *PS 3.11 - Media Storage Application Profiles*. 2008.

ECMA., *Volume and File Structure of CDROM for Information Interchange*. 1998.

*PS 3.12 - Media Formats and Physical Media for Media Interchange*. 2008.

Medina, David del Río, Sánchez, Carlos Bocanegra and Orcero, David Santo., *La cabecera del estándar DICOM*. 2008. <http://www.revistaesalud.com/index.php/revistaesalud/article/view/266/578>. ISSN 1698-7969.



ANEXOS

Anexo I Diagrama de procesos del negocio.

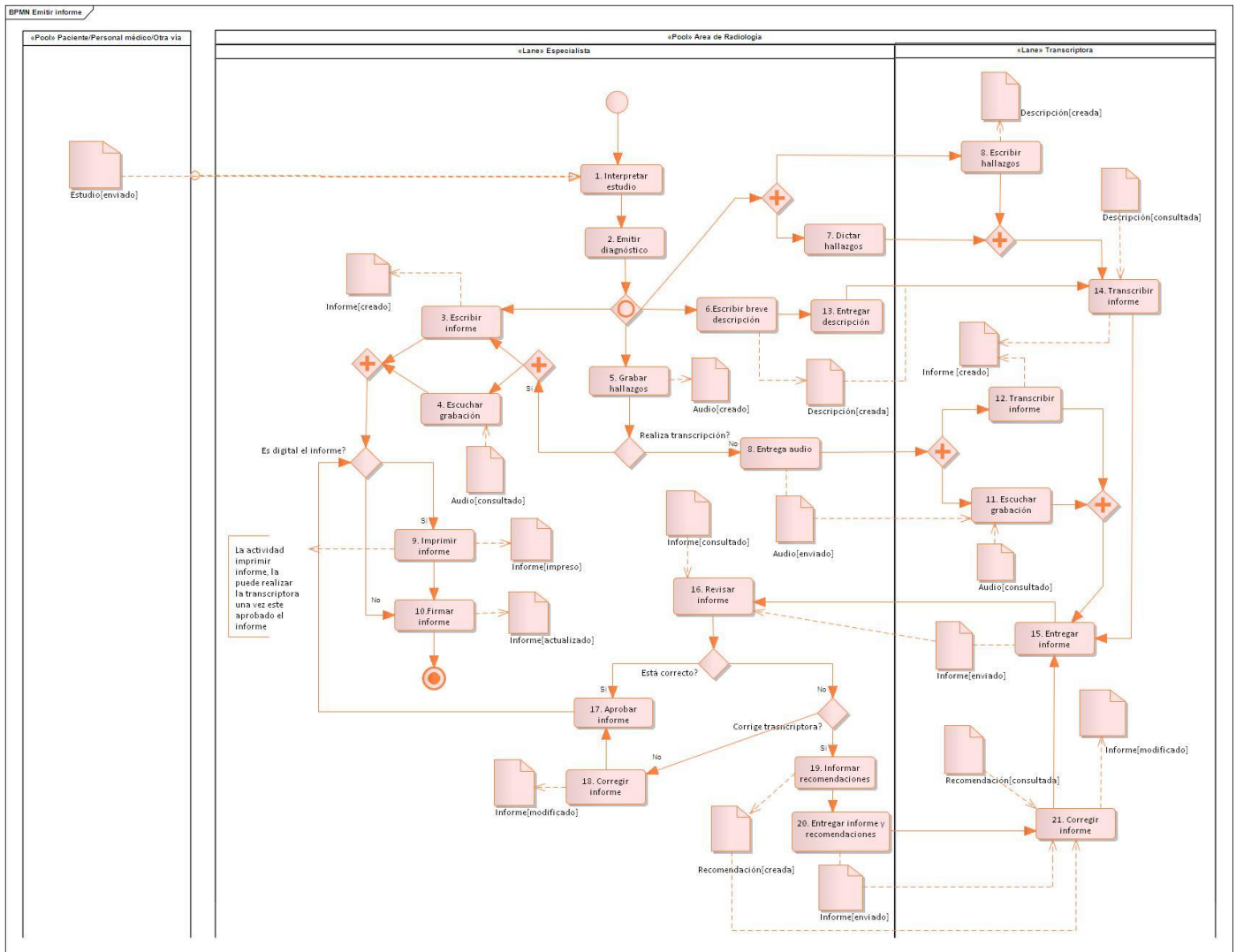


Figura 13 Diagrama del proceso emitir informe imagenológico (Área de Radiología)

## Anexo II Descripción de casos de uso expandidos.

Las tablas que se muestran a continuación contienen una descripción detallada de los casos de uso significativos que presenta el sistema.

