

UNIVERSIDAD CENTRAL DE VENEZUELA
FACULTAD DE CIENCIAS
ESCUELA DE COMPUTACIÓN
APLICACIONES CON TECNOLOGÍA INTERNET



**Aplicar el estándar DICOM para la gestión de imágenes en el
Sistema "SOS Historias Médicas Electrónicas"**

Trabajo Especial de Grado

Presentado ante la ilustre

Universidad Central de Venezuela

Por los bachilleres:

Benítez Ascanio Rafael Ernesto

Talavera Marín Enrique José

Para optar al título de

Licenciado en Computación

Tutor

Rivas Robinson

Caracas, Octubre 2015

UNIVERSIDAD CENTRAL DE VENEZUELA

FACULTAD DE CIENCIAS

ESCUELA DE COMPUTACIÓN



ACTA DEL VEREDICTO

Quienes suscriben, miembros del jurado designado por el Consejo de la Escuela de Computación, para dictaminar sobre el Trabajo Especial de Grado titulado: Aplicar el estándar DICOM para la gestión de imágenes en el Sistema "SOS Historias Médicas Electrónicas" y presentado por los bachilleres: Rafael Ernesto Benítez Ascanio, cédula de identidad V -18.466.309 y Enrique José Talavera Marín, cédula de identidad V - 16.890.365, para optar al título de Licenciado en Computación, dejan constancia de lo siguiente:

Leído como fue, dicho trabajo por cada uno de los miembros del jurado, se fijó el día _____, para que sus autores lo defendieran en forma pública, lo que se realizó, mediante una presentación oral del contenido del Trabajo Especial de Grado, luego de lo cual respondió a las preguntas formuladas. Finalizada la defensa pública del Trabajo Especial de Grado, el jurado decidió APROBARLO.

En fe de lo cual se levanta la presente Acta, en la Ciudad Universitaria de Caracas a los _____, dejándose también constancia de que actuó como Coordinador del Jurado el Profesor Robinson Rivas.

Jurado Principal

Robinson Rivas

(Tutor)

Rhadamés Carmona

(Jurado)

Nancy Urbina

(Jurado)

RESUMEN

Aplicar el estándar DICOM para la gestión de imágenes en el Sistema "SOS Historias Médicas Electrónicas".

Este trabajo presenta el uso del Estándar *DICOM* en el Sistema "SOS Historias Médicas Electrónicas" específicamente para la gestión de imágenes en el dominio de la dermatología. Esto implica, el desarrollo e integración de un módulo para la gestión de imágenes que contemple la carga, manipulación y edición de imágenes clínicas en el dominio de la Dermatología, mediante la incorporación de la Historia Médica Electrónica Dermatológica (*SOS-HMED*), desarrollo realizado bajo una metodología *Rational Unified Process (RUP)*. El estándar *DICOM* permite el intercambio de imágenes entre diferentes plataformas tecnológicas contribuyendo al mejoramiento y agilización de la atención sanitaria en los casos de pacientes con afección dérmica. Obteniendo como resultado una nueva versión del sistema *SOS-HME*, con la adición del dominio de Dermatología y con la capacidad de soportar imágenes clínicas dentro de la historia médica electrónica.

Palabras claves: Imágenes, DICOM, Estándar, Historia Médica Dermatológica Electrónica, Tele dermatología.

ABSTRACT

This paper presents the use of the *DICOM* Standard in the "SOS-HME" application, specifically for image management in the domain of dermatology. This involves the development and integration of a module for image management that includes the loading, handling and editing images in the clinical domain of Dermatology, by incorporating Electronics Dermatology Medical History (*SOS-HMED*), development made under the methodology *Rational Unified Process (RUP)*. The *DICOM* standard allows the exchange of images between different technology platforms contributing to the improvement and streamlining of health care in cases of patients with skin disease. Resulting in a new version of *SOS-HME* application, with the addition of the domain of Dermatology and the ability to support clinical images into electronic medical history.

Keywords: Images, DICOM standard, Dermatology Medical History Electronics, Tele dermatology.

Índice

RESUMEN	3
INTRODUCCIÓN	10
CAPITULO I – Problema de Investigación	13
1.1 Planteamiento del Problema	13
1.2 Solución Propuesta	14
1.3 Objetivos	15
1.3.1 Objetivo General	15
1.3.2 Objetivos Específicos	15
1.4 Justificación	15
1.5 Alcance	16
1.6 Metodología de Desarrollo	17
1.6.1 Inicio	18
1.6.2 Elaboración	18
1.6.3 Construcción	18
1.6.4 Transición	18
CAPITULO II – Marco Conceptual	19
2.1 Historia Médica Electrónica	19
2.1.1 Definición	19
2.1.2 HME en Venezuela	20
2.1.3 SOS Historias Médicas Electrónicas (SOS-HME)	21

2.1.4 Estándares	21
2.1.4.1 Estándar OpenEHR	22
2.1.4.2 HL7	29
2.1.4.3 DICOM	32
2.3.4.4 Compresión de Imagen por Joint Photographic Expert Group (JPEG)	40
2.2 Tele dermatología	46
2.2.1 Definición	46
2.2.2 Tipos de Tele dermatología	48
2.2.2.1 Tele dermatología Síncrona (On-line)	49
2.2.2.2 Tele dermatología Store-and-Forward	49
2.2.3 Requisitos	51
2.2.4 Ventajas	51
CAPITULO III – Marco Aplicativo	53
3.1 Desarrollo de la Solución	53
3.1.1 Inicio	53
3.1.2 Elaboración	53
3.1.3 Construcción	54
3.1.4 Transición	54
3.2 Análisis de Requerimientos	54
3.2.1 Modelo de Proceso de Negocio	55
3.2.2 Generar Historia Médica Dermatológica	62
3.2.3 Gestión de Imagen	63

3.3 Modelo de Requerimientos	64
3.3.1 Requerimientos Funcionales	65
3.3.2 Requerimientos No Funcionales	65
3.4 Diseño	66
3.4.1 Casos de Uso	66
3.4.2 Diagrama de Actividades	68
CAPITULO IV – Desarrollo de la Solución	71
4.1 Diseño de Historia Médica Electrónica Dermatológica	71
4.2 Módulo de Gestión de Imagen	76
4.3 Inclusión del Dominio Dermatología en el Sistema "SOS-HME"	76
4.4 Integración del Módulo Gestión de Imagen en el Sistema "SOS-HME"	79
4.5 Pruebas Funcionales sobre la Aplicación	84
CAPITULO V - Resultados	89
CONCLUSIONES	90
RECOMENDACIONES	91
REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS	92

Índice de Figuras

FIGURA N° 1. MODELO DUAL *OPEN EHR* 22

FIGURA N° 2. ESPACIO DE NOMBRES ORG. *OPENEHR* 23

FIGURA N° 3. ESTRUCTURA DE ARQUETIPO *ADL*..... 25

FIGURA N° 4. EJEMPLO DE ARQUETIPO GUITARRA 28

FIGURA N° 5. PARTES DE UN *CDA*..... 32

FIGURA N° 6. MODELO GENERAL DE COMUNICACIÓN..... 35

FIGURA N° 7. CABEZAL DEL OBJETO *DICOM* 38

FIGURA N° 8. ESTRUCTURA INTERNA DE LOS ESTUDIOS *DICOM*..... 39

FIGURA N° 9. CODIFICADOR 41

FIGURA N° 10. DECODIFICADOR 42

FIGURA N° 11. FORMATO DE INTERCAMBIO PARA IMAGEN DE DATOS COMPRIMIDOS..... 42

FIGURA N° 12. DIAGRAMA SIMPLIFICADO DE CODIFICADOR BASADO EN *DCT*..... 44

FIGURA N° 13. PREPARACIÓN PARA CUANTIFICACIÓN DE COEFICIENTES PARA LA CODIFICACIÓN DE ENTROPÍA 44

FIGURA N° 14. DIAGRAMA SIMPLIFICADO DE DECODIFICACIÓN BASADA EN *DCT* 45

FIGURA N° 15. EJEMPLO DE PREDICCIÓN CERCANA..... 46

FIGURA N° 16. CONTEXTO DEL NEGOCIO 55

FIGURA N° 17. INVOLUCRADOS 56

FIGURA N° 18. ARQUITECTURA 57

FIGURA N° 19. OBJETOS DEL NEGOCIO 59

FIGURA N° 20. MODELO DE NEGOCIO DE ALTO NIVEL..... 60

FIGURA N° 21. MODELO DE NEGOCIO DETALLADO..... 62

FIGURA N° 22. GENERAR HISTORIA MÉDICA DERMATOLÓGICA..... 63

FIGURA N° 23. PROCESO GESTIÓN DE IMAGEN..... 64

FIGURA N° 24. MODELO DE REQUERIMIENTOS..... 65

FIGURA N° 25. CASOS DE USO 67

FIGURA N° 26. CASOS DE USO PRIMARIO 67

FIGURA N° 27. CASOS DE USO CREAR HISTORIA..... 68

FIGURA N° 28. DIAGRAMA DE ACTIVIDAD REGISTRAR HISTORIA 69

FIGURA N° 29. DIAGRAMA DE ACTIVIDAD CARGAR IMAGEN 70

FIGURA N° 30. ESTRUCTURA DE ARQUETIPO 72

FIGURA N° 31. ESTRUCTURA DE ARQUETIPO 73

FIGURA N° 32. ESTRUCTURA DE ARQUETIPO LESIONES ELEMENTALES..... 75

FIGURA N° 33. ESTRUCTURA DE ARQUETIPO LESIONES ESPECIALES 75

FIGURA Nº 34. EXTRACTO DE CÓDIGO "GESTIONIMAGEN"	76
FIGURA Nº 35. DOMINIO DERMATOLOGÍA	77
FIGURA Nº 36. VISTA DE DOMINIOS	77
FIGURA Nº 37. PLANTILLA PARA ARQUETIPO HISTORIA DERMATOLÓGICA.....	78
FIGURA Nº 38. VISTA DE ARQUETIPOS PARA HISTORIA MÉDICA ELECTRÓNICA DERMATOLÓGICA	79
FIGURA Nº 39. LIBRERÍAS PARA LA GESTIÓN DE IMÁGENES	80
FIGURA Nº 40. ESTRUCTURA DE ARCHIVOS PARA ALMACENAR LAS IMAGENES	81
FIGURA Nº 41. CAMPOS PARA CARGAR UNA IMAGEN	82
FIGURA Nº 42. DESPLIEGUE DE UNA IMAGEN.....	82
FIGURA Nº 43. EJEMPLO DE CDA.....	83

Índice de Tablas

TABLA N° 1: ARQUITECTURA REFERENCIAL.....	58
TABLA N° 2: MODELO DEL NEGOCIO DE ALTO NIVEL	61
TABLA N° 3. PRUEBA FUNCIONAL N° 1	84
TABLA N° 4. PRUEBA FUNCIONAL N° 2.....	85
TABLA N° 5. PRUEBA FUNCIONAL N° 3.....	85
TABLA N° 6. PRUEBA FUNCIONAL N° 4.....	86
TABLA N° 7. PRUEBA FUNCIONAL N° 5.....	86
TABLA N° 8. PRUEBA FUNCIONAL N° 6.....	87
TABLA N° 9. PRUEBA FUNCIONAL N° 7.....	88
TABLA N° 10. PRUEBA FUNCIONAL N° 8	88

INTRODUCCIÓN

La medicina es la ciencia dedicada al estudio de la vida, la salud, las enfermedades y la muerte del ser humano, e implica el "arte" de ejercer tal conocimiento técnico para el mantenimiento y recuperación de la salud, aplicándolo al diagnóstico, tratamiento y prevención de las enfermedades. La medicina a lo largo de la historia ha buscado innovar y desarrollar nuevas técnicas que permitan ampliar su rango de alcance enfocada, principalmente, en cómo estas benefician al paciente.

Sin embargo el tiempo y las distancias juegan un papel en contra de muchas situaciones de emergencia que se puede presentar en los pacientes, es por ello que la medicina en "pro" de mejorar y beneficiar al paciente y el médico, ha encontrado en las tecnologías informáticas y la Internet un medio para acortar estas barreras antes mencionadas.

La Telemedicina, (prefijo "Tele" que delante de cualquier palabra indica semánticamente "*distancia*"), en este sentido estricto, significa "medicina a distancia". Sin embargo en torno a la terminología correcta respecto a la unión de la medicina y la tecnología, existen discusiones entre distintos autores sobre la utilización de la palabra para hacer referencia al concepto. Mientras algunos le llaman *telemedicina*, una buena parte de autores canadienses le llaman "*telesalud*" y en la comunidad de autores Europeos se utiliza la expresión "*aplicaciones telemáticas para la salud*", pero viéndolo desde un punto generalizado, sea cual sea la palabra u forma de ser conocido, todas hacen referencia a un mismo significado. ((Vergeles-Blanca, 2001))

Dentro de la telemedicina (igual que en la medicina), se encuentra una cantidad extensa de sub-especialidades y campos de estudios. Dentro de las cuales encontramos la Teledermatología la cual se refiere a la "dermatología aplicada a distancia", y gracias a ella se puede mejorar la accesibilidad de los pacientes a los servicios dermatológicos y disminuir los costes sanitarios, ya que ayuda a reducir la cantidad de desplazamientos, especialmente de los pacientes, además de los médicos y enfermeras. Así, los pacientes con lesiones cutáneas, lesiones pigmentadas o de tipo dermocósméticos, pueden disponer de especialistas a distancias sin importar si están ubicados en zonas rurales o de difícil acceso, presentan incapacidad de traslado y asistan a módulos de atención primaria con poco o ningún personal especialista en el área. Todo esto se logra permitiendo la revisión de datos de la historia clínica y la

evaluación del padecimiento de los pacientes por dermatólogos con técnicas de telemedicina, para así lograr el diagnóstico y el tratamiento a los mismos.

La Historia Médica Electrónica (*HME*) como producto generado para la Telemedicina es un instrumento que facilita el acceso y almacenamiento de información sanitaria generada de la relación médico-paciente, con el fin de poder prestar los servicios de atención médica en zonas de pocos recursos tecnológicos y humanos. En el programa "SOS Telemedicina para Venezuela" que desarrolla la Facultad de Medicina de la Universidad Central de Venezuela (*UCV*) se ofrecen servicios de segunda opinión en salud (teleconsulta/telediagnóstico), videoconferencias, telefonía IP, acceso a bibliotecas digitales, entre otros, mediante una red centros asistenciales de salud ubicados principalmente en zonas de difícil acceso, con la finalidad de ayudar al personal de salud a mejorar su desempeño y asistir efectivamente a las comunidades. En este programa se desarrolló el sistema "SOS Historias Médicas Electrónicas" (*SOS-HME*) empleado para administrar datos referentes a la atención de un paciente de medicina integral, utilizando el estándar de modelo dual *OpenEHR* (estándar para Historias médicas electrónicas) el cual trabaja con un modelo de información y un modelo de arquetipos, así como también el estándar *CDA R2 (Clinical Document Architecture)* de *HL7 (Health Level Seven)* para el empaquetado de la información en mensajes estructurados.

Dentro de este contexto se busca en este trabajo de grado, utilizar el *OpenEHR Gen Framework* para desarrollar la Historia Médica Dermatológica Electrónica, basada en la práctica de la Teledermatología e implementar un módulo estandarizado para el procesamiento de imágenes médicas. La creación del módulo de procesamiento de imágenes se fundamenta en estudios realizados sobre los estándares médicos para la digitalización, compresión, visualización y transmisión de los mismos, permitiendo recolectar información básica sobre el paciente y origen del archivo.

El modulo debe estar en la capacidad de codificar el archivo y compartirlo entre diferentes aplicaciones, manejando una estructura semántica que facilite el flujo de información entre los diversos factores interactuantes. Todo esto busca contribuir con la gestión de los principios de la Teledermatología en cuanto a la atención, diagnóstico y tratamiento de la dolencia manifestada por el paciente.

El presente documento está organizado como se indica a continuación:

- **Problema de investigación:** Describen la situación que conlleva al desarrollo de este proyecto, el planteamiento del problema, la solución propuesta, el objetivo general, objetivos específicos, la justificación del proyecto, el alcance y la metodología utilizada para el desarrollo.
- **Marco Conceptual:** Se definen los conceptos vinculados al contexto de la investigación, fundamentales para el dominio de historias médicas electrónicas y Tele dermatología.
- **Marco Aplicativo:** Se realiza un análisis detallado de los requerimientos del módulo a desarrollar siguiendo la metodología planteada, así como las actividades para llevar a cabo la planificación y arquitectura que permiten el desarrollo del mismo con sus respectivos diagramas.
- **Pruebas y Resultados:** Descripción de pruebas funcionales realizadas a la aplicación y despliegue de las funcionalidades e interfaces que demuestran los resultados obtenidos.
- **Conclusiones y Recomendaciones:** Realizada la investigación se formulan las contribuciones y conclusiones así como las recomendaciones.

CAPITULO I – Problema de Investigación

En este capítulo se presenta la descripción de uno de los problemas actuales dentro del sistema SOS HME, la solución propuesta en la que se mencionan los objetivos, justificación, alcance, limitaciones y por último se describe la metodología de desarrollo a seguir.

1.1 Planteamiento Del Problema

Actualmente los ambulatorios ubicados en regiones remotas o de difícil acceso presentan carencias de servicios médicos especializados, la alta demanda de médicos especialistas hace que estos se concentren en zonas altamente pobladas del país, creando un abismo entre estos y los pacientes que se encuentran en zonas rurales y alejadas de las grandes ciudades. Al día de hoy no existe una manera real de conectar a esos pacientes que requieren de una atención especializada con estos galenos con experiencia en áreas críticas y que por factores geo-sociales se encuentran retirados de esas áreas.

El Centro de Análisis de Imágenes Biomédicas Computarizadas (*CAIBCO*) perteneciente a la Instituto de Medicina Tropical, de la Facultad de Medicina de la Universidad Central de Venezuela, está llevando a cabo el programa SOS Telemedicina para Venezuela,, el cual implementa un sistema denominado "SOS Historias Médicas Electrónicas" (*SOS-HME*) que está encargado de administrar las Historias Médicas de pacientes y ambulatorios de atención primaria del país que conforman la red de centros asistenciales de SOS telemedicina para Venezuela. Este sistema fue desarrollado bajo los estándares *OpenEHR* y *HL7 CDA 2* los cuales definen el diseño y comunicación del mismo, utilizando el *framework* de desarrollo *OpenEHR Gen* y arquetipos para diseñar las plantillas de las historias clínicas, lo que facilita el manejo de registros clínicos de forma integral, sin embargo, en el proyecto *SOS-HME*, a pesar de que existe la Historia Médica integral electrónica, es notable la necesidad de Historias Médicas especializadas, específicamente en el área de dermatología.

También es un hecho que la historia médica electrónica tal y como existe hoy día solo permite almacenar información estructurada en texto plano dificultando el

ingreso de información de otros documentos clínicos más complejos tales como: imágenes, resultados de exámenes médicos, etc., por lo que se presenta la necesidad de almacenar información no estructurada, permitiendo así mejorar el servicio prestado por el sistema, obteniendo un registro más detallado y más completo del episodio clínico del paciente.

1.2 Solución Propuesta

Diseñar y desarrollar un módulo para la gestión de imágenes médicas así como también la inclusión de la Historia Médica Electrónica Dermatológica en el sistema SOS HME compartida en la red de centros asistenciales de SOS Telemedicina para Venezuela, basado en el modelo dual propuesto por *OpenEHR* y que implemente las especificaciones de Arquitectura de Documentos Clínicos (*CDA*) de *HL7*.

Para ello se proponen las siguientes actividades dentro del trabajo especial de grado:

- a) Diseñar un arquetipo con las especificaciones del dominio de una historia médica Dermatológica.
- b) Investigar los diferentes estándares para la manipulación de imágenes dentro del contexto de Teledermatología.
- c) Diseñar y desarrollar un módulo de carga, edición y visualización de imágenes para el sistema de historias médicas electrónicas.
- d) Diseñar un documento clínico con la información de la historia médica dermatológica electrónica y las imágenes médicas estandarizadas cumpliendo con las plantillas *CDA*.

1.3 Objetivos

A continuación se presentan el objetivo general de este trabajo especial de grado junto con sus objetivos específicos, definidos con el fin de de solucionar el problema.

1.3.1 Objetivo General

Crear un módulo para la gestión de imágenes médicas y el dominio Historias Médicas Dermatológicas Electrónicas e integrarlo al sistema *SOS-HME*.

1.3.2 Objetivos Específicos

- Recolectar información para la conceptualización de la historia médica dermatológica.
- Desarrollar un módulo de historias médicas electrónicas para el dominio dermatología.
- Definir un formato de documento electrónico estandarizado, para empaquetar la información relacionada a la Historia médica dermatológica.
- Crear un módulo para el manejo de imágenes médicas estandarizadas.
- Realizar las integraciones respectivas dentro del sistema *SOS-HME*.

