

HELDER YESID CASTRILLÓN COBO



MODELO ARQUITECTÓNICO DE INTEROPERABILIDAD ENTRE
INSTITUCIONES PRESTADORAS DE SALUD EN COLOMBIA.

Universidad del Cauca
Facultad de Ingeniería Electrónica y Telecomunicaciones
Grupo de investigación en ingeniería de software IDIS línea de
investigación en sistemas inteligentes, Grupo de ingeniería telemática
GIT, línea de investigación en E-Salud.
Maestría en Computación

Popayán
2013

HELDER YESID CASTRILLÓN COBO.

MODELO ARQUITECTÓNICO DE INTEROPERABILIDAD ENTRE
INSTITUCIONES PRESTADORAS DE SALUD EN COLOMBIA.

Tesis presentada a la Facultad de Ingeniería
Electrónica y Telecomunicaciones de la
Universidad del Cauca para la obtención del
Título de

Magister en
Computación.

Director:
PhD Carolina González Serrano.

Codirector:
PhD Diego Mauricio López Gutiérrez.

Popayán
2013

Dedicatoria

A mi hija María José, porque hoy me dices “papi jugamos al caballito” y yo te respondo “Hoy no bebe estoy estudiando”. Mari con esta dedicatoria solo espero que llegue el tiempo que la leas y sepas que si esa vez no jugué contigo es porque estaba construyendo un futuro mejor para nosotros.

Agradecimientos

En primer lugar quiero agradecer a Dios, sin su apoyo y bendición no hubiera alcanzado cada una de las metas propuestas, al darme su fortaleza para asumir este reto.

A mi esposa Ángela Rodríguez por acompañarme en cada momento y brindarme su apoyo incondicional, permitiendo que cada día afrontara con claridad los retos propuestos.

A mis padres y abuelos por su paciencia y colaboración en cada uno de los momentos requeridos en este trabajo y poner su fe en mí.

A mis tutores Carolina y Diego, por su valiosa asesoría en la elaboración del presente trabajo, brindándome sugerencias, apoyo y exigencia, lograron que mejorara cada día más y así obtener un excelente trabajo.

A mis Jurados de tesis José Luis Arciniegas, Rodrigo Cerón y José Fernando Flórez que gracias a sus importantes aportes permitieron aprender conceptos claves y perfeccionar del documento.

A mis compañeros tanto de trabajo como de estudio por su acompañamiento en las diferentes situaciones vividas a lo largo de la tesis, de esta forma contribuyeron en que lograra culminar esta etapa de mi vida.

Y por último a todas aquellas personas que creyeron en mí y de cierta manera hacen parte de este importante logro.

Resumen

Existen muchas situaciones en las que es posible mejorar la atención médica del paciente, generalmente disminuyendo los trámites para acceder a los servicios de salud o garantizando atención oportuna y adecuada. El factor común en la mayoría de casos es la información, la cual es administrada desde los Sistemas de Información en Salud, utilizados por las IPS. Logrando que estos sistemas intercambien la información se contribuiría en la mejora atención del paciente. Colombia al igual que otros países presentan este problema, por tal razón es propuesto un modelo arquitectónico de interoperabilidad entre las IPS de Colombia, basado en el estándar HL7 y el concepto SOA, altamente utilizados para soluciones de interoperabilidad en salud a nivel internacional.

Palabras Claves: HL7, Interoperabilidad, Modelo Arquitectónico, Sistemas de Información en Salud (Health Information System- HIS), SOA.

Abstract

There are many situations that can improve patient care, generally reducing the paperwork to access health services and ensure more timely and appropriate care. The common factor in most cases is information, which is given from the Health Information Systems, used by the IPS, now if these systems are able to exchange information, would help in improving patient care. Colombia like any other countries have this problem, therefore it is proposed an architectural model of interoperability between the IPS of Colombia, based on the HL7 standard and SOA concept, highly interoperable solutions used in international health.

Key words: Interoperability, Health Information System, SOA, HL7, Architectural Model.

Contenido

Lista de Tablas	XI
Lista de Figuras.....	XIII
Acrónimos.....	XV
1. Introducción.....	1
1.1. Planteamiento del problema	2
1.2. Pregunta de investigación.....	5
1.3. Objetivos	5
1.3.1. Objetivo General.....	5
1.3.2. Objetivos Específicos.....	5
1.4. Estructura de la memoria.....	6
2. Marco teórico y estado del arte.	7
2.1. Marco teórico.	7
2.1.1. Interoperabilidad.	8
2.1.2. Modelos Comunes de Interoperabilidad.	9
2.1.3. Healthcare Information Systems (HIS).....	10
2.1.4. Enterprise Service Bus (ESB).....	10
2.1.5. Service Oriented Architecture(SOA).....	11
2.1.6. Health Service Specification Project (HSSP).	11
2.1.7. Estándares HL7.	13
2.1.8. Metodología de evaluación DESMET.....	13
2.1.9. El modelo de componentes genéricos	14
2.2. Estado del arte.....	18
2.2.1. Arquitecturas internacionales.....	18
2.2.2. Otras arquitecturas de interoperabilidad entre HIS.....	21
2.2.3. Estudios relacionados con interoperabilidad de HIS en Colombia.....	25
2.3. Justificación de conceptos y estándares a utilizar	27

2.3.1.	Definición del Modelo de Referencia común de interoperabilidad.....	30
2.3.2.	Recomendaciones Modelos comunes de interoperabilidad	31
2.3.3.	El papel de HL7v3 en los modelos de interoperabilidad diferentes.....	33
2.4.	Conclusiones.....	34
3.	Caracterización de HIS en las IPS.....	35
3.1.	Introducción.....	35
3.2.	Modelo general de caracterización	36
3.3.	Encuestas a IPS.....	37
3.3.1.	Identificación de sistemas que conforman el HIS.	38
3.3.2.	Identificación estándares y métodos tradicionales de interoperabilidad.	39
3.3.3.	Identificación de terminológicas, vocabularios y clasificaciones.....	40
3.3.4.	Identificación de necesidades de interoperabilidad	41
3.4.	Normatividad colombiana relacionada con la propuesta.....	42
3.5.	Especificación de requisitos del entorno	44
3.5.1.	Requisitos funcionales y por normatividad	45
3.6.	Conclusiones.....	46
4.	Modelo arquitectónico de interoperabilidad entre IPS	47
4.1.	Introducción.....	47
4.2.	Fases para la construcción del modelo arquitectónico	48
4.3.1.	Vista Empresarial.....	51
4.3.2.	Vista de la información.	59
4.3.3.	Vista Computacional	65
4.3.4.	Descripción de componentes	68
4.3.5.	Correspondencias entre las vistas del modelo.	71
4.4.	Conclusiones.....	73
5.	Validación del modelo arquitectónico propuesto	75
5.1.	Introducción.....	75
5.2.	Metodología de evaluación.	77
5.3.	Selección de método de evaluación.....	78
5.3.1.	Principios del análisis de características.	82
5.3.2.	Proceso de evaluación.	82
5.4.	Definición del modelo arquitectónico a evaluar.	83

5.5. Definición de características a evaluar.	84
5.6. Definición del sistema de calificación de características.	86
5.7. Proceso de evaluación.....	87
5.8. Resultados de evaluación.....	87
5.8.1. Necesidades y actores identificados.....	88
5.8.2. Información pertinente	88
5.8.3. Componentes del sistema.....	89
5.8.4. Tecnología de implementación.....	90
5.8.5. Interoperabilidad	91
5.8.6. Conclusiones de la evaluación.....	91
6. Conclusiones y trabajos futuros.	93
6.1. Conclusiones.	93
6.2. Trabajos futuros.....	95
7. Referencias bibliográficas	97
Anexos	
A. Proceso de desarrollo basado en la arquitectura propuesta.	105
A.1. Introducción.....	105
A.2. Metodología para el desarrollo e implementación de SOA.	106
A.2.1. Guía de implementación HSSP.	107
A.3. Escenario de prueba e identificación de servicios candidatos.	110
A.4 Estado actual de implementación de HIS en las IPS	113
A.5 Clasificación de servicios.	114
A.6 Especificación de tecnología para la implementación del modelo arquitectónico propuesto.....	116
A.7 Desarrollo e implantación de los servicios	117
A.8 Conclusiones	120
B. Tecnología usada para el desarrollo del prototipo	121
B.1. Herramientas de desarrollo	121
B.1.1 BizTalk Server 2010 como ESB.....	122
B.1.2. Instalación de componentes adicionales.....	124
B.1.3 El IDE Visual Studio.....	126
B.2 Desarrollo de interfaz para la interoperabilidad.....	127

B.2.1 Interfaz para las IPS.....	127
B.2.2. Acceso a los Datos.....	127
B.2.3. Construcción del mensaje HL7.....	130
B.3 Desarrollo de la INIS.....	133
B.3.1. Esquema de datos.....	133
B.3.2 Orquestación de servicios.....	134
B.3.3. Mapeo de información.....	135
B.3.4. Autorización de servicios de salud.....	136
A.3.5. Registro y entrega de información entre las IPS.....	136
C. Prueba piloto y verificación de requisitos.....	137
C.1. Requisitos del sistema.....	137
C.2 verificación de requisitos con prueba piloto.....	142
C.2.1 Autenticación de usuario.....	143
C.2.2. Solicitud de Servicios.....	143
C.2.3 Servicios web publicados en plataforma única.....	144
C.2.4 Formato XML de resultados y Verificación de información.....	145
D. Validación de requisitos con prueba piloto.....	147
D.1 Introducción.....	147
D.2 Descripción de la prueba piloto.....	148
D.3 Pruebas de funcionamiento.....	150
D.4 Proceso de validación de requisitos.....	153
D.4.1 Validación de requisitos.....	154
D.4.2 Recomendaciones de la validación de requisitos.....	157
D.6 Conclusiones.....	158
E. Prototipo - Diseño de Arquitectura para el proceso de referencia de pacientes.....	161
E.1. Referencia de pacientes.....	161
E.2. Transformación del modelo arquitectónico.....	162
E.3. Vista de la ingeniería.....	163
E.3.1 Modelo dinámico para vista de la ingeniería.....	165
E.4. Vista Tecnológica.....	168
E.4.1 Modelo dinámico para vista de la tecnología.....	170
F. Soportes de evaluación del modelo arquitectónico.....	173

F.1. Instrumento de evaluación.	173
F.2. Contacto y entrega de instrumento a evaluadores.....	176
F.3. Listado de expertos	177
F.4. Resultados de evaluación.	179
F.5. Recomendaciones de expertos evaluadores.	183
G. REFERENCIAS BIBLIOGRAFICA DE ANEXOS	185

