

Enl@ce: Revista Venezolana de Información,  
Tecnología y Conocimiento  
ISSN: 1690-7515  
Depósito legal pp 200402ZU1624  
Año 12: No. 1, Enero-Abril 2015, pp. 101-134

Cómo citar el artículo (Normas APA):  
Losavio, F., Ordaz, O. y Santos, I. (2015) Proceso de Análisis del Dominio Ágil de Sistemas Integrados de Salud en un Contexto Venezolano. *Enl@ce Revista Venezolana de Información, Tecnología y Conocimiento*, 12 (1), 101-134

# Proceso de análisis del dominio ágil de sistemas integrados de salud en el contexto venezolano<sup>4</sup>

**Francisca Losavio<sup>1</sup>**  
**Oscar Ordaz<sup>2</sup>**  
**Irene Santos<sup>3</sup>**

## Resumen

El diseño de arquitecturas de sistemas integrados (SI) es un reto de la Ingeniería del Software, más aún en un contexto de producción industrial. Este trabajo, propone un proceso de análisis del dominio ágil (ADA) de Sistemas de Información Integrados de Salud (SIS) considerando reglas del negocio, para modelar requisitos no funcionales (RNF) globales y relativos a estilos arquitectónicos, y la identificación de requisitos funcionales (RF), puede ser utilizado como entrada a procesos ascendentes o “bottom-up” para construir la arquitectura de referencia (AR), donde no se contemplan etapas de ADA porque se centran en refactorización de productos existentes. En ADA, los RNF son especificados mediante el modelo de calidad estándar ISO/IEC 25010, que representa la calidad del producto de software y facilita así la comunicación, se estudian componentes de productos existentes y no el modelado global de características, como ocurre en enfoques clásicos descendentes o “top-down”. Para el desarrollo del estudio se considera el contexto venezolano, donde se analizan proyectos en Venezuela y un estudio de campo sobre una muestra de institutos de salud del país, para obtener un panorama de la situación actual. Se aprecia la necesidad de la pronta implantación de SIS con historias clínicas electrónicas interoperables y servicios generales de telemedicina. ADA, puede ser reutilizado en otros dominios y es usado para “validar” una AR-SIS, obtenida por un proceso ascendente definido en trabajos anteriores, el cual solo consideraba el estudio de productos existentes.

**Palabras clave:** ingeniería del software, requisitos no funcionales, sistema de información integrado de salud, telemedicina, ISO/IEC 25010

Recibido: 28/1/2015 Devuelto para revisión: 10/3/15 Aceptado: 20/3/15.

<sup>1</sup> Dra. en Informática. MSc. Ciencias de la Computación. Profesora titular de la Escuela de Computación, Facultad de Ciencias de la UCV. Coordinadora del Laboratorio MoST, UCV. Correo e-l: francislosavio@gmail.com

<sup>2</sup> Dr. en Matemática. MSc. Ciencias de la Computación. Profesor titular de la Escuela de Matemática, Facultad de Ciencias, UCV. Miembro del Laboratorio MoST, UCV. Correo e-l: oscarordaz55@gmail.com

<sup>3</sup> Dra. Ciencias mención Matemática. MSc. Ciencias mención Matemática. Profesora Agregada de la Escuela de Matemática. Facultad de Ciencias, UCV. Correo e-l: iresantos@gmail.com

# Agile Process Domain Analysis of Integrated Health Systems in the Venezuelan Context

## Abstract.

Architecture design of integrated systems (SI) is a challenge of software engineering, especially in the context of industrial production. This paper proposes a streamlined process domain analysis (ADA) Integrated Systems Health Information (SIS) considering business rules, to model global non-functional requirements (NFR) and related architectural styles, and the identification of functional requirements (RF), can be used as input to upstream processes or "bottom-up" to build reference architecture (AR), where no steps are contemplated ADA because they focus on refactoring of existing products. ADA, the RNF are specified by the model quality standard ISO / IEC 25010, which represents the quality of the software product and thus facilitates communication components existing products, not the overall modeling characteristics are studied, as in approaches Falling classic or "top-down". To develop the study considers the Venezuelan context where projects in Venezuela and a field study on a sample of health institutions in the country to get an overview of the current situation are analyzed. The need for early implementation of SIS seen with interoperable electronic health records and general telemedicine services. ADA, can be reused in other domains and is used to "validate" an AR-SIS, obtained by a process set up in previous work, which only considered the study of existing products.

**Key words:** Software Engineering, Domain Analysis, Non-functional Requirements, Healthcare Integrated Information System, Telemedicine, ISO/IEC 25010

## Introducción

En los últimos años han surgido cambios radicales en las organizaciones de diferentes dominios por el uso masivo de las *Tecnologías de la Información y la Comunicación (TIC)*. Como es lógico, la medicina no ha escapado a esta revolución tecnológica. Se habla de *telesalud* como un conjunto de servicios en el área de la salud, que contemplan acciones, actividades

y herramientas, realizados a distancia por profesionales competentes y asistidos a través de las *TIC*, estos servicios abarcan los propios de la medicina, la educación, la investigación y la administración.

*La telemedicina*, es una disciplina que está incluida en la telesalud y se define como la prestación de servicios de medicina a distancia con el apoyo de *TICs*. Se percibe un cambio trascendental

---

<sup>4</sup> Financiado por el Banco Central de Venezuela y los proyectos grupales PEII DISoft 2011001343 Fonacit y DARGRAF PG 03-8730-2013-1 CDCH, UCV. Colaboradores: L.E. Marchan, V. Esteller, A. Arráiz, J.C. Herrera

en la forma de generar, consultar y comunicar la información clínica, ya es posible pensar que han desaparecido muchas de las barreras que impedían una comunicación a distancia, simultánea y en cualquier momento con otros profesionales asistenciales, sin embargo aún en el ámbito mundial, no hay consenso sobre la adopción unánime por el gremio médico de estas ventajas, muchos factores psicosociales, como la praxis médica, son aún un obstáculo. A pesar de esto, se han emprendido diversos proyectos de investigación académicos y programas globales en el contexto gubernamental.

Recientemente se ha señalado que el desarrollo y sustentabilidad de los proyectos de salud a distancia, también denominada salud-e, telesalud o en inglés “e-health”, con gran apoyo en las TIC, se relacionan con que, se facilite el asesoramiento de expertos, se responda ante las necesidades de educación continua de los profesionales de salud, exista el intercambio de tareas y se descentralicen las herramientas de ayuda al diagnóstico (Global Health Delivery Project. 2012). Cabe destacar que este tipo de proyectos ha demostrado ser factible también en entornos de bajos recursos (Wootton y Bonnardot, 2010).

En los países europeos, así como en Australia, Canadá y Estados Unidos, las políticas que

involucran las TIC en salud, están orientadas hacia la optimización de los servicios de atención sanitaria para mejorar la accesibilidad, la calidad del servicio, la reducción de los costos y el perfeccionamiento de la gestión. Adicionalmente, se ha otorgado prioridad a la integración de los sistemas para permitir la interoperabilidad de la información médica y la atención de salud a pesar de la movilidad de sus habitantes, atendidos en centros de salud heterogéneos en cuanto a organización y geográficamente distantes (Fernández y Oviedo, 2010b).

En América Latina, existen importantes iniciativas de telesalud (Silva, 2010), entre las que cabe mencionar el Programa Telesalud Brasil Redes y los lineamientos del CENETEC en México, y más recientemente en Perú (2005-2008<sup>5</sup>), Colombia (2010<sup>6</sup>), Venezuela (Asamblea Nacional 2014) y Uruguay (aún en proyecto en 2014). Venezuela, al igual que todos los países de América Latina, se caracteriza por una desigualdad en la disponibilidad y calidad de la asistencia médica especializada para sectores rurales y periferias urbanas.

Por otra parte, el *Análisis del Dominio (AD)* es una etapa de la Ingeniería del Dominio, disciplina utilizada desde hace tiempo en contextos de producción industrial y de desarrollo de software

---

<sup>5</sup> El Perú cuenta con un Plan Nacional de Telesalud, aprobado mediante Decreto Supremo N° 028-2005-MTC; y una Norma Técnica de Salud en Telesalud, aprobada mediante Resolución Ministerial N° 365-2008/MINSA, en: <http://www.telesalud.minsa.gob.pe/>

<sup>6</sup> [Http://wsp.presidencia.gov.co/Normativa/Leyes/Documents/ley141913122010.pdf](http://wsp.presidencia.gov.co/Normativa/Leyes/Documents/ley141913122010.pdf)

basado en componentes reutilizables (Pohl, Bockle, Van Der Linden, 2005), (Khurum y Gorschek, 2009), (Lisboa, García, Lucrédio, de Almeida, de Lemos y de Mattos, 2010).

El *AD* puede abarcar varias etapas y artefactos en los contextos mencionados, se refiere a la captura del conocimiento global sobre el dominio y es un proceso largo y complejo porque debe considerar muchos aspectos para lograr una plataforma para un desarrollo basado en la reutilización, denominada también *Arquitectura de Referencia (AR)*, suficientemente general para ser instanciada en la generación de nuevos productos.

Los artefactos que se producen en los procesos denominados *descendentes* o “*top-down*” que involucran el enfoque de desarrollo de la *AR* antes mencionado, pueden ser modelos conceptuales del dominio, de requisitos y de características o aspectos percibidos por el usuario para modelar componentes comunes y variables (Kang, Cohen, Hess, Nowak y Peterson 1990), la *AR* es el principal artefacto del *AD* y es utilizada como plantilla que se instancia para derivar nuevos productos en la denominada etapa de Ingeniería de la Aplicación (Pohl, Bockle, Van Der Linden, 2005).

Ahora bien, en el marco de este contexto de producción industrial, un enfoque más rápido y ágil muy utilizado en la práctica industrial, en contraposición al antes mencionado “*top-down*”, es el *ascendente* o “*bottom-up*”, el cual se basa en la refactorización de productos existentes, partiendo de la premisa que muchas organizaciones

solo disponen de productos desarrollados en el tiempo, los cuales son heterogéneos, pero comparten elementos comunes, esto implica un desarrollo más ágil, rápido y directo de la *AR* (Rashid, Royer, Rummler, 2011).

Técnicas de reingeniería como la refactorización, son utilizadas para extraer de las arquitecturas de los productos los elementos comunes y variables, en el enfoque descendente no se utiliza la etapa *AD*, porque la información necesaria es extraída directamente de los productos. En trabajos previos (Losavio, Ordaz, Levy y Baiotto, 2012), (Losavio, Ordaz, Levy y Baiotto, 2013), (Losavio, Marchan, Ordaz y Santos, 2014), (Losavio, Ordaz, y Levy, 2014) se ha definido un proceso “*bottom-up*” de refactorización para construir una *AR*, el cual no utiliza *AD*.

Sin embargo, se detectó que el hecho de considerar requisitos globales del dominio es importante para la construcción de una *AR* más flexible y realista que la normalmente obtenida en procesos “*bottom-up*”, por lo cual se ha desarrollado la presente investigación, centrada en definir un proceso ágil, en el sentido de ser rápido y directo, de *AD*, donde no se incluyen modelados conceptuales del dominio ni de características, pero si una modelación exhaustiva de los *requisitos no funcionales* (RNF) que dirigen esencialmente todo el proceso de diseño arquitectónico, y la identificación de *requisitos funcionales* (RF) globales, para ser incorporado como entrada al proceso “*bottom-up*” ya definido (Losavio, Ordaz y Levy, 2014). Por lo tanto, en este trabajo, el *AD* propuesto constituye un puente entre los enfoques “*top-down*” y “*bottom-up*” y

enriquece la *AR* que se produce. El objetivo del trabajo es por lo tanto definir un proceso de *AD Ágil (ADA)* como entrada a un enfoque “bottom-up”, para determinar los requisitos globales de un *Sistema de Información Integrado de Salud (SIS)* que pueda ser utilizado a distancia por diferentes instituciones de salud en ubicaciones geográficamente alejadas en el país, por lo tanto, solo nos referiremos a los *SIS* con servicios de telemedicina, no considerando en este trabajo los aspectos educacionales y administrativos.