1.4 Justificación

El módulo de gestión de imágenes y la definición del dominio Dermatología que se integre con el sistema *SOS-HME* del programa *SOS Telemedicina para Venezuela* descrito en esta solución se justifica por las siguientes razones:

- Los ambulatorios ubicados en regiones rurales, distantes de las grandes ciudades, o de difícil acceso pueden lograr cerrar la brecha que existen con los médicos especializados en el área de Dermatología.
- Para el Sistema *SOS-HME* se logrará integrar imágenes dentro de las Historias médicas electrónicas que soporten la información suministrada y en particular las del dominio dermatológico.
- Los tiempos de atención a los pacientes mejoran ya que se pueden dar diagnósticos más oportunos con relación a la afección que padecen.
- El estandarizado de las imágenes dentro del sistema *SOS-HME* continúa con las buenas prácticas de diseño y desarrollo de software.
- La gestión de las imágenes dentro del sistema *SOS-HME* permite optimizar el almacenamiento y el correcto uso de las mismas para la historia médica de cada paciente.

1.5 Alcance

El alcance del presente trabajo está determinado por lo siguiente puntos:

- Se maneja la información suministrada por los médicos del postgrado en Dermatología de la facultad de Medicina de la Universidad Central de Venezuela.
- Un módulo que se pueda integrar a *SOS-HME*, el cual permita la carga, almacenado y visualización de imágenes donde se asegure la persistencia.
- Utilizar los estándares *DICOM* y *HL7* dentro de la aplicación.
- Se contempla como entrega en este documento una versión BETA o prototipo de la aplicación donde se integren los módulos desarrollados a la solución existente.

1.6 Limitaciones

Las limitaciones que afectan el desarrollo de esta solución se listan a continuación:

- Para el levantamiento de información referente a la definición de la historia médica dermatológica, se cuenta con el apoyo de estudiantes del postgrado de la Facultad de Medicina de la Universidad Central de Venezuela.
- Para el desarrollo e implementación del módulo de manejo de imágenes, solo se dispone de las herramientas tecnológicas utilizadas previamente en el proyecto *SOS-HME* (Lenguajes de programación, *frameworks*, etc).
- Para el diseño de los arquetipos de la historia médica dermatológica no se cuenta con la definición de formatos multimedia dentro del lenguaje de definición de Arquetipos (*ADL*).

1.6 Metodología de Desarrollo

Para el desarrollo de la solución se escogió la metodología de desarrollo **RUP** (*Rational Unified Process*) por ser un proceso de desarrollo de software apoyado por el Lenguaje Unificado de Modelado *UML*, constituye la metodología estándar más utilizada para el análisis, implementación y documentación de sistemas orientados a objetos. *RUP* sigue 4 pasos bases que pueden realizarse en varias iteraciones, estos pasos son:

- **Inicio:** Donde se reúne todos los requerimientos del usuario.
- **Elaboración:** Se comienza con varios diseños que permiten definir la arquitectura base del sistema y se llega al primer análisis del dominio del problema.
- **Construcción:** El propósito de esta fase es completar la funcionalidad del sistema, para ello se deben clasificar los requisitos pendientes, administrar los cambios de acuerdo a las evaluaciones realizadas por los usuarios y se realizan las mejores para el proyecto.
- **Transición:** El propósito de esta fase es asegurar que el software esté disponible para los usuarios finales, ajustar los errores y defectos encontrados en las pruebas de aceptación, capacitar a los usuarios y proveer el soporte

técnico necesario. Se debe verificar que el producto cumpla con las especificaciones entregadas por las personas involucradas en el proyecto.

A continuación se desarrollan cada uno de estos pasos:

1.6.1 Inicio

Consiste en el levantamiento de información detallada necesaria para el diseño de la solución, a través de entrevistas con los usuarios que permiten la creación de documentos para el modelado de la información como los casos de uso detallando cada uno de los requerimientos.

1.6.2 Elaboración

En esta fase elaboran los diferentes modelos de diseño de la arquitectura para la solución detallando los diferentes módulos y como deben interactuar entre ellos. También se definen las diferentes entradas y salidas para cada caso de uso levantado en la fase anterior.

1.6.3 Construcción

En esta fase se precede a la implementación de la solución diseñada, lo que implica la codificación y el desarrollo de los módulos propuestos así como también se realizan las integraciones necesarias con otros sistemas.

1.6.4 Transición

Consiste en la implementación y realización de pruebas involucrando a usuarios finales, con el fin de asegurar la eficacia de la solución desarrollada.

CAPITULO II – Marco Conceptual

Esta parte del documento reúne los conceptos, términos y definiciones necesarias para el desarrollo de la solución.

2.1 Historia Médica Electrónica

En esta sección se describe el concepto de la historia médica electrónica, los antecedentes en Venezuela y luego podemos encontrar la descripción de la arquitectura y estándares utilizados dentro del sistema *SOS-HME*.

2.1.1 Definición

La Historia Médica Electrónica (*HME*) nace de la aplicación de las Tecnologías de la Información y Comunicación en los registros de información básicos del sistema sanitario.

Según la Academia Biomédica Digital (2007), las *HME* abarcan la implementación de herramientas que, adaptadas a los requerimientos tecnológicos, permitan acceder a esta información desde cualquier punto geográfico, a través de canales seguros y de distintos niveles de permisividad y faciliten la atención de cualquier paciente por parte del personal médico especializado (Martínez Ydrogo, 2006).

A su vez, las *HME* debe incluir un registro completo del paciente a lo largo del tiempo, debe estar accesible a los diferentes profesionales de salud consultados, como apoyo a decisiones y acciones clínicas. Estos datos específicos ameritan ser comprensibles, manejables y discutibles, pero con ciertas restricciones, para ofrecer confiabilidad a la información y privacidad del paciente. La *HME* puede integrar información de diversos sistemas hospitalarios como información de admisión, datos de laboratorio, farmacia, diagnósticos, servicios médicos, etc., e inclusive puede establecer mecanismos de comunicación para intercambiar información médica con otros centros asistenciales.

“Por lo tanto la *HME* no necesariamente se reduce a la información médica de un paciente atada a un único centro sanitario, sino que hace referencia a toda la información de una persona independientemente de dónde haya sido generada, pudiendo permitir el acceso a la historia médica en el momento y lugar que sea necesario” (Prieto P., 2012)

Para quienes utilizan la historia médica electrónica, este acceso inmediato a los antecedentes y a la información podría contribuir a una comprensión integral y solución de los problemas de salud.

2.1.2 HME en Venezuela

Existen en Venezuela iniciativas que buscan aprovechar los evidentes beneficios de la Telemedicina.

Señala Arellano, M. (2008) que en el sector público, las reformas de salud se encuentran desde el 2004 orientadas hacia la implementación de las tecnologías de información (*TIC*) como factor clave para el desarrollo de los sistemas organizativos y de soporte, que favorezcan la prestación de servicios con características de calidad, eficiencia y efectividad, teniendo como propósito ofrecer condiciones de vida para la población venezolana.

Jorge Berrizbeitia, presidente del Centro Nacional de Tecnologías de Información (CNTI), indicó que a través del proyecto Red Inalámbrica que adelanta ese organismo se está dotando de conexión a Internet a aquellos programas sociales adelantados por el Gobierno Nacional, entre ellos, todos los desarrollados por el Ministerio de Salud. "Se está creando, un sistema de atención a través de sistemas que permitan registrar historias médicas y la transferencia de información acerca de los exámenes y evaluaciones realizados en otros centros", indicó Berrizbeitia (www.globovision.com).

De los centros de servicio conectados a través de la Red Inalámbrica en la actualidad existen 15 de salud entre los que figuran ambulatorios, centros de atención comunitaria y clínicas populares del Distrito Capital, de acuerdo con la información publicada en la página www.fragata.info, sitio oficial del proyecto.

Del mismo modo, actualmente se encuentra un proyecto piloto: Programa "S.O.S. Telemedicina para Venezuela" el cual está siendo desarrollado desde la Facultad de Medicina de la Universidad Central de Venezuela (UCV) y tienen como finalidad servir de punto de partida para la instrumentalización de las *HME* integral denominada SOS Historias Médicas Electrónicas.

2.1.3 SOS Historias Médicas Electrónicas (SOS-HME)

SOS Telemedicina para Venezuela "es un programa que contempla el diseño, desarrollo e implementación de las soluciones tecnológicas que permitan acercar oportunamente a servicios especializados de salud de calidad y sin salir de su región a la población, en particular en zonas remotas del país". Integra un módulo contemplado en exclusiva para el manejo digital de Historias Médicas. Este módulo permitirá la gestión y control de la información sobre los pacientes o historias médicas, definiendo la estructura y formato de la misma (Qué es SOS).

Actualmente se encuentra gestionado por el Centro de Análisis de Imágenes Biomédicas Computarizadas (CAIBCO) perteneciente a la Instituto de Medicina Tropical, de la Facultad de Medicina de la Universidad Central de Venezuela.

2.1.4 Estándares

Para el sistema SOS Historias Médicas se utilizaron 2 tipos de estándares:

Estándar de diseño: El cual define el diseño de un sistema de historias médicas electrónicas resaltando los requerimientos básicos a cumplirse. Generalmente estos sistemas cumplen unas necesidades particulares al contexto mientras que estos estándares responden a un contexto global.

El estándar utilizado es *OpenEHR* el cual define una arquitectura para sistemas de *HME* y es de carácter abierto y libre acceso. (what is openehr?)(http://www.openehr.org/what_is_openehr)

Estándar de comunicación: Estos estándares son propios de la interoperabilidad de los sistemas.

En este caso se utiliza como referencia el estándar definido por *Health Level Seven (HL7)*; el cual apuesta por el intercambio de mensajes bajo formatos estandarizados (www.hl7.org).

2.1.4.1 Estándar OpenEHR

Es un estándar abierto para crear *HME* normalizadas orientadas a la gestión del conocimiento. Para soportar proyectos de *HME* económicamente viables, mantenibles y adaptables.

Fundamentalmente *OpenEHR* se basa en una arquitectura de modelo dual, tal como se muestra en la Figura N° 1.

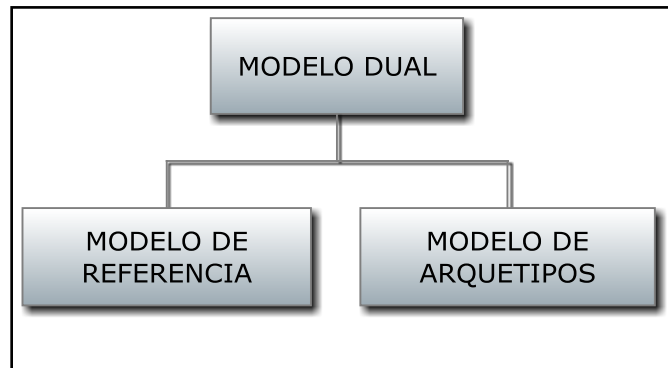


Figura N° 1. Modelo Dual Open EHR

Fuente: Sistema de Historia Médica Electrónica para Programa SOS Telemedicina para Venezuela 2011

De estos dos niveles, solo el modelo de arquetipos es el que se implementa en software de manera significativa. Como consecuencia los sistemas tienen la posibilidad de ser más pequeños y más fáciles de mantener que los sistemas que incorporan el modelo del negocio, en este caso los conceptos clínicos dentro del software. De esta manera se plantea que los sistemas sean capaces de auto-adaptarse, ya que deben ser diseñados para consumir arquetipos y plantillas a medida que se desarrollen en el futuro.

El modelo dual cambia la manera tradicional de implementar una solución de software. El enfoque tradicional para desarrollar software comienza con un

levantamiento de requerimientos o solicitud de requisitos a través de debates, conversaciones, reuniones, etc. De la recolección de esta información se construyen los «casos de uso», se procede luego al diseño, implementación, pruebas y puesta en producción, sin olvidar posteriormente el mantenimiento. Bajo el paradigma de modelo dual, la parte fundamental del software se basa en implementar el modelo de referencia y los arquetipos que son los encargados en manejar los conceptos clínicos, es decir, la lógica del negocio no está inmersa en el código fuente de la aplicación.

El resultado clave de este enfoque es que los arquetipos constituyen una tecnología totalmente independiente, estos en el tiempo pueden cambiar y evolucionar, mientras que las estructuras de datos se mantienen.

La Figura N° 2, ilustra la estructura formal de *OpenEHR*. Son tres los paquetes principales: *MR*, *MA*, *MS*. Todos los paquetes de definición están contenidos dentro de estos tres, pueden ser vistos también como espacios de nombres. Los tres paquetes se definen a su vez dentro del espacio de nombres «org.openEhr».

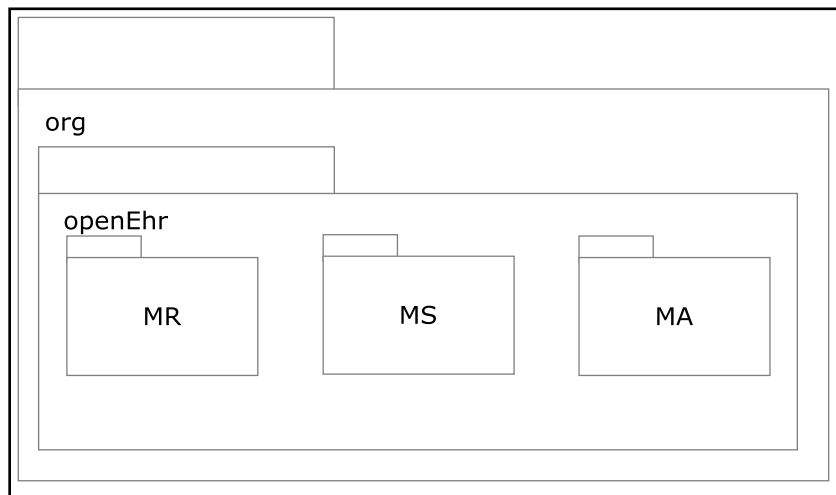


Figura N° 2. Espacio de nombres org. OpenEHR

Fuente: Architecture Overview [En línea]. 13 de Noviembre de 2008.
(<http://www.openehr.org/releases/1.0.2/architecture/overview.pdf>)

- **Modelo de Referencia (MR):**

Está compuesto por diversos paquetes, cada uno de estos define un contexto local para la definición de clases. Todos estos paquetes juntos proveen identificación, acceso a los recursos de conocimiento, tipos de datos y estructuras, y apoyo al arquetipado. La estructura de estos paquetes pueden ser expresados en distintos esquemas como XML o lenguajes de programación orientado a objetos como Java, C# o cualquier otro.

- **Modelo de Arquetipos (MA):**

Contiene los modelos necesarios para describir la semántica de los arquetipos y plantillas, de acuerdo a su uso dentro de un sistema basado en *OpenEHR*.

OpenEHR hace uso del Lenguaje de Definición de Arquetipos (*ADL*) explicado con detalle más adelante.

- **Modelo de Servicios (MS):**

El modelo de servicios es una extensión de *OpenEHR* que incluye servicios en torno a la HME. Posiblemente este conjunto de servicios descritos actualmente en el modelo se expanda con el pasar del tiempo, por lo tanto desde *OpenEHR* no se recomienda tomarlo como definitivo.

- **Lenguaje de definición de arquetipos (ADL):**

El Lenguaje de Definición de Arquetipos, *Archetype Definition Language (ADL)*, es un lenguaje formal para expresar arquetipos. *ADL* no se basa en ningún modelo de referencia concreto, puede ser utilizado en cualquier dominio empleando un modelo de referencia base, es decir que no está sujeto al *MR* de *OpenEHR*.

ADL está compuesto por dos sintaxis; *cADL*, utilizado para restricciones y *dADL*, utilizado para definición de datos. Es decir, *dADL* se emplea para expresar instancias

de datos, mientras el *cADL* se usa para determinar restricciones que deben cumplir esas instancias (Foundation, 2008).

La estructura de un arquetipo definido en lenguaje *ADL* se ilustra en la Figura N° 3.

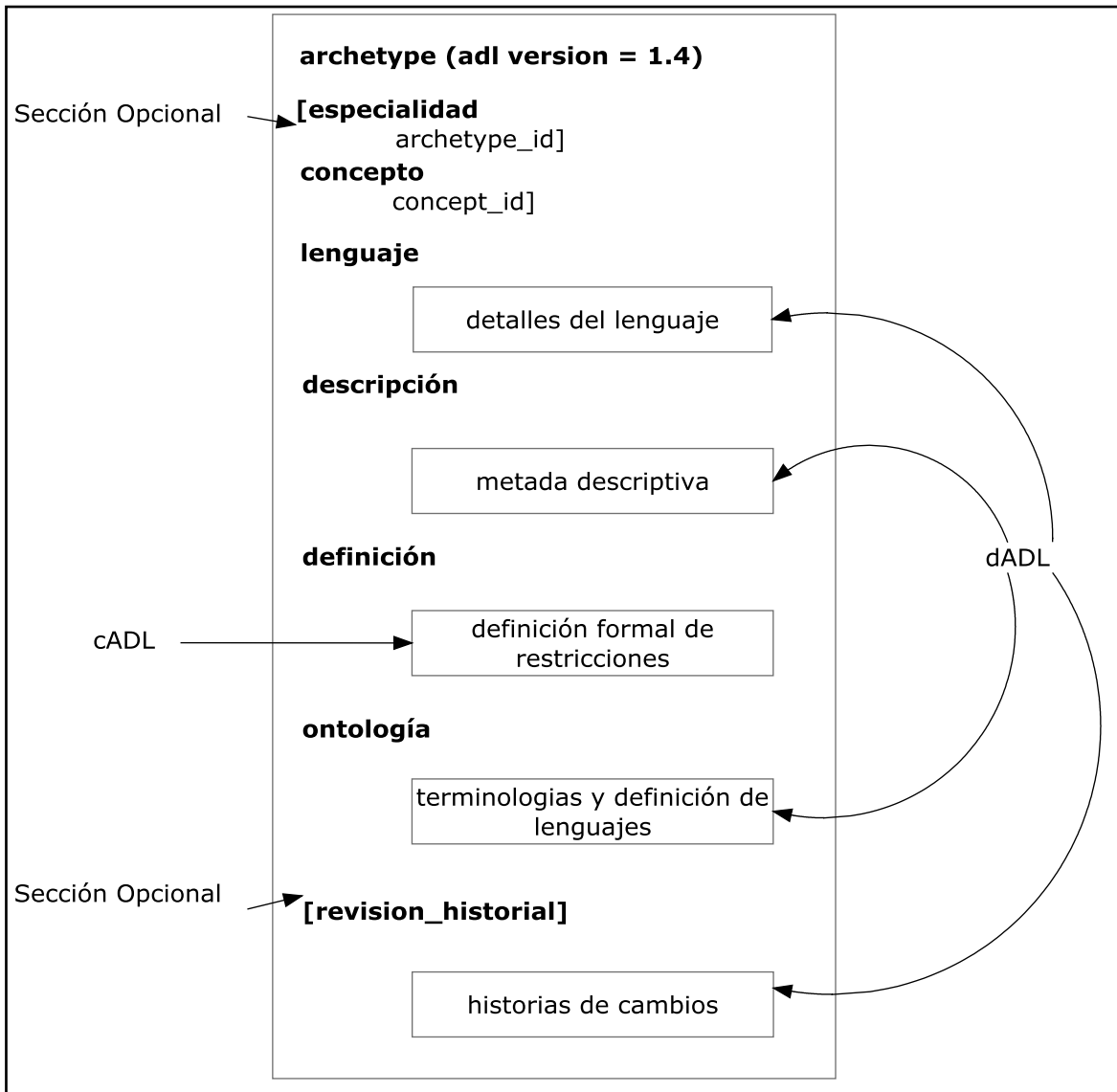


Figura N° 3. Estructura de arquetipo ADL

Fuente: Adaptado de *The OpenEHR Foundation. Archetype Definition Language*. [En línea] 12 de Diciembre de 2008. <http://www.openehr.org/releases/1.0.2/architecture/am/adl.pdf>.

Un arquetipo está definido por tres secciones principales: cabecera, definición y ontología.

La cabecera básicamente contiene metadatos, como identificadores o datos sobre la autoría de la información.

En la sección de definición es dónde el concepto clínico que representa el arquetipo es descrito en términos de entidades del modelo de referencia.

Esta descripción se construye mediante la limitación de las entidades de diferentes maneras:

- Restricciones en el rango de atributos de tipos primitivos.
- Restricciones sobre la existencia de atributos, por ejemplo: si un valor es mandatorio para el atributo en tiempo de ejecución.
- Restricciones sobre la cardinalidad de atributos, por ejemplo: si el atributo puede tener múltiples valores o no.
- Restricciones sobre las ocurrencias de objetos, dependiendo de las restricciones que existan sobre la clase del objeto.
- Restricciones sobre objetos complejos. Estos pueden ser escritos por restricciones sobre sus atributos o reutilizando arquetipos previamente definidos o incluso fragmentos de arquetipos.

