

Universidad de las Ciencias Informáticas

Facultad 7



# Visor Ligero para la visualización y procesamiento básico de imágenes médicas digitales.

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

Autores: Leudis Hernández Sánchez  
Gerardo Ceruto Marrero

Tutores: Ing. Yoel Rivera Suárez  
Ing. Andro Font Hernández

Ciudad de La Habana, 25 de junio de 2010

“Año del 50 Aniversario del Triunfo de la Revolución”

## DECLARACIÓN DE AUTORÍA

Declaramos que somos los únicos autores del trabajo titulado **Visor Ligero para la visualización y procesamiento básico de imágenes médicas digitales**, 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 **25** días del mes de **junio** del año **2010**.

---

Leudis Hernández Sánchez

Autor

---

Gerardo Ceruto Marero

Autor

---

Ing. Yoel Rivero Suárez

Tutor

---

Ing. Andro Font Hernández

Tutor

## DATOS DE CONTACTO

### Tutores:

#### **Ing. Yoel Rivero Suárez:**

Graduado de Ingeniero en Ciencias Informáticas, egresado de la UCI en el 2008. Ha impartido las asignaturas de Física 1 y Física 2. Presta servicio como profesor de la Facultad 7 y se desempeña como líder de proyecto en procesamiento y visualización de imágenes en el Departamento de Producción de Software Médico Imagenológico, CESIM, en la Universidad de las Ciencias Informáticas. Correo: [yrsuarez@uci.cu](mailto:yrsuarez@uci.cu)

#### **Ing. Andro Font Hernández:**

Graduado de Ingeniero en Ciencias Informáticas, egresado de la UCI en el 2008. Ha impartido las asignaturas de Física 1 y Física 2. Presta servicio como profesor de la Facultad 7 y se desempeña como líder de proyecto en procesamiento y visualización de imágenes en el Departamento de Producción de Software Médico Imagenológico, CESIM, en la Universidad de las Ciencias Informáticas. Correo: [afhernandez@uci.cu](mailto:afhernandez@uci.cu)

## DEDICATORIA

*A mi madre, por ser la luz de mi vida, por su confianza y ayuda incondicional, por su entrega total... nunca te fallaré. A mi abuela Carmen, por sus consejos, su inmenso cariño, y por ser tan especial en mi vida.*

*A mi padrastro, mi padre y toda la familia, por su apoyo.*

*A Alexis, por ser un verdadero amigo.*

*A mi novia Irma, por su cariño y apoyo en todo momento.*

*A mis amistades del pre y la Universidad que siempre los recordaré.*

*Leudis*

*A mis queridos mami, papi y mi hermano Lian, por darme su cariño y apoyo en todo momento sin importar la distancia.*

*A mis queridos abuelos, por su afecto y cariño. Especialmente a mi abuelo Ruco, que hoy se santería muy orgulloso de mi. A mi abuelo Fermin, por sus consejos, por ser una fuente de sabiduría y un ejemplo para mí desde pequeño. A mis abuelitas Deysi y Angela, por brindarme su paciencia y amor toda la vida.*

*A mis queridos tíos y tías, por estar siempre pendientes de mí.*

*A toda la familia.*

*A los amigos del barrio, del pre y a los que me han acompañado en estos cinco años de Universidad.*

*Gerardo*

## **AGRADECIMIENTOS**

*A nuestras familias, por brindarnos su apoyo incondicional y todo el amor y el cariño del mundo.*

*A todos aquellos que nos han ayudado y brindado su apoyo, tanto para la realización de este trabajo, como para nuestra formación como profesionales. Especialmente Arelis, Maryi, Leodan, Yoel y demás profes del proyecto, por su ayuda y constante preocupación.*

*A todos nuestros amigos y compañeros, por compartir los buenos y malos momentos.*

*A la Revolución por darnos la posibilidad de forjarnos como hombres de bien.*

*A la Universidad de las Ciencias Informáticas por acogernos como una gran familia.*

*¡A todos MUCHAS GRACIAS!*

## RESUMEN

Con la llegada de la era digital al mundo de las imágenes médicas, se han revolucionado las técnicas de diagnóstico y las formas de manejar la información. Las placas radiográficas que normalmente los pacientes se llevan en un sobre para su médico y luego para su casa, son cada vez menos utilizadas; y en su lugar puede optar por un CD que almacenará un gran número de imágenes médicas digitales, el diagnóstico, y las indicaciones del profesional.

Con el presente trabajo se desarrolla el sistema alas PACSLite, una solución de software que permite visualizar las imágenes almacenadas en CD y otros dispositivos media. El software se ha elaborado según lo estipulado en el estándar DICOM<sup>1</sup> 3.0 para la lectura y visualización de las imágenes médicas. Ha sido desarrollado usando Visual C++ como lenguaje de programación y las librerías visuales MFC<sup>2</sup>.

El sistema permite a los médicos y demás usuarios aplicar diferentes técnicas digitales para mejorar la imagen, de manera que se vea toda la información disponible: aclarar, oscurecer, ampliar zonas, logrando de esta manera una mayor capacidad de diagnóstico.

### Palabras claves:

DICOM, PACS, alas PACSLite, visor DICOM.

---

<sup>1</sup> Sistema de archivo y comunicación de imágenes.

<sup>2</sup> Microsoft Foundation Class.

# TABLA DE CONTENIDOS

<b>INTRODUCCIÓN</b> .....	<b>1</b>
<b>ESTRUCTURACIÓN DEL CONTENIDO:</b> .....	<b>4</b>
<b>CAPÍTULO 1. FUNDAMENTACIÓN TEÓRICA</b> .....	<b>5</b>
1.1. Estándar DICOM .....	5
1.2. Sistema de Almacenamiento y Comunicación de Imágenes (PACS) .....	9
1.3. Visores de imágenes .....	11
1.4. Herramientas y tecnologías .....	11
1.5. Estado del Arte .....	16
1.6. Funcionalidades y características de visores ligeros existentes .....	20
<b>CAPÍTULO 2. CARACTERÍSTICAS DEL SISTEMA</b> .....	<b>22</b>
2.1. Situación problemática.....	22
2.2. Propuesta del sistema .....	22
2.3. Modelo de dominio.....	23
2.4. Especificación de los requisitos del software .....	24
2.5. Definición de los requisitos del software .....	27
<b>CAPÍTULO 3. ANÁLISIS Y DISEÑO</b> .....	<b>41</b>
3.1. Estilo arquitectónico.....	41
3.2. Análisis del Sistema.....	42
3.3. Diseño del Sistema .....	42
<b>CAPÍTULO 4. IMPLEMENTACIÓN</b> .....	<b>44</b>
4.1. Despliegue del sistema.....	44
4.2. Componentes del sistema.....	44
4.3. Tratamiento de errores .....	44
4.4. Seguridad .....	45
4.5. Estrategias de codificación. Estándares y estilos a utilizar .....	45
<b>CONCLUSIONES</b> .....	<b>46</b>

<b>RECOMENDACIONES</b> .....	<b>47</b>
<b>REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS</b> .....	<b>48</b>
<b>BIBLIOGRAFÍA</b> .....	<b>51</b>
<b>ANEXOS</b> .....	<b>55</b>
Anexo 1 .....	55
Anexo 2.....	62
Anexo 3.....	64
<b>GLOSARIO DE TÉRMINOS</b> .....	<b>71</b>



## INTRODUCCIÓN

La historia del hombre ha estado marcada por un desarrollo continuo en su nivel social y tecnológico. El surgimiento de la informática ha producido un aceleramiento en este proceso, determinado por su amplia aplicación en todas las esferas. Las computadoras se hacen cada día más importantes en diversas áreas del quehacer humano, debido a su rapidez para analizar y procesar grandes cantidades de información. Uno de los campos de la actividad humana que se ha visto más beneficiado por la informática es el área de la salud, disciplina que estudia la información en el ámbito clínico y cómo usarla para beneficio de los pacientes [1].

Específicamente en el área radiológica, se logró la incorporación de la imagen en formato digital, aparejado al surgimiento de numerosas modalidades como la Tomografía Axial Computarizada (CT), Resonancia Magnética (MRI), Ultrasonido, Medicina Nuclear (NMI), entre otras. Debido al surgimiento de una gran variedad de equipos médicos, encargados de generar las imágenes médicas digitales, surgieron incompatibilidades a la hora de intentar establecer comunicación entre equipos y sistemas informáticos de diferentes fabricantes que no generaban la información en el mismo formato.

Sobre esta base es que surge el estándar DICOM (Digital Imaging and Communication in Medicine), con el objetivo de estandarizar el manejo y transmisión de imágenes médicas digitales y de la información asociada a ellas. Este estándar fue desarrollado por la Asociación de Radiólogos Americanos (ACR<sup>3</sup>) y la Asociación Nacional de Empresas Eléctricas (NEMA<sup>4</sup>) de EEUU. Debido a sus beneficios es utilizado por un gran número de fabricantes de sistemas imagenológicos. [2]

Debido a la gran cantidad de personas que asisten a las instituciones hospitalarias con servicios de radiología, en estas áreas se genera un elevado volumen de imágenes e información. Lo que hace engorrosa la gestión manual de los datos, incrementando la posibilidad de errores e incluso la pérdida de información valiosa.

---

<sup>3</sup> Principal organización de radiólogos, oncólogos y clínicos en Estados Unidos.

<sup>4</sup> Asociación comercial líder en los Estados Unidos en representación de los fabricantes de productos del electro-industria.

Con el objetivo de mitigar estos problemas y de contar con una herramienta que viabilice el trabajo en los departamentos de diagnósticos por imágenes, es que surgen sistemas PACS (Picture Archiving and Communication System). Sistemas para la adquisición, almacenamiento, visualización y comunicación de imágenes médicas digitales e información asociada. Los componentes fundamentales de los sistemas PACS son: los equipos de adquisición, las estaciones de trabajo, los servidores de imágenes médicas y la infraestructura de red que permite la interacción entre los componentes anteriormente mencionados. [3]

Específicamente en las estaciones de trabajo están ubicados los sistemas informáticos dedicados a la visualización y procesamiento, que son denominados visores de imágenes médicas. Existen visores de propósito general, los cuales están diseñados para funcionar con todas o la mayoría de las modalidades de imágenes médicas existentes. Se pueden encontrar visores especializados, que tienen la característica de estar destinados a una o un conjunto pequeño de tipos de imágenes, permitiendo realizar operaciones especializadas propias de un área médica, tales como Oftalmología, Cardiología, Neurocirugía, entre otras.

De igual forma se pueden encontrar visores ligeros o *lite*, que realizan el proceso de visualización sin grandes requerimientos y brindan algunas funcionalidades básicas para el procesamiento de las imágenes. Estos trabajan con un conjunto pequeño de imágenes, generalmente un solo estudio de un paciente, y pueden funcionar en las computadoras más comunes.

En Cuba, la dirección del Estado ha puesto todos sus esfuerzos en mantener los indicadores de salud entre los mejores del mundo. Se han comprado modernos equipos de adquisición de imágenes de diversas modalidades como Resonadores Magnéticos, Tomógrafos Computarizados, Eco-cardiógrafos, entre otros; así como servidores con gran capacidad de almacenamiento y computadoras con elevadas prestaciones.

En los últimos años se dieron pasos importantes en el desarrollo de aplicaciones para la salud, incluyendo algunas que permiten realizar funcionalidades concernientes a los PACS, aunque es necesario aumentar sus prestaciones, y hacerlas más adaptables a los requerimientos del exigente campo de la radiología médica, siendo los ejemplos más representativos los sistemas **Patris e Imagis**, creados por los laboratorios ESISOFT<sup>5</sup> y el Centro de Biofísica Médica de Santiago de Cuba respectivamente.

---

<sup>5</sup> Centro de Robótica y Software del Ministerio de la Industria SideroMecánica de la República de Cuba.

# Visor Ligero para la visualización y procesamiento básico de imágenes médicas digitales. | **Introducción**

---

La Universidad de las Ciencias Informáticas (UCI), creada en el marco de la batalla de ideas con el objetivo de llevar adelante el proceso de informatización de la sociedad cubana, se ha convertido en uno de los centros cubanos líderes en el desarrollo de herramientas informáticas para la salud. Uno de los sistemas construidos en el centro es las PACS, una herramienta que automatiza el flujo de trabajo en los hospitales y centros de diagnóstico con servicios radiológicos.

Generalmente a los pacientes que se realizan estudios imagenológicos, les son entregadas placas radiográficas que contienen las imágenes resultantes de dicho proceso, algunos porque desean tener una copia en su poder, y otros porque son pacientes externos a la institución donde se realiza el examen, y estas imágenes deben ser llevadas al especialista que indicó el estudio con el objetivo de realizar un seguimiento del caso.

Debido a que la imagen médica digital desplaza cada día más las placas radiográficas, al poseer una calidad superior, no afectar el medio ambiente por las radiaciones ionizantes, y permitir una mayor portabilidad y un menor costo; muchas instituciones han optado por entregar a los pacientes las imágenes en formato digital. [4]

Uno de los componentes del producto de las PACS, es el sistema de las PACSViewer, un visor de propósito general que no solo posibilita la visualización y procesamiento, sino también permite el almacenamiento en media de las imágenes digitales que conforman un estudio imagenológico, garantizando una mayor portabilidad de los mencionados archivos. Pero surge el inconveniente de que algunos especialistas a los cuales le son llevadas estas imágenes digitales, no pueden visualizarlas y realizar operaciones sobre ellas. Por tales razones es que se plantea el **Problema científico** del presente trabajo: ¿Cómo lograr la visualización y procesamiento básico de imágenes almacenadas en dispositivos media por el sistema de las PACSViewer?

Teniendo como **Objeto de estudio** el proceso de visualización y procesamiento de imágenes médicas digitales, y enfocándose como **Campo de Acción** el proceso de visualización y procesamiento de imágenes médicas digitales en dispositivos media.

El **Objetivo general de la investigación** es implementar una aplicación informática que permita la visualización y procesamiento básico de imágenes médicas digitales, que sea capaz de ejecutarse sin necesidad de componentes de software auxiliares.

Para dar cumplimiento al objetivo propuesto se definen las siguientes **Tareas de la investigación**:

- Realizar un análisis del estado del arte relacionado con los sistemas de visualización de imágenes médicas digitales y visores ligeros que incluyen otras empresas.
- Modelar el dominio del sistema.
- Especificar los requisitos del sistema.
- Realizar una propuesta del sistema a desarrollar.
- Realizar el diseño del visor ligero para que sea totalmente funcional.
- Implementar la solución diseñada.
- Validar la propuesta realizada sobre el sistema.

**ESTRUCTURACIÓN DEL CONTENIDO:**

**Capítulo 1:** Se abordan los fundamentos teóricos en lo que se basa la investigación. Se describen las características de los sistemas PACS y la relación entre sus componentes. Se hace referencia también a algunos aspectos importantes del estándar DICOM para la lectura de imágenes y se plasman los resultados del estudio del arte sobre los sistemas similares existentes en el mundo.

**Capítulo 2:** Se presenta la propuesta de solución del sistema para la situación problemática. Se representan los procesos del negocio mediante un modelo de dominio, así como las características y funcionalidades que tendrá el sistema a partir de los requerimientos funcionales y no funcionales del software a desarrollar. Se muestra el diagrama de casos de uso del sistema con las correspondientes especificaciones de los casos de uso asociados al componente.

**Capítulo 3:** Describe la construcción del componente, a través del diseño, enfocado a cómo el sistema cumple sus objetivos teniendo en cuenta los requisitos funcionales y no funcionales. Se plasman los diagramas de clases y los diagramas de interacción según los casos de uso definidos, al igual que se explica además la arquitectura utilizada, así como el empleo de patrones de diseño.

**Capítulo 4:** Se describen temas relacionados con la implementación del sistema, como son los diferentes componentes que lo conforman y su distribución física. Se muestran las estrategias, los estándares de codificación utilizados y medidas para la seguridad del sistema.

## CAPÍTULO 1. FUNDAMENTACIÓN TEÓRICA

Para el desarrollo de la presente investigación, se hace necesario el estudio de los estándares, sistemas y herramientas actuales que facilitan el proceso de gestión de las imágenes médicas digitales. En el presente capítulo se describen aspectos puntuales del estándar DICOM 3.0, se analizan temas relacionados con los sistemas PACS y se dan a conocer las características y principales funcionalidades de los sistemas similares existentes a nivel internacional. Se muestran las herramientas y tecnologías actuales seleccionadas para la elaboración del sistema, así como la metodología de desarrollo y el lenguaje de modelado a utilizar.

### 1.1. Estándar DICOM

DICOM (Digital Imaging and Communication in Medicine) es el estándar para el manejo, almacenamiento, impresión y transmisión de imágenes médicas, desarrollado por la Asociación de Radiólogos Americanos (ACR) y la Asociación Nacional de Empresas Eléctricas (NEMA) de EEUU [3].

En 1985 nació la versión 1.0 del estándar ACR-NEMA, en 1988 se publicó la versión 2.0 y en 1992 la versión actual 3.0, donde se incluyen como principales modificaciones el soporte para entornos de Red basados en TCP/IP<sup>6</sup> (antes P2P<sup>7</sup>) y la especificación de formatos de ficheros, de dispositivos físicos y de sistemas de ficheros [3]. En la actualidad el estándar es mantenido por los miembros del Comité de Estándares DICOM (DICOM Standards Committee), formado por organizaciones, vendedores de hardware y software para PACS y otros grupos de interés general. [2]

El estándar incluye una serie de definiciones, para dar cumplimiento a todas sus funcionalidades, entre las que se encuentran:

**Formato de datos en el fichero:** Se especifica mediante reglas cómo deben almacenarse los datos en el fichero.

---

<sup>6</sup> TCP/IP: La familia de protocolos de Internet, es un conjunto de protocolos de red en los que se basa Internet y que permiten la transmisión de datos entre redes de computadoras.

<sup>7</sup> P2P: Es una red de computadoras en la que todos o algunos aspectos de esta funcionan sin clientes ni servidores fijos.

**Clases de servicios:** Los servicios que soporta DICOM son expresados mediante clases, las que encapsulan una determinada funcionalidad, que frecuentemente está relacionada con transmisión de datos a través de la red o almacenamiento en dispositivos media como CD o cinta magnética.

**Definición de Objetos de Información:** Colección de datos relacionados, que representan una entidad del mundo real, como un paciente, un estudio, una imagen. etc.

**Protocolo de mensajes:** Para la transmisión a través de la red, las clases de servicio se envían mensajes. DICOM define una secuencia de mensajes, con una estructura determinada, para la comunicación.

**Declaración de conformidad:** Para determinar hasta qué punto pueden integrarse distintos sistemas compatibles con DICOM son especificados en la declaración de conformidad los servicios soportados [4].

#### 1.1.1. Formato del Fichero DICOM

El fichero DICOM cuenta con un encabezado para detectar el tipo y codificación de la imagen y un conjunto de **elementos**, estructurados de manera secuencial. El **Elemento** constituye la unidad básica de información del fichero, y está compuesto por los siguientes campos, que permiten instanciarlo.