Lista de Tablas

Tabla 1. Especificaciones del proyecto HSSP (HSSP, 2005).	12
Tabla 2. Conceptos y estándares identificados en estado del arte	29
Tabla 3. Sistemas que conforman el HIS de cada institución.....	39
Tabla 4. Uso de estándares y métodos tradicionales de interoperabilidad	40
Tabla 5. Uso de terminologías, vocabularios y clasificaciones.	41
Tabla 6. Necesidades comunes de interoperabilidad en HIS.....	41
Tabla 7. Requisitos por normatividad.	44
Tabla 8. Resumen de requisitos definidos en la caracterización.....	45
Tabla 9. Requisitos no funcionales	46
Tabla 10. Descripción de fases para la elaboración del modelo arquitectónico basado en HIS-DF	49
Tabla 11. Condiciones favorables para la elección del método de evaluación.....	79
Tabla 12. SemafORIZACIÓN de aspectos de selección, siendo Verde favorable, Amarillo poco favorable y rojo no favorable.	81
Tabla 13. Resumen de Requisitos del sistema	84
Tabla 14. Atributos a evaluar del modelo arquitectónico.....	85
Tabla 15. Escala de calificación basada en métricas de la ISO 9126 y la escala de Likert.....	86
Tabla 16. Relación metodología, HSSP y actividades del desarrollo	110
Tabla 17. Servicios candidatos.....	112
Tabla 18. Clasificación de servicios para la infraestructura	116
Tabla 19. Lista de mensajes HL7 del escenario.	118
Tabla 20. Requisito de proceso de referencia y contrareferencia.....	137
Tabla 21. Requisito Acceso a documentos clínicos	138
Tabla 22. Requerimiento Firma Digital	138
Tabla 23. Requisito historia clínica compartida.....	139
Tabla 24. Requerimiento de modalidad de telemedicina.....	139
Tabla 25. Requisito de compartir exámenes	140
Tabla 26. Requisito transferencia de registros administrativos	140
Tabla 27. Requisito de reporte a entidades de control	141
Tabla 28. Requerimiento de interconexión de equipos biomédicos	141
Tabla 29. Requisito de transformación de mensajes HL7	142
Tabla 30. Requisito uso de SOA.	142
Tabla 31. Lista de preguntas para la verificación	155
Tabla 32. Resultados en la aplicación de lista de verificación.....	156
Tabla 33. Listado de expertos evaluadores.....	178
Tabla 34. Evaluación necesidades y actores involucrados.....	180
Tabla 35. Información pertinente identificada para el modelo arquitectónico	180
Tabla 36. Componentes identificados para el modelo arquitectónico	181
Tabla 37. Tecnología para la implementación del modelo arquitectónico	182
Tabla 38. Capacidad de interoperabilidad del modelo arquitectónico.....	183

Lista de Figuras

Figura 1. Modelo Genérico de Componentes, imagen tomada de (Blobel & Oemig, 2009)	15
Figura 2. Marco de Desarrollo para Sistemas de Información en Salud (HIS-DF), figura tomada de (Lopez & Blobel, 2009)	17
Figura 3. Conceptos en arquitectura utilizados en propuestas nacionales.....	29
Figura 4. Estándares utilizados en propuestas nacionales.....	29
Figura 5. Modelos Comunes para la Integración de Sistemas Heredados (figura tomada del artículo (López, 2009)).....	31
Figura 6. Modelo general de caracterización de las IPS.	37
Figura 7. Especificación general	50
Figura 8. Esquema de distribución de vistas por HIS-DF.....	51
Figura 9. Vista empresarial del modelo arquitectónico de interoperabilidad	52
Figura 10. Roles dentro del proceso de intercambio de información	53
Figura 11. Componente de normatividad Colombiana.	54
Figura 12. Artefacto Servicios asistenciales externos.....	55
Figura 13. Interoperabilidad entre aplicaciones del HIS.....	56
Figura 14. Componentes tecnológicos de interoperabilidad.....	57
Figura 15. Reporte a entidades de control.....	57
Figura 16. Seguridad de la información	58
Figura 17. Modelo dinámico de vista empresarial, representada con diagrama de actividades para el proceso de referencia de pacientes.....	59
Figura 18. Especificaciones de información – estructura general.....	60
Figura 19. Vista detallada de registros asistenciales	61
Figura 20. Vista detallada de registros Administrativo.....	62
Figura 21. Vista detallada de Clasificaciones.....	63
Figura 22. Vista detallada datos de infraestructura	64
Figura 23. Reporte de interés público en salud	65
Figura 24. Vista computacional, Componentes y artefactos.....	66
Figura 25. Modelo dinámico, solicitud de información y/o servicio	67
Figura 26. Correspondencia entre vista empresarial y de la información.....	72
Figura 27. Correspondencia entre vista empresarial y computacional.	72
Figura 28. Correspondencia entre vista de la información y computacional	73
Figura 29. Métodos de evaluación establecidos por DESMET	77
Figura 30. Resultados de la evaluación relacionada con necesidades y actores identificados	88
Figura 31. Información pertinente para procesos de intercambio de información.....	89
Figura 32. Componentes de la arquitectura	90
Figura 33. Tecnología de implementación.....	90
Figura 34. Interoperabilidad garantizada en el modelo arquitectónico.....	91
Figura 35. Caso de uso escenario de interconsulta.	111
Figura 36. Vista dinámica, flujo de mensajes HL7 entre servicios.....	119
Figura 37. Instalación de BizTalk.	123
Figura 38. Configuración de BizTalk.....	124
Figura 39. Instalación de BizTalk ESB ToolKit. 2.0	125
Figura 40. Instalación de Acelerador para HL7 de BizTalk.....	126

Figura 41. Proyectos de BizTalk en Visual Studio 2010	126
Figura 42. Modelo de datos historia clínica evolución especialista, Hospital Susana López E.S.E.....	128
Figura 43. Modelo de datos Historia clínica General en la Clínica la Estancia	128
Figura 44. Procedimiento almacenado para consulta de Historia clínica en HSLV.....	129
Figura 45. Método para consultar Historia clínica	130
Figura 46. Método de construcción de CDA.....	130
Figura 47. Esquema de mensaje CDA.....	134
Figura 48. Orquestación de servicios.....	134
Figura 49. Configuración de puertos.....	135
Figura 50. Mapeo de mensajes, (CDA de las IPS)	135
Figura 51. Verificación y autorización de servicio.....	136
Figura 52. Autenticación de usuario.....	143
Figura 53. Listado de servicios solicitados.....	144
Figura 54. Servicios Web publicados en la INIS.....	144
Figura 55. Mensaje de laboratorio en formato XML.....	145
Figura 56. Verificación de datos en mensajes.....	146
Figura 57. Escenario de interconsulta a través de la INIS.....	149
Figura 58. Historia Clínica de paciente a remitir desde el HSLV.....	151
Figura 59. Autorización de servicios.....	151
Figura 60. Autorización de servicios.....	152
Figura 61. Transferencia de resultados	153
Figura 62. Revisión de resultados de laboratorio en Historia clínica	153
Figura 63. Ingeniera de requisitos en el ciclo de vida del desarrollo de software, tomada de (Durán Toro, 2000).....	154
Figura 64. Porcentaje de cumplimiento a los requisitos.....	159
Figura 65. Caso de uso Referencia de pacientes	162
Figura 66. Vista empresarial tele servicios (referencia)	163
Figura 67. Vista de la información para referencia	163
Figura 68. Vista de la ingeniera versión básica, ideal para una escala interinstitucional	164
Figura 69. Vista de la ingeniera solución nacional.....	164
Figura 70. Correspondencia entre vista computacional y de la ingeniería.....	165
Figura 71. Modelo dinámico de vista de la ingeniera parte 1 (Diagrama secuencia NV #1)	166
Figura 72. Modelo dinámico de vista de la ingeniera parte 2 (Diagrama secuencia NV #2).....	167
Figura 73. Vista tecnológica, localización de nodos para solución interinstitucional	168
Figura 74. Vista tecnológica, localización de nodos solución nacional.....	169
Figura 75. Modelo dinámico de vista de la tecnología parte 1 (Diagrama de secuencia TV #1).....	171
Figura 76. Modelo dinámico de vista de la tecnología parte 2 (Diagrama de secuencia TV #2).....	172
Figura 77. Instrumento de evaluación, formato de encuesta, Hoja 1.....	174
Figura 78. Instrumento de evaluación, formato de encuesta, Hoja 2.....	175
Figura 79. Instrumento de evaluación, formato de encuesta, Hoja 3.....	176
Figura 80. Envío por correo de instrumento de evaluación y presentación a expertos en sistemas de información.....	177
Figura 81. Formato de consolidación de instrumento evaluador	179

Acrónimos

AFP	Aseguradora de Fondo de Pensiones
API	Application Programming Interface (Interfaz Programada de Aplicación).
ARS	Administradora de Riesgos de Salud
ARP	Aseguradora de Riesgos Profesionales
BPEL	Business Process Execution Language (Lenguaje de Ejecución de Procesos de Negocio).
BPM	Business Process Management (Gestión de procesos de negocio).
CLE	Clínica la Estancia
CRUD	Create, Read, Update, Delete
CRES	Comisión Reguladora de Entidades de Salud.
DAO	Data Access Object (Objeto de Acceso a Datos)
DCA	Clinical Document Architecture (Arquitectura de Documentos Clínicos)
EHR	Electronic Health Record. (Registro Clínico Electrónico).
EPS	Entidades prestadoras de salud
ESB	Enterprise Service Bus (Bus de Servicios Empresariales).
FTP	File Transfer Protocol (Protocolo de Transferencia de Archivos).
GEL-	
XML	Gobierno En Línea – XML
HIS	Health Information System.
HL7	Health Level Seven.
HPTU	Hospital Pablo Tobon Uribe
HSLV	Hospital Susana López de Valencia.
HUSJ	Hospital Universitario San José
HSSP	Healthcare Services Specification Project (Proyecto para la Especificación de Servicios de Salud).
HTTP	Hypertext Transfer Protocol (Protocolo de Transferencia de Hipertexto).
HTTPR	Hypertext Transfer Protocol Reliable (Protocolo de Transferencia de Hipertexto Confiable).
HTTPS	Hypertext Transfer Protocol Secure (Protocolo de Transferencia de Hipertexto Segura)

IBM	International Business Machines (Empresa)
INIS	Infraestructura Nacional de Interoperabilidad en Salud.
IDE	Integrated Development Environment (Entorno de Desarrollo Integrado).
IPS	Institución prestadora de Salud
IPS-UM	IPS Universitaria de Medellín.
ISO	International Organization for Standardization (Organización Internacional para la Estandarización).
OMG	Object Management Group.
ORM	Object-Relational mapping (Mapeo Objeto Relacional).
PDA	Asistente Digital Personal (Asistentes Digitales Personales).
RIM	Reference Information Model (Modelo de Referencia de Información.).
RMI	Remote Method Invocation (Método de Invocación Remota).
RM-ODP	Reference Model – Open Distributed Processing (Modelo de Referencia para el Procesamiento Abierto Distribuido).
RPC	Remote Procedure Call (Llamada a Procedimiento Remoto).
RUP	Rational Unified Process (Proceso Unificado Racional).
SIH	Sistemas de Información Hospitalarios.
SMTP	Simple Mail Transfer Protocol (Protocolo Simple de Transferencia de Correo).
SOA	Service Oriented Architecture (Arquitectura Orientada a Servicios).
SOAP	Simple Object Access Protocol (Protocolo Simple de Acceso a Objetos).
SOA-SIS	SOA en Sistemas de Información en Salud.
SQL	Structured Query language (Lenguaje de Consulta Estructurado).
SSC	Sistema de Salud Colombiano.
TI	Tecnologías de la Información.
UDDI	Universal Description, Discovery and Integration.
UML	Unified Modeling Language (Lenguaje Unificado de Modelado).
WS	Web Services (Servicios Web).
WS-BPEL	Web Services - Business Process Execution Language (Lenguaje de Ejecución de Procesos de Negocio con Servicios Web).
WSDL	Web Services Description Language (Lenguaje de Descripción de Servicios Web).
XML	eXtensible Markup Language (Lenguaje de Marcas Extensible).
XSLT	eXtensible Style Sheet Language Transformation (Lenguaje Extensible para Transformación de Documentos XML)

Capítulo 1

Introducción

El intercambio de información clínica y administrativa entre entidades del Sistema de Salud Colombiano (SSC) es necesario para el adecuado funcionamiento del mismo, actualmente SSC es administrado por el estado gracias a la ley 100 de 1993 (Congreso de la república, 1993), la cual dio oportunidad a otras empresas de participar dentro de la estructura del sistema. Actualmente, el sistema de salud colombiano está compuesto por el estado, quien participa con el ministerio de protección social, la *comisión de regulación en salud (CRES)*, los aseguradores correspondientes a *aseguradoras de riegos profesionales (ARP)*, Entidades Promotoras de Salud (EPS), *administradoras de fondos de pensiones (AFP)* y los prestadores denominado Instituciones Prestadoras de Salud (*IPS*¹), que generalmente son hospitales, clínicas, laboratorios etc., denominados IPS. De acuerdo a la complejidad de los servicios prestados, las IPS son clasificadas en cuatro niveles de complejidad. El nivel uno integra todas las instituciones que prestan servicios de baja complejidad como consulta médica, odontología, atención de urgencia, actividades de promoción y prevención. El nivel dos presta servicios de mediana complejidad atendiendo especialidades básicas como medicina interna, ortopedia, ginecobstetricia, cirugía general, pediatría, urgencias 24 horas entre otras. El nivel tres presta servicios de alta complejidad como neurocirugía, cirugía vascular, neumología, dermatología, *unidades de cuidados*

¹ IPS, corresponde a Hospitales, clínicas, laboratorios, consultorios particulares, centros médicos de diagnóstico y especializados, de carácter público y privado, habilitados para prestar los servicios por los entes de control departamental y nacional del Sistema de Salud Colombiano.