Por último, todas las entidades lingüísticas se definen en la parte de la ontología del arquetipo. Hay cuatro partes principales en una ontología de un arquetipo: definiciones de términos, definiciones de restricciones, los enlaces de largo plazo y los enlaces de restricción. Los dos primeros definen el significado de diversos términos y restricciones textuales que se producen en el arquetipo, estas se indexan con identificadores únicos, que se usan en el cuerpo del arquetipo. Las dos últimas secciones ontológicas describen las asignaciones de los términos utilizados internamente para ser usados en terminologías externas.

- **Ejemplo de Arquetipo:**

A manera de ilustración se muestra en la Figura N° 4 un ejemplo de arquetipo, en código *ADL*, describiendo genéricamente el concepto de guitarra como instrumento musical. Donde se definen dos partes del instrumento que son el mástil «*neck*» y el cuerpo «*body*». Posteriormente se describen cada uno de los elementos en la sección de ontología.

```

archetype (adl_version=1.4)
  adl-test-instrument.guitar.draft
concept
  [at0000]                                -- guitar
language
  original_language = <"en">
  translations = <"de", ...>
definition
  INSTRUMENT[at0000] matches {
    size matches {|60..120|      }          -- size in cm
    date_of_manufacture matches {yyyy-mm-??}
      -- year & month ok
    parts cardinality matches {0..*} matches {
      PART[at0001] matches {          -- neck
        material matches {[local::at0003]} -- timber
      }
      PART[at0002] matches {          -- body
        material matches {[local::at0003]} -- timber
      }
    }
  }
}
ontology
  term_definitions = <
    [en] = <
      items = <
        ["at0000"] = <
          text = <"guitar">;
          description = <"stringed instrument">
        >
        ["at0001"] = <
          text = <"neck">;
          description = <"neck of guitar">
        >
        ["at0002"] = <
          text = <"timber">;
          description = <"straight, seasoned timber">
        >
        ["at0003"] = <
          text = <"nickel alloy">;
          description = <"frets">
        >
      >
    >
  >

```

Figura N° 4. Ejemplo de arquetipo guitarra

Fuente: *Archetype Definition Language*. [En línea] 12 de Diciembre de 2008.
 (<http://www.openehr.org/releases/1.0.2/architecture/am/adl.pdf>)

A los efectos de este trabajo no se incluirán ejemplos de arquetipos de dominio clínico reales, ya que son bastante voluminosos, pero se anima al lector a revisar la base de arquetipos que está disponible en línea en un sistema de nombre «*Clinical Knowledge Manager*», cuya finalidad es el desarrollo colaborativo de gestión y publicación de una amplia gama de recursos de conocimiento clínico (Anónimo).

2.1.4.2 HL7

Es una organización internacional sin fines de lucro, con sede principal en E.E.U.U., se encarga de generar especificaciones que pretenden dar solución al problema de la comunicación de sistemas heterogéneos en el área de la salud (International).

Esta organización ha definido un número importante de estándares relacionados con mensajería y documentos clínicos, estos son:

Mensajería HL7 Versión 2 (HL7 V2)

Es un estándar para el intercambio de mensajes en los ámbitos clínicos, económicos, asistenciales y logísticos, entre otros. Su primera versión fue creada en 1989, por su antigüedad cabe destacar que es uno de los estándares de mensajería más utilizado en el mundo de la salud (Seven).

HL7 V2 no está basado en ningún modelo de referencia, es el estándar *HL7* más aceptado y utilizado a nivel internacional pues es sencillo de implantar, siempre y cuando los entes involucrados en la emisión y recepción de los mensajes definan previamente la estructura semántica del mensaje.

Mensajería HL7 Versión 3 (HL7 V3)

Se puede decir que es la evolución de *HL7 V2*, respondiendo a superar problemas presentados con *HL7 V2* y presentando una nueva forma de abordar el problema de la interoperabilidad.

Está basado en un modelo de referencia llamado *Reference Information Model* (*RIM*). Todos los mensajes se derivan de un núcleo en común, el *RIM*. Se pretende que el modelo común dé soporte y sea capaz de extenderse para los distintos dominios del área de la salud (<http://www.hl7.org/implement/standards/v3messages.cfm>).

Este modelo de referencia está escrito en lenguaje *Unified Modeling Language* (*UML*). De éste se derivan los modelos de dominio (*D-MIN*), y a su vez de los dominios los *R-MIN* (modelos enriquecidos), para así desembocar en los *HMD* (modelos jerárquicos de mensaje). De los modelos jerárquicos se pasa entonces a las plantillas *XML* que son utilizadas para el intercambio de la información.

La importancia del modelo de referencia es que establece un marco para hacer posible la interoperabilidad semántica.

HL7 CDA R2

El *HL7 Clinical Document Architecture* (*CDA*), *Arquitectura de Documento Clínico*, es un Documento/Mensaje, es decir, el mensaje a intercambiar es el documento mismo y el documento en sí es un mensaje.

Un documento *CDA* está escrito en lenguaje *XML*, con entradas normalizadas que permiten el fácil procesamiento de su contenido. La estructura de *CDA* está definida por una cabecera y un cuerpo, este último a su vez tiene una entrada de datos estructurada y otra no estructurada.

El objetivo de *CDA* es lograr el intercambio de documentos/mensajes estandarizados entre aplicaciones heterogéneas, pero no es una especificación de sistemas de HME como tal. Tampoco determina aspectos relacionados con el almacenamiento, intercambio de documentos, políticas de seguridad y secreto compartido (Seven).

CDA es un modelo de documento de marcado, que especifica la estructura y semántica de «documentos clínicos» con el propósito de intercambiar documentos. Un documento clínico tiene las siguientes características:

- **Persistencia:** un documento clínico continúa existiendo en un estado inalterable, por un período de tiempo definido por las leyes o necesidades de la localidad o país.
- **Administración:** un documento clínico es gestionado por una organización que se encarga de su cuidado.
- **Potencial para la autenticación:** un documento clínico es un compuesto de información que se destina a ser legalmente autenticado.
- **Contexto:** un documento clínico establece por defecto el contexto para su contenido.
- **Integridad:** la autenticación de un documento clínico se aplica en su totalidad y no se aplica a porciones o partes del documento sin el contexto completo del documento.
- **Legibilidad humana:** un documento clínico es humanamente legible.

Un documento *CDA* es un definido y completo objeto de información que puede incluir texto, imágenes, sonidos y otros contenidos multimedia.

El propósito de *CDA* es la estandarización de documentos clínicos para compartirlos o intercambiarlos entre sistemas heterogéneos.

El formato de los documentos clínicos más allá del intercambio, no se abordan en la especificación *CDA*, como por ejemplo, el formato de datos usado para almacenar los documentos clínicos.

CDA no especifica la creación o administración de documentos, sólo la estructura del documento a ser intercambiado. Si bien puede ser posible utilizar directamente el esquema de *CDA* en un entorno de creación de documentos, tal uso no es el propósito principal del *CDA*.

- Estructura de un documento *CDA*:

Un documento *CDA* se compone de una cabecera y un cuerpo. El encabezado identifica y clasifica el documento, se proporciona información sobre la autenticación,

el encuentro, el paciente, y el proveedor, y establece el contexto para el documento en su conjunto. El cuerpo contiene el informe clínico, y se divide conceptualmente en secciones anidadas (27).

Un documento *CDA* se divide en tres partes: cabecera, cuerpo estructurado y cuerpo no estructurado. La estructura del documento *CDA* se ilustra en la Figura N° 5.

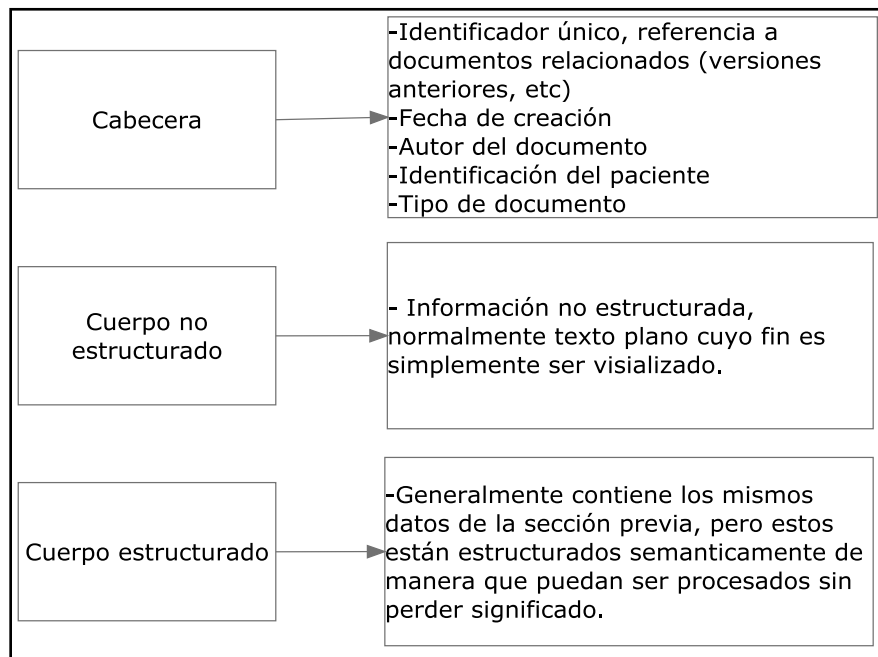


Figura N° 5. Partes de un CDA

Fuente: Sistema de Historia Médica Electrónica para Programa SOS Telemedicina para Venezuela 2011.

2.1.4.3 DICOM

Definición

Digital Imaging and Communications in Medicine (DICOM) es un estándar desarrollado por *American College of Radiology (ACR)* y la *National Electrical Manufacturers Association (NEMA)* para transferir imágenes y asociar información entre dispositivos producidos por diferentes vendedores. Estos dispositivos crean una variedad de formatos en imágenes (About DICOM).

Alcance y objetivos del estándar *DICOM*

El estándar *DICOM* facilita la interoperabilidad de imágenes médicas entre equipos especificando:

- Un grupo de protocolos a ser implementados por dispositivos que están de acuerdo con el estándar para comunicaciones en red.
- La sintaxis y semántica de los comandos e información asociada que pueden ser intercambiadas usando estos protocolos.
- Para comunicación multimedia, un grupo de servicios de almacenamiento de medios a ser implementados por dispositivos, al igual que un formato de archivo y una estructura de directorios médicos para facilitar el acceso a las imágenes y su información almacenada en los medios de intercambio.
- Información que debe proporcionarse con una implementación de acuerdo con el estándar.

El estándar *DICOM* no especifica:

- Los detalles de implementación de alguna característica del estándar en algún dispositivo que exige conformidad.
- El total de características y funciones esperadas en un sistema implementado por un grupo de dispositivos que están de acuerdo con el estándar.
- Un procedimiento de prueba/validación para valorar la conformidad de una implementación.

Los objetivos de este estándar son:

- Direccionar la semántica de comandos y datos asociados. Para los dispositivos a interactuar, tiene que existir estándares de cómo tienen que reaccionar a un comando y dato asociado, no solo a la información que será movida entre dispositivos.

- Direccionar la semántica de los servicios de archivo, formatos de archivos e información de directorios necesarios para la comunicación sin conexión.
- Es explícito en la definición de los requerimientos de conformidad para la implementación del estándar. En particular, una declaración de conformidad debe especificar suficiente información para determinar el funcionamiento de cual interoperabilidad tiene que cumplirse con otro dispositivo.
- Facilitar operaciones en un entorno de red.
- Está estructurado para adaptar la introducción de nuevos servicios, lo que facilita el apoyo para las futuras aplicaciones de imágenes médicas.

Este estándar ha sido desarrollado con énfasis en imágenes médicas de diagnóstico practicadas en la radiología, cardiología, y otras disciplinas; Sin embargo, también es aplicable a un amplio rango de imágenes e información relacionada, intercambiadas en clínicas y otros ambientes médicos.

La Figura N° 6 representa el modelo de comunicación general del estándar que abarca la comunicación de red en línea e intercambio de almacenamiento de medios. Las aplicaciones se pueden retransmitir en cualquiera de los siguientes límites:

- La Capa Superior de Servicio, la cual proporciona independencia de redes de comunicaciones específicas de soporte y protocolos tales como *TCP/IP*.
- El servicio de archivo básico de *DICOM*, el cual proporciona acceso a archivos multimedia almacenados independientemente del tipo de formato multimedia almacenado y las estructuras de archivo.

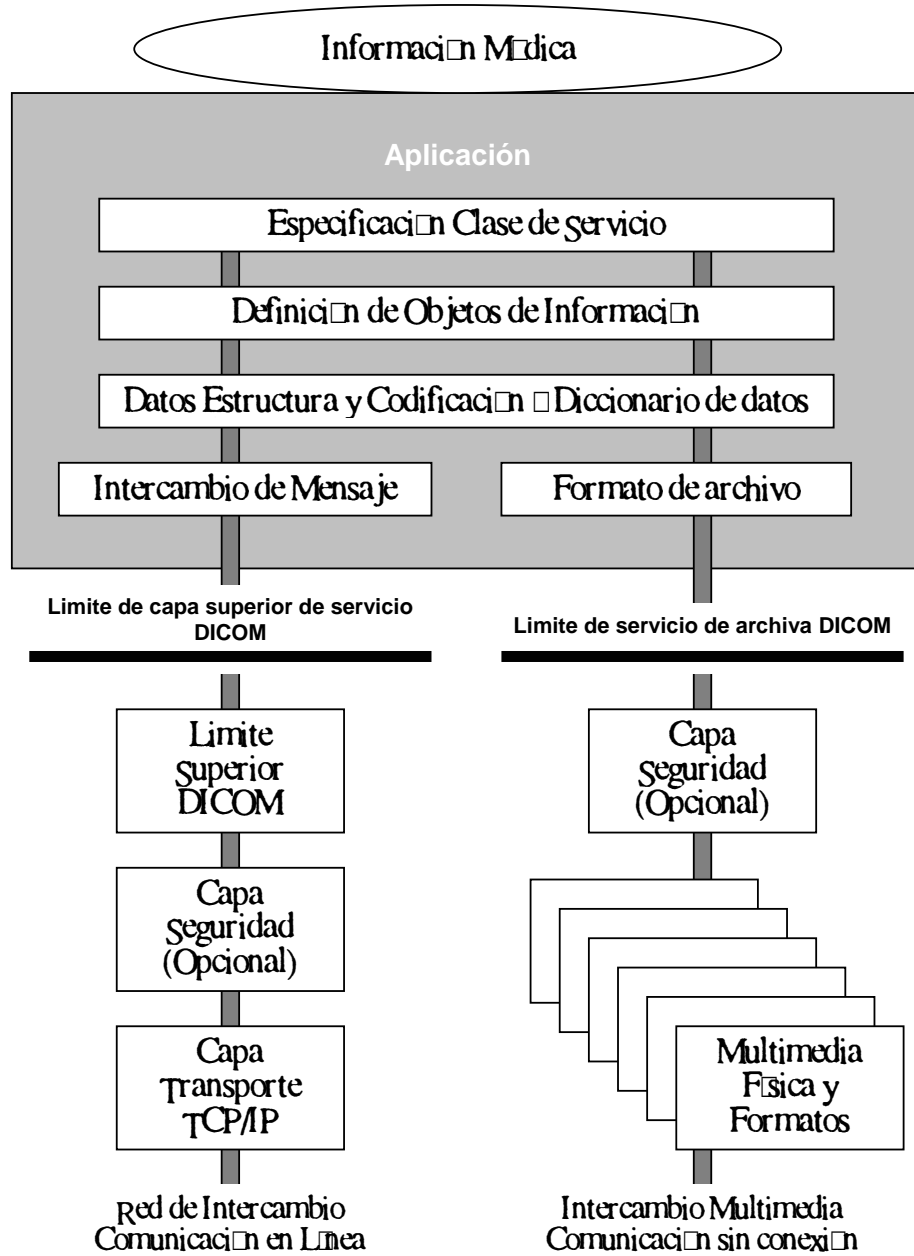


Figura N° 6. Modelo general de comunicación

Fuente: *Dicom part 1: Introduction and overview.*

(<http://dicom.nema.org/medical/dicom/current/output/pdf/part01.pdf>)

Definición de objeto de información

El estándar *DICOM* especifica un número de Clases de objetos de información el cual provee una definición abstracta de entidades del mundo real aplicable a la comunicación de imágenes médicas digitales e información relacionada con las mismas. (e.g. *waveforms*, reportes estructurados, dosis de terapia de radiación, etc.). Cada definición de la clase de objeto de información consiste en la descripción de su propósito y los atributos que lo define. Una Clase de objeto de información no incluye los valores de los atributos comprendidos en su definición.

Están definidos 2 tipos de Clases de objetos de información: Normalizado y compuesto.

Normalizado: Incluye solo los atributos inherentes a la entidad representada. Por ejemplo la Clase de objeto de información "Estudio", el cual es definido como normalizado, contiene los atributos "fecha estudio" y "hora estudio" porque ellos son inherentes en el estudio actual. Sin embargo, Nombre del paciente, no es un atributo de la Clase de objeto de información "Estudio" porque es inherente al paciente que se le realiza el estudio y no al "estudio" mismo.

Compuesto: Este tipo incluye atributos adicionales los cuales están relacionados entre ellos pero no inherentes a entidades del mundo real. Por ejemplo, La Clase de objeto de información imagen de tomografía computarizada, (la cual es definida como compuesta), contiene ambos atributos inherentes en la imagen. (e.g. fecha de imagen) y atributos que están relacionados entre ellos pero no son inherentes en la imagen (e.g. Nombre paciente).

Las Clases de objetos de información compuestas proponen un *framework* estructurado para expresar los requerimientos de comunicación de imágenes donde los datos de imagen y datos relacionados a la imagen deben estar estrechamente relacionados.

Semántica y estructura de los datos

Representación de datos

El objeto de información *DICOM* puede representar tanto imágenes como informes radiológicos, señales de audio, video, electrocardiograma, etc. El mismo está compuesto de un cabezal y una sección de datos. En el cabezal se incluye toda la información de contexto de ese objeto, tal como: información del paciente, del equipo en el que fue creado, del estudio y serie a los que pertenece, e información sobre la representación de los datos de la imagen. La sección de datos está codificada según la información de representación de la imagen del cabezal del objeto *DICOM*. En la Figura N° 7 se muestra la información en el cabezal *DICOM*.

Cada atributo del cabezal *DICOM* tienen una etiqueta numérica asociada. Las etiquetas pueden ser propias del estándar o implementadas por distintos proveedores. Las etiquetas estándar terminan en un número par mientras que las implementadas por los proveedores terminan en impar. La lista de etiquetas *DICOM* puede encontrarse en el capítulo N° 6 de la norma *DICOM*.