**Etiqueta:** Es el identificador del Elemento. Este valor es comparado con un diccionario para determinar su representación. Ej.: Nombre del Paciente, Sexo, etc.

**Representación del valor (VR)<sup>8</sup>:** Determina el tipo de dato que tiene el Elemento. Ej.: entero, cadena de caracteres, etc.

**Valor de longitud:** Contiene la cantidad de bytes que se encuentran en el campo.

**Valor del Campo:** Se encuentran los valores del elemento.

#### 1.1.2. Lectura de imágenes médicas en formato DICOM

El atributo más significativo para la lectura que se encuentra en el encabezado es **Transfer Syntax<sup>9</sup>**. Este atributo representa los distintos tipos de compresión que puede presentar la imagen contenida en el fichero como pueden ser: JPEG<sup>10</sup>, RLE<sup>11</sup>, entre otras.

---

<sup>8</sup>VR: Value Representation.

Los píxeles de la imagen se encuentran en el elemento **Pixel Data**<sup>12</sup> que está formado por una secuencia de bytes, que son interpretados en dependencia del elemento **Photometric Interpretation**<sup>13</sup>, el que puede tomar como valores RGB, MONOCHROME1, MONOCHROME2, PALETTE\_COLOR y YBR\_FULL, siendo los tres primeros los más comunes.

Cuando el valor tomado es RGB, el Pixel Data representa una imagen a color con canales rojo, verde y azul. Cada una de estas componentes representan la intensidad de su color, y la combinación de las tres intensidades dará como resultado el color final del píxel. Los canales pueden estar dispuestos de forma secuencial o dividida en tres planos.

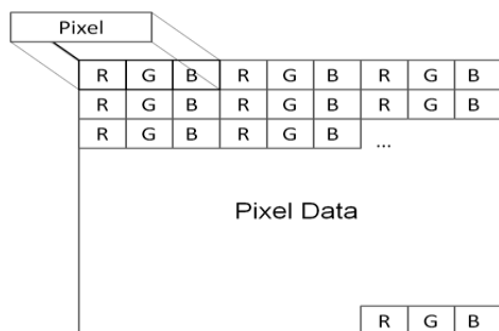


Fig. 1 Imagen RGB con canales secuenciales

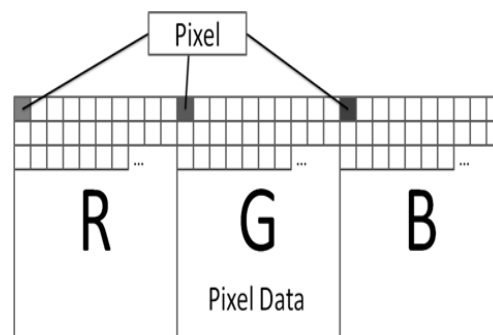


Fig. 2 Imagen RGB por planos

Cuando el Pixel Data presenta los canales dispuestos de forma secuencial (Fig.3) se encuentran tres **samples**<sup>14</sup> por cada píxel. Los tres primeros samples contendrán la información del píxel de la esquina superior izquierda de la imagen (fila 1, columna 1), los tres siguientes samples corresponderán al píxel ubicado en la fila 1 y la columna 2; y así hasta los tres últimos samples que corresponderán con el píxel de

<sup>9</sup> Sintaxis de transferencia.

<sup>10</sup> Joint Photographic Experts Group: algoritmo de compresión de imágenes.

<sup>11</sup> Run-Length Encoding: algoritmo de compresión de datos.

<sup>12</sup> Datos de los Píxeles.

<sup>13</sup> Interpretación Fotométrica.

<sup>14</sup> Número de planos separados de la imagen. Se han definido imágenes de uno, tres o cuatro planos.

la esquina inferior derecha de la imagen. Para cada píxel, el primer sample corresponde al rojo (R), el siguiente al verde (G) y el último al azul (B).

Cuando los valores de la interpretación fotométrica son MONOCHROME1 o MONOCHROME2, el Pixel Data representa una imagen en escala de grises, conteniendo un sample por cada píxel. El primer sample contendrá la información del píxel de la esquina superior izquierda de la imagen (fila 1, columna 1), el siguiente sample corresponderá al píxel ubicado en la fila 1 y la columna 2; y así hasta el último. La diferencia entre MONOCHROME1 Y MONOCHROME2 radica en que el píxel más pequeño es representado con el color blanco en el caso de MONOCHROME1, y con el negro en el caso MONOCHROME2.

Los valores de cada uno de los samples de los pixeles estarán en dependencia del valor del elemento **Bits Allocated**<sup>15</sup> que indica la cantidad de bits destinado a cada píxel. En el estándar son especificadas un conjunto de transformaciones que deben aplicarse a las imágenes en escala de grises, para garantizar su correcta representación con independencia del dispositivo de visualización [4].

En los casos que la imagen contenida en el fichero DICOM se encuentre en alguno de los formatos encapsulados, el elemento Pixel Data estará codificado en correspondencia con la información del elemento Transfer Syntax.

#### *Imágenes en formato JPEG*

Para el caso del formato de compresión JPEG todos los datos necesarios para visualizar una imagen vienen ya especificados en su formato de fichero (JPEG Interchange Format). Aunque aquellos elementos de datos necesarios para poder visualizar correctamente la imagen deben contener información acorde con la que se especifica dentro del formato de fichero JPEG.

#### *Imágenes en formato RLE*

El RLE (Run Length Encoding) es un algoritmo de compresión sin pérdida de calidad. La idea general es que una secuencia de bytes idénticos es codificada como un par de bytes: el primero indica la cantidad de veces que se repite el segundo. Esto hace que sea ideal para ciertos tipos de imágenes (por ejemplo, aquellas que tienen el fondo de un mismo color) [5]. Cada frame de la imagen es codificada de forma

---

<sup>15</sup> Bits Destinados.



separada, compuestos por una cabecera y varios segmentos de byte comprimidos, organizados uno a continuación del otro.

Como se ha podido apreciar, el estándar DICOM presenta una gran complejidad, y se requiere de un conocimiento profundo y especializado para la lectura y representación de imágenes. El formato de fichero es muy complejo, debido a la gran cantidad de campos que se especifican y la variedad de formatos de imágenes, muchos de ellos muy poco extendidos y con gran escasez de implementaciones, lo que hace que sea muy complejo desarrollar un visor capaz de leer la mayoría de estos formatos [5].

## 1.2. Sistema de Almacenamiento y Comunicación de Imágenes (PACS)

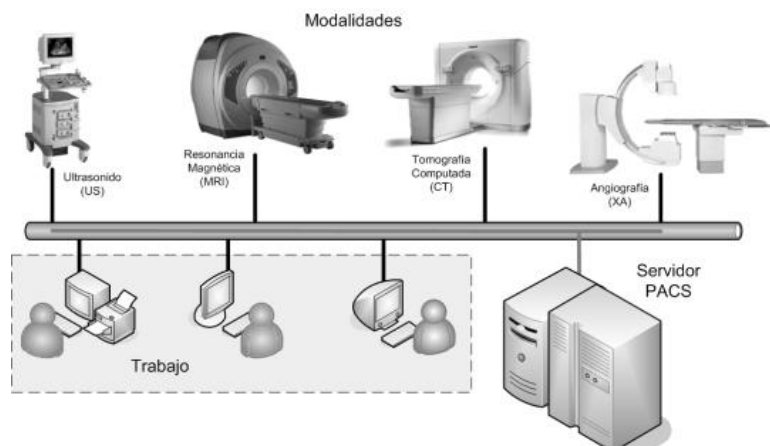
Un PACS es el conjunto de equipos informáticos dedicados a la adquisición, almacenamiento, visualización y comunicación de imágenes médicas digitales e información asociada. Tiene como objetivo el funcionamiento de los servicios de imágenes sin necesidad de utilizar placas radiológicas, ni papeles con la información clínica de los pacientes.

La tecnología PACS se comenzó a desarrollar en la década de los 80 en los servicios de diagnóstico por imágenes de la UCLA (Universidad de California, Los Ángeles), convirtiéndose en el principal centro de experimentación y desarrollo.

### 1.2.1. Componentes de un PACS

Un PACS está compuesto por un conjunto de elementos que pueden trabajar de manera independiente, pero cuando actúan integrados alcanzan su máximo valor, permitiendo la gestión de las imágenes médicas.

**Adquisición de Imágenes:** Los diferentes equipos médicos permiten realizar la exploración a los pacientes y obtener las imágenes con valor diagnóstico, clasificándose en modalidades de acuerdo a la técnica de exploración realizada. Existen dos tipos de equipos fundamentales: los que generan



imágenes digitales y los que generan imágenes analógicas, en cuyo caso se hace necesario emplear técnicas de digitalización. [3]

**Archivado de Imágenes e información:** Se encarga de salvar y permitir la disponibilidad y el acceso de forma rápida y eficiente de la información almacenada. Debido a que la probabilidad de consulta disminuye a medida que pasa el tiempo, se realizan dos tipos de almacenamiento: a corto plazo, donde se utilizan los sistemas RAID<sup>16</sup>, y a largo plazo o histórico, con sistemas magneto-ópticos, ópticos, sistemas de cintas magnéticas o DVD. [6]

**Estaciones de visualización y procesamiento de información:** Son las herramientas que permiten al personal del centro hospitalario acceder a la información que administra el PACS. Estas estaciones se dividen de acuerdo a su uso y a su localización dentro de la institución. Pueden estar orientadas al diagnóstico de las imágenes, para la recuperación y revisión de los estudios o para ambas funciones. Deben tener la capacidad de realizar sus funciones de forma rápida y contar con monitores de alta resolución diseñados específicamente para estaciones de diagnóstico así como alta disponibilidad de memoria, pues usualmente las imágenes que son generadas por los equipos cuentan con gran tamaño. [2]

**Sistema de Impresión:** Son los encargados de imprimir en placas radiográficas las imágenes digitales que se generan como parte de la creación del estudio imagenológico.

**Redes de Comunicación:** Son las que permiten el transporte de imágenes y datos entre los equipos de adquisición, de gestión y archivo, y las estaciones de visualización.

Un PACS no es solo un sistema departamental que posibilita ahorrar dinero mediante el reemplazo de las películas de video. Es precisamente el comienzo de la utilización de la tecnología para cambiar la forma en que se brinda la asistencia médica, y es parte de un proceso continuo de innovación y desarrollo [4]. La tendencia actual en el desarrollo de estos sistemas es que sean muy flexibles, aplicables a cualquier modalidad de imagen y que manejen formato DICOM, para integrarlos al resto de los sistemas informáticos.

---

<sup>16</sup> Conjunto Redundante de Discos Independientes, hace referencia a un sistema de almacenamiento que usa múltiples discos duros, entre los que distribuye o replica los datos.

### 1.3. Visores de imágenes

En las estaciones de visualización y procesamiento de información están ubicados los sistemas informáticos que permiten trabajar visualmente con las imágenes, denominados visores de imágenes médicas. Estos sistemas brindan a los especialistas la posibilidad de realizar el diagnóstico y análisis de los estudios radiológicos, utilizando un variado grupo de técnicas digitales para mejorar la imagen, de manera que se vea toda la información disponible. Estas funcionalidades incluyen aclarar y oscurecer la imagen, ampliar y resaltar regiones de interés, así como realizar un conjunto de transformaciones espaciales, logrando de esta manera una mayor capacidad de diagnóstico.

Los visores de imágenes se diferencian de acuerdo a las funcionalidades que brindan. Existen visores de **propósito general**, los cuales están diseñados para visualizar todas o la mayoría de las modalidades de imágenes médicas existentes, y permitir aplicar un conjunto de operaciones comunes en todas las modalidades.

Los visores **especializados**, son los que trabajan con modalidades médicas específicas. De esta forma se le pueden aplicar técnicas especializadas en ese tipo de imagen, permitiendo a los especialistas obtener información adicional del estudio y brindar un mejor diagnóstico.

Además de los tipos de visores anteriormente mencionados también se encuentran los visores **ligeros o lite**. Estos tienen la ventaja de que pueden funcionar en computadoras convencionales, sin necesidad de software adicionales, ni de grandes requerimientos de hardware. Por esta razón es que solo brindan a los usuarios operaciones básicas para el análisis de los estudios radiológicos, y trabajan con una cantidad pequeña de imágenes.

Actualmente uno de los mayores usos que se le da a los visores ligeros, es incluirlos junto a las imágenes medicas digitales que se les entregan a los pacientes en dispositivos ópticos cuando se realizan estudios radiológicos, y de esta manera puedan ser visualizadas estas imágenes por los demás médicos, aunque solo cuenten con requerimientos básicos de hardware.

### 1.4. Herramientas y tecnologías

A continuación se muestran las herramientas y tecnologías a utilizar en el sistema propuesto.

#### 1.4.1. Microsoft Visual Studio 2008

La plataforma .Net es una moderna plataforma de desarrollo de software creada por la empresa Microsoft, que permite el desarrollo rápido de aplicaciones y crea un entorno para la ejecución de servicios con independencia al lenguaje de programación, sistema operativo y hardware utilizados.

Microsoft Visual Studio es un entorno de desarrollo integrado (IDE, por sus siglas en inglés) para sistemas operativos Windows. Contempla un conjunto de lenguajes de programación tales como Visual C++, Visual C#, Visual J#, ASP.NET y Visual Basic .NET permite construir e integrar rápidamente aplicaciones y servicios Web XML (Lenguaje de Marcas Aplicable, por sus siglas en inglés). Cuenta con herramientas de edición de código para escribir y modificar texto y código, así como con herramientas de refactorización y depuración para mejorar el código e identificar y resolver errores. [7]

Microsoft Visual Studio 2008 está enfocado al Sistema Operativo Microsoft Windows Vista y a la elaboración de aplicaciones para trabajar con su paquetería Microsoft Office 2007. Permite utilizar el Framework .NET 3.5 y poder programar para las versiones anteriores (2.0, 3.0), e incorpora un diseñador para Windows Presentation Foundation (WPF)<sup>17</sup> y Workflow Foundation que son parte del Framework .NET 3.0.

Incluye mejoras en Microsoft Foundation Class Library (MFC) y Visual C++, y permite mejorar la interoperabilidad entre código nativo y código manejado por .NET, simplificando el trabajo de diseño y codificación. Adiciona una conjunción con XAML (“eXtensible Application Markup Language”, por sus siglas en inglés). Incluye IntelliSense<sup>18</sup> para Java Script y un nuevo Lenguaje LINQ (“Language Integrated Query”), siendo este un agregado a los lenguajes Visual Basic y Visual C# para la realización de consultas SQL. [8]

Se propone utilizar Visual Studio 2008 como IDE de desarrollo ya que además de ser una plataforma con la cual el proyecto de desarrollo se identifica y tiene una experiencia, permite la creación de aplicaciones de manera rápida mediante avanzadas herramientas de implementación y características innovadoras.

---

<sup>17</sup>Componente de Microsoft que permite crear interfaces que incorporan documentos, componentes multimedia, gráficos bidimensionales y tridimensionales, animaciones, características tipo Web, etc.

<sup>18</sup> Aplicación que permite completar el símbolo de los nombres que el programador está escribiendo.

#### 1.4.2. Lenguaje de programación Visual C++ 2008

Visual C++ es un lenguaje basado en C/C++ que proporciona un entorno de desarrollo eficaz y flexible, el cual además de las aplicaciones de interfaz gráfica de usuario convencionales, permite a los desarrolladores generar aplicaciones web, aplicaciones smart-client<sup>19</sup> basadas en Windows y soluciones para dispositivos móviles thin-client<sup>20</sup> y smart-client [9]. Soporta el C++/CLI (Common Language Infrastructure), que es un conjunto de especificaciones de Microsoft destinada a reemplazar y simplificar la antigua sintaxis del código administrado para C++ [10], que constituye una gran ventaja para el programador. Además incluye algunas librerías y un conjunto de asistentes para la creación y personalización de código estándar, que permiten generar aplicaciones para Microsoft Windows utilizando código nativo, como es el caso de las MFC (Microsoft Foundation Classes); e incluso es posible desarrollar aplicaciones híbridas en las que se combinan el código administrado con el código nativo.

Las SDK (también denominado API) es una librería de rutinas y funciones brindadas por Windows que permiten gestionar componentes como menús, diálogos, ventanas, entre otros. Básicamente el SDK de Windows no es más que un complejo conjunto de funciones que añade además numerosas definiciones de tipos de datos nuevos para cualquier programador de C/C++ para DOS. Para lograr una interacción amigable entre el SDK y el programador, Visual C++ incluye la librería de clases MFC, que es una implementación que utiliza el API, encapsulando todas las estructuras y llamadas a funciones en objetos, permitiendo crear y gestionar de manera intuitiva componentes típicos de Windows. [11]

MFC 9.0, que es la versión incluida en Visual C++ 2008, da la posibilidad de combinar elementos de MFC con el Framework .NET.

Existen otros lenguajes de programación con gran uso en el desarrollo de software tales como: Visual C#, Visual J#, Visual Basic .Net y Java, pero necesitan de programas adicionales para que las aplicaciones desarrolladas funcionen. En esta condición están los lenguajes Visual C#, Visual J# y Visual Basic .Net que necesitan del Framework .Net; y el lenguaje java que necesita del JVM (Maquina virtual de Java, por sus siglas en Inglés).

---

<sup>19</sup> Cliente inteligente.

<sup>20</sup> Cliente ligero.

Se propone utilizar como lenguaje de programación Visual C++ 2008 con la librería MFC 9.0, con los cuales se logra la implementación de excelentes programas y que funcionen bajo los Sistemas Operativos Windows sin la necesidad de programas adicionales.

#### 1.4.3. Metodología de desarrollo: RUP y CMMI

El Proceso Unificado Racional (RUP, por sus siglas en inglés) es una metodología de desarrollo que permite crear un marco de trabajo extensible que pueda ser adaptado a cualquier sistema, el mismo convierte un conjunto de requisitos de usuarios en un sistema de software, llevando a cabo para ello un proyecto o proceso organizado que se divide en varios flujos de trabajo donde se definen las actividades requeridas a desarrollar para que el producto se obtenga con la mayor calidad posible y cumpla con las expectativas del cliente. [12]

RUP cuenta con tres características esenciales que lo identifican:

*Dirigido por casos de uso*, donde estos constituyen una herramienta para especificar los requisitos del sistema, guían su diseño, implementación y prueba, convirtiéndose en un elemento integrador y una guía del trabajo. Inician el proceso de desarrollo y proporcionan un hilo conductor, permitiendo establecer trazabilidad entre los artefactos que son generados en las diferentes actividades del proceso de desarrollo [13].

*Centrado en la arquitectura*, porque esta involucra los elementos más significativos del sistema, surge de las necesidades de la empresa y se refleja en los casos de uso; aunque también se ve influida por otros factores como las plataformas de software, los sistemas operativos, protocolos y requerimientos no funcionales [14].