Intensivos (UCP) entre otros; que en el *plan obligatorio de salud (POS)*³ son consideradas enfermedades de alto costo. Finalmente, el cuarto nivel trata enfermedades crónicas, de alto costo y de difícil tratamiento como VIH, cáncer, etc.

El intercambio de documentos clínicos es un problema mundial, diferentes países están invirtiendo en *Tecnología de la Información y de la Comunicación (TIC)* con el fin de lograr una plataforma única para todo el sistema de salud de su nación como es el caso de Canadá (Canada Government, 2001), Australia (Government Australia, 2004), México (DGIS, 2007), Estados Unidos (Estados Unidos, 2004), etc. Los sistemas de salud varían en cada país y son afectados considerablemente por la cultura, políticas y normas de los mismos. Al igual que otros países, para Colombia es necesario contar con mecanismos y sistemas que permitan interoperabilidad entre entidades del SSC y preferiblemente entre las IPS, ya que son las entidades base de todo el sistema y las que prestan los servicios de salud. El presente proyecto propone un modelo arquitectónico de interoperabilidad entre IPS de Colombia, utilizando estándares internacionales y el concepto SOA, a través de los sistemas de información utilizados en las IPS.

1.1. Planteamiento del problema

En toda IPS generalmente existen diversos sistemas de información implantados, los cuales han sido desarrollados para responder a necesidades específicas, que permitan contribuir a la prestación de servicios de calidad en la atención del paciente, y a mejorar procesos dentro de la organización como facturación, cartera, contabilidad, inventarios, citas médicas, historias clínicas, etc. A medida que las instituciones de salud crecen, el número de sistemas aumenta gradualmente con sus necesidades cambiando la forma como la información es suministrada. Teniendo en cuenta que la asistencia a pacientes generalmente la realizan diferentes instituciones de salud, a través de convenios de servicios establecidos entre ellas (hospitales, clínicas, laboratorios, farmacias, EPS, etc.), es necesario compartir información que reposa en cada uno de los sistemas

² UCI, servicio Hospitalario encargado del cuidado de pacientes en estado crítico, hace parte de los servicios de nivel III del sistema de salud colombiano.

³POS, Conjunto básico de servicios de salud que las EPS deben prestar a los afiliados, más información en <http://www.pos.gov.co>.

implantados en las diferentes instituciones prestadoras de salud, para llevar a cabo diferentes procesos como: (i) solicitud de copias de historias clínicas, (ii) resultados de exámenes de laboratorio, (iii) lecturas de imágenes diagnósticas, (iv) procedimientos quirúrgicos, etc. Gracias a la sistematización en las IPS, es una necesidad hablar de compartir información y funcionalidad a través de sus *Sistemas de información en Salud (Health Information System -HIS)*, convirtiéndose esta tarea en un desafío, dada la heterogeneidad de los sistemas de información existentes, implantados en cada una de las instituciones de salud.

Muchos países cuentan con una infraestructura para la interoperabilidad entre HIS, en Colombia sería adecuado establecer una acorde con el panorama del país, teniendo en cuenta normas, avances tecnológicos, aportes investigativos de las universidades, IPS y el estado. En Colombia están hablando de TIC en el sector salud, leyes como la 1438 de 2011⁴, el Decreto ley 19 de 2012⁵ y el Plan nacional de TIC Creado por el Ministerio de Protección Social, conocido actualmente como proyecto Vive Digital (Presidencia de la república, 2010), incentivan al progreso tecnológico de muchas instituciones y del gobierno, a través de alianzas estratégicas (por ejemplo RENATA) con el estado, universidades y representantes del sector Salud (IPS) para trabajar e investigar en temas de interés entre TIC y Salud. Muchas instituciones ya empezaron por iniciativa propia a utilizar HIS, algunos con desarrollo in-house⁶ y otros adquiridos a proveedores, pero todos con el fin de solucionar necesidades particulares de cada institución de salud. Como consecuencia hoy en día es un problema la interoperabilidad entre los HIS existentes, algunos heredados y otros nuevos pero sin la capacidad de compartir información con otros sistemas.

Como proceso organizacional, cada institución necesita comunicarse con otras para consultar o actualizar información clínica de los pacientes. El préstamo de historias clínicas es una actividad necesaria de toda institución de salud, para dar continuidad a un tratamiento médico, autorización de servicios y la remisión de pacientes a otros niveles de atención entre otras. El decreto 4747 del 2007 regula el esquema de referencia y contra referencia⁷, el cual permite trasladar pacientes

⁴ Ley 1438 de 2011, por medio de la cual se reforma el sistema general de seguridad social en salud y se dictan otras disposiciones.

⁵ ley anti tramites más información en <http://actualisalud.com/>

⁶ In-house, es un concepto que se utiliza para identificar el desarrollo de aplicaciones en la propia empresa para lograr aplicaciones a la medida.

⁷ Referencia y contrarreferencia, conjunto de procesos y procedimientos técnicos y administrativos que permiten prestar adecuadamente los servicios de salud. Referencia corresponde al envío de paciente por un prestador de salud a otra y contrarreferencia es la respuesta del prestador de salud receptor de la referencia.

para garantizar la calidad, accesibilidad, oportunidad y continuidad del servicio de salud, teniendo en cuenta la normativa. Comúnmente las IPS remiten pacientes a otras IPS donde les puedan prestar servicios complementarios (laboratorios, exámenes especiales, etc.), y/o especialidades idóneas para la necesidad del paciente, como requisitos para asegurar un diagnóstico y tratamiento conforme a lo recomendado por el médico remitidor, el paciente debe llevar copia de historia clínica, orden de apoyo y demás documentos clínicos que requieran, a la nueva institución y regresar con los exámenes o con las indicaciones médicas recomendadas a la institución de origen.

Compartir documentos clínicos promueve la sistematización del sistema de salud en general, lo que beneficia a muchas IPS de todos los niveles, sea nivel 1 (consultorios clínicos, centros de salud públicos y privados, etc.) o niveles superiores (clínicas, hospitales, laboratorios, centros especializados). Los procesos favorecidos con la sistematización incluyen: (i) préstamo de la Epicrisis⁸ (Castillo, 2004), (Presidencia de la república, 1999a), (Presidencia de la república, 1999b), (ii) compartir la historia clínica, (iii) exámenes de laboratorio, (iv) imágenes diagnósticas, (v) autorizaciones y demás documentos clínicos que sean necesarios, con el fin de disminuir los tramites que exigen para una atención médica, y aún más importante, los casos críticos donde el médico no procede por falta de antecedentes clínicos (Pan American Health Organization, 2009). El préstamo de registros clínicos puede ayudar a obtener un diagnóstico o tratamiento más rápido y preciso, contribuyendo a la mejora del paciente, actuando más rápido y evitando tramites que retrasen sus funciones.

Es indispensable alcanzar un nivel de interoperabilidad⁹ adecuado entre los HIS utilizados en las distintas IPS, y así permitir intercambiar información, componentes, y procesos de negocio, para posteriormente interpretar y usar la información intercambiada. Sin embargo, para lograr una adecuada interoperabilidad no es suficiente contar con un mismo HIS, aun así sea un escenario favorable para muchas instituciones, es necesario contar con mecanismos comunes de comunicación, al igual que el lenguaje, vocabularios y estándares en salud.

⁸Epicrisis, formato obligatorio para las IPS donde diligencia el resumen de la atención médica.

⁹ Interoperabilidad, habilidad de dos o más sistemas o componentes de intercambiar información para posteriormente ser utilizada, más información en IEEE Standard Computer Dictionary.

La necesidad de alcanzar niveles de interoperabilidad adecuados hace que estándares como HL7¹⁰ (Organización HL7, 2000) y DICOM¹¹ (Association, 1999) surjan para afrontar el reto de la interoperabilidad entre HIS.

1.2. Pregunta de investigación

La interoperabilidad entre las IPS se efectúa a través de los HIS que utilizan, y lograrlo permitirá acceder a la información que se necesite en el momento preciso, sin importar el HIS utilizado o la manera en que es almacenado. Pero ¿Cómo lograr interoperabilidad, entre HIS de las diversas IPS Colombianas, que permita el intercambio de información asistencial, administrativa y procesos del negocio, teniendo en cuenta la normatividad y los estándares utilizados en el sector salud?

1.3. Objetivos

1.3.1. Objetivo General.

Definir y validar un modelo arquitectónico de interoperabilidad entre HIS de las diversas IPS, basado en estándares de salud, arquitectura SOA y la normatividad que rige al sistema de salud colombiano.

1.3.2. Objetivos Específicos.

- Caracterizar de forma general los HIS de las IPS colombianas con base en la normatividad que rige el sistema de Salud, estándares utilizados y necesidades de interoperabilidad existentes.
- Definir un modelo arquitectónico de interoperabilidad entre Sistemas de Información en Salud de las IPS con base en los resultados obtenidos en el proceso de caracterización.

¹⁰ HL7, Conjunto de estándares para el intercambio de información clínica.

¹¹DICOM ,Digital Imaging and Communication in Medicine, estándar para el intercambio de imágenes médicas, manejo, almacenamiento, impresión y transmisión de imágenes médicas.

- Diseñar y desarrollar un prototipo con base al modelo arquitectónico de interoperabilidad propuesto.
- Validar el modelo arquitectónico de interoperabilidad propuesto, soportándose en el prototipo desarrollado, la caracterización establecida y usando un método de validación formal de arquitectura software.

1.4. Estructura de la memoria.

Este documento presenta la investigación realizada para proponer un modelo arquitectónico de interoperabilidad entre IPS de Colombia. La primera parte de esta memoria corresponde al capítulo 1, el cual hace una introducción a este trabajo de investigación. Describe la problemática en torno a la interoperabilidad entre IPS en Colombia, así como la necesidad de contar con un modelo arquitectónico que permita el intercambio de información teniendo en cuenta los estándares y la normatividad en el sector salud. Presentan los objetivos, la pregunta de investigación y finalmente una breve descripción sobre la estructura de esta memoria. La segunda parte corresponde al capítulo 2, describe el estado del arte y el marco teórico. El estado del arte presenta los trabajos relacionados con la interoperabilidad en el sector salud y el marco teórico presenta las tecnologías, conceptos y estándares relacionados con el trabajo propuesto, finalmente presenta las recomendaciones tanto de estándares como de conceptos para la arquitectura. Seguido el capítulo 3 denominado Caracterización general de las IPS, presenta las variables del entorno que afectan el presente trabajo, a través del modelo de Caracterización y el proceso con el cual fue definido, termina con el estudio de requisitos funcionales y no funcionales básicos a satisfacer con el modelo arquitectónico. Continuando con la memoria el capítulo 4 denominado modelo arquitectónico propuesto, describe el modelo arquitectónico siguiendo la metodología HIS-DF y representa el modelo a través de tres de las cinco vistas arquitectónicas definidas por RM-ODP. El capítulo 5 describe el proceso de evaluación bajo la metodología DESMET y presenta los resultados obtenidos con encuestas hechas a expertos en sistemas de información en salud. Finalmente, el capítulo 6 presenta las conclusiones de todo el trabajo de investigación y el trabajo futuro a partir de todo el problema estudiado.

