

UNIVERSIDAD DE EL SALVADOR  
FACULTAD DE INGENIERIA Y ARQUITECTURA  
ESCUELA DE INGENIERIA DE SISTEMAS INFORMATICOS



**SISTEMA INFORMatico DE REGISTRO Y CONSULTA DE  
IMÁGENES MEDICAS PARA EL DEPARTAMENTO DE  
RADIOLOGIA DEL HOSPITAL NACIONAL ROSALES**

PRESENTADO POR:

**CARLOS ALBERTO CAÑENGUEZ CASTRO**

**MARIO ERNESTO CAÑENGUEZ CASTRO**

**BILLY LEOPOLDO HERNANDEZ BALETTE**

**KENY LISSETH HERNANDEZ ORTEZ**

PARA OPTAR AL TITULO DE:

**INGENIERO DE SISTEMAS INFORMÁTICOS**

CIUDAD UNIVERSITARIA, MAYO 2014

**UNIVERSIDAD DE EL SALVADOR**

**RECTOR :**

**ING. MARIO ROBERTO NIETO LOVO**

**SECRETARIA GENERAL :**

**DRA. ANA LETICIA ZAVALA DE AMAYA**

**FACULTAD DE INGENIERIA Y ARQUITECTURA**

**DECANO :**

**ING. FRANCISCO ANTONIO ALARCÓN SANDOVAL**

**SECRETARIO :**

**ING. JULIO ALBERTO PORTILLO**

**ESCUELA DE INGENIERIA DE SISTEMAS INFORMATICOS**

**DIRECTOR :**

**ING. JOSE MARIA SÁNCHEZ CORNEJO**

UNIVERSIDAD DE EL SALVADOR  
FACULTAD DE INGENIERIA Y ARQUITECTURA  
ESCUELA DE INGENIERIA DE SISTEMAS INFORMATICOS

Trabajo de Graduación previo a la opción al Grado de:

**INGENIERO DE SISTEMAS INFORMATICOS**

Título :

**SISTEMA INFORMatico DE REGISTRO Y CONSULTA  
DE IMÁGENES MEDICAS PARA EL DEPARTAMENTO DE  
RADIOLOGIA DEL HOSPITAL NACIONAL ROSALES**

Presentado por :

**CARLOS ALBERTO CAÑENGUEZ CASTRO**

**MARIO ERNESTO CAÑENGUEZ CASTRO**

**BILLY LEOPOLDO HERNANDEZ BALETTE**

**KENY LISSETH HERNANDEZ ORTEZ**

Trabajo de Graduación Aprobado por:

Docente Director :

**ING. JOSÉ MARIA SÁNCHEZ CORNEJO**

San Salvador, mayo 2014

Trabajo de Graduación Aprobado por:

Docente Director :

**ING. JOSE MARIA SÁNCHEZ CORNEJO**

**EN MEMORIA DE:**

**Ing. Silvia Esperanza Montano Guandique**

## **AGRADECIMIENTOS**

Agradecer primeramente a Dios por darme sabiduría y fortaleza ante los retos que se presentaron en mi formación académica.

Agradecer a mi madre Ana Cecilia Castro y a mi mamita Jesús Castro mis dos pilares que con su apoyo incondicional, logre culminar una meta importante en mi vida, por impulsarme a seguir adelante por decirme que no importa las veces que caiga sino cuantas veces me levanto y continuo hasta alcanzar mis metas. A mi hermano que siempre estaba acompañándome en mis locuras y por darme su apoyo en todo momento.

Agradecer a quien en vida fue nuestra docente asesor Ing. Silvia Montano, quien estuvo con nosotros al inicio de este proceso invirtiendo paciencia, profesionalismo, experiencia y su tiempo para orientarnos a lograr nuestro propósito.

Agradecer al Ing. José María Sánchez ya que sin su apoyo, confianza, experiencia, motivación y tiempo, no habríamos logrado terminar este proceso. Y a todos aquellos compañeros y amigos que formaron parte a lo largo de mi formación académica.

A mis amigos y compañeros de trabajo de graduación, Keny, Mario y Billy, por su paciencia, dedicación y todo su esfuerzo para que esta meta pudiera ser realidad, porque todas las horas, días y fines de semana que se sacrificaron dan su fruto, gracias por compartir esta experiencia conmigo y desearles los mejores éxitos como profesionales.

Agradecer al personal del Hospital Nacional Rosales, especialmente al departamento de radiología que nos brindó la oportunidad de desarrollar nuestro trabajo de graduación, al personal involucrado por brindarnos todo su apoyo, disponibilidad y tiempo dándonos la oportunidad de tener esta experiencia.

“Paz, fuerza y respeto”

***Carlos Alberto Cañenguez Castro***

## **AGRADECIMIENTOS**

Le agradezco a Dios por haberme acompañado y guiado a lo largo de mi carrera, por ser mi fortaleza en los momentos de debilidad, por darme sabiduría, salud, fortaleza y por brindarme una vida llena de aprendizajes, experiencias y sobre todo felicidad.

Le doy gracias a mi familia por apoyarme en todo momento, por los valores que me han inculcado, y por haberme dado la oportunidad de tener una excelente educación en el transcurso de mi vida. Sobre todo por ser un excelente ejemplo de vida a seguir.

Gracias a mi equipo de trabajo, por su apoyo, esfuerzo y dedicación, ya que a pesar de las adversidades por las que pasamos, hemos podido terminar esta etapa de nuestras vidas.

Agradezco, a quien en vida fue nuestra asesora, la Ing. Silvia Montano por darnos sus constantes consejos, por la paciencia que nos brindó en todas esas horas en las cuales nos apoyó y compartió su conocimiento, agradecer al Ing. José María Sánchez Cornejo por su dedicación para orientarnos y su experiencia que ha sido fundamental para la culminación de este trabajo.

***Mario Ernesto Cañenguez Castro***

## **AGRADECIMIENTOS**

Primero y ante todo a Dios, por ser la luz en la oscuridad, la paz en medio de la tormenta, la fuerza en mi corazón y la vida que corre por mis venas.

A mi familia, por su amor puro y apoyo incondicional. A mi padre, Billy Hernández, y a mi madre, Mirtle Balette, por su increíble sacrificio, porque siempre creyeron en mí y por haberme enseñado a siempre dar lo mejor de mí.

Agradecerles a mis amigos que conformaron el equipo de trabajo de graduación, por nunca bajar los brazos a pesar de todo, por todos sus sacrificios, su garra y compromiso indiscutible por salir adelante. ¡Lo logramos!

Por supuesto a la Ing. Silvia Montano, por ser nuestra guía a lo largo de todo el trayecto, por compartirnos de su conocimiento y experiencia profesional, y por exigirnos una y otra vez a hacer las cosas de la mejor forma posible. Siempre estará en mi memoria.

Y por último, gracias a ese puñado de personas que estuvieron conmigo en mis alegrías y tristezas, en mis logros y fracasos, porque de alguna forma contribuyeron a que pudiera llegar a la meta.

Gracias por haberme hecho la persona que soy ahora.

***Billy Leopoldo Hernández Balette***

## **AGRADECIMIENTOS**

Mis más sinceros agradecimientos,

Primeramente a Dios por permitirme cumplir con mi meta profesional, por ser mi fortaleza y guía en cada momento a lo largo de mi carrera.

Especialmente a mi familia por estar siempre a mi lado pendientes de todo. A mis padres por brindarme su apoyo a lo largo de mi vida, confiar en mí y darme la oportunidad de estudiar esta carrera. A mis hermanos porque siempre estuvieron ahí cuando los necesite.

A mis profesores por compartir conmigo sus conocimientos y experiencias, preparándome para los retos profesionales que se presenten. En especial a nuestra asesora Inga. Silvia Montano por todo el tiempo que dedico, que aunque Dios no le permitió culminar con nosotros este trabajo de graduación, fue una excelente guía de quien obtuve muchas enseñanzas.

Gracias a todas esas personas importantes en mi vida, amigos, compañeros y conocidos, que siempre estuvieron listos para brindarme su ayuda, por compartir conmigo muchos momentos que hicieron de mi paso por la universidad una grata experiencia.

A mis compañeros de grupo por tenerme paciencia y no rendirse nunca a pesar de todos los obstáculos.

A todos y a cada uno de ellos les dedico cada una de las páginas de este documento.

***Keny Lisseth Hernández Ortez***

## Contenido

INTRODUCCIÓN.....	13
OBJETIVOS .....	15
General.....	15
Específicos .....	15
CAPITULO I: INVESTIGACIÓN PRELIMINAR.....	16
ANTECEDENTES .....	16
MARCO TEORICO.....	17
FORMULACIÓN DEL PROBLEMA.....	19
ALCANCES Y LIMITACIONES.....	20
IMPORTANCIA .....	21
JUSTIFICACIÓN .....	22
RESULTADOS ESPERADOS .....	23
DESCRIPCIÓN DEL SISTEMA PROPUESTO.....	23
METODOLOGÍA PARA RESOLVER EL PROBLEMA .....	24
CAPITULO II: ANÁLISIS DE LA SITUACIÓN ACTUAL .....	31
SITUACIÓN ACTUAL.....	31
Enfoque de sistemas .....	32
ANÁLISIS DE LA SITUACIÓN ACTUAL .....	49
DIAGNÓSTICO.....	55
ALTERNATIVAS DE SOLUCIÓN .....	55
ANÁLISIS DE LA SITUACIÓN PROPUESTA.....	56
Personas clave.....	56
Catálogo de requerimientos de usuario.....	58
Casos de uso.....	71
Modelo del sistema .....	75
Requerimientos operativos.....	79
Requerimientos de desarrollo.....	88
Validación de requerimientos.....	93
Estrategias de prueba.....	94
CAPITULO III: DISEÑO .....	98

DISEÑO DE ESTÁNDARES.....	98
Estándares de interfaz.....	98
Estándares de base de datos.....	102
Estándares de programación .....	105
Estándares de documentación.....	107
DISEÑO ARQUITECTÓNICO.....	109
Diagrama de contexto arquitectónico .....	109
Modelo vista controlador (MVC).....	111
CLASES POR CAPAS.....	112
Capa de negocio .....	112
Capa de datos.....	113
MODELO DE DATOS.....	116
Modelo lógico.....	116
Modelo físico.....	117
Diccionario de datos.....	118
Reglas de integridad referencial .....	119
INTERFAZ DE USUARIO.....	120
Pantallas de Salida.....	120
Pantalla de Entrada .....	122
Mensajes de Dialogo .....	124
Informes .....	125
INTERFAZ EXTERNA .....	130
Interfaz externa con el Sistema de Atención a Pacientes (SIAP).....	130
Interfaz externa con el Servidor PACS.....	130
DISEÑO A NIVEL DE COMPONENTES.....	131
Diagrama de componentes .....	131
Lógica de componentes .....	132
Diagrama de actividad.....	132
DISEÑO DE SEGURIDAD.....	133
DISEÑO DEL PLAN DE PRUEBAS.....	136
CASOS DE PRUEBA.....	138

CAPITULO IV: CONSTRUCCIÓN Y PRUEBAS .....	139
HERRAMIENTAS DE DESARROLLO .....	139
ELEMENTOS DE BASE DE DATOS .....	140
PROGRAMACIÓN.....	141
ESTRUCTURA DE ARCHIVOS .....	143
PLAN DE PRUEBAS.....	145
CASOS DE PRUEBA.....	147
BIBLIOGRAFÍA.....	150
Libros.....	150
Páginas web.....	150
ANEXOS .....	152
Anexo 1. Estudios realizados en el departamento de radiología.....	152
Anexo 2. Boleta de solicitud de exámenes .....	154
Anexo 3. Comparación entre diferentes ciclos de vida.....	158
Anexo 4. Comparación entre diferentes enfoques de desarrollo.....	160
Anexo 5. Comprobantes con indicaciones, fecha y hora para toma de estudio.....	161
Anexo 6. Ejemplo de reporte de lectura del estudio .....	164
Anexo 7. Libro de estudios entregados.....	165
Anexo 8. Libro de préstamos de estudios a pacientes.....	166
Anexo 9. Libro de préstamos de estudios a médicos.....	167
Anexo 10. Encuesta .....	168
Anexo 11. Cuadro comparativo de los diferentes algoritmos de encriptación .....	170

## INTRODUCCIÓN

En la actualidad toda organización exitosa se ha concientizado de la importancia del manejo de la información por medio de la tecnología como elemento que facilite su administración. Las instituciones de salud públicas no son la excepción, estas manejan grandes cantidades de información de vital importancia para brindar una atención de calidad a los pacientes, sin embargo en muchas ocasiones esta calidad se ve afectada por la carencia de sistemas que faciliten la gestión de la información.

Es por esto que El Hospital Rosales en busca de aprovechar las ventajas del apoyo de la tecnología en los servicios que brinda a sus pacientes a través del departamento de radiología, ha tenido la iniciativa de poner en marcha el proyecto de desarrollo de un sistema informático de registro y consulta de imágenes médicas para dicho departamento que facilite a los médicos la consulta de un historial de estudios radiológicos y de esta manera poder brindar diagnósticos oportunos.

Bajo este contexto, el presente documento se enmarca el desarrollo del proyecto iniciando con los objetivos generales y específicos que representan las metas que se han alcanzado en el desarrollo y éxito del proyecto.

Luego está el capítulo I, en el cual se describen los antecedentes del proyecto, la justificación y su importancia, así como los alcances que muestran los resultados que garantizan que se alcanzaron y las limitaciones vistas en el desarrollo.

En el capítulo II, en el cual muestra el desarrollo del proyecto específicamente la parte del Análisis y el Diseño, este capítulo es donde se describe los requerimientos del sistema, y se emplean diagramas de modelado UML tales como Casos de Uso, diagramas de secuencia, de clase, de estado, los cuales ayudaron a realizar un mejor análisis.

En el capítulo III, muestra la parte fundamental como es el diseño que comprende, el diseño de datos, el arquitectónico, de las interfaces, de componentes, de la seguridad y de los errores, así como los elementos de interfaz interna y externa modelo de datos que ayudaron a construir el sistema.

Con el capítulo IV, el cual está dividido en la construcción del sistema en que se detalla las herramientas de desarrollo, elementos de la base de datos y el plan de pruebas del sistema en el que se detalla que tipo de pruebas se le realizada al sistema.

Finalizando con el capítulo V, que es el plan de implementación el cual está dividido en la preparación inicial, instalación y configuración, las pruebas realizadas al sistema y capacitaciones lo que nos ayudara a la puesta en marcha del sistema.

Este documento muestra un resumen de lo que ha sido el proceso de desarrollo del sistema informático, mostrando las partes más relevantes del mismo y el cual permitirá al usuario consultar si es necesario.

## OBJETIVOS

### General

- Desarrollar un sistema informático de registro y consulta de imágenes médicas para el departamento de radiología del Hospital Nacional Rosales de El Salvador que permita mejorar la atención brindada a los pacientes que solicitan los servicios de diagnóstico por imagen.

### Específicos

- Analizar el proceso de registro y consulta de exámenes médicos del departamento de radiología para identificar el problema y así poder plantear una alternativa de solución.
- Determinar los requerimientos informáticos, operativos y de desarrollo para obtener las especificaciones del sistema informático.
- Diseñar una solución que cumpla con las necesidades y especificaciones definidas por el usuario, siguiendo los estándares de desarrollo establecidos por el departamento de informática del hospital.
- Construir los componentes que conformarán el sistema informático con base a las especificaciones obtenidas en el diseño, garantizando el buen funcionamiento del sistema y la aceptación del usuario, mediante la ejecución de un plan de pruebas definido.
- Elaborar la documentación del sistema informático, que incluye el manual técnico, manual de usuario, manual de instalación.
- Elaborar el plan de implementación del sistema informático que permita guiar su puesta en marcha.

## CAPITULO I: INVESTIGACIÓN PRELIMINAR

### ANTECEDENTES

En los últimos años, el departamento de radiología ha recibido diversas contribuciones para potenciar la calidad de sus servicios principalmente en instalaciones y equipo.

En el año 2007, la Fundación Salvadoreña para el Desarrollo de la Salud (FUSAL) donó un equipo que permite la digitalización de imágenes en el formato DICOM<sup>1</sup>. Por otra parte, Japón realizó una donación de aproximadamente 6.6 millones de dólares en equipo y capacitación.

La dirección del departamento de radiología, tomando en cuenta la necesidad de contar con un registro histórico de imágenes médicas y considerando los recursos disponibles, realizó la propuesta a la dirección general del hospital, de implementar un sistema de registro y consulta de imágenes médicas, aprovechando la digitalización de imagen que le permiten los equipos con los que ahora cuenta el hospital.

---

<sup>1</sup> DICOM: es un estándar para el manejo, almacenamiento, impresión y transmisión de información en imágenes médicas. Incluye una definición de formato de archivo y un protocolo de comunicaciones de red. El protocolo de comunicación es un protocolo de aplicación que utiliza TCP / IP para la comunicación entre los sistemas. Archivos DICOM pueden ser intercambiados entre dos entidades que son capaces de recibir la imagen y los datos del paciente en formato DICOM. La Asociación Nacional de Fabricantes Eléctricos (NEMA) tiene la propiedad intelectual de la presente norma. Fue desarrollado por el Comité de Normas de DICOM, cuyos miembros son también en parte los miembros de NEMA.

## MARCO TEORICO

La **radiología** es la especialidad médica y odontológica que se ocupa de generar imágenes del interior del cuerpo mediante diferentes agentes físicos (rayos X, ultrasonidos, campos magnéticos, etc.) y de utilizar estas imágenes para el diagnóstico y, en menor medida, para el pronóstico y el tratamiento de las enfermedades. También se le denomina genéricamente radiodiagnóstico o diagnóstico por imagen.

La radiología debe distinguirse de la radioterapia, que no utiliza imágenes, sino que emplea directamente la radiación ionizante (rayos X de mayor energía que los usados para diagnóstico, y también radiaciones de otro tipo) para el tratamiento de las enfermedades (por ejemplo, para detener o frenar el crecimiento de aquellos tumores que son sensibles a la radiación).

La Organización Mundial de la Salud (OMS) reconoce esencialmente tres niveles en los servicios de radiodiagnóstico:

- Servicio de Radiología Básica
- Servicio de Radiología General
- Servicio de Radiología Especializada

### **A. Servicio de Radiología Básica (SRB)**

Es el servicio de radiología más periférico instalado en el primer nivel de asistencia (centros de salud, hospitales pequeños). El equipo radiológico consiste en un solo aparato radiográfico, sin fluoroscopia.

En el servicio de radiología básica se pueden ejecutar la mayoría de los procedimientos radiográficos convencionales (tórax, abdomen, óseo, etc.) y aunque normalmente no se incluyen entre ellos los estudios con medios de contraste, en estos servicios se pueden realizar ciertos exámenes como urografía intravenosa, colecistografía y otros que no necesiten del uso de la fluoroscopia. Las radiografías obtenidas por el SRB son interpretadas por el médico general a cargo del diagnóstico y tratamiento de los pacientes. Dicho generalista debe adquirir una formación suplementaria en radiología especialmente dedicada a la interpretación de los exámenes sencillos.

### **B. Servicio de Radiología General (SRG)**

Representa el segundo nivel de la radiología y funciona en hospitales intermedios y grandes. Generalmente, en este nivel, hay varios aparatos instalados, uno o varios radiólogos y técnicos especialistas. Se efectúan la mayoría de los exámenes radiológicos (incluyendo los estudios mediante fluoroscopia), con excepción de algunas técnicas especializadas (angiografía).

### **C. Servicio de Radiología Especializada (SRE)**

Representa el tercer nivel, es decir el más avanzado de la radiología en un país y está situado generalmente en un hospital universitario o en un centro de especialidades médicas. El SRE es generalmente un SRG con equipo suplementario que le permite efectuar los estudios especializados que no se pueden hacer en el SRG. En el SRE se pueden formar radiólogos y técnicos en radiología

así como estudiantes de medicina. Es posible realizar cualquier tipo de exploración, incluyendo la angiografía, intervencionismo, TAC digital, mamografía, etc.

En los países en desarrollo se pueden encontrar distintas alternativas y combinaciones de los dos niveles (general y especializada).

### Tipos de radiación

Se denomina **radiación directa o primaria** a la radiación que emerge del tubo de rayos X en la dirección de utilización, suele ser unas 300-3000 veces mayor que la radiación secundaria.

La **radiación residual** es la radiación directa tras atravesar al paciente.

Entendemos por **radiación dispersa** aquella que se genera como consecuencia de dispersiones entre el haz directo y los absorbentes interpuestos en su trayectoria, tales como el paciente, los accesorios o el aire.

**Radiación de fuga** sería la radiación que escapa al blindaje (es necesario blindar todo el tubo salvo la ventana de salida).

Y por último denominamos **radiación secundaria** a la radiación de fuga más la radiación dispersa.

### Estándar DICOM

**DICOM (Digital Imaging and Communication in Medicine)** es el estándar reconocido mundialmente para el intercambio de imágenes médicas, pensado para el manejo, almacenamiento, impresión y transmisión de imágenes médicas. Incluye la definición de un formato de fichero y de un protocolo de comunicación de red. El protocolo de comunicación es un protocolo de aplicación que usa TCP/IP para la comunicación entre sistemas. Los ficheros DICOM pueden intercambiarse entre dos entidades que tengan capacidad de recibir imágenes y datos de pacientes en formato DICOM.

DICOM permite la integración de escáneres, servidores, estaciones de trabajo, impresoras y hardware de red de múltiples proveedores dentro de un sistema de almacenamiento y comunicación de imágenes. Las diferentes máquinas, servidores y estaciones de trabajo tienen una declaración de conformidad DICOM (conformance statements) que establece claramente las clases DICOM que soportan.

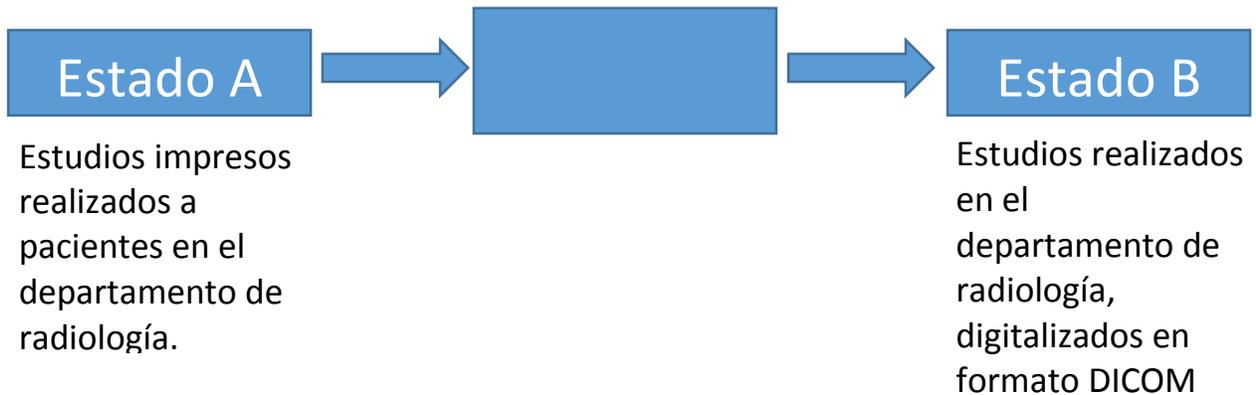
DICOM ha sido adoptado ampliamente por hospitales y está haciendo incursión en pequeñas aplicaciones de oficinas de dentistas y de médicos.

### Formatos de datos DICOM

DICOM se diferencia de otros ficheros de datos en que agrupa la información dentro de un conjunto de datos. Es decir, una radiografía por ejemplo, contiene el ID de paciente junto con ella, de manera que la imagen no puede ser separada por error de su información.

Los ficheros DICOM consisten en una cabecera con campos estandarizados y de forma libre, y un cuerpo con datos de imagen. Un objeto DICOM simple puede contener solamente una imagen, pero esta imagen puede tener múltiples "fotogramas" (frames), permitiendo el almacenamiento de bloques de cine o cualquier otros datos con varios fotogramas. Los datos de imagen puede estar comprimidos usando gran variedad de estándares, incluidos JPEG, JPEG Lossless, JPEG 2000, LZW y Run-length encoding (RLE).

## FORMULACIÓN DEL PROBLEMA

**Análisis del problema****Entrada**

Variable de entrada	Limitaciones de entrada
Área de donde se solicita el estudio	Incluye solo las tres áreas del hospital
Tipo de estudio a realizar	Cualquiera de los que ofrece el departamento de radiología (ver anexo 1 en la página 152 y 153 )

**Salida**

Variable de salida	Limitaciones de salida
Resolución de la imagen	Resoluciones no menores a 1 megapixel
Lectura de imagen	Ninguna

**Variables de solución**

- Técnicas de compresión y codificación sobre imágenes médicas
- Métodos de almacenamiento de la imagen
- Sistemas de impresión y/o distribución
- Cantidad de estudios a realizar

**Restricciones**

- Estándar DICOM para la digitalización de la imagen médica
- Ancho de banda de la red igual o mayor a 100mbps
- Se realizan 8 estudios cada media hora

## Criterios

- Facilidad de manejo
- Confiabilidad de la información
- Seguro
- Rapidez de respuesta
- Facilidad de mantenimiento

## Uso

En promedio, anualmente se realizarán 107,699 estudios en el departamento de radiología.

## ALCANCES Y LIMITACIONES

### Alcances

Al concluir todas las etapas del desarrollo del proyecto se tendrán:

- Las especificaciones de requerimientos del Sistema informático de registro y consulta de imágenes médicas del departamento de radiología del Hospital Nacional Rosales.
- Las especificaciones de diseño del Sistema informático de registro y consulta de imágenes médicas del departamento de radiología del Hospital Nacional Rosales.
- Un sistema informático operacional, probado y en etapa de instalación que permitirá el registro y consulta de imágenes médicas.
- La documentación necesaria que incluirá el manual de usuario, manual de instalación y manual técnico.
- El plan de pruebas que avala la calidad del software.
- El plan de implementación para poner el sistema informático en producción.

### Limitaciones

Debido a que el Hospital Rosales cuenta con un presupuesto limitado se ha optado por utilizar herramientas de desarrollo de software libre, tomando en cuenta los estándares del Ministerio de Salud los cuales son:

- Debian 7 Wheezy, como sistema operativo.
- Symfony2, para el desarrollo del sistema informático.
- Postgresql 9.1, como gestor de base de datos.

## IMPORTANCIA

La implementación del sistema informático de registro y consulta de imágenes médicas para el departamento de radiología del Hospital Nacional Rosales, permitirá mejorar la eficiencia y efectividad en el proceso de toma de estudios radiológicos, facilitando su registro y consulta beneficiando significativamente tanto a los pacientes como al personal del departamento.

En el caso de los 85,000 pacientes en promedio al año que atiende el departamento, se beneficiarán con la implementación del sistema informático recibiendo una atención médica más eficiente evitando que tengan que repetir todo el proceso de realización del estudio cada vez que se produzca un extravío o se dañe el que se tenía con anterioridad. De la misma manera se verán beneficiados con la disponibilidad de un historial de estudios radiológicos, que permitirá llevar un mejor seguimiento de su tratamiento.

En cuanto al personal de radiología estará en la capacidad de realizar sus actividades con mayor eficiencia, por una parte, reduciendo el trabajo que implica escribir en el libro de censos la información de los estudios realizados durante el día, lo cual le toma a la secretaria de recepción un promedio de 2 horas diarias, brindando la posibilidad de utilizar este tiempo para otras actividades. Por otra parte, se reducirá totalmente el tiempo en que se consolidan los datos para los informes solicitados por la dirección de radiología y los que se envían al Ministerio de Salud Pública y Asistencia Social, a la vez que permitirá contar con la información de manera oportuna y precisa para la toma de decisiones.

Finalmente con la implementación de sistema informático facilitará al personal que brinda atención médica sus actividades dejando a su disposición la información del historial de estudios radiológicos de los pacientes, permitiéndole realizar un diagnóstico de manera oportuna y segura.

## JUSTIFICACIÓN

En El Salvador, según estadísticas del ministerio de salud pública y asistencia social de 6,744,113 millones de habitantes para el 2012, un 60% son atendidos por el Hospital Rosales, los cuales pueden ser referidos de cualquier otro hospital de la red nacional o atendidos directamente a través de las tres áreas del hospital (emergencia, hospitalización y consulta externa), muchos de ellos pertenecen a familias con recursos limitados por lo que no tienen acceso a la red privada de hospitales.

De este porcentaje de población el departamento de radiología registra una atención de aproximadamente 85,000 pacientes al año que acuden a realizarse estudios solicitados por los médicos de las tres áreas del hospital, para el diagnóstico de sus enfermedades.

En todo centro de salud es imprescindible contar con un buen servicio radiológico que favorezca un rápido y eficaz diagnóstico de la enfermedad o patología que tenga el paciente. Y no es suficiente un buen equipo de radiodiagnóstico, sino uno que cuente con los últimos avances tecnológicos, pues en este aspecto las nuevas tecnologías inciden en una mejor atención al paciente.

El departamento de radiología del Hospital Rosales posee el equipo tecnológico que permite la digitalización de imágenes médicas, pero no cuenta con un mecanismo capaz de llevar a cabo el almacenamiento de dichas imágenes ni de transmitirlos a todas las dependencias que brindan servicio en el hospital. Por lo que no es posible llevar un registro histórico de los estudios realizados a los pacientes, siendo este el principal problema, ya que en ocasiones es necesario repetir el procedimiento de realización del estudio que incluye la asignación de la cita, toma de la placa y la transcripción del diagnóstico. Este problema genera costos en los que el hospital incurre para reponer dichos estudios, que ascienden a \$22.00 por paciente aproximadamente, sin incluir los costos adicionales de hospitalización que se generan por no tener el diagnóstico a tiempo, es por ello que surge la necesidad de desarrollar un sistema informático que permita dar un mejor servicio, aprovechando al máximo el uso de la tecnología existente.

En ese sentido el desarrollo del sistema informático de registro y consulta de imágenes médicas para el departamento de radiología beneficiará a los pacientes que atiende anualmente el Hospital Rosales al evitar que estos tengan que pasar por todo el proceso de preparación para la toma de estudios, lo cual resulta incómodo para el paciente y provoca un retraso en su tratamiento, ocasionando una posible complicación en su estado de salud. Así mismo reducirá notablemente el tiempo en que se generan los informes estadísticos y gerenciales brindando además confiabilidad de los datos que se presentan en ellos, por lo que el desarrollo del proyecto es de gran impacto social para el país.

## RESULTADOS ESPERADOS

Con el desarrollo del sistema se espera tener los siguientes resultados:

- Evitar la redundancia de los datos de los pacientes, cuando son registrados en recepción al momento de darle una cita.
- Disminuir el consumo de recursos como: libros de citas, libros de censos, lapiceros, papel y reactivos contaminantes para el medio ambiente.
- Disponibilidad de historial de estudios radiológicos para ser consultado desde las tres áreas de atención del hospital.
- Disponibilidad oportuna de la información gerencial y estadística.
- Disminuir la repetición de los estudios en caso de pérdida o extravíos y los costos que implica hacerlos de nuevo.
- Disminuir el tiempo en la elaboración de reportes.
- Mejorar la atención a los pacientes por medio de la disponibilidad de los estudios

## DESCRIPCIÓN DEL SISTEMA PROPUESTO

El sistema informático proveerá una plataforma capaz de dar apoyo en el proceso de atención a pacientes en este departamento de radiología del hospital, que inicia con la recepción de la boleta de solicitud del estudio (ver anexo 2 en página 154), a partir de la cual, el sistema permitirá programar una cita o registrar un estudio radiológico al paciente, posteriormente a la toma del estudio, el sistema dará apoyo al almacenamiento de las imágenes médicas mediante una interfaz que permitirá recibirlas desde los equipos médicos en los que se tomen las imágenes. Luego el sistema permitirá almacenar la transcripción de la lectura hecha por el medico radiólogo, dicha transcripción estará enlazada a las imágenes que fueron almacenadas para cada paciente.

Por otra parte, facilitará la gestión de las áreas a las que se da atención y de los estudios que se realizan en ellas, así como la información de interés requerida tanto por el Ministerio de Salud Pública y Asistencia Social como por la dirección del departamento mismo.

De esta forma el sistema informático a desarrollar estará en la capacidad de proporcionar confiabilidad y confidencialidad de la información, agilizar los tiempos de respuesta en los procesos, facilitar el almacenamiento y el acceso a la información de los estudios realizados.

Este sistema estará compuesto por los siguientes subsistemas:

### ✓ **Subsistema de gestión de citas y atención al paciente**

Permitirá al usuario asignar la fecha y hora en la que se hará el estudio al paciente. Además de registrar los pacientes que son atendidos de las diferentes áreas por el departamento de radiología.

✓ **Subsistema de transcripción de Diagnóstico**

Permitirá almacenar la lectura de los estudios que aún están en proceso de transcripción, la cual se agregara a la imagen respectiva en el historial de estudios radiológicos de cada paciente.

✓ **Subsistema de consulta de imagen y diagnóstico del paciente**

Permitirá tener acceso al historial de estudios radiológicos realizados a cada paciente y así poder proporcionar un mejor tratamiento.

✓ **Subsistema de generación de informes**

Proporcionará informes estadísticos que serán enviados al Ministerio de salud e informes gerenciales para la dirección del departamento de radiología que ayude en la toma de decisiones.

El sistema informático compartirá datos con el Sistema de Atención a Pacientes (SIAP), mediante una interfaz sistema-sistema que permitirá tener acceso a información relacionada con el paciente y al servidor de imágenes médicas (PACS) que permitirá tener acceso a las imágenes radiológicas de los estudios.

## METODOLOGÍA PARA RESOLVER EL PROBLEMA

### Modelo de ciclo de vida

Luego de evaluar las ventajas y desventajas presentadas ver en el anexo 3 páginas 158 y 159, presentar una estructura organizada y definir claramente las fases que se van a desarrollar, teniendo claro en todo momento lo que se va a realizar en cada una de ellas, se ha decidido utilizar el **ciclo de vida clásico o en cascada**, además de la experiencia que tiene el equipo de trabajo en el uso de este.

El modelo en cascada es un proceso de desarrollo secuencial, en el que el desarrollo se ve fluyendo hacia abajo (como una cascada) sobre las fases que componen el ciclo de vida.

El proyecto se desarrollará en 6 etapas, definidas de acuerdo al **ciclo de vida clásico** de proyectos de desarrollo de software. Dichas etapas son: investigación preliminar, determinación de requerimientos y análisis, diseño, construcción o programación, prueba, documentación e implementación.

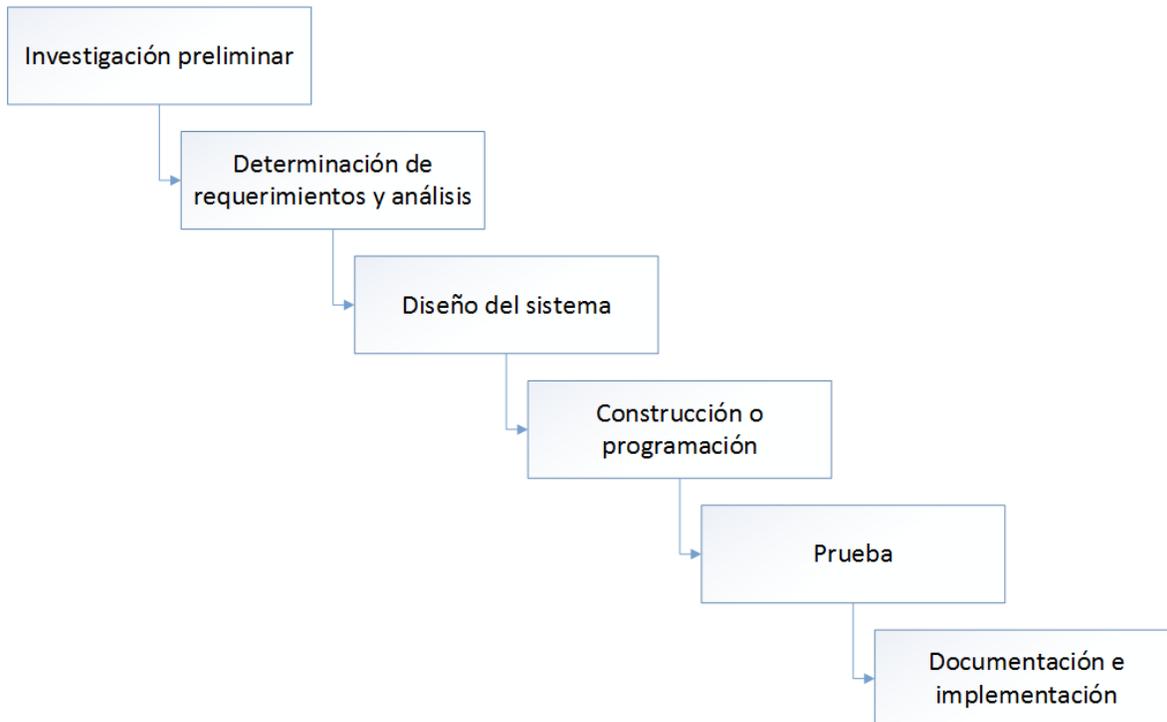


Figura 1. Ciclo de vida clásico

## Etapas:

### 1. Investigación Preliminar

Consiste en una investigación de los procesos que realizan en el departamento de Radiología del Hospital Rosales, con el fin de delimitar y describir la situación actual por medio de diversas técnicas y herramientas para la recolección de la información.