*ADA*, será un instrumento que puede ser reutilizado también para otros dominios, consta de las siguientes actividades principales:

- captura de requisitos globales del dominio: *reglas del negocio, estilos arquitecturales, requisitos funcionales principales, los no-funcionales (derivados de las reglas del negocio, de la arquitectura y de los requisitos funcionales;*
- estudio de productos existentes y – estándares utilizados.

Los RNF relacionados con la calidad serán especificados como un *Modelo de Calidad (ISO/IEC, 25010)* para facilitar la comunicación entre los grupos de trabajo unificando así la terminología, de acuerdo con las buenas prácticas de la Ingeniería del Software. Una *AR-SIS* fue definida en trabajos anteriores (Losavio, Ordaz, Levy y Baiotto, 2012), (Losavio, Ordaz, Levy y Baiotto, 2013), (Losavio, Marchan, Ordaz y Santos, 2014), (Losavio, Ordaz y Levy, 2014) a partir de productos existentes, mediante un proceso “bottom-up” de refactorización,

nótese que esta *AR* hereda las características comunes de los productos estudiados debido a la refactorización. Con el presente estudio se prevé sistematizar un *AD* rápido para *SIS* y hacer más reutilizable el proceso completo de diseño de la *AR*, además se requiere “validar” o comprobar la flexibilidad de la *AR-SIS* obtenida previamente sin considerar un *AD*, respecto con las exigencias globales del dominio de *SIS* que se analizan y a las necesidades actuales del país, se detectan además problemas existentes mediante un estudio de campo y se contemplan los lineamientos generales de la recientemente aprobada Ley de Telesalud venezolana (Asamblea Nacional, 2014), que se “traduce” a reglas del negocio para derivar de esta los RNF.

Asimismo, se estructura el presente estudio con una segunda sección donde se describe, por una parte, la situación actual de la telemedicina en Venezuela, a través de una investigación de campo realizada sobre el uso de sistemas médicos y *TIC* en instituciones de salud, públicas y privadas, por otra parte se presentan proyectos de investigación venezolanos sobre el tema.

La tercera sección, presenta el *ADA* aplicado con los *SIS*: identificación de las reglas del negocio, RF y RNF, estudio de las arquitecturas del dominio, análisis de tres *SIS* “open source” en uso en el ámbito internacional, y estándares utilizados. En la cuarta sección, se presenta la *AR-SIS* obtenida en trabajos previos y justificada de acuerdo con las exigencias actuales detectadas por *ADA*. Finalmente, se presentan las conclusiones y recomendaciones.

## 2. Situación actual de la telemedicina/ telesalud en Venezuela

Entes gubernamentales relacionados con el sector salud plantean los siguientes problemas en 2011<sup>3</sup> referidos con los sistemas informáticos y a la interconexión de centros de salud en Venezuela: accesibilidad limitada o nula conexión a la internet, inexistencia de comunicación entre el personal de salud, así como de equipamiento técnico/hardware, sistemas y aplicaciones no integrados, falta de personal especializado y de recursos económicos

Se plantea entonces un *SIS* con servicios de *HCE*, insumos médicos, un sistema nacional público de salud con inclusión social (sinapsis), indicadores de gestión hospitalaria, tratamiento de imágenes; también se propone la interconexión de centros de salud aprovechando la tecnología del satélite Simón Bolívar. Asimismo, se menciona que esta proposición será enlazada con varios proyectos en curso, entre los cuales el SOS de Telemedicina de la Universidad Central de Venezuela (Arrechdera, Fernández y Fariña, 2013), que se tratará en la sección 2.2.

Actualmente, después de casi cuatro años en los cuales, las *TIC* han avanzado aún más, se formula un estudio de campo para percibir la situación actual en Venezuela con respecto a esta problemática. Para tal efecto, se diseña un cuestionario simple dirigido hacia los institutos

de salud públicos y privados de mediana y pequeña talla. A continuación, se presenta la terminología sobre las historias clínicas digitales y el análisis de las encuestas.

### 2.1 Terminología – Historias clínicas electrónicas (HCE)

La introducción de las *TIC*, informatiza la historia clínica (*HC*), que es el conjunto de documentos con datos, valoraciones e informaciones sobre la situación y evolución clínica de un paciente a lo largo del proceso asistencial, siendo *su privacidad, disponibilidad y persistencia* las principales cualidades requeridas. La *HC*, se convierte entonces en una *HC Electrónica (HCE)* o en inglés *Electronic Health Record (EHR)* o *Electronic Medical Record (EMR)*.

La *HC* deja de ser registro manual de información generada por profesionales sanitarios y pacientes, para convertirse en una funcionalidad esencial del Sistema Integrado de Información de Salud del ciudadano. Sin embargo, un *SIS* que considere las *TIC* actuales tiene sentido solo si garantiza, además de la conexión en red, la *interoperabilidad* de las *HCE* (es decir formatos digitales para compartir la información entre diferentes instituciones de salud), no solo en el contextos de centros de salud aislados, sino en el ámbito regional, nacional e internacional (Sabartés-Fortuny, 2013), esta cualidad solo es posible utilizando estándares relacionados con

la estructura de información que conforma la *HCE* y con la forma de transmitirla, numerosos estándares se han definido para la organización de la información de la *HCE*, para que sea interoperable tanto en la transmisión de datos, como para facilitar la comunicación entre el personal de salud (ver sección 2.5); se pueden citar HL7 (Open Clinical, 2011), HXP de Sourceforge, OpenEHR (OpenEHR Foundation, 2013), entre otros (Monteagudo-Peña y Hernández, 2002),.

Si bien las *TIC*, han introducido mejoras sustanciales, lo más utilizado en la práctica son los sistemas de salud clásicos de manejo de citas, facturación, manejo de insumos y servicios de hospitales, los cuales fueron desarrollados en general hace más de veinte años, es decir son sistemas generalmente “stand alone”, “legacy”, reducidos a entornos locales, no siempre compatible entre estos y deben ser adaptados a las nuevas *TIC*, es decir que su evolución es difícil. Se enfatiza, que la interoperabilidad de *HCE*, solo es posible si se utilizan estándares y facilidades de comunicación electrónica a distancia, es decir como un servicio de telemedicina.

El cuestionario se diseñó para obtener información directa sobre la institución, el personal entrevistado, el uso de redes de comunicación (internet, intranet) y de sistemas computarizados de uso médico especializado y/o administrativo, si poseían documentación del

sistema y en particular sobre su arquitectura. En caso de utilizar sistemas médicos, se preguntó si estos manejaban historias clínicas digitales (*HCE*), con el estándar *HL7* (Open Clinical, 2011) o similares, para la estructura de la información interoperable en lo que respecta a datos, y si las historias manejadas eran accesibles por intranet y/o internet, preguntándose también si se conocían las ventajas y desventajas de la interoperabilidad.

En caso de no poseer en la institución sistemas computarizados, se preguntó si aspiran tener un sistema de salud, en caso de estar de acuerdo, se formula la interrogante, si desearían que este sistema corriera en intranet para acceder a las historias clínicas digitales por el personal médico correspondiente y en internet para compartir las historias clínicas con otras instituciones del país, por ejemplo en caso de remitir un paciente a otra dependencia de salud. Se entrevistaron 14 centros e institutos de salud, 5 públicos y 9 privados, ubicados en diferentes estados de Venezuela: Distrito Capital, Lara, Carabobo y Sucre.

## **2.2 Análisis de las encuestas**

Las Tablas 1 y 2, ilustran los principales resultados obtenidos. La figura 1, muestra que, de los sistemas médicos en uso en las instituciones, el 75% manejan *HCE*, 13% manejan imágenes médicas y 12% manejan citas.



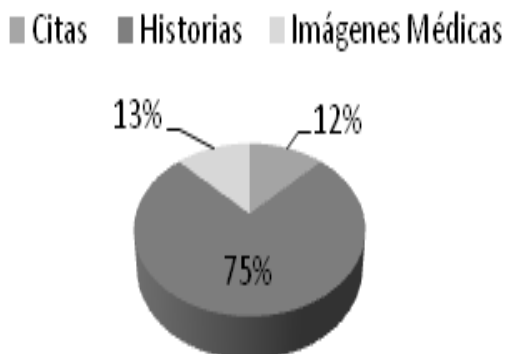
**Tabla 1**  
**Principales resultados de la encuesta por institución**

Institución	Tipo Inst.		Sist. Comp.	Tipo de Sist.		Accesibilidad		Doc. Arq.
	Publ.	Priv.		Adm.	Med.	Intranet	Internet	
Inst. Previsión del Profesorado (IPP) UCV – Dto. Capital		x	x	x	x	x	x	
Cl. Razetti - Lara		x	x	x	x	x	x	x
Hosp. Cent. A. M. Pineda -Lara	x						x	
Cl. Adventista Brto - Lara		x	x	x		x	x	
Hosp. Pastor Oropeza - Lara	x						x	
Hosp. Periférico - Lara	x						x	
Cl. IDB - Lara		x	x	x	x	x	x	x
Cl. IDT. - Lara		x	x	x		x	x	
IPSPUCO - Lara		x	x	x	x	x	x	
Mater. Candelaria García-Sucre	x		x		x		x	x
Policlínica Carúpano - Sucre		x	x	x	x	x	x	x
Centro de Servicios Salud Prof. UC - Carabobo		x	x	x	x	x	x	
Cl. Popular Simón Bolívar - Carabobo	x		x	x				
Servicios Médicos Asistenciales CA - Carabobo		x	x	x		x	x	
<b>Total</b>	<b>5</b>	<b>9</b>	<b>11</b>	<b>10</b>	<b>7</b>	<b>9</b>	<b>13</b>	<b>4</b>

Fuente: elaboración propia, (2015).



**Figura 1**  
**Funcionalidades ofrecidas por el sistema médico.**



Fuente: elaboración propia, (2015).

**Tabla 2**  
**Instituciones públicas y privadas que poseen el servicio en porcentajes**

Institución	Publica	Privada	Total
Sistemas computarizados	14%	64%	78%
Sistemas administrativos	7%	64%	71%
Sistemas médicos	7%	43%	50%
Accesibilidad a Internet	29%	64%	93%
Accesibilidad a Intranet	0%	64%	64%
Manejo de HCE	7%	36%	43%
Documentación de la arquitectura	7%	21%	28%

Fuente: elaboración propia, (2015).

Sin embargo, las instituciones que poseen sistemas médicos con manejo de *HCE*, no las exportan a otras instituciones de salud, al igual que no manejan el estándar HL7, u otro estándar para la interoperabilidad. En este orden de ideas, se determinó que las instituciones que poseen sistemas de información automatizados utilizan en general plataforma Windows.

### **2.1.1 Conclusiones sobre el estudio de campo realizado**

La aplicación del estudio de campo, mostró que hay una mejora con respecto al año 2011, por lo menos lo relacionado con la accesibilidad de la Internet, al determinar que todas las instituciones privadas lo disponen, en el caso de la pública, solo una carece de esta conexión. Sin embargo, se esta aún lejos de tener la interoperabilidad de las *HCE*, porque Internet no es utilizada para comunicar información médica con otros centros de salud, ni tampoco hay estándares sobre el uso para la exportación de las *HCE*.

