

**Universidad de las Ciencias Informáticas
Facultad 7**



**Título: Arquitectura de un Sistema para la
Transmisión de Información Radiológica
Inter-Hospitalaria**

Trabajo de Diploma para optar por el título de

Ingeniero en Ciencias Informáticas

Autores: Yordi Borges Cabrera
Reinier González Díaz

Tutores: Ing. Darien Menéndez Molina
Ing. Yoel González Mesa

Ciudad de La Habana, Junio de 2010

“Año 52 de la Revolución”

DECLARACIÓN DE AUTORÍA

Declaramos que somos los únicos autores del presente trabajo y autorizamos 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 23 días del mes de junio del año 2010.

Yordi Borges Cabrera

Autor

Reinier González Díaz

Autor

Ing. Darien Menéndez Molina

Tutor

Ing. Yoel González Mesa

Tutor

RESUMEN

Durante la última década, el intercambio de información radiológica entre instituciones hospitalarias ha madurado hasta convertirse en un servicio de salud de suma utilidad. Esta investigación propone la arquitectura de un sistema para el intercambio y distribución de información radiológica inter-hospitalaria. De esta manera los especialistas pueden solicitar la realización de un estudio imagenológico, así como el diagnóstico del mismo, en un centro de salud que presente los recursos necesarios.

Se permitirá la comunicación entre especialistas para las consultas de segunda opinión en el diagnóstico de un complementario. Para lograrlo se realizó un estudio de las normas que define IHE, y de los estándares para transmisión de información médica HL7 y DICOM.

Además se utilizó BPMN como lenguaje para modelar los procesos del negocio, y UML para el modelado de los demás artefactos. Para la implementación del sistema se propone la utilización de *Microsoft.NET Framework 2.0* que mantiene la compatibilidad con MONO, en el caso de una futura migración a *software* libre. Como lenguaje de programación se propone C# por su sencillez, modernidad y eficiencia.

Como resultado de este trabajo de diploma se propuso una arquitectura que constituye una guía para el desarrollo de sistemas para el intercambio de información radiológica inter-hospitalaria. Su implementación posibilitará la automatización de algunos procesos con el objetivo de mejorar la calidad de la salud, así como la atención al paciente.

TABLA DE CONTENIDO

INTRODUCCIÓN	1
CAPÍTULO 1: FUNDAMENTACIÓN TEÓRICA	6
1.1. Conceptos generales asociados al dominio del problema	6
1.1.1. Telemedicina	6
1.1.2. Servicios de Telemedicina	6
1.2. Análisis de soluciones	7
1.2.1. Ámbito Internacional	7
1.2.2. Ámbito Nacional	8
1.3. Tendencias y tecnologías actuales	9
1.3.1. CMMI nivel 2.....	9
1.3.2. Tecnologías.....	11
1.3.3. Lenguajes.....	11
1.3.4. IHE.....	12
1.3.5. Estándar HL7.....	13
1.3.6. Estándar DICOM 3.0.....	15
1.3.7. Herramienta de Modelado.....	15
1.4. Conclusiones parciales del capítulo.....	16
CAPÍTULO 2: CARACTERÍSTICAS DEL SISTEMA.....	17
2.1. Objeto de automatización.....	17
2.2. Sistema propuesto.....	18
2.3. Modelo de Procesos del Negocio	18
2.3.1. Realizar diagnóstico por derivación (Remisión de pacientes)	19
2.3.2. Realizar diagnóstico por derivación (Realización de estudios médicos).....	20
2.3.3. Realizar consultas de segunda opinión	21
2.3.4. Gestionar cita a distancia	23
2.4. Especificación de requerimientos del software	24
2.4.1. Requerimientos Funcionales	24
2.4.2. Requerimientos no Funcionales	27
2.5. Definición de los actores del sistema	29
2.5.1. Módulo RIS	29
2.5.2. Módulo Exchange Gateway.....	29
2.6. Diagrama de casos de uso del sistema	31

2.6.1.	Módulo RIS	31
2.6.2.	Módulo Exchange Gateway	31
2.7.	Descripción de los casos de uso del sistema	32
2.7.1.	Módulo Exchange Gateway	32
2.7.2.	Módulo Sistema RIS	34
2.8.	Ventajas del sistema	37
2.9.	Conclusiones parciales del capítulo	38
CAPÍTULO 3: ARQUITECTURA		39
3.1.	Estilos arquitectónicos	39
3.1.1.	Módulo Exchange Gateway	41
3.2.	Patrones	41
3.3.	Lenguaje, tecnologías y herramientas de apoyo al desarrollo	44
3.4.	Modelo 4+1 vistas	46
3.4.1.	Vista de Casos de Uso	47
3.4.2.	Vista Lógica	47
3.4.3.	Vista de Implementación	47
3.4.4.	Vista de Despliegue	49
3.5.	Seguridad de transmisión	51
3.6.	Conclusiones parciales del capítulo	51
CAPÍTULO 4: ANÁLISIS Y DISEÑO DEL SISTEMA		53
4.1.	Modelo de Análisis	53
4.1.1.	Diagrama de clases del análisis	53
4.2.	Modelo de Diseño	54
4.2.1.	Diagrama de clases del diseño	54
4.3.	Diagramas de Interacción	55
4.3.1.	Diagramas de Secuencia	55
4.4.	Conclusiones parciales del capítulo	55
CONCLUSIONES		56
RECOMENDACIONES		57
GLOSARIO DE TÉRMINOS		58
REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS		60
BIBLIOGRAFÍA		62
ANEXOS		65

Anexo 1 Diagramas de clases del diseño.....	65
Anexo 2 Diagramas de Secuencia	68

LISTA DE ACRÓNIMOS

ACR: *American College of Radiologist.* Colegio Americano de Radiología.

ASCII: *American Standard Code for Information Interchange.* Código Estadounidense Estándar para el Intercambio de Información.

CMMI: *Capability Maturity Model Integration.* Modelo Integrado de Capacidad y Madurez.

DICOM: *Digital Imaging and Communication in Medicine.*

GPI: Grupo de Procesamiento de Imágenes y Señales.

GRASP: *General Responsibility Assignment Software Pattern*. Patrones Generales de Software para Asignación de Responsabilidades.

HIS: *Hospital Information Systems*.

HL7: *Health Level Seven*. Nivel Siete de la Salud.

HTTP: *HyperText Transfer Protocol*. Protocolo de Transferencia de Hipertexto.

IDE: *Integrated Development Environment*. Entorno Integrado de Desarrollo.

IGU: *Graphic User Interface*.

IHE: *Integrating the Healthcare Enterprise*.

ISCL: *Integrated Secure Communication Layer*

JIT: *Just-In-Time*.

MSH: Segmento del Mensaje de cabecera.

NEMA: *National Electrical Manufacturers Association*. Asociación Nacional de Fabricantes de Material Eléctrico.

OMG: Object Management Group.

OSI: *Open System Interconnection*. Modelo de interconexión de sistemas abiertos.

PACS: *Picture Archiving and Communication System*. Sistema para la Transmisión, Almacenamiento y Visualización de Imágenes Médicas.

PC: *Personal Computer*. Computadora Personal.

RIS: *Radiological Information System*. Sistema de Información Radiológica.

RSA: Sistema Criptográfico de clave pública desarrollado en 1977.

RUP: *Rational Unified Process*. Proceso Unificado de Desarrollo de Software.

SHA: *Secure Hash Algorithm*.

SOAP: *Simple Object Access Protocol*. Protocolo para el intercambio de mensajes sobre redes de computadoras.

SSPA: Sistema Sanitario Público de Andalucía.

TAC: *Computerized Axial Tomography*. Tomografía Axial Computarizada.

TCP/IP: *Transmission Control Protocol/ Internet Protocol*. Protocolo de control de transmisión/Protocolo de Internet.

TLS: *Transport Layer Security* (Seguridad en la Capa de Transporte).

UML: *Unified Modeling Language*. Lenguaje Unificado de Modelado.

XDS: *Cross-Enterprise Document Sharing*. Compartir documentos clínicos entre organizaciones.

XML: *Extensible Markup Language*. Lenguaje de Etiquetado Extensible.

INTRODUCCIÓN

Los últimos años se han caracterizado por un avance considerable de la ciencia. El desarrollo tecnológico ha aportado un cambio asombroso en la medicina. Su evolución ha permitido conocer muchos procesos que explican el por qué de innumerables enfermedades, de eventos que ocurren en el organismo del ser humano y de las consecuencias de relacionarse con su entorno. La salud se ha convertido en uno de los campos del saber más evolucionados y beneficiados por el uso de las tecnologías de la información, por lo que constituye un papel determinante para toda sociedad.

La radiología es un área de la medicina que utiliza sustancias radioactivas, radiación electromagnética y ondas sonoras, para generar imágenes del interior del cuerpo. La creación de diferentes equipos médicos como TAC¹ y Angiógrafos, permite un diagnóstico mucho más acertado al ofrecer imágenes con una gran calidad y precisión. Esto ha propiciado que la medicina actual sea más exacta y acertada en el diagnóstico al paciente, además de permitir un estudio más completo del cuerpo humano.

Por este motivo, instituciones gubernamentales (principalmente de países desarrollados) han realizado numerosos estudios e investigaciones con el propósito de estandarizar las tecnologías de la información, mejorando en gran medida la calidad de la salud.

Como resultado surgen los estándares para la manipulación, intercambio y transmisión de información radiológica inter-hospitalaria. Entre estos estándares se encuentran; DICOM², reconocido mundialmente para el intercambio de imágenes médicas y HL7³ que es un conjunto de estándares para el intercambio de información médica. Posteriormente surge IHE⁴, que define unos perfiles que utilizan estándares ya existentes para la integración de sistemas sanitarios, de manera que proporcionen una interoperabilidad efectiva y un flujo de trabajo eficiente.

¹ Tomografía Axial Computarizada (TAC)

² *Digital Imaging and Communication in Medicine* (DICOM)

³ *Health Level Seven* (HL7)

⁴ *Integrating the Healthcare Enterprise* (IHE)

La estandarización de la información permitió la creación de soluciones informáticas capaces de automatizar y simplificar todo el trabajo relacionado con la información radiológica. Así surgen sistemas como el PACS⁵-RIS⁶, destinados a satisfacer las necesidades de las organizaciones de salud, tales como hospitales y centros de atención médica. De esta forma ha aumentando considerablemente la productividad y mejorando el flujo de trabajo en el área de radiología.

En la actualidad se tienen todas las condiciones tecnológicas, como estructuras de redes computacionales y enrutadores, para el intercambio y la distribución de toda la información radiológica entre instituciones hospitalarias. De esta forma, se podría realizar una consulta o un estudio médico en un centro hospitalario y transmitir las imágenes a otro centro en el que haya un especialista que las pueda diagnosticar. En el mundo se dan los primeros pasos en esta dirección.

La telemedicina, pensada para la prestación de servicios a distancia, plantea la utilización de avanzadas tecnologías de la informática y las comunicaciones para realizar consultas, diagnósticos y hasta cirugías a distancia y en tiempo real. En países como España se han dado pasos en este sentido, con la puesta en marcha de un sistema para la consultoría a especialistas en radiología infantil en la región de Valencia. Estos aclaran las dudas a través de correos y envían las imágenes a través de sistemas tales como el PACS.

La situación actual en innumerables instituciones hospitalarias está dada por una gran dispersión de la información radiológica. En otros casos, dependencia total hacia otros centros médicos, porque no cuentan con la tecnología necesaria para brindar servicios a la población para la realización de estudios imagenológicos. Sumado a esta imposibilidad, se encuentra la falta de un sistema que efectúe el intercambio y distribución de información radiológica entre instituciones hospitalarias.

El Ministerio de Salud Pública de Cuba realiza un gran esfuerzo por informatizar este sector en el país, se han introducido nuevas tecnologías en los centros hospitalarios. Además se han adquirido equipos imagenológicos (equipos de TAC, Resonancia Magnética, Rayos X) y establecido modernas infraestructuras de redes computacionales en hospitales. También se han instalado sistemas de almacenamiento y transmisión de imágenes médicas; entre los que se incluyen

⁵ *Picture Archiving and Communications System (PACS)*

⁶ *Radiology Information System (RIS)*

sistemas para el control de la información médica asociada a todo el flujo que se genera en el proceso de atención a pacientes.

Sin embargo, la interoperabilidad e integración inter-institucional de toda la información radiológica generada por los equipos médicos y por soluciones desarrolladas en la Universidad de las Ciencias Informáticas, ya sean, sistema para el control de la información (alas RIS), sistema para el almacenamiento de imágenes médicas (alas PACSServer) o sistema para la visualización de las mismas (alas PACSViewer), son aspectos muy poco desarrollados.

Por tanto, se vuelve de vital importancia el intercambio de información radiológica y estudios médicos con otros hospitales para la cooperación profesional. La prestación de servicios a distancia tales como; educación remota, intercambio de reportes, intercambio de estudios de pacientes, servicios de mensajería, diagnósticos radiológicos remotos, entre otros servicios complementarios, pueden contribuir al fortalecimiento del sistema de salud y a una mejor y más completa atención al paciente. Las instituciones hospitalarias cubanas no han puesto en práctica el funcionamiento de tales servicios a distancia, así como tampoco la integración de los mismos a soluciones PACS y RIS, y respetando las normas y estándares médicos establecidos a nivel global.

Por todo lo antes expuesto se desarrolla el presente trabajo de diploma sobre la base de dar solución al siguiente **problema científico**: ¿Cómo facilitar el intercambio y distribución de información radiológica entre instituciones hospitalarias?

Para solucionarlo se asume como **objeto de estudio** los procesos de intercambio y distribución de información, y como **campo de acción** los procesos de intercambio y distribución de información radiológica entre instituciones hospitalarias.

Como respuesta al problema planteado los autores proponen como **objetivo general** del trabajo: Diseñar la arquitectura de un sistema capaz de facilitar el intercambio y distribución de información radiológica entre instituciones hospitalarias.

Para poder cumplir con los objetivos se definieron las siguientes **tareas de investigación**:

- Estudiar el estado del Arte de los sistemas de intercambio y distribución de información radiológica.
- Analizar HL7 como estándar para el intercambio de información radiológica.
- Evaluar las normas que define el estándar DICOM 3.0 para el intercambio de imágenes médicas.
- Investigar la estructura de IHE para la comunicación entre los sistemas de información sanitarios.
- Valorar el estado actual de los sistemas alas PACS, alas RIS y alas DMail con el objetivo de una futura integración con los mismos.
- Identificar los procesos del negocio y los problemas que existen en las instituciones hospitalarias.
- Entrevistar a especialistas con el objetivo de conocer sus necesidades de cooperación inter-hospitalaria.
- Identificar los requerimientos funcionales y no funcionales necesarios para un sistema de intercambio de información radiológica.
- Definir una arquitectura capaz de cubrir las necesidades para el intercambio de información entre instituciones hospitalarias.

Para la confección de este trabajo se emplearon diferentes **métodos de investigación** que se explican a continuación.

Métodos Teóricos

Analítico-Sintético: La utilización de este método posibilitó descubrir los elementos que componen el objeto de la investigación.

Modelación: Este método permite modelar cada una de las fases del desarrollo del sistema propuesto.

Métodos Empíricos

Observación: Es uno de los métodos más importantes, pues permite tener un control del cumplimiento de los objetivos.

Entrevista: La entrevista es una técnica que aporta mucho en la realización de cualquier producto y son de vital importancia, pues nutre la investigación con datos verdaderamente relevantes.

Estructura del documento

Capítulo 1: El capítulo constituye la fundamentación teórica del presente trabajo. Se aborda el estado del arte del tema a tratar a nivel internacional y nacional, se presentan las principales herramientas y tecnologías usadas para dar solución al problema propuesto.

Capítulo 2: Este capítulo presenta la propuesta del sistema y los requerimientos (funcionales y no funcionales). Se incluye el modelo de dominio como alternativa para el entendimiento de los procesos de negocio. Se representan además los actores del sistema y la especificación de requisitos.

Capítulo 3: Este capítulo contiene lo referente a la organización del sistema, así como los estilos arquitectónicos y patrones de diseños definidos para la propuesta de arquitectura.

Capítulo 4: El capítulo representa el modelo de análisis y diseño del sistema, incluyendo los diagramas de clases del diseño, y diagramas de secuencia que especifican el flujo de eventos que ocurren entre las clases de diseño.

CAPÍTULO 1: FUNDAMENTACIÓN TEÓRICA

En este capítulo se realiza un estudio detallado de los principales conceptos relacionados con el proceso de intercambio y distribución de información radiológica entre instituciones hospitalarias. Se analiza el estado del arte del tema a tratar a nivel nacional e internacional y las principales tecnologías, herramientas y metodologías utilizadas para dar solución al problema propuesto.

1.1. Conceptos generales asociados al dominio del problema

1.1.1. Telemedicina

La Telemedicina se define como la distribución de servicios de salud, en el que la distancia es un factor crítico. Los profesionales de la salud usan información y tecnología de comunicaciones para el intercambio de información necesaria para el diagnóstico, tratamiento y prevención de enfermedades, así como la investigación y evaluación. Todo ello para mejorar la calidad del desarrollo de la salud del individuo y su comunidad. (1)

1.1.2. Servicios de Telemedicina

Los servicios de Telemedicina incluyen aplicaciones asistenciales como la Teleconsulta, Tele-diagnóstico, Tele-monitorización, entre otros, las relacionadas con la administración y gestión de pacientes como el seguimiento asistencial y las de información y formación a distancia para usuarios y profesionales. Algunas de las aplicaciones, clasificándolas de acuerdo a su orientación fundamental y el tipo de tecnología asociada son: (2)

- Diagnósticos de imágenes: Algunos ejemplos de aplicaciones clínicas ensayadas con éxito incluyen, Tele-radiología, Tele-cardiología, Tele-dermatología, Tele-psiquiatría, etc. Se están empleando servicios de Telemedicina en diversos sistemas sanitarios y en una variedad de escenarios, tales como: zonas rurales, áreas urbanas, áreas sanitarias, prisiones, cuidados a domicilio, emergencias, conflictos bélicos, etc.
- Docencia: Tele-supervisión, Tele-soporte domiciliario, Tele-rehabilitación.

1.2. Análisis de soluciones

1.2.1. Ámbito Internacional

Ge HealthCare (*general electronic health*)

Ge HealthCare brinda una visión global del *ehealth*⁷ trayendo soluciones y servicios disponibles para el intercambio, flujos y distribución de imágenes e información clínica a través de múltiples hospitales, regiones o países. Su objetivo es conectar a pacientes, médicos, proveedores, farmacias y todo el personal interesado. (3)

Este sistema cuenta con un *Centricity Portal* que implementa la comunicación entre los sistemas RIS y PACS, el cual brinda una solución *ehealth* fundamentando los flujos de trabajo en el área de radiología. Esta solución obtiene la historia clínica del paciente de diferentes sistemas como un HIS, RIS o PACS, permitiendo a los radiólogos poder diagnosticar y reportar independientemente del lugar, el momento y la institución. La tecnología está basada en IHE perfil XDS⁸ y el uso de los estándares DICOM y HL7. El *Centricity Portal* es fácil de instalar, escalable, basado en la web y permite el uso directo de flujos de trabajo complejos entre hospitales y proyectos de intercambio de imágenes e historias clínicas.