### 2. Determinación de Requerimientos y Análisis

Esta etapa tiene como finalidad determinar con exactitud qué es lo que el cliente quiere. Las actividades a realizar están orientadas a obtener las características necesarias que deberá poseer el nuevo sistema. Los requerimientos se deben expresar por escrito lo más claro posible para evitar malas interpretaciones, llegando a un acuerdo entre ambas partes.

Otro punto a destacar en esta etapa es comprender el impacto que el sistema tendrá para el negocio, identificando el problema principal al cual se le dará solución.

### 3. Diseño del sistema

En esta etapa es donde se crea una representación del software mediante un diseño de interfaz, acorde a los requerimientos del usuario establecidos en la etapa de requerimientos y análisis. La

representación del diseño proporciona detalles acerca de las técnicas de estructura de datos, modelo lógico, modelo físico, diccionario de datos, modelo arquitectónico, diseño de plan de pruebas, diseño de interfaces de salida y entrada, que son necesarios para implementar el sistema.

#### 4. Construcción o Programación

Para esta etapa se toman las especificaciones establecidas en el documento de diseño, para luego construir el sistema informático por medio de un lenguaje de programación utilizando el enfoque orientado a objetos así como también la construcción de la base de datos.

#### 5. Prueba

En esta etapa, con la guía de un plan de pruebas previamente definido, se comprueba que el sistema funciona correctamente y cumple con los requisitos.

#### 6. Documentación e Implementación.

En esta etapa se elaborarán los manuales del sistema informático construido, los cuales son:

- ✓ Manual de Usuario
- ✓ Manual Técnico
- ✓ Manual de Instalación

Además se elaborará el plan de implementación, el cual contendrá los pasos a seguir para poner en marcha el sistema informático desarrollado.

#### Enfoque de desarrollo

Además de las ventajas y desventajas presentadas ver en el anexo 4 páginas 160, el equipo de trabajo decidió utilizar el **enfoque orientado a objetos**, debido a la experiencia adquirida en el uso de este enfoque, ya que permite apoyarse en cuatro principios.

Estos principios son: la abstracción, encapsulamiento, modularidad y herencia.

- Abstracción, este principio resulta útil ya que permite concentrarse en aquellos aspectos que son relevantes para el objeto de estudio.
- El encapsulamiento que tiene como idea central esconder los detalles y mostrar lo relevante.
- Modularidad, permite tener independencia entre las diferentes partes de un sistema. La modularidad consiste en dividir un programa en módulos o partes, que pueden ser compilados separadamente, pero que tienen conexiones con otros módulos.
- Herencia, permite evitar repetición de código y la reutilización del mismo.

El paradigma orientado a objetos trata los procesos y los datos de forma conjunta, es decir, modulariza tanto la información como el procesamiento. No está restringido a programas de computadora, sino que cubre sistemas enteros de distinto tipo.

Para aplicar el enfoque orientado a objetos en el desarrollo del proyecto se definen las siguientes etapas:

### **Determinación de Requerimientos y Análisis**

En este método de análisis se crea un conjunto de modelos utilizando una notación acordada como el lenguaje unificado de modelado (UML). Se aplican técnicas de modelado de objetos para analizar los requerimientos para un contexto y para identificar una solución para mejorar los procesos involucrados. Las metodologías son casos de uso guiados a través de los requerimientos obtenidos.

Para el análisis de los requerimientos los procesos y las necesidades de los negocios se descubren y se expresan en los casos de uso.

Luego de identificar los procesos y el personal, se definen las responsabilidades a fin de efectuar las tareas necesarias para llevar a cabo un proceso.

Durante esta etapa se procura identificar y describir los objetos dentro del dominio del problema.

Elementos a utilizar en la etapa de análisis:

- Diagramas de casos de uso: se establecen posibles escenarios (secuencias de interacción entre actores y sistema).
- Descripción de los casos de uso: complementa los casos de uso describiéndolos para tener un mejor entendimiento de los elementos que intervienen.
- Modelo conceptual: es el esquema donde se muestran los conceptos del mundo real.
- Diagramas de secuencia: describe, en el curso particular de los eventos de un caso de uso, los actores externos que interactúan directamente con el sistema y con los eventos del sistema generados por los actores. En el diagrama el tiempo avanza hacia abajo, y el ordenamiento de los eventos deberán seguir el orden indicado en el caso de uso.

### **Diseño del sistema**

El diseño orientado a objetos es la disciplina que define los objetos y sus interacciones para resolver un problema de negocio que fue identificado y documentado durante el análisis orientado a objetos.

En esta etapa se piensa en términos de objetos, en vez de procedimientos, al momento de planificar el código. Un objeto agrupa datos encapsulados y procedimientos para representar una entidad.

La 'interfaz del objeto', esto es, las formas de interactuar con el objeto, también se definen en esta etapa.

Durante el diseño se procura describir los objetos lógicos del software que finalmente serán implementados en un lenguaje de programación orientado a objetos.

Elementos a utilizar en la etapa de diseño:

- Diagrama de colaboración: explica gráficamente cómo los objetos interactúan a través de mensajes para realizar las tareas en un formato de grafo o red.

- Diagrama de clase: describe gráficamente las especificaciones de las clases de software y de las interfaces en una aplicación. Contiene la definición de las entidades en vez de conceptos del mundo real.
- Modelado de Bases de datos: es un tipo de modelo de datos que determina la estructura lógica de una base de datos y de manera fundamental determina el modo de almacenar, organizar y manipular los datos.

### Construcción o Programación

La programación orientada a objetos es un paradigma que utiliza objetos como elementos fundamentales en la construcción de la solución. Primero se definen objetos para luego enviarles mensajes solicitándoles que realicen sus métodos por sí mismos.

Se implementan los componentes del diseño. Los elementos de UML creados en la fase de diseño servirán de entrada en el proceso de generación del código. La creación del código se realizará en el lenguaje de programación PHP.

### Técnicas

Técnicas	Descripción	Etapas de aplicación
Enfoque de sistemas	<p>Es un esquema metodológico que sirve como guía para la solución de problemas, en especial hacia aquellos que surgen en la dirección o administración de un sistema, al existir una discrepancia entre lo que se tiene y lo que se desea, su problemática, sus componentes y su solución.</p> <p>El enfoque de sistemas son las actividades que determinan un objetivo general y la justificación de cada uno de los subsistemas, las medidas de actuación y estándares en términos del objetivo general, el conjunto completo de subsistemas y sus planes para un problema específico.</p>	Investigación Preliminar
Caja Negra	<p>En teoría de sistemas, se denomina caja negra a aquel elemento que es estudiado desde el punto de vista de las entradas que recibe y las salidas o respuestas que produce, sin tener en cuenta su funcionamiento interno. En otras palabras, de una caja negra nos interesará su forma de interactuar con el medio que le rodea (en ocasiones, otros elementos que también podrían ser cajas negras) entendiendo qué es lo que hace, pero sin dar importancia a cómo lo hace. Por tanto, de una caja negra deben estar muy bien definidas sus entradas y salidas, es decir, su interfaz; en cambio, no se precisa definir ni conocer los detalles internos de su funcionamiento.</p>	Investigación preliminar

Lluvia de ideas	Es una técnica que apunta a crear un ambiente propio de creatividad en grupo, se distingue de dos etapas, la creación de ideas y el momento de la evaluación de estas.	Investigación preliminar
Diagrama de Causa-Efecto	Consiste en una representación gráfica sencilla en la que puede verse de manera relacional una especie de espina central, que es una línea en el plano horizontal, representando el problema a analizar, que se escribe a su derecha.	Investigación preliminar
Diagrama de procesos	Es una representación gráfica de los pasos que se siguen en toda una secuencia de actividades, dentro de un proceso o un procedimiento, identificándolos mediante símbolos de acuerdo con su naturaleza; incluye, además, toda la información que se considera necesaria para el análisis, tal como distancias recorridas, cantidad considerada y tiempo requerido.	Investigación preliminar

## Herramientas

Herramienta	Descripción	Etapas de aplicación
Entrevista	Es un instrumento empleado para la recolección de datos, utilizados para la obtención de requerimientos y el análisis. Una entrevista no es casual sino que es un diálogo interesado, con un <u>acuerdo</u> previo y unos intereses y expectativas por ambas partes.	<ul style="list-style-type: none"> <li>• <b>Investigación preliminar</b></li> <li>• <b>Determinación de requerimientos y diseño</b></li> </ul>
Observación	La observación es el método fundamental de obtención de datos de la realidad, que consiste en obtener información mediante la percepción intencionada y selectiva, ilustrada e interpretativa de un objeto o de un fenómeno determinado.	<ul style="list-style-type: none"> <li>• <b>Investigación preliminar</b></li> </ul>
UML	Lenguaje gráfico para visualizar, especificar, construir y documentar un sistema. Ofrece un estándar para describir un "plano" del sistema (modelo), incluyendo aspectos conceptuales tales como procesos de negocio, funciones del sistema, y aspectos concretos como expresiones de lenguajes de programación y esquemas de bases de datos.	<ul style="list-style-type: none"> <li>• <b>Determinación de requerimientos y análisis</b></li> <li>• <b>Diseño</b></li> </ul>
Lenguaje de programación PHP	Es ampliamente utilizado para fines generales lenguaje de scripting que es especialmente adecuado para desarrollo web y puede ser embebido en HTML	<ul style="list-style-type: none"> <li>• <b>Construcción o Programación</b></li> </ul>
Procesador de texto	Es una aplicación muy flexible y rápida que permitirá la realización, modificación, almacenamiento e impresión de la documentación generada durante el proyecto.	<ul style="list-style-type: none"> <li>• <b>Durante todo el ciclo de vida de desarrollo del proyecto</b></li> </ul>
Gestor de Bases de Datos	Es un conjunto de programas que permiten el almacenamiento, modificación y extracción de la información en una base de datos	<ul style="list-style-type: none"> <li>• <b>Construcción o Programación</b></li> </ul>

Herramienta para modelado de datos	Se emplean para la creación de <u>modelos de sistemas</u> , permiten concentrarse en ciertas características importantes del sistema. Los modelos resultados, son una buena forma de determinar si están representados todos los requerimientos del sistema.	• <b>Diseño</b>
Servidor Web	Un servidor web es un programa que se ejecuta continuamente en un computador, manteniéndose a la espera de peticiones de ejecución que le hará un cliente o un usuario de Internet. El servidor web se encarga de contestar a estas peticiones de forma adecuada, entregando como resultado una página web o información de todo tipo de acuerdo a los comandos solicitados.	• <b>Construcción o Programación</b>
Herramienta para planificación de proyecto	Utilizado para la planificación del proyecto, manejo y control de presupuesto, asignación de recursos.	

## CAPITULO II: ANÁLISIS DE LA SITUACIÓN ACTUAL

### SITUACIÓN ACTUAL

El Hospital Rosales es uno de los principales centros de atención médica en el país, que recibe a la población mayor de 12 años de edad en sus tres principales áreas de atención, emergencias, hospitalización y consulta externa. Estas áreas se ven complementadas con el apoyo del departamento de radiología, que es el encargado de generar imágenes del interior del cuerpo, proporcionando resultados mediante diferentes estudios, lo cual le brinda al médico que solicita el estudio un instrumento para dar un mejor diagnóstico.

Los pacientes que solicitan los servicios del departamento de radiología son remitidos tanto de consulta externa, emergencia y hospitalización, la prioridad de atención brindada depende de la procedencia de dichos pacientes.

El proceso de realización de estudios se lleva a cabo mediante 5 etapas que van en secuencia lo cual permite llevar un seguimiento del paciente desde que llega a tomarse el estudio hasta que sale y se archiva su estudio. Estas etapas se representan en la figura que se muestra a continuación:

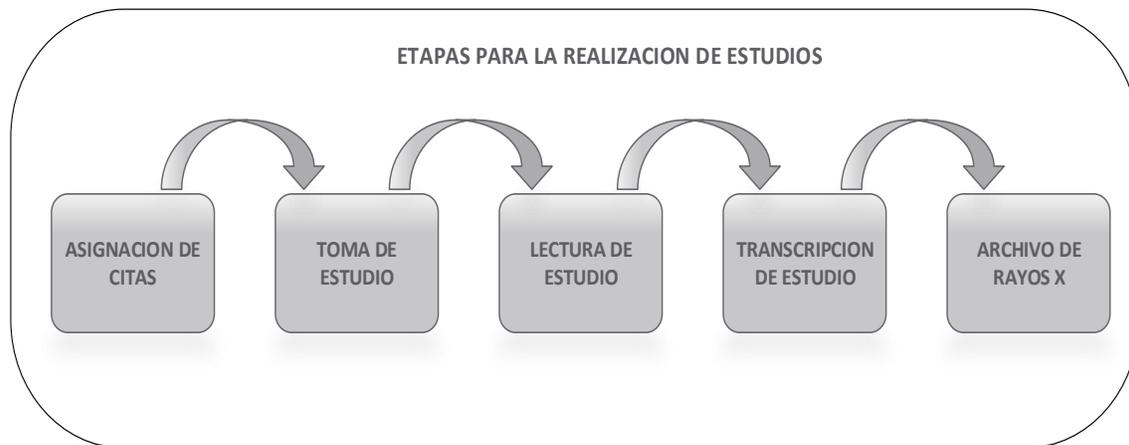


Figura 2. Etapas del Servicio de Radiología

Mediante un enfoque de sistemas se describe de forma detallada el proceso general de realización de estudios.

## Enfoque de sistemas

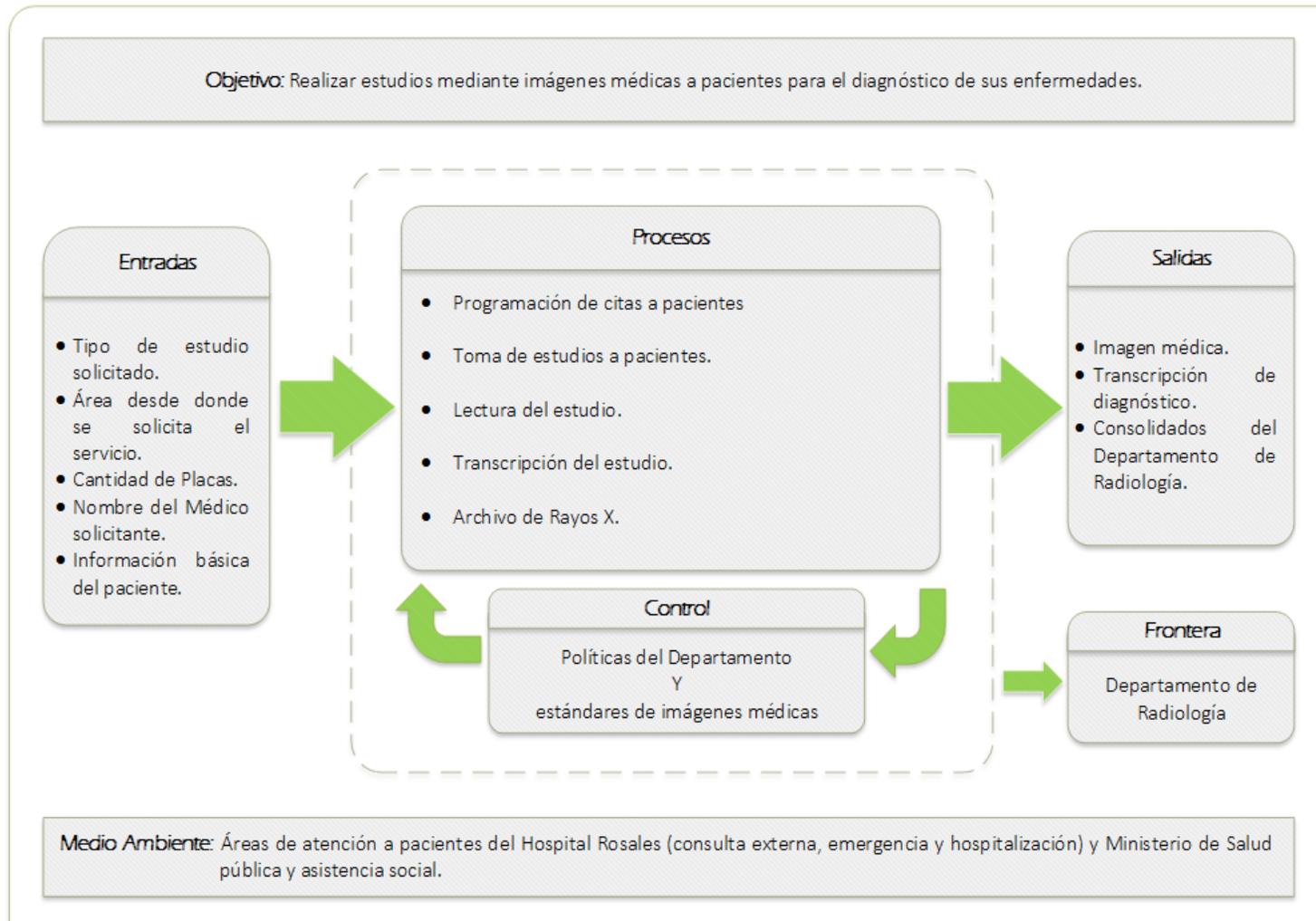


Figura 3. Enfoque de sistemas

## Descripción del enfoque de sistemas

A continuación se presenta la descripción de cada uno de los componentes del enfoque de sistemas presentado.

### Salidas

- **Imagen médica:** Es el conjunto de técnicas y procesos usados para crear imágenes del cuerpo humano, o partes de él, con propósitos clínicos (procedimientos médicos que buscan revelar, diagnosticar o examinar enfermedades).
- **Transcripción de diagnóstico:** Es la conversión de lengua hablada en caracteres escritos de manera precisa y confiable la lectura de las imágenes médicas realizada por el médico radiólogo.
- **Consolidados del Departamento de Radiología:** Consiste en la presentación de la información generada a partir de la realización de todos aquellos servicios ofrecidos durante un rango de tiempo por el departamento de Radiología, se dividen en dos tipos: informes estadísticos que serán enviados al Ministerio de Salud e informes gerenciales para la dirección del departamento Radiología.

### Entradas

- **Tipo de estudio solicitado:** Se refiere a los diferentes estudios que ofrece el departamento de radiología y que pueden ser requeridos desde cualquiera de las tres áreas de atención del hospital.
- **Área desde donde se solicita el servicio:** Especifica una de las tres áreas donde el hospital ofrece atención a la población: Emergencia, Consulta externa y Hospitalización.
- **Cantidad de Placas:** Es el número de imágenes médicas que han sido solicitadas y que se consideran necesarias para la realización de un diagnóstico más acertado.
- **Nombre del Médico solicitante:** Es el nombre del médico que durante su turno ha hecho la solicitud del estudio.
- **Información básica del paciente:** Conjunto de datos personales del paciente que permiten relacionarlo con las imágenes médicas obtenidas.

### Procesos

- **Programación de citas a pacientes:** Se programan las citas a pacientes de acuerdo a las normas establecidas por el departamento de radiología.

- **Toma de estudios a pacientes:** Consiste en la adquisición de las imágenes médicas del paciente en salas de radiología, verificar que las imágenes cumplan con los estándares de calidad para poder proceder con la Impresión de las mismas.
- **Lectura del estudio:** El médico radiólogo realiza la lectura más acertada posible de las imágenes obtenidas de la realización de los estudios a los pacientes, grabándola en un casete de audio lista para su transcripción.
- **Transcripción del estudio:** La secretaría escucha el casete de audio grabado por el médico radiólogo y al mismo tiempo realiza su transcripción de manera precisa y confiable para que luego sea adjuntado al expediente del paciente y ser enviado al archivo de Rayos X.
- **Archivo de rayos X:** el encargado del archivo recibe tanto la placa tomada como la lectura transcrita del estudio y la almacena mientras el médico o el paciente la llegan a retirar.

#### Control

- **Políticas del Departamento:** Es el conjunto de reglas establecidas por la jefatura del departamento de radiología y que el personal debe seguir a la hora de realizar sus respectivas funciones.
- **Estándares de imágenes médicas:** Son referencias de calidad establecidas por el departamento de radiología que permiten al médico radiólogo hacer la lectura más precisa de las imágenes médicas obtenidas.

#### Frontera

- **Departamento de Radiología:** Se encarga de generar imágenes del interior del cuerpo mediante diferentes estudios físicos (ultrasonografías, radiografías, resonancias, entre otras) brindando apoyo a las principales áreas de atención del Hospital Rosales.

#### Medio Ambiente

- **Áreas de atención a pacientes del Hospital Rosales:** Tres grandes áreas mediante las cuales el Hospital Rosales brinda atención a la población Salvadoreña, estas áreas son: Emergencia, Consulta externa y Hospitalización.
- **Ministerio de Salud pública y asistencia social:** Instancia del Estado rectora en materia de salud, que garantiza a los habitantes de la República de El Salvador la cobertura de servicios oportunos e integrales, con equidad, calidad y calidez, en corresponsabilidad con la comunidad, incluyendo todos los sectores y actores sociales, para contribuir a lograr una mejor calidad de vida.

## Mapa de procedimientos

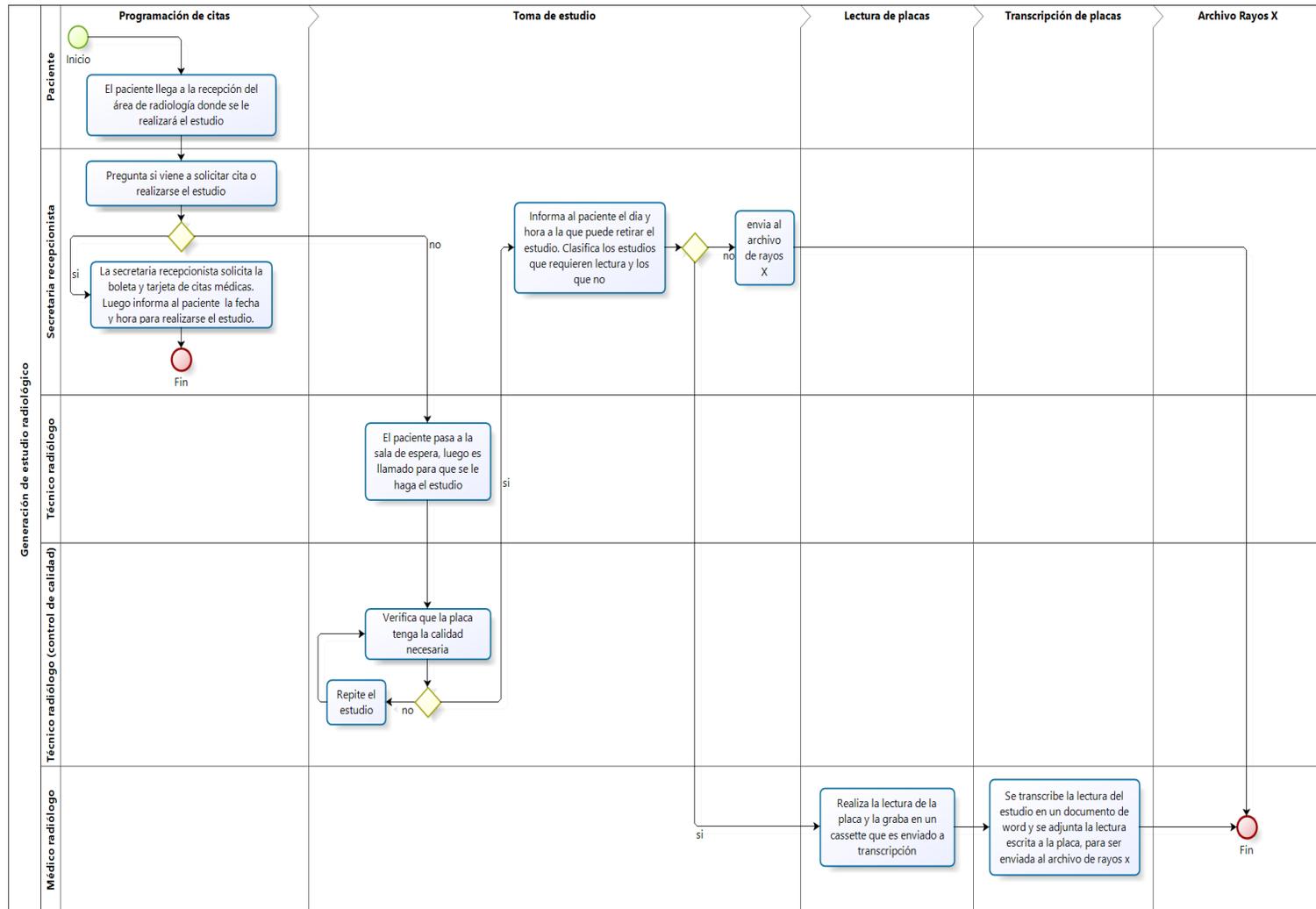


Figura 4. Mapa de procedimientos

## Procedimientos

A continuación se detallan los procesos a llevar a cabo para la realización de los estudios.

El proceso está formado por 5 pasos o etapas, en las que interactúan las siguientes personas:

- **Pacientes:** son las personas que acuden al departamento de radiología solicitando realizarse algún estudio radiológico.
- **Secretaria recepcionista:** es la persona que recibe a los pacientes en el departamento de radiología, encargada de realizar las gestiones de las citas para los estudios y de llevar un control de los pacientes que asisten a realizarse sus estudios.
- **Técnico Radiólogo:** personal encargado de operar los aparatos en los que se realizan los estudios radiológicos a los pacientes en el departamento.
- **Control de calidad:** se encarga de llevar un control de todos los estudios tomados antes de ser entregados para lectura o archivar.
- **Médico Radiólogos:** realiza la lectura de los estudios radiológicos realizados a los pacientes proporcionando el resultado y conclusión del análisis de la imagen del estudio.
- **Secretaria de transcripción:** se encarga de transcribir la lectura de los resultados del estudio radiológico realizados a los pacientes.
- **Encargado del archivo de rayos X:** se encarga de almacenar los estudios radiológicos de los pacientes con su respectiva transcripción y de realizar los préstamos de los mismos en caso de que lo solicite el médico o el paciente.

	<b>Departamento de radiología</b>		Fecha:	31-05-13		
	Descripción de procedimientos		Página:	1	de	10
<b>Asignación de cita</b>						
<b>Objetivo:</b>	Planificar o estructurar de manera eficiente los días y las horas en que se atenderán a los pacientes para poder distribuir convenientemente los materiales a utilizar y el personal encargado de la realización de los estudios.					
<b>Área de aplicación:</b>	Rayos X de especialidades, Rayos X central, Rayos X de emergencia, Resonancia magnética.					
<b>Políticas o normas:</b>	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Para que el paciente pueda solicitar una cita deberá presentar la boleta de solicitud de estudio y su tarjeta de citas.</li> <li>2. Todas las citas para la realización de estudios deben ser previas a la próxima consulta médica.</li> <li>3. El día y la hora en que se atenderá al paciente dependerá de los horarios en que se realizan los distintos estudios en el departamento de radiología.</li> <li>4. Para asignar la hora de la cita debe tomarse en cuenta el lugar de residencia del paciente.</li> </ol>					
<b>No.                      Responsable (s)                      Descripción</b>						
1	Paciente		El paciente llega a la recepción del área de rayos x de especialidades para hacer la solicitud de una cita para que se le realice el estudio.			
2	Secretaria repcionista		<p>La secretaria pide al paciente:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Boleta de solicitud de estudio, la cual contiene la información básica del paciente y el estudio a realizar (ver anexo 2 en las páginas 154-157).</li> <li>• Tarjeta de citas, la cual contiene el No. de registro y nombre del paciente, fecha de la próxima consulta.</li> </ul> <p>La secretaria también pregunta al paciente su lugar de residencia.</p>			
3	Paciente		El paciente entrega a la secretaria recepcionista la boleta de solicitud de estudio y su tarjeta de citas.			
4	Secretaria Recepcionista		La secretaria identifica el estudio a realizar en la boleta y corrobora la información del paciente y la fecha de la próxima consulta en la tarjeta de citas.			
5	Secretaria Recepcionista		<p>La secretaria asigna la cita al paciente registrando en el libro de citas para una fecha y hora que tenga cupos disponibles la siguiente información:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Rayos X de especialidades: No. de registro y nombre del paciente, el estudio a realizar y la región del cuerpo.</li> <li>• Rayos X central: No. de registro y nombre del paciente, el estudio a realizar y la región del cuerpo.</li> <li>• Rayos X de emergencia: No. de registro y nombre del paciente, edad, el estudio a realizar, la región del cuerpo y el servicio que solicita el estudio.</li> </ul>			

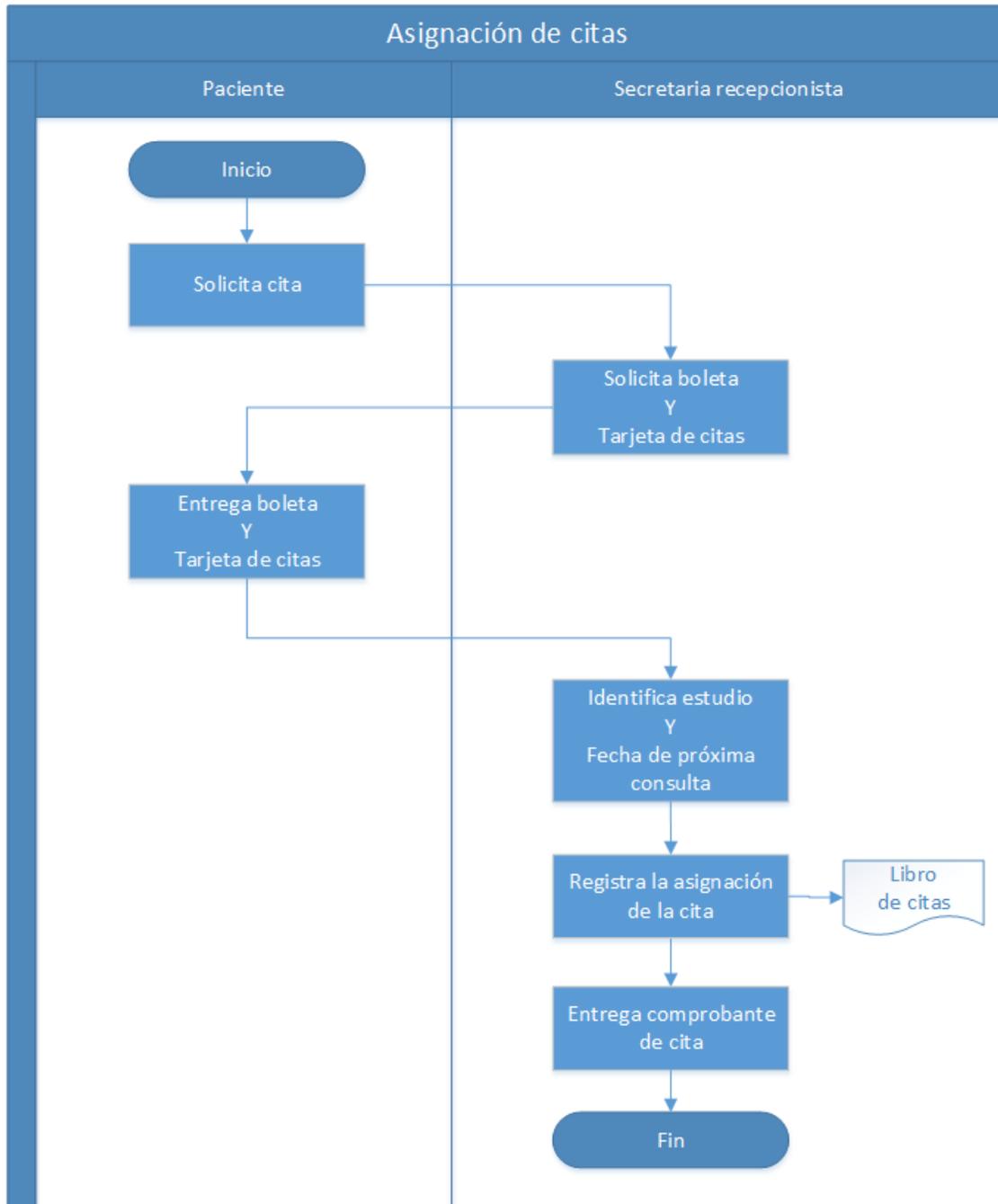
		<ul style="list-style-type: none"><li>• Resonancia magnética: nombre del paciente, edad, el estudio a realizar, región del cuerpo, servicio de donde se solicitó el estudio.</li></ul>
6	Secretaria Recepcionista	La secretaria recepcionista entrega al paciente el comprobante de la cita, el cual contiene las indicaciones necesarias para la toma del estudio, la fecha y hora establecida (ver anexo 5 en las páginas 161-163).