*Iterativo e incremental*, RUP divide el proceso en cuatro fases, las cuales se desarrollan en iteraciones de las actividades principales básicas de cualquier proceso de desarrollo. Las iteraciones hacen referencia a pasos en los flujos de trabajo, y los incrementos, al crecimiento del producto. Las iteraciones están controladas y se ejecutan de una forma planificada. [14]

Integración de Modelos de Madurez de Capacidades o Capability Maturity Model Integration (CMMI) es un modelo construido por el Instituto de Ingeniería del Software de la Universidad Carnegie Mellon para la mejora y evaluación de procesos; logrando el desarrollo, mantenimiento y operación de sistemas de software.

Entre las principales características de CMMI se encuentran los siguientes niveles, definidos para medir la capacidad de los procesos:

0.- *Incompleto*: Los procesos no se realizan, o no se consiguen sus objetivos.

1.- *Ejecutado*: Los procesos se ejecutan y se logran sus objetivos.

2.- *Gestionado*: Se normalizan las buenas prácticas en el desarrollo de proyectos (en base a la experiencia y al método), y están definidos los productos a realizar y los hitos para la revisión de estos productos.

3.- *Definido*: La organización entera participa en los procesos de proyectos software, logrando definirlos cualitativamente. En este nivel se conoce de antemano los procesos de construcción de software, los cuales no solo afectan a los equipos de desarrollo sino a toda la organización relacionada. Existen métodos y plantillas bien definidas y documentados.

4.- *Cuantitativamente gestionado*: Se puede seguir con indicadores numéricos (estadísticos) la evolución de los proyectos, logrando medirlos cuantitativamente. Estas estadísticas son almacenadas para aprovechar su aportación en siguientes proyectos.

5.- *Optimizado*: En base a criterios cuantitativos se pueden determinar las desviaciones más comunes y optimizar procesos. En los siguientes proyectos se produce una reducción de costes gracias a la anticipación de problemas y la continua revisión de procesos conflictivos.

Un área de proceso es un grupo de prácticas relacionadas en un área que, cuando se implementan de forma conjunta, satisfacen un grupo de objetivos considerados importantes para la mejora en esa área. CMMI contempla un conjunto de 22 áreas de proceso [15].

La UCI se encuentra inmersa en un proceso de mejoras con el objetivo de certificar el nivel 2 de CMMI, centrando sus esfuerzos en el área de proceso Administración de Requisitos. Como uno de los resultados de estas tareas se ha elaborado el libro de procesos IPP - 3510:2009, donde se relacionan los roles que ejecutan las actividades de los distintos procesos y los trabajos que se obtienen como resultado de dichas actividades.

Por las razones antes expuestas, se decide utilizar RUP como metodología de desarrollo, unido a las pautas establecidas por la UCI en el proceso de mejora que se encuentra inmersa.

#### 1.4.4. UML

UML (Lenguaje Unificado de Modelado, por sus siglas en inglés) es un lenguaje para visualizar, especificar, construir y documentar los artefactos de un sistema que involucra una gran cantidad de software. Está compuesto por diversos elementos gráficos que se combinan para conformar diagramas y es utilizado por RUP para la construcción de todos los esquemas de desarrollo de software. [4]

#### 1.4.5. Enterprise Architect 7.0 (EA)

Herramienta CASE<sup>21</sup> para el diseño y construcción de sistemas de software, permite modelar y gestionar información compleja, diseñar y visualizar software, o construir y distribuir sistemas diversos. Potenciado por UML 2.1 establece un ambiente de modelado para trabajo en equipo, que abarca el ciclo de vida completo del desarrollo de software, con herramientas que pueden proveerle una estructura competitiva en modelado de negocio, diseño de software, ingeniería de sistemas, arquitectura de empresas, gestión de requisitos, pruebas y mucho más. [16]

Se decide utilizar Enterprise Architect como herramienta CASE, ya que además de las características mencionadas, soporta la generación e ingeniería inversa de código fuente para muchos lenguajes, incluyendo C++, C#, Java, Delphi, VB.Net, Visual Basic, ActionScript y PHP; es posible su vinculación con Visual Studio .Net; y presenta alta eficacia, velocidad, estabilidad y rendimiento.

### 1.5. Estado del Arte

#### 1.5.1. A nivel internacional

En la actualidad existe un gran número de visores de imágenes médicas. Se pueden encontrar los que son destinados específicamente para el diagnóstico, los cuales brindan una correcta representación de las imágenes. De estos visores los que dominan el mercado internacional son los privativos, en su mayoría subsistemas de los PACS, pertenecientes a empresas fabricantes de equipos médicos, que desarrollan o compran sus propios productos, logrando así un gran dominio y dependencia en el mercado. Entre estas empresas se pueden mencionar algunas como Siemens, Philips, General Electric, Fujifilm. Ejemplo de estos sistemas son:

---

<sup>21</sup> Computer Aided Software Engineering: Ingeniería de software asistida por computadoras.



**Advantage Workstation VolumeShare:** Perteneciente a la empresa General Electric, permite el trabajo con diferentes modalidades de imágenes e incluye un visor de imágenes en 3D.

**iSite Radiology:** Propiedad de la empresa Philips, es un software personalizable, con una interfaz de usuario intuitiva y con avanzadas herramientas de flujo de trabajo, diseñadas por los radiólogos para mejorar la eficiencia y el rendimiento. Integra avanzadas herramientas para la visualización, la manipulación y la interpretación de imágenes. Presenta una plataforma estandarizada, abierta para integrar con los sistemas empresariales, con aplicaciones de terceros y soluciones personalizadas.

**Syngo Imaging:** Es un producto de la empresa Siemens. Posee un conjunto de herramientas que facilitan su usabilidad. La herramienta Smart Select permite el rápido acceso a las funciones más utilizadas en el diagnóstico. Dynamic Loading permite ahorrar tiempo al radiólogo pues carga las imágenes de manera dinámica. [4]

Existen también algunos bajo licencia libres que presentan una probada calidad, y el ejemplo más representativo es el **OsiriX Imaging Software**, el cual es un programa open source, inicialmente desarrollado para el sistema operativo MacOS, y que permite una excelente visualización y procesamiento de imágenes médicas. [17]

Pero de forma general todos estos sistemas necesitan de estaciones con grandes requerimientos de hardware y software adicionales para su correcto funcionamiento, por lo que no pueden ser usados en las computadoras convencionales, que no poseen altos requerimientos de hardware.

Existen los visores que no necesitan de máquinas específicas para su funcionamiento, lo que le permite lograr una visualización sin grandes requerimientos y un procesamiento básico. De este tipo de visores existe una mayor equidad en cuanto a la cantidad existente de tipo privativos y de tipo libres. De la misma forma, muchos de los privativos pertenecen a empresas productoras de PACS o de sistemas especializados en el diagnóstico de imágenes médicas, que aunque son distribuidos de forma gratuita, no pueden ser utilizados para la distribución a terceros, en este caso se encuentra:

**Intures Suite Lite Viewer:** Permite la visualización de exámenes rayos X DICOM, en PC sin elevadas prestaciones. Está disponible de forma gratuita o puede ser añadido en el CD que se distribuye con los exámenes. El programa es muy útil para la exportación de planos estáticos a cualquier presentación, y no está destinado ni diseñado para todo tipo de fines diagnóstico. Es proveído por la empresa Philips, quien

concede una licencia para reproducir y utilizar con fines personales o internos algunas de las versiones de código ejecutable del software, sin garantizar soporte técnico, ni asistencia telefónica, ni mejoras o cambios al producto. [18]

**ACOM.PC Lite:** Software desarrollado por Siemens AG para la visualización de exámenes médicos DICOM almacenados en CD en cualquier PC basada en Windows. Provee ayuda en línea para varios idiomas, facilita la manipulación de las propiedades de las imágenes mediante un panel de control y permite la vista en cine de las imágenes de angiografía. Este programa necesita ser instalado para utilizarlo, por lo que no puede ser usado por todos los usuarios.

Visor de Imágenes DICOM para distribuir en CDs. desarrollado por **KService**, empresa argentina especializada en la provisión de soluciones para el equipamiento de diagnóstico por imágenes. Este visor no requiere ningún tipo de instalación previa, funciona en todas las versiones de Microsoft Windows y consume muy pocos recursos de memoria y procesamiento. Permite el trabajo con varios estudios de un paciente y algunas funcionalidades básicas de procesamiento como: paneo, lupa, modificación de brillo y contraste, zoom, vista de varias imágenes a la vez, medir distancias, entre otras. [19]

Los visores ligeros que son distribuidos bajo licencias libres, muchos necesitan de productos de software adicionales para su funcionamiento, como es el caso de:

**Eviewbox:** Permite realizar ajustes de brillo y contraste, rotación de imágenes y hacer espejos verticales y horizontales. Permite visualizar las imágenes en diferentes tamaños e incluso observar varias imágenes a la vez. Se puede aplicar una paleta de color y algunos filtros. Pero, aunque presenta gran portabilidad por estar desarrollado en el lenguaje java, necesita de la máquina virtual de java para ejecutarse. [20]

Aunque podemos encontrar algunos que no necesitan de ser instalados ni de otros programas auxiliares, como es el caso del **ezDICOM**, el cual permite visualizar y convertir las imágenes médicas en los formatos DICOM, Analyze<sup>22</sup> e Interfile<sup>23</sup>; permite realizar ajustes de brillo y contraste; resaltar partes específicas de la imagen mediante una lupa, e incluso aplicar gran variedad de paletas de colores; pero presenta la

---

<sup>22</sup> Formato de imágenes medicas, guarda los datos de la imagen en un archivo (\*.img) y los datos del título en otro archivo (\*.hdr).

<sup>23</sup> Formato de imágenes médicas.

desventaja de que esta desarrollado en lenguaje Delphi, un lenguaje poco usado en la actualidad, lo que hace difícil mantener un soporte por parte del grupo de trabajo, y además presenta una licencia en la que plantea que la redistribución del software con o sin modificaciones, debe conservar el aviso del derecho de autor anterior. Constituyendo esto uno de los principales inconvenientes en el uso de programas similares existentes, debido a que la empresa a la que se debe el equipo de desarrollo, tiene como meta elaborar productos auténticamente legales y con gran calidad, que le permitan alcanzar un prestigio en la comunidad de usuarios y que sus productos no dependan de terceros.

### *1.5.2. En Cuba*

Desde los inicios de la Revolución, en Cuba se han logrado grandes avances en todas las esferas sociales y específicamente en la medicina, logrando una excelente esperanza de vida y una baja mortalidad infantil entre otros indicadores médicos y sociales que ponen al país a la par de otros desarrollados. Se ha logrado la formación de profesionales altamente calificados y la adquisición de equipos médicos de alta tecnología, así como avances en los sistemas para la gestión de imágenes médicas generadas en estos equipos.

El sistema PATRIS, desarrollado por los laboratorios EISISOFT, fue el primero de estos productos. A pesar de brindar servicios en los principales hospitales cubanos, quedó obsoleto al no responder con los requerimientos del exigente campo de la radiología, teniendo como principal desventaja que no usa el estándar DICOM. El sistema Imagis®, creado por el Centro de Biofísica Médica de Santiago de Cuba, se encuentra desplegado en numerosos hospitales del país. Este sistema gestiona el envío y almacenamiento de imágenes provenientes de equipos médicos y puede ser utilizado como cliente para la visualización, aunque sólo soporta un grupo reducido de funcionalidades y de tipos de imágenes DICOM.

### *1.5.3. En la UCI*

Debido al auge y los beneficios que brinda la informática, y bajo la consigna de formar profesionales preparados y comprometidos con los principios revolucionarios, fue creada la Universidad de las Ciencias Informáticas (UCI), donde se trabaja para elaborar productos de software para la mayoría de las esferas. En el área de la salud se logró el desarrollo de un sistema PACS que cumple con los principales requerimientos y funcionalidades exigidas en la actualidad para los productos similares. El nombre de este producto es alas PACS y ha sido implantado en varios hospitales de la capital del país, obteniendo excelentes resultados. También está instalado en el Centro de Salud Integral “Dr. Salvador Allende” de Venezuela, y desplegándose en otros hospitales de este país. Este sistema, es todo un paquete de herramientas especializadas para la

visualización, almacenamiento y transmisión de imágenes médicas, y para su funcionamiento necesita ser instalado, y precisa de otros programas auxiliares.

En este centro también se han dado pasos en el desarrollo de visores ligeros. Primeramente, y utilizando el lenguaje C++, se logró una implementación que presenta gran portabilidad para todas las versiones del sistema operativo Windows, y funciona sin necesidad de aplicaciones auxiliares; pero realiza un gran consumo de memoria, lo que reduce su usabilidad.

Más adelante se realizaron otros trabajos, que dieron como resultado una herramienta con algunas funcionalidades de visores y que solucionaban los problemas de memoria. Pero presenta dos dificultades esenciales: no permite la visualización de las imágenes que presentan compresión RLE; y está desarrollado en el entorno de desarrollo integrado C++ Builder, que es una tecnología cada vez menos utilizada. Además el equipo de desarrollo que lo sostiene está más ligado al entorno Visual Studio.NET, y le es más complicado al personal mantener un soporte sobre el software.

En base al estudio realizado, se asume que las aplicaciones de visualización de imágenes existentes no cumplen con los requerimientos necesarios para darle solución al problema propuesto.

## 1.6. Funcionalidades y características de visores ligeros existentes

A continuación se analizan las principales características y funcionalidades que poseen algunos de los visores ligeros existentes con el objetivo de seleccionar las más importantes y que puedan formar parte del sistema propuesto. Es necesario mostrar el significado de algunas de estas funcionalidades para un mejor entendimiento:

*Paneo:* Permite arrastrar la imagen.

*Lupa:* Magnifica una región de la imagen para visualizarla con más detalle.

*Brillo y Contraste:* Permite ajustar los valores de brillo y contraste de la imagen.

*Zoom:* Permite acercar o alejar la imagen.

*Información:* Muestra información de la imagen en forma de texto.

*Paletas de colores:* Resalta áreas específicas de la imagen con diferentes coloraciones.

*Vista en cine:* Permite visualizar las imágenes multiframe en forma de video.

**ACOM.PC Lite:** Presenta un buscador para obtener los pacientes ya sea desde un CD u otro dispositivo o desde un repositorio de imágenes. Permite editar la información de los pacientes y los exámenes y verla de forma organizada. La herramienta de visualización permite la vista en cine, el modo de pantalla normal y de presentación, ajustar los niveles de zoom, invertir la imagen, exportar las imágenes a otros formatos y enviarlas a estaciones DICOM remotas.

Visor **KService:** Permite el trabajo con varios estudios de un paciente. Presenta funcionalidades como paneo, lupa, modificación de contraste, zoom, vista de 4 imágenes a la vez, medir distancias y mostrar información de la imagen en texto.

**Eviewbox:** Permite realizar ajustes de brillo y contraste, rotación de imágenes y hacer espejos verticales y horizontales. Permite visualizar las imágenes en diferentes tamaños e incluso observar varias imágenes a la vez. Se pueden aplicar una paleta de color y algunos filtros, y permite la reconstrucción tridimensional.

**ezDICOM:** Permite visualizar y convertir las imágenes médicas en los formatos DICOM, Analyze e Interfile; permite realizar ajustes de brillo y contraste; resaltar partes específicas de la imagen mediante una lupa, e incluso aplicar gran variedad de paletas de colores. Permite la vista en cine de las imágenes multiframe y se pueden visualizar imágenes en formatos convencionales como BMP<sup>24</sup> y JPG.

En este capítulo se explicaron los conceptos relacionados con los PACS y el estándar DICOM. Se analizaron las principales herramientas y tecnologías que serán utilizadas para el desarrollo del sistema, y se realizó un estudio del estado del arte así como de las características comunes de sistemas similares.

---

<sup>24</sup> Bit Mapped Picture: formato para guardar imágenes.

## CAPÍTULO 2. CARACTERÍSTICAS DEL SISTEMA

En este capítulo se presentan las características de la propuesta para darle solución a la situación problemática. Se muestra la representación del modelo de dominio. Se especifican los requerimientos funcionales y no funcionales del sistema a desarrollar y se presenta el diagrama de casos de uso del sistema con las correspondientes especificaciones.

### 2.1. Situación problemática

Actualmente a los servicios radiológicos de las instituciones hospitalarias asisten gran cantidad de pacientes. A cada uno de ellos antes de abandonar la institución se le entrega una copia de las imágenes médicas resultantes de los estudios realizados, ya que muchos son pacientes externos a ese centro y necesitan mostrar estas imágenes a los especialistas que los remitieron. Generalmente todos los pacientes conservan estas imágenes, ya sea para mostrarlas a otros especialistas o para estudios de seguimiento posteriores.

Debido a las ventajas que brinda la imagen médica digital con respecto a las placas radiográficas, al no afectar el medio ambiente por las radiaciones ionizantes, permitir un mejor almacenamiento, y tener una mayor portabilidad y un menor costo, los centros hospitalarios han optado por sustituir las placas radiográficas por las imágenes digitales, incluyendo las que son entregadas a los pacientes. El medio de almacenamiento más utilizado actualmente para la entrega de las imágenes son los dispositivos ópticos, permitiendo un ahorro 10 veces superior que al utilizar la placa tradicional. [21]

El sistema al usar PACSViewer permite el almacenamiento en diferentes dispositivos de las imágenes que conforman un estudio imagenológico, para que los pacientes puedan llevarlas consigo. Pero existen problemas cuando los especialistas remitentes del estudio, los pacientes u otros usuarios necesitan visualizar y realizar operaciones sobre estas imágenes digitales, ya que muchos de ellos no cuentan con estaciones de diagnóstico dedicadas a estas tareas.

### 2.2. Propuesta del sistema

El sistema que se propone está dirigido a los especialistas remitentes del estudio, aunque puede ser utilizado por los pacientes y otros médicos. De acuerdo al estudio realizado sobre funcionalidades comunes

en los visores ligeros existentes y el problema propuesto se determinaron las principales funcionalidades que debe poseer la aplicación.

El sistema propuesto debe ser capaz de visualizar las imágenes médicas pertenecientes al estudio de un paciente, que han sido almacenadas en dispositivos de almacenamiento media por el sistema alas PACSViewer, compatibles con el estándar DICOM 3.0, con independencia de la modalidad o el equipo de origen, y sin compresión o con compresión RLE. Después de visualizada la imagen, el usuario puede realizar un conjunto de transformaciones y aplicar algunos filtros básicos para el procesamiento de la imagen. Debe tener la propiedad de ser portable, para su fácil utilización.

### 2.3. Modelo de dominio

RUP define en su primera fase de desarrollo la realización del modelo de negocio, con el objetivo de comprender el entorno del cliente y detectar las mejoras potenciales en los procesos de la organización. Cuando no es posible identificar claramente los procesos del negocio, RUP propone realizar un modelo de dominio, que es un subconjunto del modelo de negocio. [16]

Un modelo de dominio captura los tipos más importantes de objetos en el contexto del sistema. Los objetos del dominio representan los conceptos que existen o eventos que ocurren en el entorno en que trabaja el sistema. El modelo de dominio se describe específicamente mediante diagramas de clases, utilizando el lenguaje de modelado UML.

Teniendo en cuenta que los procesos de negocio no están claramente definidos, se describe el negocio a través del modelo de dominio.