En cambio, la mayoría de las instituciones que tienen intranet y sistemas médicos si utilizan las historias digitalizadas para que el personal de salud autorizado pueda acceder a lo interno. Otro aspecto alarmante, es que solo una de las cinco instituciones públicas tiene un sistema médico. Es de esperar que con la promulgación reciente de la Ley de Telesalud (Asamblea Nacional, 2014), exista un compromiso mayor por parte del gobierno para cumplir con los objetivos principales allí planteados. La sección 3 muestra

como integrar esos objetivos al diseño de una *AR* para *SIS* adaptada e estas exigencias, mediante el *ADA* aquí definido.

### **2.2 Proyectos relacionados con la telesalud/telemedicina en Venezuela**

Los problemas recientemente planteados tienen viejas raíces y nuestra comunidad científico-académica ha sido consciente de ellos (Silva, 2010).

1. En (Programa de las Naciones Unidas para el Desarrollo, 2002) y posteriormente en (Arrechedera, Fernández y Fariña, 2013), se hace una reseña histórica de varios proyectos que se han iniciado en Venezuela desde la década de los '90, hacia la implantación de programas y proyectos de investigación relacionados con la telemedicina:

- el Centro de Procesamiento de Imágenes de la Facultad de Ingeniería de la Universidad de Carabobo (UC) formula el proyecto asociado con la Facultad de Ciencias de la Salud, el Instituto de Salud del estado de Carabobo (INSALUD) y el Instituto Docente de Urología (IDU-Clínica Privada). Dicho proyecto fue una de las primeras experiencias que involucró telecomunicaciones, multimedia y computación, aplicadas al área de la salud en Venezuela y a finales de los 90, realizó una propuesta para crear una red digital integrada de alta velocidad (REDIUC) en el estado Carabobo, conectando las instituciones INSALUD y la Facultad de

- Ciencias de la Salud de la UC.
  - El proyecto Miniature apoyado por CANTV y la fundación Centro Médico de Caracas (instituto médico privado) fue el primer proyecto piloto de telemedicina, conectaba un centro de atención primaria de salud (Centro La Milagrosa) con el Centro Médico de Caracas, mediante una red digital integrada de alta velocidad, para dar apoyo médico a regiones rurales (Archila, Montilla y Subacius, 1996).
  - El Grupo de Ingeniería Biomédica (GIBULA) de la Universidad de Los Andes (ULA) en 1993, inicia un proyecto para proceso y reconstrucción de imágenes en 3D abriendo una nueva línea de investigación, posteriormente planifican una estación para telemedicina y utiliza la red tele informática del estado de Mérida (RETIEM).
  - Docentes de la Universidad Católica Andrés Bello (UCAB), participaron en el año 2006 en el desarrollo del proyecto RETO5 de Telemedicina de la Misión Ciencia, responsabilizándose del sub-proyecto de conectividad, el cual no llegó a ser aprobado, sin embargo en el año 2009, se creó en la UCAB el curso Tópicos en Telemedicina, el cual es aún vigente (Pirrone, 2010). Debe notarse que los aspectos docentes en telemedicina son resaltados en todas las leyes recientemente promulgadas en países latinoamericanos.
  - El Grupo de Bioingeniería y Biofísica Aplicada (GBBA) de la Universidad Simón Bolívar (USB) han realizado aplicaciones desde la ingeniería y la física en la telemedicina: el medicarro (2006) y el negatoscopio digital para capturar y transferir data de los pacientes de manera inalámbrica. El medicarro dispone de un equipo de monitoreo de signos vitales que funciona con baterías de larga duración y con un software de historias médicas digitales (SINAPSIS) (Silva, 2010).
  - El Centro de Análisis de Imágenes Biomédicas Computarizadas (CAIBCO) de Facultad de Medicina de la Universidad Central de Venezuela (UCV), inicia un proyecto en Telemedicina, el SOS-TLM en el 2004, el cual para cumplir con sus objetivos, proporciona accesibilidad a la telefonía IP (Internet Protocol), video por demanda, carteleras y video conferencias hacia regiones insulares de la selva amazónica y de orillas del río Orinoco.
- Los autores dicen que la metodología utilizada consideró la investigación en telemedicina, ingeniería del software y de telecomunicaciones, definición de estándares y de condiciones de interoperabilidad necesarias, así como el desarrollo de las plataformas tecnológicas y los procesos de teleconsulta y telediagnóstico (Arrechdera, Fernández y Fariña, 2013).
- Luego de casi 10 años de desarrollo e implementación han obtenido un programa claramente conceptualizado, una red social de apoyo, un equipo profesional multidisciplinario calificado, una aplicación propia desarrollada en software libre, para tele consulta y tele diagnóstico. Se concretó una red de telemedicina en expansión de 33 centros de atención primaria

en los estados de Nueva Esparta, Amazonas, Anzoátegui y Miranda, dotados con la tecnología necesaria y conectados con la Facultad de Medicina de la UCV. Es importante señalar, que es el único proyecto que propone utilizar la Ingeniería del Software entre las disciplinas que lo sustentan.

2. Se hace referencia, también a los trabajos de la UC sobre las *HCE* y los estándares de interoperabilidad, también en un contexto de *HCE* ocupacionales en la región de Guayana, realizados por H. Villegas y su grupo de la Universidad de Carabobo (Lugo, Villegas, Villegas y Pacheco, 2009), (Pardo y Villegas, 2009).

3. En agosto de 2012, el Laboratorio de Modelos, Software y Tecnologías (MoST) de la Escuela de Computación de la UCV, formula ante el Fonacit el proyecto DISoft (Desarrollo Industrial de Software) dentro de la línea de investigación prioritaria de desarrollo industrial (Losavio, 2012), (Losavio, et al., 2012), el cual es aprobado administrativamente en 2013. DISoft propone definir un proceso de diseño de una AR considerando las dos metodologías "top-down" y "bottom-up" utilizadas en el área.

Un primer proceso propuesto en DISoft incluye un diseño ascendente o "bottom-up" (Losavio, Ordaz, Levy y Baiotto, 2013), que modela la arquitectura del sistema de software como un grafo conexo, para construir una primera AR candidata a partir de la unión de las arquitecturas de productos o sistemas de software existentes, mediante un proceso "ágil", comparado con

el enfoque clásico descendente o "top-down" (Losavio y Matteo, 2013), que propone un modelo conceptual de la AR basado en vistas de calidad.

Esta nueva tendencia de desarrollo de software abarca el enfoque de las *Líneas de Productos de Software (LPS)*, en inglés "*Software Product Lines (SPL)*" (Clements y Northrop, 2001), y es un nuevo paradigma de la Ingeniería del Software que enfoca la reutilización para bajar los costos del desarrollo, aumentar la confiabilidad y la capacidad evolutiva de los sistemas de software. Para ello, debe estudiarse un dominio de aplicación para capturar la información relativa con el sistema organizacional y con los sistemas de software que automatizan los procesos involucrados, en nuestro caso el dominio está constituido por los *SIS*, los cuales entran en la categorización de sistemas integrados porque tratan con la interoperabilidad de la información digitalizada transmitida y compartida en redes locales y remotas.

Un estudio de campo es planteado en el proyecto DARGRAF del Consejo de Desarrollo Científico y Humanístico (CDCH) de la U.C.V. en 2013, para estudiar como primer objetivo la situación en Venezuela con respecto a los *SIS*; en este proyecto se propone como segundo objetivo definir una etapa inicial de *Análisis del Dominio (AD)* (Losavio, Marchan, Ordaz y Santos, 2014) incluyendo el estudio del negocio, para completar el proceso bottom-up de DISoft, que no contempla un verdadero *AD* porque solo considera el análisis de productos existentes, los requisitos de calidad prioritarios del dominio

son modelados por el estándar (ISO/IEC 25010, 2011), para facilitar la comunicación entre los grupos de desarrolladores.

El proceso *ADA* y los resultados del estudio de campo se presentan en este artículo. El *AD* es una fase inicial de la disciplina *Ingeniería del Dominio* (Pohl, Bockle y Van Der Linden, 2005), donde se identifican *RF* y *RNF* para determinar las partes comunes y variables de la *AR*. Son los primeros proyectos en Venezuela en un contexto de producción industrial de software, dirigidos a formular bases teóricas de una metodología sistemática completa, práctica y ágil de desarrollo de una arquitectura genérica para derivar a partir de ella, productos de software de calidad, ya que todas las propiedades de calidad requeridas son justificadas en el *ADA*, que abarca el dominio de los *SIS* y las *TIC* necesarias para la telemedicina.

Por lo tanto, el presente artículo se enmarca en el contexto de los proyectos *DISoft #2011001343* del Fonacit (Losavio 2012) y *DARGRAF #PG03-8730-2013-1* del CDCH-UCV y define el proceso *ADA*, como entrada al proceso “bottom-up” de construcción de la *AR* planteado en *DISoft*, junto con un panorama del estado de los *SIS* en Venezuela, extraído del estudio de campo (ver sección 2.1). *ADA* contempla el estudio del negocio de *SIS* considerando los fundamentos de la Ley Orgánica de Telesalud en Venezuela (Asamblea Nacional, 2014).

A pesar de lo antes expuesto, la mayoría de los proyectos de telemedicina implementados en países latinoamericanos muestran un

reducido alcance y no se encuentran alineados, ni integrados con las políticas de salud o con las estrategias de *TIC* en el ámbito nacional (Fernández y Oviedo, 2010a). Algunos de los factores que afectan la adopción de *TIC* en beneficio de los servicios de salud en América Latina como en otros lugares del mundo, son la falta de voluntad política, la carencia de estrategias nacionales y regionales claras por parte de los gobiernos, la ausencia de marcos legales y normativas, la resistencia al cambio, la lenta penetración de Internet con banda ancha, la falta de preparación para abordar los problemas tecnológicos complejos que involucran el uso de las *TIC* y la falta de financiamiento, entre otros (Wootton 2009), (Wotton y Bonnardot, 2010).

En tal sentido, se considera que la promulgación reciente de leyes sobre telesalud en el contexto venezolano, como también en Colombia, Perú y Uruguay muestra una clara intención por parte del gobierno para resolver, por lo menos determinados problemas planteados.

### **3. Análisis del Dominio Ágli (ADA) de SIS**

#### **3.1 Reglas del negocio**

##### **Ley de Telesalud (2014) en Venezuela**

La ausencia o deficiencias de los servicios médico-asistenciales en zonas rurales y geográficamente alejadas dificultan a los pacientes obtener una atención médica equitativa, oportuna y de calidad. Igualmente, las desigualdades económicas restringen el poder acceder a los servicios de salud pública. La creación de centros

ambulatorios ha permitido la descentralización de los hospitales principales para mitigar estas carencias, pero ha sido insuficiente y en general se ha visto del estudio anterior que estos centros carecen en general de la accesibilidad de las redes de comunicación, lo cual dificulta la remisión de pacientes y su documentación hacia otros centros hospitalarios, así como el intercambio de información digital entre el personal médico, lo cual reafirma que solo es posible si se utiliza estándares de interoperabilidad, además de la comunicación en red.

Asimismo, persiste la necesidad de una penetración más profunda de los servicios públicos en lugares remotos del país. Se menciona también, que uno de los factores que incide negativamente sobre el funcionamiento del sector salud es una deficiente gestión del servicio (Arrechedera, Fernández y Fariña, 2013).

El 17 de agosto de 2014, se promulga en Venezuela la Ley de Telesalud (Asamblea Nacional, 2014), la cual se apoya fuertemente en las *TIC* y en la facilidad para acceder a la información médica compartida, para que los profesionales de la salud puedan interactuar en su ambiente de trabajo y desde sitios geográficamente distantes y prestar así un mejor servicio al ciudadano. Esta, se focaliza en cuatro objetivos principales referidos con los servicios de telemedicina, que son los que se analizan en el presente estudio.