Capítulo 2

Marco teórico y estado del arte.

La interoperabilidad de sistemas de información en salud es una práctica que se viene realizando para solucionar la necesidad de intercambiar información, migración de datos y evolución de sistemas (López, 2010). Con el ánimo de obtener una solución adecuada investigadores y empresas de todo el mundo que intervienen en el gremio de la salud, han postulado distintas alternativas, estándares como HL7 (Organización HL7, 2000), DICOM (Association, 1999), y arquitecturas que prometen integrar sistemas de información.

El presente capítulo aborda los conceptos utilizados para la interoperabilidad de HIS, al igual que trabajos o proyectos más reconocidos, organizados en dos secciones que son: (i) marco teórico y (ii) estado del arte.

2.1. Marco teórico.

El proceso de intercambiar información entre HIS incluye gran variedad de conceptos que aportan características y formalidades, las cuales permitirán diseñar la arquitectura de interoperabilidad esperada. Los conceptos más relevantes son interoperabilidad, HIS, SOA, ESB, HSSP y HL7, los cuales serán justificados en el punto siguiente.

2.1.1. Interoperabilidad.

Definimos como interoperabilidad a la capacidad que tienen los sistemas de intercambiar y compartir información entre dos o más sistemas heterogéneos (González, Blobel, & López, 2010) para posteriormente ser procesada de manera independiente. El logro de este intercambio no debe ser atendido por un tercero ya que sobresale por su autonomía manejada a través de un modelo, lenguaje o protocolo en común.

Los requisitos de interoperabilidad son definidos teniendo en cuenta el ámbito y subjetivamente considera las habilidades, el conocimiento, las restricciones socio políticas y culturales presentes. Todo esto con las iteraciones necesarias para lograr los objetivos del negocio (Blobel & Oemig, 2009).

En la literatura existen diferentes niveles de interoperabilidad clasificados según el ámbito de aplicación. Los niveles de interoperabilidad más comunes y más representativos en el contexto de la informática y las telecomunicaciones corresponden a: (i) técnico, (ii) sintáctico, (iii) semántico y (iv) organizativa. Estos niveles están referenciados con normas como ISO19101:2002 (Manso, Wachowicz, Bernabé, & Rodríguez, 2008) y en la iniciativa DUBLIN CORE, quienes han tenido grandes avances en la especificación de estándares para interoperabilidad de metadatos, logrando postular normas y estándares internacionales en este tema (Dublincore, 2011).

A continuación es descrito brevemente cada uno de los niveles mencionados:

- *Interoperabilidad técnica.* Es asociada generalmente al hardware, software, sistema o plataforma que permite la comunicación máquina a máquina centrándose en la información, sus protocolos y la infraestructura necesaria para el funcionamiento adecuado de los protocolos (Alcatel-lucent & Wiles, 2008).
- *Interoperabilidad Sintáctica.* Es la capacidad de comunicarse e intercambiar información (datos) entre dos o más sistemas teniendo en cuenta el formato de datos, el protocolo de comunicación entre otros conceptos fundamentales. Un claro ejemplo de este tipo de interoperabilidad es el estándar SQL y XML (Manso et al., 2008).
- *Interoperabilidad Semántica.* Más allá de la capacidad de intercambiar información entre dos o más sistemas consiste en la capacidad de interpretar

automáticamente la información intercambiada de manera fiable y segura para obtener resultados adecuados acordados por sistemas involucrados y el usuario final. Es importante que los sistemas tengan definido un modelo común para el intercambio de información lo que implica compartir los modelos de datos, entendidos estos como el conjunto de definiciones (modelo conceptual), interrelaciones (modelo lógico) y reglas y convenciones (modelo físico) que permiten describir los datos para su intercambio (Blobel & Oemig, 2009), (Alcatel-lucent & Wiles, 2008).

- *La interoperabilidad organizativa.* Es la capacidad de las instituciones y de sus procesos del negocio de colaborar mutuamente con el fin de lograr unos objetivos establecidos acorde a los servicios prestados. Esto implica tener conocimiento de los procedimientos para el intercambio de datos, lo que se consigue realizando los mismos procesos y procedimientos en las organizaciones que establecen el convenio (Alcatel-lucent & Wiles, 2008).

2.1.2. Modelos Comunes de Interoperabilidad.

Al abordar soluciones de interoperabilidad entre HIS es evidente la gran variedad de aportes. (López, 2010) presenta tres modelos comunes de integración de sistemas de información (i) Modelo punto a punto, identificado por establecer un canal comunicación entre dos sistemas a través de una interfaces adaptadas a cada aplicación u sistema como tal, es adecuado para lograr interoperabilidad en empresas pequeñas donde es más adecuado para sus condiciones ya sea por economía o por facilidad implementar interfaces entre sus sistemas, (ii) Modelo servidor de mensajes identificado por hacer enrutamiento de mensajes entre las aplicaciones conectadas a un servidor centralizado, involucrando la recepción, mapeo y distribución.

A diferencia del anterior modelo por cada aplicación es implementada una interfaz para comunicarse con el servidor a través de un sistema de mensajería predeterminado, y (iii) Modelo mediador al igual que el servidor de mensajes gestiona la comunicación entre las aplicaciones interconectadas con la diferencia que permite compartir funcionalidad para ser utilizada por todas las aplicaciones interconectadas.

2.1.3. Healthcare Information Systems (HIS)

(Clínica, 2011) define HIS como sistemas de información en salud, denominado también como sistema de información hospitalaria. Los HIS generalmente contienen la información demográfica y general del paciente, la agenda médica y la historia clínica, además almacena y organiza toda la información específica de los diagnósticos y tratamientos efectuados en una institución de salud y permite el acceso a la información de tratamiento al personal médico para obtener un amplio conocimiento del estado del paciente.

Sin embargo los HIS no siempre están solos y están asociados a sistemas administrativos que llevan la contabilidad y gastos de insumos asociados a la atención del paciente, resultados de laboratorio e imágenes diagnósticas (Alazraqui, 2006) define los HIS como sistemas complejos compuestos por una serie o conjunto de subsistemas tales como: (i) sistema de información epidemiológica, (ii) sistema de información económica financiera y administrativa, (iii) sistema de información socio demográfico y (iv) sistema de información de carácter clínico.

2.1.4. Enterprise Service Bus (ESB)

(Chappell, 2004) define ESB como una arquitectura lógica orientada a servicios, capaz de unir las tecnologías de servidores antiguos y nuevos (de sistemas heredados a sistemas o aplicaciones modernas), la integración de tecnologías (EAI, servicios web, etc.) y los paradigmas de la comunicación (MOM, RPC, servicios web, etc.) de forma unificada (Yao & Dan-rognlie, 2007). Los ESB son herramientas que integran mensajería, transformación de mensajes y enrutamiento basado en contenido, estableciendo así la capa lógica de integración entre consumidores y proveedores de servicios, creando un bus de mensajería de tipo empresarial. El objetivo principal del ESB es permitir el uso virtual de los recursos de la empresa, permitiendo que la lógica de negocio sea desarrollada y gestionada de forma independiente de la infraestructura.

Los ESB presentan características de (i) Sincronismo y Asincronismo, (ii) Enrutamiento, (iii) Transformación de Mensajes, (iv) Orquestación de servicios, (v) Procesamiento de eventos, (vi) Administración, (vii) Soporte multiprotocolo y (viii) Servicios de seguridad.

2.1.5. Service Oriented Architecture(SOA).

(Microsoft, 2006) define SOA como un concepto arquitectónico que establece un marco de referencia para la integración de sistemas, que logran comunicarse y compartir funcionalidades, generalmente a través de la red con la implementación de servicios web, logrando establecer servicios funcionales en forma de módulos para la integración de sistemas monolíticos.

La arquitectura puede definirse con proveedores y clientes, donde los proveedores ofrecen sus servicios y los clientes solicitan un servicio llamando mediante protocolos preestablecidos (como ejemplo SOAP). De esta manera, proporcionando mecanismos de comunicación estándar entre diferentes aplicaciones para interactuar entre sí y presentar información dinámica al usuario final.

Existen algunos conceptos inherentes en la arquitectura SOA necesarios para lograr la adaptación, reutilización de sistemas, e interoperabilidad de los sistemas o instituciones involucradas: (i) Granularidad, (ii) Interfaz vs implementación, (iii) contratos de servicio y (iv) Acoplamiento.

Dentro de la definición de la arquitectura es necesario la utilización de WS-BPEL el cual es un lenguaje estándar basado en XML que permite presentar el comportamiento de los procesos de negocio orquestando los Servicios Web, es decir describiendo el flujo de trabajo de ejecución de los servicios miembro (Oasis, 2007).

2.1.6. Health Service Specification Project (HSSP).

La estandarización de interfaces logra que diferentes sistemas a través de lenguajes de programación, tales como sistemas operativos y bases de datos, puedan comunicarse unos con otros. Los ecosistemas SOA pueden existir dentro de una organización como entre organizaciones y no es ajeno a esta afirmación encontrar SOA entre o en instituciones de salud.

HSSP (HSSP, 2005) es un proyecto que tiene su enfoque en solucionar los problemas de interoperabilidad en entidades de salud usando SOA y especificaciones de HL7.

HSSP fue formado en 2005 como una actividad conjunta de la Fundación HL7 y la OMG para colaborar a la industria de los estándares.

Reconociendo que SOA es una parte emergente del contexto, HSSP define normas para promover la interoperabilidad en la industria del SOA aplicado a salud, la aplicación de SOA no es suficiente porque puede presentarse que dos servicios hacen cosas similares, pero lo aplican de forma diferente y es por esta razón que HSSP define y realiza un conjunto de claves SOA amigables para la creación de interfaces estándar para la atención médica, servicios de infraestructura e incluso algunos servicios de negocio claves y comunes entre instituciones de salud.

Tabla 1. Especificaciones del proyecto HSSP (HSSP, 2005).