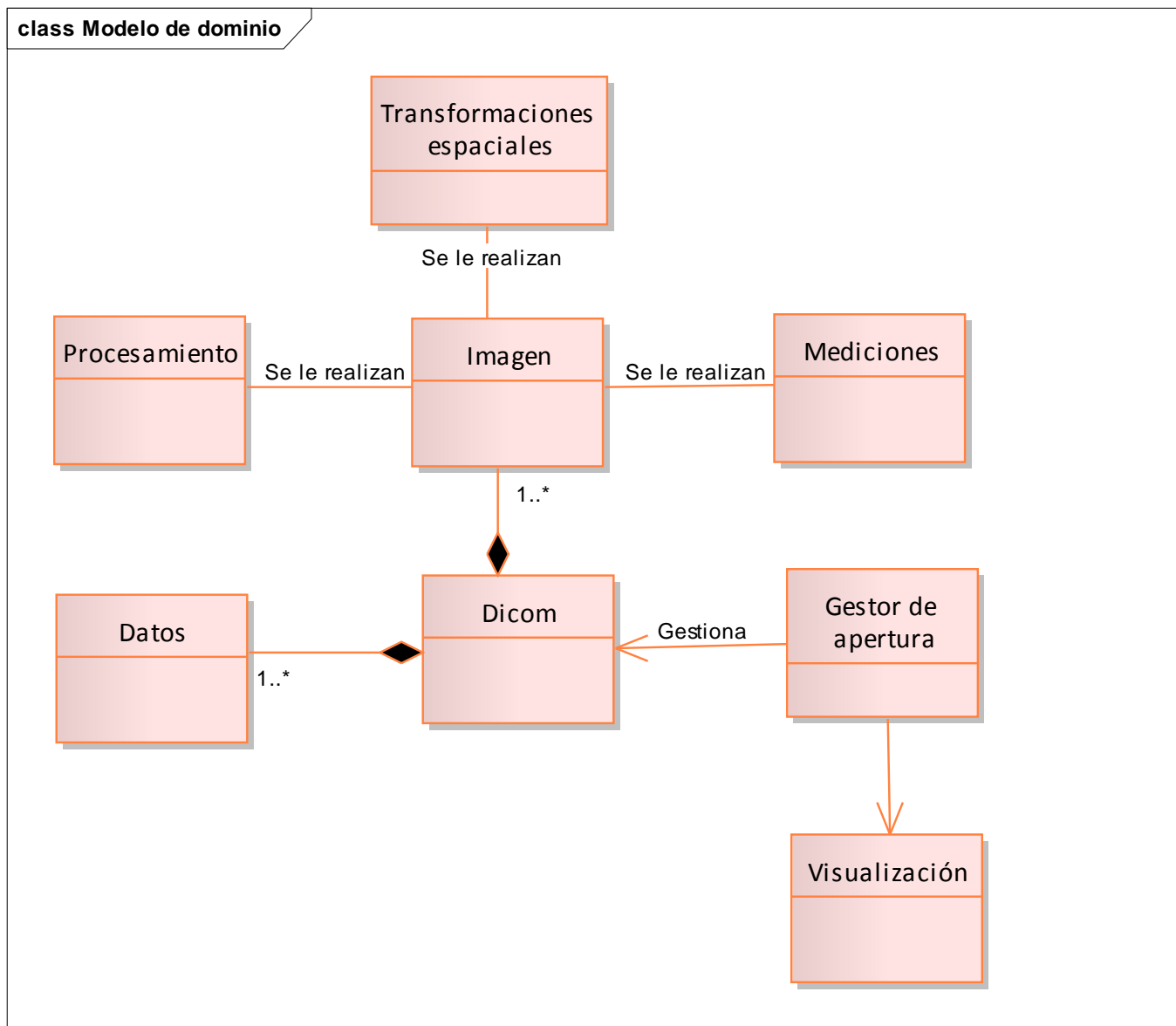


Fig. 5. Modelo de Dominio.

## 2.4. Especificación de los requisitos del software

Los requisitos funcionales y no funcionales muestran las capacidades o condiciones que el sistema debe cumplir y las propiedades o cualidades que el producto debe tener, los cuales en la fase de construcción deben ser posibles de probar o verificar. [14]



Requisito Funcional	Descripción
RF 1. Visualizar Imagen	
RF 1.1. Visualizar imagen	Visualizar imágenes DICOM simples sin compresión o con compresión RLE, ya sean MONOCHROME1 ó MONOCHROME2.
RF 1.2. Visualizar varias imágenes	Visualizar simultáneamente varias imágenes DICOM simples sin compresión o con compresión RLE, ya sean MONOCHROME1 o MONOCHROME2 de una misma serie.
RF 1.3. Visualizar información	Visualizar la información del paciente junto a la imagen.
RF 2. Procesar imagen	
RF 2.1. Transformar brillo y contraste	Modificar los valores de brillo y contraste de las imágenes.
RF 3. Transformaciones espaciales	
RF 3.1. Rotar imagen	Rotar imágenes a la izquierda o derecha 90 grados.
RF 3.2. Realizar zoom	Permitir acercar y alejar las imágenes.
RF 3.3. Realizar zoom regional	Realizar zoom sobre una región de interés en la imagen.
RF 3.4. Realizar espejo	Realizar espejos horizontales y verticales sobre la imagen.
RF 3.5. Realizar paneo	Arrastrar la imagen.
RF 4. Realizar mediciones	
RF 4.1. Medir distancia	Realizar mediciones de distancias sobre las imágenes.

Requisito No Funcional	Descripción
RNFO 1. Microsoft Windows	El sistema deba funcionar en cualquiera de las versiones del sistema operativo Microsoft Windows.
RNFO 2. Micro-procesador	El sistema debe funcionar con micro-procesador Pentium I 2.0 GHz o superior.
RNFO 3. Memoria RAM	Se debe poseer una memoria RAM de 256 MB o superior.
RNU 1. Fácil acceso	Permitir el fácil acceso a las opciones más utilizadas por los usuarios.
RNU 2. Acceso por teclado	Permitir el acceso por teclado a las principales funcionalidades del sistema.
RNU 3. Navegación por las imágenes	Permitir la navegación a través de las imágenes, de forma intuitiva por pestañas.
RNE 1. Carga de imágenes	Debe soportar la carga de las imágenes que conforman un estudio, gestionando la memoria de forma eficiente.
RNP 1. Portabilidad	El sistema debe ser capaz de ejecutarse sin la necesidad de una previa instalación ni de programas auxiliares.
RNL 1. Distribución del producto	El producto formará parte del sistema alas PACS. Será adicionado a las imágenes médicas que sean almacenadas en dispositivos media, completamente gratuito, con acceso a toda su funcionalidad y por tiempo ilimitado.

2.5. Definición de los requisitos del software

2.5.1. Diagrama de Casos de Uso del Sistema

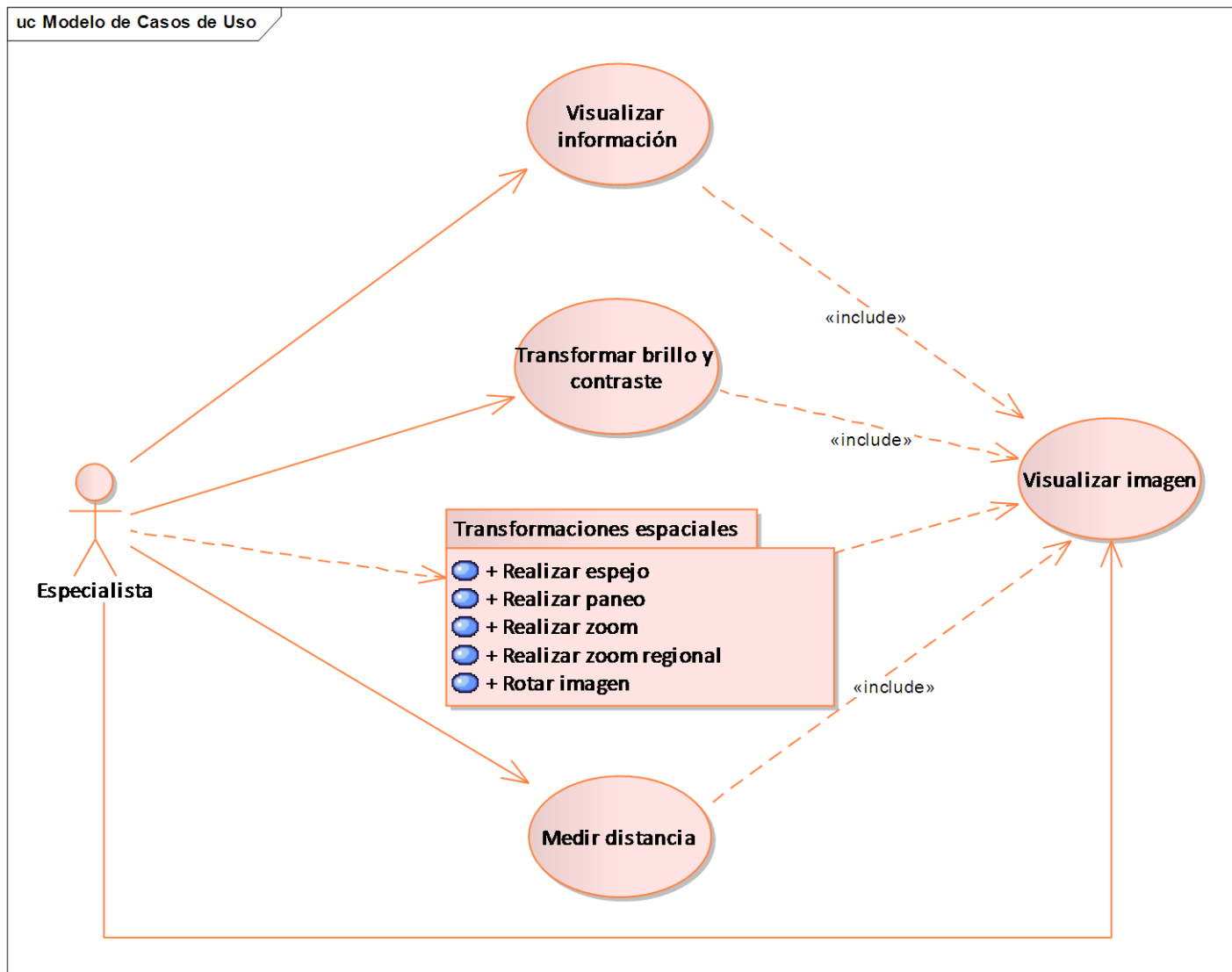


Fig. 6. Modelo de Casos de Uso

2.5.2. Actor del sistema

Actor	Descripción
Especialista	Es la persona que interactúa con el sistema. Realiza procesamiento, transformaciones espacialmente y mediciones sobre las imágenes, con el fin de lograr un mejor entendimiento de la información brindada.

2.5.3. Descripción textual

Caso de Uso: **Visualizar imagen**

El caso de uso inicia cuando el Especialista abre la aplicación, el sistema visualiza las imágenes compatibles con el estándar DICOM v3.0 que se encuentren en una dirección especificada por el sistema.

Objetivo	Visualizar las imágenes del estudio.
Actores	Especialista (inicia).
Resumen	El Especialista visualiza todas las imágenes almacenadas en el dispositivo media.
Complejidad	Alta
Prioridad	Crítico
Referencias	RF 1.1, RF 1.2
Precondiciones	Debe existir al menos una imagen para visualizar.
Pos condiciones	No aplicable
Flujo de eventos	
Flujo básico <Visualizar imagen>	

<ol style="list-style-type: none"> <li>1. El Especialista inicia la aplicación.</li> <li>2. El Sistema muestra las primeras imágenes que conforman el estudio.</li> <li>3. El Sistema da la posibilidad de navegar por las demás imágenes del estudio.</li> <li>4. Termina el caso de uso.</li> </ol>		
Flujos alternos		
<i>3a. El especialista desea visualizar otras imágenes del estudio.</i>		
<ol style="list-style-type: none"> <li>1. El Especialista selecciona la(s) imagen(es) que desea visualizar.</li> <li>2. El Sistema muestra la(s) imagen(es) seleccionada(s).</li> </ol>		
Relaciones	CU Incluidos	No aplicable
	CU Extendidos	No aplicable
Requisitos funcionales	no	No aplicable
Asuntos pendientes		No aplicable

Caso de Uso: **Visualizar información**

El caso de uso inicia cuando el Especialista selecciona una imagen para visualizar la información de la imagen.

Objetivo	Visualizar la información de la imagen.
Actores	Especialista (inicia).
Resumen	El Especialista selecciona una imagen y visualiza su información.
Complejidad	Media
Prioridad	Crítico

Referencias	RF 1.3	
Precondiciones	El Especialista debe escoger previamente la imagen a utilizar.	
Pos condiciones	El Especialista visualiza la información de la imagen.	
Flujo de eventos		
Flujo básico <Visualizar información>		
	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. El Especialista escoge la imagen de la que se desea visualizar la información.</li> <li>2. El Sistema muestra la imagen seleccionada. Da la posibilidad de seleccionar la opción visualizar información.</li> <li>3. El Especialista selecciona la opción visualizar información.</li> <li>4. El sistema muestra la información del paciente y de la imagen seleccionada.</li> <li>5. Termina el caso de uso.</li> </ol>	
Relaciones	CU Incluidos	Visualizar Imagen
	CU Extendidos	No aplicable
Requisitos funcionales	no	No aplicable
Asuntos pendientes	No aplicable	

Caso de Uso: **Transformar brillo y contraste**

El caso de uso inicia cuando el Especialista selecciona una imagen con el objetivo de variar los valores de brillo y contraste con los que fue creada.

Objetivo	Visualizar una imagen con valores diferentes de brillo y contraste.
Actores	Especialista (inicia).

Resumen	El Especialista desea variar los valores de brillo y contraste de la imagen.	
Complejidad	Alta	
Prioridad	Crítico	
Referencias	RF 2.1	
Precondiciones	El Especialista debe seleccionar previamente la imagen a utilizar.	
Pos condiciones	El Especialista visualiza la imagen con otros valores de brillo y contraste.	
Flujo de eventos		
Flujo básico < Transformar brillo y contraste >		
<ol style="list-style-type: none"> <li>1. El Especialista visualiza la imagen a la que se quiere realizar la transformación.</li> <li>2. El Sistema muestra la imagen seleccionada. Da la posibilidad de variar valores de brillo y contraste realizando movimientos horizontales (brillo) y verticales (contraste) sobre la imagen con el botón derecho del ratón presionado.</li> <li>3. El Especialista presiona el botón derecho del ratón y desplaza el cursor.</li> <li>4. El sistema muestra la imagen seleccionada con otros valores de brillo de contraste.</li> <li>5. Termina el caso de uso.</li> </ol>		
Flujos alternos		
<i>1a. El Especialista desea introducir los valores exactos de brillo y contraste.</i>		
<ol style="list-style-type: none"> <li>1. El sistema muestra dos botones de texto para introducir los valores de brillo y contraste.</li> <li>2. El Especialista introduce los nuevos valores de brillo y contraste, y presiona la tecla Enter.</li> <li>3. El sistema muestra la imagen seleccionada con los valores de brillo de contraste introducidos.</li> <li>4. Termina el caso de uso</li> </ol>		
Relaciones	CU Incluidos	Visualizar Imagen
	CU Extendidos	No aplicable

Requisitos funcionales	no	No aplicable
Asuntos pendientes		No aplicable

### Caso de Uso: **Rotar imagen**

El caso de uso inicia cuando el Especialista selecciona una o varias imágenes con el objetivo de visualizarlas con un ángulo especificado.

Objetivo	Visualizar la(s) imagen(es) con un ángulo de rotación.
Actores	Especialista (inicia).
Resumen	El especialista selecciona la(s) imagen(es) que desea transformar, selecciona la opción deseada, el sistema muestra la(s) imagen(es) transformadas.
Complejidad	Alta
Prioridad	Crítico
Referencias	RF 3.1
Precondiciones	El Especialista debe escoger previamente la o las imágenes a utilizar.
Pos condiciones	El Especialista visualiza la(s) imagen(es) seleccionada(s) rotadas.
Flujo de eventos	
Flujo básico < Rotar imagen >	
	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. El Especialista escoge una o varias imágenes a las que se quiere realizar la transformación.</li> <li>2. El Sistema muestra las imágenes seleccionadas. Da la posibilidad de seleccionar la opción de rotar, ya sea 90° ó 270°.</li> </ol>



<p>3. El Especialista selecciona el ángulo de rotación deseado.</p> <p>4. El Sistema muestra las imágenes después de ser modificadas.</p> <p>5. Termina el caso de uso.</p>		
Relaciones	CU Incluidos	Visualizar Imagen
	CU Extendidos	No aplicable
Requisitos funcionales	no	No aplicable
Asuntos pendientes		No aplicable

Caso de Uso: **Realizar zoom**

El caso de uso inicia cuando el Especialista selecciona una o varias imágenes con el objetivo de visualizarlas más cerca o más lejos.

Objetivo	Sus objetivos son acercar o alejar una o varias imágenes.
Actores	Especialista (inicia).
Resumen	El especialista selecciona la(s) imagen(es) que desea transformar, selecciona la opción deseada, el sistema muestra la(s) imagen(es) transformadas.
Complejidad	Alta
Prioridad	Crítico
Referencias	RF 3.2
Precondiciones	El Especialista debe seleccionar previamente la(s) imagen(es) a utilizar.
Pos condiciones	El Especialista visualiza la(s) imagen(es) deseada(s) con el zoom aplicado.
Flujo de eventos	

Flujo básico < Realizar zoom >		
<ol style="list-style-type: none"> <li>1. El Especialista escoge una o varias imágenes a las que se quiere realizar la transformación.</li> <li>2. El Sistema muestra las imágenes seleccionadas. Da la posibilidad de seleccionar la opción de acercar o alejar imagen.</li> <li>3. El Especialista selecciona acercar imagen o alejar imagen.</li> <li>4. El Sistema muestra las imágenes después de ser modificadas. Termina el caso de uso.</li> </ol>		
Relaciones	CU Incluidos	Visualizar Imagen
	CU Extendidos	No aplicable
Requisitos funcionales	no	No aplicable
Asuntos pendientes		No aplicable

Caso de Uso: **Realizar zoom regional**

El caso de uso inicia cuando el Especialista selecciona una imagen con el objetivo de visualizar más cerca una región de interés de la imagen.

Objetivo	Sus objetivos son acercar una región específica dentro de la imagen.
Actores	Especialista (inicia).
Resumen	El especialista selecciona la imagen a utilizar, selecciona la opción deseada, el sistema muestra la imagen con el zoom regional aplicado.
Complejidad	Alta
Prioridad	Crítico
Referencias	RF 3.3

Precondiciones	El Especialista debe seleccionar previamente la imagen a utilizar.	
Pos condiciones	El Especialista visualiza la región de la imagen a la que se le aplicó el zoom regional.	
Flujo de eventos		
Flujo básico < Realizar zoom regional >		
<ol style="list-style-type: none"> <li>1. El Especialista escoge la imagen a la que se quiere realizar la transformación.</li> <li>2. El Sistema muestra la imagen seleccionada. Da la posibilidad de seleccionar la opción lupa.</li> <li>3. El Especialista selecciona la opción lupa y da clic sobre la región de la imagen que desea acercar.</li> <li>4. El sistema muestra la región de la imagen seleccionada más grande.</li> <li>5. Termina el caso de uso.</li> </ol>		
Relaciones	CU Incluidos	Visualizar Imagen
	CU Extendidos	No aplicable
Requisitos funcionales	no	No aplicable
Asuntos pendientes	No aplicable	

### Caso de Uso: **Realizar espejo**

El caso de uso inicia cuando el Especialista selecciona una o varias imágenes con el objetivo de visualizar un espejo de ellas.