1. Sistematizar y digitalizar historias clínicas
2. Crear una base de datos de especialistas nacionales e internacionales
3. Desarrollar una plataforma Web para solicitar turnos (citas)

4. Equipar las unidades médicas con banda ancha, fibra óptica y computadoras.

Insistimos en que estos objetivos tienen sentido, solo si los centros de salud disponen de *sistemas médicos integrados* en un contexto de telemedicina, es decir que estén conectados en red y utilicen estándares para la interoperabilidad de la información digital que se pretende compartir a distancia; “sistematizar y digitalizar”, “plataforma Web”, “banda ancha, etc.”, no son suficientes, sin el uso de estándares que garanticen la interoperabilidad de la información.

De los objetivos principales de la Ley de Telesalud en Venezuela (Asamblea Nacional, 2014), referidos con la telemedicina con fuerte apoyo en las *TIC*, citados anteriormente, se extraen RNF, los cuales hacen referencia con los objetivos de calidad exigidos al sistema y de calidad arquitectural que deben cumplirse, al igual que las funcionalidades usuales del sistema o RF previstas para el usuario, se indican,

1. *Sistematizar y digitalizar historias clínicas*; este objetivo implica:

- manejo de *HCE* y lo relativo con la práctica médica (RF): las historias clínicas son digitales en un formato que garantice la *interoperabilidad* (RNF de calidad que permite compartir información), - ayuda al diagnóstico (RF), - emisión de órdenes médicas (RF).

Estos RF, implican también el RNF de calidad y *confiabilidad*, porque las *HCE* deben estar siempre *disponibles*, el sistema amerita garantizar

la confiabilidad, no pueden presentarse fallas de interrupción o recuperación, ya que están involucradas vidas humanas, además las HCE no pueden ser destruidas, lo que implica el RNF *persistencia*.

2. *Crear una base de datos de especialistas nacionales e internacionales*, este objetivo implica:

- la *portabilidad* (RNF de calidad arquitectural) de las *BD* a diferentes plataformas y - reuniones médicas e interconsultas a distancia (RF relativo a la telemedicina que implica también el RNF de calidad *disponibilidad*).

Según la mencionada Ley de Telesalud, las exigencias de la telemedicina son los servicios: “teleconsultoría” o “teleconsulta” (interacción remota entre personal de salud sobre un caso concreto), “telediagnóstico” (mostrar al paciente el diagnóstico resultante de una consulta a distancia), “teleatención” (cuidado remoto de pacientes en estructuras de salud de baja complejidad) siempre que el paciente haya accedido a algún servicio de telemedicina, “teleadministración” (control de citas, HCE, inventarios, seguimiento de epidemias y similares), “teleradiología” (tratamiento digital de imágenes) y “tratamiento digital de exámenes de laboratorio”.

Es de observar, que todos los servicios de telemedicina implican el RNF de calidad *confiabilidad* (*disponibilidad*).

3. *Desarrollar una plataforma Web para solicitar turnos (citas)*, este objetivo implica una atención personalizada al paciente en línea como

servicio de telemedicina (RF que implica también los RNF de calidad *precisión, eficiencia*).

4. *Equipar las unidades médicas con banda ancha, fibra óptica y computadoras*, este objetivo implica disponer de una infraestructura para la comunicación electrónica en redes con RNF de alta *disponibilidad, seguridad y eficiencia* (requisitos de calidad arquitectural)

Adicionalmente, con los objetivos generales señalados anteriormente, se destaca: el *Artículo 8 de la referida Ley*, que trata explícitamente de la autorización del usuario para los servicios de telemedicina, implica el RNF de calidad *seguridad (autenticación)*.

Asimismo, el *Artículo 9* trata sobre la accesibilidad y protección de la información: implica el RNF *seguridad (confidencialidad-privacidad, autenticación del personal autorizado y la integridad de datos)*, son RNF de calidad que provienen de RF “Manejo de HCE” y “Acceso al sistema”.

De igual forma, menciona la disponibilidad como una característica de seguridad, sin embargo en (ISO/IEC 25010, 2011) (ver Figura 4) que es un estándar internacional reconocido para modelar la calidad del producto de software, se coloca como una sub-característica de confiabilidad, ya que hace referencia a la tolerancia de fallas, la madurez y la capacidad de recuperación del sistema, en este estudio se considera como una sub-característica de confiabilidad. Las políticas gubernamentales dictan además el uso de software libre y el “open source”.



### Requisitos funcionales (RF) deducidos de las reglas del negocio

Práctica médica, incluyendo el manejo de HCE, la ayuda con el diagnóstico, emisión de órdenes médicas considera servicios de telemedicina, atención personalizada al paciente (captura de datos demográficos, citas, etc.) incluyendo servicios de telemedicina, tratamiento de imágenes medicas, así como acceder a programas y datos.

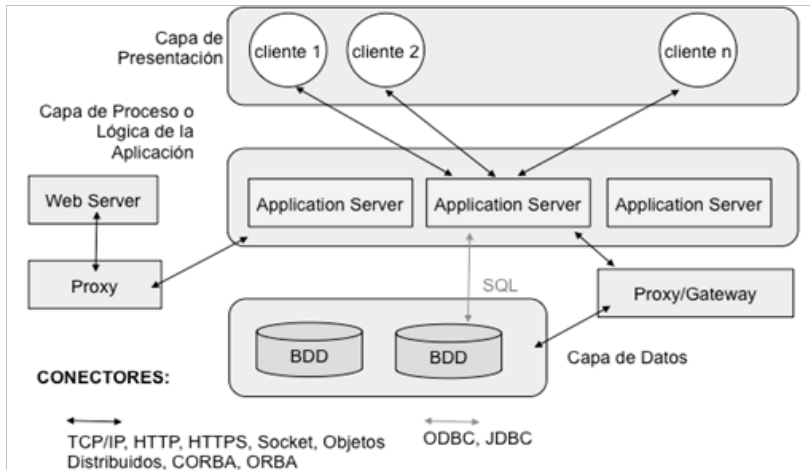
### Requisitos no funcionales (RNF) deducidos de las reglas del negocio

*Interoperabilidad, seguridad (confidencialidad, autenticación, integridad), confiabilidad (disponibilidad-persistencia), eficiencia (en tiempo de respuesta).*

### 3.2 Estilos arquitectónicos

Los estilos arquitectónicos observados en el dominio de los SIS son: cliente-servidor para la comunicación distribuida, SOA o “*Service-Oriented Architecture*” y capas o en inglés “*layers*”, clásicas de los sistemas de información (Presentación, Proceso o Lógica y Datos). Estos estilos en combinación pueden garantizar una plataforma interoperable, portable, modificable y segura con respecto a la transmisión de la información como servicios Web adecuados accesibles por un servidor Web o en inglés *Web Server (WS)*, la integración o portabilidad de las diferentes bases de datos se logra vía un Proxy o Gateway. La Figura 2 muestra esta arquitectura.

Figura 2. Arquitectura híbrida cliente-servidor/SOA/capas



Fuente: elaboración propia, (2015).

## Requisitos no funcionales (RNF) deducidos de la arquitectura

Se tienen dos alternativas:

1. La arquitectura *cliente-servidor/SOA/3-Capas* con una interfaz usuario de páginas Web dinámicas garantiza con respecto a la comunicación: la *seguridad* relacionada con los protocolos de comunicación, la *interoperabilidad* de los servicios Web transmitidos, la *eficiencia* dependiendo del ancho de banda de la red y del servidor de páginas que se utilice, la *disponibilidad* de los servicios no es garantizada 100% sin agregar mecanismos adicionales, la *portabilidad* a diferentes plataformas

2. La arquitectura *cliente-servidor/SOA/3-Capas*, con una interfaz usuario clásica basada en MVC o similares, no páginas Web, separada en el cliente para servicios locales y en el servidor para servicios remotos, accesibles a través de un WS que engloba los servicios de la capa de proceso y de datos, tiene las mismas características anteriores, pero permite tener más flexibilidad en cuanto a la posible evolución o capacidad de modificación del sistema y garantizar más disponibilidad por el hecho de no depender de un servidor de páginas.

En conclusión, los nuevos RNF de calidad identificados con respecto a la arquitectura son: *portabilidad (adaptabilidad-escalabilidad)*, *facilidad de mantenimiento (capacidad de ser modificado)*.

## 3.3 Estudio de productos SIS existentes

Los requisitos mencionados anteriormente provienen de las reglas del negocio, las funcionalidades, así como de las arquitecturas encontradas en el dominio. Pare tener una visión aún más precisa del dominio de los SIS, se procede ahora a estudiar tres productos “open source” muy utilizados en el mercado, **OpenEMR** (OpenEHR Foundation, 2013), **PatientOS** (Caulton, 2013) reportados en 2010 con 90% y 92% de uso respectivamente, y **Care2x** (COSGov Vietnam, 2005), (Care2x, 2013). La figura 3, muestra la vista lógica UM: de los tres productos, donde los nombres de los componentes han sido unificados, respetando la semántica de las funcionalidades.

### OpenEMR

Es un sistema de Registro Médico Electrónico, en inglés *Electronical Medical Record (EMR)*, en el cual se han agregado servicios usuales de SIS, permite a múltiples usuarios introducir datos desde ubicaciones geográficas distantes y desde diferentes dispositivos computacionales, asegurando *portabilidad*, vía Internet con *Servidor Web (SW)* y redes de telefonía móvil. La “suite” OpenEMR basada en el estándar OpenEHR, es una aplicación Web, basada en servicios Web, que reducen el costo total, sin embargo su *disponibilidad* depende de la conectividad de las redes y del SW. La arquitectura es en 3-capas, con estilo SOA, más

la capa de comunicación o transmisión *d*, que incluye la capa de servicios, se muestra en la figura 3.

La comunicación pasa del *navegador o Browser a1* en el cliente, al WS (*d1*) y debe ser compatible con un motor de páginas PHP, Apache en este caso, receptor en formato no encriptado de solicitudes, vía HTTP (basado en TCP/IP), si se utiliza una comunicación vía HTTPS o SSL (Secure Socket Layer), se beneficia del encriptado, para incrementar el grado de *seguridad*. También ofrece interfaz para móviles (*d2*) y las funcionalidades básicas de telemedicina a través de un portal (*a2*) y reportes (*a3*), propone un componente de tratamiento de imágenes. Utiliza MySQL en *c1* como base de datos (*BD*) para la *persistencia*.

La *interoperabilidad* vía HL7 CDA Engine parece estar aún en vías de implementación, así como el módulo de Imágenes Médicas, el cual no se muestra en la figura 3, los nombres de los componentes se han mantenido en inglés con fines de difusión internacional.

## PatientOS

Es un *SIS* “stand alone”, basado también en el estándar OpenEHR y sigue el modelo cliente-servidor de sistemas distribuidos, permite al personal de salud de una determinada especialidad definir la semántica de la información de sus propios registros médicos mediante los modelos de OpenEHR, facilitando también el uso de la terminología de la

especialidad, el repositorio de estos modelos se denomina *arquetipo* (estándar ISO 13606-2).

Posee un componente de interfaz importante separado *a4. GUI* que no es de páginas Web y corre en el cliente para servicios locales en “Cache” y en la capa servidor (*b5*) para servicios web remotos accesibles vía un Proxy o *Gateway*. Garantiza la *capacidad de ser modificado*, que expresa la flexibilidad a los cambios por los patrones *MVC y Façade*, evitando también los problemas de *disponibilidad* que pueden ocurrir con un Browser.