<b>CU # 1. Elaborar informe</b>	
<b>Objetivo</b>	Su objetivo es escribir los hallazgos de la exploración diagnóstica a la que fue sometida el paciente.
<b>Actores</b>	Especialista
<b>Resumen</b>	Le permite al Especialista la elaboración de un informe imagenológico a un determinado paciente.
<b>Complejidad</b>	Media
<b>Prioridad</b>	Crítico
<b>Referencias</b>	RF 1.1
<b>Precondiciones</b>	El paciente debe tener estudios realizados.
<b>Postcondiciones</b>	Se elaboró el informe imagenológico del paciente.
<b>Flujo de eventos</b>	
<b>Flujo básico &lt; Elaborar informe &gt;</b>	
<ol style="list-style-type: none"> <li>1. El Especialista selecciona la opción Crear informe.</li> <li>2. El Sistema muestra la interfaz para que el especialista comience a realizar las descripciones.</li> <li>3. El Especialista puede escribir las descripciones de los diferentes hallazgos.</li> <li>4. El Especialista puede hacer uso de la opción de grabado para dictar las diferentes descripciones.</li> <li>5. El Sistema activa las opciones de grabado.</li> <li>6. El Especialista solicita chequear la ortografía.</li> <li>7. El Sistema realiza la corrección ortográfica del informe.</li> <li>8. El Especialista solicita modificar la fuente o los diferentes estilos básicos para el texto del informe.</li> <li>9. El Sistema le muestra los diferentes estilos que presenta.</li> <li>10. El Especialista solicita codificar el diagnóstico del paciente.</li> <li>11. El Sistema brinda las opciones de codificación.</li> <li>12. El Especialista selecciona donde va a almacenar el informe (local o en un repositorio remoto).</li> <li>13. El Sistema notifica si el proceso de almacenamiento del informe se realizó satisfactoriamente.</li> </ol>	

14. Termina el caso de uso.		
<b>Flujo básico &lt; Elaborar informe &gt;</b>		
<i>*a. En cualquier momento el sistema falla.</i>		
1. <i>El Sistema debe ser capaz de tener los datos introducidos guardados.</i>		
6-7a. <i>El diccionario que brinda el sistema no tiene todas las palabras contempladas.</i>		
1. <i>El Sistema debe permitir agregar palabras al diccionario.</i>		
10-11a. <i>El codificador que brinda el sistema no es el propio de la institución.</i>		
1. <i>El Sistema debe permitir adicionar un codificador propio dependiendo del servicio o de la institución hospitalaria.</i>		
12a. <i>Existen problemas de conexión entre el repositorio y el sistema.</i>		
1. <i>El Sistema debe almacenar el informe localmente, notificar las fallas y cuando se restablezca la conexión enviarlo automáticamente al repositorio.</i>		
<b>Relaciones</b>	<b>CU Incluidos</b>	No aplicable.
	<b>CU Extendidos</b>	Chequear ortografía: Paso 7 del Flujo Básico. Modificar fuente: Paso 9 del Flujo Básico. Codificar diagnóstico: Paso 11 del Flujo Básico.
<b>Requisitos funcionales</b>	<b>no</b>	RNU 9, RNU 11
<b>Asuntos pendientes</b>		No aplicable.

Tabla 16 Descripción detallada del CU Elaborar informe

<b>CU # 3. Gestionar informe</b>	
<b>Objetivo</b>	Eliminar, Obtener, Visualizar e Imprimir informes imagenológicos previamente elaborados.
<b>Actores</b>	Personal médico
<b>Resumen</b>	Le permite al Personal médico gestionar los informes, eliminando, obteniendo, visualizando e imprimiendo los ya existentes.
<b>Complejidad</b>	Media
<b>Prioridad</b>	Crítico