La combinación de *AW Server*⁹ con el *Centricity Portal* promueve una mayor capacidad de reporte simplificando los flujos de trabajo de radiología, facilitando la colaboración entre médicos con el fin de promover el intercambio de opiniones entre expertos. La colaboración entre estos sistemas facilita el uso y la comunicación entre los sistemas HIS, RIS, PACS. Basado en la persistencia de los registros médicos en un repositorio global, los datos clínicos pueden ser accedidos mediante la web por médicos y pacientes bajo estricta privacidad y seguridad. (4)

Este sistema tiene como inconveniente que al ser un software propietario, y depender para su implantación del dispositivo *AW Server*, que también es propietario y comercializado por la misma compañía, trae consigo que su adquisición sea altamente costosa en el mercado.

Diraya

⁷ La *ehealth* es el uso de las tecnologías de la información y la comunicación en cualquier actividad relacionada con la salud de una persona o una comunidad

⁸ Dedicado a compartir documentos clínicos (XSD)

⁹ Dispositivo médico comercializado por *General Electric* para la transmisión y procesamiento de imágenes DICOM (*AW Server*)

CAPÍTULO 1: FUNDAMENTACIÓN TEÓRICA

El Sistema Sanitario Público de Andalucía (SSPA) gestiona la red pública de atención primaria y 33 hospitales. Su misión es prestar atención sanitaria a los ciudadanos andaluces, ofreciendo servicios sanitarios públicos de calidad, asegurando la accesibilidad, equidad y satisfacción de los usuarios, buscando la eficiencia y el aprovechamiento óptimo de los recursos. El SSPA dispone de una red de servicios los cuales son gestionados por el sistema Diraya. (5)

Este sistema tiene entre sus principales objetivos facilitar la accesibilidad a los servicios y prestaciones del sistema sanitario, permitir controlar el flujo de los pacientes para coordinar eficientemente todas las actuaciones requeridas en el diagnóstico y tratamiento de cada proceso y lograr que toda la información relevante esté estructurada.

Además utiliza tablas, códigos y catálogos comunes, ejemplo de ello son los catálogos unificados de pruebas diagnósticas, principios activos, etc. Todo ello permite la incorporación de sistemas expertos de ayuda al diagnóstico y tratamiento del paciente, útil para la generación de conocimiento, para la investigación y para la gestión clínica y de recursos.

Diraya consta de un conjunto de módulos relacionados que comparten información, estos están interconectados e intercambian datos entre sí. Cuando un módulo de Diraya necesita identificar a un usuario lo solicita a la Base de Datos de Usuarios y si precisa identificar un servicio hospitalario se lo pide al módulo de Estructura.

Este sistema tiene como deficiencia que contiene todos los datos de los usuarios y pacientes en una base de datos central, lo que resulta ineficiente si se quisiera disponer de este sistema a lo largo de todo el país, puesto que no es conveniente que las instituciones accedan a información innecesaria. Además no cuenta con la facilidad de adición de nuevos servicios que pudieran darse en un determinado centro de salud, ya que es un sistema centralizado compuesto por un grupo de módulos con funcionalidades preestablecidas.

1.2.2. Ámbito Nacional

alas DMail

El sistema alas DMail fue desarrollado por el Grupo de Procesamiento Digital de Imágenes y Señales de la Universidad de las Ciencias Informáticas, permite la transmisión de imágenes médicas mediante el uso del protocolo estándar para la

CAPÍTULO 1: FUNDAMENTACIÓN TEÓRICA

comunicación de imágenes digitales en medicina DICOM 3.0. Dicho sistema implementa un servicio de mensajería, apoyado en una interfaz de correo electrónico que tiene como objetivo abstraer a los usuarios de las complejidades que requiere el estándar para la transmisión de archivos médicos entre instituciones hospitalarias y centros de investigación. Luego esa información puede ser vista remotamente para que los médicos puedan diagnosticar desde su casa o buscar diferentes opiniones de otros expertos de una forma rápida y sencilla.

El sistema consta de dos módulos:

Aplicación Cliente:

- Interfaz de correo electrónico.
- Libreta de contactos.
- Posibilidad de transmitir una secuencia de imágenes.
- Herramientas para ocultar la información confidencial del paciente, médico o institución en cuestión y compresión de los ficheros DICOM.

Servidor de Intercambio:

- Servicio del sistema operativo.
- Registro de los usuarios y estaciones que pueden transmitir o intercambiar imágenes.
- Soporta transmisiones concurrentes.
- Repositorio de eventos ocurridos.

Este sistema tiene carencias en cuanto a que no brinda determinados servicios como realizar consultas e interconsultas remotas en tiempo real o diferido, que permita un mayor acceso a los servicios especializados del país. Actualmente este sistema tampoco posee intercambio de información con los sistemas RIS y PACS.

1.3. Tendencias y tecnologías actuales

1.3.1. CMMI nivel 2

El Departamento de Producción de Software Médico Imagenológico, de acuerdo a las nuevas metas que se ha trazado la universidad, se ha planteado la misión de

CAPÍTULO 1: FUNDAMENTACIÓN TEÓRICA

desarrollar un proceso de mejora basado en el modelo CMMI¹⁰. El proceso de mejora está encaminado a que la Universidad alcance en el 2011 una certificación internacional del nivel 2 del modelo CMMI, hecho que la convertiría en la primera empresa cubana certificada con este modelo.

CMMI nivel 2 pretende conseguir que en los proyectos de la organización haya una gestión de los requisitos y que los procesos estén planeados, ejecutados, medidos y controlados. El uso de este proceso al nivel dos, ayuda a conocer la forma de trabajar que se debe adoptar cuando hay problemas de fechas. Cuando se realizan estas prácticas, los proyectos se ejecutan y gestionan de acuerdo con los planes de proyecto.

El estado de los elementos de trabajo (análisis, diseño, código, documentación,...) están visibles (estado de avance) a la gerencia en puntos definidos (hitos del proyecto), entonces se sabe cuánto trabajo está hecho y cuánto queda por hacer. Los compromisos adquiridos con todas las personas involucradas en el proyecto se revisan de acuerdo a las necesidades. Los elementos de trabajo se revisan con las personas involucradas y son controlados. Estos elementos de trabajo satisfacen las especificaciones, estándares y objetivos.

Áreas de proceso del Nivel 2 de CMMI.

Estas ideas se materializan en las siguientes áreas de proceso:

- Gestión de Requisitos: El objetivo de esta área es gestionar los requisitos de los elementos del proyecto y sus componentes e identificar inconsistencias entre estos requisitos, el plan de proyectos y los elementos de trabajo.
- Planificación de proyectos: El objetivo de la planificación de proyectos es establecer y mantener planes que definen las actividades del mismo.

Las tareas que conlleva la planificación de proyectos son:

- Desarrollar un plan inicial del proyecto.
- Establecer una relación adecuada con todas las personas involucradas en el proyecto.
- Obtener compromiso con el plan.

¹⁰ *Capability Maturity Model Integration*. Modelo Integrado de Capacidad y Madurez (CMMI).

- Mantener el plan durante el desarrollo del proyecto.
- Monitorización y Control de proyectos: El objetivo de la monitorización y control de proyectos es proporcionar una comprensión del estado del proyecto para que se puedan tomar acciones correctivas cuando la ejecución del proyecto se desvíe del plan.
- Medición y Análisis: El objetivo de la medición y el análisis es desarrollar y sostener una capacidad de medición que sea usada para ayudar a las necesidades de información de la gerencia.
- Aseguramiento de la calidad: El objetivo del aseguramiento de la calidad es proporcionar personas y gestión con el objetivo de que los procesos y los elementos de trabajo cumplan los procesos.
- Gestión de la configuración: El objetivo de la gestión de la configuración es establecer y mantener la integridad de los elementos de trabajo identificando, controlando y auditando dichos elementos.

1.3.2. Tecnologías

1.3.3. Lenguajes

El **UML**¹¹ es un lenguaje para visualizar, especificar, construir y documentar los elementos que componen un sistema con gran cantidad de *software* y tecnología orientada a objetos. Muchas de las metodologías existentes han sido adaptadas para utilizar este lenguaje, como es el caso del Proceso Unificado de Desarrollo que se concibió desde sus inicios para utilizar UML. (6) (7)

La decisión de utilizar UML como lenguaje para modelar el sistema de *software* se debe a que se ha convertido en un estándar con las siguientes características:

- Permite modelar sistemas utilizando técnicas orientadas a objetos.
- Permite especificar las decisiones de análisis y diseño, construyéndose modelos precisos y completos.
- Está compuesto por diversos elementos gráficos que se combinan para conformar diagramas, además cuenta con reglas para combinar dichos elementos.

¹¹ *Unified Modeling Language (UML)*

CAPÍTULO 1: FUNDAMENTACIÓN TEÓRICA

- Es independiente del lenguaje de programación y de las características de los proyectos, ya que fue diseñado para modelar cualquier tipo de proyecto.
- Es un lenguaje suficientemente expresivo para manejar los conceptos que se originan en un sistema moderno, tales como: la distribución física, concurrencia, réplicas, seguridad y carga balanceada; así como también, los mecanismos de la ingeniería de *software*, como son el encapsulamiento y los componentes.
- Integra las mejores prácticas de los lenguajes de modelación existentes.
- A pesar de ser un lenguaje potente, es fácil de aprender y de usar.
- Permite documentar los artefactos de un proceso de desarrollo.
- Capaz de modelar toda la gama de sistemas que se necesite construir.

1.3.4. IHE

Es una iniciativa de profesionales de la sanidad y empresas proveedoras cuyo objetivo es mejorar la comunicación entre los sistemas de información que se utilizan en la atención al paciente. Define perfiles de integración que utilizan estándares ya existentes para la integración de sistemas sanitarios, de manera que proporcionen una interoperabilidad efectiva y un flujo de trabajo eficiente. IHE permite alcanzar el nivel de integración exigible en la era de la historia clínica electrónica. Además provee un conjunto de especificaciones que forman un marco técnico. De hecho, cuando un equipamiento de software cumple esas especificaciones se dice que tiene conformidad con IHE. Este es de interés para todo el entorno sanitario y es una magnífica solución a la gran problemática de la integración de los sistemas informáticos sanitarios.

Objetivos

1. Acelerar la adopción de soluciones de integración basada en estándares.
 - DICOM,HL7 entre otros aplicados en forma correcta.
 - En base a escenarios y flujos de trabajo bien definidos.
 - Lenguaje común.
2. Promover la comunicación y cooperación entre la industria y los proveedores de servicios sanitarios.

¿Que son los perfiles de integración?

- Conjunto de transacciones entre actores.
- Actor: entidad lógica (modalidad, *image manager*, *order filter*).
- Transiciones: secuencia de mensajes entre actores.
- Mensajes: Ejemplo DICOM, XML, HL7.
- Se adoptan y especifican al detalle los estándares existentes.
- Se mapean los modelos de datos y contenido de los mensajes.
- Se limitan las "opciones".
- Se define la semántica.

Beneficios

La integración a través de IHE es menos costosa desde el principio y hace que resulte más fácil la planificación y puesta en marcha de futuras adquisiciones, además de ser más productiva al proporcionar capacidades valiosas. Los perfiles de integración definen claramente cómo deben encajar todas las piezas basándose en estándares aceptados globalmente.

¿Qué otros beneficios proporciona IHE?

IHE hace que el uso de las tecnologías de la información avanzadas ayude en gran medida al personal sanitario a la hora de mejorar la calidad y eficiencia de la atención sanitaria, 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. De esta forma, se aprovecha el tiempo del personal, además de que 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. (8)

1.3.5. Estándar HL7

Conforma un método para el intercambio de mensajes entre computadoras en el área de salud, por ejemplo: transmisión de órdenes de prestación, observaciones clínicas, datos clínicos (incluyendo resultados de estudios);

CAPÍTULO 1: FUNDAMENTACIÓN TEÓRICA

admisión, transferencia o alta de pacientes; información demográfica o para facturación; reportes, consultas e incluso para mantenimiento de tablas maestras entre sistemas. En otras palabras, HL7 es un estándar para mensajes que facilita las comunicaciones entre aplicaciones en el campo de la salud.

Debe su nombre a que fue concebido como estándar para la capa 7 (Nivel de aplicaciones) del modelo OSI¹² (Interconexión de Sistemas Abiertos), donde la unidad de información es el mensaje. Por ello es relativamente independiente del tipo de conexión física y protocolo de comunicación usado; se ocupa exclusivamente del proceso de dar formato a los datos para convertirlos en mensajes que cualquier aplicación que cumpla la norma, pueda entender.

El protocolo HL7 consta de una serie de mensajes que representan los datos, resultantes de la ocurrencia de un evento iniciador (*trigger event*) en el sistema emisor. Así, cuando ocurre un evento (ej.: cuando un paciente es transferido desde una cama a otra) el programa aplicativo del sistema emisor produce una transacción HL7 que contiene el resultado de dicho evento disparador.

Cada mensaje contiene una serie de "segmentos", cada uno de los cuales es una simple línea de longitud variable de caracteres ASCII¹³, la cual finaliza comúnmente con CR y que contiene algunos datos específicos incluidos en el mensaje. Cada segmento tiene un identificador de tres caracteres y una secuencia de campos de longitud variable, separados uno del otro por un carácter separador.

Algunos campos pueden contener subestructuras, cada una de las cuales es llamada "componente". Los mensajes siempre comienzan con un segmento encabezado (MSH¹⁴) y luego incluyen otros segmentos dependientes del mensaje que se quiere enviar.

Una de las características más atractivas de HL7 es un conjunto de tablas con datos estándar, que forman parte de la norma. Precisamente a raíz de esto los sistemas que cumplen la norma realizan una traducción de sus códigos internos a un set de códigos estándar interpretable por todos los sistemas que cumplen la norma. (9)

¹² *Open System Interconnection (OSI)*

¹³ *American Standard Code for Information Interchange (ASCII)*

¹⁴ Segmento del Mensaje de cabecera (MSH)

CAPÍTULO 1: FUNDAMENTACIÓN TEÓRICA

1.3.6. Estándar DICOM 3.0

La creciente utilización de sistemas de adquisición y tratamiento digital de imágenes médicas ha hecho necesaria la estandarización del proceso de manipulación de imágenes médicas digitales, posibilitando el intercambio de las mismas tanto dentro de las propias instituciones hospitalarias como fuera de ellas.

DICOM (*Digital Imaging and Communications in Medicine*) es un estándar desarrollado en 1983. El Colegio Estadounidense de Radiología (ACR) y la Asociación Nacional de Fabricantes Eléctricos (NEMA) formó un comité cuya misión era hallar o desarrollar una interfaz entre el equipamiento y cualquier otro dispositivo que el usuario quiera conectar. Además de las especificaciones para la conexión de hardware, el estándar se desarrollaría para incluir un diccionario de los elementos de datos necesarios para la interpretación y exhibición de imágenes. (10)

En 1985 surgió la primera versión del estándar, siendo mejorada en 1988 en su versión 2.0. El problema de esta versión era que carecía de las partes necesarias para la comunicación de red y se necesitaban muchos cambios en el estándar para acomodarlo a las necesidades de los usuarios, entonces se decide rediseñar el proceso entero, dando lugar al DICOM 3.0.

DICOM 3.0 pertenece al campo de la Informática Médica por lo que, es aplicable al terreno de la transmisión, tratamiento e impresión de todo tipo de imágenes médicas independientemente de la especialidad médica que las exporte, este estándar incluye entre otras cosas, la definición del formato de esos archivos y los protocolos de comunicación de red, utilizando protocolos normalizados tales como OSI (Interconexión de Sistemas Abiertos) o el conocido como TCP/IP (Protocolo de Control de Transmisión/Protocolo Internet), permitiendo la comunicación de imágenes digitales e información asociada.

1.3.7. Herramienta de Modelado

Enterprise Architect 7.5 fue construido sobre la base del excepcional éxito de las versiones previas con un completo soporte para el estándar UML 2.2 como lo ha definido la OMG. Con *Enterprise Architect*, los modeladores tienen todo el poder y la expresividad de los 13 diagramas de UML 2.2 en sus manos, incluyendo Diagramas de Estructura, Diagramas de Comportamiento y Extensiones Temporales.

CAPÍTULO 1: FUNDAMENTACIÓN TEÓRICA

Enterprise Architect es una herramienta flexible, completa y potente de modelado en UML bajo plataforma *Windows*, es una herramienta de análisis de negocio y UML orientada a objetos para el desarrollo completo del ciclo de vida del *software*. *Enterprise Architect* provee el límite competitivo para el desarrollo de *software*, administración de proyecto, administración de requerimientos y análisis de negocio a un precio muy conveniente.

La herramienta en cuestión es compatible con la aplicación del Proceso Unificado de Desarrollo de *Software*. Esta metodología, que ha sido seleccionada para guiar el desarrollo del producto, cuenta con varias fases de desarrollo. El *Enterprise Architect* soporta todas las fases y personaliza los artefactos para cada una de ellas. (11)

1.4. Conclusiones parciales del capítulo

En este capítulo se realizó una descripción de los conceptos más importantes para un mejor entendimiento de la investigación. Se efectuó un estudio de sistemas existentes en la actualidad, que son utilizados tanto en el ámbito nacional como internacional, ese es el caso de *Ge HealthCare*, *Diraya* y *alás DMail*. Por último se expusieron las herramientas y tecnologías que serán utilizadas a lo largo de la investigación y en futuros desarrollos, así como los estándares IHE, HL7 y DICOM que guían el desarrollo de *software* en el sector de la salud.

CAPÍTULO 2: CARACTERÍSTICAS DEL SISTEMA

En el presente capítulo se hace un estudio de los procesos de negocio que se realizan en el intercambio y distribución de información radiológica entre instituciones hospitalarias. Además se comienza la primera fase del desarrollo del software, es decir, se realiza un análisis y se describen los casos de uso que gestionan y controlan el flujo de información radiológica inter-hospitalaria, que se ven reflejadas en un conjunto de servicios brindados por los sistemas que componen estas instituciones. También se plantean los requisitos funcionales y no funcionales de la aplicación a desarrollar y se modelan los mismos en término de actividades que se desarrollan dentro de los casos de uso que contienen los diferentes módulos.

2.1. Objeto de automatización

La automatización del intercambio del flujo de información radiológica inter-hospitalaria tiene entre sus objetivos fundamentales, que los diagnósticos por derivación, los intercambios de segunda opinión y la planificación de citas a distancia, se realicen de manera eficiente, rápida y quede almacenada digitalmente en servidores.

Actualmente el proceso diagnóstico por derivación inicia cuando el técnico del departamento de radiología del centro médico que no tiene especialistas, trata de comunicarse con un especialista capacitado, vía telefónica o utilizando el correo, para plantearle que necesita que diagnostique el estudio de un paciente; el especialista capacitado le da un turno a ese paciente para diagnosticar su caso.