El lenguaje Java, garantiza la *portabilidad* en general y para el sistema manejador de bases de datos (SMBD) con en API JDBC (Java DataBase Connectivity), la *persistencia* es afianzada por el mecanismo Hibernate, también de Java. Para la *interoperabilidad* de *HCE* con el estándar HL7 utiliza el sistema *Mirth* con licencia pública de Mozilla (MPL) 1.1. es una plataforma de interfaz con HL7 para envío bidireccional de mensajes HL7 entre sistemas y aplicaciones sobre múltiples medios de transporte. También ofrece funcionalidades básicas de *SIS* con servicios de telemedicina, ver figura 3.

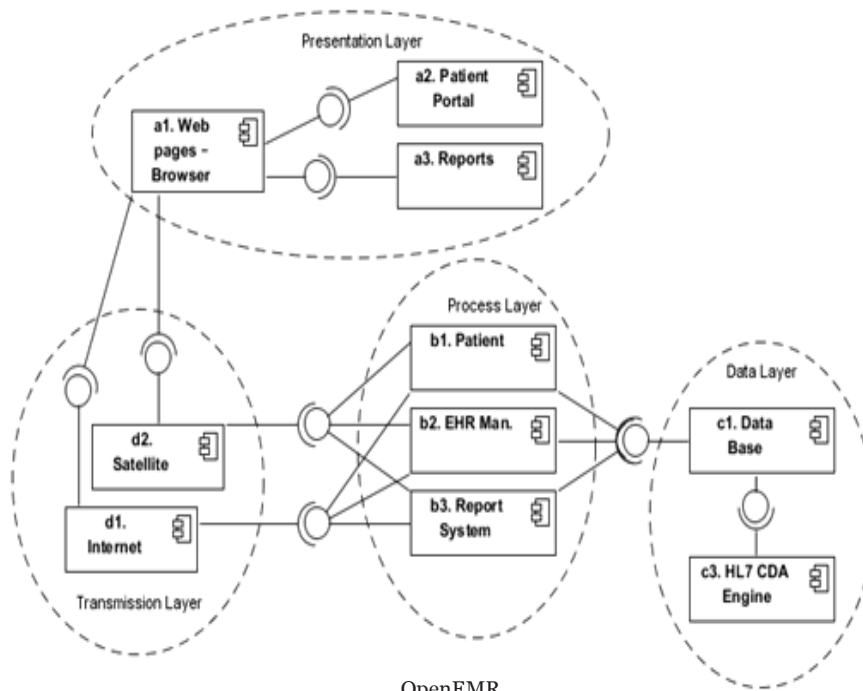
## Care2X

Es un *SIS* para los servicios normales hospitalarios hace referencia con la atención al paciente, facturación, radiología (RIS), laboratorios y farmacia (LIS) y patología (PIS). Es una aplicación Web, la interfaz usuario es a través de un Browser; con motor de páginas PHP compatible con el

WS Apache, la *interoperabilidad* es garantizada por el protocolo HXP de intercambio de datos, protocolo XML-RPC (<http://hxp.sourceforge.net>), el cual puede generar HL7 (Latorrilla, 2004). Para la *portabilidad* entre los SMBD utiliza el API ODBC (*Open DataBase Connectivity*), el cual es un estándar de accesibilidad para las BD, interpreta las conexiones y llamadas SQL y las traduce y por esto soporta MySQL y PostgreSQL,

para mejorar la *eficiencia* utiliza la biblioteca ADOdb para PHP, que permite que la BD pueda cambiar sin necesidad de reescribir cada llamada realizada por la aplicación. La BD también asegura la *persistencia*. En la documentación estudiada no se habla específicamente de la *seguridad*, la cual es delegada a los protocolos de red HTTPS, ver figura 3.

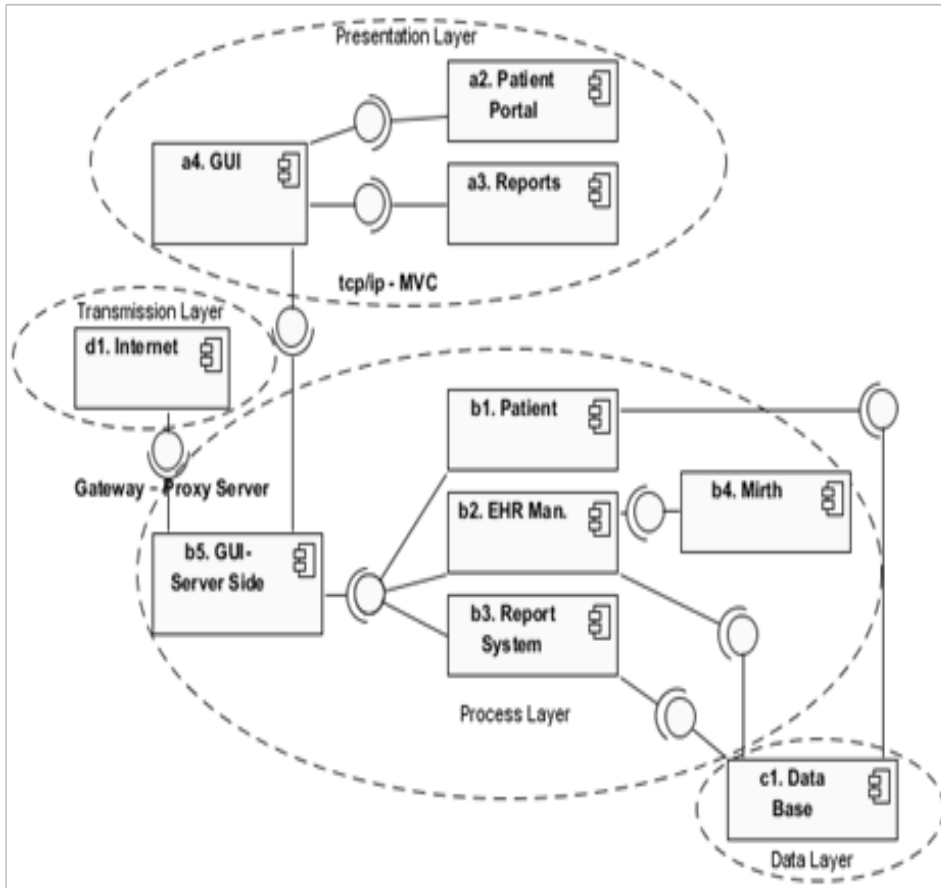
**Figura 3**  
Tres arquitecturas de SIS representadas en UML: OpenEMR, PatientOS, Care2X



OpenEMR

Fuente: elaboración propia, (2015).

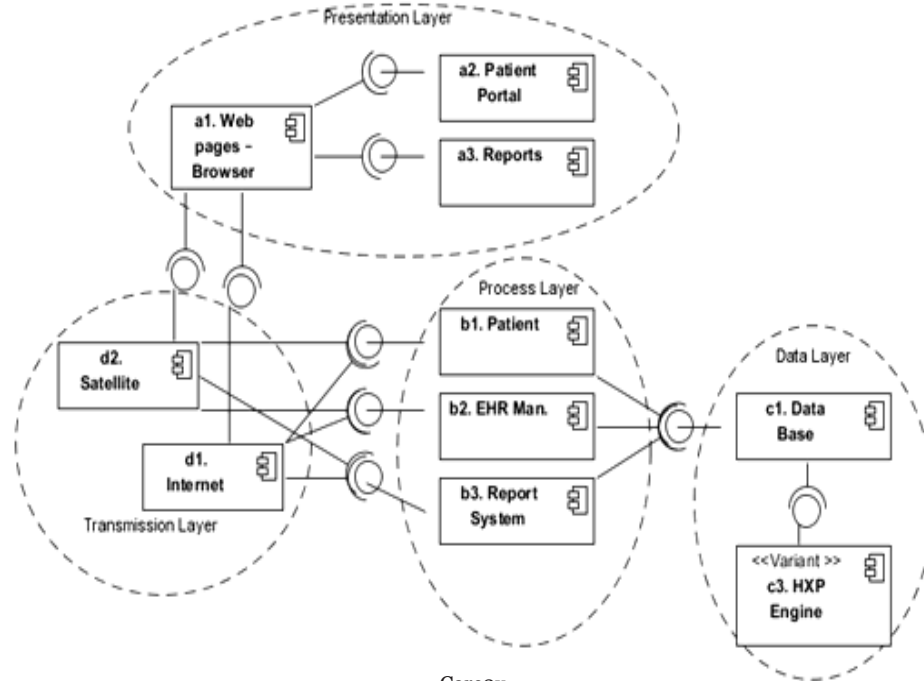
Figura 3. Cont...



PatientOS

Fuente: elaboración propia, (2015).

Figura 3. Cont...



Fuente: elaboración propia, (2015).

En conclusión, los tres *SIS*, vistos son distribuidos, dos son aplicaciones Web bajo SOA, todos siguen el estilo 3-capas clásico de sistemas de información presentación (a), lógica de la aplicación (b) y datos (c), más la capa de comunicación o transmisión (d) hacia las redes, que incluye la capa de servicios y que resuelve la *portabilidad (adaptabilidad, escalabilidad)*, la *facilidad de mantenimiento* e *interoperabilidad* con respecto a los servicios

Web, tratan el problema de la conexión en redes a localidades distantes (*d1, d3*) por Internet para servicios de telemedicina o consultorios médicos independientes en un mismo centro de salud vía Intranet, dos ofrecen red móvil (*d2*). La *seguridad* respecto a la *confidencialidad* o *privacidad* es asegurada en parte por los protocolos de comunicación de red HTTPS utilizados en OpenEMR y Care2X y suponemos en parte en la capa de proceso, aunque no se

mencione explícitamente en la documentación estudiada, en PatientOS se resuelve en la capa de proceso, la *integridad* de datos y la *portabilidad* por el SMBD en la capa de datos *c*. Las principales diferencias radican en como realizar la *interoperabilidad* de *HCE* (componentes *b4*, *c2* y *c3*) y en como resolver la *portabilidad* respecto con diferentes SMBD, la BD asegura la *persistencia* y la *integridad*, el componente de interfaz usuario *a4*. GUI , separado asegura mayor *capacidad de mantenimiento* del sistema

y mayor *disponibilidad* porque no utiliza Browser ni WS. La interfaz de páginas *a1*. *Browser*, de bajo costo y rapidez de desarrollo, ofrece menor *disponibilidad*, porque depende del SW. La tabla 3, a continuación presenta los componentes arquitectónicos y conectores comunes y variantes de los tres productos considerados en el estudio. Los conectores entre dos componentes *x*, *y* se denotan por *xRy*, siendo *R* una relación simétrica, los conectores simétricos no se muestran.

**Tabla 3**  
**Componentes y conectores de las arquitecturas de cada producto, los componentes comunes se muestran en negrillas.**

OpenEMR	PatientOS	Care2x
<b>a. Presentation Layer</b>	<b>a. Present. Layer</b>	<b>a. Present. Layer</b>
<b>Componentes:</b> a1. Web pages-Browser a2. Patient Portal a3. Reports - <b>Conectores:</b> a1Ra2 a1Ra3 a1Rd1 a1Rd2 - - -	<b>Componentes:</b> - a2 a3 a4. GUI (no de páginas Web) <b>Conectores:</b> - - - - a4Ra2 a4Ra3 a4Rb5	<b>Componentes:</b> a1 a2 a3 - <b>Conectores:</b> a1Ra2 a1Ra3 a1Rd1 a1Rd2 - - -
<b>b. Process Layer</b>	<b>b. Business logic</b>	<b>b. Process Layer</b>

Fuente: elaboración propia, (2015).