<b>Referencias</b>	RF 1.3, 1.8, 1.10, 3
<b>Precondiciones</b>	El informe debe estar elaborado.
<b>Postcondiciones</b>	Se eliminó, se obtuvo, se visualizó e imprimió el informe imagenológico del paciente.
<b>Flujo de eventos</b>	
<b>Flujo básico &lt; Eliminar informe &gt;</b>	
<ol style="list-style-type: none"> <li>1. El Personal médico solicita buscar el informe que desea eliminar y llena uno, varios, todos o ninguno de los criterios por los que puede realizar la búsqueda.</li> <li>2. El Sistema muestra el o los informes que coincidan con los parámetros de la búsqueda.</li> <li>3. El Personal médico selecciona el informe y lo elimina.</li> <li>4. Termina el caso de uso.</li> </ol>	
<b>Flujos alternos</b>	
<i>1a. Criterio de búsqueda no válido.</i>	
<ol style="list-style-type: none"> <li>1. El Sistema debe notificar que los criterios de búsquedas han sido insertados incorrectamente y rechazar la entrada.</li> </ol>	
<i>2a. Existen problemas de conexión entre el repositorio y el sistema.</i>	
<ol style="list-style-type: none"> <li>1. El Sistema debe notificar las fallas y seguir su funcionamiento.</li> </ol>	
<b>Flujo básico &lt; Obtener informe &gt;</b>	
<ol style="list-style-type: none"> <li>1. El Personal médico solicita buscar el informe que desea obtener y llena uno, varios, todos o ninguno de los criterios por los que puede realizar la búsqueda.</li> <li>2. El Sistema muestra el o los informes que coincidan con los parámetros de la búsqueda.</li> <li>3. El Personal médico selecciona la opción obtener informe.</li> <li>4. El Sistema guarda el informe automáticamente en la dirección local de almacenamiento.</li> <li>5. Termina el caso de uso.</li> </ol>	
<b>Flujos alternos</b>	
<i>1a. Criterio de búsqueda no válido.</i>	
<ol style="list-style-type: none"> <li>1. El Sistema debe notificar que los criterios de búsquedas han sido insertados incorrectamente y rechazar la entrada.</li> </ol>	
<i>2a. Existen problemas de conexión entre el repositorio y el sistema.</i>	
<ol style="list-style-type: none"> <li>1. El Sistema debe notificar las fallas y seguir con su funcionamiento.</li> </ol>	
<i>4a. No existe una dirección local para almacenar los informes obtenidos.</i>	
<ol style="list-style-type: none"> <li>1. El Sistema debe notificar que configuren una dirección local para el almacenado de los informes y</li> </ol>	

<i>almacenar los mismos en una dirección temporal.</i>		
<b>Flujo básico &lt; Visualizar informe &gt;</b>		
<ol style="list-style-type: none"> <li>1. El Personal médico solicita buscar el informe que desea ver y llena uno, varios, todos o ninguno de los criterios por los que puede realizar la búsqueda.</li> <li>2. El Sistema muestra el o los informes que coincidan con los parámetros de la búsqueda.</li> <li>3. El Personal médico visualiza el informe.</li> <li>4. Termina el caso de uso.</li> </ol>		
<b>Flujos alternos</b>		
<i>1a. Criterio de búsqueda no válido.</i>		
<ol style="list-style-type: none"> <li>1. <i>El Sistema debe notificar que los criterios de búsquedas han sido insertados incorrectamente y rechazar la entrada.</i></li> </ol>		
<i>2a. Existen problemas de conexión entre el repositorio y el sistema.</i>		
<ol style="list-style-type: none"> <li>1. <i>El Sistema debe notificar las fallas y seguir su funcionamiento.</i></li> </ol>		
<b>Flujo básico &lt; Imprimir informe &gt;</b>		
<ol style="list-style-type: none"> <li>1. El Personal médico solicita buscar el informe que desea imprimir y llena uno, varios, todos o ninguno de los criterios por los que puede realizar la búsqueda.</li> <li>2. El Sistema muestra el o los informes que coincidan con los parámetros de la búsqueda.</li> <li>3. El Personal médico selecciona la opción Imprimir.</li> <li>4. El Sistema muestra la vista previa del informe.</li> <li>5. El Personal médico selecciona la opción Imprimir Informe.</li> <li>6. El Sistema muestra las opciones de impresión, impresoras conectadas, cantidad de páginas, etc.</li> <li>7. Termina el caso de uso.</li> </ol>		
<b>Flujos alternos</b>		
<i>1a. Criterio de búsqueda no válido.</i>		
<ol style="list-style-type: none"> <li>1. <i>El Sistema debe notificar que los criterios de búsquedas han sido insertados incorrectamente y rechazar la entrada.</i></li> </ol>		
<i>2a. Existen problemas de conexión entre el repositorio y el sistema.</i>		
<ol style="list-style-type: none"> <li>1. <i>El Sistema debe notificar las fallas y seguir su funcionamiento.</i></li> </ol>		
<b>Relaciones</b>	<b>CU Incluidos</b>	No aplicable.
	<b>CU</b>	Buscar Informe: Paso 1 de todos los Flujo Básico.