ESTANDAR	DESCRIPCIÓN	ORG
Servicio de Identificación de Entidad: Especificación Técnica.	Especificación Técnica para el Servicio de Identificación de Entidad, Incluyendo los requisitos de la plataforma para SOAP/WSDL/HTTP.	OMG
Servicio de Identificación de Entidad: Modelo Funcional.	Estándar y Normativa HL7 que establece la funcionalidad el servicio de identificación de entidades (<i>Entity Identification Service - EIS</i>).	HL7
Servicio de Actualización, Localización y Recuperación.	Especificación Técnica para el Servicio de Actualización, Localización y Recuperación Incluyendo los requisitos de la plataforma para SOAP/WSDL/HTTP.	OMG
Servicio de Actualización, Localización y Recuperación: Modelo Funcional.	Adoptado un Estándar en Construcción para Uso de Prueba de funcionalidades de actualización, localización y recuperación (<i>RLUS</i>).	HL7
Servicio de Soporte de Decisiones: Modelo Funcional	Adoptado un Estándar en Construcción para Uso de Prueba de funcionalidades de DSS.	HL7
Servicio de Identificación de Entidad: Solicitud de Propuesta	Solicitud de Especificaciones Técnicas para el servicio EIS.	OMG
Servicio de Recuperación, Localización y Actualización: Solicitud de Propuesta	Solicitud de Especificaciones Técnicas para el servicio RLUS.	OMG
Servicio de Soporte de Decisión: Solicitud de Propuesta	Solicitud de Especificaciones Técnicas para el servicio de soporte a la toma de decisiones (<i>Decision Support Service – DSS</i>).	OMG
Servicios de Terminología Comunes: Solicitud de Propuesta	RFP solicitud de especificaciones técnicas para sistemas de toma de decisión (DSS).	OMG

El proyecto HSSP ofrece un conjunto de especificaciones de servicios que hacen uso estándares descritos en la tabla 1, también propone lineamientos a considerar para la adopción de SOA en instituciones del sector salud (HSSP, HL7, & OMG, 2010), de forma independiente a la metodología empleada en el proceso de implementación, es presentada a través de ocho pasos, descritos en el anexo A.

2.1.7. Estándares HL7.

La organización HL7, creada en 1987 y acreditada por el *Instituto Nacional de estándares en USA (American National Standards Institute, ANSI)*, desarrolla estándares que permiten la integración, el intercambio y la recuperación de información en salud en forma electrónica, así como la gestión y ejecución de servicios de salud. Los principales estándares de HL7 son Mensajería HL7 Versión 2 y 3, *Clinical Document Architecture (CDA)*, *Structured Product Labeling (SPL)*, HL7 Medical Records, GELLO¹², Arden Syntax y *Clinical Context Object Workgroup (CCOW)*.

Los estándares desarrollados inicialmente por la organización HL7 son el estándar de mensajería, de los cuales están vigentes las versiones 2 y 3, y CDA. El estándar de mensajería HL7 permite comunicar sistemas de información dispersos en entornos heterogéneos, los cuales comparten información en diferentes formatos; estos sistemas generalmente envían o reciben mensajes que soportan procesos de registro, admisión y transferencia de pacientes así como pedidos de información al sistema, órdenes, resultados, observaciones clínicas, facturación y actualización de información de archivos maestros; CDA define un modelo o estructura de documentos clínicos a intercambiar, generalmente resúmenes, notas médicas, autorizaciones, etc., de forma muy similar a un registro clínico electrónico. Los documentos CDA están basados en XML, el modelo de referencia RIM de HL7 y vocabularios codificados, lo que implica facilidad en la lectura, análisis y procesamiento electrónico y legible por el humano.

2.1.8. Metodología de evaluación DESMET

(A Method For Evaluating Software Engineering Methods And Tools - DESMET) es una metodología multi-componente que comprende las directrices para realizar

¹² Gello es un lenguaje de propósito específico, orientado a objetos (OO) de consulta y de expresión.

una serie de actividades de evaluación (selección del método de evaluación, estudios de caso cuantitativos, experimentos cuantitativos y análisis de características), además de otros componentes de apoyo a la metodología (un procedimiento para evaluar la madurez de una organización; directrices para afrontar problemas de factores humanos; un manual de medición; y una herramienta de recopilación de datos) (Kitchenham, 1996).

Según los objetos de evaluación que establece DESMET, este proyecto la realiza por medio de un método el cual es un enfoque específico dentro de un paradigma genérico. Por otro lado, la metodología de evaluación separa los procesos de evaluación en dos tipos, (i) evaluaciones cuantitativas destinadas al establecimiento de efectos medibles de la utilización de un método/herramienta. Los efectos medibles son basados generalmente en la reducción del tiempo de producción, reconstrucción o mantenimiento o costos y (ii) evaluaciones cualitativas destinadas al establecimiento de la idoneidad del método. Los evaluadores miden el grado en que el método proporciona las características necesarias de manera útil y eficaz con base, generalmente, en la opinión personal.

Finalmente, los métodos híbridos son aquellos que involucran tanto elementos objetivos como subjetivos. DESMET ha identificado tres formas para organizar un ejercicio de evaluación: (i) un experimento formal donde a muchos sujetos (por ejemplo, ingenieros de software) les solicitan realizar una o varias tareas utilizando los diferentes métodos que están investigando. Los sujetos son asignados a cada método de forma que los resultados son imparciales y pueden ser analizados empleando técnicas estadísticas estándar, (ii) un estudio de caso donde cada método investigando es probado en un proyecto real utilizando procedimientos para el desarrollo de un proyecto estándar de la organización que está realizando la evaluación y (iii) una encuesta donde el personal/organizaciones que han empleado métodos en proyectos pasados son interrogados para que proporcionen información sobre dicho método. La información de los usuarios puede ser analizada utilizando técnicas estadísticas estándar.

2.1.9. El modelo de componentes genéricos

Teniendo en cuenta que un modelo es una representación parcial de la realidad y por medio de ellos es posible reflexionar sobre este mundo sin tener que lidiar con todos sus detalles; dando origen a los llamados modelos arquitectónicos aplicados

al desarrollo del software. Es así que en los noventa fue desarrollado el Modelo de Componentes Genéricos (*The Generic Component Model - GCM*), perfeccionado por el Departamento de Informática médica de Magdeburgo (Blobel & Oemig, 2009). El GCM proporciona un marco amplio utilizado para describir cualquier sistema real, teniendo en cuenta las propiedades comunes de los sistemas compuestos de elementos interactuantes que forman un todo, también el reconocimiento de las singularidades de los sistemas con respecto a su entorno. El GCM puede ser utilizado con el propósito de analizar cualquier tipo de sistema real, incluyendo los sistemas de información aplicados al área de la salud.

La abstracción de un sistema teniendo en cuenta el GCM permite reducir la complejidad de un sistema real, siguiendo dimensiones, como muestra la figura 1. Las tres dimensiones pueden ser consideradas por separado, pero al final es necesaria una combinación para definir el diseño y la implementación real. La primera dimensión reduce la complejidad de los dominios separándolos. Los dominios puede ser médico, jurídico, administrativo, financiero, técnico, organizativo, social, etc. La segunda dimensión reduce la complejidad estructural del sistema por la descomposición de ellos. Como resultado, la granularidad de un sistema que aumenta a partir de conceptos de negocio a través de redes de relaciones, servicios, funciones y conceptos básicos.

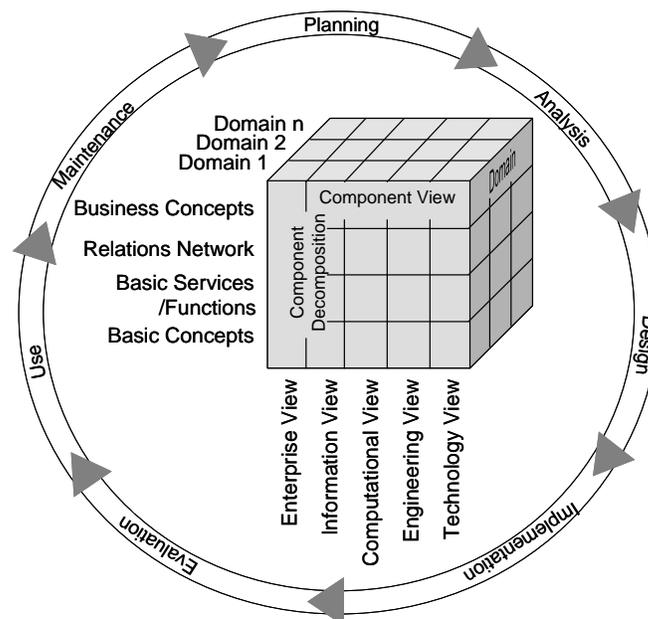


Figura 1. Modelo Genérico de Componentes, imagen tomada de (Blobel & Oemig, 2009)

2.1.10. Marco Integral de Desarrollo para Sistemas de Información en Salud (HIS-DF)

Es una metodología genérica y personalizable para el análisis arquitectónico de sistemas de información en salud, desarrollado recientemente en el centro de investigación eHealth Competence Center Regensburg (Lopez & Blobel, 2009). HIS-DF consta principalmente de una base de conocimiento de referencia que incluye las diferentes tareas, roles (miembros del equipo de desarrollo encargados de ejecutar las tareas), productos (artefactos resultantes de cada tarea), guías, fases, flujos de trabajo, etc., necesarios para el análisis de la arquitectura del sistema en proyectos de desarrollo de software de salud, especialmente orientado al desarrollo de soluciones que soporten interoperabilidad semántica. La metodología está basada en los principios de la teoría de sistemas tomando como referencia el modelo de componentes genéricos (GCM). Este enfoque permite modelar el comportamiento estático de los HIS como una agregación de componentes, así como su comportamiento dinámico, descrito como la interacción entre estos componentes. HIS-DF aborda, también, la complejidad intrínseca de sistemas de información en salud mediante un análisis por separado de sus diferentes dominios cubiertos (por ejemplo, separando el dominio médico del técnico), además de ofrecer un método para abstraer los diferentes puntos de vista para describir la arquitectura de un sistema de información.

Esta abstracción está soportada en el uso del modelo de referencia del estándar abierto para el procesamiento distribuido ISO 10746 (*Open Distributed Processing – Reference Model - RM-ODP*), el cual define cinco puntos de vista y un lenguaje para cada vista, con los cuales puede describirse de manera formal los diferentes componentes de un sistema de información. Además, la Arquitectura Dirigida por Modelos (MDA) es también empleada dentro de este marco de desarrollo definiendo un proceso para la transformación de los modelos de la organización a un modelo independiente de la plataforma, y finalmente su transformación a un modelo específico de la plataforma, este último describiendo aspectos tecnológicos de implementación. En la metodología, la implementación de los modelos específicos de la plataforma hace parte de la metodología de desarrollo a utilizar, sin embargo HIS-DF sugiere el uso de métodos de desarrollo dirigido por modelos (MDD) para facilitar portabilidad a cualquier entorno de desarrollo.

La finalidad de HIS-DF es proveer un proceso de desarrollo arquitectónico comprensivo que supere las limitaciones de aproximaciones arquitecturales

existentes y además soporte el requerimiento de interoperabilidad semántica en el diseño de sistemas de información en entornos clínicos. HIS-DF cubre el análisis del negocio, requerimientos y diseño, así como también, la documentación de las fases en el ciclo de vida de la arquitectura de sistemas de información en salud. El proceso descrito en HIS-DF está restringido a aspectos independientes de la plataforma, cubriendo los puntos de vista empresarial, de la información y computacional. Los prerrequisitos para interoperabilidad semántica incluyen: manejo distribuido, orientación a componentes, conformidad de estándares, especificación de modelos de referencia y de dominio, empleo de terminologías comunes, ontologías, etc. La figura 2 presenta la extensión los principios del GCM en HIS-DF. En general, el marco está definido como un proceso de cinco fases en las que se hace una continua y constante restricción del GCM.