**Tabla 3. Cont...**

<b>Componentes:</b> <b>b1.</b> Patient <b>b2.</b> EHR Management <b>b3.</b> Report System - - <b>Conectores:</b> b1Rc1 b1Rd1 b1Rd2 - b2Rc1 b2Rd1 b2Rd2 - - b3Rc1 b3Rd1 b3Rd2 - - - - -	<b>Componentes:</b> <b>b1.</b> Patient business model <b>b2</b> <b>b3</b> b4. Mirth (HL7 engine) b5. GUI – Server Side <b>Conectores:</b> b1Rc1 - - b1Rb5 b2Rc1 - - b2Rb4 b2Rb5 b3Rc1 - - b3Rb5 b5Rb1 b5Rb2 b5Rb3 b5Rd1	<b>Componentes:</b> <b>b1</b> <b>b2</b> <b>b3</b> - - <b>Conectores:</b> b1Rc1 b1Rd1 b1Rd2 - b2Rc1 b2Rd1 b2Rd2 - - b3Rc1 b3Rd1 b3Rd2 - - - - -
<b>c. Data Layer</b>	<b>c. Data Layer</b>	<b>c. Data Layer</b>
<b>Componentes:</b> <b>c1.</b> Data Base <b>c2.</b> HL7 CDA Engine <b>Conectores:</b> c1Rc2 -	<b>Componentes:</b> <b>c1</b> - <b>Conectores:</b> - -	<b>Componentes:</b> <b>c1</b> <b>c3.</b> HXP Engine <b>Conectores:</b> - c1Rc3
<b>d. Transmission</b>	<b>d. Transmission</b>	<b>d. Transmission</b>
<b>Componentes:</b> <b>d1.</b> Internet d2. Satellite	<b>Componentes:</b> <b>d1</b> -	<b>Componentes:</b> <b>d1</b> d2

Fuente: elaboración propia, (2015).

### 3.4 Conclusión sobre el ADA

Se procede a revisar e integrar los requisitos identificadas por el estudio de las reglas del negocio y las arquitecturas de 3 productos existentes en el mercado.

De los **RF** se extraen las **funcionalidades básicas** para *SIS*, ofrecidas en la capa de presentación a través de la interfaz usuario vía *a1. Browser* o *a4. GUI* separada son:

- *la atención básica al paciente (donde interviene el manejo de las HCE, control de citas, etc.)* accesible a través de *a2. Portal con servicios de telemedicina* a través de *b1. Patient Portal* y *b2. EHR management*;
- *la emisión de a3. Reports* a través de *b3. Report System*
- *tim. Images* para el tratamiento de imágenes y *- lab. Laboratory* para el tratamiento de exámenes de laboratorio y farmacia, observadas en algunos de los productos y mencionados en la Ley de Telesalud, podrían ser incluidos también en la capa de presentación como componentes comunes.

En cuanto a los **RNF de calidad** para *SIS*, no hay cambios con respecto al *AD*, estos son recopilados en el *Modelo de Calidad del Dominio*, como sigue, denotándose también su importancia o prioridad en el rango [1-3], 1 alta, 2 media y 3 baja:

- interoperabilidad (1)
- seguridad (confidencialidad-privacidad, autenticación, integridad) (1)
- confiabilidad (disponibilidad-persistencia) (1)

- portabilidad (adaptabilidad-escalabilidad) (2),
- facilidad de mantenimiento (capacidad de ser modificado) (3)

Como conclusiones del *ADA* realizado, por una parte hemos comprobado que es necesario este paso rápido, inclusive en un proceso “bottom-up”, porque del estudio del negocio se pueden derivar exigencias que no necesariamente se manifiestan al analizar los productos existentes, que pueden no ser muchos. Por otra parte, es un proceso subjetivo como la mayoría de los métodos existentes de diseño arquitectónico y la experticia del arquitecto es necesaria.

### 3.5 Principales estándares utilizados en el desarrollo de *SIS*

De acuerdo con la definición del *ISO* (1992) un estándar o norma es un documento establecido por consenso y aprobado por un organismo reconocido, que proveen para un uso repetido y rutinario, reglas, guías o características para sus actividades o resultados, dirigidas hacia la consecución de un grado óptimo de orden en un contexto dado. En el caso de los *SIS*, el uso de estándares es imprescindible para garantizar la interoperabilidad de los registros médicos en general entre funcionarios y centros de salud. Los principales estándares de interoperabilidad utilizados en telemedicina/telesalud para el manejo de HCE interoperables son:

Estándares de mensajería e intercambio de datos para la plataforma de interoperabilidad de la HCE:

**HL7 (Health Level 7) v3** (2003) estándar de mensajería que soporta la comunicación entre el instituto de salud y los registros médicos (Health Care Records (HCR) o Electronic Medical Records (EMR) producidos por diferentes sistemas de salud (Open Clinical, 2011), **HL7 CDA (Clinical Document Architecture)**, propuesto como un ANSI standard en 2005; 4-capas: GUI, servicios, lógica, persistencia. Contiene especificaciones de formatos de mensajes, estructura de documentos clínicos electrónicos y vocabularios controlados para dominios de salud; **HXP (Healthcare eXchange Protocol)** es un protocolo estándar de intercambio de datos usado por aplicaciones en el dominio de salud para comunicar transparentemente entre instituciones, independientemente de la plataforma (portabilidad).

**DICOM** (Imageneología diagnóstica e integración): especifica la representación e información de estudios imageneológicos digitales, especifica las interfaces para realizar búsquedas y transmisión de estudios e imágenes. Se utiliza para acceder a estudios imageneológicos, (Pazos, 2010b).

OpenEHR: estándar abierto para crear HCE normalizadas orientadas hacia la gestión del conocimiento, ofrece dos modelos separados (modelo dual) que favorecen la modularidad, el bajo acoplamiento y la reutilización, permiten la interoperabilidad semántica entre distintos actores para una HCE completa. **CEN (Comité Europeo de Normalización) TC251**, en **CEN 13606** (nuevo estándar europeo **prENV 13606-**

**1** para Comunicación con HCE, y ahora **ISO 13606**), consta de cinco partes, siendo la parte 1 la más adelantada pero aún en fase de aprobación, la cual trata del Modelo de Referencia: *un modelo de información genérico para comunicar con la HCE de cualquier paciente* (Monteagudo-Peña, Hernández, 2002). Sigue el modelo dual de OpenEHR para la arquitectura de comunicación con la HCE (Schloeffel, Beale, Hayworth, Head y Heather, 2003), (Rinner, Wrba, Duftschmid, 2007).

**ISO 18308**, también derivado de ISO 13606, son requisitos técnicos para una arquitectura de referencia de HCE que soporta el uso e intercambio de registros médicos electrónicos (HCR) para diferentes sectores de salud, países y modelos de atención a la salud. Utiliza la terminología del ISO 18308, también derivado de ISO 13606 (ISO/DIS18308, 2008). Requisitos técnicos, para una arquitectura de referencia de HCE que soporta el uso e intercambio de registros médicos electrónicos (HCR) para diferentes sectores de salud, países y modelos de atención a la salud.

- Estándares para la ayuda de diagnósticos e información demográfica de pacientes **CIE 10: Clasificación Internacional de Enfermedades** (10ma edición), son catálogos para codificación de motivos de consulta, clasificación de diagnósticos, ayuda a la gestión clínica y contable. El médico selecciona el CIE 10 que mejor describe su diagnóstico (primario y secundario) (Pazos, 2010a), (Open Clinical, 2011).

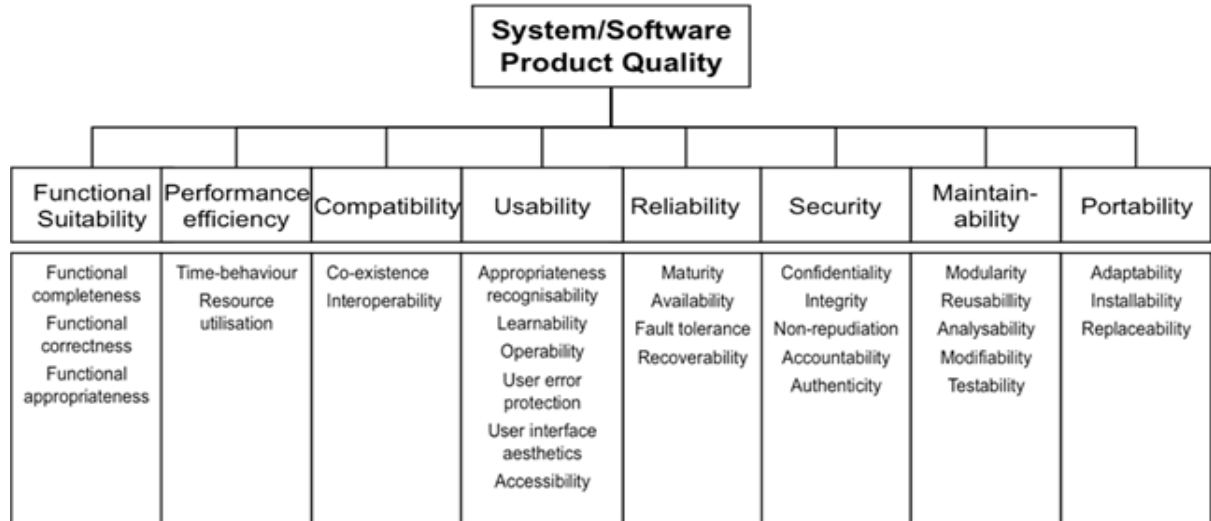
- *Estándares para el desarrollo de SIS HISA* (Health Informatics Service Architecture) desarrollado por el CEN TC251, adoptado como EN/ISO 12967 en 2009, proporciona una guía para el desarrollo de sistemas abiertos modulares basados en tecnología de información para el sector salud, se basa en SOA (Service-Oriented Architecture) y en ODP (Pazos, 2010a), (Cohen, 2009). **IHE PDQ**: Patient Demographic Query. Su uso es de consulta/respuesta. Provee transacciones para que múltiples actores puedan consultar un servidor con información demográfica de pacientes, basándose en un criterio de búsqueda.
- *Estándares para especificar el modelo de calidad del dominio*

Los estándares relacionados con la calidad del producto de software son necesarios para especificar los requisitos de calidad del dominio que, en particular, dirigen la construcción de la *AR-SIS*. Aquí solo presentamos el estándar **ISO/IEC 25010** (ISO/IEC 25010, 2011) que será utilizado en este trabajo para especificar el modelo de calidad del dominio de los *SIS*, se señala que el uso de estándares para especificar

requisitos de calidad no es muy frecuente en la literatura estudiada para el diseño de *AR* (Losavio et al., 2012), lo consideramos un instrumento *útil* y dentro de las buenas prácticas de la Ingeniería del Software, para unificar la terminología de calidad utilizada en diferentes dominios, siendo una de las contribuciones importantes de nuestro trabajo. ISO/IEC 25010, es un modelo de calidad jerárquico, que describe un conjunto de características de alto grado que se refinan hasta llegar a los atributos medibles para describir la calidad de un producto o sistema de software (ver Figura 4).

Ofrece dos modelos: *calidad del producto (interna/externa)* y la *calidad en uso*, mediante un conjunto de características. Un producto puede ser también un artefacto intermedio del proceso de desarrollo, por ejemplo un modelo de casos de uso, uno arquitectural, etc. Para los efectos del presente estudio, solo se analizan el de la calidad del producto. Las propiedades de calidad se han dejado en inglés en la figura 4 porque fue tomada directamente de (ISO/IEC 25010, 2011) y no se dispone de una traducción “oficial” de este estándar al castellano.