Objetivo	Sus objetivos son visualizar un espejo de la imagen mostrada.
Actores	Especialista (inicia).
Resumen	El especialista selecciona la(s) imagen(es) que desea transformar, selecciona la opción deseada, el sistema muestra la(s) imagen(es) transformadas.

Complejidad	Alta	
Prioridad	Crítico	
Referencias	RF 3.3	
Precondiciones	El Especialista debe seleccionar previamente la o las imágenes a utilizar.	
Pos condiciones	El Especialista visualiza la o las imágenes seleccionadas con el espejo aplicado.	
Flujo de eventos		
Flujo básico < Realizar espejo>		
	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. El Especialista escoge una o varias imágenes a las que se quiere realizar la transformación.</li> <li>2. El Sistema muestra las imágenes seleccionadas. Da la posibilidad de seleccionar la opción de espejo, ya sea con respecto al eje vertical o al eje horizontal.</li> <li>3. El Especialista selecciona el eje a utilizar.</li> <li>4. El sistema muestra las imágenes después de ser modificadas.</li> <li>5. Termina el caso de uso.</li> </ol>	
Relaciones	CU Incluidos	Visualizar Imagen
	CU Extendidos	No aplicable
Requisitos funcionales	no	No aplicable
Asuntos pendientes	No aplicable	

Caso de Uso: **Realizar paneo**

El caso de uso inicia cuando el Especialista selecciona una imagen con el objetivo de cambiar su posición.

Objetivo	Sus objetivos son visualizar la imagen en otra posición.
----------	--

Actores	Especialista (inicia).	
Resumen	El especialista selecciona la imagen a panear, el sistema desplaza la imagen con el movimiento del cursor.	
Complejidad	Alta	
Prioridad	Crítico	
Referencias	RF 3.3	
Precondiciones	El Especialista debe seleccionar previamente la imagen a utilizar.	
Pos condiciones	El Especialista visualiza la imagen desplazada de posición.	
Flujo de eventos		
Flujo básico < Realizar paneo >		
	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. El Especialista escoge la imagen a la que se quiere realizar la transformación.</li> <li>2. El Sistema muestra la imagen seleccionada. Da la posibilidad de seleccionar la opción paneo.</li> <li>3. El Especialista selecciona cualquier parte de la imagen y cambia su posición.</li> <li>4. El sistema muestra la imagen después de ser modificada.</li> <li>5. Termina el caso de uso.</li> </ol>	
Relaciones	CU Incluidos	Visualizar Imagen
	CU Extendidos	No aplicable
Requisitos funcionales	no	No aplicable
Asuntos pendientes	No aplicable	

Caso de Uso: **Medir distancia**

El caso de uso inicia cuando el Especialista selecciona una imagen con el objetivo de realizar una medición sobre una parte de ella.

Objetivo	Sus objetivos son realizar una medición sobre la imagen.
Actores	Especialista (inicia).
Resumen	El especialista selecciona la imagen sobre la cual va a medir, efectúa la medición y el sistema le muestra la imagen con el resultado de la acción realizada.
Complejidad	Alta
Prioridad	Importante
Referencias	RF 3.3
Precondiciones	El Especialista debe seleccionar previamente la imagen a utilizar.
Pos condiciones	El Especialista visualiza la imagen con la medición realizada.
Flujo de eventos	
Flujo básico < Medir distancia>	
<ol style="list-style-type: none"> <li>1. El Especialista escoge la imagen a la que se va a realizar la medición.</li> <li>2. El Sistema muestra la imagen seleccionada. Da la posibilidad de seleccionar la opción medir distancia.</li> <li>3. El Especialista selecciona la opción medir distancia, presiona el clic en el punto inicial de la medición y arrastra el cursor hasta el punto final.</li> <li>4. El sistema muestra la imagen con la medición realizada. Termina el caso de uso.</li> </ol>	
Flujos alternos	
<i>3a. La imagen no está calibrada</i>	
<ol style="list-style-type: none"> <li>1. El sistema muestra un cuadro de texto para introducir la distancia estimada por el Especialista de una estructura previamente conocida por él.</li> </ol>	

<p>2. El especialista introduce la distancia que ha medido.</p> <p>3. Se regresa al paso 3 del flujo básico de eventos.</p>		
Relaciones	CU Incluidos	Visualizar Imagen
	CU Extendidos	No aplicable
Requisitos funcionales	no	No aplicable
Asuntos pendientes		No aplicable

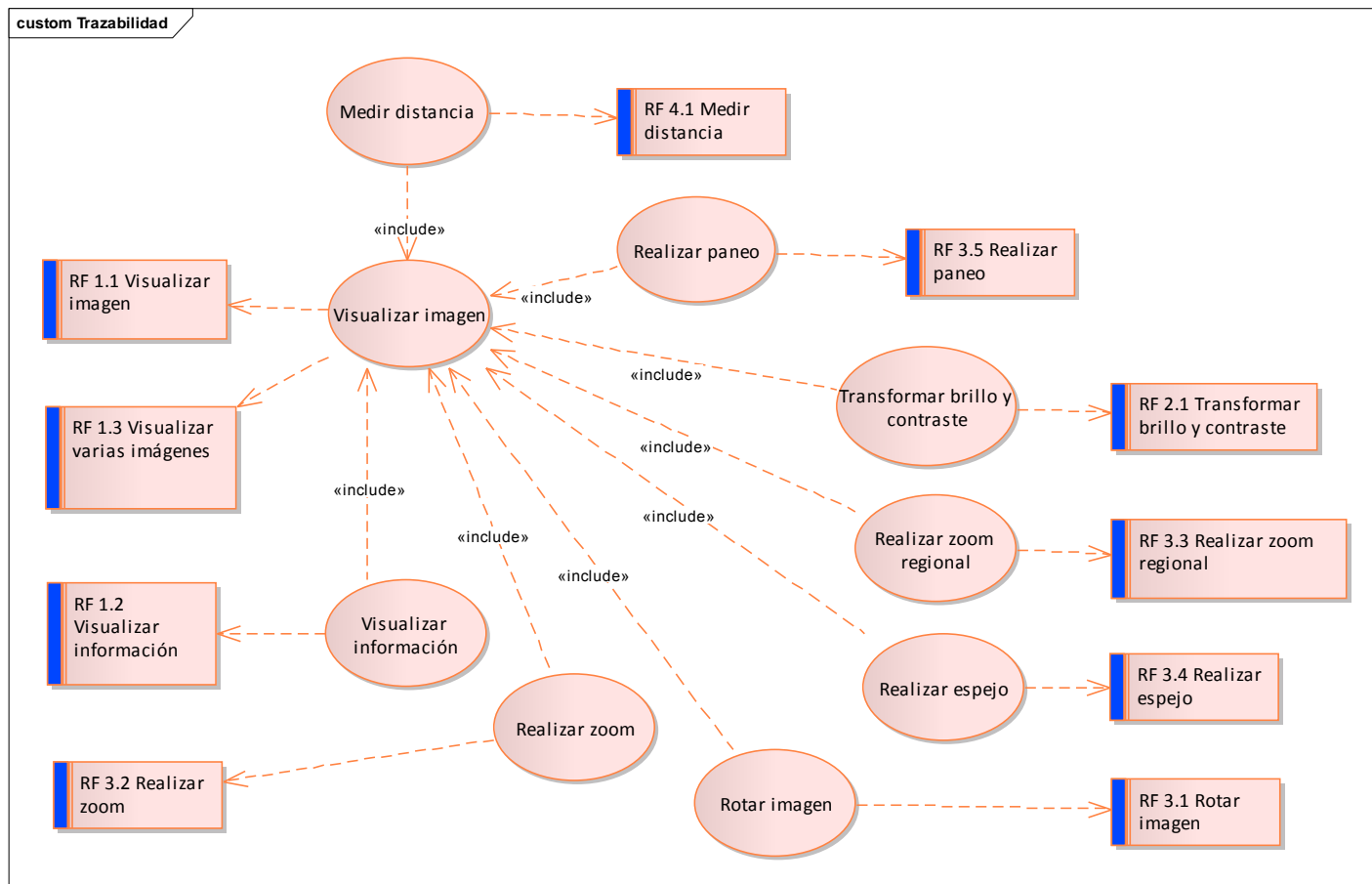


Fig.7. Trazabilidad de Casos de Uso.

En este capítulo se describe la problemática que da origen a la investigación. Posteriormente se explica que proceso se pretende automatizar y se definen las características que debe presentar el sistema propuesto, mediante la captura de requisitos como casos de uso. Se muestran los diagramas de casos de uso, que en conjunto con la descripción de los mismos brindan una vista más profunda de cómo se relacionan los actores con el sistema.



## CAPÍTULO 3. ANÁLISIS Y DISEÑO

Este capítulo se analiza y se explica la arquitectura utilizada. Se describe como implementar el sistema, mediante una breve descripción del análisis que sirve como introducción al diseño, desarrollado de acuerdo a cómo el sistema cumple sus objetivos mediante los requisitos funcionales y no funcionales. Se realizan los diagramas de clases y los diagramas de interacción según los casos de uso definidos.

### 3.1. Estilo arquitectónico

Para el desarrollo de la aplicación se hace uso del patrón arquitectónico Modelo Vista Controlador. Este estilo separa los datos de la aplicación (Modelo), la interfaz de usuario (Vista), y la lógica de control (Controlador) en tres componentes distintos [22]. El uso de este patrón beneficia las aplicaciones que requieren de constantes actualizaciones de interfaces visuales y permite desacoplar la vista del modelo, logrando que las modificaciones en las vistas impacten en menor medida en la lógica de negocio o de datos de la aplicación y mejorando en gran medida la reusabilidad.

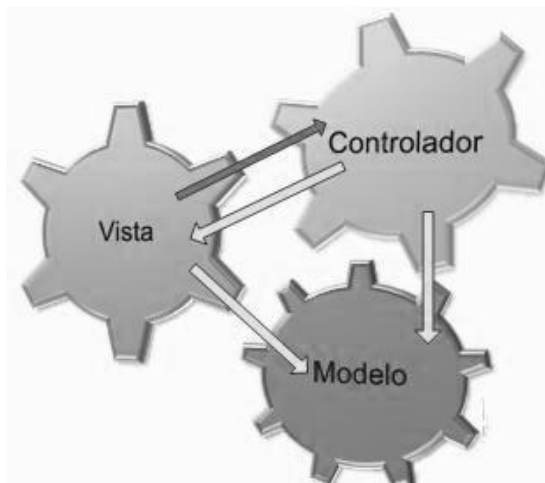


Fig.8. Modelo Vista Controlador

Una vez definidos los requisitos del sistema, comienza el proceso de análisis y diseño. En este flujo de trabajo se identifican clases que mediante su interacción puedan realizar las funcionalidades del sistema, de esta forma los desarrolladores pueden tener una vista interna de los requisitos, facilitándose su comprensión, modificación y mantenimiento.

### 3.2. Análisis del Sistema

Con el objetivo de mejorar la calidad de los requisitos funcionales y comprender de una manera más precisa que debe hacer el sistema, se realiza el proceso de análisis. Este proceso sirve como introducción al Diseño del sistema, encargándose de transformar los requisitos funcionales en un diseño de clases, viendo las relaciones e interacción que existe entre ellos, y teniendo en cuenta en el proceso una arquitectura robusta, que permita adaptar el sistema al entorno de implementación que se está desarrollando. [25]

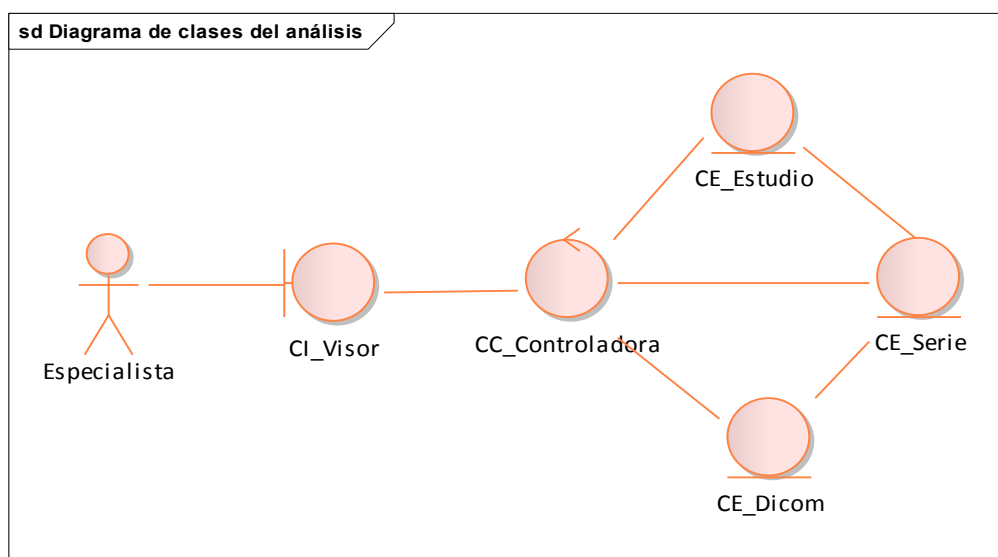


Fig.9. Diagrama de clases del análisis.

### 3.3. Diseño del Sistema

En el proceso de diseño se realiza un refinamiento del análisis y se tienen en cuenta los requisitos no funcionales y otras restricciones. Se crea una entrada y un punto de partida para actividades de implementación que contemplen lenguajes de programación, componentes reutilizables, sistemas operativos y tecnologías de interfaz de usuario. El diseño debe ser suficiente para que el sistema pueda ser implementado sin ambigüedades. [25]

### 3.3.1. Diagramas de interacción

Estos diagramas son parte de los artefactos generados en el proceso de diseño, y muestran la interacción entre los objetos que conforman el sistema, para realizar un caso de uso.

Para lograr una mejor comprensión de los componentes que conforman el sistema, son incluidos los diagramas de interacción del diseño en esta investigación, los que se muestran en el [ANEXO 1](#).

### 3.3.2. Diagrama de Clases

Los diagramas de clases exponen una vista estática de la estructura del sistema, mostrando sus clases, atributos y las relaciones entre ellos. Las clases que participan en la realización de cada uno de los casos de uso se muestran en los diagramas de clases del [ANEXO 2](#).

### 3.3.3. Descripción de las clases

Debido a que las clases son los elementos estructurales básicos que conforman el resto de los artefactos; se muestran en el [ANEXO 3](#) cada una de las clases relevantes para el diseño y la definición de sus métodos y propiedades.

En este capítulo se definió el estilo arquitectónico a utilizar para el desarrollo del sistema. Se realizaron las actividades pertinentes al análisis y diseño, mostrando los diferentes diagramas, y la interacción y descripción detallada de las principales clases que componen el sistema.

## CAPÍTULO 4. IMPLEMENTACIÓN

El presente capítulo cubre el flujo de implementación realizado para el sistema propuesto. Como resultado quedan expuestos los componentes de alas PACSLite, las relaciones que existen entre los mismos, y la disposición física del sistema. Además se hace referencia al estilo de codificación utilizado en el proceso, y las medidas que permiten minimizar los errores en la aplicación.

### 4.1. Despliegue del sistema

Un diagrama de Despliegue muestra cómo y dónde se desplegará el sistema. Pero en el caso del software propuesto, ha sido diseñado para ser una aplicación de escritorio que funcione sobre un ordenador completamente independiente, sin necesidad de conexión a otros sistemas remotos. Las imágenes médicas a visualizar serán cargadas desde un dispositivo media, por lo que no se considera necesario realizar un diagrama de despliegue.

### 4.2. Componentes del sistema

Un diagrama de Componentes ilustra los fragmentos de software, archivos, paquetes, bibliotecas, entre otros; que representan todos los tipos de elementos software que entran en la fabricación de aplicaciones informáticas. El diagrama de Componentes referente al sistema, está compuesto por el fichero alasLite.exe, que es el ejecutable de la aplicación, y la librería dcmview para la lectura de las imágenes con compresión.

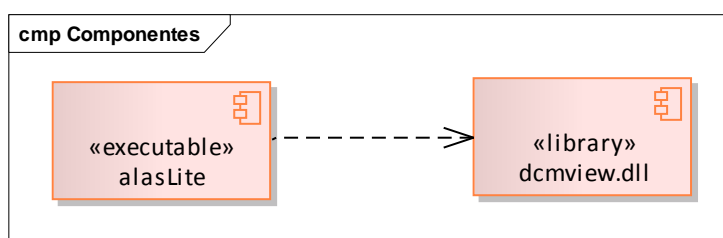


Fig.10. Diagrama de componentes

### 4.3. Tratamiento de errores

En el sistema propuesto, las excepciones son manejadas internamente y resueltas al momento en que se producen, sin ser lanzadas a instancias superiores, de forma tal que se

haga la mejor acción posible. De esta manera se evita una salida de mensajes de error probablemente incomprensibles para el usuario.

#### 4.4. Seguridad

El producto alas PACSLite está dedicado especialmente a los especialistas de las instituciones externas a las que se realiza el estudio del paciente, pero puede ser utilizado por cualquier otro usuario que desee visualizar las imágenes médicas, por esta razón no se tienen en cuenta restricciones de seguridad para su uso. Formará parte del sistema alas PACS y será distribuido por las instituciones hospitalarias a los pacientes y especialistas que lo requieran, de forma gratuita y con acceso a todas sus funcionalidades.

#### 4.5. Estrategias de codificación. Estándares y estilos a utilizar

Los lenguajes de programación tienen una serie de normas de estilo, para hacer el código más elegante, comprensible e incluso fácil de depurar. En algunos, como C++, las normas de estilo parten del diseño de las clases, de la utilización correcta de la herencia y de la encapsulación, y del aprovechamiento de todas las capacidades del lenguaje.

Para la codificación del sistema propuesto, además de las normas antes mencionadas, se tuvieron en cuenta otras notaciones para facilitar la comprensión de los programas, disminuyendo el número de errores durante el desarrollo y el mantenimiento.

De manera general se usaron nombres significativos para los identificadores. En el sistema se evitan las expresiones innecesariamente complejas, los anidamientos profundos, y se utilizan los paréntesis para clarificar las expresiones. Para nombrar las clases y los métodos de estas se utilizó la notación UpperCamelCase, donde los identificadores tienen la primera letra de cada palabra en mayúscula y el resto en minúscula: Ej.: DosPalabras (). Para los atributos de las clases y las demás variables se utiliza la notación lowerCamelCase, donde la primera letra es en minúscula y lo demás similar a la notación anterior: Ej.: dosPalabras. [23]

En este capítulo se expusieron las razones por las que no se realizó un diagrama de despliegue de la aplicación, y se mostró el componente que la conforma. Además se hizo referencia a la seguridad del sistema y los diferentes estándares y estilos de codificación que se utilizaron en su implementación.