El flujo de proceso intercambio de segunda opinión comienza cuando el especialista necesita conocer una segunda opinión y la tramita a través del correo, vía telefónica o dirigiéndose personalmente hacia el otro hospital.

La planificación de citas a distancia comienza cuando un especialista necesita realizarle un estudio al paciente en una institución hospitalaria especializada, puesto que en su centro médico no existe el equipo de adquisición de imágenes ni hay especialistas para diagnosticar el caso. Este se pone en contacto con el especialista de la institución especializada vía telefónica. Este último le informa cuantas capacidades para citas le puede brindar y luego el especialista solicitante le crea una cita al paciente en un papel común.

CAPÍTULO 2: CARACTERÍSTICAS DEL SISTEMA

Todos estos procesos deberán ser automatizados teniendo en cuenta lo estipulado por el estándar HL7, DICOM 3.0 y la iniciativa IHE para lograr así una completa comunicación entre los sistemas.

2.2. Sistema propuesto

Luego de realizar un análisis de la situación actual en las instituciones hospitalarias y de haber realizado un estudio de las normas que proponen DICOM 3.0, HL7 e IHE para la comunicación entre sistemas radiológicos de diferentes centros hospitalarios, se propone una arquitectura que sea capaz de garantizar un flujo exitoso de intercambio de información radiológica. Esta logrará además, la integración de todos los componentes del departamento de radiología y garantizará la automatización de diversos procesos como diagnósticos por derivación, gestión de citas a distancia y consultas de segunda opinión.

Esta arquitectura constará de un conjunto de componentes, entre los que se incluye el sistema DMail que será el encargado de automatizar las consultas de segunda opinión entre especialistas. Un servidor de ruteo denominado Exchange Gateway, que se encargará de distribuir la información radiológica que entre y salga de la institución hospitalaria. También se propone un conjunto de funcionalidades y componentes al sistema RIS para la gestión de las citas de pacientes a distancia y la gestión de la configuración del módulo Exchange Gateway.

2.3. Modelo de Procesos del Negocio

Un proceso de negocio es un conjunto estructurado de actividades, diseñado para producir una salida determinada o lograr un objetivo. Los procesos describen cómo es realizado el trabajo en la empresa y se caracterizan por ser observables, medibles, mejorables y repetitivos. Estructuralmente, un proceso de negocio está constituido por un conjunto de actividades. Así, la actividad, como elemento básico, mediante relaciones o dependencias con otras actividades conforma la estructura de un proceso de negocio.

La prestación de servicios entre las instituciones hospitalarias puede tener lugar en diferentes escenarios, cada uno con un flujo de procesos diferentes, que aunque tienen porciones comunes se diferencian producto de las particularidades de cada proceso. En los flujos de procesos del negocio que comprenden la distribución de

CAPÍTULO 2: CARACTERÍSTICAS DEL SISTEMA

información radiológica fueron identificados cuatro procesos, se presenta a continuación la descripción de los mismos y el diagrama correspondiente.

2.3.1. Realizar diagnóstico por derivación (Remisión de pacientes)

El proceso se ejecuta en una institución que posee equipos médicos pero no tiene especialistas que puedan diagnosticar los estudios que se realizan, por lo que necesita enviar los estudios médicos hacia otra institución hospitalaria que cuenta con especialistas capacitados para el diagnóstico de los mismos.

Nombre:	Diagnóstico por Derivación_Remisión de pacientes.
Objetivos:	Remitir un paciente a un especialista capacitado para que diagnostique el estudio médico de dicho paciente.
Evento(s) que lo generan:	Pacientes con estudios médicos.
Precondiciones:	El paciente se debe haber realizado un estudio imagenológico con anterioridad.
Poscondiciones:	No aplicable.
Reglas de Negocio:	La vía de atención a casos por remisión es en dependencia de la cantidad de radiólogos con que cuente la institución.
Responsables:	<ul style="list-style-type: none"> • Técnico del Departamento de Radiología - Hospital Remitente. • Especialista Capacitado – Hospital Remoto.
Clientes internos:	Paciente.
Clientes externos:	Paciente.
Entradas:	Cita.
Salidas:	Informe
Actividades:	<ol style="list-style-type: none"> 1. Contactar a especialista capacitado. 2. Asignar la cita. 3. Entregar cita.

CAPÍTULO 2: CARACTERÍSTICAS DEL SISTEMA

	<ol style="list-style-type: none"> 4. Recibir cita 5. Presentar la solicitud de cita. 6. Entregar estudio e informe médico. Ejecución del subproceso “Informar complementario” 7. Enviar al paciente al Departamento de Entrega de Resultados. 8. Ir al Departamento de Entrega de Resultados. 9. Entregar resultados.
--	--

2.3.2. Realizar diagnóstico por derivación (Realización de estudios médicos)

El proceso se ejecuta cuando se necesita intercambio de información radiológica entre instituciones hospitalarias, específicamente cuando un centro médico no tiene equipos imagenológicos pero sí tiene especialistas para diagnosticar los casos.

Nombre:	Diagnóstico por Derivación _Realización de estudio médico.
Objetivos:	Reservar turnos de pacientes para la realización de estudios médicos en Instituciones hospitalarias a la que el paciente no pertenezca y que cuentan con equipos imagenológicos disponibles.
Evento(s) que lo generan:	Especialistas que atiendan a pacientes que necesiten de la realización de algún estudio médico.
Precondiciones:	<p>Tiene que existir un especialista que necesite que a su paciente le realicen algún estudio médico para él diagnosticar el caso.</p> <p>Tiene que existir al menos un equipo imagenológico disponible en la institución que prestará el servicio, para cubrir la necesidad de un estudio médico externo.</p>
Poscondiciones:	No aplicable.

CAPÍTULO 2: CARACTERÍSTICAS DEL SISTEMA

Reglas de Negocio:	La reservación de turnos está limitada en dependencia de la cantidad de equipos médicos con que cuente la institución para dicho fin.
Responsables:	Especialista del Hospital Remitente.
Clientes internos:	Paciente.
Clientes externos:	Paciente.
Entradas:	Solicitud de examen.
Salidas:	Subproceso “Informar complementario”.
Actividades:	<ol style="list-style-type: none"> 1. Comunicarse con el técnico. 2. Asignar cita. 3. Entregar solicitud de examen. 4. Presentar solicitud de examen. Ejecución del subproceso “Realizar complementario”. 5. Presentar estudio médico. Ejecución del subproceso “Grabado en media en el equipo de adquisición”. 6. Diagnosticar caso. Ejecución del subproceso “Informar complementario”.

2.3.3. Realizar consultas de segunda opinión

Este proceso se ejecuta cuando especialistas de una o varias instituciones sanitarias, necesitan intercambiar opiniones para determinar con precisión el diagnóstico de cualquier caso médico en cuestión.

Nombre:	Realizar consulta de segunda opinión.
Objetivos:	Confirmar o no el diagnóstico presentado al paciente en la 1era consulta.
Evento(s) que lo	La duda del especialista en cuanto al diagnóstico al

CAPÍTULO 2: CARACTERÍSTICAS DEL SISTEMA

generan:	revisar el complementario.
Precondiciones:	<p>El paciente tiene que haberse realizado algún estudio médico.</p> <p>El paciente tiene que haber obtenido una 1era opinión del diagnóstico para luego considerar una 2da.</p>
Poscondiciones:	No aplicable.
Reglas de Negocio:	No aplicable.
Responsables:	Especialista 2.
Clientes internos:	Paciente.
Clientes externos:	Paciente.
Entradas:	Estudio.
Salidas:	<p>Informe.</p> <p>Imágenes.</p>
Actividades:	<ol style="list-style-type: none"> 1. Archivar estudio en dispositivo de almacenamiento. 2. Ir al hospital donde está el o los especialistas a consultar. 3. Esperar disponibilidad de especialistas. 4. Realizar consulta de segunda opinión. 5. Registrar resultados de la consulta. 6. Enviar mensaje con imágenes e informe. 7. Recibir mensaje. 8. Descargar información. 9. Analizar información. 10. Emitir segunda opinión. 11. Adjuntar imágenes e informe. 12. Enviar mensaje con segunda opinión. 13. Recibir segunda opinión. 14. Descargar adjuntos.

CAPÍTULO 2: CARACTERÍSTICAS DEL SISTEMA

	15. Analizar segunda opinión.
--	-------------------------------

2.3.4. Gestionar cita a distancia

El proceso se ejecuta cuando un especialista necesita realizar un estudio médico a su paciente en una institución hospitalaria especializada, debido a que en el centro médico al que pertenece no existe ni el equipo de adquisición ni los especialistas con el conocimiento suficiente para diagnosticar el caso.

Nombre:	Gestionar cita a distancia.
Objetivos:	Solicitar el diagnóstico del paciente en otro hospital en el cual están tanto los equipos como los especialistas, ya que el hospital al que corresponde el paciente, no posee ninguno de estos recursos.
Evento(s) que lo generan:	Llegada de un paciente con alguna dolencia a la institución.
Precondiciones:	No aplicable.
Poscondiciones:	No aplicable.
Reglas de Negocio:	El hospital sólo puede atender al número de pacientes que el especialista de la institución especializada permita.
Responsables:	Especialista del Hospital Remitente.
Clientes internos:	Paciente.
Clientes externos:	Paciente.
Entradas:	No Aplicable.
Salidas:	Resultados.
Actividades:	<ol style="list-style-type: none"> 1. Contactar especialista. 2. Brindar capacidades de cita. 3. Asignar cita.

	<ol style="list-style-type: none">4. Entregar cita.5. Presentar cita.6. Recibir paciente. Ejecución del subproceso “Realizar complementario”. Ejecución del subproceso “Informar Complementario”.7. Ir al Departamento de Entrega de Resultados.8. Hacer copia de los resultados.9. Entregar resultados.10. Entregar resultados al especialista.11. Recibir resultados.
--	--

2.4. Especificación de requerimientos del software

2.4.1. Requerimientos Funcionales

A través de los requerimientos funcionales se especifican las funciones que el sistema debe ser capaz de realizar, incluyendo las acciones que el usuario debe ejecutar, como las que debe realizar el sistema internamente, los mismos dan cumplimiento a los objetivos planteados.

A continuación se definen las funciones que debe realizar un sistema para el intercambio de información radiológica inter-hospitalaria. Los requerimientos a nivel de los módulos que componen el sistema se comportan de la siguiente manera.

Módulo Cliente DMail

El módulo Cliente DMail permitirá el intercambio de opiniones entre especialistas que se encuentren en diferentes centros hospitalarios. (12)

Módulo Servidor DMail

El módulo Servidor DMail permitirá el almacenamiento temporal de mensajes de consulta de especialistas en el intercambio de opiniones entre ellos. (13)

Módulo RIS

CAPÍTULO 2: CARACTERÍSTICAS DEL SISTEMA

El módulo RIS se encargará de gestionar las citas a distancia para el diagnóstico por derivación.

RF 1 Compartir departamento: El sistema deberá ser capaz de compartir un departamento para que este sea utilizado por otras instituciones asociadas.

RF 2 Eliminar departamento compartido: El sistema deberá ser capaz de eliminar un departamento compartido de manera que no se podrá acceder a los servicios brindados por el mismo desde ninguna institución ajena.

RF 3 Gestionar institución asociada.

RF 3.1 Asociar institución: El sistema deberá ser capaz de asociar una institución con el objetivo que esta pueda consumir los servicios brindados por el departamento compartido.

RF 3.2 Eliminar institución asociada: El sistema deberá ser capaz de eliminar una institución asociada de manera que esta no podrá acceder a los recursos del departamento compartido.

RF 3.3 Modificar institución asociada: El sistema deberá ser capaz de registrar los cambios que sean necesarios realizarles a las instituciones asociadas.

RF 3.4 Buscar institución asociada: El sistema deberá ser capaz de buscar las instituciones que están asociadas a esa institución hospitalaria.

RF 4 Gestionar recurso compartido.

RF 4.1 Compartir recurso: El sistema deberá ser capaz de compartir recursos asociados a un departamento compartido de la institución con el objetivo de que las instituciones asociadas puedan consumir los servicios brindados por el recurso compartido.

RF 4.2 Eliminar recurso compartido: El sistema deberá ser capaz de eliminar un recurso compartido de manera que las instituciones asociadas no puedan tener acceso a los servicios que brinda este recurso.

RF 4.3 Buscar recurso compartido: El sistema deberá ser capaz de buscar los recursos que están compartidos en la institución.

RF 5 Gestionar departamento remoto.

CAPÍTULO 2: CARACTERÍSTICAS DEL SISTEMA

RF 5.1 Crear departamento remoto: El sistema deberá ser capaz de crear un departamento remoto de forma automática a partir de la llegada de un contrato que especifica la creación de un departamento virtual o la asociación de esa institución.

RF 5.2 Eliminar departamento remoto: El sistema deberá ser capaz de eliminar el departamento remoto de forma automática en caso de que se elimine el departamento compartido o se elimine esa institución de las asociadas al departamento compartido.

RF 5.3 Modificar departamento remoto: El sistema deberá ser capaz de modificar el departamento remoto de forma automática en caso de que ocurra algún cambio en el departamento compartido.

RF 6 Generar contrato: El sistema deberá ser capaz de generar un contrato que establezca la comunicación entre las instituciones asociadas y el departamento compartido de esa institución.

Módulo Exchange Gateway

El módulo Exchange Gateway permitirá el intercambio de información radiológica entre instituciones hospitalarias.

RF 1 Distribuir información radiológica: El sistema deberá ser capaz de distribuir a los distintos módulos toda la información radiológica que le sea enviada.

RF 1.1 Distribuir contrato: El sistema deberá ser capaz de distribuir un contrato a las diferentes instituciones asociadas y agregar reglas de comunicación a través del mismo en el Exchange Gateway.

RF 2 Gestionar regla de ruteo.

RF 2.1 Adicionar regla de ruteo: El sistema deberá ser capaz de aceptar la inserción de nuevas reglas que regulen la comunicación con otros módulos.

RF 2.2 Buscar regla de ruteo: El sistema deberá ser capaz de buscar determinada regla que exista en el sistema para poder realizar la distribución de información o para su eliminación.

RF 2.3 Eliminar regla de ruteo: El sistema deberá ser capaz de eliminar determinada regla que ya no sea necesaria para el sistema.

CAPÍTULO 2: CARACTERÍSTICAS DEL SISTEMA

2.4.2. Requerimientos no Funcionales

Los requerimientos no funcionales son propiedades o cualidades que el producto debe tener. En muchos casos estos requerimientos son fundamentales para el éxito del producto.

A continuación se presentarán los requerimientos no funcionales definidos para los módulos Exchange Gateway, Servidor DMail y Cliente DMail, los cuales se proponen en esta arquitectura para la creación de un flujo correcto de información radiológica inter-hospitalaria. En el caso de los otros módulos no se propone ninguna modificación a los requerimientos ya existentes para ellos. Los requisitos están divididos por categorías y cada una tiene asociada un prefijo con la que será identificada: Usabilidad: RNU, Fiabilidad: RNF, Funcionalidad: RNFU, Seguridad: RNS, Restricciones de diseño e implementación: RND.

Módulo Exchange Gateway

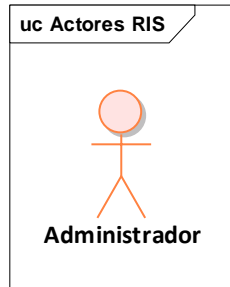
Categoría	Requerimiento	Descripción
Fiabilidad	RNF 1. Registro de errores.	El sistema debe llevar un registro persistente de los errores.
Eficiencia	RNE 1. Rapidez de la capacidad de recepción y redireccionamiento.	La capacidad de recepción y envío entre componentes de software debe ser rápida, igual o superior a 2 imágenes por segundo de tamaño medio de 512 Kb.
	RNE 2. Número de asociaciones.	El sistema debe ser capaz de permitir múltiples asociaciones con los clientes.
Funcionamiento	RNFU 1. Framework	El sistema debe ser implementado utilizando el Net Framework 2.0.
	RNFU 2. Implementación del sistema en una plataforma de software libre.	Se debe tener en cuenta cualquier versión compatible de MONO con el Framework 2.0.

CAPÍTULO 2: CARACTERÍSTICAS DEL SISTEMA

	RNFU 3. Memoria RAM.	1GB de RAM como mínimo.
	RNFU 4. Tarjeta de red.	Fast Ethernet con conexión rj-45 y conector PCI (recomendado).
	RNFU 5. Microprocesador.	Intel Core 2 Duo 2.0 GHz.
	RNF 6. Disco duro.	Serial ATA de 500 gigas.
Seguridad	RNS 1. Comunicación segura.	Los sistemas deben utilizar canales seguros para el intercambio de información radiológica.
	RNS 2. Encriptación.	Los estudios que viajen entre instituciones debe ser encriptados según las normas DICOM.
	RNS 3. Control de acceso al sistema.	El sistema sólo podrá ser accedido por aquellos usuarios que tengan los permisos de acceso.
Diseño e Implementación	RND 1. Utilización de los estándares HL7 y DICOM 3.0.	El sistema debe estar regido bajo las normas de HL7 e implementar el estándar DICOM 3.0 soportando el protocolo TCP/IP.
	RND 2. Implementación de las normas definidas por IHE.	El sistema debe implementar las normas de la iniciativa IHE para el intercambio y comunicación entre sistemas de información radiológica.