Departamento de radiología  
Descripción de procedimientos

Fecha: 31-05-13  
Página: 2 de 10

### Asignación de cita



	<b>Departamento de radiología</b>	Fecha:	31-05-13		
	<b>Descripción de procedimientos</b>	Página:	3	de	10
<b>Toma de estudios</b>					
<b>Objetivo:</b>	Realizar la toma del estudio al paciente en salas de radiología y verificar que las imágenes cumplan con los estándares de calidad para poder proceder con la impresión de las mismas.				
<b>Área de aplicación:</b>	Rayos X Especialidades, Rayos X central, Rayos X Emergencia, Resonancia magnética.				
<b>Políticas o normas:</b>	Generales: <ol style="list-style-type: none"> <li>1. Para poder realizar un estudio, el paciente debe de haber cumplido previamente con las indicaciones necesarias para la toma del estudio, las cuales fueron otorgadas al paciente por la secretaria recepcionista cuando se programó su cita (véase anexo 5 en las páginas 161-163).</li> <li>2. El paciente deberá presentar hoja de referencia o solicitud de estudio.</li> </ol> Rayos X central: <ol style="list-style-type: none"> <li>1. Solo se realizaran estudios a pacientes ingresados.</li> </ol>				
<b>No.      Responsable (s)      Descripción</b>					
1	Secretaria recepcionista	La secretaria recepcionista verifica que los datos (fecha y hora) sean correctos y le indica al paciente que pase a la sala de espera. De ser necesario, la secretaria recepcionista llena los datos del paciente en una viñeta la cual será colocada en la placa que se emitirá, esta viñeta contiene la siguiente información: nombre del paciente, registro y fecha en que se realizó el estudio.			
2	Lic. en Radiología (toma de estudio)	Cuando es su turno, el paciente pasa a la sala de estudios, ahí el técnico encargado procede a la realización del estudio respectivo. Al finalizar la toma del estudio, el técnico coloca la viñeta en la imagen generada.			
3	Lic. en Radiología (control de calidad)	El personal encargado del control de calidad revisa que la imagen no contenga ningún defecto producido al momento de tomar el estudio, de colocar la viñeta o de impresión. Si la imagen no tiene ningún problema el encargado de control de calidad firma la boleta y envía la imagen a la secretaria. En caso de presentar algún defecto, el encargado de control de calidad notifica al técnico para que vuelva a realizar el estudio. Al finalizar del turno se debe hacer un conteo de las placas descartadas por tamaño y dejar registrado el motivo por el cual se descartaron			
4	Secretaria recepcionista	Una vez se compruebe que la imagen es correcta, la secretaria informa al paciente la fecha de entrega del resultado del			

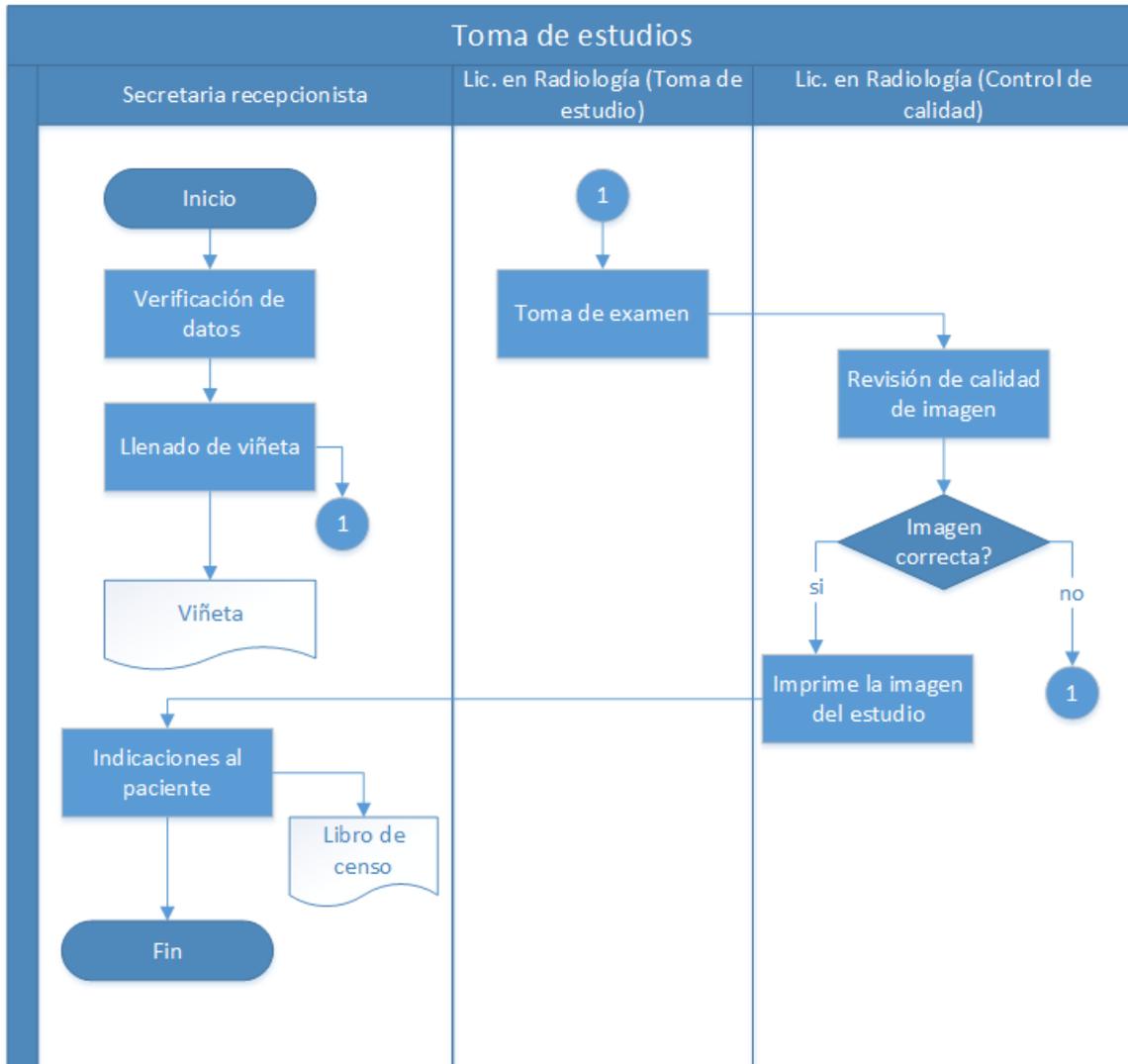
		<p>estudio y luego anota en el libro de censo la siguiente información.</p> <ul style="list-style-type: none"><li>• Rayos X de especialidades: nombre del paciente, región, registro, número de placas por tamaño, técnico, servicio, CQ, CM y edad para comprobar que se realizó el estudio.</li><li>• Rayos X central: nombre del paciente, región, registro, número de placas por tamaño, técnico, servicio, CQ, CM y edad para comprobar que se realizó el estudio.</li><li>• Rayos X Emergencia: nombre del paciente, región, registro, número de placas por tamaño, técnico, servicio, CQ, CM y edad para comprobar que se realizó el estudio.</li><li>• Resonancia magnética: nombre del paciente, región, registro, número de placas por tamaño, técnico, servicio, CQ, CM y edad.</li></ul> <p>Al final del día los estudios son enviados al proceso de lectura.</p>
--	--	---



**Departamento de radiología**  
**Descripción de procedimientos**

Fecha: 31-05-13  
 Página: 4 de 10

**Toma de estudios**



	<b>Departamento de Radiología</b>	Fecha:	26-04-2013		
	<b>Descripción de procedimientos</b>	Página:	5	de	10
<b>Lectura de Estudio</b>					
<b>Objetivo:</b>	Dar un diagnóstico acertado de las imágenes obtenidas de la realización de los estudios a los pacientes y grabar dicha lectura en un casete de audio lista para su transcripción.				
<b>Área de aplicación:</b>	Lectura				
<b>Políticas o normas:</b>	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Realizar a los estudios solicitados su respectiva lectura.</li> <li>2. Confidencialidad de la lectura de cada uno de los estudios de los pacientes.</li> </ol>				
<b>No.</b>	<b>Responsable (s)</b>	<b>Descripción</b>			
1	Medico Radiólogo	El médico radiólogo hace la lectura de los estudios que están en espera, el cual se graba en un casete con su respectivo diagnóstico.			
2	Medico Radiólogo	Cuando el médico radiólogo ha terminado de hacer todas las lecturas con su respectivo diagnóstico envía estas al área de transcripción.			

	<b>Departamento de Radiología</b>	Fecha:	26-04-2013		
	<b>Descripción de procedimientos</b>	Página:	6	de	10
<b>Nombre del procedimiento</b>					
					

	<b>Departamento de Radiología</b>		Fecha:	26-04-2013		
	<b>Descripción de procedimientos</b>		Página:	7	de	10
<b>Transcripción de lectura</b>						
<b>Objetivo:</b>	Realizar la transcripción de la lectura hecha por el médico radiólogo para ser adjuntada al expediente del paciente y ser enviado al archivo de rayos X.					
<b>Área de aplicación:</b>	Transcripción					
<b>Políticas o normas:</b>	1. Confidencialidad de los estudios a transcribir					
<b>Transcripción de lectura</b>						
<b>No.</b>	<b>Responsable (s)</b>	<b>Descripción</b>				
1	Secretaria de transcripción	La secretaria de transcripción recibe el casete con la grabación de la lectura junto con la imagen del estudio.				
2	Secretaria de transcripción	Escucha la grabación y la digita para formar el reporte que contendrá el diagnóstico escrito del estudio. (ver anexo 6 en la página 164)				
3	Secretaria de transcripción	Se imprime el reporte de resultado del estudio transcrito.				
4	Secretaria de transcripción	Adjunta el reporte de la lectura con la imagen correspondiente.				
5	Secretaria de transcripción	Una vez el estudio está completo con su imagen y diagnóstico respectivo los envían al archivo de rayos X.				



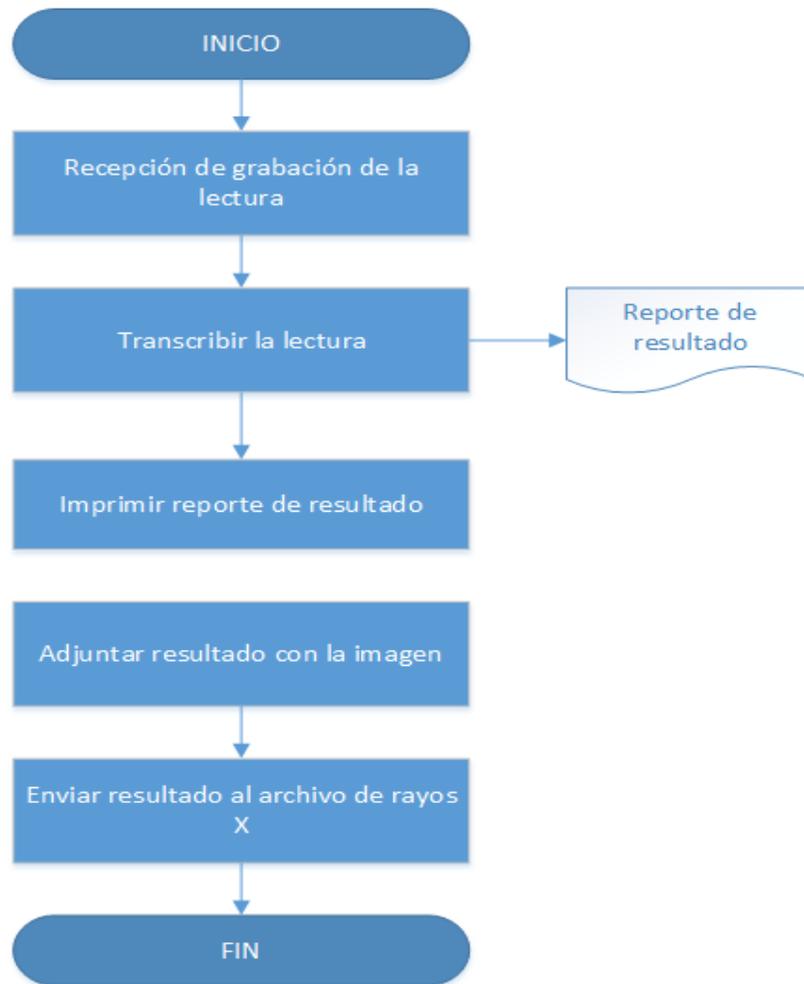
Departamento de Radiología  
Descripción de procedimientos

Fecha: 26-04-2013  
Página: 8 de 10

### Transcripción de lectura

#### Transcripción de estudio

Secretaría de transcripción de estudios



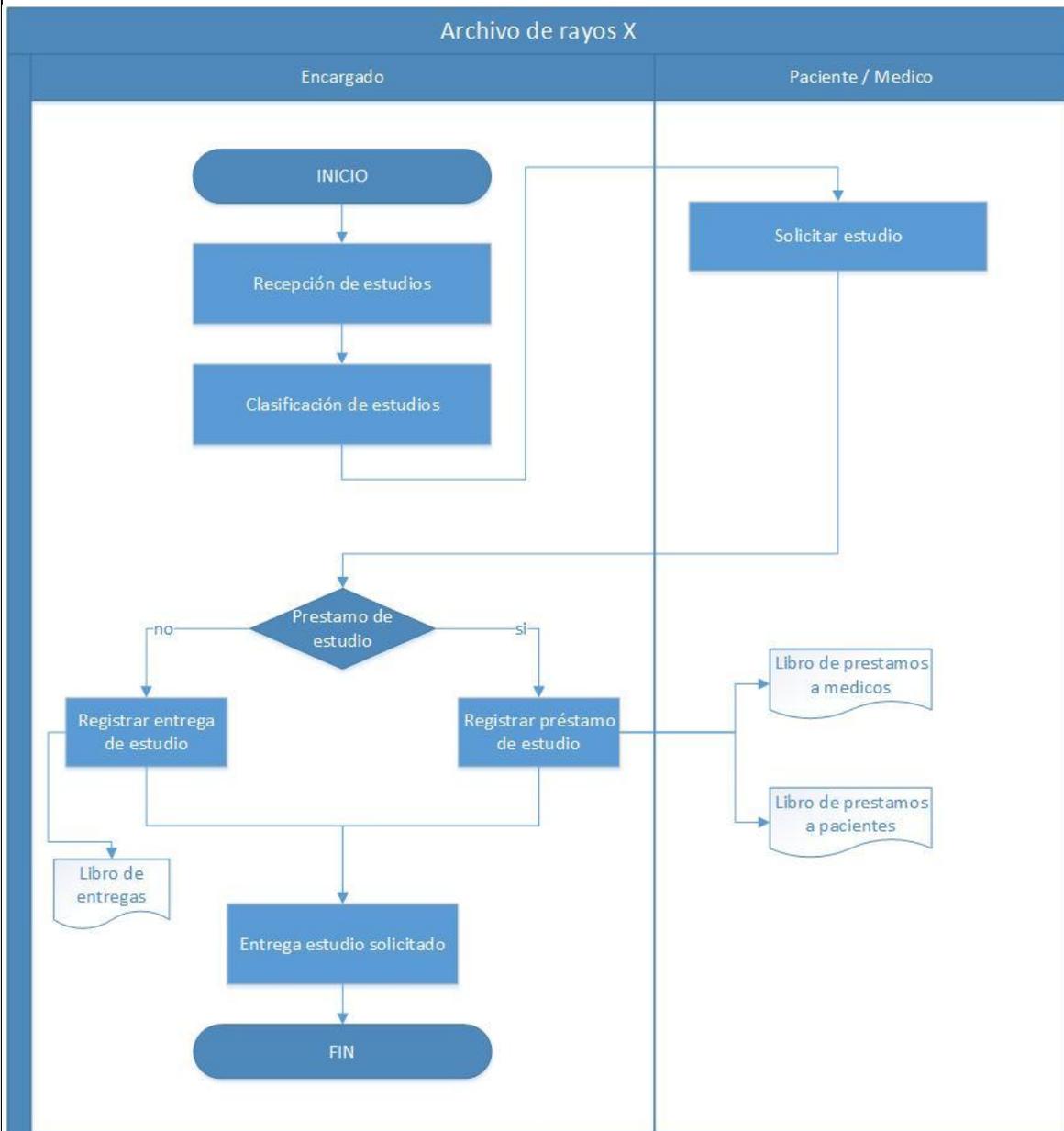
	<b>Departamento de Radiología</b>	Fecha:	26-04-2013		
	<b>Descripción de procedimientos</b>	Página:	9	de	10
<b>Archivo de rayos X</b>					
<b>Objetivo:</b>	Almacenar los estudios realizados mientras son retirados por los pacientes o médicos que lo solicitaron.				
<b>Área de aplicación:</b>	Archivo				
<b>Políticas o normas:</b>	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Solamente se entregan los estudios de TAC, Resonancia, Instituto del Cáncer, los demás deben ser devueltos a archivo.</li> <li>2. Si el paciente realiza un préstamo de estudios debe dejar su DUI o NIT.</li> </ol>				
<b>No.</b>	<b>Responsable (s)</b>	<b>Descripción</b>			
1	Encargado del archivo de rayos x	La persona encargada del archivo recibe los estudios provenientes del área de transcripción.			
2	Encargado del archivo de rayos x	Se clasifican los estudios por año y por número de registro.			
3	Paciente medico	Se realiza una solicitud de estudio.			
4	Encargado, medico, paciente	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Si el paciente llega a retirar o prestar un estudio, se debe anotar el nombre, número de registro y firma del paciente además de presentar la tarjeta del hospital. (Ver anexo 7 en la página 165 y anexo 8 en la página 166)</li> <li>- Si el médico llega a prestar el estudio se debe anotar en un libro el número de registro, número de placas, estudio, servicio, firma y sello del médico. (Ver anexo 9 en la página 167)</li> </ul>			



**Departamento de Radiología**  
**Descripción de procedimientos**

Fecha: 26-04-2013  
 Página: 10 de 10

**Nombre del procedimiento**



## ANÁLISIS DE LA SITUACIÓN ACTUAL

Se realizó un análisis de la situación actual, con el objetivo de identificar posibles aspectos a mejorar en el proceso.

### **Estrategias de recolección de información**

Reuniones con las personas claves y los integrantes que conforman el equipo de trabajo de graduación con el objetivo de identificar el problema, proponer soluciones, negociar diferentes enfoques y especificar un conjunto preliminar de requisitos para la solución.

- Las reuniones serán dirigidas por una persona delegada por el equipo de trabajo
- Se llevará una agenda para cubrir todos los puntos importantes

### **Entrevista:**

Preguntas enfocadas a los usuarios u otros interesados para que expresen sus percepciones sobre la solución.

La sesión de preguntas y respuestas sólo se usará para las primeras reuniones y después se hará una recopilación de requerimientos que combine elementos de resolución, elaboración, negociación y especificación.

### **Observación:**

Mediante el uso de esta técnica, se podrá recabar información de los procesos que se hacen en la toma de estudios y de otros que hay en el departamento de radiología, tratando de obtener más información para modelar y dar una mejor solución al problema.

### **Introspección:**

Esta técnica recomienda que el analista se ponga en el lugar del interesado y trate de imaginar cómo desearía éste la aplicación de software. Basado en estas suposiciones, el analista entrega recomendaciones al interesado sobre la funcionalidad que debería tener dicha. El problema radica en que un analista no es un tipo normal de interesado, pues posee un conocimiento técnico más elevado; por ello, es posible que entre las recomendaciones haya cosas que el interesado aún no necesita o que incluso no sabe que necesitará en un futuro. En este caso, el discurso se refiere más a la solución que al dominio del problema.

Para iniciar con el análisis se realizó una encuesta al personal del departamento de radiología, la cual se encuentra en el anexo 10 en las páginas 168 y 169.

## Lluvia de ideas

Problema:

Estudios impresos realizados a pacientes en el departamento de radiología que no están disponibles para consultas luego de ser utilizados.



Figura 5. Lluvia de ideas

## Diagrama de causa y efecto

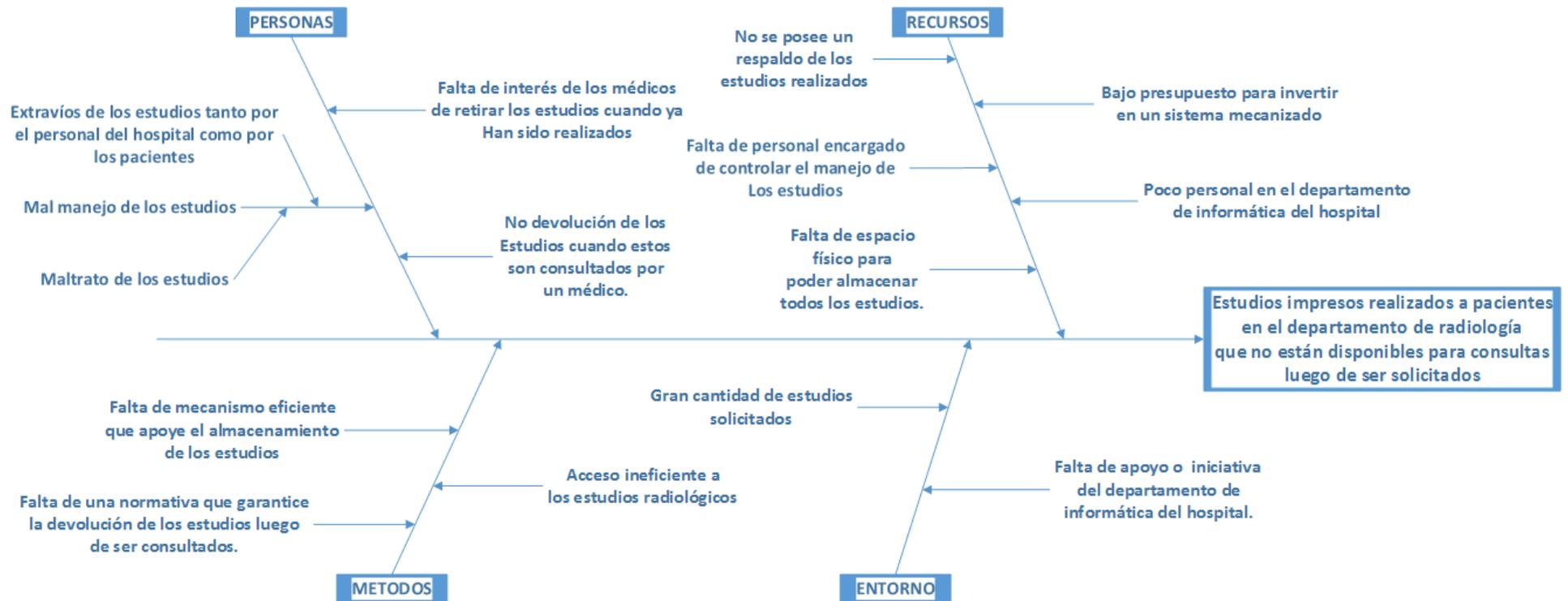


Figura 6. Diagrama causa y efecto

## Diagrama de Pareto

**Problema:** Estudios impresos realizados a pacientes en el departamento de radiología que no están disponibles para consultas luego de ser utilizados.

Causas	F	FR	FRA
<b>No se posee un respaldo de los estudios realizados</b>	9	0.11	0.11
<b>No devolución de los estudios cuando estos son consultados por un médico</b>	9	0.11	0.22
<b>Falta de un mecanismo eficiente que apoye el almacenamiento de los estudios</b>	9	0.11	0.33
<b>Falta de espacio físico para poder almacenar todos los estudios</b>	9	0.11	0.44
<b>Falta de personal encargado de controlar el manejo de los estudios</b>	8	0.10	0.54
<b>Falta de una normativa que garantice la devolución de los estudios luego de ser consultados</b>	7	0.08	0.62
<b>La gran cantidad de estudios solicitados</b>	7	0.08	0.7
<b>Maltrato de los estudios</b>	7	0.08	0.78
<b>Poco personal en el departamento de informática del hospital</b>	6	0.07	0.86
<b>Bajo presupuesto para invertir en un sistema mecanizado</b>	6	0.07	0.93
<b>Extravío de los estudios tanto por parte del personal del hospital como de los pacientes</b>	6	0.07	1.00
<b>TOTAL</b>	<b>83</b>	<b>1.00</b>	

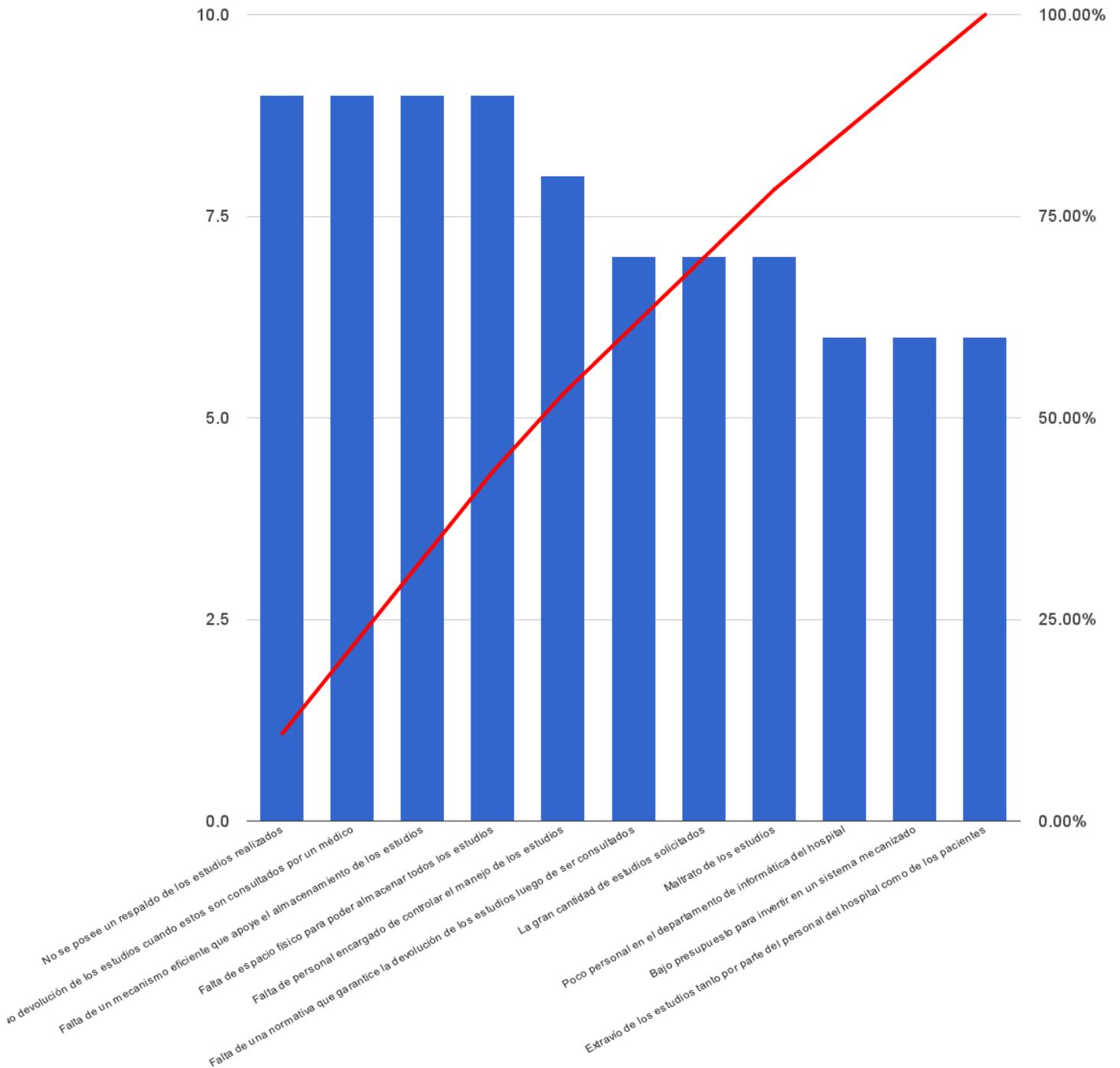


Figura 7. Diagrama de Pareto

**Conclusión**

Luego de realizado el análisis se concluye que las 8 primeras causas, representan más del 78% del problema de falta de disponibilidad de los estudios para consultas luego de ser utilizados.

Por lo tanto la solución debe enfocarse en proporcionar una forma de almacenar los estudios de manera eficiente y que permita consultarlos posteriormente. Esto permitirá al hospital ofrecer un mejor servicio a los pacientes que atienden.

## FODA

**FODA** es una metodología de estudio de la situación de una empresa o un proyecto, analizando sus características internas (Debilidades y Fortalezas) y su situación externa (Amenazas y Oportunidades) en una matriz cuadrada.

Compuesta por:

**Fortalezas:** son todos aquellos elementos internos y positivos que diferencian al programa o proyecto de otros de igual clase.

**Oportunidades:** son aquellos factores, positivos, que se generan en el entorno y que, una vez identificados, pueden ser aprovechados.

**Debilidades:** son problemas internos, que, una vez identificados y desarrollando una adecuada estrategia, pueden y deben eliminarse.

**Amenazas:** son situaciones negativas, externas al programa o proyecto, que pueden atentar contra éste, por lo que llegado al caso, puede ser necesario diseñar una estrategia adecuada para poder sortearlas.

En el siguiente cuadro se presenta el FODA para los procesos del departamento de radiología

FORTALEZAS	OPORTUNIDADES
Personal médico y administrativo capacitado en el desarrollo de sus actividades.	El proyecto posee el apoyo de la División médica del hospital rosales.
Posee el recurso tecnológico necesario para poder implementar la solución.	Donaciones de equipo radiológico realizadas por entidades externas.
Servicios de apoyo clínico y terapéutico	Aplicación de avances médicos desarrollados por la Universidad y los especialistas que trabajan en el hospital.
Planta física o instalaciones con fácil acceso	
DEBILIDADES	AMENAZAS
Falta de presupuesto.	Ambiente político
No tener suficiente personal médico para atender la demanda de pacientes.	Envidias profesionales
Ineficiencia en la comunicación, agilidad y trámites de las áreas del hospital.	Crisis económica que afecta de dos formas: <ul style="list-style-type: none"> <li>• Aumento de pacientes</li> <li>• Disminución del presupuesto del Hospital.</li> </ul>

## DIAGNÓSTICO

Luego de evaluar con las técnicas usadas, se concluye que el Hospital Rosales en su departamento de radiología, a pesar de contar con equipo tecnológico digital, personal capacitado y la infraestructura adecuada para dar un buen servicio a los pacientes, no posee un mecanismo que permita o apoye la integración de estos elementos a fin de poner a disponibilidad tanto de los pacientes como del personal médico el historial de estudios radiológicos realizados. Siendo esto una limitante, ya que no se aprovecha todo el potencial de los aparatos digitales con los que cuenta la institución.

## ALTERNATIVAS DE SOLUCIÓN

Luego de evaluar la situación actual con todas las técnicas expuestas, que facilitan la identificación del problema, teniendo en mente, fortalezas, debilidades y el estado que se quiere tener con la solución a desarrollar, se plantean las siguientes alternativas:

- Crear un sistema informático que de apoyo en todos los procesos del departamento de radiología con el fin de almacenar la información que se maneja en el departamento, facilitando la disposición de esta para quien la requiera.
- Contratación de más personal en la unidad informática del hospital, para que brinden apoyo en la mecanización de los procesos del departamento de radiología y de esta forma poner a disposición del personal la información pertinente.
- Incrementar el presupuesto para la contratación de personal médico y equipo digital con el fin de incrementar la eficiencia en los procesos y de esta manera poner dar un mejor servicio a los pacientes.

De todas las alternativas propuestas, se selecciona la creación de un sistema informático capaz de dar apoyo al departamento y que garantice al hospital brindar una mejor calidad en la atención a pacientes.

## ANÁLISIS DE LA SITUACIÓN PROPUESTA

## Personas clave

No usuarios		
Cargo	Función	Relación con el sistema
<b>Ministerio de Salud pública y asistencia social</b>	Instancia del Estado rectora en materia de salud, que garantiza a los habitantes de la República de El Salvador la cobertura de servicios oportunos e integrales, con equidad, calidad y calidez.	La entidad estará interesada en la información estadística generada por el sistema informático y a partir de la cual tomará las decisiones correctas en la búsqueda del bienestar de toda la población Salvadoreña.
<b>Jefe de Radiología</b>	Es quien se encarga de planear, supervisar, coordinar y controlar el desarrollo de todos los proyectos, programas y actividades relacionadas con el departamento de Radiología, incluyendo la delegación de responsabilidades al personal.	Con la ayuda de los informes gerenciales generados por el sistema, tomará las decisiones más adecuadas relacionadas con el departamento de Radiología.
<b>Jefe de división médica</b>	Médico asesor para la sistematización de procesos del hospital.	Brindará apoyo al equipo de trabajo durante todo el proceso de desarrollo del sistema informático.
<b>Unidad informática</b>	Es la unidad organizativa responsable a nivel corporativo de la función informática de una organización.	Será la unidad encargada de ejecutar la implementación y proporcionar el mantenimiento del sistema informático.
<b>Pacientes</b>	Es la persona que recibe los servicios de un médico u otro profesional de la salud y se somete a un examen, a un tratamiento o a una intervención.	Es el principal beneficiado debido a que es a quien se le brindan los servicios ofrecidos por el departamento de radiología y que busca mecanizar el sistema informático.

<b>Usuarios</b>		
<b>Cargo</b>	<b>Función</b>	<b>Relación con el sistema</b>
<b>Secretaria recepcionista</b>	Es la persona encargada de la atención de los pacientes que acuden al departamento de radiología para que se les realicen sus estudios.	Se encargará de la gestión de citas y el registro de la realización de los estudios.
<b>Técnico Radiólogo</b>	Es el/la responsable de la toma del estudio y que cumplan con los requisitos de calidad de las imágenes.	Enviará las imágenes médicas a un servidor dedicado después de verificar que las imágenes cumplan con los estándares de calidad. Podrá también hacer la impresión de las imágenes cuando lo necesite.
<b>Médico Radiólogo</b>	Es el responsable directo de realizar la lectura más acertada posible de las imágenes obtenidas de la realización de los estudios a los pacientes.	Se le permitirá consultar las imágenes médicas de los pacientes para que pueda hacer la lectura de estas y almacenarla en un casete de audio.
<b>Secretaria de Transcripción de Estudios</b>	Se encarga de escuchar el casete de audio grabado por el radiólogo y de realizar su transcripción para que luego sea adjuntado al expediente del paciente.	Se encargará de realizar y almacenar la transcripción de la lectura de los estudios hechas por el Médico Radiólogo.
<b>Secretaria de Dirección de Radiología</b>	Responsable de realizar los consolidados de los datos del departamento de radiología.	Podrá generar informes de manera automática de dos tipos: <ul style="list-style-type: none"> <li>• Informes estadísticos que son enviados al Ministerio de salud.</li> <li>• Informes gerenciales para la dirección del departamento de radiología.</li> </ul>
<b>Médico clínico</b>	Es el encargado de realizar consultas médicas diarias en las que diagnostica y prescribe tratamientos médicos a los pacientes, también solicita la realización de un estudio dependiendo de los síntomas que presente el paciente.	Podrá consultar el historial de todos los estudios realizados a un paciente en el que se mostrarán las imágenes médicas y su respectiva lectura hecha por el médico radiólogo.

## Catálogo de requerimientos de usuario

### 1. Expediente Radiológico

1.1. Mediante una interface con el sistema informático de atención a pacientes (SIAP), el sistema deberá poder obtener la siguiente información del paciente:

- Número de registro del paciente.
- Nombre del paciente.
- Edad del paciente.

1.2. Dentro del expediente radiológico del paciente, el sistema permitirá al usuario consultar lo siguiente:

- Historial radiológico del paciente.
- Citas programadas del paciente.

#### ➤ **Historial radiológico**

1.3. El sistema deberá mostrar un historial de todos los estudios radiológicos realizados al paciente, ordenados cronológicamente, presentando los más recientes primero.

1.3.1. En el listado de los estudios realizados al paciente, el sistema mostrará la siguiente información de cada estudio:

- Nombre del estudio.
- Fecha en que se realizó el estudio.
- Si el estudio tiene transcripción.

1.4. El sistema debe mostrar los estudios ordenados y filtrados según los siguientes parámetros:

- Fecha del estudio.
- Nombre del estudio.

1.5. Al seleccionar un estudio, el sistema debe mostrar las imágenes médicas con su respectiva lectura.

1.5.1. Si el estudio no requiere de una lectura, el sistema mostrará solamente las imágenes médicas.

1.5.1.1. El sistema deberá consultar las imágenes DICOM al servidor PACS, el cual tendrá las imágenes de todos los estudios realizados a los pacientes, previamente cargados mediante una interfaz entre los equipos radiológicos y el servidor de imágenes. Las imágenes DICOM serán convertidas a JPG para mostrarlas en el historial radiológico.

➤ **Citas programadas al paciente**

1.6. El sistema deberá mostrar el listado de las citas programadas al paciente, las cuales estarán ordenadas cronológicamente por fecha y hora.

1.6.1. En el listado de las citas programadas al paciente, el sistema solamente mostrará la siguiente información de cada cita:

- Estudio por realizar.
- Servicio de donde se solicitó la realización del estudio.
- Estado de la cita.
- Fecha.
- Hora.

2. Registro de estudios radiológicos realizados

2.1. El sistema deberá permitir que se registren los estudios radiológicos realizados en cada una de las áreas del departamento de radiología, las cuales son:

- Rayos X de especialidades.
- Rayos X central.
- Rayos X de emergencia.
- Resonancia magnética.

2.1.1. El sistema solo deberá permitir registrar aquellos estudios que son ofrecidos en cada área del departamento de radiología.

2.2. Al registrar los estudios radiológicos realizados en cualquiera de las áreas de atención del departamento de Radiología, el sistema solicitará la siguiente información:

- Número de registro del paciente.
- Nombre del paciente.
- Edad del paciente.
- Estudio realizado.
- Región del cuerpo.

- Servicio de donde se solicita la realización del estudio.
  - Técnico.
  - Número de placas tomadas.
  - Fecha.
- 2.3. El sistema permitirá consultar los estudios que fueron realizados en un día específico.
- 2.3.1. El sistema mostrará un calendario que permitirá seleccionar la fecha que será consultada.
- 2.3.2. El listado de estudios realizados en la fecha seleccionada estará ordenado cronológicamente por la hora en que estos fueron realizados.
- 2.3.3. En el listado de estudios realizados en la fecha seleccionada, el sistema solamente mostrará la siguiente información de cada registro:
- Número de registro del paciente.
  - Nombre del paciente.
  - Edad del paciente.
  - Estudio realizado.
  - Técnico.
  - Hora.
- 2.4. El sistema permitirá consultar los estudios que han sido realizados a un determinado paciente.
- 2.4.1. Para realizar la consulta de los estudios realizados a un determinado paciente, el sistema solicitará su número de registro.
- 2.4.2. El listado de estudios realizados al paciente estará ordenado cronológicamente por la fecha y hora en que estos fueron realizados.
- 2.4.3. En el listado de estudios realizados al paciente, el sistema solamente mostrará la siguiente información de cada registro:
- Estudio realizado.
  - Técnico.
  - Fecha.
  - Hora.
- 2.5. El sistema permitirá seleccionar un registro del listado de estudios realizados para consultar toda su información de forma detallada y de ser necesario hacer las modificaciones respectivas.

- 2.6. Al modificar el registro de un estudio realizado, el sistema solicitará que se vuelva a ingresar la contraseña del usuario.
- 2.7. Solamente podrá modificarse la siguiente información del registro de un estudio realizado:
  - Estudio realizado.
  - Región del cuerpo.
  - Servicio de donde fue solicitada la realización del estudio.
  - Técnico.
  - Número de placas tomadas.
  - Fecha.
  - Hora.