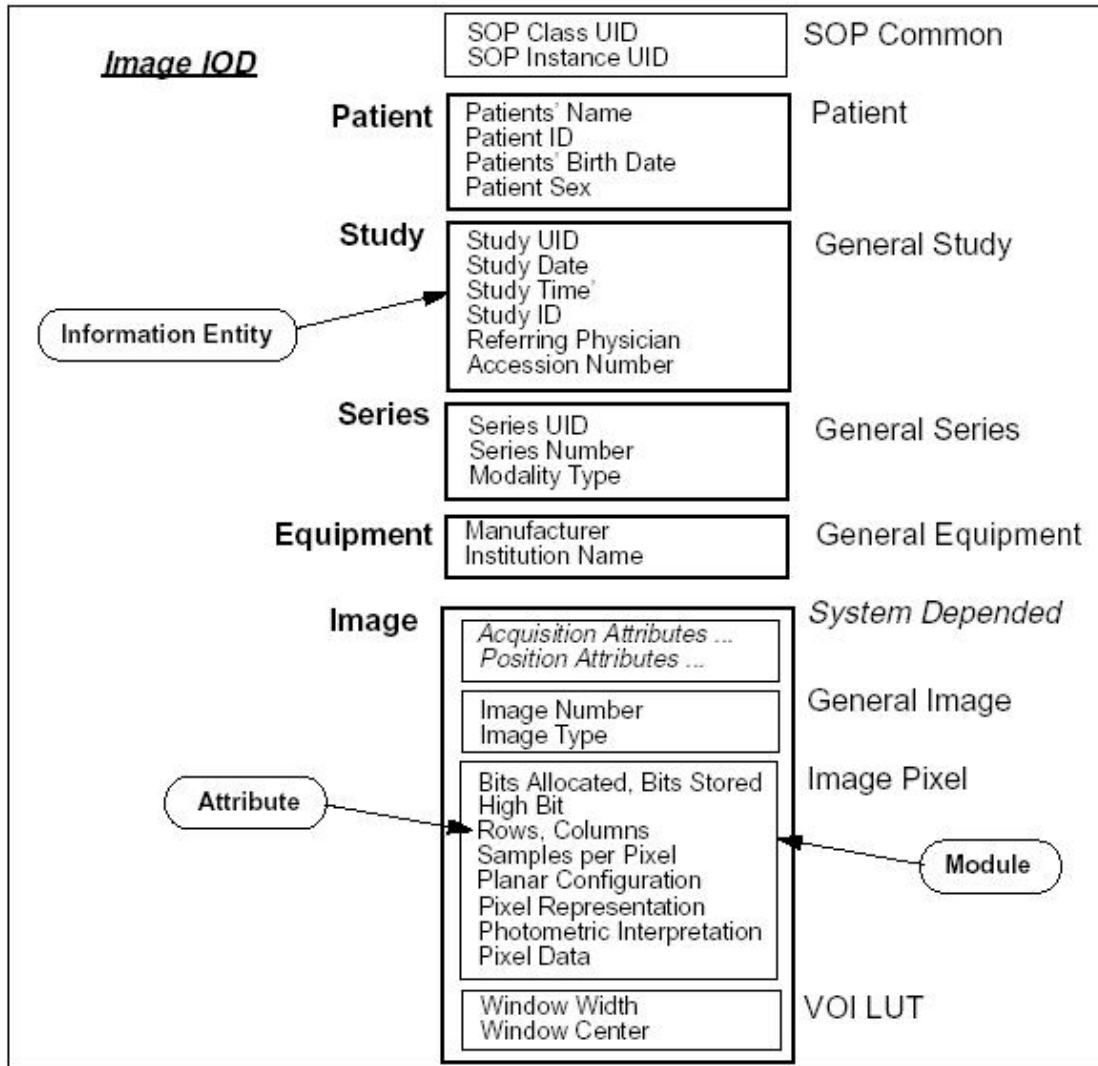


Figura N° 7. Cabezal del objeto DICOM

Fuente: *Dicom part 5: Data Structures and Encoding*.

(<http://dicom.nema.org/medical/dicom/current/output/pdf/part05.pdf>)

Internamente los objetos *DICOM* se organizan en tres niveles, el nivel de estudios, el de series y el de objetos. Se puede considerar un cuarto nivel, el de pacientes. Los pacientes pueden tener varios estudios en varias modalidades cada uno. Cada estudio puede contener varias series, y cada serie varios objetos *DICOM* como imágenes e informes (ver Figura N° 8).

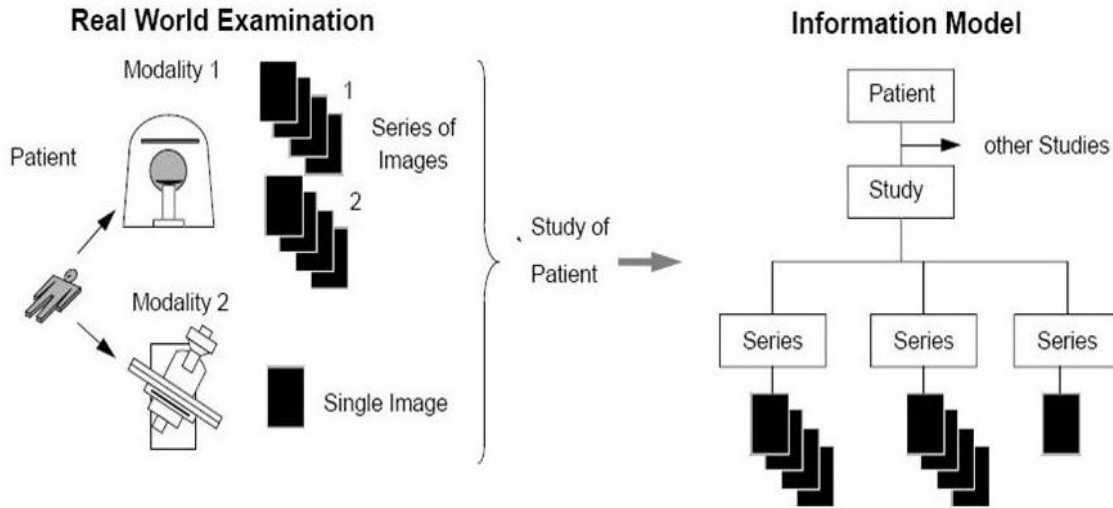


Figura N° 8. Estructura interna de los estudios DICOM

Fuente: Dicom part 5: Data Structures and Encoding.

(<http://dicom.nema.org/medical/dicom/current/output/pdf/part05.pdf>)

Diccionario de datos

El diccionario de datos es el registro centralizado que define todos los elementos de datos *DICOM* disponibles para representar información, por elementos utilizados para intercambios multimedia, codificación y una lista de elementos identificados de forma única que son asignados por *DICOM*.

Por cada elemento se especifica:

- Una etiqueta única, que consiste de un grupo y número de elemento.
- Su nombre.
- Su valor (Carácter, String, integer, etc).
- Multiplicidad (cuantos valores por atributo).
- Si se retiró.

Por cada elemento único se especifica:

- Su valor único, que es numérico con múltiples componentes separados con puntos decimales y limitado a 64 caracteres.
- Nombre.
- Tipo, que puede ser Clase Objeto de información, definición de codificación para transferencia de dato o alguna instancia de Objeto de información conocida.

2.3.4.4 Compresión de Imagen por *Joint Photographic Expert Group (JPEG)*

El *Joint Photographic Experts Group* es un comité de expertos en fotografía que trabajan en estándares para compresión de imagen digital, tanto para imágenes con niveles en gris como en color; Creados por la organización de estandarización *ISO* en conjunto con *ITU-T*.

Compresión del *JPEG*

El formato estándar de compresión define una serie de codificaciones y decodificaciones en datos de imágenes a color y monocromáticas.

Hay 2 clases de procesos de codificaciones y decodificaciones:

- Proceso de codificación sin pérdida.
- Técnica de compresión basadas en la transformada del coseno discreta (*DCT* por siglas en Ingles).

Hay 3 elementos involucrados en el proceso de convertir una imagen fuente a una imagen comprimida y el proceso de convertir una imagen comprimida a una imagen reconstruida:

- A. Un codificador. Como se muestra en la Figura Nº 9, un codificador toma como entrada datos digitales de la imagen y la tabla de especificaciones, y por medio

de un conjunto de procedimientos genera como salida una imagen de datos comprimidos.

- B. Un Decodificador. Como se muestra en la figura N° 10, un decodificador toma como entrada una imagen de datos comprimidos y la tabla de especificaciones, y por medio de un conjunto de procedimientos genera como salida una imagen de datos reconstruida.
- C. El formato de intercambio, como se muestra en la Figura N° 11, es una representación de la imagen de datos comprimidos el cual incluye todas las tablas de especificaciones usadas en el proceso de codificación. El formato de intercambio es para cambiar entre diferentes entornos de aplicaciones.

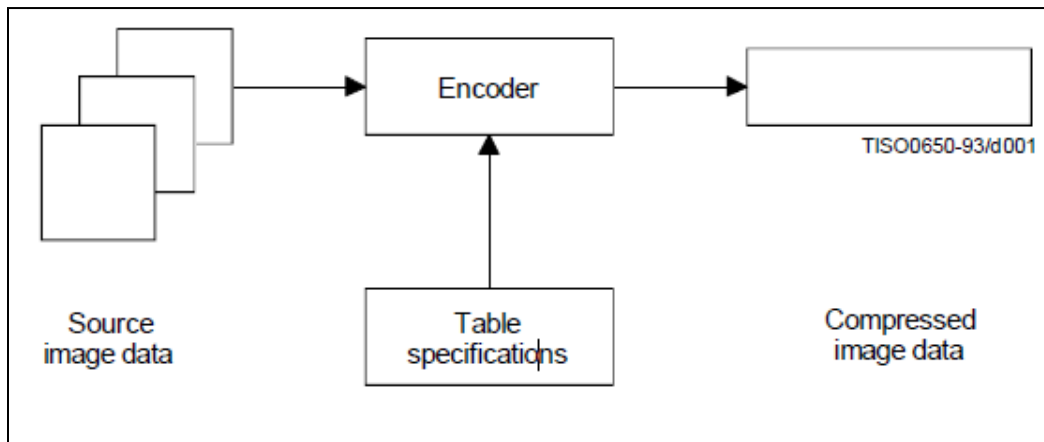


Figura N° 9. Codificador

Fuente: CCITT - *Digital Compression and coding of continuous-tone still images*
(<http://www.w3.org/Graphics/JPEG/itu-t81.pdf>)

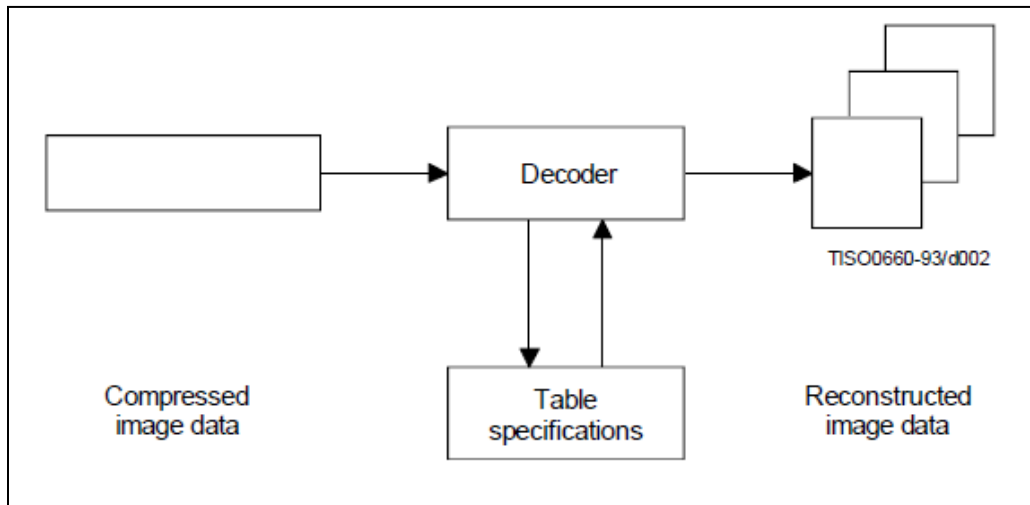


Figura N° 10. Decodificador

Fuente: CCITT - *Digital Compression and coding of continuous-tone still images*
(<http://www.w3.org/Graphics/JPEG/itu-t81.pdf>)

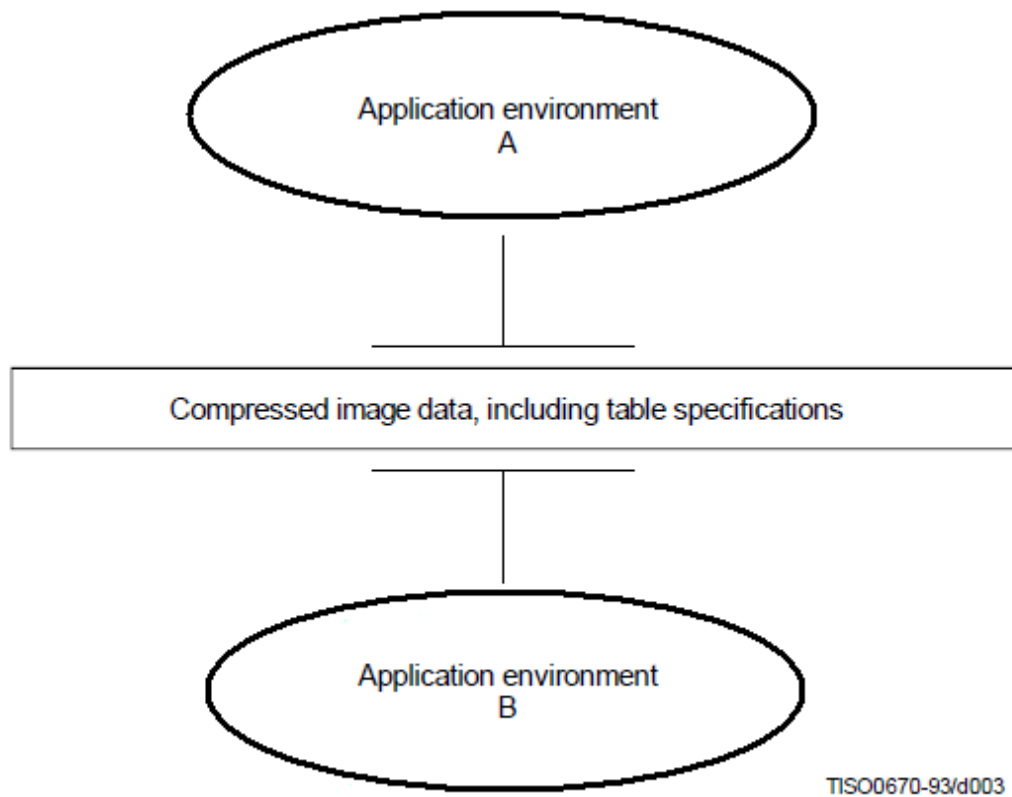


Figura N° 11. Formato de intercambio para imagen de datos comprimidos

Fuente: CCITT - *Digital Compression and coding of continuous-tone still images*
(<http://www.w3.org/Graphics/JPEG/itu-t81.pdf>)

Codificación basada en DCT

En el proceso de codificación, las muestras del componente de entrada son agrupadas en matrices de 8x8 y cada matriz es transformada por el *Forward DCT* (*FDCT*) en un conjunto de 64 valores referenciados como coeficientes *DCT*. Uno de estos valores es referenciado como coeficiente *DC* y los otros 63 como coeficientes *AC*.

Cada uno de los 64 coeficientes es luego cuantificado usando uno de los 64 valores correspondientes a una tabla de cuantificación (determinada por una de las tablas especificadas en la Figura N° 12). No hay valores por defecto especificados en las tablas de cuantificación; las aplicaciones pueden especificar valores para personalizar la calidad de la imagen para las características de sus imágenes particulares, dispositivos de visualización y condiciones de visualización.

Luego de la cuantificación, el coeficiente *DC* y los 63 coeficientes son preparados para la codificación de la entropía, como se muestra en la Figura N° 12. El anterior coeficiente *DC* codificado es usado para predecir el actual coeficiente *DC* codificado, y la diferencia es codificada. Los 63 coeficientes *AC* codificados no sufren esta codificación diferencial, pero si son convertidos a una secuencia zigzag unidimensional, mostrada en la Figura N° 13.

Los coeficientes cuantificados luego son pasados por un proceso de codificación de la entropía el cual comprime los siguientes datos. Uno de los dos procesos de codificación de entropía puede ser usado, Más adelante se describen estos procesos. Si es usada la codificación *Huffman*, las especificaciones de la tabla *Huffman* deben ser proporcionadas al codificador. Si se usa la codificación aritmética, las especificaciones de la tabla de acondicionamiento de codificación aritmética deben ser proporcionados, de otro modo las especificaciones por defecto de la tabla de acondicionamiento deben ser usadas.

La Figura N° 14 muestra los procedimientos principales para todos los procesos de decodificación basados en *DCT*. Cada paso muestra rendimiento, esencialmente la inversa de su procedimiento principal correspondiente dentro del codificador. El

decodificador de la entropía decodifica la secuencia de zigzag cuantificada de los coeficientes *DCT*. Después de la des-cuantificación, los coeficientes *DCT* son transformados a muestras de matriz 8x8 por el inverso *DCT* (*IDCT*).

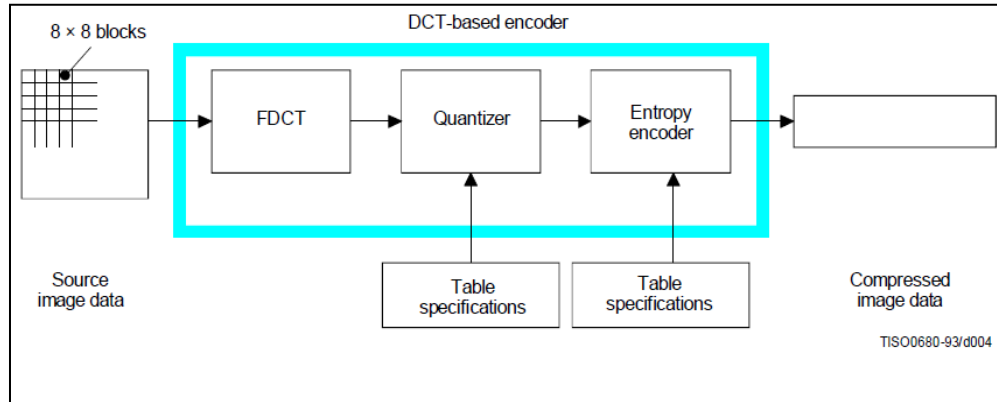


Figura N° 12. Diagrama simplificado de codificador basado en DCT

Fuente: CCITT - *Digital Compression and coding of continuous-tone still images*
 (<http://www.w3.org/Graphics/JPEG/itu-t81.pdf>)

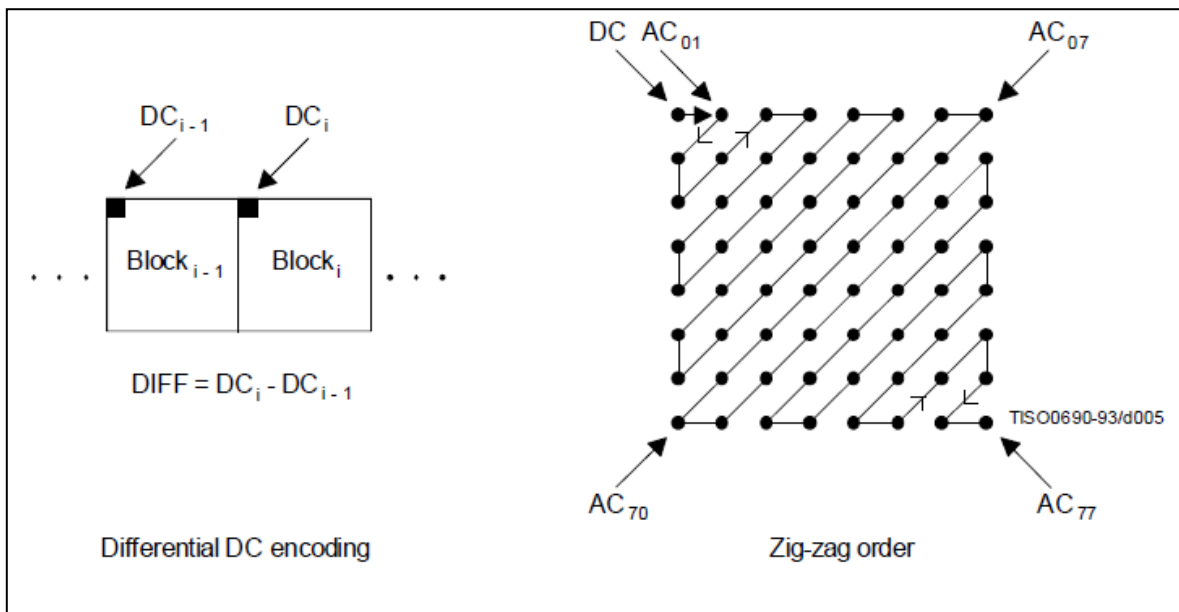


Figura N° 13. Preparación para cuantificación de coeficientes para la codificación de entropía

Fuente: CCITT - *Digital Compression and coding of continuous-tone still images*
 (<http://www.w3.org/Graphics/JPEG/itu-t81.pdf>)

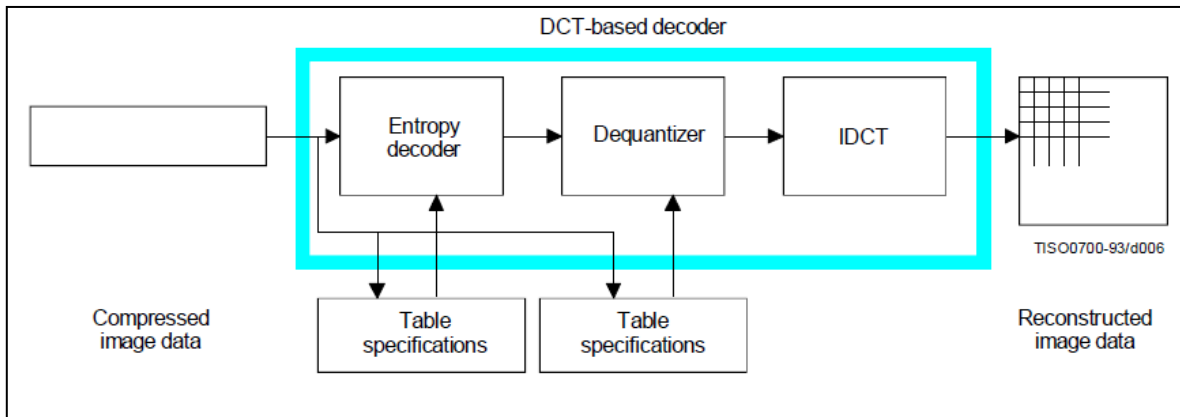


Figura N° 14. Diagrama simplificado de decodificación basada en DCT

Fuente: CCITT - *Digital Compression and coding of continuous-tone still images*

(<http://www.w3.org/Graphics/JPEG/itu-t81.pdf>)

Codificación sin pérdida

Para esta codificación la imagen se trata de tal forma que se garantice la recuperación exacta de la imagen original.