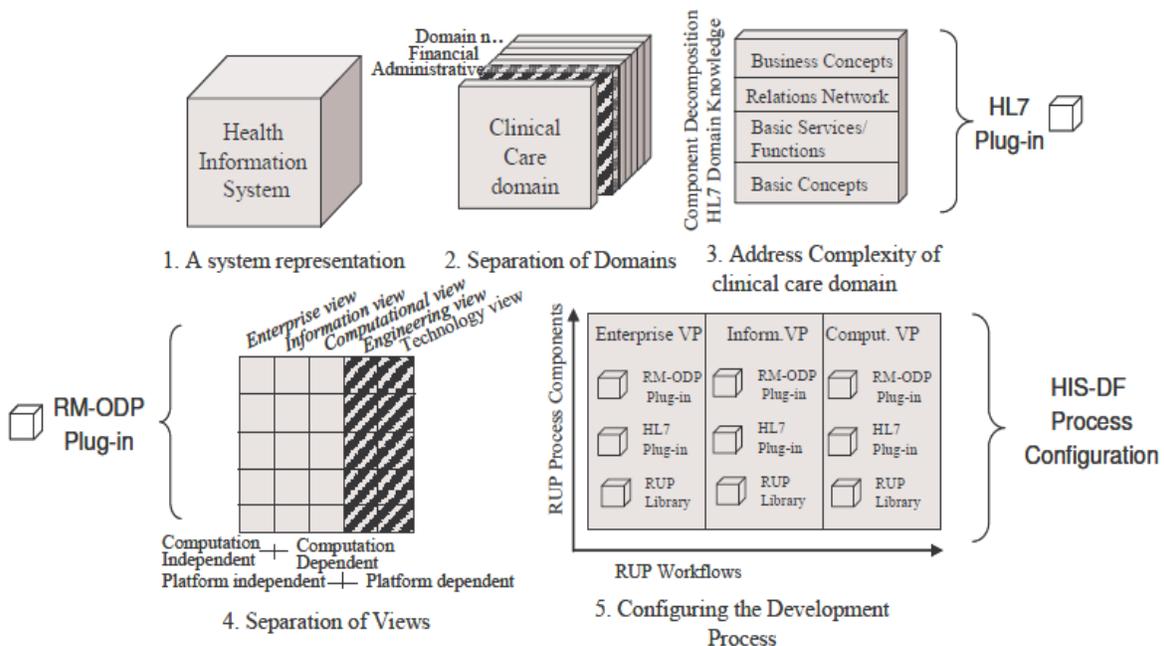


Figura 2. Marco de Desarrollo para Sistemas de Información en Salud (HIS-DF), figura tomada de (Lopez & Blobel, 2009)

La primera fase define el tipo de sistema a analizar en el contexto de HIS-DF. En este caso, el ámbito o tipo a considerar está limitado a los sistemas de información en salud. La segunda fase considera la dimensión del dominio del GCM, realiza la identificación y separación del dominio de interés y diferentes dominios interrelacionados, de esta manera es posible manejar la complejidad del modelo. La tercera fase maneja la complejidad estructural de un modelo, para el dominio de interés (seleccionado en la segunda fase). La cuarta fase define la arquitectura del

sistema restringiendo el análisis de aspectos lógicos o independientes de la plataforma del sistema. Este análisis es reflejado en las vistas del modelo RM-ODP: empresarial, de información y computacional. Finalmente la fase 5 define el conjunto de componentes del proceso de desarrollo (actividades, flujos de trabajo, fases, iteraciones, roles, artefactos).

2.2. Estado del arte

2.2.1. Arquitecturas internacionales

En el mundo existen muchas propuestas que muestran el interés de integrar el sistema de salud de una nación (Pan American Health Organization, 2010a). La organización panamericana de la salud relaciona muchos de estos esfuerzos de integración en un documento denominado “Infraestructura Salud Publica Bibliografía Anotada” (Pan American Health Organization, 2010b). A continuación son presentados los proyectos nacionales más referenciados a nivel internacional.

National Health Service (NHS) Connecting For Health

Es un programa del Servicio Nacional de Salud del Reino Unido, administrado por el departamento de salud del mismo país, tiene como fin presentar una plataforma para el establecimiento de IT¹³ en todo el sistema de Salud en el país. Define una arquitectura que posee un conjunto principal de servicios utilizados para el registro de información clínica denominado la Espina. El programa está dividido en una serie de productos claves que son: (i) Integrated Care Records Service, (ii) Electronic Prescribing, (iii) Electronic Appointments Booking, (iv) Underpinning IT infrastructure, (v) Medical imaging software, (vi) Performance management of primary care, (vii) Central e-mail and (viii) directory service. En el sitio Web está disponible la guía de implementación, las herramientas necesarias para el uso y demás ayudas requeridas. El programa no referencia el uso de SOA, pero sí estándares HL7 y terminologías SNOMED¹⁴ (Reino unido, 2004).

¹³ IT, Information Technologies - tecnologías de la información.

¹⁴ SNOMED, Systematized Nomenclature of Medicine, terminología clínica integral que combina términos de ciencias básica, bioquímica y especialidades médicas.

Health Connect NEHTA

(Government Australia, 2004) es un proyecto establecido por el ministerio de salud australiano en el año 2004, para contribuir con el desarrollo nacional relacionado con estándares de información en salud y necesidades de infraestructura para el intercambio de información clínica electrónica de forma segura.

Hoy en día es un Framework de interoperabilidad que permite a usuarios autorizados el acceso a la historia clínica del paciente e información específica como resultado de pruebas, prescripciones y notas médicas entre otras opciones. El modelo con el cual está diseñado el Framework, (Australia, 2008) (Mahncke, Williams, & Williams, 2006) está bajo el concepto de SOA como arquitectura estándar para compartir registros clínicos; el estándar para el intercambio de información deriva de las especificaciones (The openEHR Foundation, 1989)¹⁵ en conjunto con HL7.

Infoway, Proyecto EHRS

(Canada Government, 2001) es una corporación independiente sin ánimo de lucro creada por el primer ministro de Canadá en el año 2001 con el objetivo de fortalecer y acelerar el desarrollo y la adopción de sistemas para registro clínico electrónico con estándares compatibles y tecnología de comunicación. Actualmente proveen la tecnología necesaria para lograr la historia clínica electrónica interoperable, soportan y sostienen las comunicaciones y los estándares tecnológicos.

En general es una arquitectura basada tanto en especificaciones internacionales (Canada Government, 2004) como HL7 y SNOMED, lo que ha permitido estandarizar interfaces, estructura de datos, vocabularios, funcionalidad y comportamiento, y la infraestructura compuesta de un Framework EHRS¹⁶ para compartir información, sobre una arquitectura en BUS bajo el concepto de SOA. El proyecto ha permitido interconectar los servicios públicos de salud, el sistema farmacéutico, centros de radiología, laboratorios, hospitales y clínicas.

¹⁵OpenEHR, estándar abierto que describe la administración y almacenamiento de información clínica en forma de informes de historia clínica electrónica.

¹⁶ EHRS, Electronic Health Record Solution - referencia al Framework de interoperabilidad utilizado por Infoway.

Better IT for better health (Bei4health)

(August & Icw, 2003) en Alemania a través del proyecto Better IT for Better Health (Bei4health) creó la red nacional de tarjetas electrónicas de salud, cuyo fin fue el desarrollo de un Framework arquitectónico abierto y una infraestructura de seguridad para la comunicación en el sistema de salud. El proyecto define requerimientos para aplicar los componentes técnicos y describe los procesos en detalle para cada institución (problemas e interfaces necesarias).

A diferencia de las anteriores propuestas Bei4health es una solución que no es en línea, está basado en las especificaciones HL7 y lo establecen como componente esencial centralizado para trabajos futuros.

National Health Information Infrastructure (NHII) en EE.UU

(Estados Unidos, 2004) es una iniciativa para la estandarización de sistemas de información en salud con bases de datos de registros clínicos descentralizados para los Estados Unidos, cuyo objetivo es contar con sistemas interoperables que provean la información necesaria para soportar la toma de decisiones. NHII está enfocado en tres dimensiones que son (i). Personal de la salud, (ii). Proveedores de la salud. (iii) Población de la salud, con el fin de proporcionar un medio para conceptualizar la captura, almacenamiento, comunicación, procesamiento y presentación de la información para cada grupo de usuarios de la información.

El modelo de referencia de la arquitectura está centrada en tres aspectos fundamentales, (i) sistema de integración que utiliza la arquitectura medicina en la red (Abar, 2006), (ii) integración organizacional que es un sistema federado /descentralizado para mantener la identidad, la autonomía y la agilidad de los sistemas en cada organización, y (iii) proceso de integración regido bajo el concepto de SOA. También han visto la importancia de referenciarse en terminologías como LOINC¹⁷, NDF-RT¹⁸, UMLS¹⁹, SNOMED y en recomendaciones HL7, DICOM, para el registro y almacenamiento en el repositorio de objetos del paciente.

¹⁷El Logical Observation Identifier Names and Codes (LOINC®) es una base de datos para el intercambio y la elaboración de términos comunes de resultados.

¹⁸NDF-RT, National Drug File Reference Terminology's.

¹⁹ UMLS, Unified Medical Language System, compendio de terminologías biomédicas.

National Health Information Infrastructure (NHII) en Taiwan

Taiwan (Yu-Chuan;Li, 2005), desde los años 80's, ha sido invertido en Tecnología de la Información y Comunicaciones para la creación y mejoramiento del sistema de información nacional de salud (*National Health information - NHI*). Actualmente cuentan con un sistema que brinda la interoperabilidad y seguridad necesaria para intercambiar información relacionada con el cuidado del paciente a nivel nacional. Utilizan una arquitectura basada en las terminologías LOINC, SNOMED, y códigos NHI (vocabulario propio para la identificación de medicamentos, diagnósticos, procedimientos, etc.). Para el intercambio de mensajes utilizan HL7, y para el contenido y/o estructura de datos usan el sistema (*Taiwan electronic Medical record Template - TMT*). La seguridad del servicio la alcanzan utilizando (*Virtual Private Network - VPN*²⁰) entre instituciones y el uso de tarjetas inteligentes para la identificación y movilización de registros clínicos personales.

2.2.2. Otras arquitecturas de interoperabilidad entre HIS.

Esta sección presenta otros proyectos relacionados con integración e interoperabilidad de HIS y propuestas relacionadas con la arquitectura en Bus de Servicios Empresariales (ESB²¹).

(Hadzic, 2008) hace énfasis en la necesidad de contar con un formato estándar para almacenar la información de los pacientes y de una infraestructura adecuada que permita compartir la información entre diferentes instituciones de salud. Lo anterior, con el objetivo de gestionar de forma efectiva y eficiente la información del paciente. La propuesta ilustra el uso de ontologías²² como mecanismo mediador entre diferentes formatos Electronic Health Record (EHR²³) para compartir información, específicamente la estandarización de datos. Además, utilizan sindicación de EHR (puntos EHR) correspondientes a las herramientas software configurables que proveen la sindicación para interactuar con el intermediador (EHR Broker) el cual es una interfaz que soporta todas las

²⁰ VPN, Red privada virtual, es una tecnología utiliza para la extensión de una red local sobre una red no controlada como Internet de forma segura.

²¹ ESB, Bus de Servicios Empresariales, son soluciones middleware de integración para entornos empresariales.

²² Ontología es un esquema conceptual, especificación formal explícita de una conceptualización compartida.

²³ EHR, Electronic Health Record - Registros clínicos electrónicos, almacenamiento digital de información médica.

peticiones de suscripción, publicación, envío, importación y exportación. Cuenta con una central EHR la cual mantiene un índice central que registra la correspondencia entre la identidad del paciente y la sindicación EHR que contiene su expediente médico. La ontología de mediación (OntologyBroker) es responsable de mantener la Electronic Health Record Ontology (EHRO²⁴) y de transformar la representación de los datos de EHR de un formato a otro.

(Sriram & Lide, 2009) describen la importancia de contar con herramientas y técnicas que permitan lograr fundamentalmente interoperabilidad semántica, debido a la heterogeneidad entre vocabularios y terminologías médicas de los distintos EHR, mostrando la importancia de los estándares en la integración de EHR.