**Figura 4**  
**Modelo de calidad del producto (ISO/IEC 25019, 2011)**



Fuente: elaboración propia, (2015).

#### 4. La AR-SIS

A continuación se muestra en la figura 5 una AR-SIS tomada de (Losavio, Ordaz, Levy, 2014), la cual fue obtenida por el siguiente proceso:

**Entrada:** las arquitecturas de los productos OpenEMR, PatientOS y Care2X, representadas por un grafo conexo ( $P, R$ ) donde  $P$  son los componentes y la relación simétrica  $R$  representam los conectores que se mostraron en la tabla 3, la figura 3, muestra estas arquitecturas en UML:

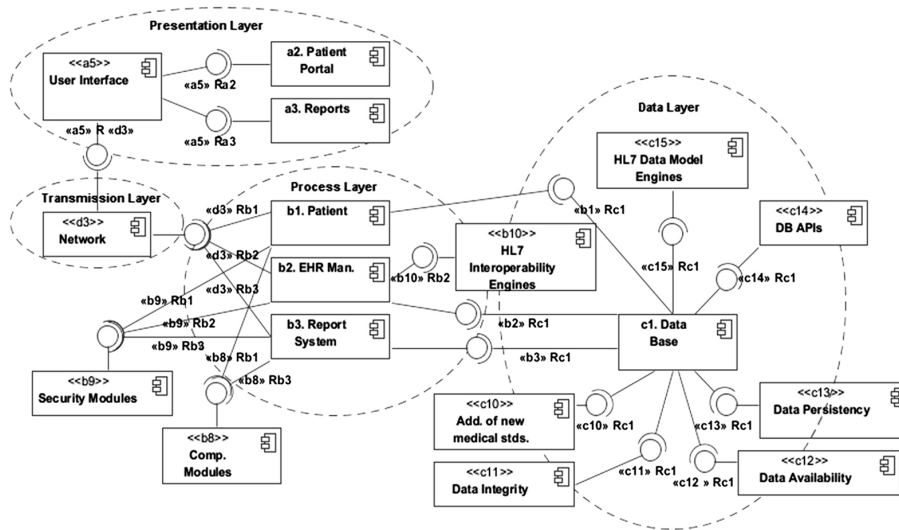
1. se construye automáticamente una *arquitectura candidata (AC)* mediante la “fusión” de las arquitecturas de los productos, la cual consiste en la *unión* de sus componentes, conservando las conexiones, se identifican componentes y conectores comunes y variantes. Nótese que los componentes comunes son las funcionalidades básicas de *SIS* identificadas en el *AD*, las cuales constituyen *el núcleo común de componentes (CC)* o en inglés “*common core*”.
2. *AC* es completada con *nuevos* componentes introducidos para satisfacer los RNF de calidad. Nótese que estos RNF, son identificados en el

AD y especificados por el Modelo de Calidad allí definido. La tabla 4, muestra los componentes y conectores del AC completada, más algunos comentarios para documentar los componentes.

3. Se construyen las componentes de AR a partir de la AC completada agrupando los componentes variantes similares (que desempeñan las mismas tareas) en *puntos de variación* identificados con su nombre entre << >>, según la notación de (Pohl, Bockle y Van Der Linden, 2005) se mantienen los componentes comunes con sus nombres, en nuestro caso,  $CC=\{a2, a3, b1, b2, b3, c1, d1\}$ . Luego, para cada par de componentes de AR, se define un conector tomando en cuenta los conectores entre los elementos que integran esas

componentes, por ejemplo:  
 $\langle\langle a5 \rangle\rangle R \langle\langle d3 \rangle\rangle = \{a1, a4\} R \{d1, d2\} = \{a1Rd1, a1Rd2, a4Rd1, a4Rd2\} = \{a1Rd1, a1Rd2, a4Rd1\} = \{a1Rd1, a1Rd2, a4Rb5Rd1\}$ , donde  $xRy$  indica que los componentes  $x, y$ , están conectadas solo en algunos de los productos, nótese que entre los componentes que integran un << >> no hay conexión (ver tabla 4). Nótese que habría que agregar en la capa *a. presentación* los componentes *tim. Imágenes*, y *lab. Laboratory* como componentes comunes, para que esta AR-SIS se adapte completamente al AD realizado, y se conectarían con el punto de variación <<a5>> *User Interface*. Respecto a las RNF de calidad no hay cambio respecto al AD.

Figura 5. AR-SIS (Losavio, Ordaz y Levy, 2014).



Fuente: elaboración propia, (2015).

**Tabla 4. Componentes y conectores de AR-SIS**

AR componentes/Conectores (Figura 7)	AC: Componentes comunes y variantes que conforman el <<vp>> / Conectores	Comentarios
<p><b>a. Presentation Layer Componentes:</b> &lt;&lt;a5&gt;&gt; <i>User Interface</i></p> <p>a2, a3</p> <p><b>Conectores:</b> &lt;&lt;a5&gt;&gt;R&lt;&lt;d3&gt;&gt;;  &lt;&lt;a5&gt;&gt;Ra2; &lt;&lt;a5&gt;&gt;Ra3;</p>	<p>a1. <i>Web pages – Browser</i> a4. <i>GUI</i></p> <p>a2. <i>Patient Portal</i>, a3. <i>Reports</i></p> <p>{a1R d1, a1Rd2, a4Rb5Rd1}; {a1Ra2, a4Ra2}; {a1Ra3, a4Ra3};</p>	<p>- Control de acceder el usuario e interacción con las principales funcionalidades de SIS y/o SW .</p> <p>- GUI separada basada en MVC Nótese que a1 y a4 no pueden ejecutarse juntas.</p> <p>- Componentes comunes, accesibilidad a las principales funcionalidades de SIS</p>
<p><b>b. Process Layer Componentes:</b> &lt;&lt;b8&gt;&gt; <i>Computation modules</i> &lt;&lt;b9&gt;&gt; <i>Security modules</i></p> <p>b1, b2, b3</p> <p><b>Conectores:</b> &lt;&lt;b8&gt;&gt;Rb6}; &lt;&lt;b9&gt;&gt;R{b7}; b1R&lt;&lt;d3&gt;&gt;; b2R&lt;&lt;d3&gt;&gt;; b3R&lt;&lt;d3&gt;&gt;; b3R&lt;&lt;b8&gt;&gt;; b1R&lt;&lt;b8&gt;&gt;; b1R&lt;&lt;b9&gt;&gt;; b2R&lt;&lt;b9&gt;&gt;; b2R&lt;&lt;b10&gt;&gt;; b1Rc1; b2Rc1; b3Rc1;</p>	<p>b5. <i>GUI Server-side</i></p> <p>b6. <i>Algorithms</i> b7. <i>Data Security</i></p> <p>b1. <i>Patient</i>, b2. <i>HER Manag.</i>, b3. <i>Report System</i> b4. <i>Mirth Engine</i></p> <p>{b8Rb6}; {b9Rb7}; {b1Rd1, b1Rd2}; {b2Rd1, b2Rd2}; {b3Rd1, b3Rd2}; b3Rb6; b1Rb6; b1Rb7; b2Rb7; b2Rb4;</p> <p>b1Rc1; b2Rc1; b3Rc1;</p>	<p>- Acceder a las funcionalidades y servicios remotos en la capa de proceso vía Gateway y/o SW</p> <p>- Cálculos requeridos para resultados precisos</p> <p>- Servicios o algoritmos para manejar dispositivos de autenticación del usuario para tarjetas, palabra clave, datos biométricos, etc.</p> <p>- Servicios o algoritmos para políticas de derechos de acceso para la confidencialidad de la información médica</p> <p>- Componentes comunes, principales funcionalidades de SIS</p> <p>- Motor para la interoperabilidad con HL7</p>

Fuente: elaboración propia, (2015).



**Tabla 4. Cont...**

<p><b>c. Data Layer</b> <b>Componentes:</b> &lt;&lt;c10&gt;&gt; <i>Addition of new medical standards</i> &lt;&lt;c11&gt;&gt; <i>Data Integrity</i> &lt;&lt;c12&gt;&gt; <i>Data Availability</i> &lt;&lt;c13&gt;&gt; <i>Data Persistency</i> &lt;&lt;c14&gt;&gt; <i>APIs</i> &lt;&lt;c15&gt;&gt; <i>HL7 Data Model Engine</i></p> <p><i>c1.</i> <b>Conectores:</b> <i>c1R&lt;&lt;c10&gt;&gt;; c1R&lt;&lt;c11&gt;&gt;;</i> <i>c1R&lt;&lt;c12&gt;&gt;; c1R&lt;&lt;c13&gt;&gt;;</i> <i>c1R&lt;&lt;c14&gt;&gt;;</i> <i>c1R&lt;&lt;c15&gt;&gt;;</i></p>	<p><i>c4. New medical standards</i> <i>c8. Integrity mechanisms</i> <i>c9. Availability mechanisms</i> <i>c7. Hibernate</i>  <i>c5. JDBC</i>  <i>c6. ODBC</i>  <i>c2. HL7 CDA Engine</i>  <i>c3. HXP Engine</i>  <i>c1. Data Base</i>  <u><i>c1Rc4; c1Rc8;</i></u> <u><i>c1Rc9; c1Rc7;</i></u> <u><i>{c1Rc5, c1Rc6};</i></u> <u><i>{c1Rc2, c1Rc3}.</i></u></p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Inclusión de nuevos estándares médicos (catálogos para diagnósticos, manuales, etc.) para evolución del sistema</li> <li>- Soluciones del mercado para la integridad de datos, APIs específicos para cada base de datos</li> <li>- Mecanismos del mercado para disponibilidad</li>   <li>- Soluciones del mercado para persistencia</li>   <li>- Solución del Mercado para la portabilidad a otras bases de datos</li> <li>- Solución del Mercado de portabilidad a otras bases de datos</li> <li>- Mecanismo del Mercado para la interoperabilidad de datos</li> <li>- Mecanismo del Mercado para la interoperabilidad de datos</li> <li>- SMBD comercial disponible en el mercado</li> </ul>
<p><b>d. Transmission</b> <b>Componentes:</b> &lt;&lt;d3&gt;&gt; <i>Network</i></p>	<p><i>d1. Internet</i> <i>d2. Satellite</i></p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Mecanismos para demanda/respuesta de servicios adecuados, eficientes, disponibles, seguros e interoperables</li> </ul> <p>Nótese que <i>d1. Internet</i> es un componente común, sin embargo ha sido marcado como variante en CA porque está la opción de la red satelital <i>d2. Satellite</i> en algunos de los sistemas estudiados; en consecuencia in <i>d1</i> aparece entre las variantes del punto de variación</p> <p>&lt;&lt;d3&gt;&gt; <i>Network.</i></p>

Fuente: elaboración propia, (2015).

## 5. Conclusiones y recomendaciones

El desarrollo del estudio, presenta un proceso de Análisis del Dominio Ágil (ADA) para los Sistemas de Información Integrados de Salud (SIS), donde se enfatiza el manejo de *HCE* y servicios

adicionales de telemedicina. Por una parte, es claro que todavía no se tienen implantados *SIS* con estándares de interoperabilidad de la información médica en el ámbito mundial y menos aún en el nacional, aunque hay iniciativas gubernamentales claras y recientes al respecto.

Por otra parte, se analizaron varios proyectos de la comunidad académico-científica venezolana en el área de la salud y las *TIC* relacionadas. El estudio de campo recientemente realizado sobre una muestra de instituciones de salud públicas y privadas en deferentes estados de Venezuela, mostró la necesidad imperiosa de la interconexión de los centros de salud respecto al intercambio de datos médicos, ya que, aún teniendo Internet, no comparten ninguna información médica, ni tienen formatos digitales estándares para exportarla, por lo tanto se imposibilita prácticamente cualquier servicio de telemedicina que involucre intercambio de datos.