Para esto se maneja un procedimiento donde combina los valores reconstruidos de hasta tres muestras cercanas en las posiciones a, b y c para formar una predicción de la muestra en una posición X como se muestra en la Figura N° 15. Esta predicción es luego restada del valor real de la muestra de la posición X, y la diferencia es una codificación de entropía sin pérdida por *Huffman* o codificación aritmética.

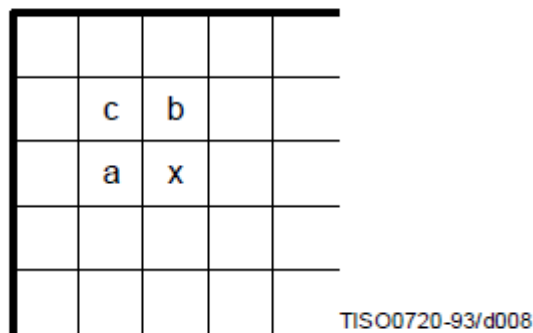


Figura N° 15. Ejemplo de predicción cercana

Fuente: CCITT - *Digital Compression and coding of continuous-tone still images*
(<http://www.w3.org/Graphics/JPEG/itu-t81.pdf>)

Este proceso de codificación también puede ser usado en una forma ligeramente modificada, el cual la precisión de la muestra de entrada es reducida en uno o más bits antes de la codificación sin pérdida. Con esto se logra una mayor compresión que el proceso sin pérdida (pero menor compresión que el proceso basado en *DCT* para una fidelidad visual equivalente), y limita el error de la peor imagen reconstruida a la cantidad de reducción de la entrada de precisión.

Codificación de entropía alternativa

Se especifican dos alternativas de procedimiento de codificación de entropía: codificación *Huffman* y codificación aritmética. El procedimiento de codificación *Huffman* usa las tablas *Huffman*. El procedimiento de codificación aritmética usa tablas de acondicionamiento de codificación aritmética, las cuales pueden ser determinadas por una tabla de especificación. No hay valores por defecto para las tablas *Huffman*, así que las aplicaciones pueden elegir tablas adecuadas para su propio entorno. Para el acondicionamiento de la codificación aritmética se definen tablas por defecto (committee & Group).

2.2 Tele dermatología

En este punto se describe la tele dermatología como concepto, también se mencionan los diferentes tipos de tele dermatología y se describen sus ventajas y desventajas.

2.2.1 Definición

Dermatólogos del servicio de Dermatología del Hospital Universitario de Arnau de Villanoba (2005), definen la Tele dermatología como "la práctica de la dermatología

a distancia, con la cual se puede mejorar la accesibilidad de los pacientes a los servicios de Dermatología y disminuir los costos sanitarios” (p. 53).

Surge como consecuencia de aplicar las nuevas tecnologías a la dermatología convencional, permitiendo realizar informes, diagnósticos de lesiones cutáneas sin que el paciente se encuentre en la consulta del dermatólogo, por lo que se hace posible la atención de pacientes de regiones remotas.

Lizarraga G. (2008), señala que en “la Tele dermatología se aplican las telecomunicaciones para fines diagnósticos y terapéuticos y para la educación. Se practica básicamente por medio de dos sistemas: videoconferencia en directo (sincrónico) y el sistema en diferido (Store-forward, de almacenamiento y envío asincrónico)”. (p. 77-84).

Del mismo modo que la Telemedicina, la Tele dermatología tiene décadas siendo tema de interés y desarrollo en el mundo, sin embargo, a consecuencia de los altos costos de la tecnología, no fue sino hasta finales de la década pasada cuando continua el desarrollo de los primeros proyectos de Tele dermatología, cuando la tecnología tuvo su momento de mayor apogeo. Estos proyectos se basaban en el análisis de fotografías digitales de alta calidad y definición para el diagnóstico de lesiones cutáneas.

Se iniciaron su desarrollo después de la Segunda Guerra Mundial, hace ya casi 60 años, de la mano del Departamento de Defensa Americano como un medio de soporte para mejorar la asistencia médica de los soldados desplazados en misiones militares a zonas aisladas (Ribera, Peñas, & Barco, 2001).

En 1960 se realizó el primer proyecto de demostración de Tele dermatología, incluido dentro de un proyecto más amplio de Tele medicina, entre una policlínica del aeropuerto internacional de Logan en Boston con el Hospital General de Massachussets en Estados Unidos. Proyectos que pudieron ejecutarse 10 años después y con mayor fuerza a principios de los 90.

A finales de los 80 la Tele dermatología comienza a desarrollarse en Europa; Noruega fue el primer país en practicar las técnicas de Tele dermatología, posteriormente Finlandia, y en 1999 tiene lugar una de las primeras experiencias de Tele dermatología en España, realizada en la isla de El Hierro debido a la necesidad de emplear el avión para los desplazamientos de los pacientes de la isla que necesitaban

atención dermatológica, planteó la telemedicina como solución para evitar costos y pérdidas de tiempo a los pacientes.

A pesar de que en esta primera experiencia la solución de telemedicina no obtuvo el éxito esperado y no fue implantado finalmente el servicio, han surgido nuevas propuestas y estudios de sistemas de Teledermatología. Málaga, Galicia, Ciudad Real y Tenerife son algunas de las localidades españolas en las que ya se ha realizado un proyecto piloto de Teledermatología, concretamente se han desarrollado sistemas *Store and forward* en todas salvo en Tenerife donde se han realizado además experiencias de Teledermatología en tiempo real. Estas experiencias han sido en su mayoría satisfactorias y en algunas de estas comunidades la Teledermatología ha sido ya incluida como un servicio más en los centros sanitarios. (Garmendia A. y Mancini G., 2012:9)

Cada vez existen más publicaciones sobre su fiabilidad y, en la mayoría de los países su uso se va extendiendo, a medida que la tecnología se hace menos costosa y más accesible y a medida que los pacientes y médicos van aceptándola. Los países que tienen actualmente un mayor desarrollo en el sistema de Teledermatología son Estados Unidos e Inglaterra, dado que existe una baja accesibilidad a la atención sanitaria consecuencia de factores geográficos así como también escasez o la mala distribución de especialistas. Muchos otros países han ido incorporando la Teledermatología en su sistema sanitario como Nueva Zelanda, Australia y Canadá.

Gracias a las experiencias llevadas a cabo en estos países se conocen numerosos estudios en los que se detalla la utilidad de estos sistemas para cada tipo de afección dermatológica, los recursos utilizados y las razones del éxito o fracaso de la experiencia piloto.

2.2.2 Tipos de Teledermatología

A continuación se mencionan los diferentes tipos de Teledermatología y como se implementan, también se explican sus puntos fuertes así como sus limitaciones.

2.2.2.1 Teledermatología Síncrona (On-line)

Consiste en la implementación de un sistema de videoconferencia en el que a través de la transmisión de imágenes del paciente y sonidos se establezca la discusión entre varios dermatólogos reunidos en una sesión clínica en tiempo real.

Suele hacerse un día, a una hora fijados previamente y tanto el paciente como los dermatólogos deben estar presentes, lo que permite la interacción directa e inmediata entre el paciente y los médicos tratantes. De este modo, el paciente podrá plantear inquietudes y de igual forma, el dermatólogo podrá interrogar al paciente durante la teleconferencia y a su vez solicitar que se enfoquen otras áreas que aporten mayor cantidad de imágenes para poder dar un diagnóstico.

2.2.2.2 Teledermatología Store-and-Forward

Conocida también como Teledermatología asíncrona, se basa en el envío de informes asociados a consultas por parte del médico de atención primaria al médico especialista con la información relativa a los motivos y síntomas del paciente, así como de las imágenes de la afección, necesarias para conocer mejor el problema y emitir un diagnóstico de mayor exactitud (García F., 2003: 17). Esta transmisión de imágenes, que deben tener excelente calidad y resolución, puede realizarse a través de correo electrónico, con un modelo de historia clínica, junto con las imágenes de las lesiones cutáneas en archivos adjuntos, así como también el desarrollo de entornos web consistentes en plataformas de manejo sencillo.

Dado que cada vez es más regulado el manejo y privacidad de las HME de los pacientes y se requiere contar con altos niveles de confidencialidad de la información y la integridad de los datos enviados, actualmente han surgido nuevas propuestas de desarrollos de sistemas *Store-and-forward*, que tratan de cumplir con los estándares de seguridad de información médica, sustituyendo sistemas más limitados en este aspecto como es el envío de *e-mails* para enviar consultas, por entornos de comunicación que cumplan fielmente estos requisitos. Los sistemas de plataformas web constituyen un entorno que pone a disposición de los facultativos fichas con información relativa a la historia clínica del paciente así como las herramientas necesarias para el envío de mayor cantidad de información útil en el intercambio de consultas dermatológicas. (García F., 2003).

En este tipo de Teledermatología no es preciso que el médico y el paciente estén presentes en el mismo momento en la consulta, puesto que en principio se debe capturar las imágenes de las lesiones del paciente con una cámara fotográfica digital (preferiblemente), las cuales luego de su traspaso a un computador, serán cargadas, bien al correo electrónico o en el sistema web de manera que los médicos tratantes tengan acceso a estas imágenes para que puedan ser analizadas.

Basados en estos planteamientos, Garmendia A. Y Mancini G. (2012), establecen en su investigación 2 pasos fundamentales para llevar a cabo el proceso de atención Teledermatológica a través de este modelo:

El médico de atención primaria se conecta al servidor de Teledermatología, rellena las fichas asociadas a la historia clínica del paciente y motivo de la consulta, adjunta las imágenes relacionadas con la afección dermatológica y envía la consulta al dermatólogo.

El dermatólogo se conecta al sistema, evalúa la consulta recibida y emite un diagnóstico en base a la información proporcionada por el médico de atención primaria. El tiempo transcurrido entre el envío de la consulta del médico de atención primaria y la respuesta del dermatólogo es normalmente inferior a una semana (este tiempo varía para cada experiencia de Teledermatología).

Finalmente, es importante destacar que en la mayoría de aplicaciones desarrolladas de *Store-and-forward*, el dermatólogo debe contar con una herramienta de análisis de imagen que permite un estudio más preciso de las mismas. Entre otras, se suelen utilizar aplicaciones como *Adobe Phosotshop*, *autoCAD* y otro software no tan conocidos que permiten, por ejemplo, realizar medidas de áreas de las zonas afectadas. Este tipo de sistemas no implican un coste tan elevado como los anteriores, son sencillos de utilizar, cómodos y baratos, permiten tanto ofrecer diagnósticos como realizar una selección de los pacientes que son necesarios derivar al especialista, y no obligan a convenir una hora para la realización de la consulta entre el médico de atención primaria y el especialista, ya que no son sistemas de tiempo real (Pak, Triplett, Lindquist, Grambow, & Whited, 2007).

2.2.3 Requisitos

Es de suma importancia que los datos de los pacientes almacenados en las instituciones que la conforman posean un mismo formato, o al menos puedan ser transformados a un formato estándar.

De esta forma, al ingresar un paciente a un centro asistencial (bien sea por una emergencia o por una consulta) su registro de historia médica pueda ser formado a partir de los registros de datos de esa institución junto con los registros de datos de otras instituciones médicas que posean información sobre este paciente.

Ribera M., Peñas P. y Barco L. (2001), establecen que el material necesario para practicar la Teledermatología es el equipo informático con el que habitualmente cuenta un servicio de dermatología con algunas modificaciones que permitan la transmisión de imágenes clínicas e histológicas (p.225-237). Asimismo, la base para que la Teledermatología permita el diagnóstico del paciente es la buena calidad de las imágenes transmitidas, que viene determinada por la definición de la imagen, la exactitud del color, la precisión del encuadre y el proceso de transmisión.

2.2.4 Ventajas

La Teledermatología cuenta con innumerables ventajas, siempre que la misma sea utilizada correctamente, de las cuales se pueden enumerar las siguientes:

- Permite un diagnóstico y tratamiento en tiempo real.
- Evita la duplicidad de consultas entre el médico de atención integral y el especialista.
- La accesibilidad de todos los ciudadanos, sobre todo aquellos que residen en zonas foráneas o regiones aisladas donde la atención médica es limitada.
- Aprovechamiento de los recursos sanitarios del sistema de salud.
- Una evidente mejora en la calidad asistencial frente a la asistencia por médicos no dermatólogos.

- Evita los costos innecesarios y muy elevados de farmacia por la prescripción médica errada.
- Reduce de igual forma el costo por consulta, en algunos casos.
- Disminuye la necesidad de recursos humanos en los centros de especialidad.

Mejora la calidad de la enseñanza y la formación continua de los médicos especialistas como los de atención integral.

CAPITULO III – Marco Aplicativo

En este capítulo se detalla el diseño para el módulo de Tele dermatología. Desde el proceso de análisis, definición y diseño de los requerimientos, descripción de las funcionalidades, y planificación para su desarrollo. Así se obtendrá una visión de los lineamientos seguidos a partir de la metodología seleccionada para el desarrollo y las herramientas utilizadas para lograr la ejecución del diseño.

3.1 Desarrollo de la Solución

Para realizar el desarrollo de la solución propuesta se utiliza la metodología *RUP* aplicando sus fases de la siguiente manera:

3.1.1 Inicio

Para obtener los requerimientos del usuario, que en este caso son los directores del proyecto y médicos especialistas en el área de Dermatología; acordamos entrevistas presenciales para recolectar la información y poder lograr el modelado del negocio y el alcance del proyecto a desarrollar.

Cómo especifica la metodología *RUP*, se comienza con el diseño de los casos de uso, involucrados en el alcance, para definir los actores, requerimientos funcionales y no funcionales.

3.1.2 Elaboración

Para la elaboración del módulo de Dermatología, se analiza las interacciones entre los actores y los casos de uso planteados en el inicio y se diseña el diagrama de actividades para obtener una visión de la arquitectura que tendrá el sistema.

3.1.3 Construcción

Para la construcción del sistema se continúa con las tecnologías utilizadas. El *framework* de desarrollo Web *Grails* el cual se basa en el lenguaje de programación *Groovy* que deriva del lenguaje *Java*. También se continúa con los Estándares *OpenEHR* y *HL7* y la implementación de un nuevo estándar llamado *DICOM* para el manejo de imágenes clínicas. Así se mantiene la estandarización de las funcionalidades dentro del sistema SOS-HME.

3.1.4 Transición

Para la transición se realizan varias pruebas con los directivos del proyecto y médicos para que den sus opiniones y propongan las correcciones o mejoras necesarias dentro de la implementación y así lograr el entregable que será utilizado por los usuarios finales.

En la ejecución de todas las fases se define las iteraciones necesarias para lograr la implementación, con sus responsables y una breve descripción de las actividades realizadas para cada fase. Estas actividades se contemplan a continuación:

3.2 Análisis de Requerimientos

Dentro de esta iteración se definen los requerimientos expuestos por los directivos y médicos que trabajan dentro del proyecto SOS-HME que participaron en las reuniones pautadas.

Con esto se logró el modelado del proceso de negocio el cual integra la estrategia para el desarrollo del proyecto, los involucrados y la arquitectura a utilizar en el proyecto, así como el modelado de los requerimientos funcionales y no funcionales, cada uno de los cuales se describen a continuación:

3.2.1 Modelo de Proceso de Negocio

Para el modelado del proceso de negocio, se define el contexto del negocio para tener una visión de los involucrados, la misión, visión, objetivos y arquitectura del sistema. En la Figura N° 16 se puede apreciar este contexto.

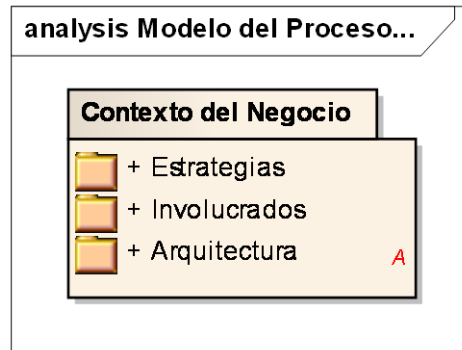


Figura N° 16. Contexto del negocio

Fuente: Elaboración propia

El paquete Contexto de negocio abarca declaraciones de misión, los objetivos de negocio y la estructura física de la organización: "cual es". Dentro del contexto del negocio se encuentra los siguientes artefactos:

Estrategia: Dentro de la estrategia se define el problema actual, la solución propuesta, objetivos, alcance y limitaciones (ver Capítulo I) del proyecto que se implementa.

Involucrados: En la Figura N° 17 se aprecia la representación de los elementos del modelo como personas, organizaciones y sistemas de información como actores, que están, de alguna manera conectados en el contexto del proyecto actual.

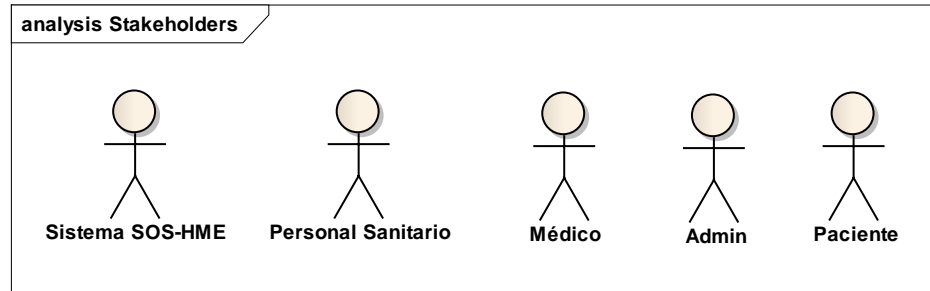


Figura N° 17. Involucrados

Fuente: Elaboración propia

Sistema SOS-HME: Representa el Sistema general que automatiza la prestación de los servicios de salud.

Personal Sanitario: Asistente médico o auxiliar que trabaja en un ambulatorio recabando la información de los pacientes, lleva el registro y control en el sistema y la aplicación de tratamientos clínicos, según las indicaciones de los médicos.

Médico: Médico general o especializado encargado de las consultas, proporcionando atención médica al paciente, mediante valoración y diagnóstico; solicita estudios de laboratorio para valorar el estado de salud del paciente, establece el tipo de atención que requiere para su tratamiento y de ser necesario refiere al paciente a otros servicios o programas existentes dentro o fuera del establecimiento de salud actual y finalmente registra información diaria en los formatos establecidos.

Administrador: Persona que realiza distintas actividades administrativas en el ambulatorio (Administrador o Personal Administrativo), ejecuta los procesos de control de calidad, gestión de los servicios médicos, generación y emisión de reportes o informes estadísticos.

Paciente: Individuo que solicita el servicio de salud en el ambulatorio.

Arquitectura: Es la estructura física y geográfica del negocio, incluye conexiones en redes, servidores y oficinas, en la Figura N° 18 y en la Tabla N° 1 se obtiene una visión de la arquitectura.