2.5. Definición de los actores del sistema

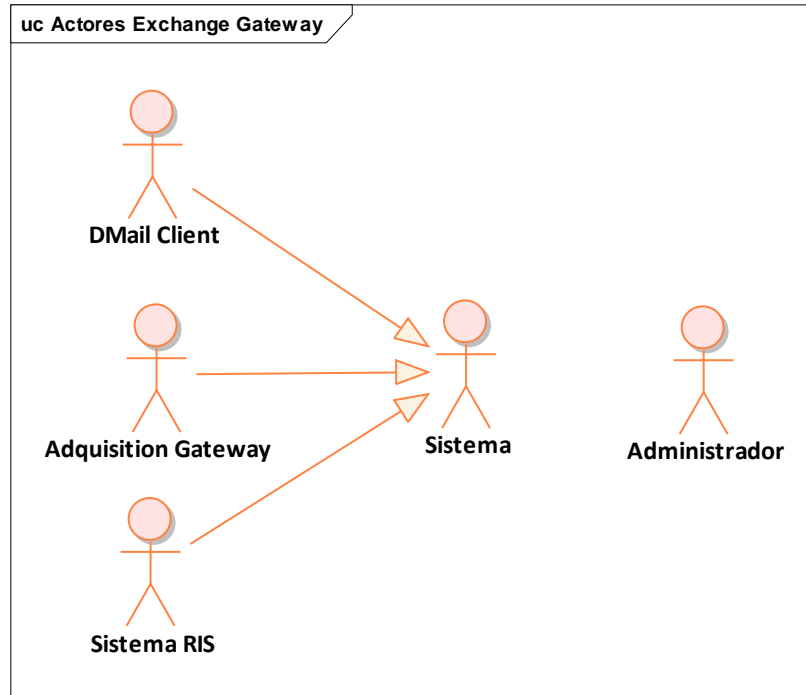
2.5.1. Módulo RIS



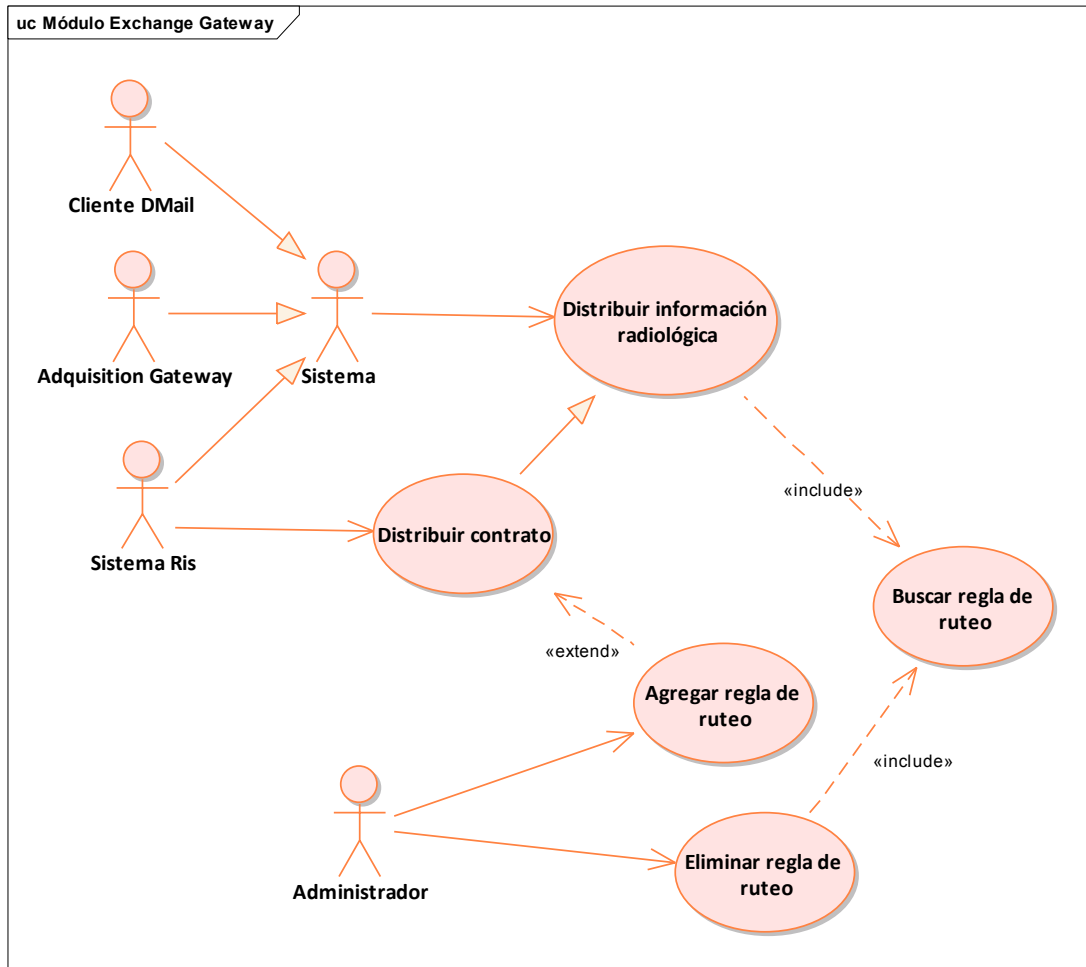
Actor	Descripción
Administrador	Es el encargado de garantizar la gestión de recursos, instituciones y departamentos compartidos, así como la comunicación entre los subsistemas para el intercambio de información radiológica.
Exchange Gateway	Es el módulo que se encarga de distribuir la información radiológica entre las instituciones hospitalarias.

2.5.2. Módulo Exchange Gateway

CAPÍTULO 2: CARACTERÍSTICAS DEL SISTEMA



Actor	Descripción
Cliente DMail	Sistema que se encarga del envío de mensajes de consulta en formato xml e imágenes DICOM a un destinatario especificado.
Adquisition Gateway	Es el módulo que se encarga de distribuir la información radiológica dentro de la institución hospitalaria.
Sistema RIS	Es el sistema de información radiológica que permite gestionar los departamentos y recursos de un centro médico para que otra institución los utilice.
Administrador	Es el encargado de gestionar las reglas en el Exchange Gateway para el intercambio de información radiológica.



2.7. Descripción de los casos de uso del sistema

A continuación se representa una breve descripción de los casos de usos del sistema correspondientes a los módulos Exchange Gateway y RIS respectivamente.

2.7.1. Módulo Exchange Gateway

CU # 1 Distribuir información radiológica	
Objetivo	Su objetivo es distribuir toda la información que arribe al Exchange Gateway.
Actores	Sistemas. (inicia)
Resumen	Un sistema realiza un envío de información radiológica. El sistema deberá ser capaz de enrutar toda la información que

CAPÍTULO 2: CARACTERÍSTICAS DEL SISTEMA

	llegue a él.
--	--------------

CU # 2 Agregar regla de ruteo	
Objetivo	Su objetivo es agregar una regla en el Exchange Gateway.
Actores	Administrador. (inicia)
Resumen	El administrador crea una regla de ruteo. El sistema deberá ser capaz de crear esta regla en el servidor.

CU # 3 Eliminar regla de ruteo	
Objetivo	Su objetivo es eliminar una regla existente en el Exchange Gateway.
Actores	Administrador. (inicia)
Resumen	El administrador busca determinada regla y luego la elimina. El sistema deberá ser capaz de eliminar esta regla.

CU # 4 Buscar regla de ruteo	
Objetivo	Su objetivo es buscar reglas creadas previamente en el Exchange Gateway.
Actores	Administrador. (inicia)
Resumen	El administrador del sistema necesita encontrar las reglas que cumplan con un criterio determinado. El sistema debe ser capaz de buscarlas.

CU # 5 Distribuir contrato	
Objetivo	Su objetivo es distribuir los contratos que arriben al Exchange Gateway a todas las instituciones asociadas.
Actores	Sistema RIS. (inicia)
Resumen	El sistema RIS genera un contrato y se lo envía al Exchange Gateway. El sistema deberá ser capaz de enviar este contrato a su o sus destinos.

CAPÍTULO 2: CARACTERÍSTICAS DEL SISTEMA

2.7.2. Módulo Sistema RIS

CU # 6 Compartir departamento	
Objetivo	Su objetivo es prestar servicios a instituciones que no tengan disponibles los recursos necesarios en la atención al paciente.
Actores	Administrador. (inicia)
Resumen	Se crea un departamento compartido. El sistema debe ser capaz de lograr que las otras instituciones hospitalarias con quien se comparten los recursos puedan utilizarlos.

CU # 7 Eliminar departamento compartido	
Objetivo	Su objetivo es eliminar un departamento compartido que ha sido creado con anterioridad.
Actores	Administrador. (inicia)
Resumen	Se elimina un departamento compartido. El sistema debe ser capaz de lograr que las otras instituciones hospitalarias no puedan utilizar este departamento.

CU # 8 Generar contrato	
Objetivo	Su objetivo es que en las instituciones asociadas se generen de forma automática estos departamentos y se creen un grupo de reglas en el servidor que permitan la comunicación entre instituciones.
Actores	Administrador. (inicia)
Resumen	Se genera un contrato a partir de la creación de un departamento virtual.

CU # 9 Adicionar institución asociada	
Objetivo	Su objetivo es tener el control de las instituciones que van a ser consumidoras de los servicios brindados por el departamento compartido.
Actores	Administrador. (inicia)
Resumen	La secretaria adiciona una institución asociada. El sistema deberá ser capaz de insertarlo en la lista de instituciones

CAPÍTULO 2: CARACTERÍSTICAS DEL SISTEMA

	asociadas del departamento compartido.
--	--

CU # 10 Adicionar recurso compartido	
Objetivo	Su objetivo es permitir que una institución asociada pueda hacer uso de este recurso.
Actores	Administrador. (inicia)
Resumen	El administrador adiciona un recurso al departamento compartido. El sistema deberá ser capaz de insertarlo en la lista de recursos del departamento compartido.

CU # 11 Eliminar institución asociada	
Objetivo	Su objetivo es que esta institución no tenga acceso a los servicios que brinda el departamento compartido.
Actores	Administrador. (inicia)
Resumen	El administrador elimina una institución asociada. El sistema deberá ser capaz de actualizar los cambios que se realizaron y eliminar el departamento remoto en la institución asociada.

CU # 12 Modificar institución asociada	
Objetivo	Su objetivo es modificar una institución asociada existente.
Actores	Administrador. (inicia)
Resumen	El administrador modifica una institución asociada. El sistema deberá ser capaz de actualizar y almacenar los cambios que se le realizaron a la institución.

CU # 13 Buscar institución asociada	
Objetivo	Su objetivo es encontrar un conjunto de instituciones asociadas a la institución.
Actores	Administrador.
Resumen	El administrador puede seleccionar un conjunto de parámetros de búsqueda. El sistema deberá ser capaz de devolver las instituciones asociadas que cumplan con esos parámetros

CAPÍTULO 2: CARACTERÍSTICAS DEL SISTEMA

CU # 14 Eliminar recurso compartido	
Objetivo	Su objetivo es que estas instituciones asociadas no tengan acceso a los servicios que brinda este recurso.
Actores	Administrador.
Resumen	El administrador elimina un recurso compartido. El sistema deberá ser capaz de actualizar los cambios que se realizaron en el departamento remoto en la institución asociada.

CU # 15 Buscar recurso compartido	
Objetivo	Su objetivo es encontrar un conjunto de recursos compartidos de la institución.
Actores	Administrador.
Resumen	El administrador puede seleccionar uno o un conjunto de parámetros de búsqueda. El sistema deberá ser capaz de devolver los recursos compartidos que cumplan con esos parámetros.

CU # 16 Crear departamento remoto	
Objetivo	Su objetivo es la utilización de los servicios que brinda el departamento compartido.
Actores	Administrador.
Resumen	El administrador crea un departamento compartido. El sistema deberá ser capaz de crear automáticamente un departamento compartido en otra institución.

CU # 17 Eliminar departamento remoto	
Objetivo	Su objetivo es que ya no se podrá acceder a los servicios que brinda el departamento compartido.
Actores	Administrador.
Resumen	El administrador elimina el departamento compartido o esa institución asociada de su lista. El sistema deberá ser capaz de eliminar el departamento remoto.

CAPÍTULO 2: CARACTERÍSTICAS DEL SISTEMA

CU # 18 Modificar departamento remoto	
Objetivo	Su objetivo es que cuando ocurra un cambio en el departamento compartido, este se actualice en la institución asociada.
Actores	Administrador.
Resumen	El administrador realiza una modificación en el departamento compartido. El sistema deberá ser capaz de actualizar automáticamente estos cambios en el departamento remoto.

2.8. Ventajas del sistema

Esta arquitectura cuenta con un gran número de ventajas entre las cuales se encuentran la gestión de citas desde hospitales externos con los cuales existe colaboración. Esto trae consigo mejoras sustanciales puesto que el encargado de gestionar las citas ya no tendrá que crearlas usando vías informales como el correo o el teléfono, sino que la creará directamente del sistema RIS de la institución, lo que se traducirá en mejoras para los clientes al no tener que conservar el papel usado actualmente.

Otra de las ventajas que provee esta arquitectura es que luego de realizado el estudio, el paciente no tiene que recoger los resultados en el hospital que se lo realizó, sino que este lo enviará al hospital que originó la cita por vías seguras, además el hospital que prestó el servicio se quedará con una copia, lo que podría ser de mucha utilidad en el caso de que el paciente necesitara atenderse nuevamente en este hospital.

La colaboración entre expertos mediante un sistema especializado como DMail también se encuentra entre las múltiples ventajas ofrecidas por la arquitectura, puesto que actualmente esta comunicación se realiza utilizando el correo, el teléfono o dirigiéndose personalmente. Con el sistema propuesto se podrán enviar estos estudios de muchísimo mayor tamaño por vías más seguras y de manera no se acceda a información confidencial del paciente, médico o institución si es necesario, toda la información del paciente.

Otro punto en el que la arquitectura planteada brinda ventajas, es en la prestación de servicios a distancia desde el punto de vista en que una institución que no tenga los equipos o especialistas necesarios, pueda gestionar ese servicio en otra

CAPÍTULO 2: CARACTERÍSTICAS DEL SISTEMA

institución hospitalaria. De esta forma, el paciente no necesita ser quien lleve el estudio, ni el diagnóstico de un hospital a otro en un dispositivo de almacenamiento, sino que esta información se transmitiría entre las instituciones. Además, en el caso particular en que no haya especialista, el paciente no necesitará ir al otro hospital, sino que se le darán los resultados en el mismo hospital en que se realizó el estudio.

2.9. Conclusiones parciales del capítulo

En este capítulo se presentó formalmente el objeto de automatización. Se expuso el modelo de los procesos del negocio, así como la especificación de los requerimientos funcionales y no funcionales para el módulo Sistema RIS y módulo Exchange Gateway. Se realizó el modelado de los diagramas de casos de uso para estos subsistemas y se escogieron los casos de uso arquitectónicamente significativos. Al final del capítulo se mostraron las ventajas que aporta la investigación realizada, fundamentalmente la arquitectura que se propondrá más adelante.

CAPÍTULO 3: ARQUITECTURA

La arquitectura de software, denominada también arquitectura lógica, consiste en un conjunto de patrones y abstracciones coherentes que proporcionan el marco de referencia necesario para guiar la construcción del software para un sistema de información. La arquitectura de software establece los fundamentos para que analistas, diseñadores, programadores, etc. trabajen en una línea común que permita alcanzar los objetivos y necesidades para un sistema de información.

La arquitectura de software define, de manera abstracta, los componentes que llevan a cabo alguna tarea de computación, sus interfaces y la comunicación entre ellos. Toda arquitectura de software debe poder implementarse en forma física, que consiste simplemente en determinar qué computadora tendrá asignada cada tarea.
(14)

3.1. Estilos arquitectónicos

Un estilo arquitectónico, define una familia de sistemas en términos de un patrón que define una organización estructural. Un estilo determina el vocabulario de componentes y conectores que pueden ser usados en instancias de este estilo, con un conjunto de restricciones en las descripciones arquitectónicas.

Debido a la complejidad de los nuevos sistemas se hace necesario el uso de varios estilos, de tal manera que estos permitan manejar la diversidad de información. Dicha complejidad no permite el uso de un vocabulario estandarizado para la descripción arquitectónica.

A continuación se muestran los estilos arquitectónicos que han sido escogidos para conformar la arquitectura que se propone.

Estilo de llamada y retorno.

Arquitectura Cliente-Servidor

Los ficheros DICOM pueden intercambiarse entre entidades que tengan la capacidad de recibir esta información. El protocolo de información es un protocolo de aplicación que usa TCP/IP para la comunicación entre sistemas. En el mundo de TCP/IP las comunicaciones entre máquinas computadoras se rigen principalmente por lo que se conoce como modelo Cliente-Servidor, este es un modelo que intenta

proveer flexibilidad, interoperabilidad, usabilidad y escalabilidad en las comunicaciones. Las principales características de la arquitectura Cliente- Servidor son:

- Los clientes corresponden a procesos activos y son éstos los que hacen peticiones de servicios a los servidores. Estos últimos tienen un carácter pasivo ya que esperan las peticiones de los clientes.
- No existe otra relación entre clientes y servidores que no sea la que se establece a través del intercambio de mensajes entre ambos. El mensaje es el mecanismo para la petición y entrega de solicitudes de servicios.
- El ambiente es heterogéneo. La plataforma de hardware y el sistema operativo del cliente y del servidor no son siempre la misma. Precisamente una de las principales ventajas de esta arquitectura es la posibilidad de conectar clientes y servidores independientemente de sus plataformas.
- El concepto de escalabilidad tanto horizontal como vertical es aplicable a cualquier sistema Cliente/Servidor. La escalabilidad horizontal permite agregar más estaciones de trabajo activas sin afectar significativamente el rendimiento. La escalabilidad vertical permite mejorar las características del servidor o agregar múltiples servidores.

Las principales ventajas son:

- El esquema Cliente/Servidor facilita la integración entre sistemas diferentes y comparte información permitiendo, por ejemplo que las máquinas ya existentes puedan ser utilizadas empleando interfaces más amigables al usuario. De esta manera, se pueden integrar PCs con sistemas medianos y grandes, sin necesidad de que todos tengan que utilizar el mismo sistema operacional.
- Otra ventaja del uso del esquema Cliente/Servidor es su rapidez en cuanto al mantenimiento y el desarrollo de aplicaciones.
- La estructura inherentemente modular facilita además la integración de nuevas tecnologías y el crecimiento de la infraestructura computacional, favoreciendo así la escalabilidad de las soluciones.
- El esquema Cliente/Servidor contribuye además, a proporcionar, a los diferentes departamentos de una organización, soluciones locales, pero permitiendo la integración de la información relevante a nivel global.

En esta arquitectura la capacidad de proceso está repartida entre los clientes y los servidores, aunque son más importantes las ventajas de tipo organizativo debido a la centralización de la gestión de la información.

3.1.1. Módulo Exchange Gateway

El estilo arquitectónico definido para el módulo Exchange Gateway es arquitectura basada en eventos, debido a que las acciones son realizadas mediante la ocurrencia de eventos determinados. La idea dominante en la arquitectura basada en eventos es que, en lugar de invocar un procedimiento en forma directa (como se haría en un estilo orientado a objetos), un componente puede anunciar mediante difusión uno o más eventos.

Este estilo presenta como principales ventajas:

- Alta versatilidad al poder registrarse a eventos dinámicamente.
- Alta reutilización.
- Facilita la evolución del sistema.

Se optimiza el mantenimiento haciendo que procesos del negocio que no están relacionados sean independientes. Se alienta el desarrollo en paralelo, lo que puede resultar mejoras en rendimiento. Se puede agregar un componente registrándolos para los eventos del sistema, como también se pueden reemplazar componentes.

3.2. Patrones

El patrón es una descripción del problema y la esencia de su solución, de tal manera que la solución sea reutilizable en varias situaciones, no constituye una especificación detallada, más bien es una solución adecuada a un problema común. Describe una solución a un problema del diseño, el cual ocurre en un contexto. Existen diferentes tipos de patrones, esencialmente un arquitecto los utiliza para definir la estructura y el comportamiento interno y externo de un sistema.

Patrones de diseño

Es una descripción de clases y objetos comunicándose entre sí adaptada para resolver un problema de diseño general en un contexto particular. Un patrón de diseño identifica: clases, instancias, roles, colaboraciones y la distribución de

responsabilidades, además de que ayuda a construir clases y a estructurar sistemas de clases.

Los patrones de diseño son búsquedas de soluciones a problemas comunes en el desarrollo de software. Un patrón es una solución efectiva de un problema, que lo ha resuelto en otras ocasiones y que puede ser utilizado de nuevo en otras circunstancias.