	<b>Extendidos</b>	
<b>Requisitos funcionales</b>	no	RNU 11, RNU 12, RNU 13 RNR 1, RNR 2
<b>Asuntos pendientes</b>		No aplicable.

Tabla 17 Descripción detallada del CU Gestionar informe

<b>CU # 6. Almacenar informe</b>	
<b>Objetivo</b>	Su objetivo es guardar los informes localmente o en un repositorio remoto para evitar su extravío.
<b>Actores</b>	Personal médico (Inicia) Repositorio de informes
<b>Resumen</b>	El Personal médico puede almacenar el informe localmente mientras se esté elaborando o haya finalizado este proceso, si ya está elaborado puede almacenarlo en un repositorio remoto para que cualquier personal médico pueda visualizarlo.
<b>Complejidad</b>	Media
<b>Prioridad</b>	Crítico
<b>Referencias</b>	RF 1.6, RF 1.6.1, RF 1.6.2
<b>Precondiciones</b>	El informe debe estar elaborado.
<b>Postcondiciones</b>	Se almacenó el informe imagenológico del paciente, ya sea localmente o en el repositorio.
<b>Flujo de eventos</b>	
<b>Flujo básico &lt; Almacenar informe &gt;</b>	
<ol style="list-style-type: none"> <li>1. El Personal médico selecciona dónde desea almacenar el informe, ya sea localmente o en un repositorio remoto.</li> <li>2. El Sistema almacena en el Inbox local de la estación de trabajo o envía el informe al repositorio, dependiendo de la opción seleccionada por el especialista.</li> <li>3. El Repositorio de informes almacena el informe enviado.</li> <li>4. El Sistema notifica al Personal médico el estado de envío del informe.</li> <li>5. Termina el caso de uso.</li> </ol>	

Flujos alternos		
<i>*a. Existen problemas de conexión entre el repositorio y el sistema.</i>		
1. El Sistema debe almacenar el informe localmente, notificar las fallas y cuando se restablezca la conexión enviarlo automáticamente al repositorio.		
<b>Relaciones</b>	<b>CU Incluidos</b>	Enviar al repositorio. Ver CU Enviar al repositorio. Elaborar informe. Ver Caso de Uso Elaborar informe.
	<b>CU Extendidos</b>	No aplicable.
<b>Requisitos funcionales</b>	<b>no</b>	RNC 1 RNUR 1
<b>Asuntos pendientes</b>		No aplicable.

Tabla 18 Descripción detallada del CU Almacenar informe

CU # 8. Buscar informe	
<b>Objetivo</b>	Su objetivo es determinar si existe el informe en el momento requerido.
<b>Actores</b>	Personal médico (Inicia) Repositorio de informes
<b>Resumen</b>	El Personal médico puede realizar búsquedas de informes en el sistema, ya sean locales o remotas. Para ello puede especificarse ninguno, uno, varios o todos los criterios de búsquedas.
<b>Complejidad</b>	Media
<b>Prioridad</b>	Crítico
<b>Referencias</b>	RF 1.7
<b>Precondiciones</b>	El informe debe estar elaborado.
<b>Postcondiciones</b>	Se supo si el informe imagenológico del paciente está almacenado.
Flujo de eventos	
Flujo básico < Buscar informe >	
1. El Personal médico solicita buscar el informe y llena uno, varios, todos o ninguno de los criterios por los que puede realizar la búsqueda.	

<p>2. El Repositorio de informes le devuelve al Sistema el o los informes que coincidan con los parámetros de la búsqueda.</p> <p>3. El Sistema muestra el o los informes que coincidan con los parámetros de la búsqueda.</p> <p>4. Termina el caso de uso.</p>		
<b>Flujos alternos</b>		
<i>*a. Criterio de búsqueda no válido.</i>		
<p>1. <i>El Sistema debe notificar que los criterios de búsquedas han sido insertados incorrectamente y rechazar la entrada.</i></p>		
<i>*b. Existen problemas de conexión entre el repositorio y el sistema.</i>		
<p>1. <i>El Sistema debe notificar las fallas.</i></p>		
<b>Relaciones</b>	<b>CU Incluidos</b>	No aplicable.
	<b>CU Extendidos</b>	<p>Buscar informe en el CU Exportar informe.</p> <p>Buscar informe en el CU Gestionar informe.</p> <p>Buscar informe en el CU Modificar informe.</p>
<b>Requisitos funcionales</b>	<b>no</b>	<p>RNR 1, RNR 2</p> <p>RNU 12</p>
<b>Asuntos pendientes</b>		No aplicable.

Tabla 19 Descripción detallada del CU Buscar informe