## **CONCLUSIONES**

De acuerdo al estudio realizado sobre los sistemas similares existentes en el mundo, se concluyó que era necesario construir un nuevo sistema, debido a que ninguno se adaptaba a las necesidades requeridas; y a la vez permitió establecer las principales funcionalidades de la nueva aplicación.

Con un análisis profundo del estándar DICOM 3.0, se logró apreciar sus grandes ventajas, y definir e implementar los métodos necesarios para la visualización y procesamiento de las imágenes médicas digitales.

Con el desarrollo de la presente investigación se logró una aplicación que brinda a los pacientes y especialistas la posibilidad de visualizar y hacer un procesamiento básico de las imágenes médicas digitales. El sistema alas PACSLite, es una herramienta portable, de fácil uso para todos los usuarios, y que funciona en las computadora más comunes existentes.

## **RECOMENDACIONES**

Con el conocimiento adquirido con la elaboración de este trabajo se recomienda:

Incluir al sistema funcionalidades para visualizar las imágenes DICOM que presenten formato de video.

Permitir la lectura de las imágenes a través del fichero DICOMDIR.

Implementar el sistema en otros lenguajes de programación que sirvan para otras plataformas.

## REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- [1] ciberhabitat., *Bienvenido al hospital*. s.l. : <http://www.ciberhabitat.gob.mx/hospital/>.
- [2] María Gloria Bueno García ;Julián Dorado de la Calle., *Gestión, procesado y análisis de imágenes biomédicas*. Castilla-La Mancha : Ediciones de la universidad de Castilla-La Mancha, 2007. págs. 11-135.
- [3] Andro Font Hernández ;Yasmay Gómez Suárez., *Alas PACS Client. Sistema para la gestión de estudios imagenológicos*. Universidad de las Ciencias Informáticas. Ciudad de la Habana : s.n., 2008. págs. 1-19.
- [4] Samuel Figueredo Pérez;Daniel Borroto Bazán., *Aplicación para la visualización y procesamiento de imágenes médicas: Cassandra Viwer*. Universidad de la Ciencias Informáticas. Ciudad de la Habana : s.n., 2008. págs. 1-15.
- [5] David del Río Medina, Carlos Bocanegra Sánchez, David Santo Orcero., *La imagen 2D en el estándar DICOM*. Universidad de Málaga. : s.n., 2009.
- [6] Alex Miranda Guevara,Leandro Taset Blanco., *Alas PACS Burner: Servidor de Quemado DICOM3.0 para Clínicas Imagenológicas*. Ciudad de la Habana : s.n., Junio 2008.
- [7] Microsoft Corporation., Microsoft Visual Studio Team System 2008. Una solución de diseño de desarrollo de aplicaciones. [En línea] 2010. <http://g.www.ms.akadns.net/business/smb/es-ve/servidores-y-herramientas/visual-studio.mspix> .
- [8] internacional, grupotress., *Microsoft Visual Studio 2008*. s.l. : <http://www.willydev.net/InsiteCreation/v1.0/WillyCrawler/2008.05.01.Articulo.Lo%20nuevo%20en%20Visual%20Studio%202008.pdf>, Febrero 2008.
- [9] MSDN Microsoft Corporation., Visual C++. *MSDN*. [En línea] noviembre de 2007. <http://msdn.microsoft.com/es-es/library/60k1461a.aspx>.
- [10] Wikipedia 2010., C++/CLI. *Wikipedia*. [En línea] 25 de enero de 2010. <http://en.wikipedia.org/wiki/C%2B%2B/CLI>.



- [11] Monografias.com S.A., *Programación con Visual C++*. s.l. : <http://www.monografias.com/trabajos5/visualcurso/visualcurso.shtml>.
- [12] Ana Maria Sánchez González, Maylen Castillo Prieto., *Análisis y Diseño de un Sistema para la Reservación de Transporte Estudiantil*. Ciudad de la Habana : s.n., 16 Junio del 2008.
- [13] Departamento de Sistemas Informáticos y Computación., *Rational Unified Process (RUP)*. Universidad Politécnica de Valencia : s.n.
- [14] Filiberto López Palenzuela, Luis Javier Vallejo Mursulí., *Implementación de un componente de software para la visualización tridimensional de Neuroimágenes*. Ciudad de la Habana : s.n., Junio, 2009.
- [15] Mary Beth Chrissis, Mike Konrad, Sandy Shrum., *CMMI. Guía para la integración de procesos y la mejora de productos*. 2009.
- [16] Spark Systems., *Plataforma avanzada de modelado y diseño. Herramienta UML para su Negocio, Software y Sistemas de tiempo real*. [En línea] 2009. <http://www.sparxsystems.com.ar/>.
- [17] Eduardo Sierra-Martínez, Ricardo Cienfuegos-Monroy, Gerardo Fernández-Sobrino., *OsiriX, visor DICOM útil para procesar imágenes tomográficas de fracturas faciales. Cirugía y Cirujanos*. Academia Mexicana de Cirugía. México : <http://redalyc.uaemex.mx/src/inicio/ArtPdfRed.jsp?iCve=66211459003>, marzo-abril, 2009.
- [18] THE ASSOCIATION FOR EUROPEAN PAEDIATRIC CARDIOLOGY., *Inturis Suite R2*. [En línea] 2005. <http://www.aepc.org/aepc/nid/DICOM%20vieer>.
- [19] KService Imágenes Médicas., *Visor de Imágenes DICOM para distribuir en CDs*. [En línea] 2008 . <http://www.vimeo.com/925203>.
- [20] Pereira Loureiro, Javier; Castro Blanco, Antonio F.; Dorado de la Calle, Julián; Fernández Fernández, Mario M.; Santos del Riego, Antonio; Teijeiro Vidal, Jorge; Pazos Sierra, Alejandro., *Visualizador multiplataforma de estudios DICOM locales y remotos a través de TCP/IP*. [En línea] Universidad de Coruña. <http://www.seis.es/seis/inforsalud2001/cientificas3/pereira.htm>.

- [21] INCOM Storage., "Distribución de imágenes médicas en DICOM CD." [En línea] <http://www.incom-storage.com/healthcare.html>.
- [22] Universidad de las Ciencias Informáticas., *Arquitectura y Patrones de diseño. Ingeniería de Software II*. 2007.
- [23] Gobierno Bolivariano de Venezuela, Ministerio del Poder Popular para Ciencia, Tecnología e Industrias Intermedias, Fundación Centro Nacional de Desarrollo e Investigación Tecnológicas Libres., *ESTILOS DE PROGRAMACIÓN*. Mérida : s.n., Julio de 2009.
- [24] Maribel Ariza Rojas; Juan Carlos Molina García., *INTRODUCCIÓN Y PRINCIPIOS BÁSICOS DEL DESARROLLO DE SOFTWARE BASADO EN COMPONENTES*. Septiembre 30 de 2004.
- [25] David del Río Medina, Carlos Bocanegra Sánchez, David Santo Orcero., *La imagen 2D en el estándar DICOM*. Universidad de Málaga : s.n., 2009.
- [26] Pereira Loureiro, Javier; Castro Blanco, Antonio F.; Dorado de la Calle, Julián; Fernández Fernández, Mario M.; Santos del Riego, Antonio; Teijeiro Vidal, Jorge; Pazos Sierra, Alejandro., *Visualizador multiplataforma de estudios DICOM locales y remotos a través de TCP/IP*. Universidade da Coruña : s.n., 2001.<http://www.seis.es/seis/inforsalud2001/cientificas3/pereira.htm>.
- [27] Wikipedia., *Philips*. <http://es.wikipedia.org/wiki/Philips>. 2009.
- [28] Sofía Bayona Beriso., *Software libre para aplicaciones médicas*.
- [29] Enterprise Architect., *Guía de Usuario de Enterprise Architect 7.0*. s.l. : <http://www.sparxsystems.com.ar/download/ayuda/index.html?deploymentdiagram.htm>.

## **BIBLIOGRAFÍA**

- [1] María Gloria Bueno García ;Julián Dorado de la Calle. *Gestión, procesado y análisis de imágenes biomédicas*. Castilla-La Mancha : Ediciones de la universidad de Castilla-La Mancha, 2007. págs. 11-135.
- [2] Samuel Figueredo Pérez;Daniel Borroto Bazán. *Aplicación para la visualización y procesamiento de imágenes médicas: Cassandra Viwer*. Universidad de la Ciencias Informáticas. Ciudad de la Habana : s.n., 2008. págs. 1-15.
- [3] Andro Font Hernández ;Yasmay Gómez Suárez. *Alas PACS Client. Sistema para la gestión de estudios imagenológicos*. Universidad de las Ciencias Informáticas. Ciudad de la Habana : s.n., 2008. págs. 1-19.
- [4] Joaquim Piqueras Pardellans, Joan-Carles Carreño Pedemonte, y Javier Lucaya Layret. *Sistemas de Archivo y Comunicación de Imagen en Radiología*. [Disponible en: <http://www.espr2007.info/textes/pacsteor.htm>]
- [5] Marcela Rincón y Alejandra Rodríguez. *SISTEMAS PACS Y EL FORMATO DICOM*. Programa de Ingeniería Biomédica. Escuela de Ingeniería de Antioquia -Instituto de Ciencias de la Salud.
- [6] CENETEC. *Guía tecnológica No. 41: Sistemas para archivo y comunicación de imágenes (PACS)*. Secretaría de Salud Subsecretaría de Innovación y Calidad Centro Nacional de Excelencia Tecnológica en Salud. Noviembre de 2009. México. [Disponible en: [http://www.cenetec.salud.gob.mx/descargas/equipo\\_guias/guias\\_tec/41gt\\_PACS.pdf](http://www.cenetec.salud.gob.mx/descargas/equipo_guias/guias_tec/41gt_PACS.pdf) ]
- [7] Technical Working Group of the Basel Convention. *11 Recomendaciones Para Mejorar el Manejo de los Residuos Patológicos*. April 12-14, 1999.
- [8] National Electrical Manufacturers Association. *Digital Imaging and Communications in Medicine (DICOM) Part 5: Data Structures and Encoding*. Virginia.USA.
- [9] Grupo PAS. *Estándar y Protocolo de Imágenes Médicas DICOM*. Universidad de Deusto. [Disponible en: <http://www.pas.deusto.es/recursos/DICOM.pdf> ]
- [10] Sitio oficial INCOM Storage. *Distribución de imágenes médicas en DICOM CD*. [Disponible en: <http://www.incom-storage.com/healthcare.html>]

- [11] Shriram Shanmugham, Belén Gallo. *Acceso más rápido a las imágenes radiológicas digitales y procedimientos de diagnóstico acelerado*. [Disponible en: [http://www.diagnosticojournal.com/articulos/92-1-Acceso\\_mas\\_rapido\\_a\\_las\\_imagenes\\_radiologicas\\_digitales\\_y\\_procedimientos\\_de\\_diagnostico\\_acelerado.html](http://www.diagnosticojournal.com/articulos/92-1-Acceso_mas_rapido_a_las_imagenes_radiologicas_digitales_y_procedimientos_de_diagnostico_acelerado.html) ]
- [12] DIARIOVASCO.COM DIGITAL VASCA, S.L.U. *Adiós a las placas radiográficas*. [Disponible en: <http://www.diariovasco.com/20090909/al-dia-local/adios-placas-radiograficas-20090909.html> ]
- [13] *DICOM, IMÁGENES DIAGNOSTICAS Y COMUNICACIONES EN MEDICINA*. UNIVERSIDAD SANTO TOMAS DE AQUINO FACULTAD DE INGENIERIA ELECTRONICA BOGOTA D.C. 2004 [Disponible en: <http://html.rincondelvago.com/protocolo-de-comunicaciones-dicom.html>]
- [14] RSNA. Sitio oficial de la RSNA [Disponible en: <http://www.rsna.org/Technology/DICOM/intro/elemental.cfm>]
- [15] H. Blanco y A. Vázquez. *Generalización de sistema PACS iMagis*. Centro de Biofísica Médica. Universidad de Oriente. VII congreso de la sociedad cubana de bioingeniería. Habana 2007.
- [16] Yunior González Castilla. *Sistema para la transmisión de imágenes médicas: Alas PACS DICOM Mail*. Universidad de las Ciencias Informáticas. Ciudad de la Habana : s.n., 2008. págs. 1-19.
- [17] J. L. Pérez, J. Teijeiro, M. A. Pereira, N. Pedreira. *Sistemas de Comunicación y Gestión de Imágenes Médicas. PACS y Estándar DICOM. 2007*
- [18] David del Río Medina, Carlos Bocanegra Sánchez, David Santo Orcero. *La imagen 2D en el estándar DICOM*. Universidad de Málaga : s.n., 2009.
- [19] Eduardo Sierra-Martínez, Ricardo Cienfuegos-Monroy, Gerardo Fernández-Sobrino. *OsiriX, visor DICOM útil para procesar imágenes tomográficas de fracturas faciales*. Cirugía y Cirujanos, Vol. 77, Núm. 2, marzo-abril, 2009, pp. 95-99 Academia Mexicana de Cirugía. México. [Disponible en: <http://redalyc.uaemex.mx/src/inicio/ArtPdfRed.jsp?iCve=66211459003>]
- [20] KService Imágenes Médicas. *Visor de Imágenes DICOM para distribuir en CDs*. 2008 [Disponible en: <http://www.vimeo.com/925203> ]
- [21] MedGadget internet journal of emerging medical technologies. *GE Releases Software to Aid in Image Guided Interventional Procedures*. Diciembre 3, 2009 [Disponible en:

[http://medgadget.com/archives/2009/12/ge\\_releases\\_software\\_to\\_aid\\_in\\_image\\_guided\\_interventional\\_procedures.html](http://medgadget.com/archives/2009/12/ge_releases_software_to_aid_in_image_guided_interventional_procedures.html) ]

[22] Koninklijke Philips Electronics N.V. *iSite Radiology*. 2010 [Disponible en: [http://www.medical.philips.com/main/products/healthcare\\_informatics/products/enterprise\\_imaging\\_informatics/isi\\_te\\_pacs/isiite\\_radiology/index.wpd](http://www.medical.philips.com/main/products/healthcare_informatics/products/enterprise_imaging_informatics/isi_te_pacs/isiite_radiology/index.wpd) ]

[23] Pereira Loureiro, Javier; Castro Blanco, Antonio F.; Dorado de la Calle, Julián; Fernández Fernández, Mario M.; Santos del Riego, Antonio; Teijeiro Vidal, Jorge; Pazos Sierra, Alejandro. *Visualizador multiplataforma de estudios DICOM locales y remotos a través de TCP/IP. Universidad de Coruña: s.n.2001*. [Disponible en: <http://www.seis.es/seis/inforsalud2001/cientificas3/pereira.htm> ]

[24] RTstudents. *Free DICOM Viewers and Radiology PACS Software Programs*. 2009. [Disponible en: <http://www.rtstudents.com/pacs/free-dicom-viewers.htm> ]

[1] THE ASSOCIATION FOR EUROPEAN PAEDIATRIC CARDIOLOGY. *Inturis Suite R2*. 2005. [Disponible en: <http://www.aepc.org/aepc/nid/DICOM%20vieer> ]

[25] Sofía Bayona Beriso. *Software libre para aplicaciones médicas*.

[26] Dr. Gustavo Figueredo, Florencio Sanchez. *Aplicaciones informáticas en el ordenador del radiólogo, Visores DICOM de uso gratuito. Uruguay*. [Disponible en: <http://www.scribd.com/doc/6759468/Visores-Dicom> ]

[27] Fernando Ballesteros Herranz. *Desarrollo de aplicaciones DICOM para la gestión de imágenes biomédicas. Octubre 2003*.

[28] Dr. Pedro Monteagudo Valdivia. *La imagen digital, una mirada interna*.

[29] Microsoft Corporation. *Microsoft Visual Studio Team System 2008. Una solución de diseño de desarrollo de aplicaciones. 2010*. [Disponible en: <http://g.www.ms.akadns.net/business/smb/es-ve/servidores-y-herramientas/visual-studio.mspx> ]

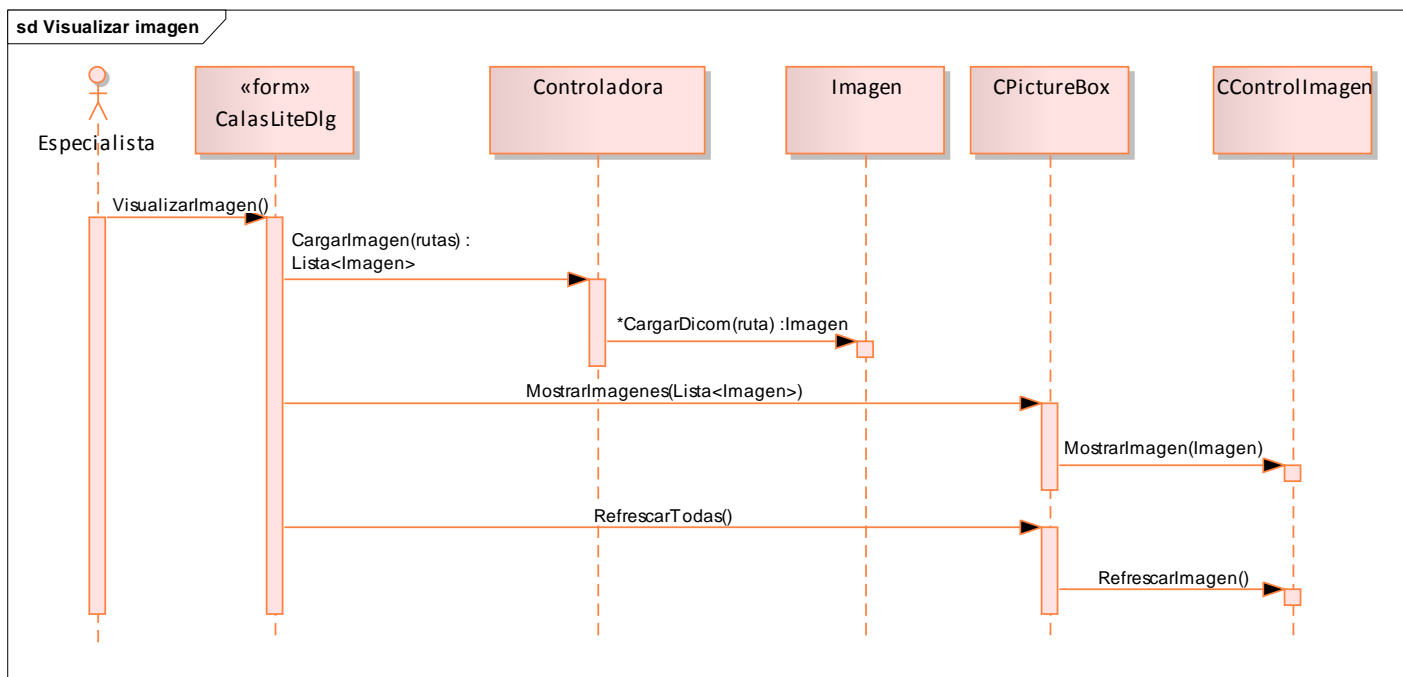
[30] Filiberto López Palenzuela, Luis Javier Vallejo Mursulí. *Implementación de un componente de software para la visualización tridimensional de Neuroimágenes*. Junio, 2009.