Para la realización del diseño del sistema se utilizaron los siguientes patrones.

Patrones GRASP

GRASP es un acrónimo que significa General Responsibility Assignment Software Patterns, describen los principios fundamentales de la asignación de responsabilidades a objetos, expresados en forma de patrones.

Patrón Experto

Surge como principio fundamental que hay que tener en cuenta siempre y cuando se esté asignando una responsabilidad a una clase. La respuesta es asignar la responsabilidad a la clase que contenga la información necesaria para cumplir la responsabilidad.

El cumplimiento de una responsabilidad requiere a menudo de información distribuida en varias clases de objetos. Esto significa que hay muchos expertos "parciales" que colaboran en la tarea.

Patrón Creador

La creación de objetos es una de las actividades más frecuentes en un sistema orientado a objetos. En consecuencia, conviene contar con un principio general para asignar las responsabilidades concernientes a ella. Por tanto ¿quién debería ser responsable de crear una nueva instancia de alguna clase?

Se asigna la responsabilidad de que una clase B cree un objeto de la clase A. La clase B crea las instancias de A si:

- B agrega los objetos de A.
- B contiene los objetos de A.
- B registra las instancias de los objetos de A.

- B tiene los datos de inicialización que serán enviados a la clase A cuando este objeto sea creado.

Este patrón es muy simple y su mayor beneficio es que contribuye a soportar el bajo acoplamiento, lo cual supone menos dependencias respecto al mantenimiento.

Patrón Controlador

Asignar la responsabilidad de controlar el flujo de eventos del sistema, a clases específicas.

Asignar la responsabilidad del manejo de mensajes de los eventos del sistema a una clase que represente alguna de las siguientes opciones:

- El sistema global.
- La empresa u organización global.
- Algo activo en el mundo real que pueda participar en la tarea.
- Un manejador artificial de todos los eventos del sistema de un caso de uso (controlador de casos de uso).

Patrón Bajo Acoplamiento

El acoplamiento es una medida de la fuerza con que una clase está relacionada a otras clases. Una clase con bajo o débil acoplamiento no depende de muchas otras. Por el contrario una clase con alto o fuerte acoplamiento recurre a muchas otras. Este tipo de clases no es conveniente, porque un cambio en las clases que utiliza ocasionaría cambios locales en la clase dependiente, además son más difíciles de entender cuando están aisladas y son más difíciles de reutilizar porque se requiere la presencia de otras clases de las que dependen.

Patrón Alta Cohesión

La cohesión es una medida de cuán relacionadas y enfocadas están las responsabilidades de una clase. Una clase con alta cohesión tiene responsabilidades estrechamente relacionadas y poco complejas. Una clase con baja cohesión hace muchas cosas no afines o un trabajo excesivo. Lo que traería algunos problemas como: que sean difíciles de comprender, difíciles de reutilizar, y difíciles de conservar; estas clases son muy delicadas ya que los cambios las afectan constantemente. La solución es asignar a una clase responsabilidades que

trabajen sobre una misma área de la aplicación y que no tengan mucha complejidad.

3.3. Lenguaje, tecnologías y herramientas de apoyo al desarrollo

Con vistas a una futura implementación del sistema para el intercambio de información radiológica inter-hospitalaria, los autores proponen el uso de las siguientes tecnologías, lenguajes y herramienta de desarrollo.

Net.framework

Microsoft.NET Framework es un proyecto de *Microsoft* para crear una nueva y única plataforma de desarrollo de *software*, eliminando los defectos de otras ya existentes. Está constituido por compiladores/traductores de diferentes lenguajes de programación, bibliotecas de clases, herramientas de desarrollo y una máquina virtual encargada de la ejecución del código fuente.

Sus principales características son:

- Brinda la posibilidad de construir aplicaciones que puedan ejecutarse independientemente del tipo de ordenador y de sistema operativo que ejecute.
- La capacidad de programar en múltiples lenguajes posibilita que sea utilizada por una gran diversidad de programadores y su gran biblioteca de clases básicas, permite la creación de cualquier tipo de aplicación en tiempos increíblemente cortos, dándole a su vez mayor robustez y estabilidad.
- La máquina virtual provee a las aplicaciones de un entorno de ejecución seguro para el código.
- La plataforma .NET es hoy una de las más aceptadas por la comunidad de desarrolladores, universidades y empresas de *software*; además marcha a la cabeza en los adelantos de su área.

Tecnología Mono

El proyecto Mono es un ejemplo de *software* libre. Utilizando este entorno, actualmente se pueden desarrollar aplicaciones .NET multiplataforma. El proyecto brinda una compatibilidad 100% con *Microsoft .NET 2.0* y anteriores. (15)

Sus principales características son:

- Independencia de lenguaje.
- Soporta múltiples lenguajes: *C#, Mono Basic, Java, Nemerle, MonoLOGO, Boo, IronPython*.
- Independencia de la plataforma: las aplicaciones son muy portables entre plataformas a nivel de código fuente y de código ensamblado.
- Gran soporte para bases de datos.
- Gestión automática de memoria.
- Velocidad: los compiladores JIT¹⁵ utilizados para compilar el lenguaje intermedio en cada plataforma son más rápidos que los JIT de *Java*.
- Extensa biblioteca de clases: criptografía, HTTP, bases de datos, IGU¹⁶, etc.
- Servicios Web: Soporte para SOAP¹⁷.
- Soporte para XML: Mono tiene muchas clases para trabajar con XML¹⁸.

C#

La selección de este lenguaje para la realización del proyecto es debido a su sencillez y modernidad. Además es un lenguaje orientado a objetos, con orientación a componentes, gestión automática de memoria e instrucciones seguras. También brinda extensibilidad en los tipos básicos y es un lenguaje muy eficiente. También se tuvo en cuenta la experiencia de los autores en el

¹⁵ *Just in Time* (JIT)

¹⁶ *Graphic User Interface* (IGU)

¹⁷ *Simple Object Access Protocol* (SOAP)

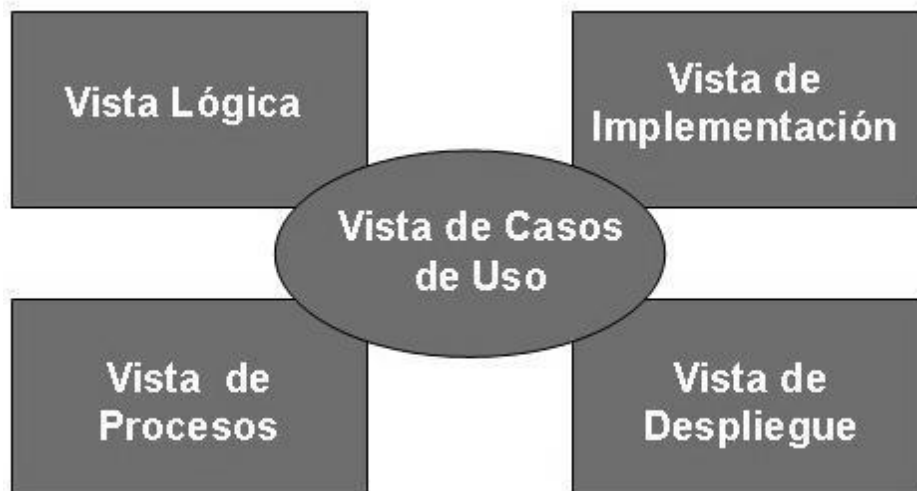
¹⁸ *Extensible Markup Language* (XML)

mismo. El objetivo de su empleo es para la confección de prototipos de prueba para la arquitectura. (16)

Visual Studio .Net se define como un entorno de desarrollo integrado (IDE) compuesto por un conjunto de herramientas para un programador. Soporta los lenguajes .NET, como *C#*, *Visual Basic*, *Visual C++*, entre otros, y fue desarrollado por Microsoft a partir del año 2002. El mismo es la herramienta de desarrollo multilenguaje más completa para construir e integrar rápidamente aplicaciones Web ASP.Net y servicios Web XML. En su diseño se han integrado a fondo los estándares y protocolos de Internet, como XML y SOAP, por lo que Visual Studio .NET simplifica considerablemente el ciclo de vida del desarrollo de aplicaciones. Además de ser es una herramienta con la que el equipo de desarrollo está muy familiarizado. (17)

3.4. Modelo 4+1 vistas

El modelo 4+1 vistas describe la arquitectura del software usando cinco vistas concurrentes, cada una de las cuales trata una serie de aspectos. Este modelo permite que diversas partes involucradas puedan encontrar lo que necesitan en la arquitectura de software. Los ingenieros de sistemas pueden abordar en primer lugar la vista física y, a continuación, ver el proceso; los usuarios finales, clientes y especialistas, pueden aproximarse a los datos de la vista lógica, y los directores de proyectos y miembros del equipo de configuración del software, pueden abordar desde la visión de desarrollo. Estas cuatro vistas están guiadas por la vista de casos de uso que describe las funcionalidades del sistema que más inciden sobre su arquitectura. (18)



3.4.1. Vista de Casos de Uso

La vista de casos de uso representa un subconjunto del artefacto Modelo de Casos de Uso y representa los casos de uso o escenarios del modelo de casos de uso más significativos, con las funcionalidades centrales del sistema.

3.4.2. Vista Lógica

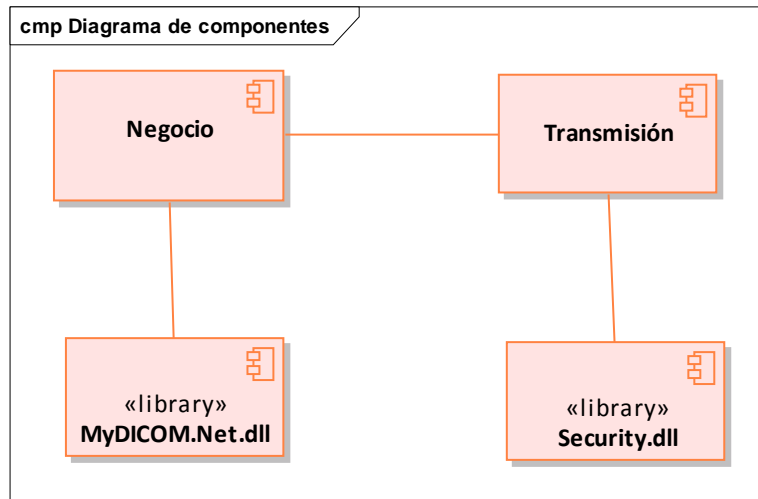
Esta vista representa un subconjunto del artefacto Modelo de Diseño, representando los elementos de diseño más importantes para la arquitectura del sistema. En esta vista se describen las clases más importantes, su organización en paquetes y subsistemas. También describe las realizaciones de casos de uso más importantes como por ejemplo las que describen aspectos dinámicos del sistema.

Para ver los diagramas de clases y secuencia del modelo de diseño, dirigirse al **Anexo 1** y **Anexo 2** respectivamente.

3.4.3. Vista de Implementación

Un diagrama de componentes describe los elementos físicos del sistema y sus relaciones, muestran las opciones de realización, incluyendo código fuente, binario y ejecutable. Los componentes representan todos los tipos de elementos de software que entran en la fabricación de aplicaciones informáticas. Pueden ser simples archivos, bibliotecas cargadas dinámicamente, etc. (19)

Módulo Exchange Gateway



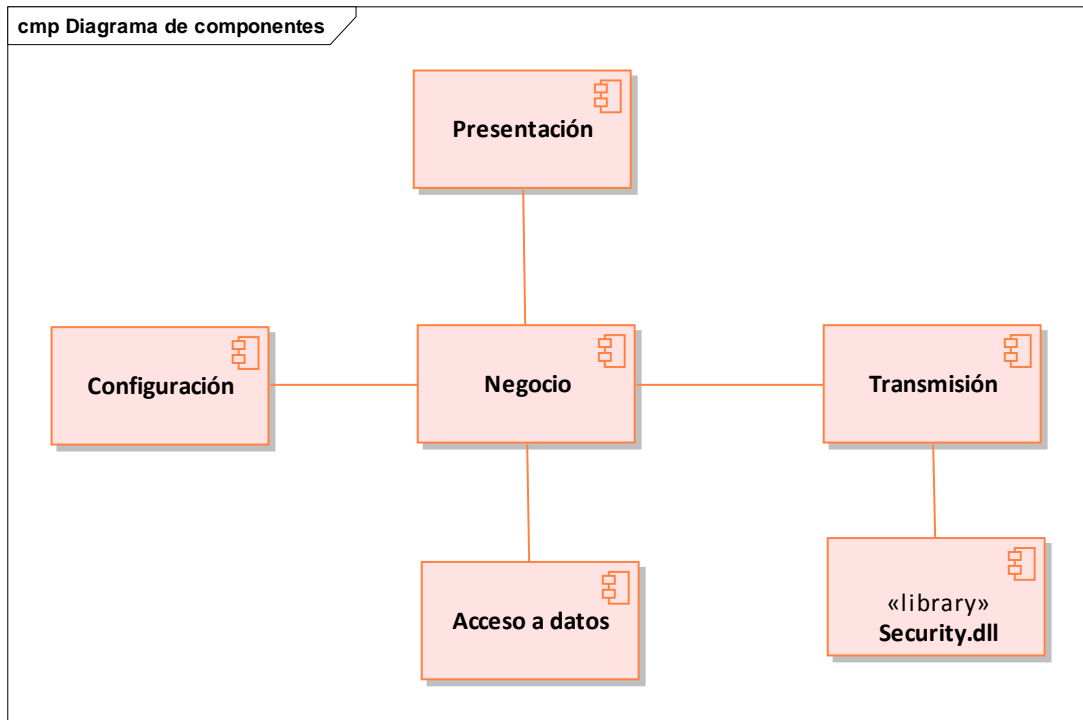
Negocio: En este componente se agrupan las clases para la configuración de las reglas de ruteo y registro de errores.

Transmisión: En este componentes encuentran las funcionalidades para la distribución de información radiológica.

MyDICOM.Net: Es una librería que agrupa un conjunto de funcionalidades para el trabajo con imágenes médicas.

Security: Es una librería que implementa la seguridad de transmisión de información radiológica.

Módulo RIS



Presentación: Aquí se engloban las interfaces la gestión de los recursos compartidos.

Configuración: En este componente se agrupan las funcionalidades para la configuración del módulo RIS.

Negocio: Posee las clases necesarias para dar respuesta a los eventos ocurridos en las interfaces de usuario.

Transmisión: En este componentes encuentran las funcionalidades para la transmisión de información radiológica.

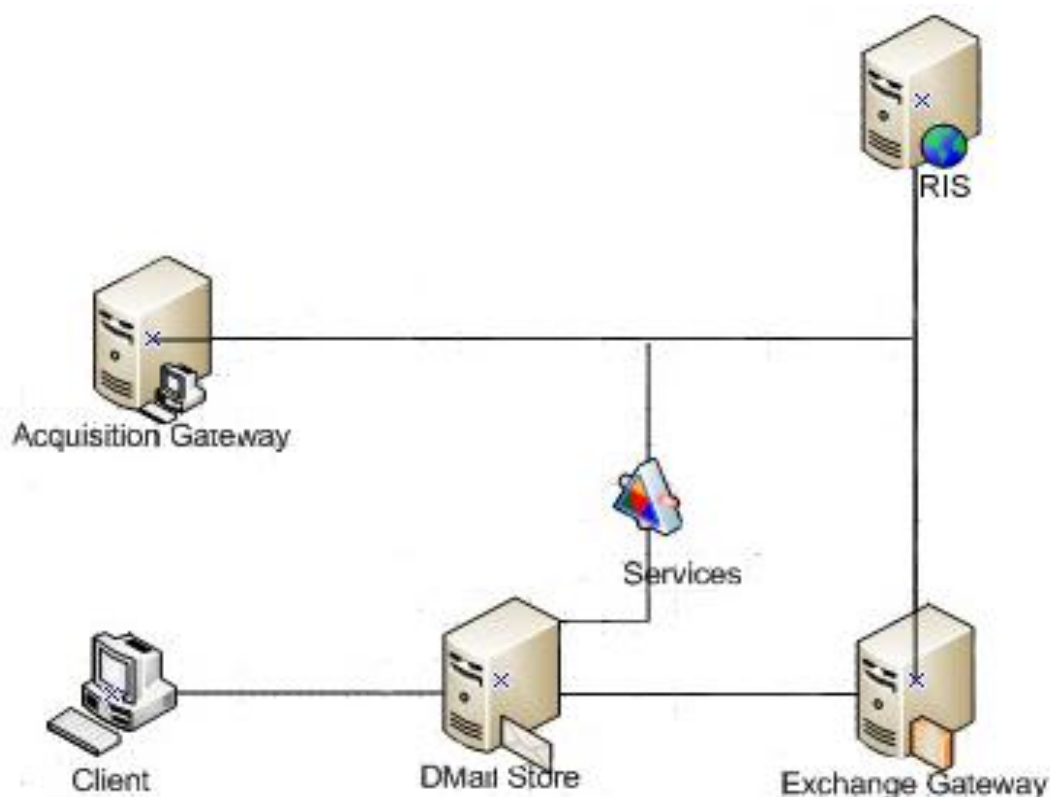
Security: Es una librería que implementa la seguridad de transmisión de información radiológica.

Acceso a Datos: Contiene las operaciones necesarias para la manipulación de los datos.

3.4.4. Vista de Despliegue

Mediante esta vista se obtiene una base para la comprensión de la distribución física de un sistema a través de nodos. Suele usarse cuando el sistema está

distribuido, y hay una traza directa del modelo de implementación puesto que cada componente físico debe estar almacenado en un nodo.



Nodo Client: En este nodo estará instalada la aplicación DMailClient y se podrá acceder a los servicios de esta aplicación para la creación e intercambio de mensajes de consulta de segunda opinión. También se podrá acceder a los servicios brindados por el sistema RIS para la gestión de citas en otras instituciones hospitalarias, así como para compartir recursos y el uso de los servicios brindados por los mismos a través de los departamentos remotos.

Nodo DMail Store: En este nodo estará instalado el modulo DMailServer. Este será el encargado de almacenar los mensajes de segunda opinión y enviárselos al DMailClient cuando este último los solicite.

Nodo Exchange Gateway: En este nodo estará instalado el servidor de intercambio. Este es el sistema que se encargará de enrutar toda la información que vaya de esta institución a otras. También será el encargado de distribuir la información proveniente de otras instituciones a los distintos módulos que se encontrarán instalados en el hospital.

Adquisition Gateway: En este nodo estará instalado un servidor de ruteo capaz de distribuir las imágenes generadas por los equipos de adquisición hacia los distintos módulos de la institución. Para el intercambio con otras instituciones hospitalarias, le enviará los estudios al modulo Exchange Gateway de la institución para que este se encargue de distribuir hacia las instituciones médicas que lo solicitaron.

Nodo RIS: En este nodo estará instalado el servidor web del RIS que consta de un conjunto de *Web services*, *Web Applications*, servidores de base de datos y servidores de dominio. Mediante él, se podrán compartir recursos disponibles en la institución, gestionar citas a distancia, además de gestionar los servicios que brindan estos recursos compartidos.