### 3. Programación de citas

- 3.1. El sistema deberá permitir que se programen citas en cada una de las áreas del departamento de radiología, las cuales son:
  - Rayos X de especialidades.
  - Rayos X central.
  - Rayos X de emergencia.
  - Resonancia magnética.
- 3.1.1. El sistema deberá permitir que se programen citas solamente para aquellos estudios que son realizados en cada área del departamento de radiología.
- 3.1.2. El sistema deberá permitir elegir solamente los días y las horas en que se realiza el estudio solicitado por el paciente en una de las áreas del departamento de radiología.
- 3.2. El sistema presentará un calendario, el cual podrá ser visualizado de las siguientes formas:
  - Por mes: mostrará los días del mes que haya sido seleccionado y presentará una viñeta de color rojo en los días cuyos cupos hayan sido completados.
  - Por semana: mostrará el listado de todas las citas que han sido programadas y los cupos disponibles en cada día de la semana que haya sido seleccionada.
  - Por día: mostrará el listado de todas las citas que han sido programadas y los cupos disponibles del día que haya sido seleccionado.

- 3.2.1. El sistema presentará el día actual con un color diferente.
- 3.2.2. El sistema permitirá mediante un botón desplazarse a la fecha actual.
- 3.3. Todas las citas tendrán uno de los siguientes estados:
  - Pendiente: Cuando la fecha y la hora establecida de la cita aún está por cumplirse.
  - Asistida: Cuando el paciente se presenta el día y la hora establecida para la realización del estudio.
  - No asistida: Cuando el paciente no se presenta el día establecido para realización del estudio.
  - Cancelada: Cuando los pacientes no puedan ser atendidos debido a alguna actividad que involucre al personal del departamento de radiología o cuando el paciente confirma con anterioridad que no asistirá a la toma de estudio.
- 3.4. Al programar una cita en cualquiera de las áreas del departamento de radiología, el sistema solicitará la siguiente información:
  - Número de registro del paciente.
  - Nombre del paciente.
  - Edad del paciente.
  - Estudio a realizar.
  - Servicio de donde se solicita la realización del estudio.
  - Fecha.
  - Hora.
- 3.5. El sistema solamente permitirá programar citas para fechas posteriores a la actual.
- 3.6. El sistema presentará un mensaje de alerta cuando se quiera programar una cita en un día que sus cupos hayan sido completados.
- 3.7. Si el usuario visualiza el calendario por semana, el sistema mostrará el listado de las citas programadas para la semana seleccionada.
  - 3.7.1. El listado de las citas programadas para la semana seleccionada estará ordenado cronológicamente por la hora establecida.
  - 3.7.2. En el listado de las citas programadas para la semana seleccionada, el sistema solamente mostrará la siguiente información de cada cita:
    - Número de registro del paciente.

- Nombre abreviado del estudio por realizar.
  - Estado de la cita.
  - Hora.
- 3.8. Si el usuario visualiza el calendario por día, el sistema mostrará el listado de las citas programadas para el día seleccionado.
- 3.8.1. El listado de las citas programadas para el día seleccionado estará ordenado cronológicamente por la hora establecida.
- 3.8.2. En el listado de las cita programadas para el día seleccionado, el sistema solamente mostrará la siguiente información de cada cita:
- Número de registro del paciente.
  - Nombre del paciente.
  - Edad del paciente.
  - Estudio por realizar.
  - Estado de la cita.
  - Hora.
- 3.9. El sistema permitirá consultar todas las citas que han sido programadas a un determinado paciente.
- 3.9.1. Para realizar la consulta de las citas programadas a un determinado paciente, el sistema solicitará su número de registro.
- 3.9.2. El listado de las citas programadas al paciente estará ordenado cronológicamente por la fecha y hora establecidas.
- 3.9.3. En el listado de las citas programadas al paciente, el sistema solamente mostrará la siguiente información de cada cita:
- Estudio por realizar.
  - Servicio de donde se solicitó la realización del estudio.
  - Estado de la cita.
  - Fecha.
  - Hora.
- 3.10. El sistema permitirá seleccionar una cita del listado para consultar toda su información de forma detallada y de ser necesario hacer las modificaciones respectivas.
- 3.11. El sistema deberá modificar automáticamente el estado de una cita a no asistida cuando la fecha de la cita ya haya pasado.

3.12. Solamente podrá modificarse la siguiente información de las citas con el estado de pendiente:

- Estudio por realizar.
- Servicio de donde se solicita la realización del estudio.
- Fecha.
- Hora.
- Estado de la cita.

3.13. Al modificar la fecha de una cita, el sistema deberá permitir consultar en forma resumida los cupos disponibles que posee la fecha elegida.

3.14. Para las citas cuya fecha ya haya pasado, el sistema solamente permitirá que se le modifique su estado.

3.15. El sistema no permitirá asignarle el estado pendiente a una cita cuya fecha ya haya pasado.

3.16. Al modificar el estado de una cita cuya fecha ya haya pasado, el sistema solicitará que se vuelva a ingresar la contraseña del usuario.

#### 4. Transcripción de la lectura del estudio radiológico

4.1. El sistema permitirá realizar una búsqueda del paciente al cual se le quiere asignar la transcripción.

4.1.1. La búsqueda del paciente se realizará por medio del número de registro.

4.2. El sistema debe permitir gestionar la transcripción de la lectura de estudios.

4.2.1. El sistema debe permitir registrar la lectura transcrita de un estudio correspondiente a un paciente

4.2.1.1. Para realizar el registro de la lectura transcrita el sistema debe solicitar la siguiente información:

- Resultado.
- Conclusión.
- Medico Radiólogo.

4.2.2. El sistema debe permitir modificar la lectura transcrita de un estudio.

- 4.2.3. El sistema debe permitir eliminar una transcripción registrada.
- 4.3. El sistema debe asociar correctamente la transcripción de un estudio con la imagen correspondiente previamente cargada.
- 4.4. El sistema debe permitir generar un reporte listo para imprimir con la lectura transcrita del estudio conteniendo la siguiente información:
- Número de registro del paciente.
  - Nombre del paciente.
  - Edad del paciente.
  - Servicio de donde se solicitó el estudio.
  - Estudio realizado.
  - Resultado.
  - Conclusión.
  - Medico Radiólogo.

## 5. Informes

- 5.1. El sistema debe permitir elaborar los informes que son solicitados por el MINSAL y la dirección del departamento, que sirven para la toma de decisiones.
- 5.2. El sistema debe poder generar al menos lo siguientes informes:
- Para la dirección del departamento de radiología:
    - Películas por servicio y por tamaño.
    - Placas tomadas y descartadas diariamente.
    - Libro de censos.
  - Estadísticas para el MINSAL:
    - Tabulador de servicios técnicos generales.
    - Número de placas y estudios por servicio.
- 5.3. Al generar un informe, el sistema solicitará una fecha de inicio y una fecha de finalización, las cuales permitirán al usuario obtener los datos que fueron ingresados durante del rango de tiempo seleccionado.
- 5.3.1. El sistema deberá validar que la fecha de finalización sea mayor que la fecha de inicio.
- 5.4. El sistema debe permitir ver los informes en pantalla.

5.5. El sistema debe permitir que los informes generados puedan ser impresos o almacenados.

## 6. Tareas de administración

6.1. El sistema debe permitir gestionar los usuarios del sistema.

6.1.1. El sistema debe permitir agregar nuevos usuarios del sistema, solicitando la siguiente información:

- Nombre del usuario.
- Nombre completo del usuario
- Correo electrónico
- Roles que se asignan al usuario.
- Contraseña predeterminada, la cual el sistema exigirá al usuario cambiarla al iniciar sesión por primera vez en el sistema.

6.1.2. El sistema debe permitir modificar la siguiente información de los usuarios del sistema:

- Nombre del usuario.
- Correo electrónico
- Contraseña.
- Roles/permisos asignados al usuario.

6.1.3. El sistema debe permitir dar de baja a usuarios del sistema.

6.1.4. El sistema debe permitir bloquear/desbloquear a los usuarios.

6.1.5. El sistema debe permitir mostrar un listado de todos los usuarios registrados en el sistema, dicho listado contendrá la siguiente información:

- Correlativo
- Nombre de usuario
- Controles para modificar, consultar, dar de baja y bloquear/desbloquear

6.1.6. El sistema debe permitir consultar la información de los usuarios del sistema.

6.2. El sistema debe permitir gestionar las áreas de atención del departamento.

- 6.2.1. El sistema debe permitir agregar nuevas áreas del departamento, solicitando la siguiente información:
    - Nombre del área
    - Descripción del área
  - 6.2.2. El sistema debe permitir modificar la siguiente información de las áreas del departamento:
    - Nombre del área
    - Descripción del área
  - 6.2.3. El sistema debe permitir dar de baja áreas del departamento.
  - 6.2.4. El sistema debe permitir mostrar un listado de todas las áreas del departamento de radiología registradas en el sistema, dicho listado contendrá la siguiente información:
    - Correlativo
    - Nombre del área
    - Controles para modificar, consultar y dar de baja
  - 6.2.5. El sistema debe permitir consultar las áreas del departamento.
- 6.3. El sistema debe permitir gestionar los estudios radiológicos que brinda el departamento dependiendo del área que se desee.
    - 6.3.1. El sistema debe permitir agregar nuevos estudios que se realizan en las áreas del departamento de radiología, para lo cual se le solicitará la siguiente información:
      - Nombre del estudio.
      - Abreviatura
      - Tipo de estudio.
      - Área donde se realiza el estudio.
      - Horario en que se realiza el estudio.
      - Días en que se realiza el estudio.
    - 6.3.2. El sistema debe permitir modificar la siguiente información de los estudios que se realizan en las áreas del departamento de radiología.

- Nombre del estudio
  - Abreviatura
  - Tipo de estudio.
  - Área donde se realiza el estudio
  - Horario en que se realiza el estudio
  - Días en que se realiza el estudio
- 6.3.3. El sistema debe permitir dar de baja estudios que se realizan en las áreas del departamento de radiología.
- 6.3.4. El sistema debe permitir mostrar un listado de todos los estudios de cada área registrados en el sistema, dicho listado contendrá la siguiente información:
- Correlativo.
  - Nombre de estudio.
  - Abreviatura.
  - Área donde se realiza el estudio.
  - Controles para modificar, dar de baja y consultar.
- 6.3.5. El sistema debe permitir consultar los estudios que se realizan en las áreas del departamento de radiología.
- 6.4. El sistema debe permitir gestionar los tamaños de películas que se usan en la impresión de estudios radiológicos que brinda el departamento dependiendo del área que se desee.
- 6.4.1. El sistema debe permitir agregar nuevos tamaños de películas que se usan para la impresión de estudios radiológicos, para lo cual se solicitará la siguiente información:
- Tamaño de película
  - Descripción
- 6.4.2. El sistema debe permitir modificar la siguiente información de los tamaños de películas se usan para la impresión de estudios radiológicos:
- Tamaño de película
  - Descripción
- 6.4.3. El sistema debe permitir dar de baja tamaños de películas que se usan para la impresión de estudios radiológicos:

- 6.4.4. El sistema debe permitir mostrar un listado de todos los tamaños de películas, dicho listado contendrá la siguiente información:
- Correlativo.
  - Tamaño de película.
  - Descripción.
  - Controles para modificar, dar de baja y consultar.
- 6.4.5. El sistema debe permitir consultar los tamaños de placas usan para la impresión de estudios radiológicos.
- 6.5. El sistema debe permitir gestionar los roles de usuarios del sistema.
- 6.5.1. El sistema debe permitir agregar nuevos roles, para lo cual se solicitará la siguiente información:
- Nombre
  - Descripción
  - Permisos del rol
- 6.5.2. El sistema debe permitir modificar la siguiente información de los roles de usuarios:
- Nombre del rol
  - Descripción del rol
  - Permisos del rol
- 6.5.3. El sistema debe permitir dar de baja roles de usuarios.
- 6.5.4. El sistema debe permitir mostrar un listado de todos los roles de usuarios, dicho listado contendrá la siguiente información:
- Correlativo.
  - Nombre del rol.
  - Descripción del rol.
  - Controles para modificar, dar de baja y consultar.
- 6.5.5. El sistema debe permitir consultar los roles de usuarios.
- 6.6. El sistema debe permitir modificar el número máximo de citas programadas cada media hora, para los estudios realizados en el área de especialidades.

6.7. El sistema debe permitir consultar el historial de todas las actividades realizadas por los usuarios del sistema.

6.7.1. El sistema debe mostrar la siguiente información de cada actividad:

- Acción realizada por el usuario.
- Fecha y hora en que se realizó la acción.

## 7. Otros

7.1. El sistema debe mostrar mensajes de alerta cuando el usuario cometa algún error dentro del sistema.

7.2. El sistema debe mostrar mensajes de confirmación cuando el usuario quiera realizar alguna operación dentro del sistema.

7.3. El sistema debe mostrar mensajes de información cuando el usuario haya realizado alguna operación dentro del sistema con éxito.

7.4. El sistema debe permitir al usuario consultar la ayuda desde cualquier pantalla del sistema.

7.5. El sistema debe validar toda la información ingresada por el usuario.

## Casos de uso

Los diagramas de casos de uso sirven para especificar la comunicación y el comportamiento de un sistema mediante su interacción con los usuarios y/u otros sistemas.

Los personajes o entidades que participarán en un caso de uso se denominan actores. En el contexto de ingeniería del software, un caso de uso es una secuencia de interacciones que se desarrollarán entre un sistema y sus actores en respuesta a un evento que inicia un actor principal sobre el propio sistema.

## Diagramas de caso de uso

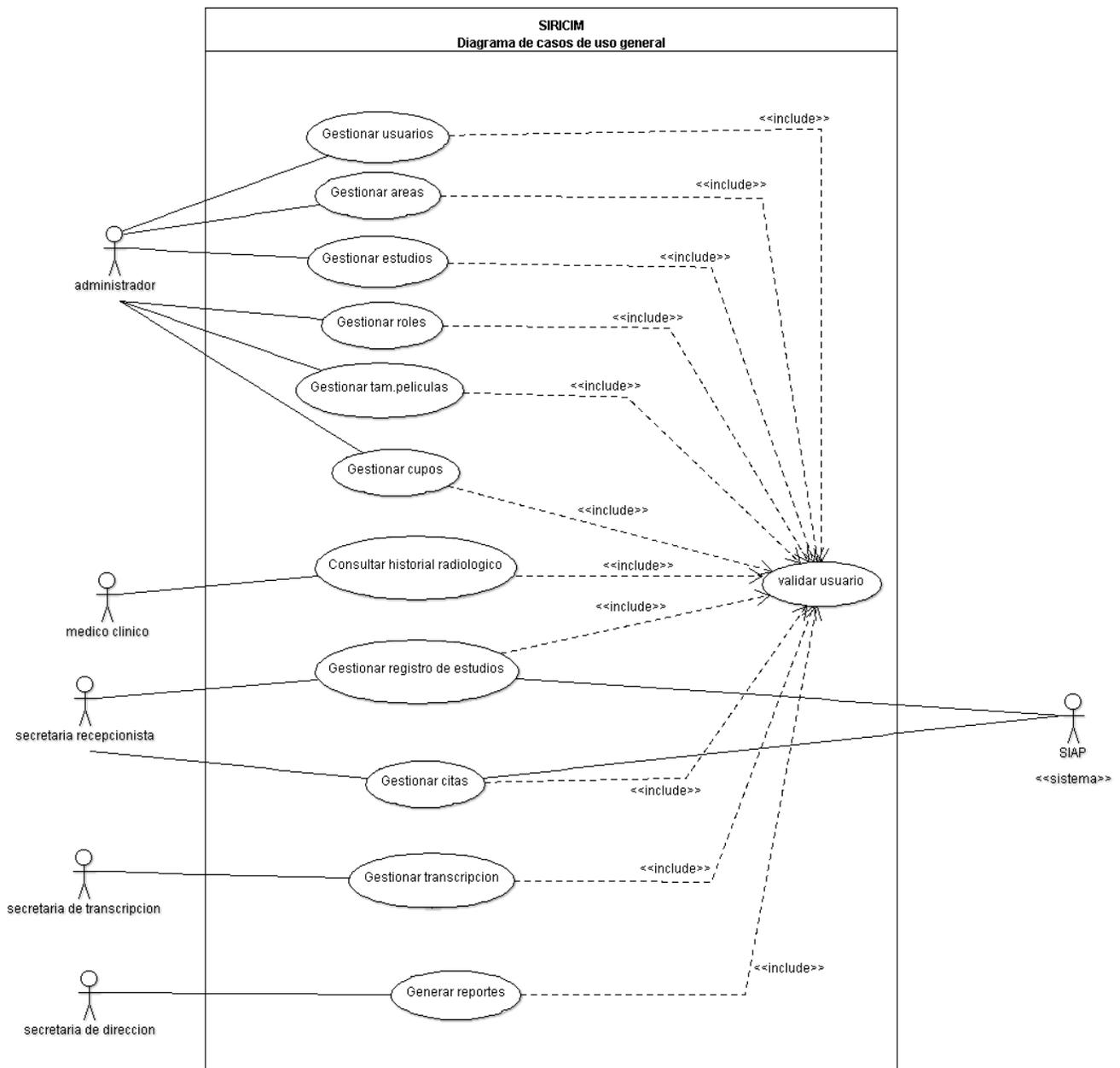


Figura 8. Diagrama de caso de uso general

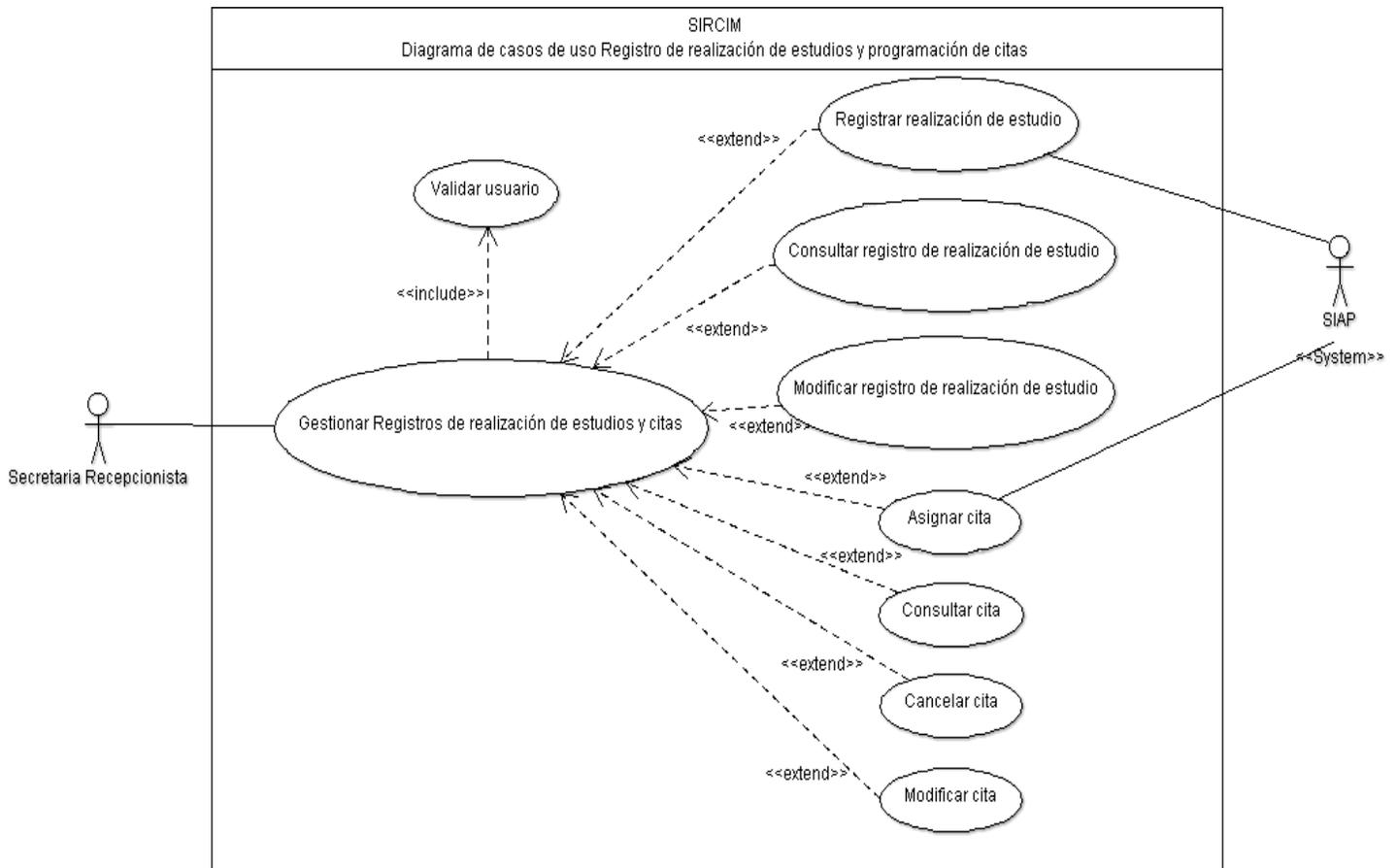


Figura 9. Diagrama de caso de uso de registro de realización de estudios

<b>Nombre del caso de uso:</b>	Gestionar Registros de realización de estudios y citas
<b>Objetivo:</b>	Permitir llevar un censo detallado de todos los estudios que hayan sido realizados en cada área de atención del departamento de radiología.
<b>Actores Principales:</b>	Secretaria recepcionista.
<b>Personal involucrado e intereses:</b>	<p><b>Paciente:</b> le interesa que la información sea registrada correctamente para que no exista ningún tipo de confusión a la hora de la realización de su estudio.</p> <p><b>Secretaria recepcionista:</b> requiere registrar todos los estudios realizados en cada una de las áreas de atención del departamento de radiología y a la vez realizar la programación de citas a los pacientes.</p> <p><b>Secretaria de Dirección de Radiología:</b> le interesa que toda la información registrada en cada área del</p>

	<p>departamento de radiología sea coherente y verdadera, ya que a partir de ella generará los informes que serán presentados a la dirección del departamento y al MINSAL.</p> <p><b>Jefe de Radiología:</b> le interesa que los informes generados contengan información válida y vigente para poder tomar las decisiones más adecuadas relacionadas al departamento de Radiología.</p> <p><b>Ministerio de Salud pública y asistencia social:</b> le interesa la información estadística generada por el Hospital Rosales sea completa, precisa y clara, ya que a partir de ella tomará las decisiones correctas en la búsqueda del bienestar de la población Salvadoreña.</p>
<b>Precondiciones:</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- El paciente que solicita un servicio en el departamento de radiología debe de estar registrado en el sistema de atención a pacientes (SIAP).</li> <li>- El caso de uso validar usuario es completado con éxito.</li> <li>- El usuario debe poseer el rol y los permisos respectivos que le permitan ingresar al módulo y realizar las distintas tareas.</li> </ul>
<b>Garantías de éxito (Post-condiciones):</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- La información del paciente y del estudio se registra de manera correcta y coherente.</li> <li>- El censo de los estudios que son realizados en el departamento de radiología se obtiene de manera oportuna y rápida.</li> <li>- La gestión de citas se lleva a cabo de manera rápida, fácil y efectiva.</li> </ul>
<b>Escenario principal de éxito (o flujo básico):</b>	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. La Secretaria Recepcionista inicia la gestión de Registros de realización de estudios y citas.</li> <li>2. El Sistema muestra la instancia del módulo de citas a la que La Secretaria Recepcionista está vinculada. En cada una de las instancias del módulo (Rayos x de especialidades, Rayos x central, Rayos x de emergencias y resonancia magnética) la Secretaria Recepcionista podrá: <ul style="list-style-type: none"> <li>• Registrar la realización de estudio.</li> <li>• Modificar registro de realización de estudio.</li> <li>• Consultar un estudio realizado.</li> <li>• Crear cita.</li> <li>• Modificar cita.</li> <li>• Cancelar cita.</li> <li>• Consultar cita.</li> </ul> </li> <li>3. La Secretaria Recepcionista elige realizar una de las tareas antes mencionadas.</li> </ol>

	4. El Sistema ejecuta el caso de uso de la tarea a realizar.
<b>Extensiones (o Flujos Alternativos):</b>	<p>2a. La Secretaria Recepcionista no posee un rol asignado que le permita ingresar a una de las instancias del módulo.</p> <p>1. El Sistema muestra una alerta indicando a La Secretaria Recepcionista el problema y una recomendación para enmendarlo.</p> <p>3a. La Secretaria Recepcionista realiza ninguna de las tareas y sale del sistema.</p>
<b>Requisitos Especiales:</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• La opción de “salir del sistema” debe estar disponible y debe ser fácil de ubicar para el usuario.</li> <li>• La selección de las diferentes opciones se obtendrá desde el puntero del mouse.</li> </ul>
<b>Frecuencia:</b>	Diariamente.

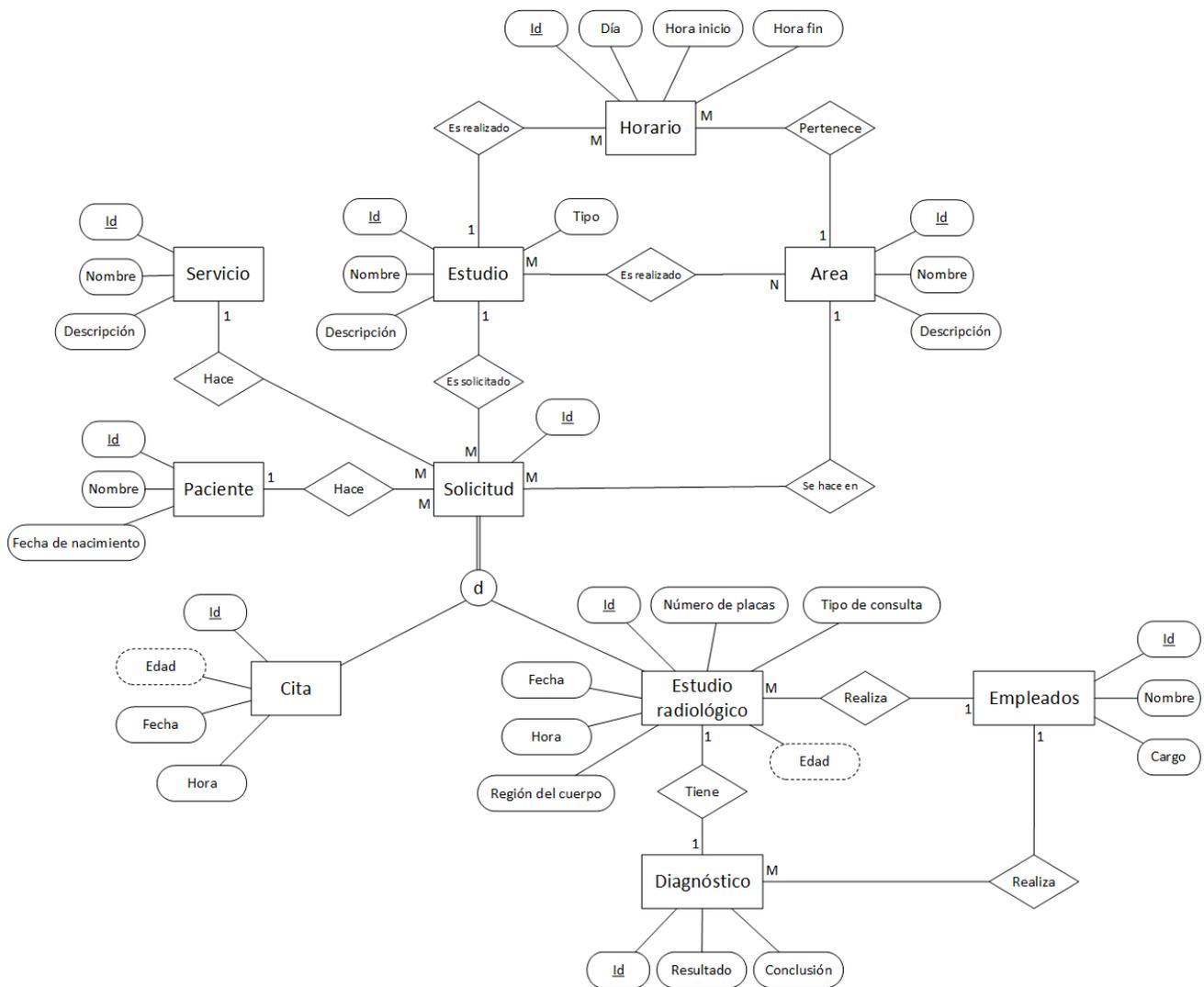


Los diagramas y las descripciones de todos los casos de uso del sistema los puede encontrar en el CD anexo en la siguiente ubicación:  
 Documentación/Análisis/Requerimientos/casos uso/

Modelo del sistema

Modelo de datos

Diagrama Entidad Relación



## Diccionario de datos

### Tabla servicio

Contiene las referencias de los servicios brindados por el hospital.

Nombre	Tipo de dato	Mandatorio	Llave primaria	Descripción
<b>Id</b>	Integer	Si	X	Identificador de la tabla y llave primaria.
<b>Nombre</b>	Varchar(30)	Si	-	Nombre del servicio de donde se solicita el estudio
<b>Descripcion</b>	Varchar(50)	Si	-	Elemento que guarda una descripción del servicio



El diccionario de datos del modelo de datos y las descripciones de las tablas del sistema los puede encontrar en el CD anexo en la siguiente ubicación:  
Análisis/Requerimientos/Modelo del sistema/diccionario de datos



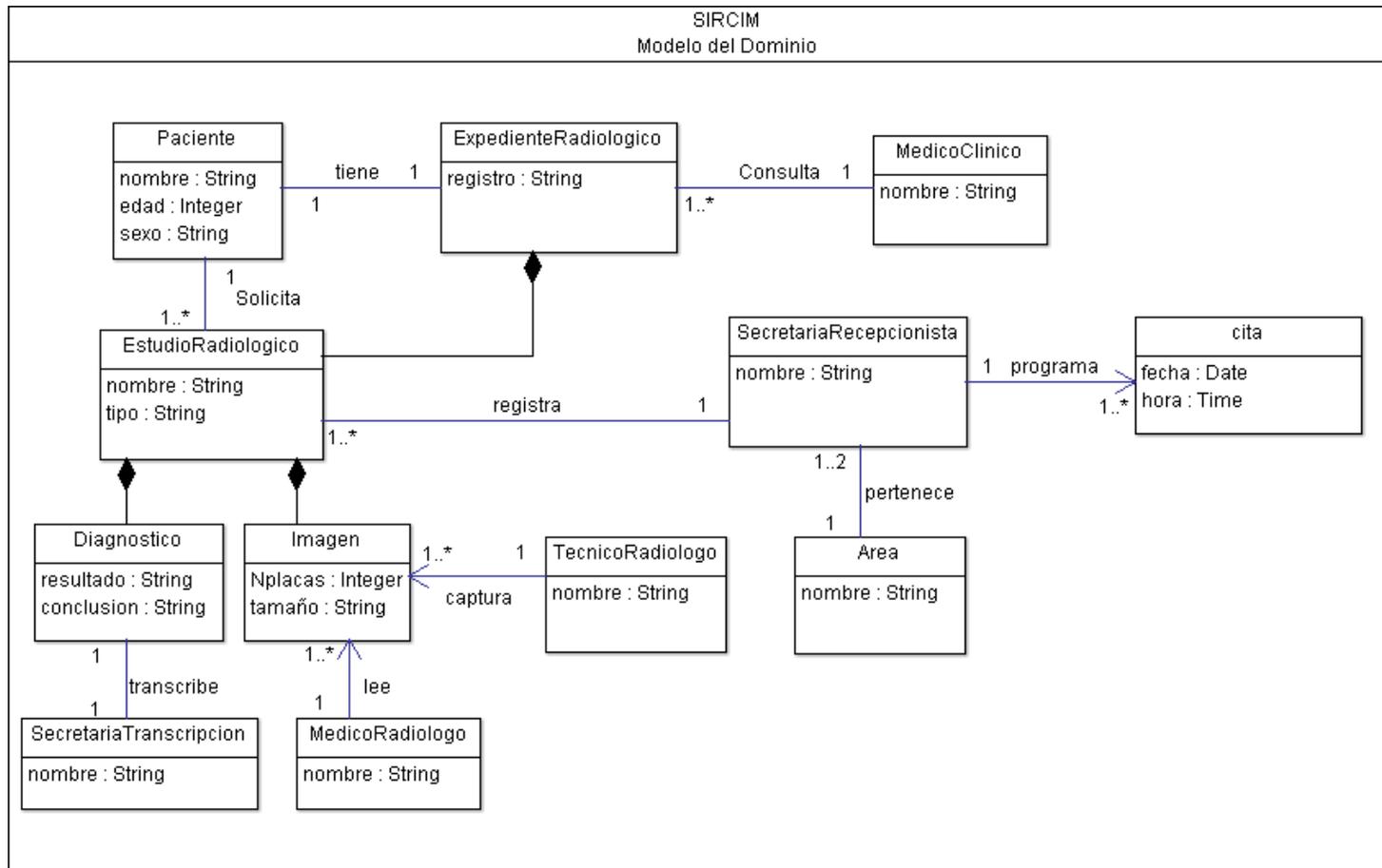
Los diagramas de secuencia y el modelo de comportamiento se muestran en el CD anexo respectivamente en la siguiente ubicación:

Análisis/Requerimientos/Modelo del sistema/diagramas de secuencia

Análisis/Requerimientos/Modelo del sistema/modelo de comportamiento

## Modelo de objetos

### Modelo del dominio



## Diccionario de datos (Modelo del dominio)

### Paciente

Atributo	Tipo	Descripción
<b>nombre</b>	String	Contiene el nombre del paciente registrado en el expediente
<b>edad</b>	Integer	Contiene la edad calculada del paciente
<b>sexo</b>	String	Contiene le sexo del paciente



El diccionario de datos del modelo del dominio y las descripciones de las entidades del sistema los puede encontrar en el CD anexo en la siguiente ubicación:  
Análisis/Requerimientos/modelo del domino/diccionario de datos

## Requerimientos operativos

### Requerimientos de eficiencia

#### Requerimientos de rendimiento

El sistema informático debe soportar las siguientes terminales:

- 5 secretarías recepcionistas
- 3 secretarías de transcripción
- 1 secretaria de la dirección del departamento
- 34 médicos clínicos

Las redes de comunicación son las responsables para la transmisión de imágenes desde los dispositivos de adquisición a las estaciones de visualización, por lo que es esencial un rendimiento óptimo de la imagen en el ambiente clínico.

A continuación se describen los requerimientos de velocidad para la transmisión de imágenes en PACS.

Servidor PACS a estaciones de trabajo	
Velocidad	Rápido
Requerimientos	4 Mbytes/s
Tecnología	ATM/Fast o Gigabit Ethernet
Velocidad de señal	155, 100, 1000 Mbits/s

Una comunicación de alta velocidad es necesaria entre el servidor PACS y las estaciones de visualización debido a que los médicos radiólogos y clínicos deben acceder a las imágenes rápidamente.

### Requerimientos de espacio

Volúmenes de datos:

Estudio	Número de imágenes/estudio	de tamaño (MB)	Estudios estimados (diarios)	total (MB)
<b>Rayos X</b>	2	16	125	2000
<b>TAC</b>	40-3000	20	32	640
<b>Ultrasonidos</b>	20-240	7	60	420
<b>Resonancia Magnética</b>	60-3000	8	27	216
			<b>244</b>	<b>3276</b>

Cita			
Campo	Tipo	Tamaño	Total (byte)
Registro	Varchar	10	10
Edad	Numérico	3	3
Tipo de estudio	Varchar	25	25
Servicio	Varchar	25	25
Fecha de cita	Date	10	10
Hora de cita	Time	8	8
			<b>81</b>

Registro de estudio			
Campo	Tipo	Tamaño	Total (byte)
Registro	Varchar	10	10
Edad	Numérico	3	3
Servicio	Varchar	25	25
Fecha de registro	Date	10	10
Hora de registro	time	8	8
Nombre del Técnico	Varchar	30	30
Número de placas	Numérico	2	1
Tamaño	Numérico	2	1
			<b>88</b>

Diagnostico			
Campo	Tipo	Tamaño	Total (byte)
Resultado	Varchar	20000	20000
Conclusión	Varchar	2000	2000
			<b>22000</b>

Resumen total de datos		
Elemento	Total en bytes	Total en MB
Cita	81	0.08
Registro de estudio	88	0.09
Diagnostico	22000	21.48
<b>Total Datos</b>	<b>22169</b>	<b>21.65</b>

Proyección		
Periodo de tiempo	Almacenamiento requerido para datos(GB)	Almacenamiento requerido para imágenes(GB)
<b>Diario*</b>	<b>5.16</b>	<b>3.2</b>
<b>Mensual</b>	<b>154.8</b>	<b>96</b>
<b>Anual</b>	<b>1857.6</b>	<b>1152</b>
<b>5 años</b>	<b>9288</b>	<b>5760</b>

\*El total de estudios realizados por el departamento de radiología es de aproximadamente 244, por lo que se calculan  $21.65 * 244 = 5282.6$  MB de almacenamiento requeridos.