- [31] internacional, grupotress. *Microsoft Visual Studio 2008*. s.l. [Disponible en: <http://www.willydev.net/InsiteCreation/v1.0/WillyCrawler/2008.05.01.Articulo.Lo%20nuevo%20en%20Visual%20Studio%202008.pdf> ]
- [32] Microsoft Corporation. *Microsoft Visual Studio*. [Disponible en: <http://www.microsoft.com/visualstudio/en-us/default.mspx> ]
- [33] Smasegar's Weblog. *Visual C++ 2008 Feature Pack shipped* [Disponible en: <http://blogs.msdn.com/somasegar/archive/2008/04/07/visual-c-2008-feature-pack-shipped.aspx> ]
- [34] Prof. Luis Eduardo Mendoza M. SISTEMAS DE INFORMACIÓN II. UNIVERSIDAD SIMÓN BOLÍVAR. DEPARTAMENTO DE PROCESOS Y SISTEMAS. [Disponible en: <http://prof.usb.ve/lmendoza/Documentos/PS-6116/Teoria%20PS6116%20O-O%20y%20RUP.pdf>]
- [34] Roberto Canales Mora. *Calidad en el desarrollo de Software. CMMI*. [Disponible en: <http://www.adictosaltrabajo.com/tutoriales/tutoriales.php?pagina=cmmi>]
- [36] Universidad de las Ciencias Informáticas. *Introducción a la Ingeniería de Software.2008*.
- [37] Especialistas en licencias y software para desarrolladores. *Rambla informática. Enterprise Architect*. [Disponible en: [http://tienda.ramblainf.com/epages/tienda\\_ramblainf\\_com.sf/es\\_ES/?ObjectPath=/Shops/tienda\\_ramblainf\\_com/Products/ENTARC](http://tienda.ramblainf.com/epages/tienda_ramblainf_com.sf/es_ES/?ObjectPath=/Shops/tienda_ramblainf_com/Products/ENTARC) ]

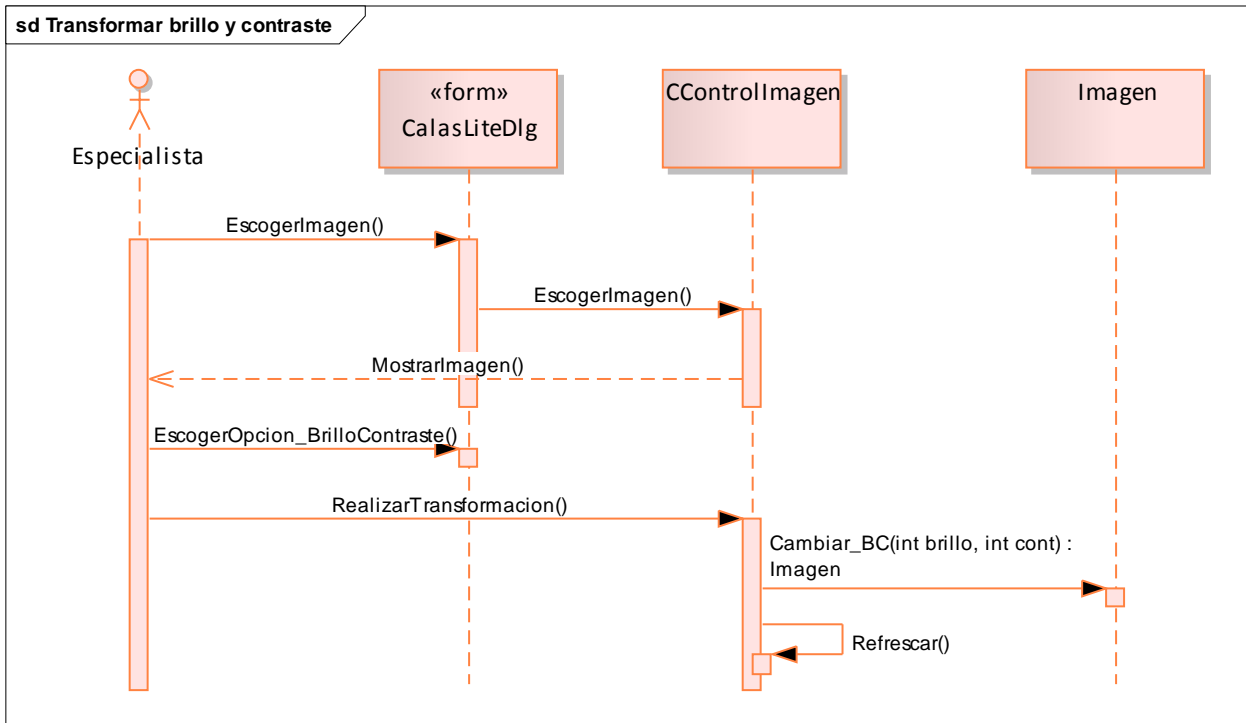
## ANEXOS

### Anexo 1

Diagramas de secuencia.

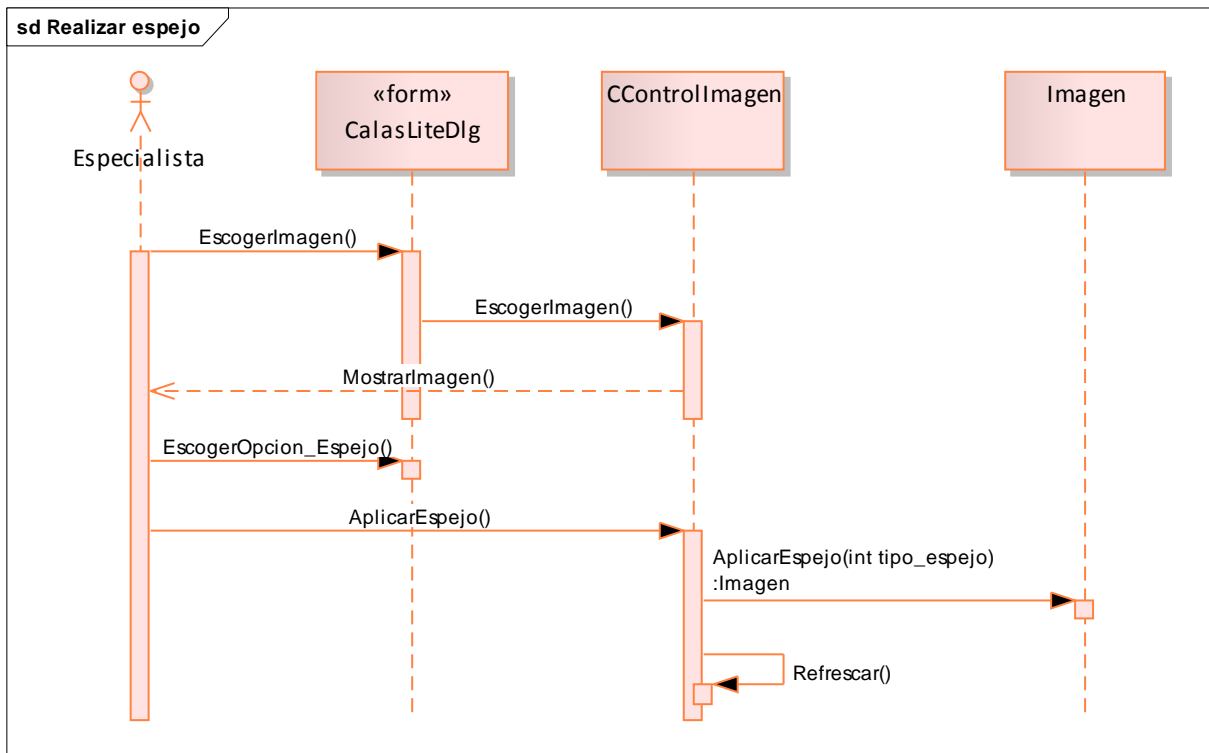


1.1. Diagrama de interacción: Visualizar imagen

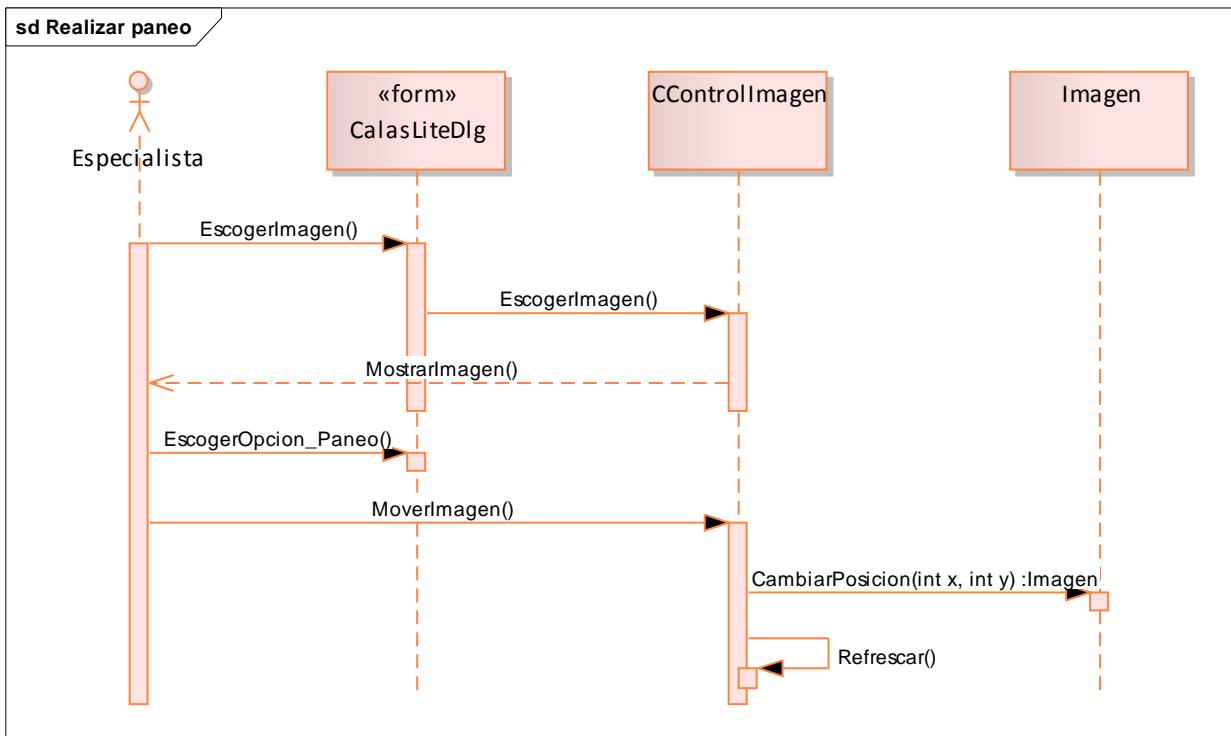


1.2. Diagrama de interacción: Transformar brillo y contraste

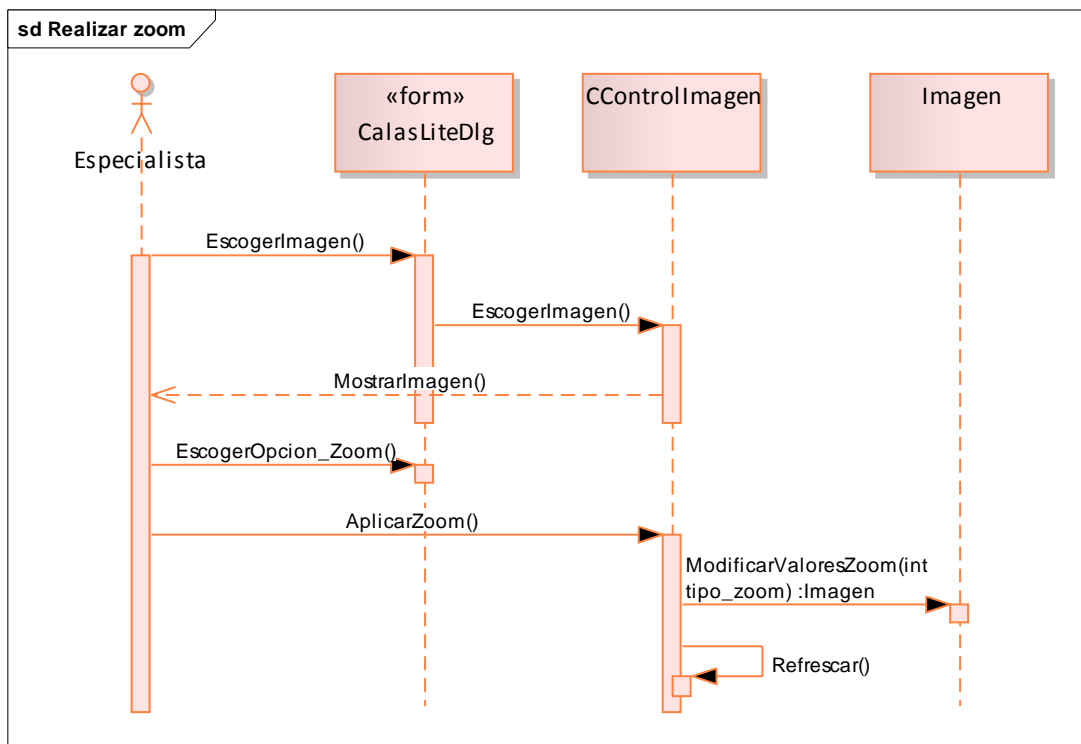




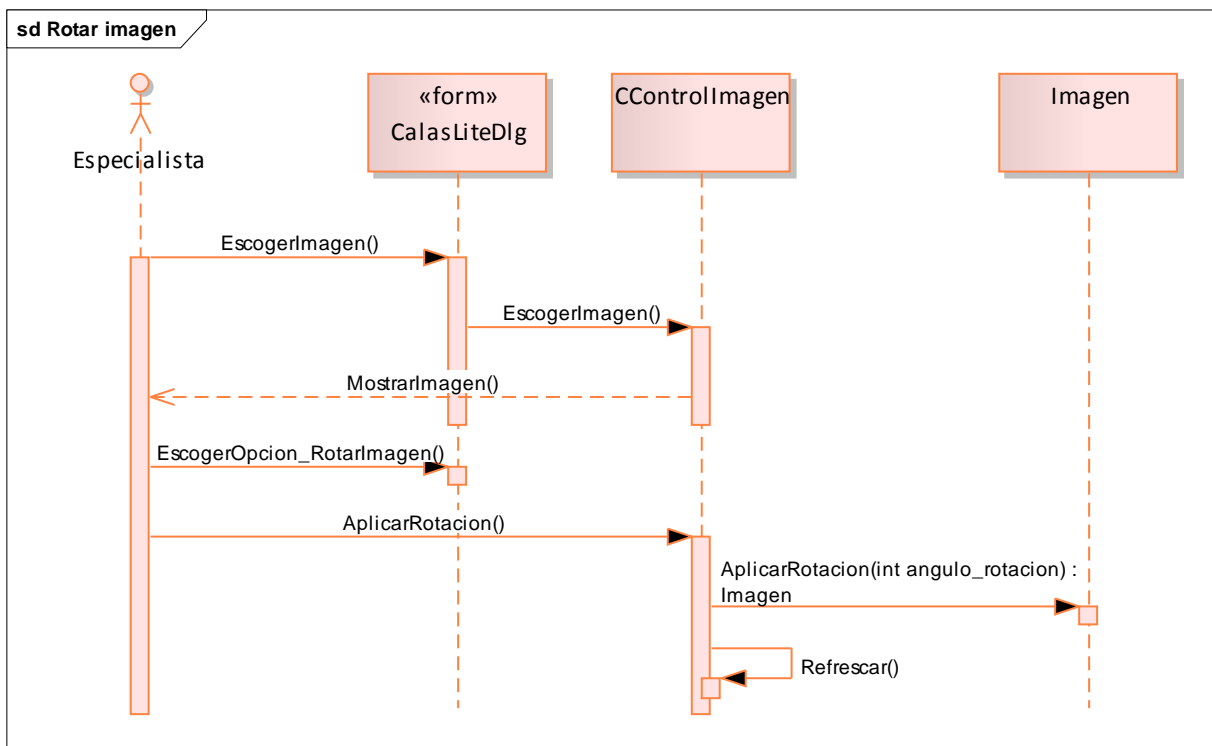
1.3. Diagrama de interacción: Realizar espejo



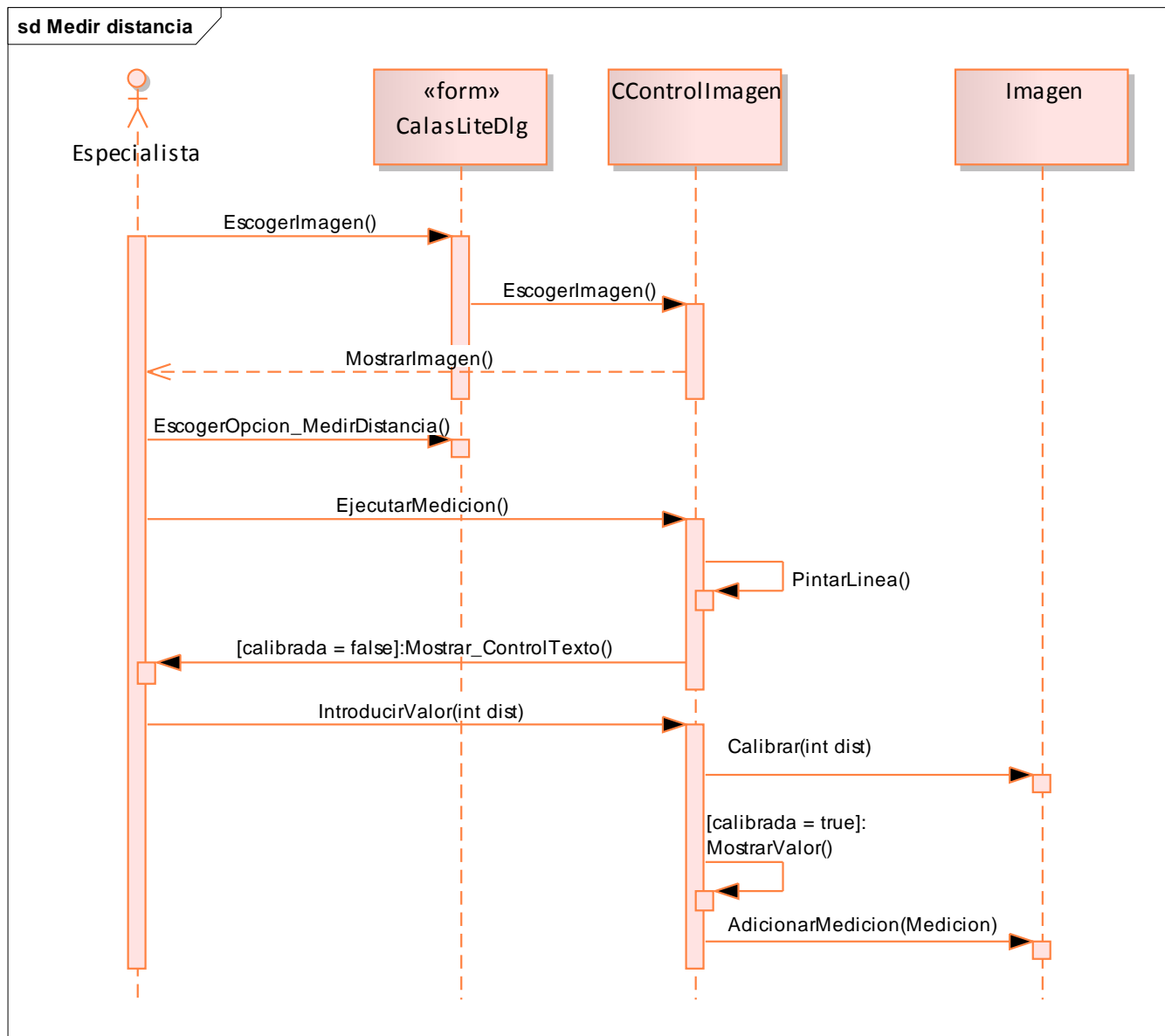
1.4. Diagrama de interacción: Realizar paneo