3.5. Seguridad de transmisión

Para que la transmisión de estudios radiológicos entre instituciones sea segura, DICOM propone el uso del protocolo TLS¹⁹. Este permite a las aplicaciones cliente-servidor comunicarse de manera que se pueda prevenir las escuchas (*eavesdropping*), la falsificación de identidad del remitente (*phishing*) y alterar la integridad del mensaje. También propone el uso de SHA²⁰, que permite asegurar que un mensaje proviene de un emisor legal y no de cualquier otro, empleando una función resumen y no codificando el mensaje completo. Para la integridad de las entidades, el estándar propone el uso de certificados RSA²¹. Para el intercambio de información por el protocolo TLS se define el puerto 2762.

Alternativamente, DICOM sugiere también un perfil llamado ISCL²² (*Integrated Secure Communication Layer, V1.00*) con autenticación mediante "Three-pass four-way", control de integridad por MD-5 encriptado con DES o DES-MAC y protección de la privacidad con encriptación DES. Para tal comunicación segura está reservado el puerto 2761 DICOM-ISCL.

3.6. Conclusiones parciales del capítulo

En este capítulo se presentó la forma en que está organizado el sistema en general y luego se dio paso a exponer los estilos arquitectónicos para definir la organización estructural del sistema para la trasmisión de información radiológica. Se

¹⁹ *Transport Layer Security (TLS)*

²⁰ *Secure Hash Algorithm (SHA)*

²¹ Sistema Criptográfico de clave pública desarrollado en 1977 (RSA)

²² *Integrated Secure Communication Layer (ISCL)*

CAPÍTULO 3: ARQUITECTURA

presentaron los patrones de diseño que serán utilizados, tal es el caso de patrón experto, creador, controlador, entre otros, así se definió una arquitectura sólida y flexible. Por último se definieron las vistas de la arquitectura del sistema, el protocolo TLS para el intercambio de estudios médicos por el puerto 2762, el uso de SHA para la seguridad en los mensajes y para la integridad de las entidades se propone el uso de certificados RSA.

CAPÍTULO 4: ANÁLISIS Y DISEÑO DEL SISTEMA

Con el presente capítulo se obtendrán el Modelo de Análisis y Diseño del sistema que se está modelando. Se traducirán los requisitos a una especificación que describe cómo implementar el sistema. Pasando del análisis que consiste en obtener una visión del sistema ya que sólo se preocupa de ver qué hace, de modo que sólo se interesa por los requisitos funcionales al diseño que es un refinamiento del análisis, que tiene en cuenta los requisitos no funcionales, en definitiva es cómo cumple el sistema sus objetivos.

4.1. Modelo de Análisis

El modelo de análisis constituye un modelo que se utiliza para obtener una visión del sistema sobre los requisitos funcionales, expresados en un lenguaje técnico, es el resultado de la actividad de analizar los casos de uso. También será indispensable a su vez como punto de partida para realizar el diseño del sistema. En el modelo de análisis no se toman en cuenta el lenguaje de programación que se va a utilizar en la construcción, ni otros aspectos como la plataforma o los componentes reutilizables de otros sistemas, pues su objetivo principal es comprender, preparar, modificar y en general mantener exactamente los requisitos del software y no precisar cómo se realizará su implementación.

4.1.1 Diagrama de clases del análisis

Un Diagrama de clases del análisis es un artefacto en el que se representan los conceptos en un dominio del problema. Representa las cosas del mundo real, no de la implementación automatizada de estas cosas.

Una clase de análisis representa una abstracción de una o varias clases y/o subsistemas del diseño. Se centra en el tratamiento de requisitos funcionales y pospone los no funcionales para el diseño, según RUP siempre se ajusta a alguno de los estereotipos siguientes: interfaz, control o entidad.

- Clase interfaz: Modelan la interacción entre el sistema y sus actores.
- Clase controladoras: Coordinan la realización de uno o unos pocos casos de uso, relacionando las actividades de los objetos que implementan sus funcionalidades.

- Clases entidad: Modelan información que posee larga vida y que es a menudo persistente.

4.2. Modelo de Diseño

En el diseño se modela el sistema y se encuentra su forma, incluyendo la arquitectura, para que soporte todos los requisitos funcionales, no funcionales y las restricciones que se le suponen.

El Modelo de Diseño es un modelo de objetos que describe la realización física de los casos de usos. Es específico para una implementación y depende del lenguaje de programación. Lo principal del Diseño, es la elaboración de los diagramas de interacción, que describen cómo los objetos se comunican entre ellos para dar cumplimiento a los requerimientos que fueron definidos y permiten la realización de los diagramas de clases del diseño, que contienen las clases que se pueden implementar en un software.

Para la realización del trabajo, se creó un diseño basado en patrones para promover la flexibilidad y posibilitar la facilidad de extensión y en patrones de arquitectura para separar la aplicación en capas lógicas, facilitando el desarrollo del software de manera modulada y paralela.

4.2.1 Diagrama de clases del diseño

El diagrama de clases del diseño describe gráficamente las especificaciones de las clases de software y de las interfaces en una aplicación.

Normalmente, contiene la siguiente información:

- Clases, asociaciones y atributos.
- Interfaces, con sus operaciones y constantes.
- Métodos.
- Información sobre los tipos de atributos.
- Navegabilidad.
- Dependencias.

En el **Anexo 1** se muestran los diagramas de clases del diseño de los casos de uso del sistema.

4.3. Diagramas de Interacción

Un diagrama de interacción muestra en detalle un determinado escenario para un caso de uso. A partir de ellos, el diseñador identifica las clases de software que intervienen en la solución, así como los métodos de las clases. Existen dos tipos de diagramas de interacción, el diagrama de colaboración y el diagrama de secuencia.

4.3.1. Diagramas de Secuencia

Los diagramas de secuencia tienen como principal objetivo describir el comportamiento dinámico del sistema, representando objetos y los mensajes entre ellos. En un diagrama de secuencia existen tres tipos de elementos.

- **Objetos:** Se representan mediante una línea vertical discontinua, llamada línea de vida. En la parte superior se coloca un rectángulo con el nombre del objeto y opcionalmente el nombre de la clase.
- **Focos de control:** Se representan con un rectángulo superpuesto a la línea de vida del objeto. Su tamaño depende de la duración de la acción realizada por el objeto. La parte superior indica el inicio de la acción y la parte inferior la terminación.
- **Mensajes:** Se representan mediante una flecha horizontal entre las líneas de vida de los objetos que intercambian mensajes. Es posible añadir a los mensajes condiciones e interacciones.

En el **Anexo 2** se muestran los diagramas de secuencia para los casos de uso del sistema.

4.4. Conclusiones parciales del capítulo

En el capítulo se mostró la importancia de la realización de un buen análisis y diseño. Se presentaron los diagramas de clases del análisis, del diseño y su utilización para un buen desarrollo, enfocado en su utilización. Al final se elaboraron los diagramas de secuencia e interacción para los casos de uso arquitectónicamente significativos.

CONCLUSIONES

Un factor decisivo que motivó al desarrollo de la investigación fue la situación actual en que se encuentran las instituciones hospitalarias cubanas, en cuanto a la necesidad de comunicación inter-hospitalaria. No existe en el país un sistema para satisfacer las necesidades de cooperación inter-hospitalaria.

Con el estudio realizado acerca de las soluciones de ese tipo existentes en el ámbito nacional e internacional, se definió que estos no eran suficientemente factibles para su uso e instalación en el sistema de salud cubano. De esa forma se definió el uso de DICOM, HL7 e IHE para regular la calidad de estos servicios en lo que se refiere a integridad y seguridad de la información y se definió el protocolo TCP/IP para el intercambio entre sistemas.

Luego se definieron los procesos del negocio a automatizar y se identificaron un conjunto de requisitos que cubren funcionalidades organizadas en subsistemas que interactúan y garantizan la comunicación entre los sistemas sanitarios. Para el intercambio de información entre ellos, queda definida una arquitectura basada en patrones, constituida por cuatro módulos esenciales, y lista para una futura implementación y despliegue.

Como resultado al objetivo general del trabajo de diploma, se realizó el diseño de una arquitectura de software que posibilita el intercambio de información radiológica entre instituciones hospitalarias. Se definió una arquitectura cliente-servidor que provee flexibilidad, interoperabilidad y usabilidad en las comunicaciones.

RECOMENDACIONES

Tomando como base la investigación realizada y la experiencia acumulada durante la realización de este trabajo, se proponen las siguientes recomendaciones:

- Efectuar un continuo refinamiento de la arquitectura durante cada ciclo de desarrollo.
- Realizar evaluación de costo de la tecnología y requerimientos de hardware para buscar variantes que reduzcan los mismos.
- Tener en cuenta la propuesta de arquitectura, para futuros desarrollos dentro del área temática.

A los desarrolladores:

- Profundizar en el estudio de la mensajería HL7 v3.

GLOSARIO DE TÉRMINOS

ACR (*American College of Radiologist*): Principal organización de radiólogos, oncólogos y clínicos en Estados Unidos.

Contrato: Un archivo que se genera en la institución que tiene la posibilidad de brindar recursos a otras instituciones, contiene toda la información necesaria de ellos y se encarga de informar a la institución asociada sobre la disponibilidad de determinado recurso.

Departamento Compartido: Es la entidad que contiene la información de los recursos de la institución que se pueden compartir y los centros médicos asociados que utilizan estos recursos asignados para la atención de pacientes a distancia.

Departamento Remoto: Tiene la capacidad de conocer los recursos que le fueron asignados a su institución para la atención de pacientes a distancia.

DICOM (*Digital Imaging and Communications in Medicine*): Estándar para la manipulación, almacenamiento, impresión y transmisión de información en imágenes médicas.

HL7: Es una organización fundada en 1987 para desarrollar estándares de intercambio electrónico de información clínica de diferentes tipos entre sistemas de informática médica independientes. HL7 es un protocolo que define el formato de las transacciones entre diferentes componentes, de forma que dos sistemas completamente independientes puedan comunicarse entre sí, simplificando la integración de información entre sistemas médicos.

IHE (*Integrating the Healthcare Enterprise*): define un esquema técnico común y simple, basado en estándares existentes, para el profesional sanitario y proveedores. IHE no es una norma estándar sino una estructura que utiliza estándares existentes.

Institución Asociada: Es la entidad que contiene la información de los centros médicos que participan en la prestación de servicios a distancia.

NEMA (*National Electrical Manufacturers Association*): Asociación comercial líder en los Estados Unidos en representación de los fabricantes de productos del electro-industria.

Radiología: La radiología es la especialidad médica que se ocupa de generar imágenes del interior del cuerpo mediante diferentes agentes físicos (rayos X, ultrasonidos, campos magnéticos, etc.), utilizando estas imágenes para el diagnóstico y para el pronóstico y el tratamiento de las enfermedades.

Recurso Compartido: Pueden ser equipos de adquisición o especialistas, que determinada institución hospitalaria tenga disponibles y los utilice para la cooperación con otros hospitales.

Regla de Ruteo: Son normas que se establecen para la comunicación entre instituciones hospitalarias, se encuentran en el servidor de intercambio y pueden ser configuradas por un administrador.

RIS (*Radiological Information System*): Es un sistema que se encarga de la gestión y la administración de datos de tipo radiológico, incluyéndose entre estos, los datos de pacientes, técnicos, enfermeras, médicos, exámenes y datos de la institución médica.

Tele-radiología: La Tele-radiología es una de las modalidades de la telemedicina que consiste en la transmisión digital de imágenes radiológicas desde un centro sanitario a otro independientemente de su ubicación geográfica.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

1. **Arredondo, Luis Jesús Padrón.** *Las Nuevas Tecnologías de la Información (NTIC) en la medicina: la Telemedicina en Cuba.*
http://www.rcim.sld.cu/revista_10/articulos_pdf/tecnologiainf.pdf.
2. Idem 1. [En línea]
3. GE Healthcare. [En línea] <http://www.gehealthcare.com>.
4. **Services, Department of Health & Human.** *AW Server.* 2008.
http://www.accessdata.fda.gov/cdrh_docs/pdf8/K081985.pdf.
5. **Salud, Servicio Andaluz de.** *DIRAYA Sistema Integrado de Gestión e Información para la Atención Sanitaria.*
6. **Ivar Jacobson, Grady Booch, Jim Rumbaugh.** *The Unified Software Development Process.* s.l. : Addison-Wesley.
7. **Grady Booch, Jim Rumbaugh, Ivar Jacobson.** *The Unified Modeling Language User Guide.* s.l. : Addison-Wesley.
8. IHE España. [En línea] <http://www.ihe-e.org/>.
9. Health Level Seven. [En línea] <http://www.hl7.org/>.
10. **Deusto, Grupo PAS – Universidad de.** *Estándar y Protocolo de Imágenes Médicas DICOM.* <http://www.pas.deusto.es>.
11. apexNET software factory. [En línea]
<http://www.apexnet.com.ar/index.php/product/viewProducts/24/sl=0>.
12. **Castilla, Yuniór González.** *Sistema para la transmisión de imágenes médicas alas PACSDicomMail.* Ciudad de La Habana : s.n., 23 de junio de 2008.
13. *Idem 12.*
14. **Rodríguez Bonet, Alexander y Fernandez Peñalver, Rafael.** *Arquitectura para el sistema de identificación por perfiles de ADN.* Ciudad de La Habana : s.n., Febrero 2009.
15. MonoDevelop 2.2. [En línea] <http://monodevelop.com/>.
16. **Archer, Tom.** *C# a fondo.* Madrid : McGraw-HILL., 2001.
17. *Diseño y Programación Avanzada de Aplicaciones.* 2003.
<http://www.dlsi.ua.es/asignaturas/dpaa/tema1.pdf>.
18. *Idem 14.*

19. Modelo de Implementación (Diagramas de Componentes y Despliegue). [En línea]
<http://www.dsi.uclm.es/asignaturas/42530/pdf/M2tema12.pdf>.

BIBLIOGRAFÍA

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

PS 3.10 - Media Storage and File Format for Media Interchange. 2008.

PS 3.11 - Media Storage Application Profiles. 2008.

Arado Lopez, Annabel, y otros. *PROPUESTA PARA LA IMPLEMENTACION DE LA TELEMEDICINA EN CUBA SOBRE LA RED INFOMED.* Ciudad Habana, 23 y N Edificio Soto, Vedado, código postal 10400 : s.n.

Association, National Electrical Manufactures. *Digital Imaging and Communications in Medicine (DICOM).* 2004.

Azpilicueta Amorín, Javier. *Introducción a la Telemedicina, Teleradiología.* 21 de diciembre del 2005.

Banespyme, escuela. *La Salud Electrónica (ehealth).*

<http://www.banespyme.org/imagesWeb/ArchivoMultimedia/Documentacion/25/esalud.pdf>.

Berrocal, Javier, García, José Manuel y Murillo, Juan Manuel. *Hacia una gestión del proceso software dirigida por Procesos de Negocio.* 2007. <http://alarcos.inf-cr.uclm.es/pnis/articulos/pnis-07-Berrocal-GPSDPN.pdf>.

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

C2C. [En línea] <http://blog.c2ctsis.com/spanish/231>.

Capítulo 5 Cliente-Servidor. [En línea]

http://catarina.udlap.mx/u_dl_a/tales/documentos/lis/marquez_a_bm/capitulo5.pdf.

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

Diagramas de interacción.

Diseño: Arquitectura Software. 2009. http://bios.ugr.es/~ist/practica5_ist.pdf.

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

Ejecución de un sistema piloto de tele-radiología en Medellín, Colombia. [En línea] 2006.
<http://colombiamedica.univalle.edu.co/Vol37No3/pdf/cm37n3a2.pdf>.

Feregrino Uribe, Claudia y Meléndez Islas, Alba Ruth. *DESARROLLO DE UNA RED DE IMAGENOLOGÍA PARA*. s.l. : Instituto Nacional de Astrofísica, Óptica y Electrónica.

FreeLnxers. *C# con Mono en GNU/Linux*. [En línea] 20 de Agosto de 2009.
<http://freelnxers.wordpress.com/2009/08/20/c-con-mono-en-gnulinux/>.

Gutiérrez, MJ, y otros. Sistema PACS-CNR: Una propuesta tecnológica. *MEDIGRAPHIC: Literatura Biomédica*. [En línea] junio de 2003. <http://www.medigraphic.com/espanol/e-htms/e-inge/e-ib2003/e-ib03-1/em-ib031j.htm>. 24 (1): 77-85.

H, Walter. Telemedicina y perspectivas de la investigación en Informática Médica. [En línea] 3 de Octubre de 2001. <http://www.enlacesmedicos.com/telemed.htm>.

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

ISW_UCI. Conferencia # 2. Arquitectura y Patrones de diseño. *EVA UCI*. [En línea] 2009.
http://eva.uci.cu/file.php/259/Curso_2009-2010/Conferencia_2/Conferencia_2_de_Arquitectura_2010.doc.

Jiménez, J.R., Medina, V. y Martínez, A. *Intercambio de mensajes DICOM*. Habana : s.n., mayo de 2001. Memorias II Congreso Latinoamericano de Ingeniería Biomédica.
<http://www.hab2001.sld.cu/arrepdf/00293.pdf>. 00293.

Kioskea.Net. [En línea] 16 de octubre de 2008. <http://es.kioskea.net/contents/genie-logiciel/design-patterns.php3>.

MacDonald, Matthew. *Manual de Referencia ASP.NET*. Madrid : McGraw-HILL, 2002.

Martínez, Alfonso Martínez y Maceda, Humberto Cervantes. Diseño y construcción de una arquitectura de línea de producto para sistemas PACS. *Maestría en Ciencias y Tecnologías de la Información*. [En línea]
http://mcyti.izt.uam.mx/Maestria_archivos/proyectos/Propuesta_hcm_almm.pdf.

Medina, David del Río, Sánchez, Carlos Bocanegra y Orcero, David Santo. *La cabecera del estándar DICOM*. 2008.

<http://www.revistaesalud.com/index.php/revistaesalud/article/view/266/578>. ISSN 1698-7969.

PAS, Grupo. Estándar y Protocolo de Imágenes Medicas DICOM. *PAS*. [En línea] 2005. [Citado el: 25 de noviembre de 2009.] <http://www.pas.deusto.es/recursos/DICOM.pdf>.

Patrones de Diseño de Software. [En línea]

<http://sites.google.com/site/flaviodanese/aprendiendo-java/patrones-de>.

Peña, Ing. K. E. Tamayo y Izaguirre, Ing. L. Vega. *Experiencia de la instalación de los sistemas alas PACS y alas RIS*. Ciudad de La Habana : s.n., 2009.

<http://semanatecnologica.fordes.co.cu/Evirtual/files/ISO45.pdf>.

Reynoso, Carlos y Kicillof, Nicolás. *Estilos y Patrones en la Estrategia de Arquitectura de Microsoft*. UNIVERSIDAD DE BUENOS AIRES : s.n., marzo 2004.