**Conclusión:** Según el análisis de datos realizados se debería tener una cantidad de espacio disponible para el almacenamiento de **9 TB** en el servidor de datos y de aproximadamente **5.6 TB** en el servidor PACS.

#### Requerimientos de implementación

Debido a que en el hospital rosales cuentan con los recursos adquirido exclusivamente para el almacenamiento de las imágenes médicas, éste será tomado en cuenta para la implementación de sistema informático a desarrollar, a continuación se detallan las características de dichos equipos:

#### Hardware Disponible

SERVIDOR PACS	
<b>Procesador</b>	dual-core Intel Xeon
<b>Memoria</b>	24 con 2 GB UDIMMs
<b>RAM Mínima</b>	1 GB con un único procesador (1 DIMM por procesador)
<b>RAM Máxima</b>	96 GB (con quad, 8 GB RDIMM), 144 GB (con dual, 8 GB RDIMM), o 24 GB (con 2 GB UDIMMs)
<b>Disco Duro</b>	4 unidades de 3,5 pulgadas, interna, SAS hot-swap o SATA con soporte de unidad de cinta interna opcional. Capacidad de 11 TB
<b>Unidad de DVD</b>	Una unidad óptica opcional SATA Slimline interna DVD-ROM o DVD + RW Opcional DVD USB externa. NOTA: Los dispositivos de DVD son sólo de datos.
<b>Conectores</b>	Tarjeta de red, Cuatro RJ-45 10/100/1000 Mbps Ethernet. Serial de 9 pines, DTE, compatible con 16550. Puertos USB, Dos de 4 pines compatibles con USB 2.0. Video VGA de 15 pines. Una ranura para tarjeta de memoria flash en el panel posterior.

SERVIDOR DE DATOS	
<b>Procesador</b>	Uno o dos procesadores Intel Xeon de dos o cuatro Núcleos
<b>Memoria RAM</b>	32 GB
<b>RAM Mínima</b>	1 GB con un único procesador (1 DIMM por procesador)
<b>RAM Máxima</b>	96 GB (con RDIMM de 8 GB cuádruples), 144 GB (con RDIMM de 8 GB duales) o 24 GB (con UDIMM de 2 GB)
<b>Disco Duro</b>	Cuatro unidades internas de disco duro de 3,5 pulgadas e intercambio activo, de tipo SAS o SATA, con compatibilidad con unidad de cinta interna opcional Capacidad de 32 TB.
<b>Unidad Óptica</b>	Una unidad de DVD-ROM o DVD+RW SATA interna opcional reducida, Unidad de DVD USB externa opcional NOTA: Los dispositivos de DVD son sólo de datos.
<b>Tarjeta de red</b>	Cuatro RJ-45 Ethernet 10/100/1000 Mbps

EQUIPO CLIENTE		
Recurso	requisito mínimo	
Estaciones de trabajo	Procesador	Dual core
	Memoria RAM	4 GB
	Capacidad Disco duro	250 GB
	Controlador de gráficos	Dual Head PCI de alta velocidad, con manejo de grises y/o color de 10 bits.
	Unidad óptica	Lector de DVD/CD
	Tarjeta de red	Fast Ethernet (100/1000 Mb/s).
	Monitor	Alta resolución LCD de 21"
Estaciones de consulta	Procesador	Dual core
	Memoria ram	4 GB
	Capacidad Disco duro	128 GB
	Unidad óptica	Lector DVD/CD
	Tarjeta de red	Fast Ethernet (100/1000 Mb/s)
	Monitor	Monocromos de alta resolución desde 19"
PC para la transcripción del diagnóstico y recepción de Pacientes	Procesador	PENTIUM IV 1,55 GHz
	Memoria ram	1 GB
	Capacidad Disco duro	80 GB
	Unidad óptica	DVD/CD
	Tarjeta de red	Ethernet 100/1000 Mb/s
	Dispositivos periféricos	Mouse, teclado, parlantes y audífonos

## Software

Para el software se tomara en cuenta la política de tecnología la unidad de Desarrollo de Tecnologías de Información y Comunicaciones (DTIC) del Ministerio de Salud.

Servidor PACS	
<b>Gestor de base de datos</b>	PostgreSQL 9.1
<b>Sistema operativo</b>	Debian wheezy 7.0

Servidor de datos	
<b>Gestor de base de datos</b>	PostgreSQL 9.1
<b>Sistema operativo</b>	Debian wheezy 7.0
<b>Servidor Web</b>	Apache 2.2.22

Cliente	
<b>Sistema operativo</b>	Debian wheezy 7.0
<b>Navegador web</b>	Mozilla Firefox 22.0, Google Chrome 28.0.1500.72 m
<b>Lector PDF</b>	Adobe Reader última versión

## Arquitectura

### Arquitectura PACS:

La arquitectura de un PACS consiste en un servidor central que contiene una base de datos de imágenes. Este servidor está conectado a uno o más clientes vía LAN o WAN para proporcionar y/o utilizar imágenes. Los clientes de las estaciones de trabajo pueden usar periféricos locales para explorar las imágenes dentro del sistema.

### Los componentes básicos de un sistema PACS son:

**Visualización de imágenes:** Esta parte cuenta con equipos especializados de visualización de imágenes, que cumplen características específicas para mejorar su evaluación, y facilitar un mejor diagnóstico. Los equipos de visualización son de alta resolución, deben contar con software especializado para el tratamiento y manipulación de las imágenes, y dar un espacio para poder guardar las evaluaciones y análisis dados por los médicos. El PACS, a su vez, debe ser capaz de transmitir con facilidad las imágenes a múltiples monitores para su manejo y control.

**Adquisición:** El módulo de adquisición está compuesto de un dispositivo físico que realiza la adquisición y un computador que maneja todo el proceso. Este componente tiene interconectados los diferentes equipos de adquisición de imágenes con el servidor.

**Almacenamiento:** Este módulo integra los componentes tanto de software como de hardware, que permiten almacenar los archivos DICOM. Para ello tienen una buena capacidad de almacenamiento y buen desempeño para administración de archivos DICOM.

**Infraestructura de interconexión:** Este componente conecta las partes mencionadas anteriormente proporcionando una eficaz comunicación entre ellas.

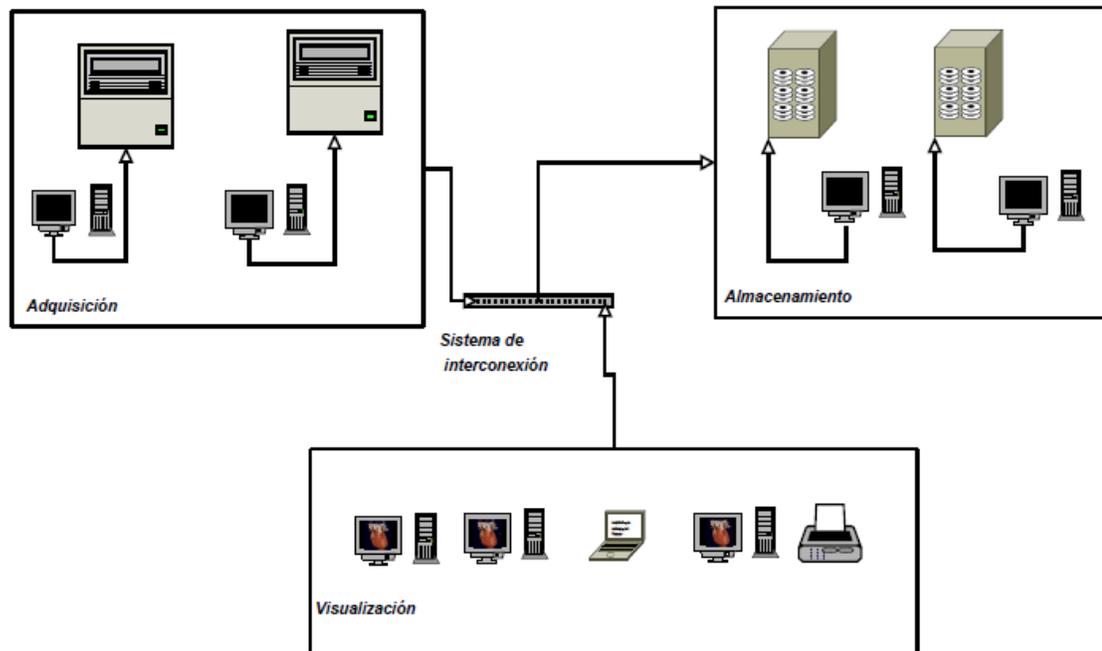


Figura 10. Sistema de interconexión PACS

## Arquitectura SIRCIM:

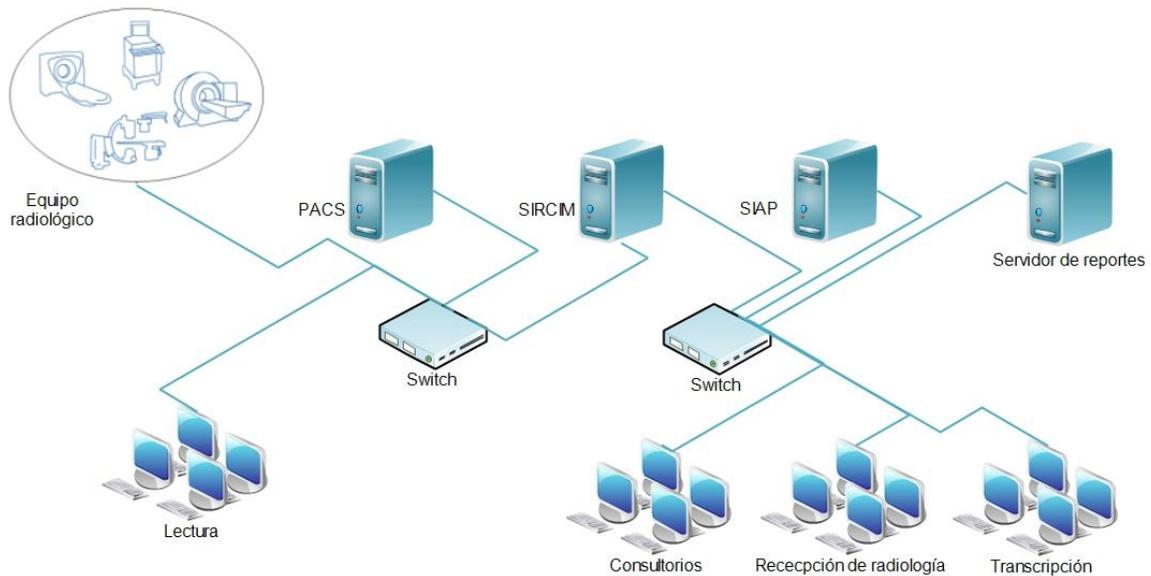


Figura 11. Arquitectura del sistema SIRCIM

## Recurso Humano

Para garantizar que el sistema informático una vez implementado funcione de manera correcta, debe contarse con el personal adecuado:

1. Soporte Técnico: encargado de verificar el correcto funcionamiento del equipo informático, administración y configuración de red.
2. Administrador de base de datos: responsable de verificar el correcto funcionamiento y la seguridad de la base de datos.
3. Administrador del sistema: responsable de crear las cuentas de usuario y asignar los respectivos permisos para el acceso a las funciones del sistema.

- **Requerimientos de privacidad**

1. Se debe recopilar y/o procesar sólo la información personal necesaria para el registro de los estudios radiológicos.
2. Los usuarios solo deben tener una cantidad de accesos o privilegios a una funcionalidad del sistema que les permita completar su objetivo necesario con el fin de que no tengan acceso a la información confidencial de los pacientes.
3. Se debe proteger la información personal con controles de seguridad.

- **Requerimientos de seguridad**

Parte importante a tener en cuenta es la seguridad del sistema informático la cual debe considerarse bajo los aspectos físicos y lógicos, con el objetivo de garantizar la integridad y seguridad de la información así como la protección del equipo informático.

**Física:** se refiere al entorno bajo el cual estará operando el sistema informático, así como el personal que estará autorizado para el acceso a este.

Para ello debe tomarse en cuenta lo siguiente:

1. La temperatura del ambiente en el que se encuentre el servidor debe ser controlada
2. Acceso restringido al lugar físico donde se encuentre el servidor.
3. Las instalaciones donde se encuentre ubicado el servidor debe contar con un sistema de alarmas contra incendios.
4. Los respaldos de seguridad de los datos deben guardarse en una ubicación física diferente al del servidor para evitar pérdidas totales de datos.

**Lógica:** se enfoca en el uso del software, protección de los datos y la respectiva autorización que tendrán los usuarios para acceder a la información.

En la seguridad lógica debe considerarse:

1. El encargado de realizar la administración del sistema deberá realizar los respaldos de la base de datos, así como la gestión de los usuarios y roles que tendrá el sistema.
2. Para poder acceder al sistema se deberá contar con un nombre de usuario y contraseña las cuales serán verificadas.

Una buena contraseña debe tener las siguientes cualidades:

- Tener entre 8 y 15 caracteres
- Estar hecha de caracteres, números y símbolos
- contener por lo menos una letra mayúscula, un caracter especial y un número.

Se deben evitar contraseñas que:

- sean palabras que se encuentran en el diccionario
- tengan que ver con sus datos personales
- no pueda ser escrita rápidamente

3. El sistema debe encriptar la contraseña del usuario por medio del algoritmo whirlpool<sup>2</sup>.

---

<sup>2</sup> Ver tabla comparativa en el anexo 11 de la página 170 de los algoritmos de encriptación que se tomaron en cuenta.

4. El sistema debe poseer diferentes niveles de autorización en las operaciones, que estará basado en roles de acceso, según las funciones de los puestos de trabajo en el departamento.
5. Cada usuario deberá tener asignado un rol el cual le permitirá acceder únicamente a la información que le corresponde.
6. El sistema debe registrar y almacenar apropiadamente todas las operaciones, para garantizar que se haga una auditoría minuciosa de ellas.

## Requerimientos de desarrollo

**Recurso humano**

Para llevar a cabo el desarrollo del sistema informático, el personal con el que se cuenta debe cumplir los requisitos y las funciones que se detallan a continuación.

Perfil	Director del proyecto
<b>Objetivo:</b>	Conducir con éxito el proyecto ajustándose a tiempos, presupuestos, técnicas y estrategias previamente definidas
<b>Descripción:</b>	Elemento clave para el éxito del proyecto, debe proporcionar el liderazgo en todas las etapas del ciclo de vida del proyecto, debe poseer un conjunto de habilidades que inspiren al equipo a estar motivados y tener éxito y que ganen la confianza del cliente. Además de poseer una capacidad de liderazgo firme, habilidad para desarrollar personas, habilidades de comunicación, capacidad para manejar el estrés, habilidades para resolver conflictos y de administración del tiempo, entre otras.
<b>Responsabilidades:</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Planificar actividades</li> <li>• Coordinar actividades del proyecto</li> <li>• Monitorear avance del proyecto</li> <li>• Coordinar reuniones de trabajo</li> <li>• Gestión de recursos</li> <li>• Monitorear y validar la información para el desarrollo del sistema.</li> <li>• Encargado del control de la calidad del desarrollo del proyecto.</li> </ul>
<b>Requisitos:</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Experiencia en Gestión de proyectos, con enfoque a la dirección, control y administración de los recursos, costes y entregables.</li> <li>• Experiencia en el ciclo de vida del desarrollo de software.</li> <li>• Habilidad para estimar alcances, planear, administrar recursos, calendarizar actividades, costeo de proyecto y administración de presupuestos o Planeamiento, administración y procuración de recursos o Habilidad para realizar análisis de riesgos, dependencias y toma de decisiones.</li> <li>• Capacidad para trabajar con herramientas tecnológicas de gestión de proyectos MS Project o Conocimiento de herramientas tecnológicas enfocadas a la asignación de tareas y administración de cambios.</li> </ul>

Perfil		Analista programador
<b>Objetivo:</b>	Realizar un análisis refinada para obtener los requerimientos de la solución y buscar una solución adecuada para el cliente.	
<b>Descripción:</b>	Analizar un problema y elaborar una solución, mediante una aplicación informática que trasladará las especificaciones obtenidas mediante el análisis, en un código ejecutable por la computadora. Además de elaborar, diseñar, analizar y mantener los soportes lógicos o programas para computadoras ideados con objeto de cubrir las necesidades prácticas de los usuarios de sistemas informáticos.	
<b>Responsabilidades:</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Análisis</li> <li>• Diseño</li> <li>• Construcción</li> <li>• Pruebas de la solución</li> <li>• Documentación de la solución</li> </ul>	
<b>Requisitos:</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Graduado de ingeniería o licenciatura en sistemas o estudios avanzados</li> <li>• Experiencia o conocimientos en desarrollo de aplicaciones web php, java jee, jsf, jpa, struts</li> <li>• Conocimientos de diseño con patrón mvc para symfony2</li> <li>• Manejo de SQL</li> <li>• Manejo de de IDE netbeans</li> </ul>	

## Recurso software

### Software del servidor de desarrollo

Para el desarrollo del proyecto se usará un ambiente lo más similar al ambiente de producción, con el fin de evitar posibles problemas a la hora de implementar el sistema informático. Para lo cual se usaran las políticas de la Dirección de Tecnologías de Información y Comunicaciones. A continuación se detallan las herramientas y plataformas que se utilizarán para el desarrollo:

Sistema operativo	Debian 7.1 Wheezy
Servidor web	Apache 2.2.22
Gestor de base de datos	PostgreSQL 9.1
Servidor de aplicaciones	JBoss 4.2.3.GA
Servidor de imágenes	Dcm4che
JDK	6.0
Framework	Symfony2

## Software para los equipos de desarrollo

**Software para modelado y diagramación:** Se emplean para la creación de diagramas y modelo de sistemas, permiten concentrarse en ciertas características importantes del sistema. Los modelos resultados, son una buena forma de determinar si están representados todos los requerimientos del sistema

**IDE:** proveen un marco de trabajo amigable para la mayoría de los lenguajes de programación y el manejo de bases de datos. Para el desarrollo se utilizará NetBeans con soporte para php ya que se integra y da soporte para el uso del framework Symfony2.

**Otras herramientas:** deben permitir realizar tareas secundarias pero que facilitan el desarrollo del proyecto, estas herramientas incluyen:

- Suites ofimáticas, que permitirán la realización, modificación, almacenamiento e impresión de la documentación generada durante el proyecto.
- La administración de proyectos utilizado para la planificación del proyecto, manejo y control de presupuesto, asignación de recursos.
- Visualizador de archivos portables, permitirán la lectura de archivos del tipo portable document format (PDF).
- Navegadores web: permitirán el uso del sistema, con soporte a todas la funciones que garanticen que funcionen correctamente

A continuación se detallan el software adicional utilizado en los equipos de desarrollo para completar exitosamente el sistema informático:

Categoría	Tipo	Descripción
<b>Software para modelado y diagramación</b>	Modelado de datos	Sybase Power Designer 16.0
	Diagramas	<ul style="list-style-type: none"> <li>• ArgoUML 0.34</li> <li>• Microsoft visio 2013</li> <li>• Bizagi</li> </ul>
<b>IDE</b>	Programación	Netbeans 7.3
	Interface BD	PGAdmin III
<b>Otras herramientas</b>	Administración de proyectos	Microsoft Project 2013
	Suite ofimática	Microsoft Word 2013 Microsoft Excel 2013 Microsoft PowerPoint 2013
	Visualizador de archivos PDF	Adobe Reader 11.0 Foxit Reader 6.0
	Navegadores web	Google Chrome 29.0 Mozilla Firefox 21.0 Maxthon 4.0

## Recurso hardware

Para el desarrollo del proyecto se debe contar con equipos capaces de ejecutar todo el software necesario descrito anteriormente y que facilite la construcción del sistema informático. A continuación se detalla el hardware utilizado para tal fin.

Detalles de los requerimientos del servidor de desarrollo:

### Hardware del servidor de desarrollo

Arquitectura	64 bits
Procesador	Intel® Core™ i5 -3210M, 2.5GHz
Memoria RAM	2 GB
Tarjeta gráfica	Externa: AMD Radeon HD 7550M, 1GB
Disco duro	40 GB
Unidades	Reproductor y Grabador DVD
Tarjeta de red	1000Base-T/100Base-TX/10Base-T

Detallan de los requerimientos de los equipos de desarrollo:

### Hardware PC1:

Arquitectura	64 bits
Procesador	Intel® Core™ i5 -3210M, 2.5GHz
Memoria RAM	4 GB
Tarjeta gráfica	Externa: AMD Radeon HD 7550M, 1GB
Disco duro	500 GB
Unidades	Reproductor y Grabador DVD
Tarjeta de red	1000Base-T/100Base-TX/10Base-T

### Hardware PC2:

Arquitectura	64 bits
Procesador	Intel® Core™ i5 -3210M, 2.5GHz
Memoria RAM	4 GB
Tarjeta gráfica	Externa: AMD Radeon HD 7550M, 1GB
Disco duro	500 GB
Unidades	Reproductor y Grabador DVD
Tarjeta de red	1000Base-T/100Base-TX/10Base-T

**Hardware PC3:**

Arquitectura	64 bits
Procesador	Intel® Core™ i5 -3210M, 2.5GHz
Memoria RAM	4 GB
Tarjeta gráfica	Externa: AMD Radeon HD 7550M, 1GB
Disco duro	500 GB
Unidades	Reproductor y Grabador DVD
Tarjeta de red	1000Base-T/100Base-TX/10Base-T

**Hardware PC4:**

Arquitectura	64 bits
Procesador	Intel® Core™ i5 -3210M, 2.5GHz
Memoria RAM	4 GB
Tarjeta gráfica	Externa: AMD Radeon HD 7550M, 1GB
Disco duro	500 GB
Unidades	Reproductor y Grabador DVD
Tarjeta de red	1000Base-T/100Base-TX/10Base-T

## Validación de requerimientos

**Revisión técnica formal****Nombre y versión del producto revisado**

Requerimientos del sistema informático de registro y consulta de imágenes médicas (SIRCIM), versión final de requerimientos presentados a división médica y al departamento de radiología.

**Objetivo de la reunión**

Presentar los requerimientos que tendrá que estar en el sistema informático al personal involucrado, división médica y departamento de radiología.

**Participantes de la revisión****Participantes del personal del Hospital Nacional Rosales:**

Representante de División Médica: Dr Wilson Avendaño.  
Jefe del Departamento de Radiología: Claudia Jiménez.

**Participantes del equipo de trabajo de graduación:**

Cañenguez Castro, Carlos Alberto  
Cañenguez Castro, Mario Ernesto  
Hernández Balette, Billy Leopoldo  
Hernández Ortez, Keny Lisseth

**Técnica utilizada**

Reuniones con el personal involucrado.  
     Agenda de revisión de requerimientos  
         Presentación de requerimientos propuestos.  
         Observación sobre los requerimientos propuestos.  
         Corrección de los requerimientos propuestos  
     Presentación de requerimientos finales.  
     Aceptación de requerimientos

**PROBLEMAS DETECTADOS**

Problema detectado: Ninguno

Sugerencia de corrección: Ninguna

## Estrategias de prueba

Las estrategias proporcionan un mapa que describe los pasos que se darán como parte de la prueba, indica cuándo serán ejecutados los pasos y además permite gestionar el esfuerzo, el tiempo y los recursos necesarios para la realización de las pruebas.

La estrategia general para el software orientado a objetos recomienda comenzar probando lo “pequeño” y luego se prueba lo “grande”, refiriéndose a lo pequeño como la lógica interna de procesamiento del software y a lo grande como el software ya integrado.

A continuación se especifican cuáles serán las técnicas a ser empleadas dentro de cada una de las etapas de la construcción del sistema y sobre cuáles componentes del sistema serán aplicadas.

- **Pruebas de unidad**

Las pruebas de unidad están enfocadas a la lógica del procesamiento interno y en sus estructuras de datos y son consideradas adyacentes a la codificación, por lo que cada uno de los analistas programadores deberá realizarlas después de construir cualquier componente del sistema.

La técnica que deberán emplear los analistas programadores para las pruebas de unidad es la de la caja blanca o también llamada prueba de caja de cristal, la cual permitirá garantizar que las operaciones internas se realizan de acuerdo a las especificaciones. Al emplear los métodos de la técnica de la caja blanca, los analistas programadores podrán derivar casos de prueba que aseguren el buen funcionamiento de los siguientes componentes del sistema:

### **Unidad de programa**

En el software orientado a objetos las pruebas son enfocadas primordialmente a la unidad más pequeña, la clase. En las pruebas a las clases se busca ejercitar sus operaciones y se examina si existen errores a medida que la clase colabora con otras.

Dentro de las operaciones de la clase, la técnica de prueba de caja blanca permitirá:

1. Garantizar que todas las rutas independientes dentro del módulo se han ejercitado por lo menos una vez.
2. Asegurar que las rutas de manejo de errores permitan terminar limpiamente el procesamiento cuando ocurra un error.
3. Ejercitar los lados verdadero y falso de todas las decisiones lógicas.
4. Ejecutar todos los bucles en sus límites y dentro de sus límites operacionales.
5. Ejercitar las estructuras de datos internos para asegurar su validez.

### **Base de datos**

Las pruebas unitarias de base de datos son un complemento a las pruebas unitarias de software. En las pruebas de unidad de base de datos la técnica de caja blanca será empleada para poder identificar aquellos defectos en el código que podrían provocar que la información que ingresa el usuario sea almacenada incorrectamente y por consiguiente desencadenar un comportamiento indeseable de la aplicación.

En las pruebas de unidad de base de datos serán incluidos objetos como: disparadores, procedimientos almacenados, índices y vistas.

### **Interfaz sistema-sistema**

La interfaz se prueba para asegurar que la información fluye apropiadamente hacia dentro y hacia fuera de la unidad de programa que se está probando.

### **Interfaz de usuario**

Una vez realizadas las pruebas de unidad de programa y de base de datos, el siguiente paso es verificar que tanto los datos almacenados en la base de datos como los datos resultantes de las operaciones de las clases son mostrados según los requisitos del cliente y otros elementos del modelo del análisis. Es tarea de los analistas programadores el realizar las pruebas a la interfaz.

Los componentes que los analistas programadores deberán de probar son:

1. Características de la interfaz  
Las características de la interfaz se prueban para asegurar que las reglas del diseño, la estética y el contenido visual relacionado están a disposición del usuario sin error alguno. Las características incluyen tipo de fuentes, uso de color, marcos, imágenes, bordes, tablas y elementos relacionados que se generan conforme procede la ejecución del sistema.
  2. Mecanismos de la interfaz  
Cada mecanismo de la interfaz se prueba para asegurar que la interacción del usuario con el sistema sea de la forma como ha sido especificada. Los mecanismos incluyen vínculos de navegación, formatos, scripts que validan los datos introducidos por el usuario, mensajes de diálogo, etc.
  3. Semántica de la interfaz  
La prueba de la semántica de la interfaz evalúa cuán bien el diseño se ocupa de los usuarios, ofrece dirección clara, entrega retroalimentación y mantiene consistencia de lenguaje. Esta prueba se realizará dentro del contexto de los casos de uso y permitirá identificar los errores que le impedirán al usuario lograr los objetivos asociados a estos.
  4. Compatibilidad  
Debido a que las aplicaciones web deben operar dentro de diferentes ambientes, computadoras, dispositivos de despliegue, sistemas operativos, navegadores, resoluciones de despliegue y velocidades de conexión, la prueba de compatibilidad permitirá asegurar que los componentes del sistema funcionen correctamente en los diversos ambientes antes mencionados.
- Prueba de integración  
Una vez que se haya aplicado una prueba de unidad a todos los módulos, el siguiente paso es su unificación, comunicarlos entre sí y construir la estructura del sistema especificada en el diseño. A menudo la integración puede ser un desafío si no se tiene planificada una buena estrategia dando como resultado errores como la pérdida de datos o causar el efecto desfavorable de un

módulo sobre otro. Una vez integrados los módulos la corrección de estos errores se vuelve una tarea muy complicada cuando se trata de descifrar el que los causa debido al tamaño del programa completo.

Debido a que el software se construirá bajo el enfoque orientado a objetos, la estrategia para la prueba de integración será basada en el uso. Esta estrategia consiste en empezar por la prueba de aquellas clases independientes, es decir, no requieren de otras clases para realizar su función. Después de que se prueban las clases independientes, se prueban las demás clases, llamadas clases dependientes, que hacen uso de las clases independientes. Esta secuencia continúa hasta que se construye todo el sistema.

A medida que se completa un módulo del software es necesaria la aplicación de pruebas de regresión para asegurar que no se presenten efectos colaterales. Estas pruebas permitirán asegurar lo siguiente:

1. Integridad de la interfaz  
Las interfaces internas y externas se prueban para asegurar que los datos fluyen correctamente.
  2. Validez funcional  
Se realizan las pruebas para descubrir errores funcionales.
  3. Contenido de la información  
Se aplican las pruebas para asegurar que la información que será presentada al cliente sea válida.
- Prueba de validación  
Luego de concluir con las pruebas de integración, el ensamblado del software como paquete y se han descubierto y corregido los errores de interfaz, el próximo paso es la validación del sistema como un todo. La validación del sistema consiste en la ejecución de una serie de pruebas de alto nivel que permiten asegurar que el software funciona de tal manera que satisface las expectativas del cliente establecidas durante el análisis de requisitos.

La técnica que deberán emplear los analistas programadores para la prueba de validación es la de la caja negra, la cual permite derivar conjuntos de condiciones de entrada que ejercitaran por completo todos los requisitos funcionales del programa. Además, la técnica de la caja negra usará como guía los casos de uso, ayudando a establecer los diferentes escenarios para cada uno de los usuarios del sistema.

- Prueba del sistema  
Como sabemos, el software es sólo un elemento de un sistema de cómputo más grande. El software se incorpora a otros elementos del sistema como hardware y personas, por lo que este tipo de pruebas hacen que se aumente en gran medida la probabilidad de tener éxito en la integración del software en el sistema mayor.

La prueba del sistema se compone por una serie de pruebas que permiten ejercitar profundamente el sistema y que a la vez ayudan a verificar que se hayan integrado adecuadamente todos los elementos del sistema. Estas pruebas son las siguientes:

**Prueba de seguridad**

Con las pruebas de seguridad se comprobará que los mecanismos de protección del sistema lo protejan de ataques que puedan dañar su funcionamiento y llegar a corromper la información.

**Prueba de resistencia**

Estas pruebas están diseñadas para confrontar los sistemas con situaciones anormales, tratando de sobrecargar el programa.

**Prueba de desempeño**

La prueba de desempeño está diseñada para probar el desempeño del software en tiempo de ejecución dentro del contexto integrado mediante la medición de la utilización de recursos.

## CAPITULO III: DISEÑO

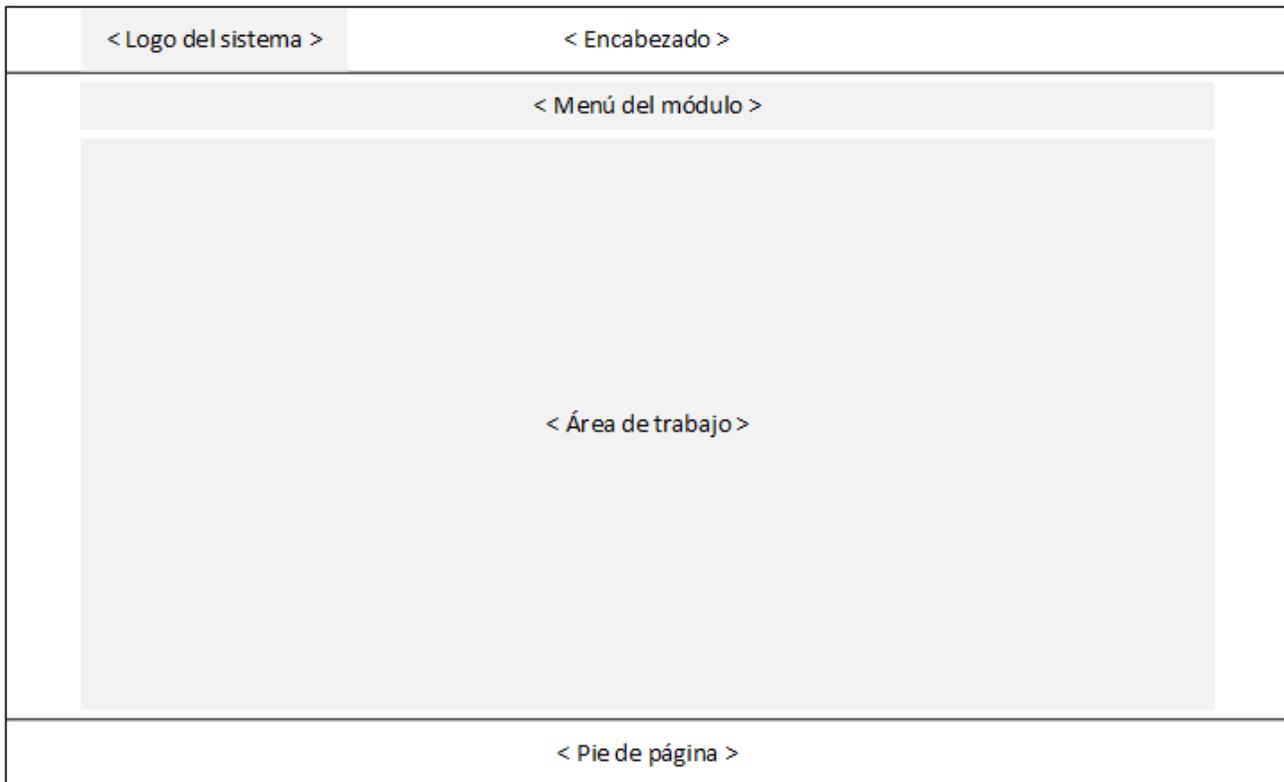
### DISEÑO DE ESTÁNDARES

#### Estándares de interfaz

A continuación se definen los estándares para la interfaz gráfica del usuario, los cuales servirán como punto de referencia para el diseño de todas las pantallas de salida y captura de datos, menús de opciones, mensajes de dialogo e informes impresos.

- Estándar de pantallas

Todas las pantallas del sistema estarán compuestas por los siguientes campos:



#### Descripción de los campos

Encabezado: Estará compuesto por:

- Logo del sistema: en esta área se mostrará el logo del sistema que también funcionará como vínculo a la pantalla principal del módulo.
- Menú de opciones generales: en esta área se mostrará el nombre del usuario que haya ingresado al sistema, la opción para acceder a la ayuda del sistema, la opción de finalización de sesión y otras opciones referentes a la gestión de la información personal del usuario.

Menú del módulo: esta área estará conformada por las opciones específicas de cada módulo del sistema.

Área de trabajo: esta es el área donde se presentarán las distintas pantallas de salida y captura de datos.

Pie de página: en esta área se mostrará información referente al sistema.

- Estándar de mensajes de diálogo

Todos los módulos del sistema presentarán mensajes de diálogo, los cuales son un tipo de ventana que permite que exista una comunicación simple entre el usuario y el sistema informático. Estos deberán de seguir los siguientes estándares:

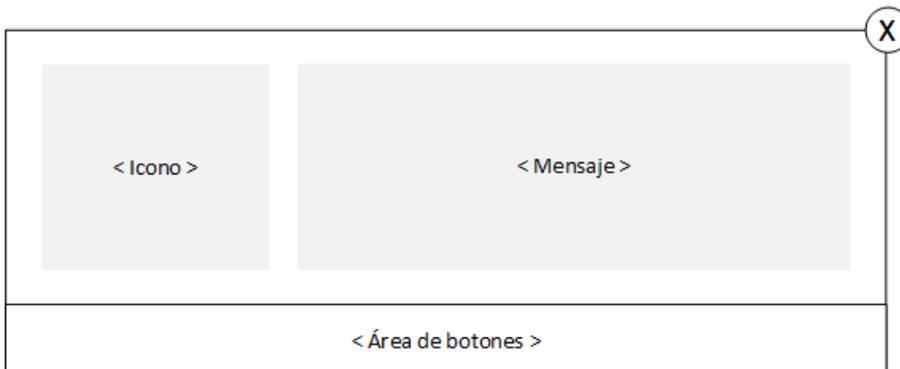
Mensajes de información, de alerta y de error:

Son los tipos de mensajes de diálogo más simple y su función es únicamente la de informar al usuario el éxito o el fracaso de una operación.



Mensajes de confirmación:

Este tipo de mensaje de diálogo además de mostrar información ofrece alternativas al usuario de aceptar o cancelar una operación.



**Descripción de los campos:**

Icono: es una imagen que representa el tipo de mensaje que se le muestra al usuario.