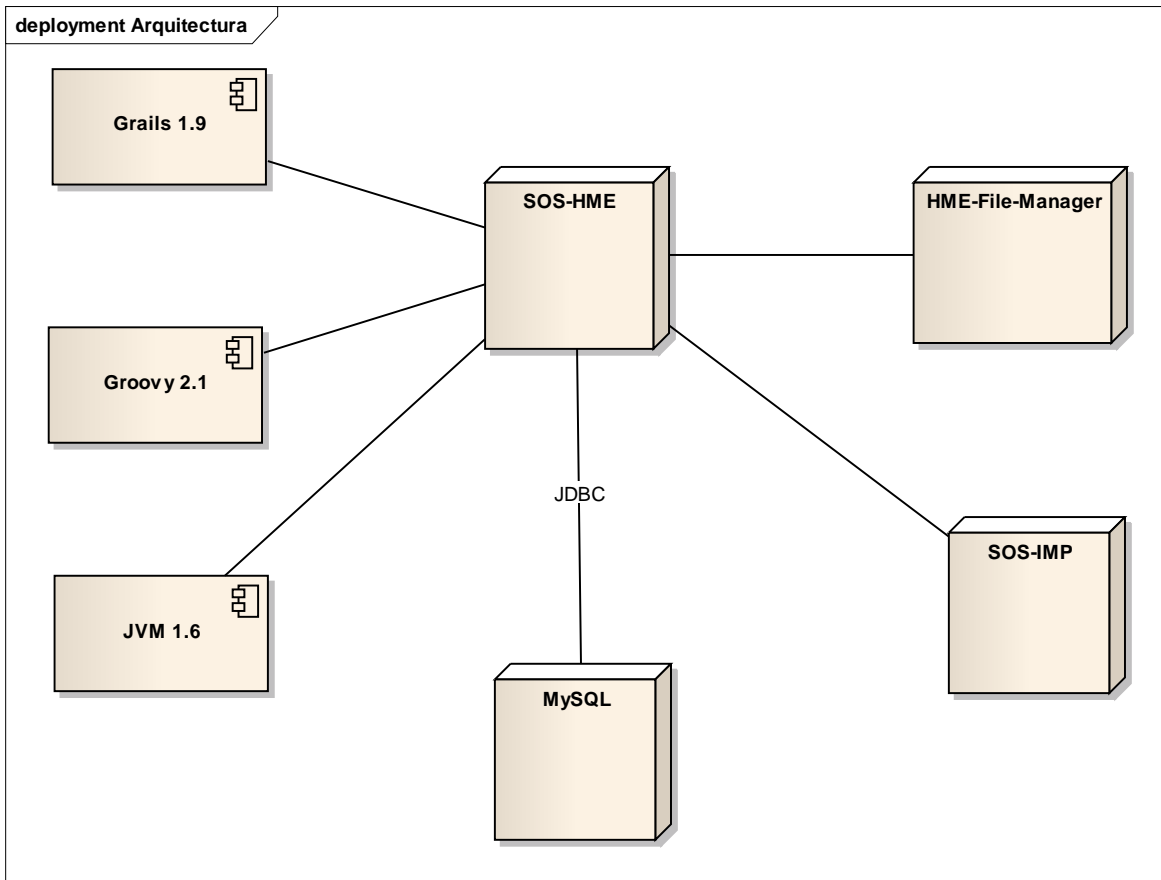


Figura N° 18. Arquitectura

Fuente: Elaboración propia

Arquitectura Referencial	
SOS-HME	Sistema de historias médicas electrónicas que se encuentra desarrollado actualmente
HME-File-Manager	Módulo para el manejo de imágenes médicas donde se implementa las transformaciones adecuadas y la estandarización.

Grails	<i>Grails</i> es un marco de aplicación Web completa para la Máquina virtual de <i>Java</i> . Aprovecha el lenguaje de programación <i>Groovy</i> y la convención sobre configuración para proporcionar una experiencia de desarrollo productivo y racionalizado.
Groovy	Es un metalenguaje ágil y dinámico para la Máquina Virtual <i>Java</i>
JVM	<i>Java</i> es una tecnología que se usa para el desarrollo de aplicaciones que convierten a la Web en un elemento más interesante y útil.
MySQL	Base de datos Relacional
SOS-IMP	El <i>API</i> es el componente del servidor al que se dirigen las solicitudes <i>REST</i> . Las peticiones <i>REST</i> toman la forma de <i>HTTP GET, PUT, POST</i> y <i>DELETE</i> mensajes. Cualquier carga útil es en forma de <i>XML</i> , utilizando el tipo <i>MIME "text / xml"</i> y la codificación de caracteres <i>UTF-8</i> , y puede ser comprimido en la capa <i>HTTP</i> si el cliente indica a través de la cabecera <i>HTTP "Accept"</i> que puede manejar mensajes comprimidos.

Tabla N° 1: Arquitectura Referencial

Dentro de este contexto se encuentra el modelo de dominio el cual integra los objetos del negocio con su respectiva información, en la Figura N° 19 se muestran estos objetos.

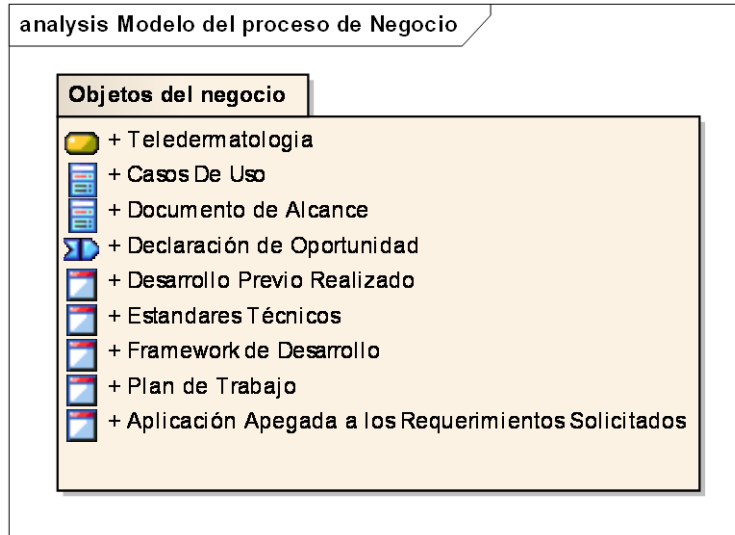


Figura N° 19. Objetos del negocio

Fuente: Elaboración propia

En los objetos se tiene el modelo de negocio "Teledermatología" el cual representa la información de entrada, reportes, datos almacenados y otros artefactos que son manipulados y usados dentro del flujo de trabajo, en la Figura N° 20 se aprecia esta representación.

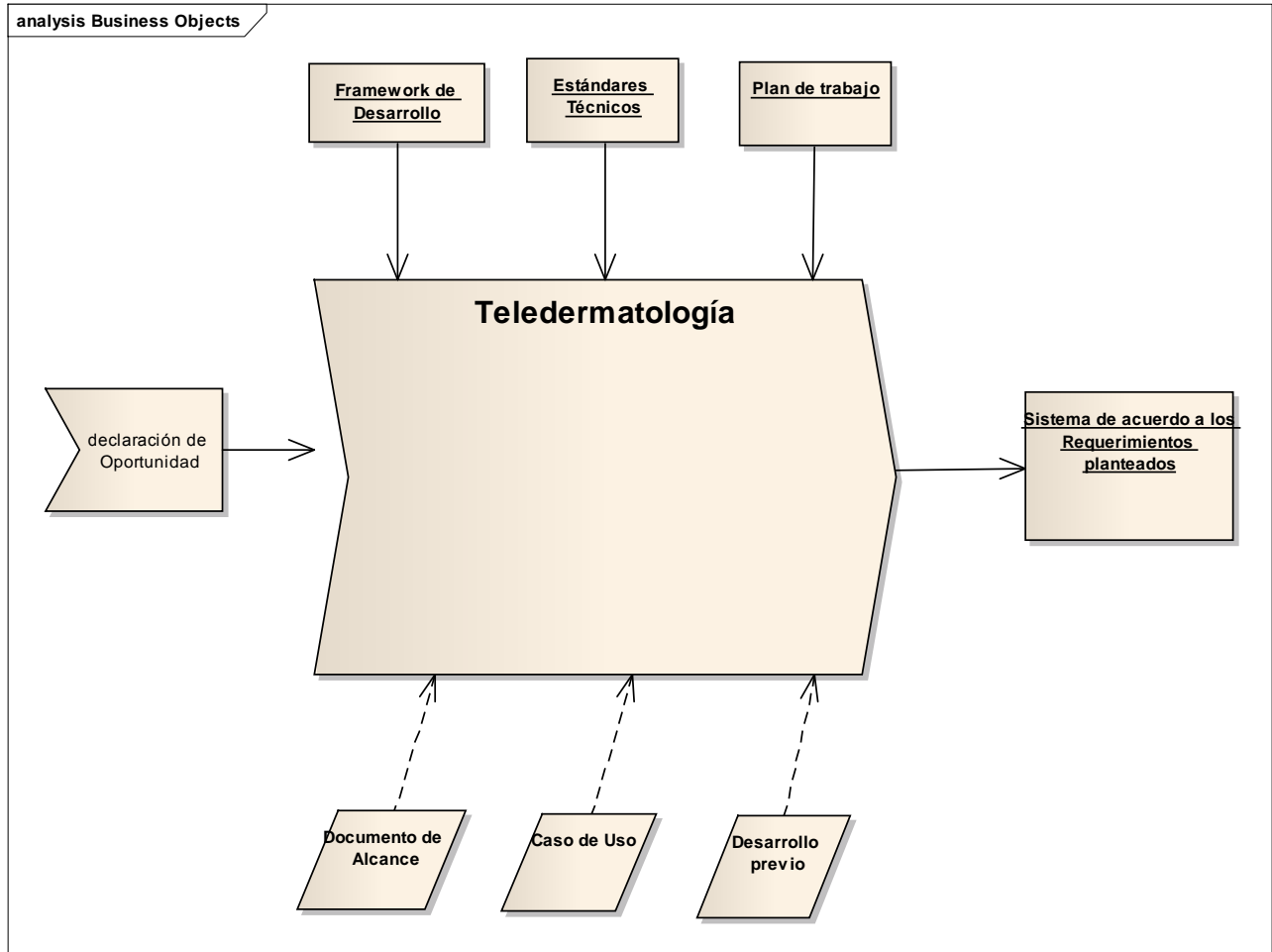


Figura N° 20. Modelo de negocio de alto nivel

Fuente: Elaboración propia

A continuación en la Tabla N°2 se describen los artefactos involucrados en este modelo de negocio:

Modelo de Negocio Alto Nivel		
Artefacto	Tipo de Artefacto	Descripción
Framework de desarrollo	Documento	Para este proyecto se utilizó la metodología de desarrollo <i>RUP</i>

Estándares técnicos	Documento	En cuanto a los estándares se mantienen los definidos por <i>OpenEHR Gen Framework</i> los cuales fueron implementados bajo el patrón de diseño <i>MVC + servicios</i>
Plan de trabajo	Hoja de planificación	Hoja del desarrollo del T.E.G.
Declaración de oportunidad	Presentación	Presentado por el equipo de SOS Telemedicina. donde se muestran los pilares que justifican el proyecto
Documento de alcance	Documento	La limitación de contexto que cubre este proyecto de grado
Caso de uso	Modelo	Descripción de los pasos o las actividades que realizan los involucrados para llevar a cabo algún proceso.
Desarrollo previo	Sistema	Sistema SOS-HME

Tabla N° 2: Modelo del negocio de alto nivel

Dentro del modelo de negocio “Teledermatología” se puede observar los subprocesos que integran el modelo, y estos abarcan todas las funcionalidades necesarias para su implementación dentro el sistema SOS-HME. La Figura N° 21 incluye estos subprocesos:

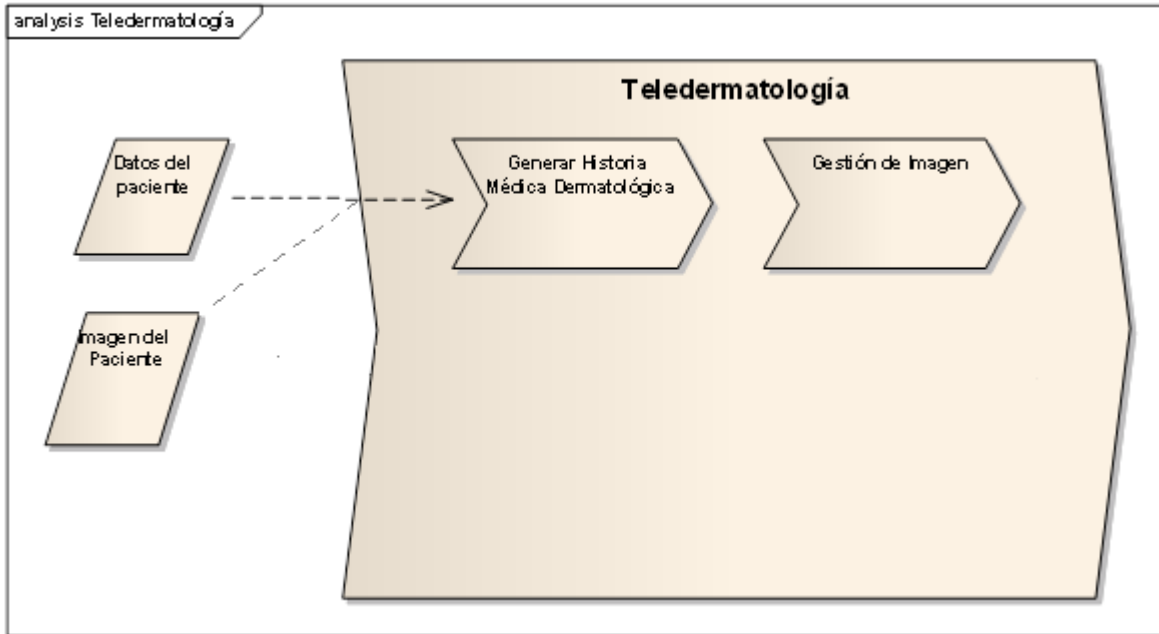


Figura N° 21. Modelo de Negocio Detallado

Fuente: Elaboración propia

3.2.2 Generar Historia Médica Dermatológica

El proceso Generar historia médica Dermatológica se enfoca en recolectar la información del paciente concerniente a los exámenes dermatológicos que se le apliquen y luego las imágenes que correspondan a los exámenes aplicando los filtros necesarios para su correcta visualización. Luego de captar todos estos datos se guardan en el sistema SOS-HME siguiendo los esquemas implementados. En la Figura N° 22 se puede apreciar este proceso.

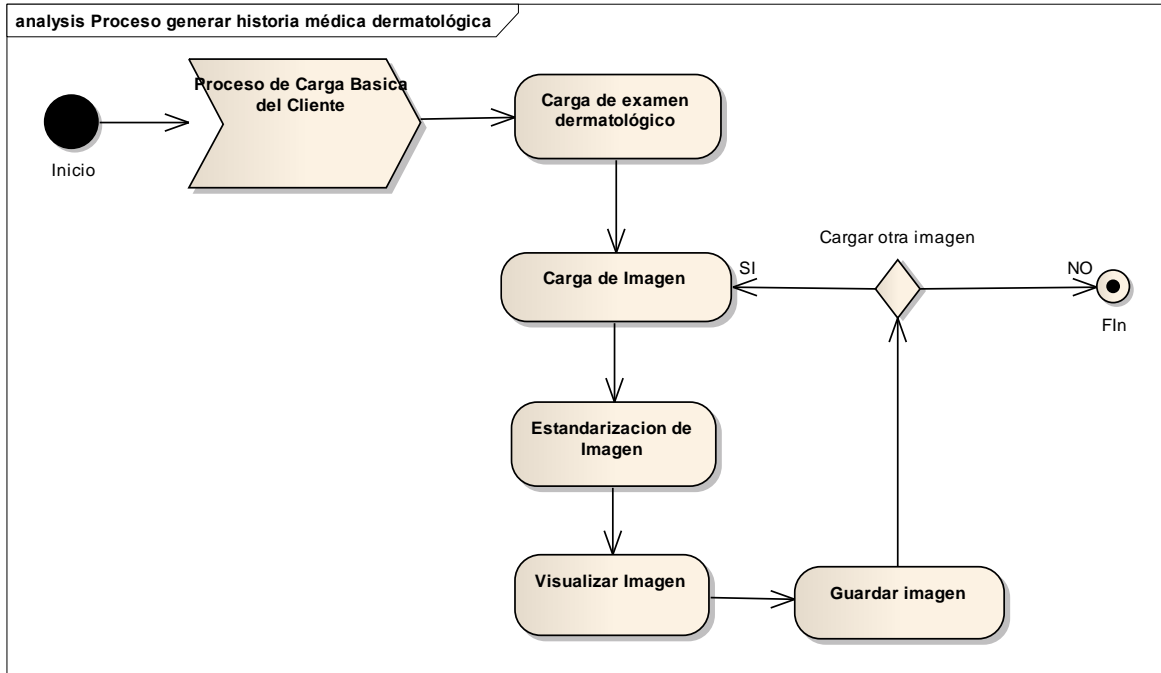


Figura N° 22. Generar historia médica dermatológica

Fuente: Elaboración propia

3.2.3 Gestión de Imagen

El proceso de gestión de Imagen describe los pasos que se cumplen al momento de ingresar una imagen a la historia médica dermatológica, descritos en la Figura N° 23; los cuales van desde aplicar filtros a la imagen para su correcta visualización, corroborar los datos mínimos del paciente actual y actualizar estos datos, si es necesario; y por último guardar la imagen siguiendo los estándares.

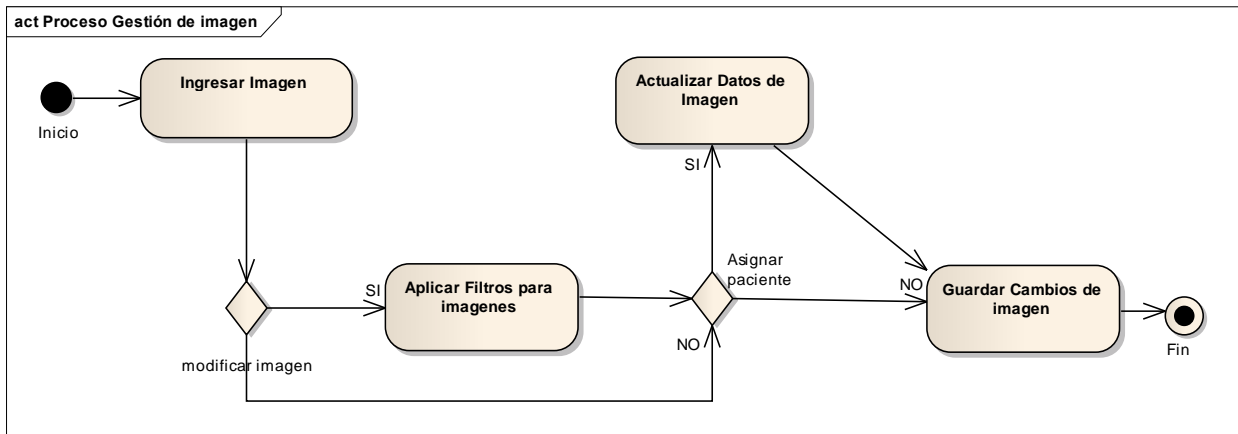


Figura N° 23. Proceso Gestión de Imagen

Fuente: Elaboración propia

3.3 Modelo de Requerimientos

El modelo de requerimientos es un catálogo estructurado con las necesidades del usuario final. Estos están representados, ya sea como necesidades o elementos de función. El modelo se divide en dos subcatálogos:

- El paquete de requisitos funcionales, el cuales contiene los requisitos y características que representan el comportamiento funcional y característico que el sistema en desarrollo debe apoyar.
- El paquete de requisitos no funcionales, el cual contiene restricciones y niveles de rendimiento que el sistema debe cumplir. Por ejemplo, los tiempos de respuesta, transacciones por segundo, la fuerza de seguridad.

En la Figura N° 24 se muestra estos requerimientos:

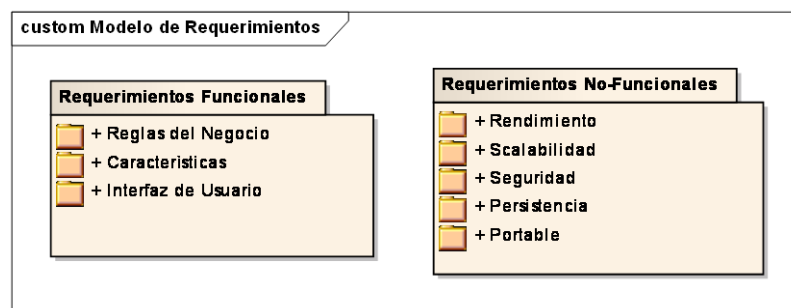


Figura N° 24. Modelo de Requerimientos

3.3.1 Requerimientos Funcionales

Para el desarrollo del modelo de negocio "Tele dermatología" se pudo identificar las siguientes funcionalidades:

- Crear la historia médica electrónica dermatológica.
- Incorporar imágenes en la historia médica electrónica dermatológica utilizando estándares.
- Aplicar transformaciones automáticas a las imágenes utilizando parámetros establecidos.
- Recuperación y despliegue de las imágenes en las diferentes vistas de la historia médica electrónica dermatológica.
- Asociar las imágenes de forma inequívoca entre historia-paciente.

3.3.2 Requerimientos No Funcionales

Se debe cumplir con los siguientes parámetros que cumplen con los requerimientos no funcionales para el desarrollo del modelo de negocio:

- Mantener el Estándar *OpenEHR Gen Framework* del Sistema *SOS-HME* dentro del programa SOS Telemedicina para Venezuela.
- Se establece un tamaño para las imágenes que no supere los 2 Mb.
- Persistencia de las imágenes con los datos clínicos correspondientes a la historia médica electrónica dermatológica.
- Se debe implementar el estándar *DICOM* para el uso de las imágenes.
- Para mantener el rendimiento óptimo del sistema, el procesamiento y estandarización de las imágenes no debe consumir el 100% de los recursos del equipo y dar respuestas en tiempos no mayores a 3 segundos.