1.5. Diagrama de interacción: Realizar zoom



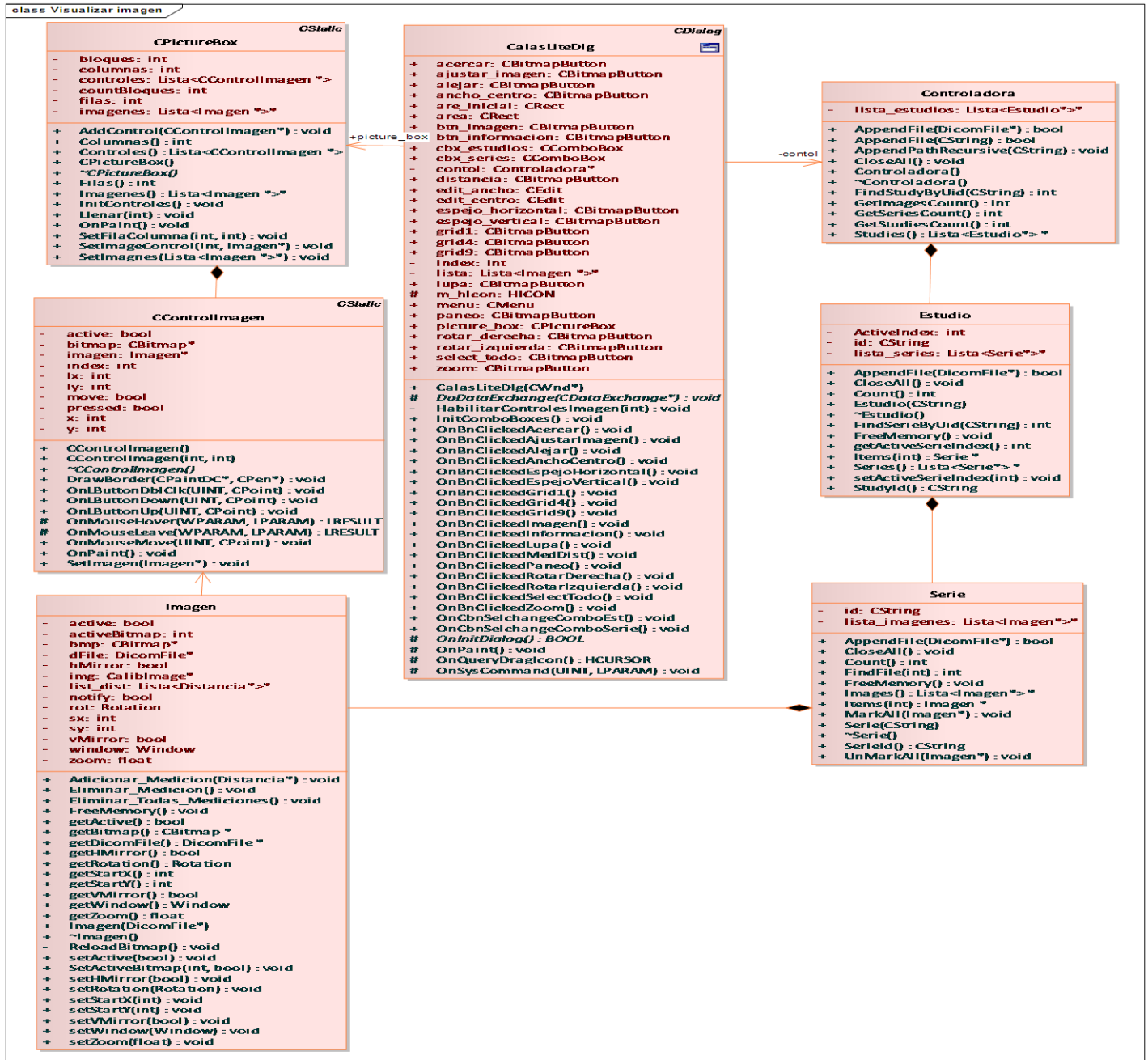
1.6. Diagrama de interacción: Rotar imagen



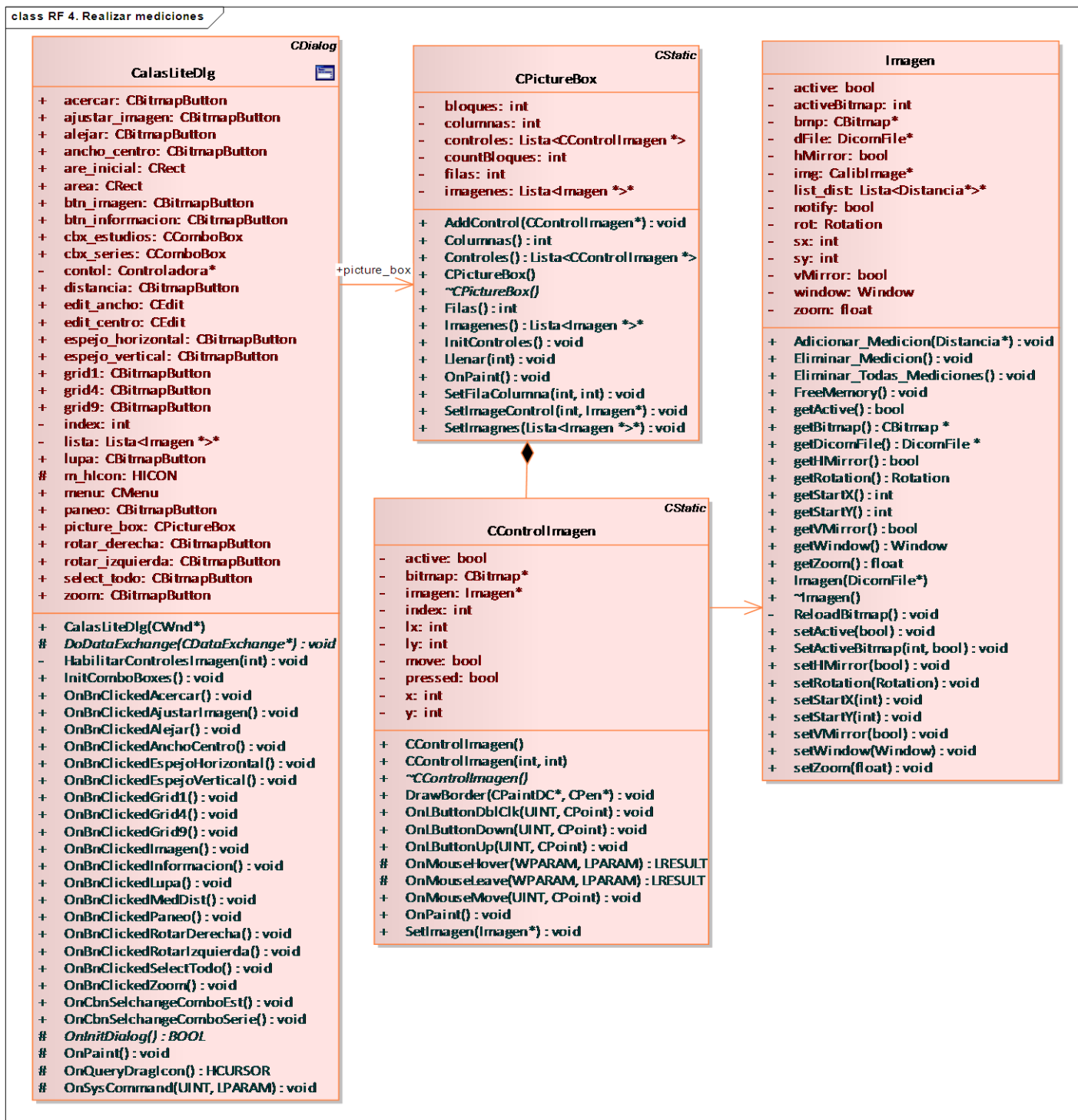
1.7. Diagrama de interacción: Medir distancia

Anexo 2

Diagramas de clases del diseño



2.1. Diagrama de clases: Visualizar imagen.



2.2. Diagrama de clases: Procesar imagen, Transformaciones espaciales, Realizar mediciones.

### Anexo 3

Descripción de clases del diseño.

<b>Nombre: Imagen</b>	
<b>Tipo de clase (interfaz, controladora, entidad):</b> Entidad	
<b>Atributo</b>	<b>Tipo</b>
dFile	DicomFile
img	CalibImage
bmp	CBitmap
activeBitmap	int
zoom	float
vMirror	bool
hMirror	bool
active	bool
rot	Rotation
sx	int
sy	int
window	Window
notify	bool
list_dist	Lista<Distancia*>
<b>Método</b>	
<b>Nombre</b>	<b>Descripción</b>
setZoom	Cambia el valor de la variable zoom.



getZoom	Retoma el valor de la variable zoom.
setVMirror	Cambia el valor de la variable vMirror.
getVMirror	Retoma el valor de la variable vMirror.
setHMirror	Cambia el valor de la variable hMirror.
getHMirror	Retoma el valor de la variable hMirror.
setRotation	Cambia el valor de la variable rot.
getRotation	Retoma el valor de la variable rot.
setStartX	Cambia el valor de la variable sx.
getStartX	Retoma el valor de la variable sx.
setStartY	Cambia el valor de la variable sy.
getStartY	Retoma el valor de la variable sy.
setWindow	Cambia el valor de la variable window.
getWindow	Retoma el valor de la variable window.
getBitmap	Retoma el valor de la variable bmp.
setActive	Cambia el valor de la variable active.
getActive	Retoma el valor de la variable active.
Adicionar_Medicion	Adiciona una medición a la lista de mediciones.
Eliminar_Medicion	Elimina la última medición de la lista de mediciones.
Eliminar_Todas_Mediciones	Elimina todas las mediciones existentes.

<b>Nombre:</b> Serie	
<b>Tipo de clase (interfaz, controladora, entidad):</b> Entidad	
<b>Atributo</b>	<b>Tipo</b>

lista_imagenes	Lista<Imagen>
id	CString
<b>Método</b>	
<b>Nombre</b>	<b>Descripción</b>
AppendFile	Adiciona una imagen.
Images	Retorna la lista de imágenes.
Seriald	Retorna el identificador de la serie.
Items	Retorna una imagen de la lista.
Count	Retorna la cantidad de imágenes de la serie.
MarkAll	Marca todas las imágenes.
UnMarkAll	Desmarca todas las imágenes.

<b>Nombre:</b> Estudio	
<b>Tipo de clase (interfaz, controladora, entidad):</b> Entidad	
<b>Atributo</b>	<b>Tipo</b>
lista_series	Lista<Serie>
Id	CString
ActiveIndex	int
<b>Método</b>	
<b>Nombre</b>	<b>Descripción</b>
FindSerieByUid	Retorna la posición de una serie dado su identificador.
AppendFile	Adiciona una serie a la lista de series.
Series	Retorna la lista de serie.

StudyId	Retorna el identificador del estudio.
setActiveSerieIndex	Cambia la serie activa.
getActiveSerieIndex	Retorna la serie activa.
Items	Retorna una serie de la lista.
Count	Retorna la cantidad de series.

<b>Nombre:</b> Controladora	
<b>Tipo de clase (interfaz, controladora, entidad):</b> Controladora	
<b>Atributo</b>	<b>Tipo</b>
lista_estudios	Lista<Estudio>
<b>Método</b>	
<b>Nombre</b>	<b>Descripción</b>
FindStudyByUid	Retorna la posición de un estudio dado su identificador.
AppendPathRecursive	Adiciona todos los estudios.
GetStudiesCount	Retorna la cantidad de estudios.
GetSeriesCount	Retorna la cantidad de series.
GetImagesCount	Retorna la cantidad de imágenes.
Studies	Retorna la lista de estudios.

<b>Nombre:</b> alasLiteDlg	
<b>Tipo de clase (interfaz, controladora, entidad):</b> Interfaz	
<b>Atributo</b>	<b>Tipo</b>

control	Controladora
<b>Método</b>	
<b>Nombre</b>	<b>Descripción</b>
SeleccionarTodas	Posibilita al especialista seleccionar todas las imágenes que esta visualizando.
SeleccionarMedirDistancia	Posibilita al especialista escoger la opción medir distancia para realizarla sobre la imagen.
SeleccionarPaneo	Posibilita al especialista escoger la opción paneo para realizar esta operación sobre la imagen
AplicarEspejo	Da la posibilidad al especialista de aplicar espejos a las imágenes seleccionadas.
RotarImagen	Da la posibilidad al especialista de rotar en ángulos de 90 grados las imágenes seleccionadas.
AplicarZoom	Da la posibilidad al especialista de acercar o alejar las imágenes seleccionadas.

<b>Nombre:</b> CControllimagen	
<b>Tipo de clase (interfaz, controladora, entidad):</b> Interfaz	
<b>Atributo</b>	<b>Tipo</b>
imagen	Imagen
bitmap	CBitmap
index	int
active	bool

lx,ly	int
x,y	int
pressed	bool
move	bool
<b>Método</b>	
<b>Nombre</b>	<b>Descripción</b>
CControllImagen	Inicializa una instancia de la clase.
SetImagen	Modifica el atributo imagen.
DrawBorder	Dibuja los bordes de la imagen.
OnLButtonDown	Se ejecuta al presionar el botón izquierdo del ratón.
OnLButtonUp	Se ejecuta al levantar el botón izquierdo del ratón.
OnMouseMove	Se ejecuta al mover el ratón sobre la imagen.
OnPaint	Refresca la imagen a visualizar.
OnLButtonDbIClk	Se ejecuta al presionar dos veces el botón izquierdo del ratón.

<b>Nombre:</b> CPictureBox	
<b>Tipo de clase (interfaz, controladora, entidad):</b> Interfaz	
<b>Atributo</b>	<b>Tipo</b>
Lista<CControllImagen > controles;	Imagen
imagenes	Lista<Imagen>
filas	int
columnas	int
bloques	int

countBloques	int
<b>Método</b>	
<b>Nombre</b>	<b>Descripción</b>
CPictureBox	Inicializa una instancia de la clase.
AddControl	Añade un objeto CControllImagen a la lista de controles.
Filas	Devuelve la cantidad de filas.
Columnas	Devuelve la cantidad de columnas.
SetImageControl	Cambia la imagen de un control.
Llenar	Muestra los controles de un bloque.
SetFilaColumna	Cambia los valores de fila y columna.
Controles	Devuelve la lista de controles.
InitControles	Crea los controles.

## GLOSARIO DE TÉRMINOS

**ACR:** Asociación de Radiólogos Americanos (American College of Radiology). Organización principal de radiólogos, oncólogos y físicos de la medicina, que agrupa a más de 30000 miembros.

**CASE:** Sigla que corresponde a las iniciales de Computer Aided Software Engineering; cuya traducción significa Ingeniería de Software Asistida por Computación. Se define como la aplicación de las tecnologías informáticas para la automatización de procesos.

**CD:** El disco compacto (conocido popularmente como CD, por la sigla en inglés de Compact Disc) es un soporte digital óptico utilizado para almacenar cualquier tipo de información (audio, vídeo, documentos y otros datos).

**DICOM:** (Digital Imaging and Communications in Medicine) es el estándar reconocido mundialmente para el intercambio de imágenes médicas, pensado para el manejo, almacenamiento, impresión y transmisión de imágenes médicas.

**DICOMDIR:** Fichero DICOM especial que contiene representada la organización de la información. Su organización está basada en una jerarquía de entidades. Su contenido parte de una entidad padre, la cual puede contener una o varias entidades anidadas. En un directorio cada entidad posee una referencia al fichero DICOM que la contiene.

**DVD:** Es un formato de almacenamiento óptico que puede usarse para guardar datos. Su nombre proviene de la sigla de Digital Versatile Disc o Disco Versátil Digital. Se asemeja a los discos compactos (CD) en cuanto a sus dimensiones físicas, pero está codificado en un formato distinto y a una densidad mucho mayor.

**IDE:** Siglas en inglés de Integrated Development Environment, en español: Entorno de Desarrollo de Software. Es un programa compuesto por un conjunto de herramientas para un programador. Los mismos pueden soportar varios lenguajes de programación. Su consistencia está formada por un editor de código, un compilador, un depurador, y un constructor gráfico.

**JPEG:** Sigla en ingles de Joint Photographic Experts Group (Grupo conjunto de expertos en fotografía). Es un método de compresión y un formato de archivo.

**NEMA:** Siglas en ingles de National Electrical Manufacturers Association. NEMA es la asociación comercial para la industria de la transformación eléctrica, es además la mayor asociación comercial para los fabricantes de productos eléctricos en los Estados Unidos de América. Presenta una participación activa en la creación de estándares.

**PACS:** Siglas en ingles de Picture Archiving and Communication System (Sistema de Archivo y Transmisión de Imágenes). Es un sistema para la gestión, transmisión de imágenes médicas. Está formado por computadoras, redes y software que facilitan estas actividades.

**RAID:** Siglas en ingles de Redundant Array of Independent Disks, conjunto redundante de discos independientes, un sistema de almacenamiento que usa múltiples discos duros entre los que distribuye o replica los datos.

**RUP:** Siglas en inglés de Rational Unified Process, es un proceso de desarrollo de software que constituye la metodología estándar más utilizada para el análisis, implementación y documentación de sistemas orientados a objetos. El mismo es un conjunto de metodologías adaptables al contexto y necesidades de cada organización.

**RLE:** Sigla en ingles de Run-length encoding. Forma de compresión simple en donde los caracteres idénticos consecutivos se convierten en un código que consiste en el carácter y al lado el número de veces que se repite.

**SDK:** Sigla de Software Development Kit o Kit de Desarrollo de Software. Es un conjunto de herramientas de desarrollo brindadas por Windows que le permiten a un programador gestionar componentes como menús, diálogos, ventana.