(Beach, 2007) elaboró un proyecto encargado de la interoperabilidad entre los distintos centros de salud públicos. El proyecto evalúa opciones de interoperabilidad (punto a punto, SOA, etc.) y justifica el uso de SOA con el fin de lograr la integración de todos los sistemas activos incluidos los sistemas heredados, y concluye que el uso de SOA facilita la integración de sistemas heredados y su integración en sistemas es más rápida y menos costosa.

(Jayaratna & Sartipi, 2009) proponen el Tool-Assisted Message Mapping Process (TAMMP) como una herramienta para el diseño asistido del Workflow utilizando mensajes HL7, que son transmitidos a través de Servicios Web. Además, presenta una arquitectura compuesta por i) una interfaz de usuario Web, ii) servidor Web donde publican los servicios creados, iii) interfaz de sistema para terminologías y iv) un sistema de búsqueda de artefactos controladores en donde utiliza Resource Description Framework (RDF) para la adaptación de información, correspondiente a los distintos sistemas.

(Oemig & Blobel, 2009) describen como crear una ontología para HL7 utilizando Ontology Web Language (OWL²⁵), representando el modelo de información y los modelos derivados (R-MIMs, HMDs), y el modelo de referencia de información (RIM)²⁶. Comúnmente HL7 es representado en archivos XML²⁷ basados en Model

²⁴EHRO, Electronic Health Record Ontology - Ontología de Registros clínicos electrónicos.

²⁵ OWL, Ontology Web Language, lenguaje de marcado para publicar y compartir datos usando ontologías en sitios web.

²⁶ RIM, Reference information model, Modelo de referencia de información que representa los datos clínicos para el estándar HL7.

²⁷ XML, eXtensible MarkupLanguage – lenguaje de marca extensible, es un metalenguaje extensible de etiquetas desarrollado por el World Wide Web Consortium(W3C).

Interchange Format (MIF) y a través de script son convertidos a archivos OWL. Las limitaciones al realizar la conversión a través del mapeo de los archivos es debido a la necesidad de utilizar herramientas externas como Protege (Stanford, n.d.), presentando incompatibilidad con las herramientas convencionales de programación. Sin embargo, cabe resaltar que el uso de ontologías permite alcanzar niveles de interoperabilidad semántica y al convertir archivos HL7 a ontologías nos acerca a este objetivo.

(González et al., 2010) describen cómo implementar un servicio de interoperabilidad basado en ontologías para interfaces con HL7 para sistemas heredados. En este trabajo son evaluadas las herramientas que soportan el estándar HL7 Versión 2 y Versión 3 para determinar cual permite automatizar la creación de interfaces con HL7 y que ventajas brinda. El método utilizado es integrar HL7 a través del GCM el cual reduce la complejidad real de un sistema, utilizando ontologías formales para el mapeo y ontologías de dominio. Los autores concluyen que para lograr una adecuada interoperabilidad semántica es importante utilizar ontologías de dominio que permitan garantizar la calidad de información intercambiada entre los sistemas de salud que interactúan. El enfoque del trabajo define un servicio que puede ser adoptado o integrado a distintas arquitecturas para el intercambio de información en HIS.

Es una propuesta bien soportada y justifican formalmente el uso de sistemas OpenSource para la integración de servicios, sin embargo, el alcance del trabajo solo llega hasta la propuesta de implementación de un servicio más no un modelo de interoperabilidad.

Utilizando agentes inteligentes pueden proponerse soluciones de interoperabilidad como lo hacen (Koufi, Malamateniou, & Vassilacopoulos, 2009a, 2009b), donde presenta un framework mediador para lograr interoperabilidad de datos y el direccionamiento de servicios en el contexto de una SOA. Los procesos del negocio son modelados usando (*Business Process Execution Language - BPEL*²⁸) para posteriormente expresarlo en Servicios Web. Para los Servicios Web de alto nivel utilizan servicios de datos Grid el cual permite la federación de datos y el procesamiento de consultas distribuidas. Y la mediación entre sistemas es dada por un Sistema Multi-Agente (SMA²⁹) sobre la plataforma Workflow and Agent

²⁸ BPEL, Business Process Execution Language - Lenguaje de Ejecución de Procesos de Negocio, lenguaje de orquestación.

²⁹ SMA Sistemas multi-Agente, técnica de inteligencia artificial que utiliza agentes inteligentes.

Development Environment (WADE, 2008), considerada como la evolución de Java Agent Development Environment (JADE, 2000). Los autores concluyen acerca de la importancia de tener un sistema de interoperabilidad seguro, robusto, de alto desempeño, escalable, y flexible. Sin embargo, no evalúan estas características, ni las arquitecturas usadas en el trabajo desarrollado.

Bus de Servicios Empresariales (Enterprise Service Bus-ESB)

Es una arquitectura que propone mayor interoperabilidad entre sistemas heterogéneos el cual utiliza diversas tecnologías para dar flexibilidad en el uso de las mismas. Existen ESB adaptados a las necesidades de interoperabilidad del sector salud. Entre las implementaciones de ESB más utilizadas están: Mirth (Mirth Corporation, 2004), Bostech (Bostech provides enterprise, 2004), OpenEsb (OpenESB, 2005) y Apache Server Mix (ApacheServerMix, 2004).

(Van Den Bossche et al., 2008), plataforma para el enrutamiento de información médica en una unidad de cuidados intensivos (UCI), basados en (JainSlee, 2003) y ESB. En este trabajo interconectan equipos utilizados en la UCI como ventiladores, monitores entre otros, a través de una interfaz RS-232 al ESB, adaptando el HIS a la misma plataforma que tiene como sistema principal un ESB.

ePOC PDA (Wollongong, New South Wales, & South Australia, 2007) es un proyecto del Australian Research Council para la obtención de datos clínicos mediante PDA y la interacción de este con un PC, permitiendo agregar y consultar observaciones clínicas al sistema de información. El proyecto hace uso de un trabajo previo que propone mapear los conceptos y relaciones entre SNOMED CT y HL7. Este trabajo describe el uso de un ESB para la comunicación entre dispositivos y lo presentan como el componente más importante para lograr la implementación. Los autores mencionan el uso de mensajes XML definidos por HL7 versión 3, para establecer la comunicación del PDA con el PC, pero no especifican si la naturaleza del middleware ESB utilizado es propietario o de libre distribución.

SerAPI (Yhteishenkilö & Tuomainen, 2006), trabajo que fue llevado a cabo para integrar las necesidades internas del hospital del distrito de Satakunta en Finlandia, en colaboración con el proyecto SerAPI de la Universidad de Kuopio. Plantea un enfoque práctico que envuelve las aplicaciones para servicios web utilizando un Bus de Servicios Empresariales, con el fin de integrar procesos con

los sistemas existentes de grupos de diagnósticos relacionados, EPR (Electronic Patient Records), y otras aplicaciones usadas por los funcionarios en momentos determinados. Emplea el protocolo de mensajes HL7 Versión 2 para la comunicación y BPEL para la orquestación de servicios.

(Bortis & Ave, 2008) presentan la experiencia en el uso de Mirth como propuesta Open Source para integrar sistemas de salud. Los autores describen una arquitectura híbrida con estilo cliente servidor y el modelo ESB, separando la preocupación correspondiente a los canales utilizados para despliegue y activación de servicios, con los canales que están iniciando o en modificación. Se tienen grandes ventajas usando herramientas como Mirth ya que la separación lógica permite desarrollar subcomponentes y actualizarlos inmediatamente. El enfoque del estudio muestra a Mirth como herramienta para interconectar sistemas, describe funcionalidades y características de la arquitectura pero no presenta un modelo arquitectónico de referencia.

2.2.3. Estudios relacionados con interoperabilidad de HIS en Colombia.

La preocupación por la mejora de los servicios de salud a través de las TIC es tema de importancia en la actualidad. La ley 1438 de 2011 facilita la implementación de mecanismos que permitan prestar servicios de salud utilizando medios electrónicos, promoviendo la Telemedicina y la facturación en línea. El plan Vive Digital (Presidencia de la república, 2010) tiene como objetivo masificar el uso del Internet como medio de información y comunicación en hogares y empresas del país. Adjunto al plan existen iniciativas desde los distintos ministerios que permitirán para el 2014 contar con una mejor aplicación de las TIC. El ministerio de protección social propone mejorar los servicios a los usuarios del sistema de salud con iniciativas para: crear una afiliación única, facilitar la verificación de derechos, incrementar el uso de la telemedicina, mejorar el diálogo con los ciudadanos y tener disponibles los precios en línea. También el fortalecimiento institucional a través de varias iniciativas como el reporte en línea de indicadores gestión financiera, de producción, de calidad, el análisis y control efectivo a los precios. Asimismo, el monitoreo y control de amenazas en salud pública a través del uso de la tecnología.

GEL-XML (Gobierno en línea, 2009) es una iniciativa suscrita dentro del ámbito de Gobierno en línea que contempla la definición y gestión de un lenguaje común, orientado a que diferentes sistemas puedan entenderse e intercambiar información, referente a la prestación y/o demanda de trámites y/o servicios entre entidades de gobierno y entidades del sector privado, con el objeto de ofrecer al ciudadano información de forma adecuada, que sea oportuna, eficiente y de calidad. Es concebido para ser utilizado en la implementación de procesos electrónicos de intercambio de información. Sin embargo, considera la extensión de su aplicabilidad a la definición, desarrollo e implementación de nuevos sistemas de información. Considera un componente para integración en e-Salud que está en desarrollo.

SISPRO (Sistema Integrado de Información de la Protección Social) (Ministerio de Protección Social, 2007) es técnicamente una solución de bodega de datos que integra de forma estática las fuentes de datos de sistemas de información en salud, riesgos profesionales, pensiones, asistencia social y empleo en Colombia. Alrededor de SISPRO están en desarrollo varios aplicativos misionales que son sistemas de información específicos. Teniendo como objetivo principal construir un Sistema de Información bajo el concepto de la Protección Social, permita tomar decisiones que apoyen la elaboración de políticas, el monitoreo regulatorio y la gestión de servicios. Actualmente existe en funcionamiento un Portal Web para que los usuarios accedan a la Información del SISPRO, trabajen con los reportes del Sistema de Gestión de Datos, ingresen a los Aplicativos Misionales y al aprendizaje electrónico.

Otros autores han estudiado la necesidad de integrar sistemas de salud. (Liñeiro, 2008) propone un modelo para lograr interoperabilidad dentro del modelo de salud colombiano, justificando la implementación del modelo para la estandarización de tecnologías. A partir de estándares y tecnologías utilizados en distintos niveles de interoperabilidad muestra un modelo basado en TIC, donde toma el sector público como sistema que requiere de estándares, software y hardware para lograr interoperabilidad entre los subsistemas. Concluye que la adquisición de tecnología estandarizada permite la movilidad, cobertura, reducción de tiempos de atención y procesamiento efectivo de información. Es una propuesta acertada pero enfocada más en las TIC como solución de interoperabilidad sin tener como referencia modelos de interoperabilidad ya utilizados.

(López, 2007) muestra cómo desarrollar una aplicación para vigilancia de alertas tempranas con características de reusabilidad, flexibilidad, desarrollo basado en componentes, interoperabilidad y utilización de tecnologías abiertas. El sistema integra seis componentes los cuales son: (i) recolección de información, (ii) notificación de eventos, (iii) consolidación de información, (iv) XML de conversión, y (v) Gestor de Metadatos. Para su implementación solo considera estándares XML como solución de interoperabilidad.