3.4 Diseño

A continuación se presenta los artefactos utilizados para completar la fase de diseño en este trabajo los cuales son el diagrama de Casos de Uso y el diagrama de Actividades.

3.4.1 Casos de Uso

El diagrama de casos de uso muestra la relación entre los actores internos y externos del negocio y la funcionalidad del sistema. Estas relaciones las expresa en secuencias de interacciones que se desarrollan entre un sistema y sus actores, en respuesta a un evento que inicia un actor principal sobre el propio sistema. La descripción de los casos de usos obtenidos por el análisis anterior se muestra en la Figura N° 25:

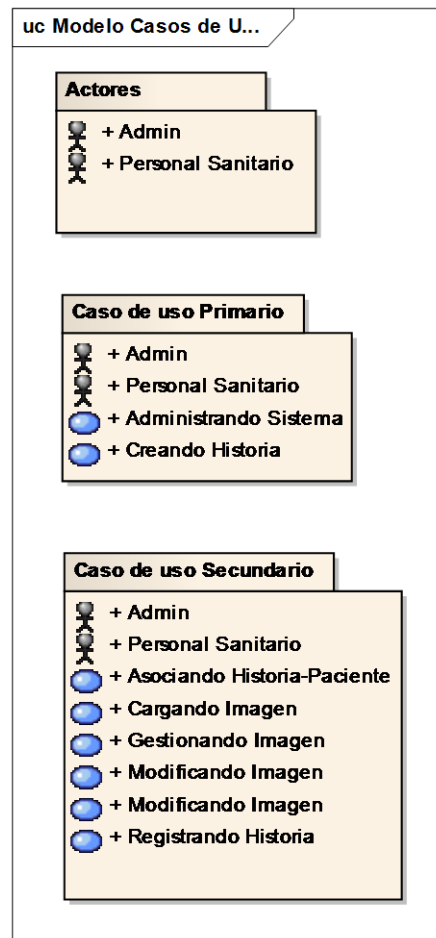


Figura N° 25. Casos de uso

Fuente: Elaboración propia

Para el diagrama de casos de uso de primer nivel se desglosa la interacción a un alto nivel entre los actores con el sistema. En la Figura N° 26 se aprecia esta interacción:

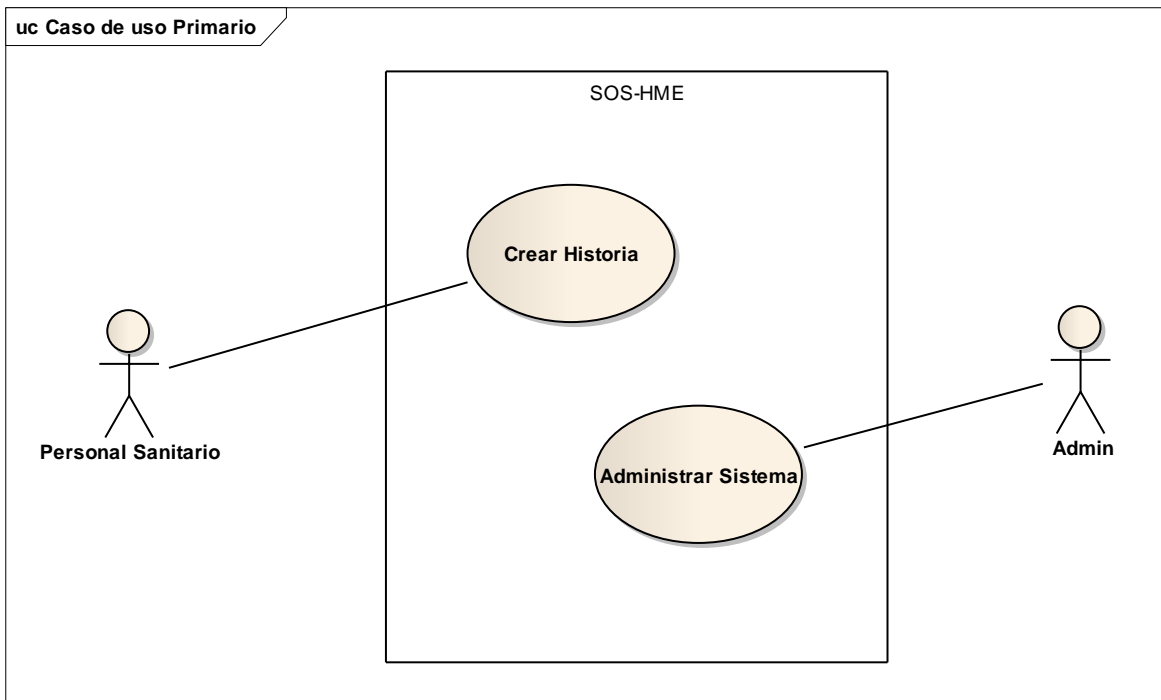


Figura N° 26. Casos de uso Primario

Fuente: Elaboración propia

En la Figura N° 27 se explora el comportamiento y las interacciones de los requerimientos que se exponen en los requerimientos funcionales.

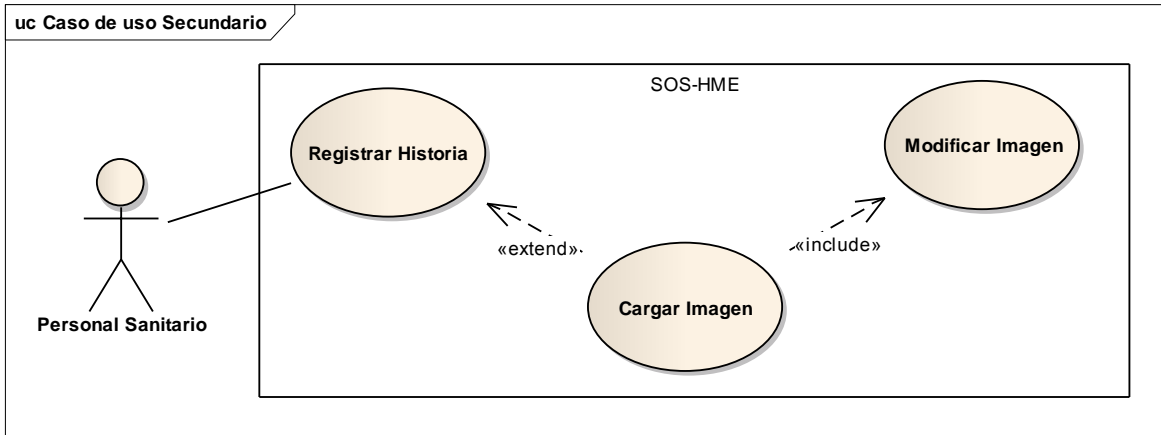


Figura N° 27. Casos de uso Crear Historia

Fuente: Elaboración propia

3.4.2 Diagrama de Actividades

En el diagrama de actividades se muestra las diversas actividades ejecutadas por una persona, una organización, incluso el hardware ó el software. Con esto se comprende que actividades son necesarias y cuáles son sus relaciones de dependencia ó transición de estado, así se logra representar los distintos escenarios que involucra un caso de uso, permite describir las tareas sincronizadas y responsabilidades, resolviendo factores de decisión.

Registrar Historia

La actividad refleja los pasos necesarios para cargar la data relacionada a la historia clínica dermatológica relacionada al caso de un paciente dentro del sistema *SOS-HME*, al momento de terminar de cargar los datos, estos se guardan creando un nuevo registro clínico que puede ser consultado en el futuro. En la Figura N° 28 se muestran estas actividades:

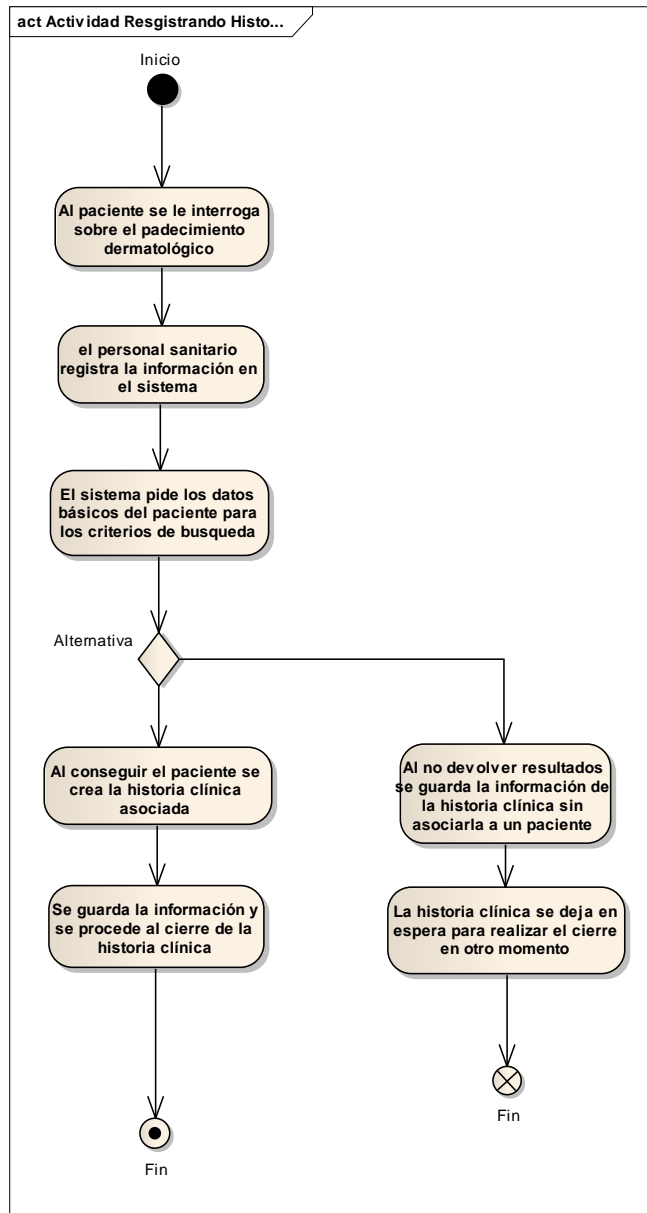


Figura N° 28. Diagrama de actividad Registrar historia

Fuente: Elaboración propia

Cargar Imagen

La actividad refleja los pasos necesarios para cargar una o varias imágenes digitales relacionadas al caso clínico dermatológico que se está tratando al paciente las cuales se muestran en la Figura N° 29:

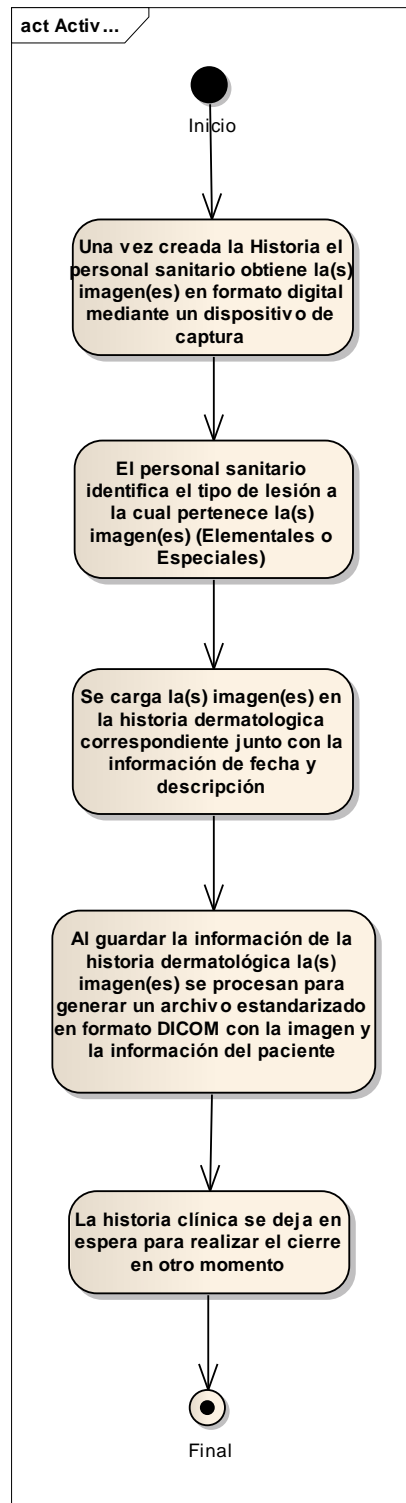


Figura N° 29. Diagrama de actividad Cargar Imagen

Fuente: Elaboración propia

CAPITULO IV – Desarrollo de la Solución

A continuación se presenta la solución para el módulo de gestión de Imágenes de la aplicación Historias Médicas Electrónicas.

4.1 Diseño de Historia Médica Electrónica Dermatológica

Mediante las reuniones pautadas en la fase de Análisis con los médicos estudiantes de postgrado en la Facultad de Medicina de la Universidad Central de Venezuela se logró recabar la información necesaria que contiene una historia médica Dermatológica para así crear las plantillas correspondientes, utilizando la definición de arquetipos definida en el estándar *OpenEHR*, que crea la historia médica electrónica dermatológica dentro el *framework OpenEHR Gen*.

Para la construcción de estos arquetipos se utilizó la siguiente herramienta:

OpenEHR Archetype Editor (versión 2.2): Esta es una herramienta que facilita la autoría de arquetipos administrativos y clínicos *openEHR* en formato *ADL 1.4* y *XML*.

El editor permite la codificación Unicode, permitiendo trabajar en cualquier idioma y está disponible para el sistema operativo *Windows*. Es necesario *.NET framework 2.0* o superior.

Esto permite la creación y modificación de una estructura que modela la información médica obtenida previamente para obtener las plantillas necesarias que se utilizan en la generación de la historia médica electrónica dermatológica.

En la Figura N° 30 se muestra la estructura del arquetipo de historia dermatológica.

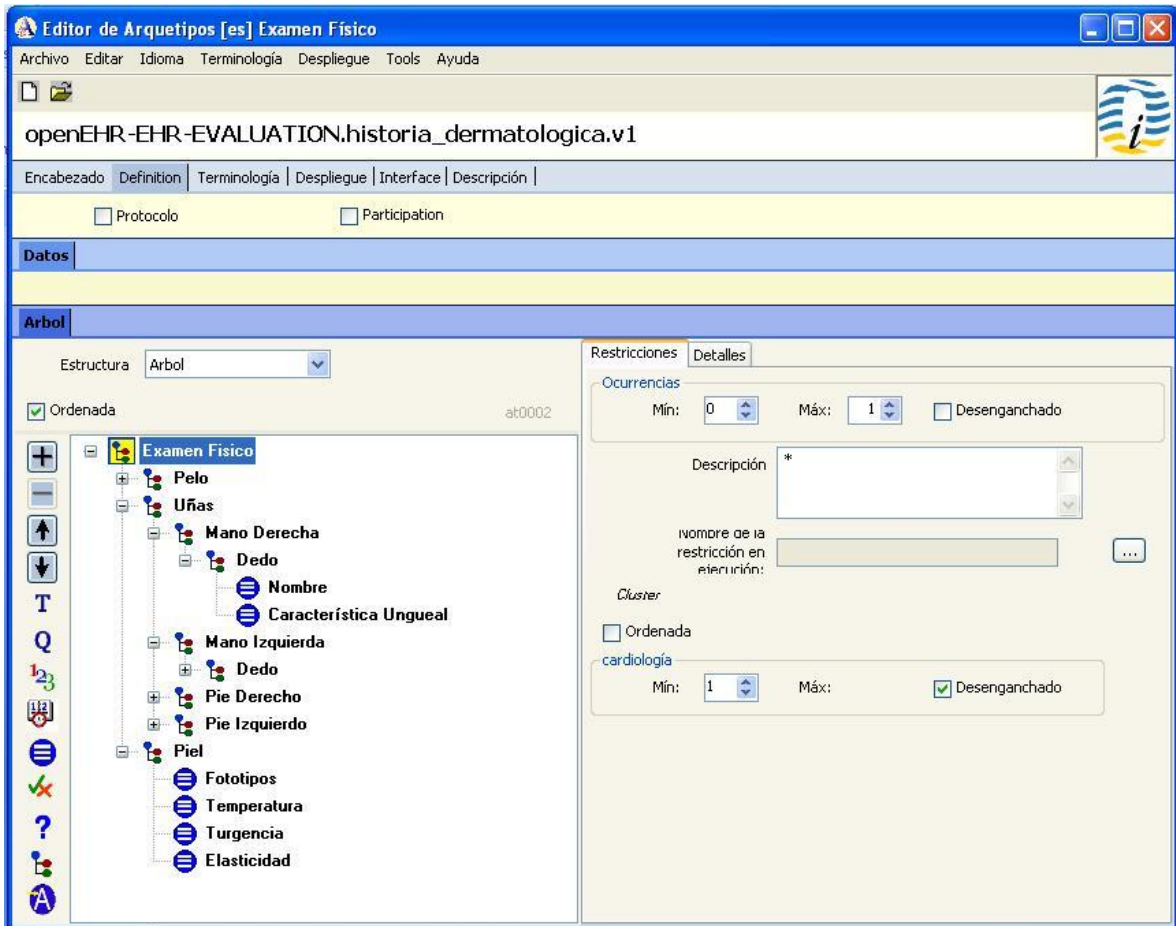


Figura N° 30. Estructura de Arquetipo

Fuente: Elaboración propia

Para la historia dermatológica es necesario definir los siguientes arquetipos:

En primer lugar se define el arquetipo "openEHR-EHR-EVALUATION.historia_dermatologica.v1" el cual proporciona una estructura para la información relacionada con las observaciones realizadas por el personal de sanitario al paciente en cuanto a las descripción física de la zona examinada y/o afectada. en la Figura N° 31 se puede apreciar la estructura final del arquetipo.



Figura N° 31. Estructura de Arquetipo

Fuente: Elaboración propia

Luego es necesario definir los arquetipos "openEHR-EHR-EVALUATION.lesiones_elementales.v1" y "openEHR-EHR-EVALUATION.lesiones_especiales.v1" los cuales proporcionan una estructura para almacenar las características asociadas a los tipos de lesiones, tanto elementales como especiales respectivamente. En la Figura N° 32 y N° 33 se puede observar la estructura para ambos arquetipos.



Figura N° 32. Estructura de Arquetipo Lesiones elementales

Fuente: Elaboración propia



Figura N° 33. Estructura de Arquetipo Lesiones especiales

Fuente: Elaboración propia

Para los arquetipos "*openEHR-EHR-EVALUATION.lesiones_elementales.v1*" y "*openEHR-EHR-EVALUATION.lesiones_especiales.v1*" se definieron en ambos el tipo de árbol llamado "Imágenes" el cual incluye otro árbol llamado "Imagen" y este integra los campos:

- Tipo texto llamado "Foto"
- Tipo fecha llamado "Fecha"
- Tipo texto llamado "Descripción"

Estos campos fueron creados y definidos de esta manera con la finalidad de lograr la carga de las imágenes dentro de la historia médica electrónica sin importar el dominio al cual este implementada.

4.2 Módulo de Gestión de Imagen

Para el desarrollo del módulo se implementó la clase "GestionImagen" el cual es una Interfaz que permite el manejo de las imágenes médicas implementando el estándar *DICOM*.

Este módulo permite las siguientes funcionalidades:

- Funciones básicas de edición de imágenes en formato *JPG* (*resize, crop, rotate, etc.*).
- Convertir una imagen de formato *JPG* al tipo de formato *DICOM*.
- Convertir una imagen de formato *DICOM* a formato *JPG*.
- Encapsula las operaciones básicas sobre objetos en formato *DICOM*.