Rincón, Marcela y Rodríguez, Alejandra. *Sistemas PACS y el formato DICOM. Grupo de Bioinstrumentación y procesamiento de señales "Kirón"*. [En línea]

http://bioinstrumentacion.eia.edu.co/docs/signals/pacs_dicom.pdf.

Ronda, D., Ferrer, O. y Alvarez, N. A. *IMAGIS: Sistema para la transmisión de imágenes médicas multimodales*. Ciudad de La Habana : s.n., mayo de 2001.

<http://www.hab2001.sld.cu/arrepdf/00190.pdf> .

Rudas Alarcón, Marcos A. LA TELEMEDICINA Y SUS APLICACIONES. [En línea] Dpto. Supervisión y Control. C.V.G. EDELCA. Caracas 1060. Venezuela. .

<http://neutron.ing.ucv.ve/revista-e/No5/ARudas.htm>.

Teleimaging.Net. [En línea] <http://www.teleimaging.net/blog/teleimaging/teleradiologia/>.

Tercero Talavera, Iván. *USO DE LA INFORMÁTICA EN SERVICIOS DE SALUD*. 1998.

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

Vega Izaguirre, Leodan y Planos González, Alejandro. *Sistema de Gestión de Información Radiológica (alas RIS)*. Ciudad de La Habana : s.n., 2008.

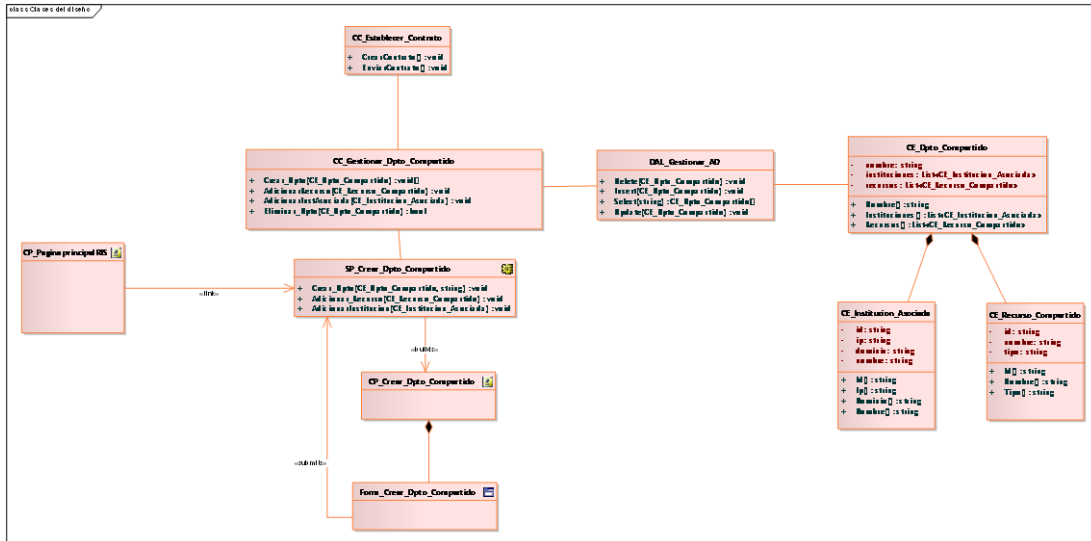
Visconti, Marcello y Astudillo, Hernán. *Fundamentos de Ingeniería de Software*. Universidad Técnica Federico Santa María : s.n.