Estos problemas corroboran la iniciativa gubernamental de aprobar la Ley de Telesalud en agosto 2014, la cual propone *SIS* con servicios de telemedicina, la interconexión de centros de salud a nivel nacional y el manejo de *HCE*, entre otros aspectos. Ahora bien, al hablar de sistemas integrados, es claro que deben integrar las funcionalidades esperadas por el dominio (como servicios de telemedicina para *SIS*), pero de igual forma, debe cumplirse exigencias no funcionales de calidad, como son las referidas con que la información manejada sea segura, interoperable y disponible para ser comunicada a distancia, en diferentes plataformas, a través de sistemas heterogéneos y geográficamente distantes, siendo la *AR* sobre la cual son ensamblados estos sistemas, la responsable de esta calidad, sobre todo en un contexto de producción industrial de software. Por lo tanto, la captura temprana explícita, rápida y directa de los requisitos de calidad mediante el *ADA* propuesto es una

contribución importante. En consecuencia, los métodos de diseño arquitecturales actuales no consideran explícitamente estos aspectos. Bajo nuestro enfoque, la *AR* se construye a partir del *ADA* tomando en consideración todos los requisitos de calidad exigidos que son incorporados como nuevos componentes, además de las funcionalidades usuales. Como trabajo futuro, se prevé formalizar más el modelo de negocio y experimentar la evolución de la *AR-SIS* a nuevas soluciones arquitecturales, por ejemplo la nube, una herramienta computacional concebida su diseño para soportar el proceso propuesto, con automatización de las actividades que lo ameriten.

## 6. Referencias

- Archila, M., Montilla G. y Subacius V. (1996), Telemedicina. Beneficios. Un hospital virtual para la ciudad de Valencia, Primer Congreso de Investigación de la Universidad de Carabobo, Valencia, Venezuela, Universidad de Carabobo.
- Arrechdera H., Fernández A, Fariña M. D. (2013), SOS Telemedicina: La experiencia de la Universidad Central de Venezuela, LC/W.537, Naciones Unidas, Abril 2013, Recuperado de <http://www.cepal.org/publicaciones/xml/7/49897/SOSTelemedicinaVenezuela.pdf>
- Asamblea Nacional. Ley Orgánica de Telesalud, (2014), Recuperado el 17 de Agosto 2014 de <http://conocimientolibre.cenditel.gob.ve/files/2014/05/LEY-TELESALUD.pdf>
- Care2x, (2013), The open hospital information system, Recuperado de <http://www.care2x.org>
- Clements P. y Northrop L. (2001). Software product

- lines: practices and patterns, 3rd. edn. Readings, MA, Addison Wesley.
- Caulton G. (2013), PatientOS – an Open Source (GPL) Health Care Information System. Recuperado de <http://www.patientos.org>.
- Cohen S. (2009), SOA in Electronic Health Record Product Line, SEI, Carnegie Mellon University, Pittsburg, USA. Recuperado de [http://www.omg.org/news/meetings/workshops/SOA-HC/presentations-09/02-08\\_Cohen.pdf](http://www.omg.org/news/meetings/workshops/SOA-HC/presentations-09/02-08_Cohen.pdf)
- COSGov Vietnam, (2005), Care2X, International Conference and Expo, Hanoi, September
- Fernández A. y Oviedo E. (2010a), Salud electrónica en América Latina y el Caribe: avances y desafíos, Santiago de Chile, Comisión Económica para América Latina y el Caribe (CEPAL) Recuperado de <http://www.eclac.cl/publicaciones/xml/5/41825/di-salud-electrinica-LAC.pdf>
- Fernández A. y Oviedo E. (2010b), Tecnologías de la información y la comunicación en el sector salud: oportunidades y desafíos para reducir inequidades en América Latina y el Caribe, serie Políticas Sociales, (165). Recuperado de <http://www.eclac.cl/publicaciones/xml/3/40953/sps165-tics-salud.pdf>
- Global Health Delivery Project. (2012), Discusión de miembros de la comunidad de Health IT. Recuperado el 24 de abril de 2012 de <http://www.ghdonline.org/tech/discussion/creating-working-in-and-evaluating-telemedicine-pr/brief/>
- ISO/IEC 25010 (2011), Systems and software engineering -- Systems and software Quality Requirements and Evaluation (SQuARE) -- System and software quality models, ISO/IEC JTC1/SC7/WG6.
- ISO/DIS18308 (2008), Draft - Health Informatics – Requirements for an Electronic Health Record Architecture. Inter. Org. for Standardization. Recuperado de [http://tc215.behdasht.gov.ir/uploads/244\\_514\\_ISO\\_DIS\\_18308\(E\).pdf](http://tc215.behdasht.gov.ir/uploads/244_514_ISO_DIS_18308(E).pdf)
- Khurum M. y Gorschek T. (2009), A systematic review of domain analysis solutions for product lines, *Journal of Systems and Software*, 82, 1982-2003.
- Latorrilla E. (2004), Healthcare eXchange Protocol, draft proposal 0.1, March 2004, Recuperado de <http://books.google.co.ve/books?id=PrrUMPo5JzAC&printsec=frontcover&hl=es#v=onepage&q&f=false>
- Kang K., Cohen, Hess J., Nowak W., y Peterson S. (1990), Feature-oriented domain analysis (FODA) feasibility study, Technical Report CMU/SEI-90TR-21 Software Engineering Institute, Carnegie Mellon University, Pittsburgh, PA 1990.
- Lisboa L., Garcia V., Lucrédio D., de Almeida E. S., de Lemos Meira S. R. y de Mattos Fortes R. (2010), A systematic review of domain analysis tools. *Information and Software Technology*, 52, 1-13.
- Losavio F. (2012), Desarrollo Industrial de Software, conferencia magistral, el II Simposio Científico y Tecnológico en Computación (SCTC 2012), Escuela de Computación, mayo 2012, Caracas, Venezuela.
- Losavio F., Ordaz O., Levy N., Baiotto A. (2012), Refactoring Process for Product Line Architecture Design, en actas digitales de Journée Ligne des Produits (JDLP), 47-58. Recuperado de <http://jldp.org/2012/images/jldp2012-actes.pdf>
- Losavio F. y Matteo A. (2013), Reference Architecture Design Using Domain Quality View, *Journal of Software Engineering & Methodology*, 3, 47-61.
- Losavio F., Ordaz O., Levy N. y Baiotto A. (2013), Graph Modelling of a Refactoring Process Product Line Architecture Design, en actas electrónicas de

- la XXXIX Conferencia Internacional, CLEI 2013. 1, 2-13, IEEE Explore, 7-11 Octubre, Puerto Azul, Naiguatá. Recuperado de <http://www.clei.org/index.php/14-sample-data-articles>
- Losavio F., Ordaz O. y Levy N. (2014), Refactoring Graph for Reference Architecture Design Process, proceedings of AFADL (Approches Formelles dans l'Assistance au Développement de Logiciels), 103-108.
- Losavio F., Marchan L. E., Ordaz O. y Santos I. (2014), Arquitectura de Referencia para Sistemas de Salud con Historias Clínicas Electrónicas Interoperables considerando un Modelo de Calidad Estándar, en actas digitales, III Simposio Científico y Tecnológico en Computación (SCTC 2014). 38-46, Escuela de Computación, Mayo 2014, Caracas.
- Lugo E., Villegas H., Villegas A. y Pacheco J. (2009), Lector de HCE codificadas en el estándar Gelath Level 7/CDA para su aplicación en servicios de telemedicina, 13 (51), 143-152, Junio 2009.
- Monteagudo-Peña JLM. y Hernández S. (2002), Estándares para las Historias Clínicas Electrónicas. Recuperado de [http://www.seis.es/documentos/informes/secciones/adjunto1/CAPITULO7\\_o.pdf](http://www.seis.es/documentos/informes/secciones/adjunto1/CAPITULO7_o.pdf)
- Open Clinical (2011), Knowledge Management for Medical Care Electronic Medical Records. Recuperado de <http://www.openclinical.org/emr.html>
- OpenEHR Foundation (2013), Open domain-driven platform for developing e-health systems. Recuperado el 26 de Enero 2015 en <http://www.openehr.org>
- Pazos P. (2010a), Aplicación de Estándares en la HCE, JAIIO CAIS 2010. Recuperado de <http://www.slideshare.net/pablitox/aplicacion-de-estandares-en-sistemas-de-historia-clinica-electronica>
- Pazos P. (2010b), Taller de OpenEHR, un Estándar para crear HCEs, JAIIO CAIS, 2010. Recuperado de <http://www.slideshare.net/pablitox/taller-open-ehr-cais-2010-pablopazos>
- Pardo M. y Villegas H. (2009), Estandarización de la historia clínica electrónica ocupacional de la Corporación Venezolana de Guayana, Universidad, Ciencia y Tecnología, versión, 13 (51), 113-120.
- Pirrone, J. (2010), Redes de telecomunicaciones para el sector salud: conectividad. Trabajo de ascenso, Caracas, Universidad Católica Andrés Bello (UCAB), Facultad de Ingeniería, Escuela de Ingeniería en Telecomunicaciones.
- PNUD (Programa de las Naciones Unidas para el Desarrollo) (2002), Informe sobre Desarrollo Humano en Venezuela 2002: las tecnologías de la información y la comunicación al servicio del desarrollo, Red de Desarrollo Humano, Caracas.
- Pohl K., Bockle, G. y Van Der Linden F. (2005), Software Product Line Engineering - foundations, principles, and techniques, Springer IXXVI, 1-467.
- Rashid A., Royer JC. y Rummler A. (Eds). (2011). Aspect-Oriented Model-Driven SPL. The AMPLE Way. Cambridge University Press, Cambridge.
- Rinner C., Wrba T. y Duftschmid G. (2007), Relational Medical Data as CEN 13606 Archetype Compliant HER Extracts Using XML Technologies, eHealth2007 – Medical Informatics meets eHealth, June 2007, Wien. Recuperado de <http://www.ehealth20xx.at/eHealth2007/presentations/session2/rinner.pdf>
- Sabartés-Fortuny R. (2013), Historia Clínica Electrónica en un Departamento de Obstetricia, Ginecología y Reproducción: Desarrollo e Implementación. Factores Clave. Tesis Doctoral, Facultad de Medicina, Universidad Autónoma de Barcelona.

- Silva, R. (2010), Proyectos tecnológicos para la salud electrónica en la República Bolivariana de Venezuela, Salud Electrónica en América Latina y el Caribe: avances y desafíos, A. Fernández y E. Oviedo (eds.), Santiago de Chile, Comisión Económica para América Latina y el Caribe (CEPAL). Recuperado de <http://www.eclac.org/publicaciones/xml/5/41825/di-salud-electronica-LAC.pdf>
- Schloeffel P., Beale T., Hayworth G., Head S. y Heather L. (2003), The Relationship between CEN 13606, HL7, and Open EHR, Health Informatics Society of Australia (HISA), 2003. Recuperado de [http://www.openehr.org/wiki/download/attachments/2949261/005\\_schloeffel.pdf?version=1](http://www.openehr.org/wiki/download/attachments/2949261/005_schloeffel.pdf?version=1)
- Wotton, R. (2009), The future use of telehealth in the developing world, Telehealth in the Developing World, The Royal Society of Medicine Press Limited e International Development Research Centre, Londres y Ottawa.
- Wootton, R. y Bonnardot L. (2010), In what circumstances is telemedicine appropriate in the developing world?, Journal of the Royal Society of Medicine Short Reports, 1(5)