En la figura N° 34 se puede observar algunos de los métodos desarrollados para la gestión de imágenes específicamente los que permiten la transformación al estándar *DICOM*.

```
/*  
public static void CambiarADicom(String Origen, String Destino, String Nombre, String IDPaciente, String IDEstudio, String NSerie, String NInstancia) {  
}  
/*  
public static void CambiarDicomTagPatientName (String nameFile, String newName) throws DicomException {  
}  
/*  
public static void CambiarDicomTagPatientID (String nameFile, String newName) throws DicomException {  
}  
/*  
public static void CambiarDicomTagPatientBirthDate (String nameFile, String newName) throws DicomException {  
}  
public static void CambiarDicomTagImageDate (String nameFile, String newName) throws DicomException {  
}  
/*  
public static void CambiarDicomTagStudyDate (String nameFile, String newName) throws DicomException {  
}
```

Figura N° 34. Extracto de código "GestionImagen"

Fuente: Elaboración propia

4.3 Inclusión del Dominio Dermatología en el Sistema "SOS-HME"

Como primera tarea es necesario definir el dominio de Dermatología el cual se ilustra en la Figura N° 35:

```
'/domain.dermatologia' {  
  INTERROGATORIO=[ 'interrogatorio' ]  
  MOTIVO = [ 'motivo_de_consulta' ]  
  EXPLORACION=[ 'exploracion_funcional', 'antecedentes_o_anamnesis' ]  
  OBSERVATION=[ 'enfermedad_actual' ]  
  EXAMEN=[ 'historia_dermatologica', 'lesiones_elementales', 'lesiones_especiales' ]  
  DIAGNOSTICO=[ 'diagnosticos' ]  
  TRATAMIENTO=[ 'accion_y_tratamiento' ]  
  MOVIMIENTO=[ 'movimiento_de_paciente' ]  
}
```

Figura N° 35. Dominio Dermatología

Fuente: Elaboración propia

Dentro del sistema se obtiene una vista como se muestra en la Figura N° 36:



Figura N° 36. Vista de Dominios

Fuente: Elaboración propia

A este dominio se le incluye las plantillas correspondientes a los arquetipos definidos previamente dentro el *framework OpenEHR Gen* para generar las vistas. En la Figura N° 37 se muestra una de estas implementaciones:

```
<template>
  <id>EXAMEN-historia_dermatologica</id>
  <name>Historia dermatologica</name>
  <root_archetype>
    <archetype
      type="evaluation"
      id="openEHR-EHR-EVALUATION.historia_dermatologica.v1"
      includeAll="true"
    />
  </root_archetype>
</template>
```

Figura N° 37. Plantilla para arquetipo Historia dermatológica

Fuente: Elaboración propia

Así el sistema logra desplegar los arquetipos que en la Figura N° 37 se logra apreciar el despliegue:



Figura N° 38. Vista de Arquetipos para Historia médica electrónica dermatológica
Fuente: Elaboración propia

4.4 Integración del Módulo Gestión de Imagen en el Sistema "SOS-HME"

Para la integración del módulo fue necesario utilizar las librerías que se ilustran en la Figura N° 38 que permitieron el desarrollo para la gestión de imágenes médicas con el estándar *DICOM*.

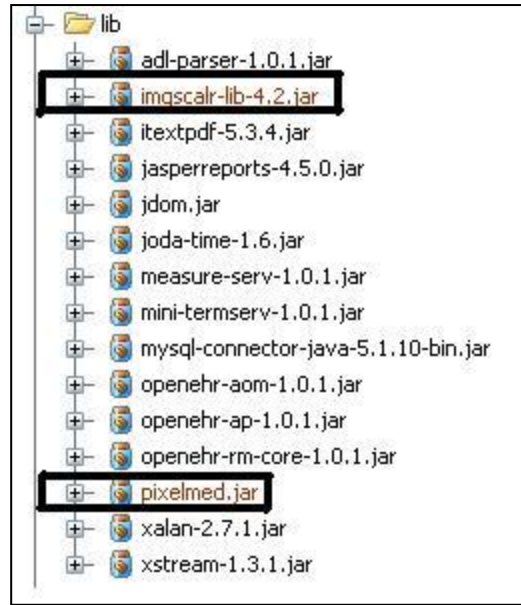


Figura N° 39. Librerías para la gestión de imágenes
Fuente: Elaboración propia

También fue necesario crear una estructura de directorios para almacenar las imágenes asociadas a un dominio utilizando el nombre del dominio, dentro se crean unas subcarpetas:

- original: Se guarda la imagen cargada sin ninguna alteración.
- dicom: Se guarda las imágenes transformadas en el formato *DICOM*.
- trans: Se guarda las imágenes que fue necesario aplicarle una o varias transformaciones.

Estas imágenes se guardan por carpetas identificadas con el Id de la historia correspondiente. En la Figura N° 39 se muestra el árbol de carpetas:

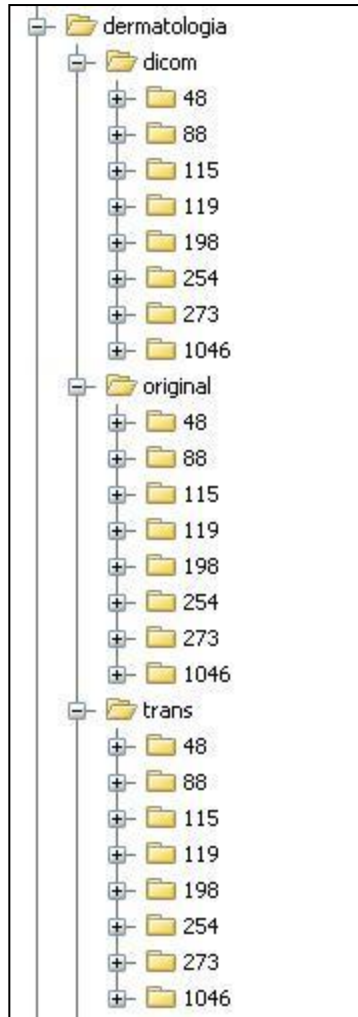


Figura N° 40. Estructura de archivos para almacenar las imágenes

Fuente: Elaboración propia

Dentro de los campos que componen a los arquetipos de "Lesiones Elementales" y "Lesiones Especiales" se encuentra la Estructura Imágenes los cuales se muestran en la Figura N° 40 y permiten cargar la imagen en formato *JPG*, un texto descriptivo y la fecha que fue cargada la imagen en la historia.

Imágenes:

Imagen:

Foto:

Seleccionar archivo Ningún archivo seleccionado

Imagen Dermatologica

Fecha:

Descripción:

Agregar entrada

Figura N° 41. Campos para cargar una imagen

Fuente: Elaboración propia

Una vez realizado la integración del módulo, ya permite a los usuarios asociar múltiples imágenes a la historia clínica, luego para el caso del despliegue el *framework OpenEHR gen* lo realiza de manera automática tal como se puede apreciar en la figura N° 41.

localhost:7070/sos/guiGen/showRecord

Registro actual Registros Admisión Reportes

Paciente [Completar datos](#) **Resumen** Comienzo: jueves, 14 de mayo de 2015, 12:00 AM Observaciones:
enrique talavera (Masculino)
CIV 16890365 | Nac 08-03-1983 | Edad 32 años Fin:

Resumen clínico **Elementales**

Interrogatorio
Motivo de consulta
Exploracion Funcional
Enfermedad actual
Examen Físico
Diagnósticos
Tratamientos
Movimiento de paciente
Cerrar y firmar

Imágenes: 1

Imagen

Foto

SOS
Telemédicina para Venezuela

Fecha 20-05-2015

Descripción prueba de datos nueva

Figura N° 42. Despliegue de una imagen.

Fuente: Elaboración propia

De igual forma el *framework* incluye dentro del documento clínico *CDA*, la *url* o ruta física donde es almacenada la imagen en la aplicación, tal como se observa en la Figura N° 42. Se realizó de esta manera debido a las limitaciones de ancho de banda existente en los centros de salud con el fin de que la transferencia de las imágenes se realice bajo demanda y no por el contrario que la o las imágenes se encuentren dentro del *CDA* ya que esto amentaría considerablemente su tamaño.

Lesiones de contenido	
<i>lesión</i>	Ampolla (hasta 5 mm)
<i>Contenido</i>	Seroso
<i>Localización</i>	pecho

Imágenes	
Imagen	
<i>Foto</i>	/sos/images/dermatologia/original/8\derma1.jpg
<i>Fecha</i>	18-10-2015
<i>Descripción</i>	lesión en el pecho

Autor:	SOS Telemedicina en Octubre 17, 2015
Legal Autentificador:	en Octubre 19, 2015
Custodio:	SOS Telemedicina

[Regresar](#)

Figura N° 43. Ejemplo de CDA

Fuente: Elaboración propia

4.5 Pruebas Funcionales sobre la Aplicación

A continuación se muestran el conjunto de pruebas funcionales realizadas sobre el dominio de Dermatología y el módulo de gestión de Imagen. Las pruebas se ejecutaron con la participación del equipo del Centro de Informática Médica para su aceptación.

		PRUEBAS	
Nombre de la prueba:	Ingreso al Dominio Dermatología	Prueba:	1
Objetivo:	Permitir el ingreso del dominio de Dermatología.		
Entradas:	<ul style="list-style-type: none">El registro del personal sanitario o un médico especialista dentro el sistema SOS-HME.		
Evaluación de la prueba:	Satisfactoria		
Resultado Obtenido:	El usuario tiene acceso al dominio de Dermatología dentro del listado de dominios.		
Observaciones:	El dominio se muestra para los usuarios con permisos para crear historias médicas electrónicas.		

Tabla N° 3. Prueba funcional N° 1

		PRUEBAS	
Nombre de la prueba:	Crear Historia Médica Electrónica dermatológica	Prueba:	2
Objetivo:	Crear una historia médica electrónica dermatológica.		
Entradas:	<ul style="list-style-type: none">El ingreso al dominio dermatológico y hacer click al botón "nuevo entrada".		

Evaluación de la prueba:	Satisfactoria
Resultado Obtenido:	El usuario logra guardar toda la información concerniente al caso clínico del paciente.
Observaciones:	Se cargan las plantillas pertenecientes a la historia médica electrónica dermatológica.

Tabla N° 4. Prueba funcional N° 2

		PRUEBAS	
Nombre de la prueba:	Modificar Historia Médica Electrónica dermatológica	Prueba:	3
Objetivo:	Modificar la información a una historia médica electrónica dermatológica.		
Entradas:	<ul style="list-style-type: none"> Tener una historia médica electrónica dermatológica previamente cargada. 		
Evaluación de la prueba:	Satisfactoria		
Resultado Obtenido:	El usuario logra agregar y editar la información concerniente al caso clínico del paciente.		
Observaciones:	Satisfactorio.		

Tabla N° 5. Prueba funcional N° 3

		PRUEBAS	
Nombre de la prueba:	Listar las Historias Médicas Electrónicas dermatológicas	Prueba:	4

Objetivo:	Mostrar un listado de todas las historias médicas electrónicas dermatológicas con casos abiertos y cerrados.
Entradas:	<ul style="list-style-type: none"> La existencia de historias médicas electrónicas dermatológicas.
Evaluación de la prueba:	Satisfactoria
Resultado Obtenido:	Se muestra una lista con todas las historias médicas electrónicas dermatológicas existentes.
Observaciones:	Satisfactorio.

Tabla N° 6. Prueba funcional N° 4

		PRUEBAS	
Nombre de la prueba:	Asociar una imagen a una Historia Médica Electrónica dermatológica	Prueba:	5
Objetivo:	<ul style="list-style-type: none"> Asociar una y varias imágenes médicas a una historia médica electrónica dermatológica. Verificar que se generen las Imágenes transformadas y estandarizadas en formato <i>DICOM</i> 		
Entradas:	<ul style="list-style-type: none"> Imágenes de Prueba en formato <i>JPG</i> y una historia médica dermatológica creada 		
Evaluación de la prueba:	Satisfactoria		
Resultado Obtenido:	El usuario logra guardar todas imágenes que se necesitan cargar.		
Observaciones:	Satisfactorio.		

Tabla N° 7. Prueba funcional N° 5

		PRUEBAS	
Nombre de la prueba:	Desplegar las imágenes médicas cargadas a una Historia Médica Electrónica dermatológica	Prueba:	6
Objetivo:	Mostrar todas las imágenes médicas cargadas con la información asociada dentro de una historia médica electrónica dermatológica.		
Entradas:	<ul style="list-style-type: none"> • Imágenes médicas cargadas en una historia médica electrónica dermatológica. 		
Evaluación de la prueba:	Satisfactoria		
Resultado Obtenido:	Se despliega todas las imágenes médicas guardadas en una historia médica electrónica dermatológica.		
Observaciones:	Satisfactorio.		

Tabla N° 8. Prueba funcional N° 6

		PRUEBAS	
Nombre de la prueba:	Editar una imagen dentro de una Historia Médica Electrónica dermatológica	Prueba:	7
Objetivo:	Agregar, Eliminar cambiar imágenes asociadas previamente a una historia médica dermatológica.		
Entradas:	<ul style="list-style-type: none"> • La existencia de una historia médica electrónica dermatológica con imágenes previamente asociadas. • Verificar que se generen las Imágenes transformadas y estandarizadas en formato DICOM 		
Evaluación de la prueba:	Satisfactoria		

prueba:	
Resultado Obtenido:	El usuario logra agregar imágenes, eliminarlas y cambiar cualquiera de las imágenes.
Observaciones:	Satisfactorio.

Tabla N° 9. Prueba funcional N° 7

			PRUEBAS	
Nombre de la prueba:	Cerrar una Historia Médica Dermatológica	Prueba:	8	
Objetivo:	Cerrar una Historia Médica dermatológica que tenga todos los datos incluyendo imágenes y asegurar que se genere el CDA.			
Entradas:	<ul style="list-style-type: none"> La existencia de una historia médica electrónica dermatológica con imágenes previamente asociadas. 			
Evaluación de la prueba:	Satisfactoria			
Resultado Obtenido:	El usuario cierra la historia médica y se genera el documento clínico CDA.			
Observaciones:	Satisfactorio.			

Tabla N° 10. Prueba funcional N° 8

CAPITULO V - Resultados

En bases a los objetivos planteados se obtuvieron los siguientes resultados:

- Después de procesar la información recolectada con ayuda de los estudiantes de postgrado de la Facultad de Medicina de la Universidad Central de Venezuela, especialistas en el área de Dermatología se logró diseñar la historia médica electrónica dermatológica de manera estructurada, la cual se implementó dentro del sistema *SOS-HME*.
- Una vez incluidos los arquetipos generados y las plantillas, y configurado el dominio dentro del sistema *SOS-HME* se obtuvo como resultado el módulo para registrar historias médicas electrónicas dermatológicas.
- Se siguieron los lineamientos y estándares previamente implementados dentro del sistema *SOS-HME* tales como *CDA 2* de *HL7* para el encapsulamiento de los datos clínicos de la historia médica electrónica dermatológica obteniendo como resultado formatos homogéneos para los diferentes dominios.
- Al integrar el modulo "*GestionImagen*" se logró como resultado ampliar las funcionalidades del sistema *SOS-HME* debido a que se tiene la posibilidad de enriquecer las historias médicas electrónicas (sin importar su dominio) añadiendo documentos clínicos de tipo imágenes en formato *JPG* a las mismas, y al implementar el estándar *DICOM* se asegura la interoperabilidad del sistema.
- Al realizar la integración completa, tanto del módulo de manejo de imágenes "*GestionImagen*" y el dominio de Dermatología incluyendo los nuevos arquetipos y platillas, se logró demostrar la escalabilidad del sistema *SOS-HME* y esto gracias a la flexibilidad otorgada por el modelo dual del *framework OpenEHR gen* el cual proporciona una arquitectura de software independiente del modelo de datos y de la lógica del negocio.

CONCLUSIONES

Tras la culminación de este proyecto de investigación, como resultado, se logró una versión del sistema *SOS-HME* más amplia, lo que permite una extensión diversa de información que puede ser soportada por las historias médicas electrónicas sin importar el dominio al que pertenece, esto a partir de la inclusión de un módulo para el manejo de imágenes, permitiendo el soporte de arquetipos que incluyen campos de imágenes médicas y el cuál se encuentra desarrollado sobre el *framework OpenEHR Gen*, y en el qué se puede realizar un despliegue correcto de estos arquetipos, sin afectar su filosofía ni sus flujos de trabajo.

Por otro lado la integración se realizó de manera tal que el sistema pueda seguir generando historias médicas electrónicas, y al momento de convertirlas en un mensaje empaquetado se mantenga el estándar *HL7 CDA 2*, soportando la inclusión de objetos en formato *DICOM*, formato al que son transformadas todas la imágenes cargadas al sistemas por el módulo "*GestionImagen*", asegurando así la interoperabilidad del mismo.

Además es necesario destacar que se realizó la adición del dominio "*Dermatología*" dentro del sistema *SOS-HME*. Esto se logró con el diseño de arquetipos específicos para esta especialidad, basados en el levantamiento de información realizado de la mano con los estudiantes del postgrado de la Facultad de Medicina de la Universidad Central de Venezuela. A su vez este Dominio sirvió como caso de estudio para la implementación e integración del módulo "*GestionImagen*", logrando así la posibilidad mejorar el servicio de atención de pacientes en los ambulatorios ubicados en regiones remotas en el futuro, permitiendo acortar la brecha entre las personas con padecimientos relacionados a la dermatología con los especialistas de esta área.

Como consecuencia de la poca documentación y tutoriales existentes sobre el *framework OpenEHR Gen*, es importante tomar en cuenta la curva de aprendizaje que amerita la comprensión de la estructura y funcionamiento del mismo, ya que puede tomar un tiempo considerable y esto impacta directamente en las tareas de integración como nuevos desarrollos o en adaptación a nuevas tecnologías.

RECOMENDACIONES

Para futuros trabajos o desarrollos relacionados con la labor llevada a cabo en este documento se recomienda:

1. Realizar una revisión de los dominios que existen actualmente en el sistema *SOS-HME* y añadir donde sea preciso arquetipos para imágenes clínicas con el fin de enriquecer las historias médicas electrónicas generadas en estos dominios, así como tenerlo en cuenta en la adición de nuevos dominios.
2. A pesar de que el módulo de "GestionImagen" provee funcionalidades básicas de edición de imágenes, se recomienda ampliar estas funcionalidades, e.g. aplicar filtros; y desarrollar una interfaz gráfica que permita al usuario, al momento de cargar la imagen médica en la historia médica electrónica, aplicar las modificaciones que sean necesarias para mejorar la calidad de dicha imagen como por ejemplo ajustar el brillo, contraste, realizar recortes, etc.
3. Añadir soporte a otros formatos de archivos tales como PDF, DOC, XLS, etc. ya que en el estándar *DICOM* podrían ser encapsulados, con el fin de enriquecer aún más, las historias médicas electrónicas dentro del sistema *SOS-HME*.
4. Se recomienda también ampliar las funcionalidades del módulo administrativo, con una nueva interfaz amigable, que permita el manejo y manipulación de las plantillas contenidas en los diferentes dominios, buscando agregar la posibilidad de que el proceso de agregar un dominio (configurar el dominio, añadir arquetipos y configurar las plantillas) pueda realizarlo un usuario del sistema y no requiera de la intervención de los desarrolladores.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

(s.f.). Obtenido de www.globovision.com:
<http://www.globovision.com/news.php?nid=5090>

(s.f.). Obtenido de www.hl7.org: <http://www.hl7.org/index.cfm?ref=nav>

About DICOM. (s.f.). Obtenido de Digital Imaging and Communications in Medicine:
<http://dicom.nema.org/Dicom/about-DICOM.html>

Anónimo. (s.f.). *Clinical Knowledge Manager*. Obtenido de openEHR wiki:
<http://www.openehr.org/wiki/display/healthmod/Clinical+Knowledge+Manager>

committee, T. I., & Group, J. P. (s.f.). *JPEG JFIF*. Obtenido de The World Wide Web Consortium (W3C): <http://www.w3.org/graphics/jpeg/itu-t81.pdf>

Foundation, T. o. (2008). Obtenido de <http://www.openehr.org>:
<http://www.openehr.org/releases/1.0.2/architecture/am/adl.pdf>

International, H. L. (s.f.). *About HL7*. Recuperado el 2012, de Health Level Seven® international: <http://www.hl7.org/about/index.cfm?ref=nav>

Martínez Ydrogo, R. (Abril de 2006). *Salud Hoy*. Obtenido de Vitae:
<http://vitae.ucv.ve/?e=211&m=4&module=articulo&n=85&rv=7>

Pak, H., Triplett, C., Lindquist, J., Grambow, S., & Whited, J. (2007).

Prieto P., A. A. (2012). Historia Médica Electrónica. En A. A. Prieto P., & R. L. A., *SISTEMA DE HISTORIA MÉDICA ELECTRÓNICA PARA SOS TELEMEDICINA* (pág. 27). Caracas.

Qué es SOS. (s.f.). Obtenido de <http://sosteleducacion.ucv.ve>:
<http://sosteleducacion.ucv.ve/sos/SitePages/Qu%C3%A9%20es%20SOS.aspx>

Ribera, M., Peñas, P., & Barco, L. (2001). La teledermatología hoy. 225-237.

Seven, H. L. (s.f.). *CDA release 2*. Obtenido de Health Level Seven® International:
http://www.hl7.org/implement/standards/product_brief.cfm?product_id=7

Vergeles-Blanca, J. M. (2001). Obtenido de <http://ferran.torres.name/edu/imi/59.pdf>

what is openehr? (s.f.). Obtenido de <http://www.openehr.org>:
http://www.openehr.org/what_is_openehr.