Mensaje: es el texto que le indicará al usuario si la operación se ha realizado con éxito, si existe algún tipo de error o si el usuario desea continuar con una operación en el caso de los mensajes de confirmación.

Área de botones: Esta área se mostrará solamente para los mensajes de confirmación y estará compuesta por los botones de Aceptar y Cancelar.

- Estándar de informes

Los informes que sean exportados a un formato digital seguirán los siguientes estándares:

Informes con una orientación de página vertical:



Informes con una orientación de página horizontal:



#### Descripción de los campos:

Encabezado: área del informe compuesta por el nombre del Hospital y el departamento donde será implementado el sistema.

Logo del Ministerio de Salud (MINSAL): área donde se mostrará el logotipo oficial del ministerio de salud.

Escudo de El Salvador: área donde se mostrará el Escudo Nacional de la Republica de El Salvador.

Título del informe: está área del informe contendrá el nombre descriptivo del informe que ha sido generado.

Fecha de elaboración: aquí se presentará la fecha en que fue generado el informe. La fecha tendrá el siguiente formato: Domingo 21 Julio 2013.

Pie de página: en esta área del informe se mostrará el número de página. El número de página tendrá el siguiente formato: Página ## de ##.

### Estándares de base de datos

En esta etapa se transforma el modelo de dominio de la información, creado durante el análisis de la solución propuesta, en las estructuras de datos necesarios para implementar el Software, para ello se establecen modelos de datos.

Un modelo de datos es un lenguaje orientado a describir los elementos de la realidad que intervienen en un problema dado y la forma en que se relacionan esos elementos entre sí, típicamente describen:

- **Las estructuras de datos de la base:** El tipo de los datos que hay en la base y la forma en que se relacionan.
- **Las restricciones de integridad:** Un conjunto de condiciones que deben cumplir los datos para reflejar correctamente la realidad deseada.
- **Operaciones de manipulación de los datos:** típicamente, operaciones de agregado, borrado, modificación y recuperación de los datos de la base.

### Estándares de datos

Para realizar un diseño adecuado y consistente deben definirse estándares los cuales servirán de guía para la elaboración del diseño de la base de estos se detallan a continuación.

### Consideraciones Generales

Deben tomarse en cuenta las siguientes consideraciones:

- No usar espacios en blanco para los nombres de los elementos.
- No utilizar letras mayúsculas, ni tildes tampoco caracteres especiales.
- Usar guión bajo (\_) para separar las palabras.

### Nombre Base de Datos

El nombre usado para la base de datos debe ser definido usando un nombre corto y se recomienda usar el nombre del proyecto todo en minúsculas.

Ejemplo: **sircim**

### Estándares Base de datos

Para los estándares de base de datos del sistema informático de apoyo a los procesos del servicio de integración laboral se consideró lo siguiente:

- Los nombres para las tablas serán colocados en singular usando minúsculas, separadas por un guion bajo si se compone con más de una palabras.
- Para las tablas que sean catálogos se nombraran colocando las iniciales **cat** seguido de un guion bajo y hasta dos palabras separadas por guion bajo que describan el contenido del catálogo.

- Los nombres de atributos serán puestos en minúsculas y constarán de dos iniciales de la tabla a la que pertenecen, acompañadas de un guion bajo y el nombre descriptivo del atributo.
- Para los nombres de atributos que pertenecen a tablas cuyo nombre se compone de dos palabras se colocara la inicial de cada palabra, si el nombre se repite se utilizara la siguiente letra de la palabra, en caso de que se vuelva a repetir se conformara por cuatro letras y se complementara con el guión bajo y el nombre descriptivo del atributo.
- La contraseña será almacenada en formato encriptado con una longitud de 128 caracteres.
- Las llaves primarias de cada tabla tendrán un identificador el cual será **id** siguiendo una norma de symfony.
- Para los procedimientos almacenados se usaran las iniciales **sp** seguido de un guion bajo y se colocara en minúsculas un nombre descriptivo.
- Para el nombre de los trigger se usaran las iniciales **tg** seguido de un guion bajo y se colocara en minúsculas un nombre descriptivo.
- Para el nombre de las funciones se usaran las iniciales **fn** seguido de un guión bajo y se colocara en minúsculas un nombre descriptivo.
- Para el nombre de las vistas se utilizaran **vi** seguido de un guion bajo y se colocara en minúsculas un nombre descriptivo.
- Se colocara un encabezado en procedimientos, funciones, trigger y vistas, en forma de comentario el cual tendrá una pequeña descripción de cómo es usado cada uno de ellos.

Se presentan ejemplos de la sintaxis a utilizar para los nombres de tablas y atributos que se utilizaran en nuestro sistema.

Nombre de la tabla	Nombre de atributos
<b>cita</b>	id
	ci_edad
	ci_fecha
	ci_hora

Nombre de la tabla	Nombre de atributos
<b>estudio_radiologico</b>	id
	er_edad
	er_fecha
	er_hora
	er_tipo_consulta
	er_region_cuerpo
	er_numero_placas

Nombre de la tabla	Nombre de atributos
cat_empleados	id
	cat_nombre
	cat_cargo

Se presentan además ejemplos de nombres y estructuras de procedimientos, funciones, trigger y vistas que se utilizarán en nuestro sistema:

Nombre del procedimiento	Ejemplo
sp_nombre_procedure	Descripción: es el procedimiento que se utilizara para registrar las citas de los pacientes. Ejemplo sp_registro_cita

Nombre del trigger	Ejemplo
tg_nombre_trigger	Descripción: es el trigger que se utilizara para la creación de bitacora. Ejemplo tg_bitacora.

Nombre de la función	Ejemplo
fn_nombre_function	Descripción: es la función que se utilizara para el cálculo de la edad del paciente. Ejemplo fn_calcular_edad.

Nombre de la vista	Ejemplo
vi_nombre_view	Descripción: es la función que se utilizara para el cálculo de la edad del paciente. Ejemplo vi_libro_citas_view.

## Estándares de programación

Los estándares de código resultan importantes en cualquier proyecto de desarrollo, pero son especialmente importantes cuando muchos desarrolladores trabajan en el mismo proyecto. Los estándares de código ayudan a asegurar que el código tenga una alta calidad, menos errores, y pueda ser mantenido fácilmente.

### Generales

- El tamaño máximo de cualquier línea de código **PHP** es de 120 caracteres.
- Las cadenas deben ser concatenadas usando el operador punto ("."). Un espacio debe añadirse siempre antes y después del operador "." para mejorar la legibilidad:

```
$company = 'Zend' . ' ' . 'Technologies';
```

- Al concatenar cadenas con el operador ".", se recomienda partir la sentencia en múltiples líneas para mejorar la legibilidad. En estos casos, cada línea sucesiva debe llevar un margen de espacios en blanco de forma que el operador "." está alineado bajo el operador "=":

```
$sql = "SELECT `id`, `name` FROM `people` "
      . "WHERE `name` = 'Susan' "
      . "ORDER BY `name` ASC";
```

- Las clases que extiendan otras clases o interfaces deberían declarar sus dependencias en la misma línea siempre que sea posible.
- El valor de retorno no debe estar indicado entre paréntesis. Esto podría afectar a la legibilidad, además de romper el código si un método se modifica posteriormente para que devuelva por referencia.
- Se recomienda que las páginas sean probadas con el Servicio de Validación de la W3C, que se encuentra en <http://validator.w3.org>

### Nombres

- Entidades: igual a nombre de las tablas solo que sin guion bajo y deben empezar siempre con una letra minúscula. Cuando un nombre consiste en más de una palabra, la primera letra de cada nueva palabra debe estar en mayúsculas (llamado comúnmente como formato "CamelCase").
- Atributos de entidades: igual al nombre de los campos con CamelCase y sin guiones bajos.
- Repositorios de consulta: Nombre de la Entidad seguido del sufijo Repository con CamelCase.

### Archivos:

- Cualquier archivo que contenga código **PHP** debe terminar con la extensión ".php", con la excepción de los scripts de la vista.
- Las vistas serán archivos html con extensión .twig.

**Paquetes:**

- Nombre del paquete seguido del sufijo Bundle con CamelCase

**Controladores:**

- Nombre del controlador seguido del sufijo Controller con CamelCase

**Funciones y métodos:**

- Los nombres de función deben ser lo suficientemente elocuentes como para describir su propósito y comportamiento, usando CamelCase.
- Los nombres de los métodos llevara el nombre del método seguido del sufijo Action con Camel Case.

**Clases:**

- Si el nombre de una clase está compuesto por más de una palabra se usara el formato CamelCase
- En todas las clases debe hacerse uso del namespace.

**Variables:**

- Los nombres de variables deben empezar siempre con una letra en minúscula y seguir la convención CamelCase
- Deberían siempre describir los datos que el desarrollador pretende almacenar en ellas. Variables escuetas como "\$i" y "\$n" no se aconsejan, salvo para el contexto de los bucles más pequeños. Si un bucle contiene más de 20 líneas de código, las variables de índice deberían tener nombres más descriptivos.

**Constantes:**

- Las constantes deben ser definidas como miembros de clase con el modificador "const". Definir constantes en el alcance global con la función "define" está permitido pero no recomendado.
- Todas las letras pertenecientes al nombre de una constante deben aparecer en mayúsculas.
- Las palabras dentro del nombre de una constante deben separarse por barras bajas (\_).

**CSS**

- **Nunca el nombre de una clase deberá formar parte de otra clase de ninguna de las CSS's, locales o importadas,** con las que estemos trabajando.
- **Estructura tu CSS según su propósito**  
Puede implicar la separación en archivos diferentes (layout.css, colors.css etc.). Esto puede implicar así dividir claramente un solo archivo CSS en secciones claramente en el mismo sentido.
- **Siempre especifique cada único estilo que desea aplicar**  
Por ejemplo, si desea que todos los párrafos con texto Azul, establecer el color del texto en Azul y también establecer el color de relleno/márgenes/fondo/font y así sucesivamente.

## Estándares de documentación

### Interna

#### Estándares para comentarios en clases y funciones del software

- Se utilizarán los comentarios multilíneas de PHP antes de cada clase y/o función.
- Deberán llevar la siguiente información:
  - Autor de la clase o función
  - Fecha de creación de la clase o función
  - Fecha de modificación de la clase o función
  - Descripción de la clase o función
  - Para las funciones se dará una descripción de cada uno de los parámetros que recibe.

A continuación se muestra un ejemplo de una clase y una función usando los estándares de la documentación:

- Clase usuario

```
/**
 * Autor:
 * Fecha de creación: dd/mm/aaaa
 * Última Fecha de modificación: dd/mm/aaaa
 * Descripción:
 */
class UsuarioController extends Controller
{
}
```

- Función indexAction()

```
/**
 * Autor:
 * Fecha de creación: dd/mm/aaaa
 * Última Fecha de modificación: dd/mm/aaaa
 * Descripción:
 * Parámetro $id:
 */
public function showAction($id)
{
}
```

## Externa

## Estándares para manuales

<b>Tipo de papel</b>	Papel Bond base 20 tamaño carta (8.5"x11")
<b>Encabezado y pie de página</b>	1.5 cm
<b>Márgenes</b>	Superior: 2.5cm Inferior: 2.5cm Derecho: 3cm Izquierdo: 3cm
<b>Numeración de página</b>	Esquina inferior derecha, tamaño 12
<b>Espaciado e interlineado</b>	Espaciado anterior, 0 pto. Espaciado posterior, 0 pto. Interlineado, sencillo.
<b>Título</b>	Título 1 Calibri Light (Títulos) 16, tipo oración, negrita (alineado a la izquierda) Título 2 Calibri Light (Títulos) 13, tipo oración, negrita (alineado a la izquierda) Título 3 Calibri Light (Títulos) 12, tipo oración, negrita (alineado a la izquierda)
<b>Letra normal</b>	Calibri, tamaño 12, justificado

## DISEÑO ARQUITECTÓNICO

## Diagrama de contexto arquitectónico

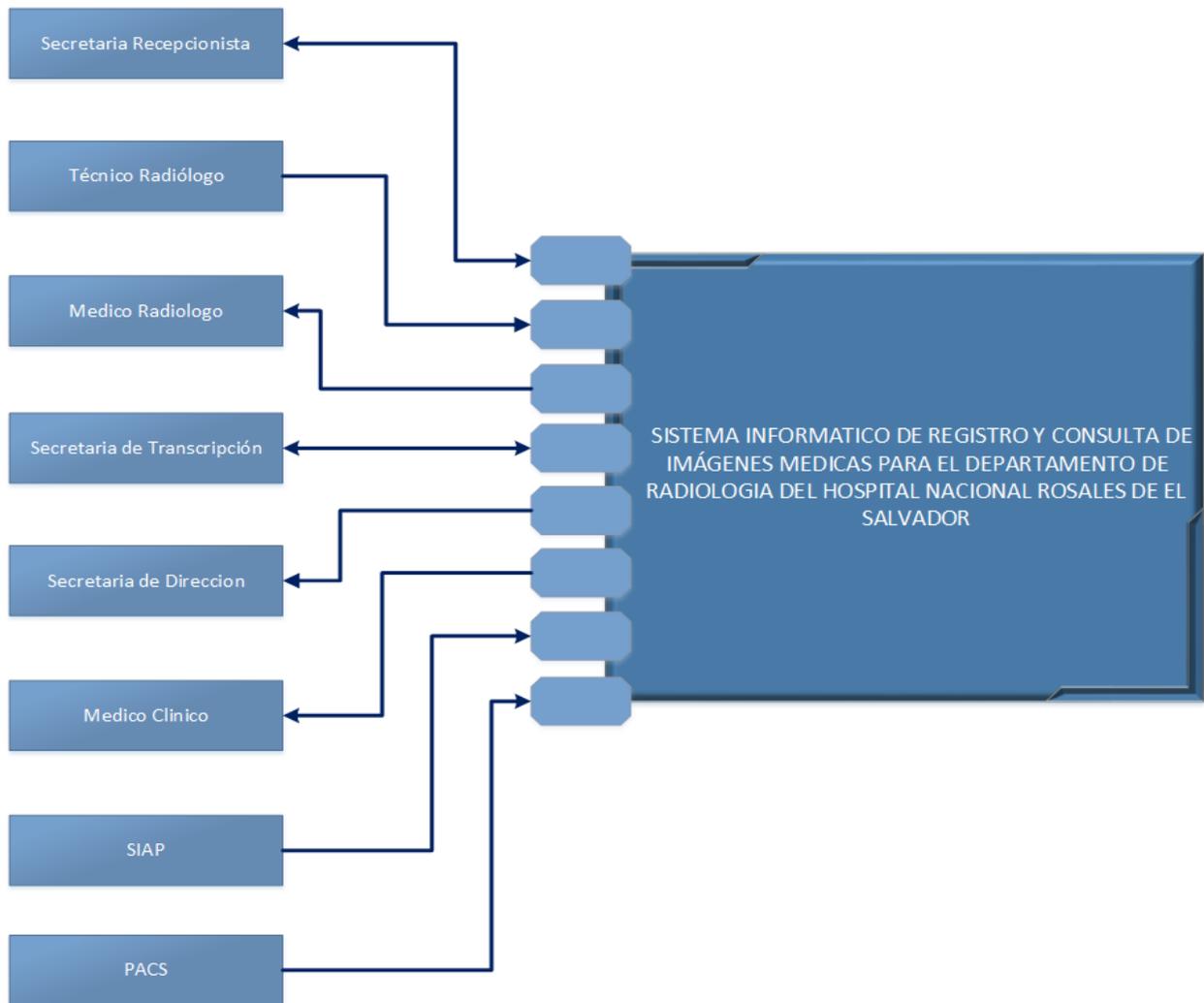


Figura 12. Diagrama de contexto arquitectónico

El siguiente cuadro describe el flujo de información entre las entidades y el sistema informático:

ENTIDADES	RELACION	DESCRIPCION
<b>Secretaria Recepcionista</b>	Entrada y Salida	Ingresa información de los pacientes para programar las citas y consulta las citas programadas.
<b>Técnico Radiólogo</b>	Entrada	Enviara las imágenes médicas al servidor PACS.
<b>Medico Radiólogo</b>	Salida	Consulta las imágenes de los estudios que requieran lectura.
<b>Secretaria de Transcripción</b>	Entrada y Salida	Ingresa el resultado de la lectura de los estudios y podrá consultar los reportes de lectura en caso de necesitar imprimirlos.
<b>Secretaria de Dirección</b>	Salida	Recibe información consolidada para generar informes estadísticos y gerenciales.
<b>Medico Clínico</b>	Salida	Consulta el expediente radiológico de los pacientes.
<b>SIAP</b>	Entrada	Sistema externo al cual se tendrá acceso para obtener los datos personales del paciente.
<b>PACS</b>	Entrada	Servidor de imágenes al cual se tendrá acceso para obtener las imágenes de cada estudio radiológico.

## Modelo vista controlador (MVC)

Symfony2 se basa en la arquitectura MVC con pequeñas diferencias respecto a otras arquitecturas similares, a continuación se explica cómo funciona en Symfony2:

Cuando un usuario solicita a cierta aplicación web ver el sitio, internamente sucede lo siguiente:

1. El sistema de enrutamiento determina qué Controlador está asociado con la página inicial del sitio.
2. Symfony2 ejecuta el Controlador asociado a la portada. Un controlador no es más que una clase PHP en la que puedes ejecutar cualquier código que quieras.
3. El Controlador solicita al Modelo los datos de la oferta del día. El modelo no es más que una clase PHP especializada en obtener información, normalmente de una base de datos.
4. Con los datos devueltos por el Modelo, el Controlador solicita a la Vista que cree una página mediante una plantilla y que inserte los datos del Modelo.
5. El Controlador entrega al servidor la página creada por la Vista.

A pesar de que puedes llegar a hacer cosas muy complejas con Symfony2, el funcionamiento interno siempre es el mismo:

1. El Controlador manda y ordena
2. El Modelo busca la información que se le pide
3. La Vista crea páginas con plantillas y datos.

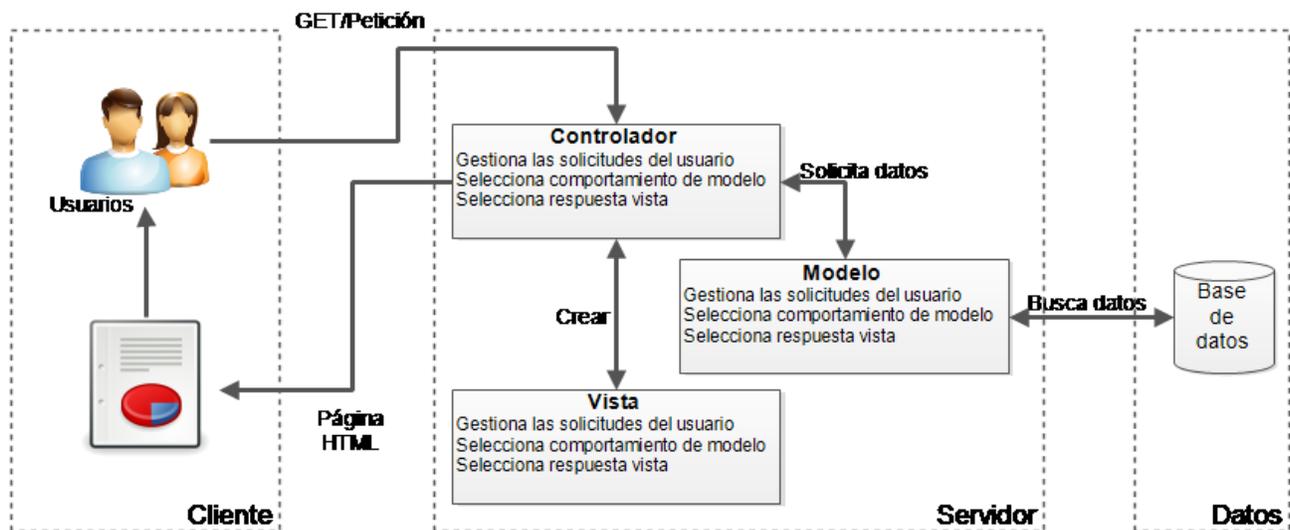
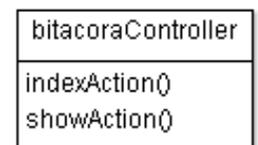
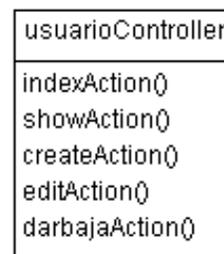
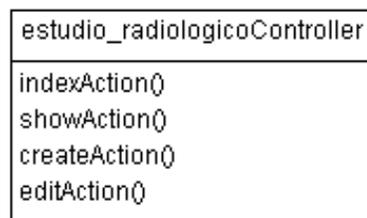
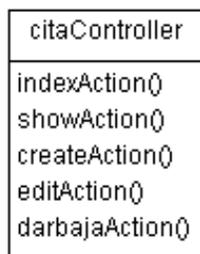
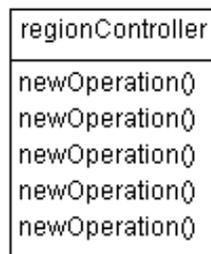
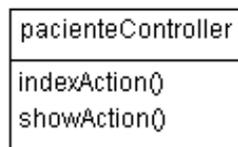
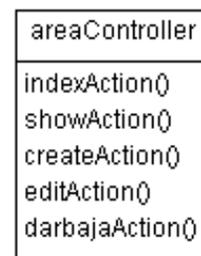
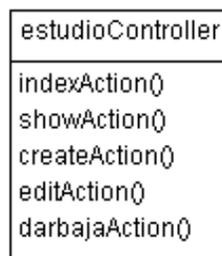
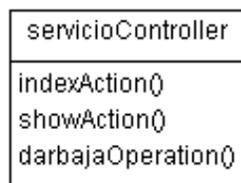
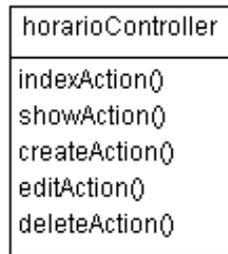
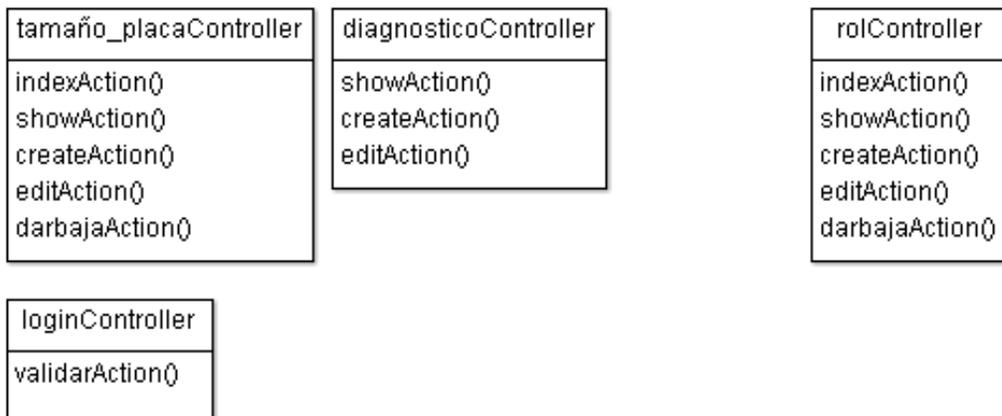


Figura 13. Modelo Vista Controlador

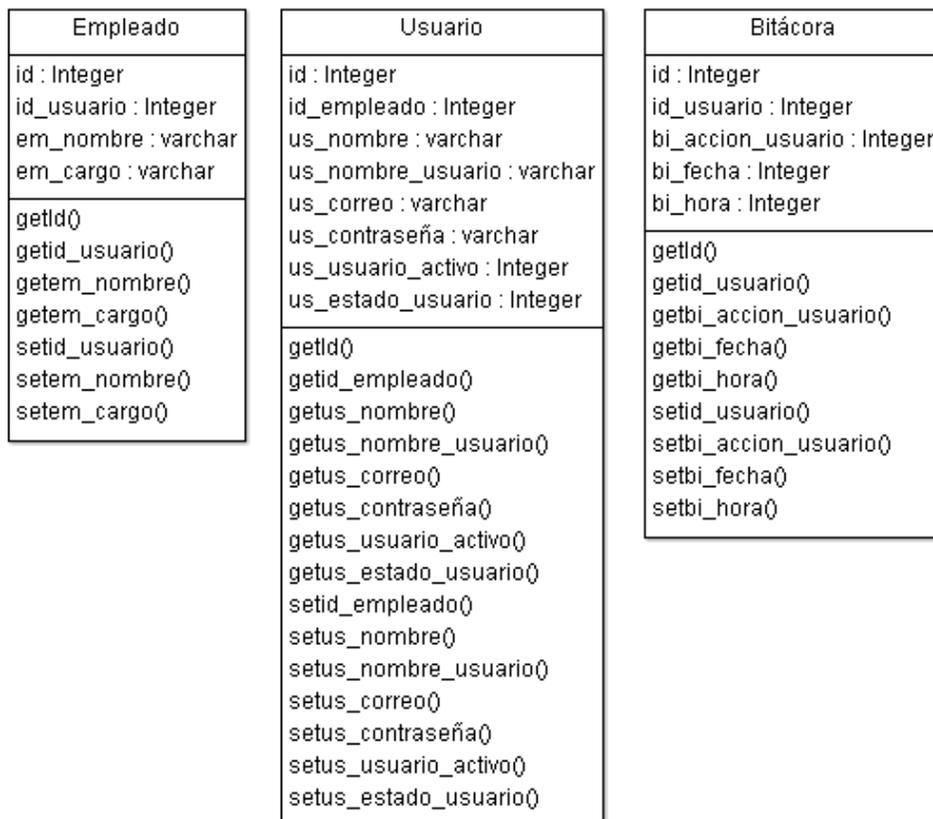
## CLASES POR CAPAS

## Capa de negocio





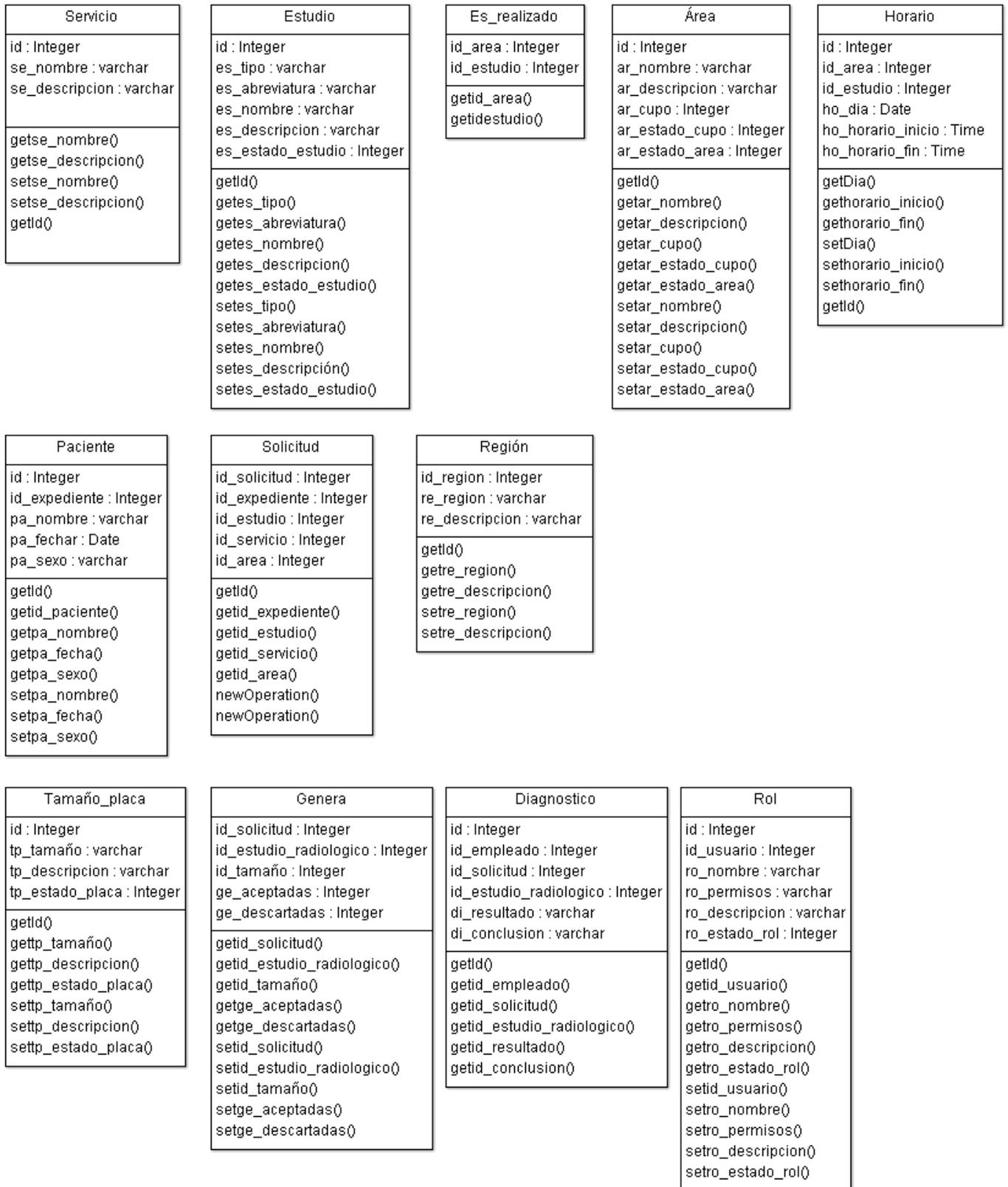
### Capa de datos



Expediente
id : Integer id_paciente : Integer ex_numero : varchar
getId() getId_paciente() getex_numero() setId_paciente() setex_numero()

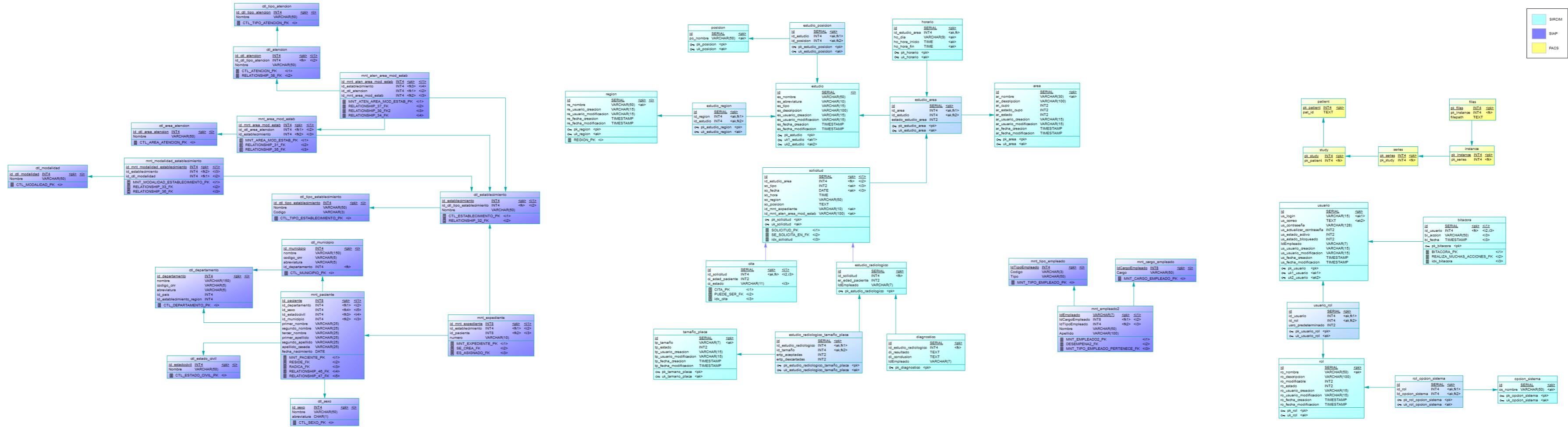
Cita
id_solicitud : Integer id : Integer ci_fecha : Date ci_edad : Integer ci_hora : Time ci_estado_cita : Integer
getId() getId_solicitud() getci_fecha() getci_edad() getci_hora() getci_estado_cita() setId_solicitud() setci_fecha() setci_edad() setci_hora() setci_estado_cita()

Estudio_radiologico
id_solicitud : Integer id : Integer id_empleado : Integer id_region : Integer id_diagnostico : Integer er_numero_de_placas : Integer er_tipo_de_consulta : varchar er_fecha : Date er_hora : Time er_edad : Integer
getId() getId_solicitud() getId_empleado() getId_region() getId_diagnostico() geter_numero_de_placas() geter_tipo_de_consulta() geter_fecha() geter_hora() geter_edad() setId_solicitud() setId_empleado() setId_region() setId_diagnostico() seter_numero_de_placas() seter_tipo_de_consulta() seter_fecha() seter_hora() seter_edad()





Modelo físico



## Diccionario de datos

**Tabla mnt\_tiposervicio**

Contiene las referencias de los tipos de servicios brindados por el hospital consultada al SIAP.

Nombre	Tipo de dato	Llave primaria	Llave foranea	Nulos	Rango de valores	Valores por defecto	Lista de valores	Descripción
<b>IdTipoServicio</b>	Char(3)	Si	No	No	Letras: A a la Z mayúsculas.	No	No	Identificador de la tabla y llave primaria.
<b>Nombre</b>	Varchar (50)	No	No	Si	Letras: A a la Z mayúsculas y minúsculas.	No	No	Almacena el nombre del tipo de servicio de donde se solicita el estudio



El diccionario de datos del modelo físico y las descripciones de las tablas del sistema los puede encontrar en el CD anexo en la siguiente ubicación: Diseño/modelo físico/diccionario de datos

## Reglas de integridad referencial

**Integridad de entidad:**

Requerimiento por el cual la clave primaria debe de ser única y no puede contener valores nulos.

**Integridad de dominio:**

Requerimiento por el cual todo atributo debe tener asociado un único valor.

**Integridad de referencia:**

Aplicación de todas las restricciones referenciales definidas a través de la llave primaria y foráneas.

Tabla padre	Tabla hijo	Restricción de actualización	Restricción de Eliminación
estudio	estudio_region	En cascada	Restringido
region	estudio_region	En cascada	Restringido
estudio	estudio_posicion	En cascada	Restringido
posicion	estudio_posicion	En cascada	Restringido
estudio	estudio_area	En cascada	Restringido
area	estudio_area	En cascada	Restringido
horario	estudio_area	En cascada	Restringido
solicitud	cita	En cascada	En cascada
solicitud	estudio_radiologico	En cascada	En cascada
tamaño_placa	estudio_rad_tam_placa	En cascada	Restringido
estudio_radiologico	estudio_rad_tam_placa	En cascada	Restringido
estudio_radiologico	diagnostico	En cascada	Restringido
usuario	bitacora	En cascada	Restringido
usuario	usuario_rol	En cascada	Restringido
rol	usuario_rol	En cascada	Restringido
rol	rol_opcion_sistema	En cascada	Restringido
opción_sistema	rol_opcion_sistema	En cascada	Restringido

## INTERFAZ DE USUARIO

## Pantallas de Salida

## 1. Expediente Radiológico

## • Historial Radiológico

The screenshot displays the SIRCIM interface for a patient's radiological history. The interface is divided into several sections:

- Header:** The SIRCIM logo is in the top left. On the right, there is a search bar (1) containing the patient ID "11581-13", and buttons for "Estudios" (10) and "Citas" (11). A search icon (12) is also present.
- Section Header:** "Expediente Radiológico" is centered at the top of the main content area.
- Patient Information Sidebar (2):** A red header "Información del paciente" is followed by fields for "Registro: 11581-13" (3), "Nombre: Carlos Humberto Díaz" (4), and "Edad: 36 años" (5). At the bottom, two boxes show "21 estudios" (6) and "15 citas".
- Study History Table (7):** A table with columns "Estudio", "Fecha", and "Hora". The studies listed are:
 

Estudio	Fecha	Hora
Rx Tórax	24 - 12 - 2013	8:30 pm
Pielograma	24 - 12 - 2013	7:00 pm
Ultrasonografía	14 - 09 - 2013	10:30 am
Rx Rodilla	25 - 05 - 2013	8:30 am
Tránsito intestinal	03 - 01 - 2013	3:00 pm
Rx Mano	27 - 06 - 2012	10:30 am
Uretrograma	07 - 02 - 2012	8:30 am
- Footer:** "Derechos reservados 2013 · Acerca de SIRCIM" is located at the bottom left.

**Objetivo:**

Consultar todos los estudios radiológicos que han sido realizados a un determinado paciente.