ANEXOS

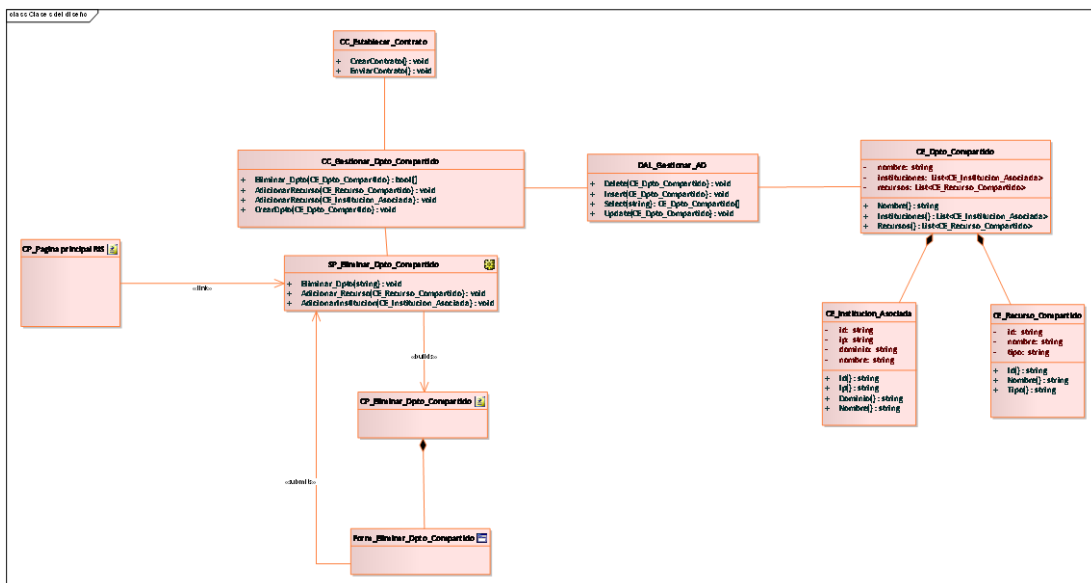
Anexo 1 Diagramas de clases del diseño

Módulo RIS

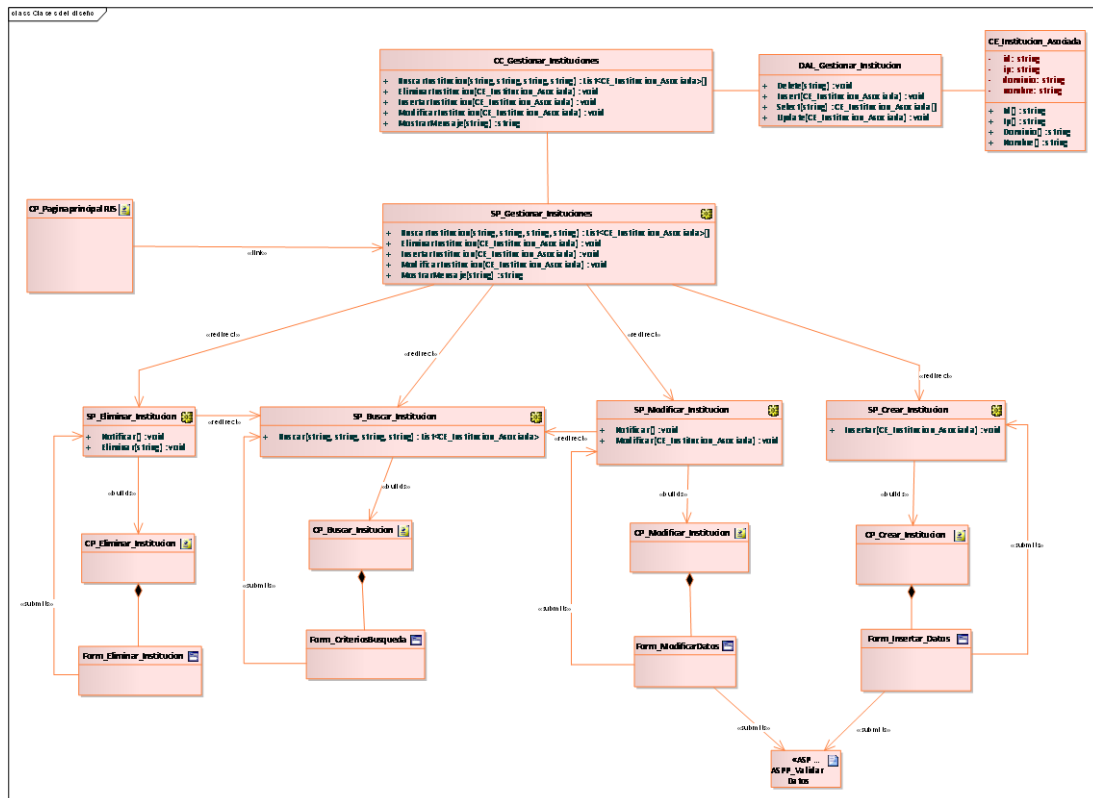
CU Compartir departamento



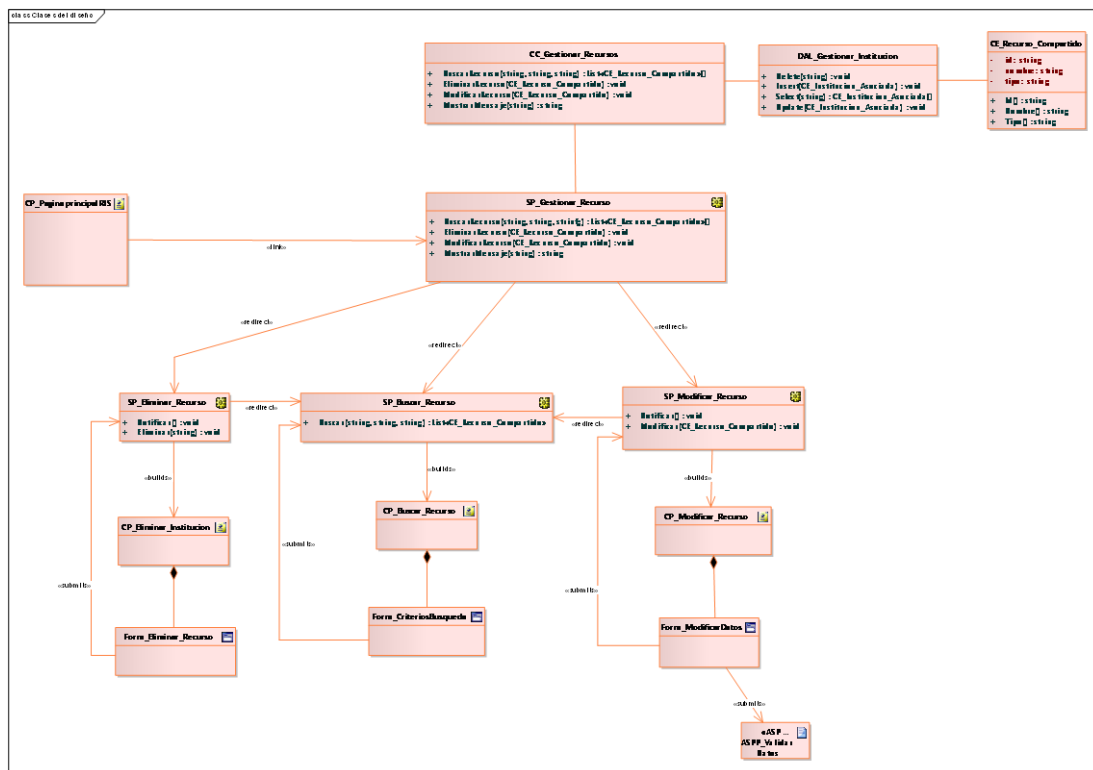
CU Descompartir departamento



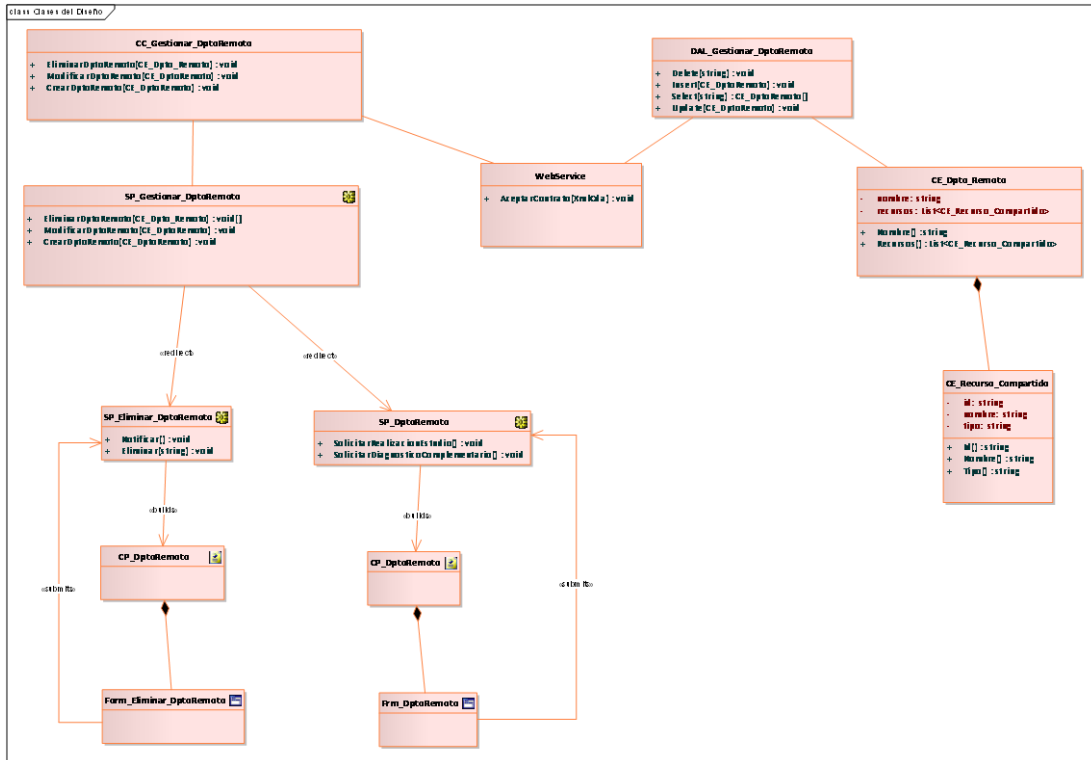
CU Gestionar institucion asociada



CU Gestionar recurso compartido

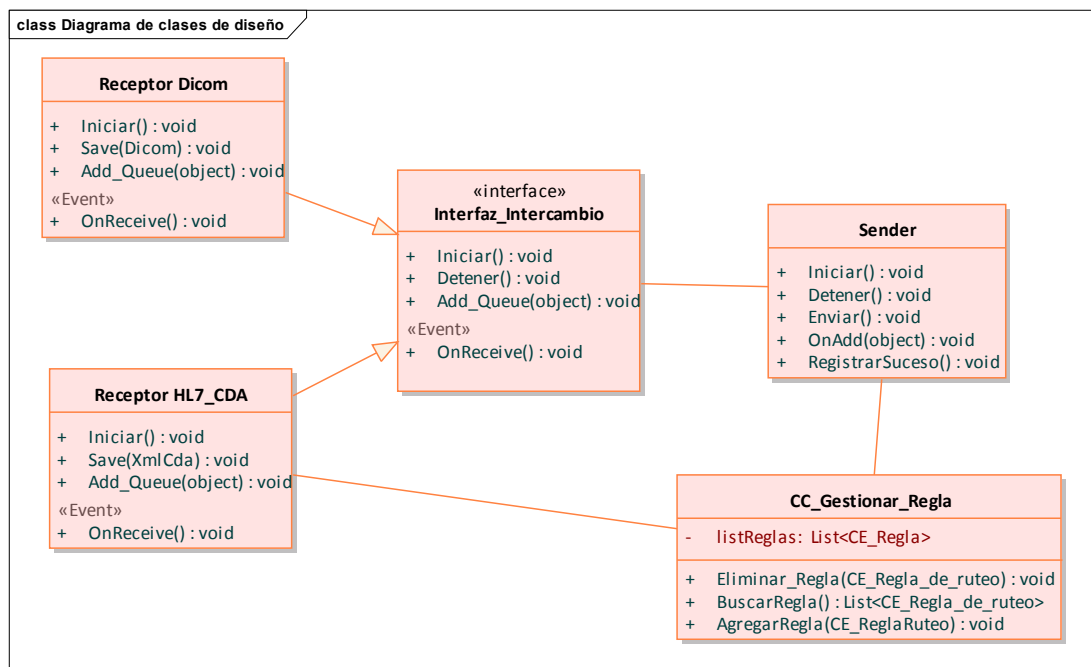


CU Gestionar departamento remoto

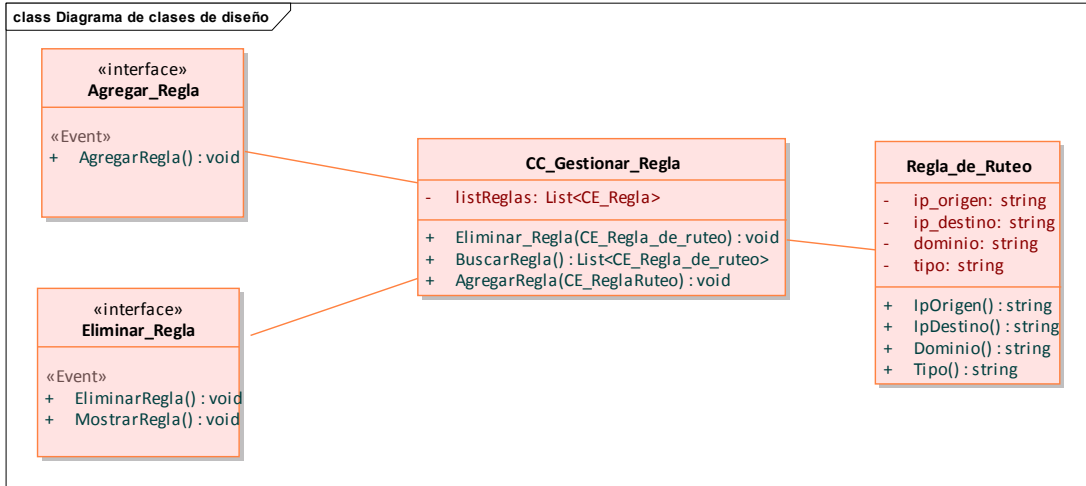


Módulo Exchange Gateway

CU Distribuir información radiológica



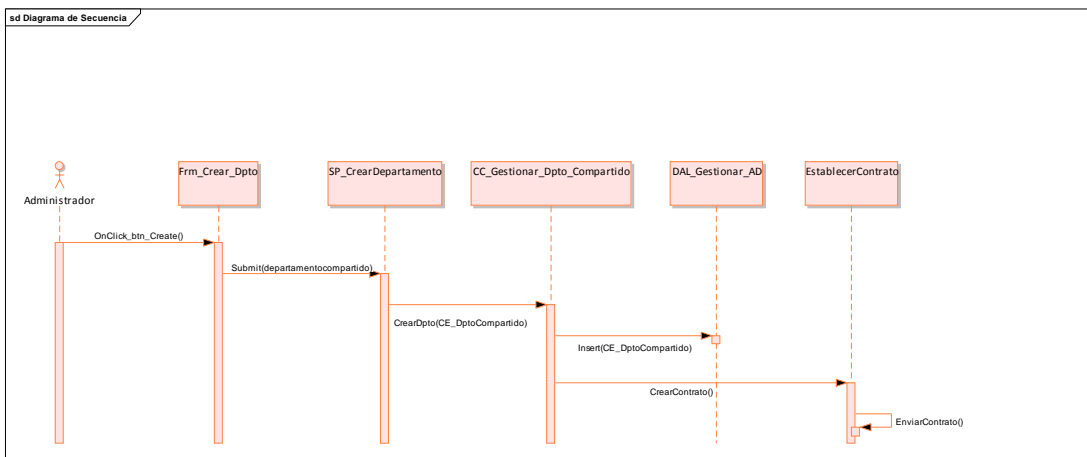
CU Gestionar regla de ruteo



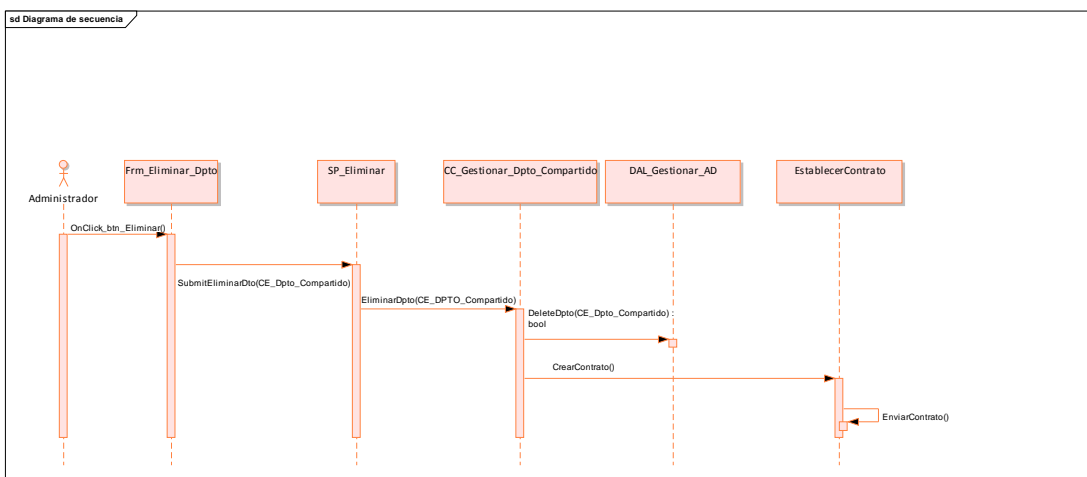
Anexo 2 Diagramas de Secuencia

Módulo RIS

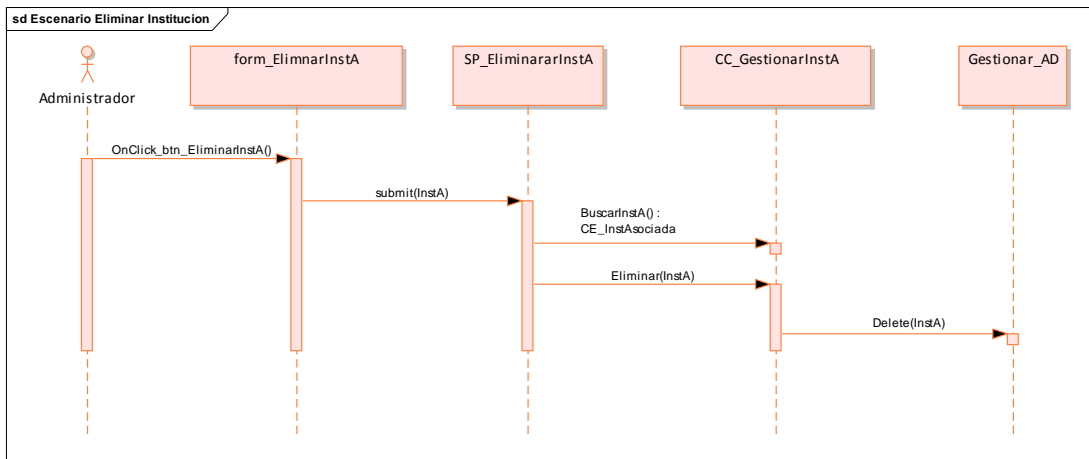
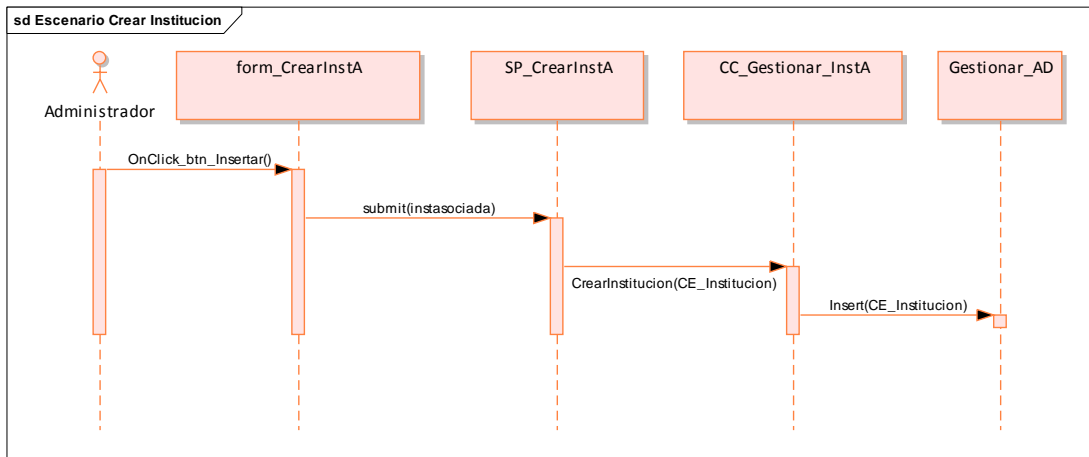
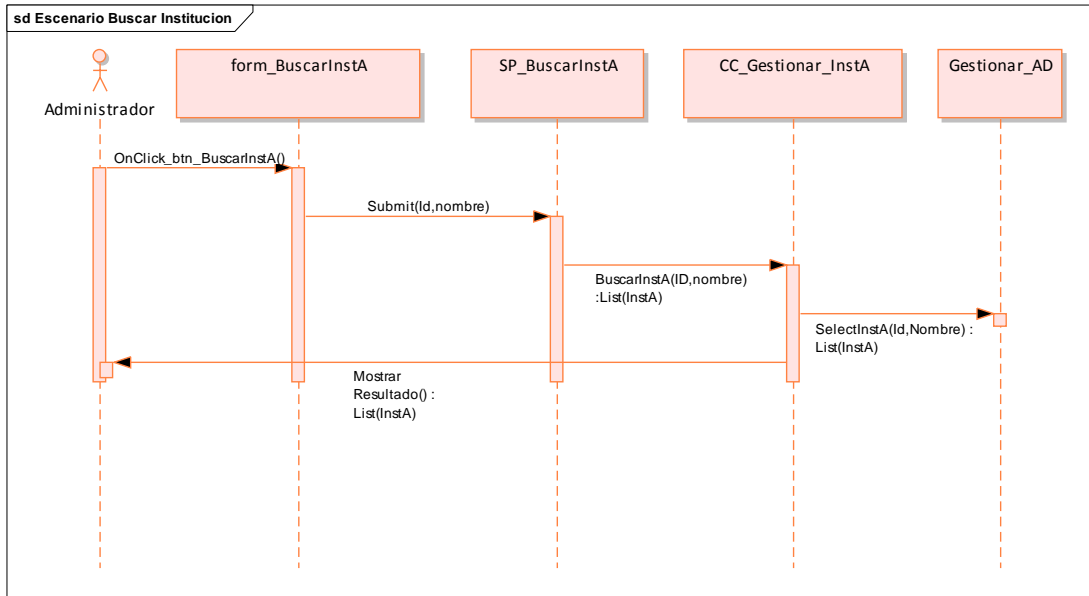
CU Compartir departamento



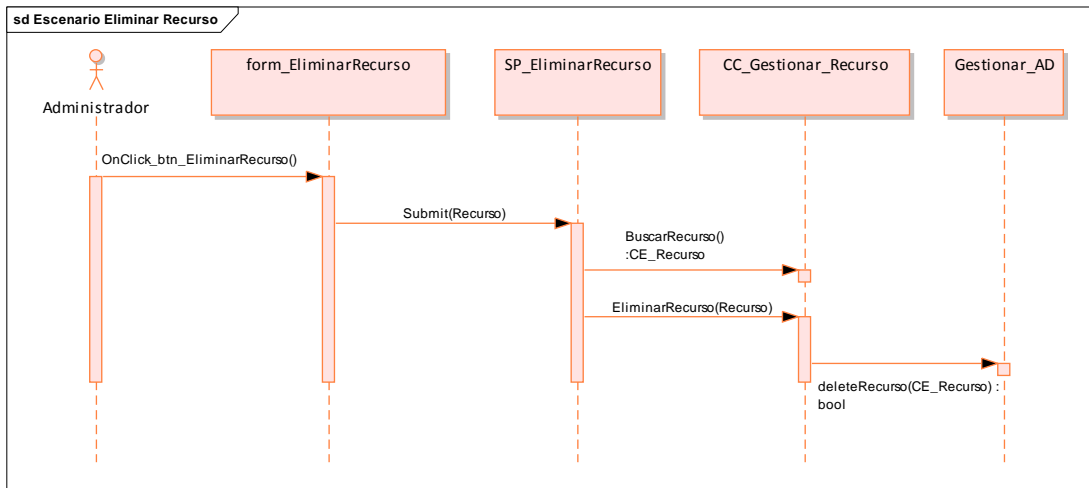
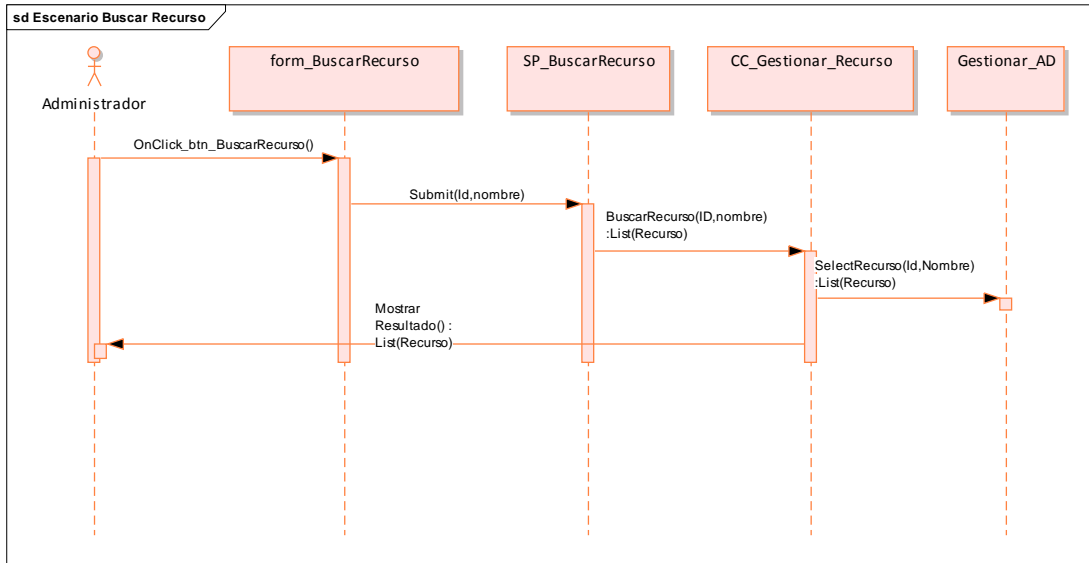
CU Descompartir departamento



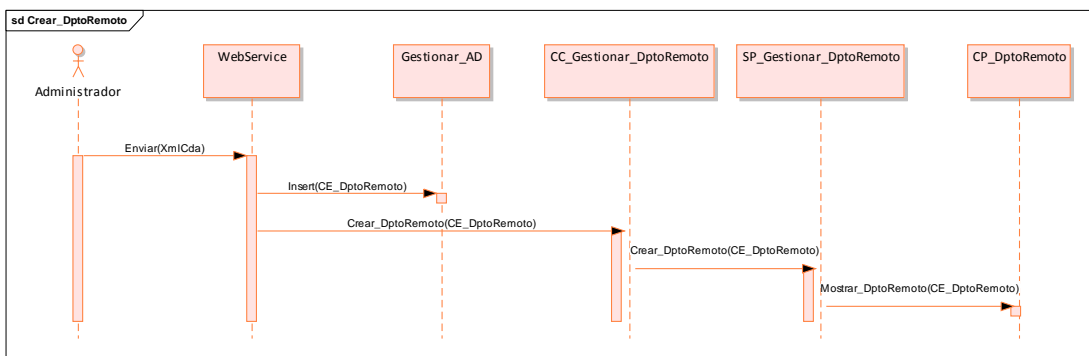
CU Gestionar institución hospitalaria

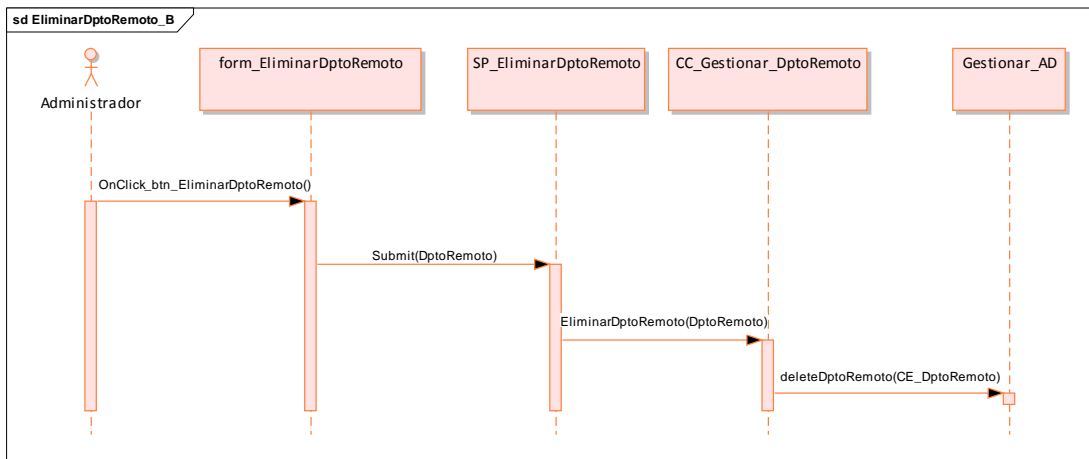
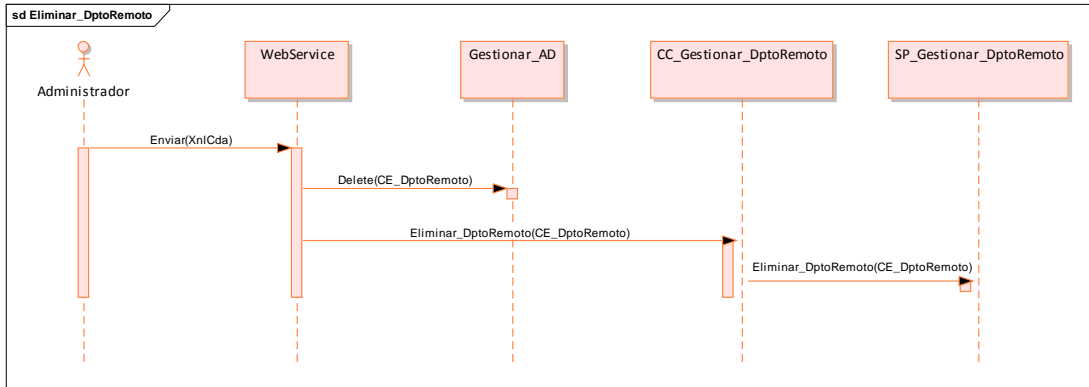


CU Gestionar recurso compartido



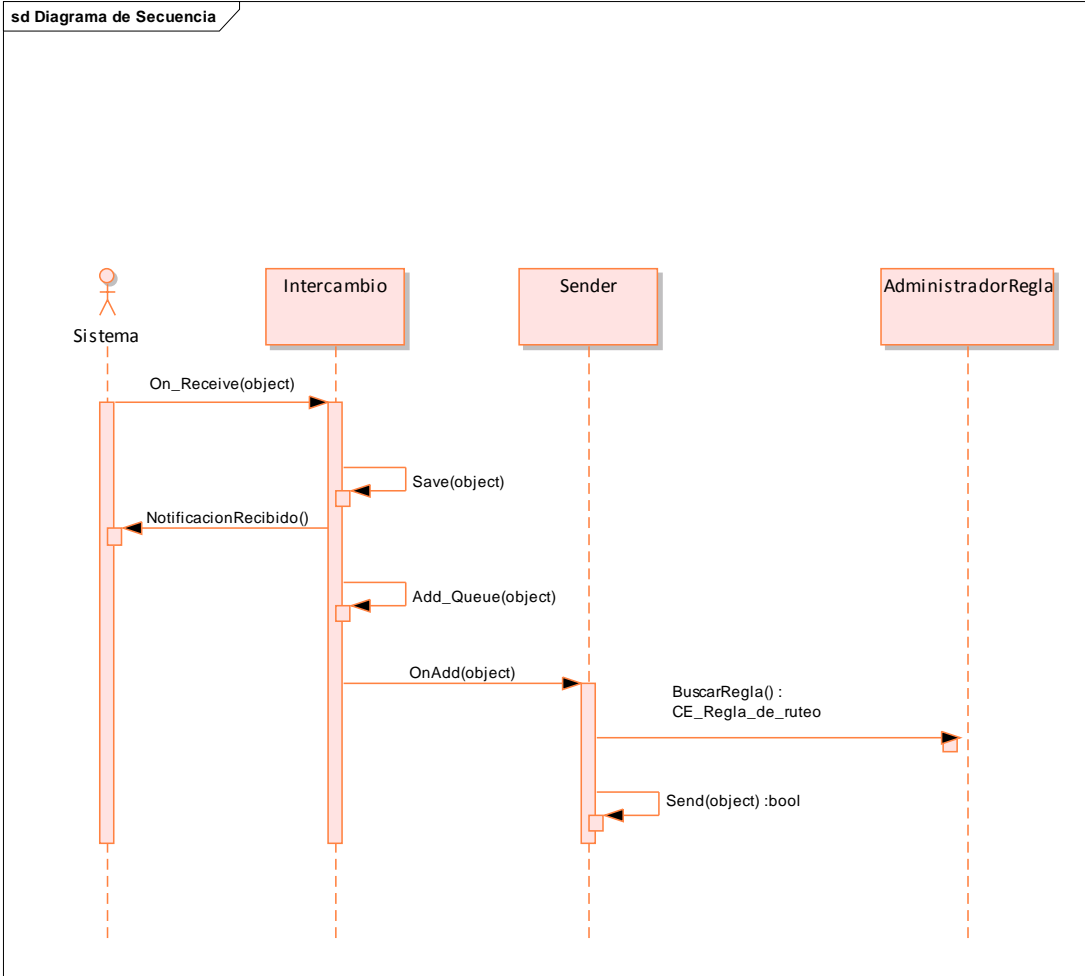
CU Gestionar departamento compartido





Módulo Exchange Gateway

CU Distribuir información radiológica



CU Gestionar regla de ruteo