**Descripción de elementos de pantalla**

Elementos de datos									
No.	Nombre del campo	Tipo	Longitud	Formato	Tipo de campo	Modo de obtención	Nulo	Orden de llenado	Tabla asociada
1	Paciente	Alfanumérico	10	A(10)	Texto	Ingresado	No	1	paciente
2	Registro	Alfanumérico	10	A(10)	Etiqueta	Recuperado	No	2	paciente
3	Nombre	Alfanumérico	100	A(100)	Etiqueta	Recuperado	No	3	paciente
4	Edad	Numérico	3	N(3)	Etiqueta	Calculado	No	4	paciente
5	Estudios	Numérico	3	N(3)	Etiqueta	Generado	No	5	solicitud
6	Citas	Numérico	3	N(3)	Etiqueta	Generado	No	6	solicitud
7	Estudio	Alfanumérico	30	A(30)	Etiqueta	Recuperado	No	7	estudio
8	Fecha	DATE		dd-mm-yy	Etiqueta	Recuperado	No	8	estudio_radiologico
9	Hora	TIME		hh:mm	Etiqueta	Recuperado	No	9	estudio_radiologico

Botones de acción		
No.	Botón	Descripción
10	Estudios	Muestra la pantalla con el historial radiológico del paciente.
11	Citas	Muestra la pantalla con el historial de todas las citas que han sido programadas al paciente.
12	Buscar	Muestra las opciones para realizar la búsqueda de estudios realizados al paciente.
13	Consultar	Muestra el detalle del estudio seleccionado.



Las demás interfaces de salida del sistema y sus descripciones las puede encontrar en el CD anexo en la siguiente ubicación: Diseño/pantallas de salida/

## Pantalla de Entrada

## 1. Registro de estudios radiológicos realizados

- Búsqueda de registros de estudio radiológico

**Objetivo:**

Mostrar solamente aquellos registros de estudios radiológicos que cumplen con los parámetros seleccionados.

**Descripción de elementos de pantalla**

Elementos de datos									
No.	Nombre del campo	Tipo	Longitud	Formato	Tipo de campo	Modo de obtención	Nulo	Orden de llenado	Tabla asociada
1	Paciente	Alfanumérico	10	A(10)	Texto	Ingresado	Si	1	paciente
2	Estudio	Alfanumérico	30	A(30)	Lista	Ingresado	Si	2	estudio
3	Modo	Alfanumérico	10	A(10)	Lista	Ingresado	Si	3	estudio_radiologico
4	Fecha inicio	DATE		dd-mm-yy	Texto	Ingresado	Si	4	estudio_radiologico
5	Fecha fin	DATE		dd-mm-yy	Texto	Ingresado	Si	5	estudio_radiologico

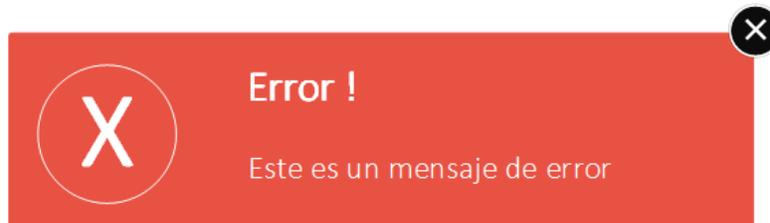
Botones de acción		
No.	Botón	Descripción
6	Aplicar	Ejecuta la búsqueda de registros de estudios de acuerdo a los parámetros seleccionados.
7	Cancelar	Cancela la búsqueda de registros de estudios radiológicos.



Las demás interfaces de entrada del sistema y sus descripciones las puede encontrar en el CD anexo en la siguiente ubicación: Diseño/pantallas de entrada/

## Mensajes de Dialogo

- Mensaje de error



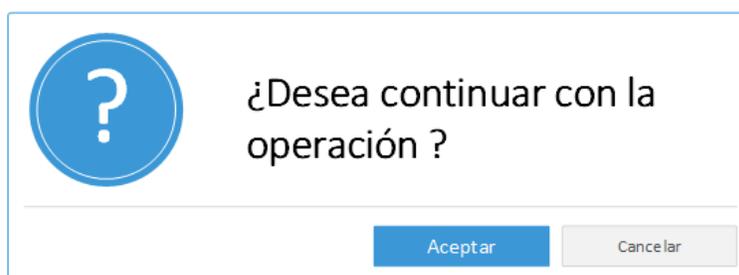
- Mensaje de éxito



- Mensaje de alerta



- Mensaje de confirmación



Informes

- Películas por servicio y por tamaño  
**Descripción:** El informe presenta las cantidades de placas que han sido utilizadas diariamente de cada tamaño y por cada uno de los servicios.  
**Tablas asociadas:** servicio, solicitud, estudio\_radiologico, genera, tamaño\_placa.  
**Orientación:** Horizontal.  
**Frecuencia:** Mensual.

		Módulo de Salud EL SALVADOR		HOSPITAL ROSALES Departamento de Radiología		Escuela de Medicina UNIVERSIDAD DE EL SALVADOR																													
				Películas por servicio y tamaño		Martes, 30 Septiembre 2013																													
		ÁREA: _____		MES: _____		AÑO: _____																													
Tamaño de la película		DIAS DEL MES				TOTAL																													
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	31			
Servicio 1	Película 8 x 10																																		
	Película 9 1/2 x 9 1/2																																		
	Película 10 x 12																																		
	Película 11 x 14																																		
	Película 14 x 14																																		
Servicio 2	Película 14 x 17																																		
	Película 8 x 10																																		
	Película 9 1/2 x 9 1/2																																		
	Película 10 x 12																																		
	Película 11 x 14																																		
Servicio 3	Película 14 x 14																																		
	Película 14 x 17																																		
	Película 8 x 10																																		
	Película 9 1/2 x 9 1/2																																		
	Película 10 x 12																																		
Servicio 4	Película 11 x 14																																		
	Película 14 x 14																																		
	Película 14 x 17																																		
	Película 8 x 10																																		
	Película 9 1/2 x 9 1/2																																		
SUB TOTAL																																			

- Placas tomadas y descartadas diariamente  
**Descripción:** El informe presenta las cantidades de placas que han sido tomadas y descartadas diariamente de cada tamaño en todo el departamento de radiología.  
**Tablas asociadas:** estudio\_radiologico, tamaño\_placa, genera.  
**Orientación:** Vertical.  
**Frecuencia:** Mensual.



# HOSPITAL ROSALES

## Departamento de Radiología



---

**Placas tomadas y descartadas diariamente**

Martes, 30 Septiembre 2013

Fecha	8x10		10x12		11x14		14x14		14x17		PLT	PLD	TPLC x DIA
	PLT	PLD	PLT	PLD	PLT	PLD	PLT	PLD	PLT	PLD			

---

Página 99 de 99

- Libro de censos

**Descripción:** El informe presenta el detalle de cada estudio realizado en el departamento de radiología.

**Tablas asociadas:** paciente, estudio, región, genera, servicio, empleado.

**Orientación:** Horizontal.

**Frecuencia:** Mensual.

 <b>HOSPITAL ROSALES</b>  Departamento de Radiología											
Libro de censo Martes, 30 Septiembre 2013											
Registro	Nombre	Edad	Estudio	Región	8x10	10x12	11x14	14x14	14x17	Servicio	Técnico



- Número de placas y estudios por servicio.

**Descripción:** El informe presenta la cantidad de placas utilizadas y el número de estudios realizados para cada servicio ofrecido por el Hospital Rosales.

**Tablas asociadas:** servicio, solicitud, estudio\_radiologico, genera.

**Orientación:** Vertical.

**Frecuencia:** Mensual.



# HOSPITAL ROSALES

## Departamento de Radiología



---

**Número de placas y estudios por servicio**

Martes, 30 Septiembre 2013

Mes:

Servicio	Placas	Estudios
TOTAL		

---

Página 99 de 99

## INTERFAZ EXTERNA

### Interfaz externa con el Sistema de Atención a Pacientes (SIAP)

Esta es la forma en que es almacenada la información del paciente en el SIAP y como este nos la proporcionara para nuestro sistema.

#### Definición de la interfaz como recibirá los datos nuestro sistema

Nombre de atributo	Tipo	Descripción
numero	Varchar(10)	Este representa el número de registro del paciente que le identifica en el hospital
primer_nombre	Varchar(25)	Contiene el primer nombre del paciente registrado en el SIAP
segundo_nombre	Varchar(25)	Contiene el segundo nombre del paciente registrado en el SIAP
tercer_nombre	Varchar(25)	Contiene el tercer nombre del paciente registrado en el SIAP
primer_apellido	Varchar(25)	Contiene el primer apellido del paciente registrado en el SIAP
segundo_apellido	Varchar(25)	Contiene el segundo apellido del paciente registrado en el SIAP
apellido_casada	Varchar(25)	Contiene el apellido de casada del paciente registrado en el SIAP
fecha_nacimiento	Date	Contiene la fecha de nacimiento del paciente registrado en el SIAP

Para el caso del nombre realizaremos una concatenación, de los nombres y apellidos para mostrarlos en nuestro sistema, y con la edad será un dato calculado el cual saldrá de la fecha de nacimiento.

### Interfaz externa con el Servidor PACS

Esta es la forma en como es almacenada la información del estudio radiológico del paciente en el servidor PACS y como este nos la proporcionara para nuestro sistema.

#### Definición de la interfaz como recibirá los datos nuestro sistema

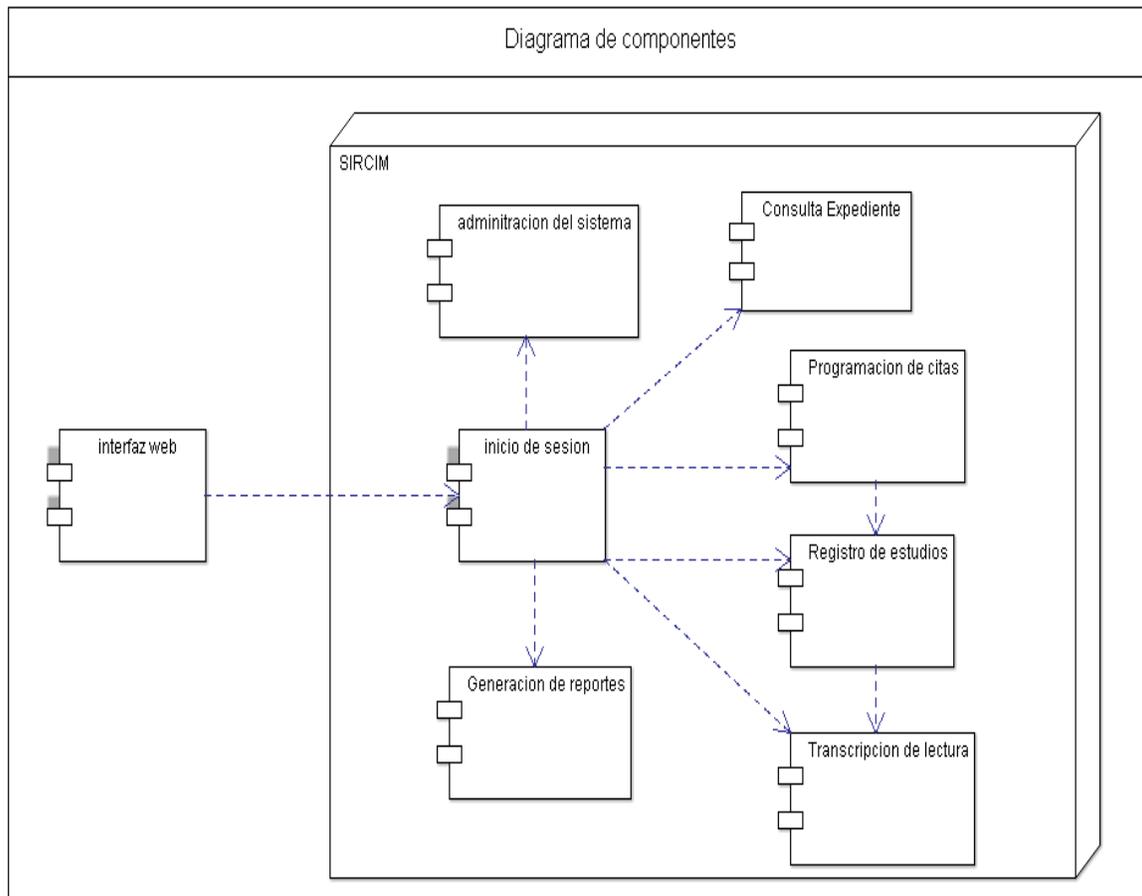
Nombre de atributo	Tipo	Descripción
Filepath	Text	Este contiene la ruta del archivo con información del estudio.
Pat_id	Text	Contiene el número de registro de cada paciente con estudio
Pat_name	Text	Contiene el nombre de cada paciente con estudio

Para obtener la imagen del PACS primero se obtiene la ruta del archivo donde se almacena la imagen DICOM, ruta que se utiliza para descargar temporalmente al servidor SIRCIM y convertirlo a JPG.

## DISEÑO A NIVEL DE COMPONENTES

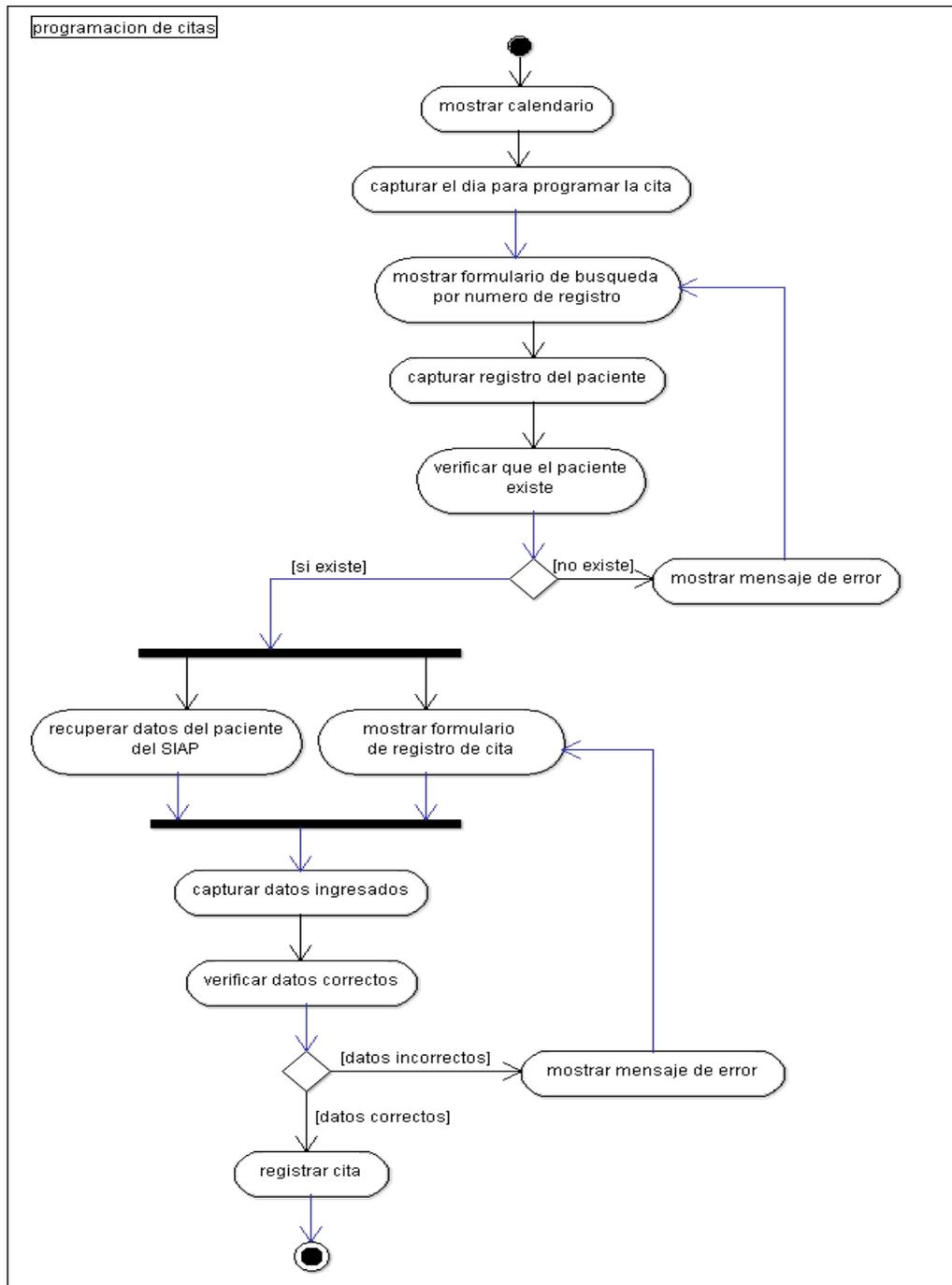
### Diagrama de componentes

Hemos utilizado los diagramas de componentes para representar el sistema dividido en subsistemas (componentes) y la dependencia entre ellos.



## Lógica de componentes

## Diagrama de actividad



Los diagramas de actividad de los demás componentes los puede encontrar en el CD anexo en la siguiente ubicación: Diseño/Diseño\_componentes/diagramas de actividad

## DISEÑO DE SEGURIDAD

La seguridad es un componente importante en el desarrollo de un sistema informático, ya que evita que personas no autorizadas tengan acceso al sistema y a funciones del mismo. A continuación se detallan cada uno de los elementos que se pretende usar para garantizar la seguridad del sistema informático y el acceso a éste.

### Usuarios

El sistema se basará en el uso de usuarios los cuales serán creados por el administrador del sistema. Los usuarios podrán ser bloqueados/desbloqueados y dar de baja. Cada usuario tendrá asignada una contraseña que será asignada por el administrador del sistema y deberá ser cambiada cuando inicie sesión por primera vez en el sistema y en cualquier momento luego de esto. Esta contraseña cumplirá con las siguientes políticas, las cuales se enuncian a continuación:

- Tiene ocho caracteres como mínimo.
- No debe ser igual al nombre de usuario.
- Luego de 5 intentos el usuario se bloqueará.
- Debe estar compuesta por al menos un carácter de cada una de las siguientes cuatro categorías.

Categoría de caracteres	Ejemplos
<b>Letras mayúsculas</b>	A, B, C
<b>Letras minúsculas</b>	a, b, c
<b>Números</b>	0, 1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9
<b>Símbolos del teclado (todos los caracteres del teclado que no se definen como letras o números) y espacios</b>	` ~ ! @ # \$ % ^ & * ( ) _ - + = { } [ ] \   : ; " ' < > , . ?

### Recomendaciones adicionales

A pesar de reunir todos los criterios anteriores puede aun así ser insegura. Por ejemplo, Hello2U! cumple con todos los criterios mencionados para una contraseña segura, pero es insegura porque contiene una palabra completa. H3ll0 2 U! es una alternativa más segura porque reemplaza algunas de las letras en la palabra completa con números e incluye espacios.

Puede aplicar las siguientes recomendaciones para recordar una contraseña segura:

- Cree una sigla con una información que sea fácil de recordar. Por ejemplo, elija una frase que tenga significado para usted, como Mi hijo nació el 12 de diciembre de 2004. Con esa frase como guía, puede usar Mhne12/Dic,4 como contraseña.
- Use números, símbolos y errores de ortografía para reemplazar letras o palabras en una frase fácil de recordar. Por ejemplo, Mi hijo nació el 12 de diciembre de 2004 puede transformarse en M'igo n@\$io 12124 (se pueden usar espacios en la contraseña).
- Relacione la contraseña con un pasatiempo o deporte favorito. Por ejemplo, Me encanta el bádminton puede transformarse en Mn'kant6ehIB@dm1nt()n.
- Si considera que debe anotar la contraseña para poder recordarla, recuerde que no debe dejar escrito que es su contraseña y debe mantenerla en un lugar seguro.

## Roles

Este elemento de la seguridad del sistema estará acompañado de la creación de usuarios los cuales tendrán asignados roles que les permita acceder a los diferentes módulos del sistema, a continuación se detallan cada uno de los roles que estarán previamente cargados en el sistema y que no podrán ser borrados.

Nombre	Descripción	Permisos predefinidos
<b>Administrador</b>	Rol que contiene el acceso a todas las funciones y páginas del sistema	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Acceso a tareas administrativas del sistema</li> </ul>
<b>Secretaria gerencial</b>	Rol que se encargara de generar todos los informes del departamento de radiología	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Generación de informes estadísticos y gerenciales para el hospital y el Ministerio de Salud</li> </ul>
<b>Secretaria recepcionista</b>	Rol que se encargará del registro y gestión de citas, así como de los registros de los estudios realizados en cada área del departamento de radiología	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Asignar cita</li> <li>• Consultar cita</li> <li>• Cancelar cita</li> <li>• Modificar cita</li> <li>• Registrar reg. estudio</li> <li>• Consultar reg. estudio</li> <li>• Modificar reg. Estudio</li> </ul>
<b>Secretaria de transcripción</b>	Rol que se encargará de realizar la transcripción de la lectura de estudios hecha por el médico radiólogo	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Agregar transcripción</li> <li>• Modificar transcripción</li> <li>• Consultar transcripción</li> <li>• Eliminar transcripción</li> </ul>
<b>Médico clínico</b>	Rol que tendrá acceso al historial radiológico del paciente	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Consultar estudios del paciente</li> </ul>

## Permisos

Los permisos podrán ser asignados a los usuarios mediante la creación de roles adicionales que permitan conceder el accesos a ciertas funciones del sistema de manera concreta, sin tener todos los privilegios que tiene el rol por defecto. A continuación se detallan cada uno de los permisos que estarán en el sistema.

## Seguridad web

### Inyección de código SQL

Para este nivel de seguridad se siguieron las recomendaciones de la OWASP<sup>3</sup>, la cual recomienda el uso de API seguras que proporcione una interfaz parametrizada y teniendo el cuidado de filtrar caracteres especiales usando sintaxis de escape específicas para el intérprete usado.

Debido a la naturaleza del estilo ORM basado en Doctrine que usa Symfony2, está protegido de inyección SQL, ya que los datos que no coinciden con las restricciones establecidas por la configuración o la clase Validator serán rechazadas antes de llegar a la base de datos. Además de esto se parametrizarán todas las consultas que se creen en la aplicación, las cuales estarán basadas en el siguiente ejemplo:

- Consultas SQL:
 

```
// SQL. Sentencia basadas en nombre: Named
$sql = "SELECT * FROM users WHERE username = :user";
$stmt = $connection->prepare($sql);
$stmt->bindValue("user", $_GET['username']);
$stmt->execute();
```
- Consultas DQL
 

```
// DQL Sentencia basadas en nombre: Named
$dql = "SELECT u FROM User u WHERE u.username = :name";
$query = $em->createQuery($dql);
$query->setParameter("name", $_GET['username']);
$data = $query->getResult();
```

### Métodos de encriptación

Para un sistema basado en un modelo MVC, es necesario que cierta información del usuario este encriptado, en caso que alguien intente obtener dicha información, para lo que se utilizará el método “Whirlpool” que es recomendado por NESSIE<sup>4</sup> y ha sido adoptado por ISO<sup>5</sup> y la IEC<sup>6</sup>.

Este método devolverá una cadena de caracteres de 128 caracteres, retornando una cadena similar al siguiente ejemplo:

```
WHIRLPOOL("The quick brown fox jumps over the lazy dog") =
B97DE512E91E3828B40D2B0FDCE9CEB3C4A71F9BEA8D88E75C4FA854DF36725F
D2B52EB6544EDCACD6F8BEDDFEA403CB55AE31F03AD62A5EF54E42EE82C3FB35
```

La aplicación almacenará en la base de datos la cadena que retorna la función Whirlpool.

<sup>3</sup> *Open Web Application Security Project*

<sup>4</sup> *New European Schemes for Signatures, Integrity and Encryption por sus siglas en inglés.*

<sup>5</sup> *Organización Internacional de Normalización o ISO por sus siglas en inglés*

<sup>6</sup> *Comisión Electrotécnica Internacional o IEC por sus siglas en inglés*

## DISEÑO DEL PLAN DE PRUEBAS

### Objetivo General:

Definir los lineamientos a seguir para verificar y validar la funcionalidad del SISTEMA INFORMÁTICO DE REGISTRO Y CONSULTA DE IMÁGENES MÉDICAS PARA EL DEPARTAMENTO DE RADIOLOGÍA DEL HOSPITAL ROSALES DE EL SALVADOR.

### Objetivos específicos:

- Detectar la mayor cantidad de errores en el software como sea posible.
- Garantizar el cumplimiento de los requerimientos del cliente.
- Verificar que los resultados sean los esperados.

### Estrategia

#### 1- Pruebas de unidad:

Estas pruebas deben ser realizadas por el analista programador encargado de la construcción de cada componente, utilizando la técnica de la caja blanca o también llamada prueba de caja de cristal, la cual permitirá garantizar que las operaciones internas se realizan de acuerdo a las especificaciones.

-Unidad del programa: En las pruebas a las clases se busca ejercitar sus operaciones y se examina si existen errores a medida que la clase colabora con otras.

-Base de datos: identificar aquellos defectos en el código que podrían provocar que la información que ingresa el usuario sea almacenada incorrectamente y por consiguiente desencadenar un comportamiento indeseable de la aplicación.

-Interfaz de usuario: verificar que tanto los datos almacenados en la base de datos como los datos resultantes de las operaciones de las clases son mostrados según los requisitos del cliente y otros elementos del modelo del análisis.

1. asegurar que las reglas del diseño, la estética y el contenido visual relacionado están a disposición del usuario sin error alguno. Las características incluyen tipo de fuentes, uso de color, marcos, imágenes, bordes, tablas y elementos relacionados que se generan conforme procede la ejecución del sistema.
2. Los mecanismos para la verificación deben incluir los siguientes elementos: vínculos de navegación, formatos, scripts que validan los datos introducidos por el usuario, mensajes de diálogo, etc.
3. asegurar que los componentes del sistema funcionen correctamente en los navegadores Mozilla Firefox y Chrome.

## **2- pruebas de integración**

Esta estrategia consiste en empezar por la prueba de aquellas clases independientes, es decir, no requieren de otras clases para realizar su función. Después de que se prueban las clases independientes, se prueban las demás clases, llamadas clases dependientes, que hacen uso de las clases independientes. Esta secuencia continúa hasta que se construye todo el sistema.

Estas pruebas serán ejecutadas de manera implícita dentro de las pruebas de unidad dado que a medida se avance en la construcción del sistema, los elementos previos están siendo probados lo cual indica que los componentes interactúan entre sí de manera correcta.

## **3- Pruebas de validación**

Ejecución de una serie de pruebas de alto nivel que permiten asegurar que el software funciona de tal manera que satisface las expectativas del cliente establecidas durante el análisis de requisitos. La técnica a usar es la de la caja negra usando como guía los casos de uso.

De encontrar errores estos serán notificados a los desarrolladores responsables de los componentes para resolverlos y luego volver a realizar las pruebas respectivas.

## CASOS DE PRUEBA

A continuación se especifican los casos de prueba correspondientes a los casos de uso que requieren datos de entrada al sistema, según el siguiente cuadro.

INFORMACIÓN GLOBAL DEL CASO DE PRUEBA						
<b>CASO DE PRUEBA No.</b>	<Número del caso de prueba constituido por CP-[Numero del caso de prueba]>			<b>FECHA EJECUCIÓN</b> <Fecha de ejecución diligenciado por el analista de pruebas>		
<b>CASO DE USO:</b>	<nombre del caso de uso al que se le aplicara el caso de prueba>			<b>MODULO DEL SISTEMA</b>	<nombre del módulo correspondiente >	
CASO DE PRUEBA						
a. Pasos de la prueba						
<Pasos secuenciales que deben ser ejecutados por el analista de pruebas o usuario, ante el sistema para ejecutar la prueba>						
DATOS DE ENTRADA			ACCIÓN DE LA APLICACIÓN	COINCIDE		RESPUESTA DEL SISTEMA
CAMPO	VALOR	TIPO ESCENARIO		SI	NO	
<Descripción del dato de entrada>	<Valor que debe ser suministrado en la prueba para el dato de entrada>	<Tipo de escenario que pretende probarse: Correcto/Incorrecto>	<Respuesta que se espera de la aplicación>			<Respuesta que se obtuvo de la aplicación en el momento de la ejecución de la prueba>
RESULTADOS DE LA PRUEBA						
<b>Defectos y desviaciones</b>					<b>Veredicto</b>	
<Lista de defectos o desviaciones encontrados por el analista o usuario al ejecutar la prueba>					<input type="checkbox"/> Paso <input type="checkbox"/> Falló	
Observaciones						
<Observaciones generales del analista o usuario sobre la ejecución de la prueba>						

## CAPITULO IV: CONSTRUCCIÓN Y PRUEBAS

### HERRAMIENTAS DE DESARROLLO

Para el desarrollo del proyecto se usará un ambiente lo más similar al ambiente de producción, con el fin de evitar posibles problemas a la hora de implementar el sistema informático. Para lo cual se usaran las políticas de la Dirección de Tecnologías de Información y Comunicaciones. A continuación se detallan las herramientas y plataformas que se utilizarán para el desarrollo:

Sistema operativo	Debian 7.1 Wheezy
Sevidor web	Apache 2.2.22
Gestor de base de datos	PostgreSQL 9.1
Servidor de aplicaciones	JBoss 4.2.3.GA
Servidor de imágenes	Dcm4che
JDK	6.0
Framework	Symfony2

#### Software para los equipos de desarrollo

**Software para modelado y diagramación:** Se emplean para la creación de diagramas y modelos, permiten concentrarse en ciertas características importantes del sistema. Los modelos resultados, son una buena forma de determinar si están representados todos los requerimientos del sistema

**IDE:** proveen un marco de trabajo amigable para la mayoría de los lenguajes de programación y el manejo de bases de datos. Para el desarrollo se utilizará NetBeans con soporte para php ya que se integra y da soporte para el uso del framework Symfony2.

**Otras herramientas:** deben permitir realizar tareas secundarias pero que facilitan el desarrollo del proyecto, estas herramientas incluyen:

- Suites ofimáticas, que permitirán la realización, modificación, almacenamiento e impresión de la documentación generada durante el proyecto.
- La administración de proyectos utilizado para la planificación del proyecto, manejo y control de presupuesto, asignación de recursos.
- Visualizador de archivos portables, permitirán la lectura de archivos del tipo portable document format (PDF).
- Navegadores web: permitirán el uso del sistema, con soporte a todas la funciones que garanticen que funcionen correctamente

A continuación se detalla el software adicional utilizado en los equipos de desarrollo para completar exitosamente el sistema informático:

Categoría	Tipo	Descripción
<b>IDE</b>	Programación	Netbeans 7.3
	Interface BD	PGAdmin III
	Reportes	JasperReports
		iReport
<b>Otras herramientas</b>	Administración de proyectos	Microsoft Project 2013
	Suite ofimática	Microsoft Word 2013 Microsoft Excel 2013 Microsoft PowerPoint 2013
	Visualizador de archivos PDF	Adobe Reader 11.0 Foxit Reader 6.0
	Navegadores web	Google Chrome 29.0 Mozilla Firefox 21.0

## ELEMENTOS DE BASE DE DATOS

Para la construcción del sistema se crearon los siguientes elementos, los cuales son utilizados para completar la lógica y mantener la integridad de la información:

### 1.2.1 Vistas

Nombre	Descripción	Tablas de las que usa información
vw_empleado_info	Vista que se utiliza para tener acceso a la información requerida de los empleados.	mnt_empleados, mnt_cargo_empleados, mnt_tipo_empleado
vw_paciente_info	Vista utilizada para tener acceso a la información de los pacientes.	mnt_expediente, mnt_datospaciente, ctl_municipio, ctl_departamento, ctlsexo
vw_servicio_info	Vista utilizada para tener acceso a los servicios que presta el hospital.	ctl_establecimiento, mnt_aten_area_mod_estab, ctl_atencion, ctl_tipo_atencion, ctl_tipo_establecimiento

## PROGRAMACIÓN

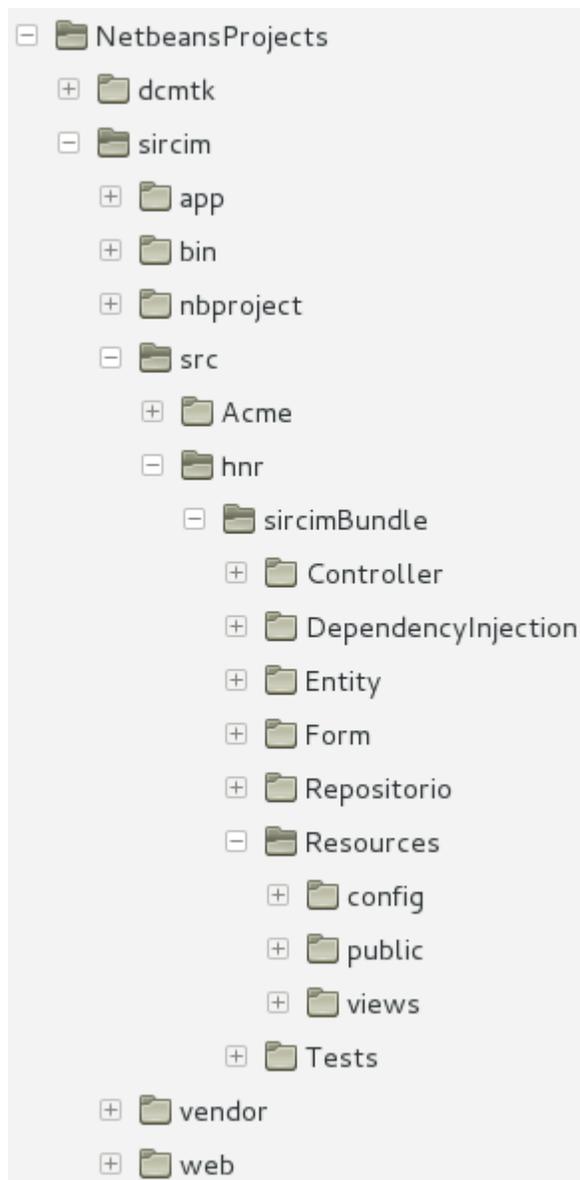
En la construcción del sistema informático se ha utilizado el framework Symfony2, el cual maneja el patrón de diseño Modelo Vista Controlador (MVC), el cual separa los datos, la interfaz de usuario, y la lógica de negocio en tres componentes distintos.

A continuación se muestra una comparación entre la arquitectura de 3 capas y el Modelo vista controlador:

Arquitectura de 3 capas	MVC	Clases relacionadas
<p><b>Capa de presentación</b> Se encarga de la interacción de los usuarios con el sistema.</p>	<p><b>Vista</b> Es la interfaz de usuario.</p>	<p>Incluye 4 archivos con extensión .html.twig para cada entidad representada, identificados como:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Index.html.twig</li> <li>- New.html.twig</li> <li>- Show.html.twig</li> <li>- New.html.twig</li> </ul>
<p><b>Capa de negocio</b> Se comunica con la capa de presentación para recibir las solicitudes y presentar los resultados, y con la capa de datos para realizar las solicitudes al gestor de bases de datos tanto para almacenar como para recuperar datos de él.</p>	<p><b>Controlador</b> Es el responsable de ejecutar las peticiones del usuario. Es el que invoca peticiones al modelo y llama a las vista.</p>	<p>Crea un controlador para el manejo de cada entidad:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- AreaController.php</li> <li>- BitacoraController.php</li> <li>- citaController.php</li> <li>- defaultController.php</li> <li>- DiagnosticoController.php</li> <li>- EstudioAreaController.php</li> <li>- EstudioController.php</li> <li>- EstudioPosicionController.php</li> <li>- EstudioRadTamPlacaController.php</li> <li>- EstudioRadiologicoController.php</li> <li>- EstudioRegionController.php</li> <li>- HorarioController.php</li> <li>- OpcionSistemaController.php</li> <li>- PosicionController.php</li> <li>- RegionController.php</li> <li>- RolController.php</li> <li>- RolOpcionSistemaController.php</li> <li>- SolicitudController.php</li> <li>- TamañoPlacaController.php</li> <li>- UsuarioController.php</li> <li>- UsuarioRolController.php</li> </ul>
<p><b>Capa de datos</b> Está formada por el gestor de base de datos que realiza todo el almacenamiento y recuperación de datos mediante procedimientos</p>	<p><b>Modelo</b> Representa el dominio de los datos. Define la lógica de negocio (la base de datos</p>	<p>Se maneja una clase entidad por cada tabla de la base de datos:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Area.php</li> <li>- Bitacora.php</li> <li>- cita.php</li> <li>- default.php</li> </ul>

<p>almacenados, funciones y vistas así mismo el mantenimiento de la integridad.</p>	<p>pertenece a esta capa).</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Diagnostico.php</li> <li>- EstudioArea.php</li> <li>- Estudio.php</li> <li>- EstudioPosicion.php</li> <li>- EstudioRadTamPlaca.php</li> <li>- EstudioRadiologico.php</li> <li>- EstudioRegion.php</li> <li>- Horario.php</li> <li>- OpcionSistema.php</li> <li>- Posicion.php</li> <li>- Region.php</li> <li>- Rol.php</li> <li>- RolOpcionSistema.php</li> <li>- Solicitud.php</li> <li>- TamañoPlaca.php</li> <li>- Usuario.php</li> <li>- UsuarioRol.php</li> </ul>
---	--------------------------------	---

## ESTRUCTURA DE ARCHIVOS



Directorio	Descripción
dmctk	Contiene todas las librerías necesarias para convertir del formato de imágenes DICOM a jpg
sircim	Carpeta raíz donde se encuentra alojado el sistema
app	Capeta que contiene archivos importantes para symfony2
bin	Contienen los archivos ORM necesarios para el funcionamiento de SIRCIM
nbproject	Contiene la mayoría de los metadatos de los proyectos de NetBeans
src	Contiene El Bundle del sistema
Acme	Contiene un Bundle de symfony para hacer pruebas
hnr	Contiene el Bundle de la aplicación SIRCIM
sircimBundle	Contiene todos los elementos necesarios para el uso de la arquitectura MVC
Controller	Contiene los controladores que se han utilizado en la aplicación
DependencyInjection	Contiene configuración necesaria php
Entity	Contiene todas las entidades que representan a la base de datos del sistema.
Form	Contiene los la definición de las estructuras de los formularios del sistema
Repositorio	Contiene las clases utilizadas(clases por el usuario) para realizar consultas personalizadas
Resouces	Contiene los recursos a utilizar por SIRCIM
config	Contiene toda la metada que sirve para que el ORM realice la persistencia en la base de datos
public	Contiene todos los archivos css, javascript e imágenes que

	ayudan al funcionamiento de SIRCIM
views	Contienen las vistas utilizadas por los controladores para mostrar al usuario la información requerida
Tests	Contiene controladores de prueba
Vendors	Contiene los Bundles de terceros que proporcionan ayuda a mejorar la aplicación
Web	Contiene los archivos intérpretes para el ambiente de desarrollo y producción

## PLAN DE PRUEBAS

El propósito de este documento es guiar a lo largo de la fase de pruebas y de esta forma verificar la funcionalidad del sistema garantizando que esté libre de errores y que cumpla con los requerimientos especificados.

### Objetivo General:

Definir los lineamientos a seguir para verificar y validar la funcionalidad del SISTEMA INFORMÁTICO DE REGISTRO Y CONSULTA DE IMÁGENES MÉDICAS PARA EL DEPARTAMENTO DE RADIOLOGÍA DEL HOSPITAL ROSALES DE EL SALVADOR.

### Objetivos específicos:

- Detectar la mayor cantidad de errores en el software como sea posible.
- Garantizar el cumplimiento de los requerimientos del cliente.
- Verificar que los resultados sean los esperados.

### Estrategia:

1. El proceso de pruebas iniciara en paralelo con la etapa de construcción, con las pruebas de unidad, cada programador deberá verificar que cada componente realice las operaciones internas que cumplan con los requerimientos de cliente.

Los mecanismos para la verificación deben incluir vínculos de navegación, formatos, scripts que validan los datos introducidos por el usuario, mensajes de diálogo, etc.

### Puntos a evaluar:

- *Unidad del programa:* evaluar cada una de las clases construidas en el componente, se busca ejecutar cada una de sus operaciones y se examina en busca de errores a medida que las clases colaboran unas con otras.
- *Base de datos:* identificar aquellos defectos en el código que podrían provocar que la información que ingresa el usuario sea almacenada incorrectamente y por consiguiente desencadenar un comportamiento indeseable de la aplicación.
- *Interfaz de usuario:* verificar que tanto los datos almacenados en la base de datos como los datos resultantes de las operaciones de las clases son mostrados según los requisitos del cliente y otros elementos del modelo del análisis.
- Asegurar que las reglas del diseño, la estética y el contenido visual relacionado están a disposición del usuario sin error alguno.
- Asegurar que los componentes del sistema funcionen correctamente en los navegadores Mozilla Firefox y Chrome

2. Una vez validada la interacción de las clases en cada componente se continuará con las pruebas de integración en las que se verificará la comunicación entre los módulos hasta construir el sistema completo.  
Esta también es una tarea que se debe realizar durante la construcción del sistema.
3. Cuando el sistema esté completo se realizarán las pruebas de validación las cuales consisten en una serie de pruebas de alto nivel que permitirán asegurar que el software funcione de tal manera que satisfaga las expectativas del cliente establecidas durante el análisis de requisitos.  
La técnica a usar será guiarnos con los casos de prueba proporcionados en este plan.

De encontrar errores estos serán notificados a los desarrolladores responsables de los componentes para resolverlos y luego volver a realizar las pruebas respectivas.

## CASOS DE PRUEBA

Se detallan los casos de prueba ejecutados tomando en consideración que solamente han sido contempladas las pantallas que requieren de datos de entrada, según el formato establecido en el diseño del plan de pruebas (pag. 138):

### 1- Registro de estudios radiológicos

INFORMACIÓN GLOBAL DEL CASO DE PRUEBA						
<b>CASO DE PRUEBA No.</b>		CP-1	<b>FECHA EJECUCIÓN</b> 27/11/2013			
<b>PANTALLA:</b>	Agregar/ Modificar Estudio Radiológico		<b>MODULO DEL SISTEMA</b>	Registro de estudios radiológicos		
CASO DE PRUEBA						
Pasos de la prueba						
1- Iniciar sesión con el rol de usuario de recepción 2- Seleccionar la opción de registro de estudio 3- Seleccionar la opción de agregar/editar estudio radiológico 4- Completar el formulario con los datos proporcionados 5- Dar clic en el botón “GUARDAR” 6- Registrar los resultados obtenidos al realizar la prueba						
DATOS DE ENTRADA			ACCIÓN DE LA APLICACIÓN	COINCIDE		RESPUESTA DEL SISTEMA
CAMPO	VALOR	TIPO ESCENARIO		SI	NO	
Registro	2433-00	Incorrecto	Mensaje de error: “El número de registro no es válido”	X		El sistema respondió con el mensaje de error esperado.
Estudio	El dato será seleccionado	Incorrecto	Ninguna	X		Ninguna
Región	de una lista desplegable la	Incorrecto	Ninguna	X		Ninguna
Servicio	cual contendrá solo datos	Incorrecto	Ninguna	X		Ninguna
Empleado	válidos.	Incorrecto	Ninguna	X		Ninguna

Horario	Fecha: 01/12/2013 Hora: 09:00	Incorrecto	Mensaje de error: “La fecha debe ser igual o anterior a la fecha actual”	X		Se mostró el mensaje de error esperado.
Películas	Tamaño: El dato será seleccionado de una lista desplegable la cual contendrá solo datos válidos. Aceptadas: n Descartadas: p	Incorrecto	Mensaje de error: “El valor ingresado debe ser un número”	X		Ninguna
Posición	El dato será seleccionado de una lista desplegable la cual contendrá solo datos válidos.	Incorrecto	Ninguna	X		Ninguna
Registro	24663-00	Correcto	Completar los campos con la información del paciente (nombre, edad)	X		El nombre y la edad del paciente fueron completados.
Estudio	Rayos X	Correcto	Ninguna	X		Ninguna
Región	Cuello	Correcto	Ninguna	X		Ninguna
Servicio	Otorrinolaringología	Correcto	Ninguna	X		Ninguna
Empleado	Sergio Machado García	Correcto	Ninguna	X		Ninguna

Horario	Fecha: 27/11/2013 Hora: 10:00	Correcto	Ninguna	X		Ninguna
Películas	Tamaño: 10x12 Aceptadas: 1 Descartadas: 0	Correcto	Agregara una película al total	X		Se agregó una nueva película para el estudio.
Posición	Lateral	Correcto	Ninguna	X		Ninguna
<b>RESULTADOS DE LA PRUEBA</b>						
<b>Defectos y desviaciones</b>				<b>Veredicto</b>		
No se encontraron defectos al momento de la ejecución de la prueba				<input checked="" type="checkbox"/> <b>Pasó</b> <input type="checkbox"/> <b>Falló</b>		
<b>Observaciones</b>						
Ninguna						



Los casos de prueba de los demás modulos los puede encontrar en el CD anexo en la siguiente ubicación: Construcion/Plan\_de\_Pruebas/casos de prueba

## BIBLIOGRAFÍA

### Libros

1. Edward V. Krick; Introducción a la ingeniería y al proyecto en la Ingeniería”, Limusa-Wiley, S.A., 1a. Edición, México, 1967.
2. Carlos Ernesto García; Gerencia Informática; Informatik, 6ª. Edición, San Salvador, 2007.
3. Roger S. Pressman; Ingeniería del Software; Un enfoque práctico; Mc Graw Hill, 6ª Edición, España, 2005
4. Ian Sommerville; Ingeniería del Software; Pearson, 7ª Edición, España, 2005

### Páginas web

- Ciclo de vida, (documento web)  
<<http://ciclosdevida.blogindario.com/2010/03/00001-ciclo-de-vida.html>>:  
Marzo/2013
- “Enfoque de sistemas” (documento web)  
<[http://www.ingenieria.unam.mx/~jkuri/Apunt\\_Planeacion\\_internet/TEMA11.5.pdf](http://www.ingenieria.unam.mx/~jkuri/Apunt_Planeacion_internet/TEMA11.5.pdf)>;  
Marzo/2013
- “Procesador de texto”(documento web)  
<[http://cevug.ugr.es/material/curso\\_word.pdf](http://cevug.ugr.es/material/curso_word.pdf)>; Marzo/2013
- “Lluvia de ideas” (documento web)  
<[http://www.fundibeq.org/opencms/export/sites/default/PWF/downloads/gallery/methodology/tools/tormenta\\_de\\_ideas.pdf](http://www.fundibeq.org/opencms/export/sites/default/PWF/downloads/gallery/methodology/tools/tormenta_de_ideas.pdf)>; Marzo/2013  
<<http://www.emtec.org.ar/documentos/tormenta.pdf>>; Marzo/2013
- El proceso de diseño: formulación del problema  
<[http://www.tec.cr/sitios/Docencia/ciencias\\_lenguaje/Documents/material\\_gabriel\\_vega/comunicacion\\_cientifica/El\\_proceso\\_de\\_diseno.pdf](http://www.tec.cr/sitios/Docencia/ciencias_lenguaje/Documents/material_gabriel_vega/comunicacion_cientifica/El_proceso_de_diseno.pdf)>; Marzo/2013
- Técnicas de compresión y codificación sobre imágenes médicas  
<[http://www.uclm.es/ab/educacion/ensayos/pdf/revista13/13\\_26.pdf](http://www.uclm.es/ab/educacion/ensayos/pdf/revista13/13_26.pdf)>;  
Marzo/2013

- Doctrine "security" (Documento web)  
<http://docs.doctrine-project.org/projects/doctrine-dbal/en/latest/reference/security.html>
- DCM4CHEE "Servidor PACS" (Documento web)  
<http://www.dcm4che.org/>
- Desarrollo web "Symfony2" (Documento web)  
[http://wiki.salud.gob.sv/wiki/Desarrollo\\_web\\_Symfony2](http://wiki.salud.gob.sv/wiki/Desarrollo_web_Symfony2)
- Algoritmos de encriptación (Documento web)  
<http://www.kellermansoftware.com/t-articlestrongesthash.aspx>
- Diagrama de Pareto (Documento web)  
[http://www.jomaneliga.es/PDF/Administrativo/Calidad/Diagrama\\_de\\_Pareto.pdf](http://www.jomaneliga.es/PDF/Administrativo/Calidad/Diagrama_de_Pareto.pdf)
- Diagramas de componentes (Documento web)  
<http://www.docstoc.com/docs/21531112/UML-%28Unified-Modeling-Language%29-Diagrama-de-Componentes-Diagrama>
- Plan de pruebas (Documento web)  
[http://www.lsi.us.es/~javierj/cursos\\_ficheros/metricaUML/EAActividades.pdf](http://www.lsi.us.es/~javierj/cursos_ficheros/metricaUML/EAActividades.pdf)  
<http://es.scribd.com/doc/97825727/Plan-de-Pruebas-v-2>

## ANEXOS

## Anexo 1. Estudios realizados en el departamento de radiología

SERVICIO PRESTADO POR RADIOLOGIA HOSPITAL DE ESPECIALIDADES	DIA	HORA
<b>RADIOGRAFIA CONVENCIONAL</b>		
Tórax	Lunes y martes	10: 30 a.m. a 5:00
Muñeca	jueves	p.m.
Tobillo, pie, brazo, antebrazo, mano, codo, hombro		
Columna Lumbo sacra, dorso lumbar, cervical		
Senos para nasales, Towne, arco zigomático, cráneo	martes y viernes	7:00 a.m. a 5:00 p.m.
Clavícula, cuello, serie mandibular, orbitas		
Huesos propios de nariz, mastoides		
Articulación Temporo mandibular		
Pelvis, fémur, rodilla, pierna, talón, axiales de rodilla		
<b>ESTUDIOS RADIOLOGICOS ESPECIALES</b>		
	<b>DIA</b>	<b>HORA</b>
Pielograma		
Uretrograma	Lunes y jueves	
Colangiograma		
Uretrocistograma		7.00 a.m.
Tubo digestivo superior		
Tránsito intestinal	Martes	
Esofagograma		
Fistulograma		
Enema Baritado	Miércoles	
Flebografía	Martes y miércoles	10:00 a.m.
E.R.C.P	Viernes	7:00 a.m. (fuera de uso)
<b>ESTUDIOS ULTRASONOGRAFICOS</b>		
	<b>DIA</b>	<b>HORA</b>
		6:30 a.m.
Ultrasonografía de diversas áreas	Lunes a viernes	10:00 a.m.
		12:00 md
		2:00 p.m.
Todos los estudios para Bienestar Magisterial	lunes a viernes	7:00 a.m. a 5:00 p.m.

SERVICIO PRESTADO POR RADIOLOGIA RADIOGRAFIA CONVENCIONAL	DIA	HORA
Tórax	Lunes a domingo	Las 24 horas del día
Muñeca		
Tobillo, pie, brazo, antebrazo, mano, codo, hombro		
Columna Lumbo sacra, dorso lumbar, cervical		
Senos para nasales, Towne, arco zigomático, cráneo		
Clavícula, cuello, serie mandibular, orbitas		
Huesos propios de nariz, mastoides		
Articulación Temporo mandibular		
Pelvis, fémur, rodilla, pierna, talón, axiales de rodilla		
Radiografías portátiles a pacientes encamados, UCI, UCIN, Máximas urgencia.		
Resonancia Magnética.		

RAYOS X UNIDAD DE EMERGENCIA ESTUDIOS ULTRASONOGRAFICOS	DIA	HORA
Ultrasonografía de diversas áreas	Lunes a jueves	7:00 a 8:00 a.m. 9:15 a 10:45 a.m.
	viernes	9:45 a 10:45 a.m. 4:00 a 5:00 p.m.
Bienestar Magisterial	Lunes a Domingo	Tornos de llamada
Tomografía Axial Computarizada	Lunes a Domingo	Las 24 horas del día de lunes a viernes. Sábados, Domingos y días festivos 7 a.m. a 7 p.m.
QUIROFANOS CENTRALES	DIA	HORA
Fluoroscopia (arco en C) y Equipo portátil	Lunes a viernes	7:00 a.m. a 5:00 p.m.
QUIROFANOS DE EMERGENCIAS	DIA	HORA
Fluoroscopia (arco en C) y Equipo portátil	Lunes a Domingo	Las 24 horas del día

Anexo 2. Boleta de solicitud de exámenes

	<b>HOSPITAL NACIONAL ROSALES</b>	
	<b>DEPTO. DE RADIOLOGIA</b>	
	<b>SOLICITUDES DE EXAMENES</b>	
Nombre: _____		
Edad: _____ Sexo: _____ Cama N°: _____ Reg. N°: _____		
Servicio: _____		
Rayos X de: _____		
Investigando: _____		
Datos Clínicos: _____		
Fecha: _____ Firma: _____ Medico: _____		
Hay Placas Anteriores: Si ( ) No ( ) Firma del Técnico: _____		
1. _____		
2. _____		
3. _____		
4. _____		
5. _____		
6. _____		

Boleta de solicitud de Tomografía Axial Computarizada (TAC)

*2 láminas*

## CONSULTA - ORL

*otorrino*

**HOSPITAL NACIONAL ROSALES**  
**SERVICIO DE RADIOLOGIA E IMÁGENES**

**SOLICITUD DE TOMOGRAFIA COMPUTARIZADA.**

NOMBRE Mr. José Humberto Escobar

REGISTRO 35149-10 EDAD 49 FECHA \_\_\_\_\_

SERVICIO ORL CAMA \_\_\_\_\_

ESTUDIO SOLICITADO T.A.C. de Sano Paramaná

RESUMEN CLINICO: Obstrucción nasal, Estenosis de Rinones de la base nasal. Reporte x Anatomía

QUE INVESTIGA EN LA TOMOGRAFIA Displasia Septal + Sinusitis crónica

ESTUDIOS ANTERIORES Y SU REPORTE:  
RX ( ) USG ( ) ENDOSCOPIA ( ) CREATININA SERICA ( )

[Signature] (solicita)

F. MEDICO AGREGADO  
Dr. Manuel Antonio Baires Miranda  
OTORRINOLARINGOLOGO  
J.V.P.M. No. 1720

[Signature]

F. Lic. RX que realizó estudio

[Signature] Jefe del Servicio O.R.L.

F. VOBO JEFE DE SERVICIO  
HOSPITAL NACIONAL ROSALES  
SERVICIO DE OTORRINOLARINGOLOGIA  
Dr. José Osorio Chaparría Pacheco  
J.V.P.M. No. 1715

6 Mayo/13  
8am  
Ex Central

Tel: 76321980

sinusitis

**Boleta de solicitud de Resonancia Magnética**

**HOSPITAL NACIONAL ROSALES**  
**SERVICIO DE RADIOLOGIA E IMAGENES**

  
Ministerio de Salud Pública y Política Social  
EL SALVADOR

---

**HOJA DE REFERENCIA PARA RESONANCIA MAGNETICA**

NOMBRE DEL PACIENTE: \_\_\_\_\_

EDAD: \_\_\_\_\_ FECHA DE NACIMIENTO: \_\_\_\_\_

NUMERO DE EXPEDIENTE: \_\_\_\_\_

SERVICIO O ESPECIALIDAD DE REFIERE: \_\_\_\_\_

REGION DE ESTUDIO: \_\_\_\_\_

IMPRESIÓN  
DIAGNOSTICA \_\_\_\_\_

DATOS CLINICOS \_\_\_\_\_

---

**ESTUDIOS DE IMAGEN PREVIOS:**

RADIOGRAFIAS \_\_\_\_\_ ULTRASONIDO \_\_\_\_\_ TC \_\_\_\_\_ RM \_\_\_\_\_

**ANTECEDENTES PERSONALES:**

DIABETES: SI \_\_\_\_\_ NO \_\_\_\_\_ HIPERTENSION ARTERIAL: SI \_\_\_\_\_ NO \_\_\_\_\_

INSUFICIENCIA RENAL: SI \_\_\_\_\_ NO \_\_\_\_\_

CIRUGIAS PREVIAS: SI \_\_\_\_\_ NO \_\_\_\_\_ QUE TIPO: \_\_\_\_\_

FECHA: \_\_\_\_\_

NOMBRE, FIRMA Y SELLO DEL MEDICO  
REFERENTE: \_\_\_\_\_

AUTORIZACION POR MEDICO RADIOLOGO: \_\_\_\_\_

CONSIDERACIONES TECNICAS  
ESPECIALES: \_\_\_\_\_

FECHA Y HORA DE LA CITA: \_\_\_\_\_

**Continuación de Boleta de solicitud de Resonancia Magnética**

**HOSPITAL NACIONAL ROSALES**  
**SERVICIO DE RADIOLOGIA E IMÁGENES**  
**RESONANCIA MAGNETICA**



---

**INTERROGATORIO AL PACIENTE:**

NOMBRE DEL PACIENTE: \_\_\_\_\_

FECHA DE NACIMIENTO: \_\_\_\_/\_\_\_\_/\_\_\_\_ EDAD: \_\_\_\_ años

DIRECCION DEL DOMICILIO: \_\_\_\_\_

TELEFONO # \_\_\_\_\_

HOSPITAL O ESPECIALIDAD QUE LO REFIERE: \_\_\_\_\_

REGION DEL ESTUDIO DE RESONANCIA MAGNETICA \_\_\_\_\_

SINTOMAS PRINCIPALES \_\_\_\_\_

**ENFERMEDADES QUE PADECE:**

DIABETES: SI \_\_\_\_\_ NO \_\_\_\_\_ HIPERTENSION: SI \_\_\_\_\_ NO \_\_\_\_\_

ENFERMEDAD RENAL: SI \_\_\_\_\_ NO \_\_\_\_\_ ENFERMEDAD CARDIACA: SI \_\_\_\_\_ NO \_\_\_\_\_

MARCAPASO: SI \_\_\_\_\_ NO \_\_\_\_\_

ESQUIRILAS METALICAS EN EL CUERPO SI \_\_\_\_\_ NO \_\_\_\_\_  
 DONDE? \_\_\_\_\_

PROTESIS O CLAVOS OSEOS: SI \_\_\_\_\_ NO \_\_\_\_\_ DESDE CUANDO? \_\_\_\_\_

CLIPS DE ANEURISMAS CEREBRALES: SI \_\_\_\_\_ NO \_\_\_\_\_

IMPLANTES DE OIDO O DENTALES NO REMOVIBLES: SI \_\_\_\_\_ NO \_\_\_\_\_

TATUAJES: SI \_\_\_\_\_ NO \_\_\_\_\_

EMBARAZO: SI \_\_\_\_\_ NO \_\_\_\_\_ CUANTAS SEMANAS? \_\_\_\_\_

CIRUGIAS ANTERIORES: SI \_\_\_\_\_ NO \_\_\_\_\_  
 CUALES? \_\_\_\_\_

FECHA: \_\_\_\_/\_\_\_\_/\_\_\_\_

FIRMA DEL PACIENTE: \_\_\_\_\_

### Anexo 3. Comparación entre diferentes ciclos de vida

Para establecer el modelo de ciclo de vida a seguir más adecuado para el desarrollo del proyecto, se hará una evaluación basada en las ventajas y desventajas de algunos de ellos:

MCV	Ventajas	Desventajas
<b>Ciclo de vida en cascada</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Es una visión del proceso de desarrollo de software como una sucesión de etapas que producen productos intermedios.</li> <li>• Se tiene todo bien organizado y no se mezclan las fases.</li> <li>• Para que el proyecto tenga éxito deben desarrollarse todas las fases.</li> <li>• Las fases continúan hasta que los objetivos se han cumplido.</li> <li>• Es perfecto para proyectos que son rígidos, y además donde se especifique muy bien los requerimientos y se conozca muy bien la herramienta a utilizar.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• En la vida real, un proyecto rara vez sigue una secuencia lineal, esto crea una mala implementación del modelo, lo cual hace que lo lleve al fracaso.</li> <li>• No se permiten las iteraciones.</li> <li>• Los requisitos se congelan al principio del proyecto.</li> <li>• No existe un producto “enseñable” hasta el final del proyecto.</li> <li>• El proceso de creación del software tarda mucho tiempo ya que debe pasar por el proceso de prueba y hasta que el software no esté completo no se opera. Esto es la base para que funcione bien.</li> </ul>
<b>Ciclo de vida en espiral</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Incorpora objetivos de calidad y gestión de riesgos.</li> <li>• Elimina errores y alternativas no atractivas al comienzo.</li> <li>• Permite iteraciones, vuelta atrás y finalizaciones rápidas.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Es complicado y consume muchos recursos.</li> <li>• Las etapas y sus entradas y salidas no están claramente definidas.</li> </ul>

<b>Ciclo de vida en prototipo</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Reduce el riesgo de construir productos que no satisfagan las necesidades de los usuarios.</li> <li>• Reduce costos y aumenta la probabilidad de éxito.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• El cliente ve funcionando lo que para él es la primera versión del prototipo, y puede desilusionarse al decirle que el sistema aún no ha sido construido.</li> <li>• El desarrollador puede caer en la tentación de ampliar el prototipo para construir el sistema final sin tener en cuenta los compromisos de calidad y de mantenimiento que tiene con el cliente.</li> </ul>
<b>Ciclo de vida incremental</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Es una repetición de varios ciclos de vida en cascada.</li> <li>• Los ciclos se repiten hasta obtener un producto completo.</li> <li>• Los usuarios disponen antes del software, aunque no sea completo, por lo que pueden sugerir mejoras.</li> <li>• Se suele aplicar a desarrollos de gran tamaño.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Difícil de evaluar el coste total.</li> <li>• Requiere gestores experimentados.</li> <li>• Los errores en los requisitos se detectan tarde.</li> </ul>

#### Anexo 4. Comparación entre diferentes enfoques de desarrollo

Para seleccionar el enfoque que se utilizará durante el desarrollo del proyecto, se realizará una evaluación de las ventajas y desventajas del Enfoque Estructurado y el Orientado a Objetos, con lo cual se podrá elegir el más conveniente a utilizar, según el criterio del equipo de trabajo.

<b>Metodología</b>	<b>Ventajas</b>	<b>Desventajas</b>
<b>Estructurado</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Permite la división del sistema en componentes</li> <li>• Facilita la construcción de un modelo del sistema.</li> <li>• Emplea la descripción gráfica, se enfoca en el desarrollo de especificaciones del software.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Hay poca flexibilidad en los cambios de requerimiento</li> <li>• No permite la reutilización de código</li> </ul>
<b>Orientado a Objetos</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Facilita la modularidad, construcción, mantenimiento y la reusabilidad</li> <li>• Permite mayor precisión y abstracción de los conceptos del modelado respecto de las entidades del mundo real.</li> <li>• Facilita la transición entre distintas fases</li> <li>• Favorece el desarrollo iterativo del sistema               <ul style="list-style-type: none"> <li>- Reutilización</li> <li>- Estabilidad</li> <li>- Comportamiento de objetos</li> <li>- Construcción de clases más complejas</li> <li>- Confiabilidad</li> <li>- Nuevos mercados de software</li> <li>- Rápido diseño</li> <li>- Mayor calidad de diseño</li> <li>- Integridad</li> <li>- Programación más sencilla</li> <li>- Mantenimiento más sencillo</li> </ul> </li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Alta curva de aprendizaje</li> <li>• Requiere conocimientos adicionales</li> <li>• No recomendable para proyectos pequeños</li> <li>• Requiere personal especializado</li> </ul>

Anexo 5. Comprobantes con indicaciones, fecha y hora para toma de estudio

**Rayos X especialidades**



HOSPITAL NACIONAL ROSALES  
SERVICIO DE RADIOLOGÍA



**INDICACIONES PARA: CISTOGRAMA Y CISTOURETROGRAMA**

- ANTES DE PRESENTARSE A LA REALIZACION DEL EXAMEN AL SERVICIO DE RAYOS X. IR PRIMERO AL SERVICIO DE UROLOGÍA PARA COLOCACION DE SONDA VESICAL

FECHA \_\_\_\_\_

HORA \_\_\_\_\_



HOSPITAL NACIONAL ROSALES  
SERVICIO DE RADIOLOGÍA



**INDICACIONES PARA: TRANSITO INTESTINAL**

- EN AYUNAS ( NO COMER NI TOMAR NADA)
- TRAER UN VASO DESECHABLE DE 8 ONZAS

FECHA \_\_\_\_\_

HORA \_\_\_\_\_

**Indicaciones para la toma de estudio TAC**

**HOSPITAL NACIONAL ROSALES  
SERVICIO DE RADIOLOGIA E IMÁGENES  
UNIDAD DE EMERGENCIA  
“DR JOSE GUILLERMO MAZA BRIZUELA”**

  
Ministerio de Salud Pública  
y Asistencia Social  
**EL SALVADOR**  
UNIDAD, CIBERCA, INCLUSIÓN

**INDICACIONES PARA LA REALIZACION DE TOMOGRAFIA**

Contraste EV a utilizar,  SI  NO Cantidad \_\_\_\_\_  
Velocidad: \_\_\_\_\_

Contraste oral:  SI  NO

TIEMPO DE INGESTA DE MATERIAL ORAL \_\_\_\_\_  
BARRIDO ARTERIAL \_\_\_\_\_ ROI \_\_\_\_\_  
VENOSO \_\_\_\_\_  
TARDIO \_\_\_\_\_  
INTERMEDIO  \_\_\_\_\_

VENTANA OSEA \_\_\_\_\_ BLANDOS \_\_\_\_\_ INTERMEDIA  \_\_\_\_\_  
ART. PULMON \_\_\_\_\_ MEDIASTINO \_\_\_\_\_ PULMON \_\_\_\_\_

OBSERVACIONES Recuadro Derivado y Lentes

MEDICO RADIOLOGO Dr. Silvio Ruiz TECNICO TAC [Signature]  
1/c Dra. Luz

**Rayos X emergencia**

**HOSPITAL NACIONAL ROSALES  
SERVICIO DE RADIOLOGIA**

- **ULTRASONOGRAFIA ABDOMINAL NO COMER NI TOMAR NADA POR LO MENOS 6 HORAS ANTES DEL EXAMEN. (SU COMIDA 6 HORAS ANTES CONSISTE EN VERDURAS, SOPAS, GELATINA Y FRUTA NO PRODUCTOS LACTEOS, NI CARNE NI PAPA NI YUCA)**

FECHA DE CITA \_\_\_\_\_

HORA \_\_\_\_\_

## Indicaciones para la toma de estudio Resonancia Magnética

REQUISITOS PARA TOMA DE  
RESONANCIA MAGNETICA

1. El personal de enfermería, se asegurará que el paciente no tenga marcapasos cardíacos y ni presencia de clips metálicos intracerebrales, ni en otras partes del cuerpo.
2. La hoja de referencia debe estar firmada y autorizada por el Jefe del Servicio y Jefe del Departamento.
3. Para otros hospitales la solicitud debe ser firmada y sellada por el especialista que lo indica y el visto bueno del Director del hospital.
4. No traer pacientes en camas, si no en sillas de ruedas y carro camilla (paciente ingresado).
5. La condición del paciente debe ser estable, sin requerir ventilación mecánica o usos de bomba de infusión y de preferencia debe poder **colaborar** al realizarse el estudio.
6. El paciente que requiera sedación deberá contar con sus evaluaciones pre-anestésicas, tramitadas por el Servicio solicitante.
7. El Médico Radiólogo autorizará el estudio, detallando las recomendaciones técnicas y se fijará fecha y hora de la cita según disponibilidad e indicaciones de preparación (Venoclisis- ayuno).
8. Paciente con antecedente de enfermedad renal y se le indique estudio contrastado, debe traer valor de **creatinina** y de preferencia **depuración de creatinina**, especialmente en estudios de angioresonancia.
9. El paciente no debe traer el pelo mojado, no portar aretes, cadenas, relojes, ni tarjetas de créditos.

Anexo 6. Ejemplo de reporte de lectura del estudio

**HOSPITAL NACIONAL ROSALES  
SERVICIO DE RADIOLOGIA E IMÁGENES**

**NOMBRE:** \_\_\_\_\_ **EDAD:** \_\_\_\_\_

**ESPECIALIDAD:** \_\_\_\_\_  
**REGISTRO:** \_\_\_\_\_

**RAYOS X:** \_\_\_\_\_

**RESULTADO:**

\_\_\_\_\_  
\_\_\_\_\_  
\_\_\_\_\_  
\_\_\_\_\_  
\_\_\_\_\_  
\_\_\_\_\_  
\_\_\_\_\_

**CONCLUSION:** \_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_  
**MEDICO RADIOLOGO**

Calle Arce # 827, San Salvador, El Salvador. Tel: 2205-7184/85. Fax: 2221-5008

## Anexo 7. Libro de estudios entregados

LIBRO DE ESTUDIOS ENTREGADOS			
Nº	Nombre	Registro	Firma

## Anexo 8. Libro de préstamos de estudios a pacientes

LIBRO DE PRESTAMO DE ESTUDIOS A PACIENTES			
N°	Nombre	Registro	Firma



## Anexo 10. Encuesta



## ENCUESTA SOBRE EL PROBLEMA DE DISPONIBILIDAD DE ESTUDIOS RADIOLOGICOS EN EL HOSPITAL ROSALES

**OBJETIVO:** Definir las causas de la falta de disponibilidad de los estudios para futuras consultas.

**INDICACIONES:** Conteste SI o NO a las siguientes preguntas.

1. ¿Considera que debido a que los médicos no retiran los estudios solicitados, no es posible contar con los estudios disponibles para futuras consultas?

SI \_\_\_\_\_ NO \_\_\_\_\_

2. ¿Considera que es necesario contratar personal que se encargue de controlar el buen manejo de los estudios?

SI \_\_\_\_\_ NO \_\_\_\_\_

3. ¿Cree que contar con un respaldo de los estudios realizados ayudará a poder disponer de estos en futuras consultas?

SI \_\_\_\_\_ NO \_\_\_\_\_

4. ¿Cree que el extravío de los estudios tanto por parte del personal del hospital como de los pacientes influye en la falta de disponibilidad de los mismos?

SI \_\_\_\_\_ NO \_\_\_\_\_

5. ¿Considera que las pérdidas de estudios se da porque los médicos no los devuelven cuando estos ya han sido consultados?

SI \_\_\_\_\_ NO \_\_\_\_\_

6. ¿Considera que hace falta un mecanismo eficiente que apoye el almacenamiento de los estudios?

SI \_\_\_\_\_ NO \_\_\_\_\_

7. ¿Cree que sería de utilidad una normativa que garantice la devolución de los estudios luego de ser consultados?

SI \_\_\_\_\_ NO \_\_\_\_\_

8. ¿Han recibido apoyo del departamento de informática del hospital para resolver esta problemática?

SI \_\_\_\_\_ NO \_\_\_\_\_

9. ¿Considera que el poco personal del departamento de informática influye al momento de intentar resolver el problema?

SI \_\_\_\_\_ NO \_\_\_\_\_

10. ¿Cree que el proceso para poder tener acceso a los estudios radiológicos es poco eficiente?

SI \_\_\_\_\_ NO \_\_\_\_\_

11. ¿Considera que la alta demanda de estudios influye para no poder contar con un respaldo de estos?

SI \_\_\_\_\_ NO \_\_\_\_\_

12. ¿Considera que el presupuesto es muy bajo para invertir en un sistema mecanizado?

SI \_\_\_\_\_ NO \_\_\_\_\_

13. ¿Considera que es necesario contar con espacio físico para poder almacenar todos los estudios?

SI \_\_\_\_\_ NO \_\_\_\_\_

14. ¿Cree usted que no se dispone de los estudios para futuras consultas debido a que no reciben un buen trato?

SI \_\_\_\_\_ NO \_\_\_\_\_



La tabulación de la encuesta se encuentra en el CD anexo en la siguiente ubicación:  
Análisis/Situación Actual/encuesta/

## Anexo 11. Cuadro comparativo de los diferentes algoritmos de encriptación

Hash	Número de bits	Iteraciones	Cracked?	Autor	Fecha de lanzamiento
<b>SHA-1</b>	160	80	Si	NSA	1995
<b>SHA-2</b>			No*	NSA	2000
<b>SHA-256</b>	256	64	No*	NSA	2000
<b>SHA-384</b>	384	80	No*	NSA	2000
<b>SHA-512</b>	512	80	No*	NSA	2000
<b>MD2</b>	128	1	Si**	Ronald Rivest	1989
<b>MD5</b>	128	1	Si	Ronald Rivest	1991
<b>HAVAL</b>	128		No	Yuliang Zheng, Josef Pieprzyk, Jennifer Seberry.	1992
<b>RIPEMD-320</b>	320		No	Hans Dobbertin, Antoon Bosselaers, Bard Preneel.	1996
<b>Gost</b>	64		No	Soviet union	1970's
<b>Whirlpool</b>	512		No&	Paulo Barreto, Vincent Rijmen	2001

\*A pesar de los ataques han sido reportados, la gente es escéptica de la seguridad proporcionará SHA-2, ya que se basa estrechamente en el algoritmo SHA-1.

\*\*MD2, basta con marcar un ataque imagen original con complejidad temporal

+ Gost fue desarrollada y utilizada desde 1970 por la Unión Soviética, pero debido a la naturaleza secreta de la función de dispersión se mantuvo alto secreto hasta que la Unión Soviética se disolvió y fue lanzado al público en 1994.

& No ataques se han reportado en las versiones anteriores de hidromasaje, pero las nuevas versiones se produjo Qué están siendo capaces de funcionar mejor y estos son propensos a ser más seguro