Otros autores (Portilla, Tamura, & Villegas, 2009) presentan la evolución de los sistemas de información de salud en Colombia y los primeros pasos dados en la adopción del estándar internacional HL7. Además, describen la metodología empleada para el desarrollo y la adaptación de las primeras guías de implementación HL7 y los pasos metodológicos para desarrollarlas. La investigación realizada muestra el impacto de HL7 en Colombia, y sirve como referencia al momento de considerar soluciones de interoperabilidad entre sistemas de salud utilizando el estándar HL7.

2.3. Justificación de conceptos y estándares a utilizar

Es gracias a los trabajos estudiados el marco teórico, el estado del arte resumido en la tabla 2 y a las recomendaciones del HSSP que fue determinado el modelo de referencia arquitectónico y el estándar para la interoperabilidad entre HIS.

Países como los descritos en el estado del arte ya cuentan con plataformas nacionales que permiten la interoperabilidad entre los distintos actores que conforman el sector salud. La tendencia, tal como lo muestran las figuras 3 y 4, es el uso de SOA como modelo de referencia para definir arquitecturas, generalmente implementados con ESB y con soporte HL7 (versiones 2 y 3) como estándar nacional de interoperabilidad. También otras tecnologías como las tarjetas inteligentes han facilitado el intercambio de información clínica de forma más segura, a través de la autenticación de pacientes y profesionales de la salud. En general no hay evidencias que indiquen el uso de terminologías en Colombia, por lo cual es recomendado para formalizar las clasificaciones de procedimientos y medicamentos adoptado en Colombia con base en las terminologías internacionales, de esta forma lograr un nivel de interoperabilidad semántico

representando las terminologías adaptadas a las clasificaciones a través de ontologías de dominio.

Una Arquitectura Orientada a Servicios facilita la automatización de procesos de negocio, basado en los principios de Orientación a Servicios. Este enfoque es el punto de inicio para el análisis de negocios, el que tiene por objetivo determinar cómo los requerimientos de automatización pueden ser representados por medio de servicios. De esta manera, SOA está dirigido por los procesos de negocio y no por los servicios, habilitando la agilidad, ya que, mejora la flexibilidad en los procesos al ser remodelados. SOA brinda características idóneas que garantizan una solución innovadora, acorde a la tendencia tecnológica y a las necesidades del negocio, lo cual permite definir una arquitectura (i) adaptable a las diversas IPS que requieren intercambiar información, a través de distintos sistemas, que en ocasiones son heredados, (ii) flexible, que permita desarrollo ágil acorde a los cambios del sector, (iii) basada en los procesos del negocio que generalmente presentan las IPS en el entorno, y (iv) que soporte la interoperabilidad con base al estándar utilizado. Para realizar una adecuada implementación que satisfaga los requisitos ya establecidos en la caracterización serán considerados los lineamientos HSSP para la adopción de una SOA entre las instituciones del sector salud, de forma independiente a la metodología empleada en el proceso de implementación, abstrayendo en forma sintética a través de ocho pasos, los aspectos a considerar de alta relevancia.

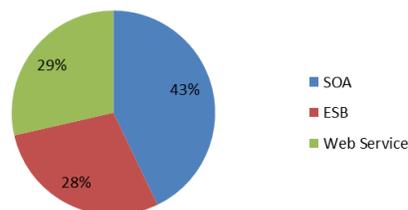
La figura 4 evidencia que el estándar internacional más utilizado para la implementación de arquitecturas nacionales de interoperabilidad es HL7, creado con el fin de desarrollar estándares que permitan la integración, el intercambio y la recuperación de información en salud en forma electrónica, para soportar la práctica clínica, así como la gestión y ejecución de servicios de salud (Organización HL7, 2000).

El estándar HL7, en sus versiones 2 y 3, permite comunicar sistemas de información dispersos en entornos heterogéneos, los cuales comparten información en diferentes formatos; estos sistemas generalmente envían o reciben mensajes que soportan procesos de registro, admisión y transferencia de pacientes así como pedidos de información al sistema, órdenes, resultados, observaciones clínicas, facturación y actualización de información de archivos maestros (López, 2009).

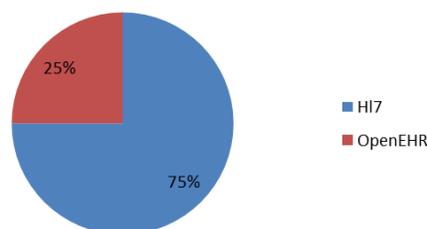
Tabla 2. Conceptos y estándares identificados en estado del arte

Proyectos Nacionales	Arquitectura					Estándares	Terminologías		Otros conceptos		
Proyectos estudiados en el estado del arte	SOA	ESB ³⁰	SM ³¹	WS ³²	T.I. ³³	HL7 v2, v3	OpenEHR	SNOMED	LOINC	Agentes	Ontologías
National Health Service (HHS)			X	X		X		X			
Health Connect NEHTA	X					X	X	X			
Infoway, Proyecto EHRS		X				X		X			
Better IT for better health (Bei4health)					X	X					
National Health Information Infrastructure (NHII) en EE.UU	X					X	X	X	X		
National Health Information Infrastructure (NHII) en Taiwan	X				X	X		X			
Otros trabajos	X	X		X		X		X	X	X	X

Conceptos utilizados para Arquitecturas

**Figura 3.** Conceptos en arquitectura utilizados en propuestas nacionales

Estándares en salud más Utilizados

**Figura 4.** Estándares utilizados en propuestas nacionales

³⁰ ESB, (Enterprise Service Bus) Bus de servicios empresariales

³¹ SM, Servidor de Mensajes

³² WS, (Web Service) Servicios Web

³³ T.I, Tarjetas Inteligentes

El intercambio electrónico de datos clínicos y administrativos viene siendo soportado por los mensajes HL7. Actualmente, estas estructuras están definidas por dos versiones del estándar: HL7 Versión 2 y HL7 Versión 3.

Las principales características de HL7 (i) contempla sintaxis XML: siendo la tendencia a nivel mundial para el intercambio de mensajes (a partir de la Versión 3 del estándar), (ii) Principios de Orientación a Objeto (POO) y Lenguaje Unificado de Modelado (UML) lo cual contribuye a los procesos de desarrollo estándar en la industria TI, (iii) uso de vocabularios controlados mediante el uso de codificaciones internacionales.

Finalmente HL7 es utilizado universalmente en los proyectos de interoperabilidad en salud, sobresale el soporte dirigido por ellos mismos al igual que por la OMG a través del proyecto HSSP, que despliega características favorables para afrontar el proyecto de interoperabilidad de salud en Colombia.

2.3.1. Definición del Modelo de Referencia común de interoperabilidad

El estado del arte especificó tres modelos genéricos de interoperabilidad, tal como son presentados en la figura 5. Independientemente del modelo especificado hay que implementar interfaces, soluciones punto a punto implica desarrollar una interfaz por cada sistema, mientras que en soluciones que utilizan mediación requiere de implementar una interfaz genérica que servirá de comunicación entre todos los sistemas a través de un servicio de mediación, conectando a su vez las instituciones que requieren intercambiar datos, información y funcionalidades. Comúnmente las soluciones que utilizan mediación están basadas en el concepto SOA bajo el esquema de un ESB.

Es necesario contar con las herramientas necesarias para soportar los estándares y protocolos utilizados para la interoperabilidad de HIS, implementaciones basadas en ESB ofrecen un conjunto de herramientas que combinan infraestructura de mensajería con la transformación de mensajes y el enrutamiento basado en contenido en una capa de la lógica de integración entre consumidores y proveedores de servicios.

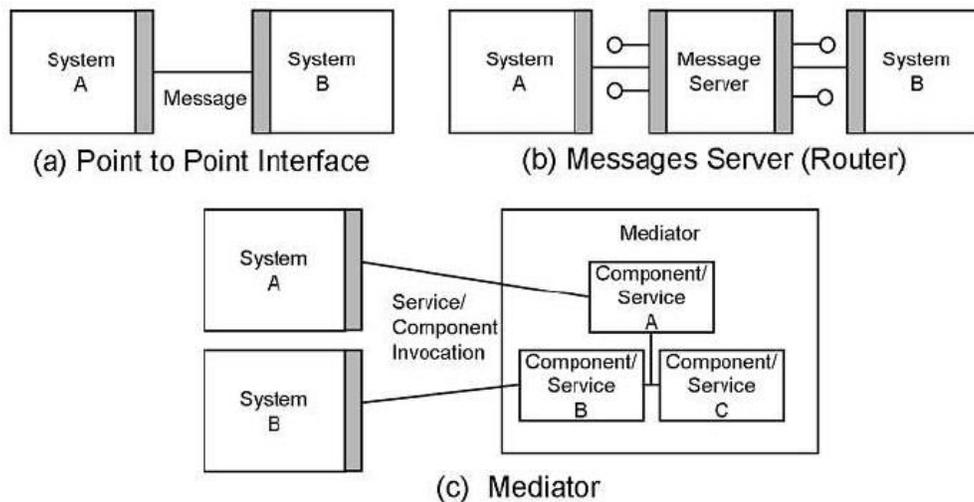


Figura 5. Modelos Comunes para la Integración de Sistemas Heredados (figura tomada del artículo (López, 2009))

El objetivo principal del ESB es instanciar los recursos de la empresa, permitiendo que la lógica de negocio sea desarrollada y gestionada de forma independiente de la infraestructura. Los recursos del ESB son modelados como servicios que ofrecen una o más operaciones de negocios (Ang & Luo, 2004) ya fueron identificadas las necesidades de interoperabilidad, al igual que la normatividad relacionada; si se propusiera un modelo arquitectónico basado en el esquema punto a punto implicaría desarrollar una interfaz lógica en cada IPS por cada escenario de intercambio de información, probablemente presente redundancia de servicios lo cual no es óptimo ni rentable para un desarrollo; si fuera establecido un servidor de mensajes solucionaría gran parte del problema, permitiría el intercambio de información optimizando las interfaces desarrolladas en cada IPS, pero el control de flujo de servicios, la autorización de servicios y demás componentes necesarios no lograrían ser implementados; mientras que al basarse en un modelo mediador basado en un ESB, lograría implementar todos los componentes necesarios bajo el soporte del mismo, permitiría control de servicios a través de componentes de orquestación y optimizaría recursos gracias a la reutilización de servicios y adaptación de interfaces basadas en servicios web y otras tecnologías que brindan los ESB.

2.3.2. Recomendaciones Modelos comunes de interoperabilidad

Existen muchas formas de representar un sistema de información desde los distintos enfoques o dimensiones que puedan presentarse, siguiendo el GCM

define tres dimensiones que pueden ser abordadas de forma independiente. El presente trabajo fue enfocado solo en la dimensión de los puntos de Vista arquitectónicos, sin tocar aspectos de implementación, uso o mantenimiento, representado a través de las vistas arquitectónicas que ofrece RM-ODP. Sin embargo, GCM no define modelos arquitectónicos específicos para soportar una propuesta de interoperabilidad. (López, 2009) en su tesis de doctorado pone en discusión tres modelos comunes de integración de sistemas de información, los tres modelos se resumen en los escenarios de integración presentados en la figura 5, los cuales fueron especificados en el estado del arte. A continuación son presentados los escenarios recomendados para los modelos comunes de interoperabilidad .

- El modelo de interfaz punto a punto establece una comunicación directa entre dos aplicaciones, este enfoque es apropiado para interoperar un sistema con otros pocos sistemas, ya que la escalabilidad es limitada por el número de interfaces de comunicación a implementar, tanto que puede considerarse $n*(n-1)$ interfaces deberán implementarse por cada aplicación a interoperar.
- El modelo servidor de mensajes establece un enrutador que actúa como un concentrador, para recepcionar y mapear todos los mensajes intercambiados entre aplicaciones. Este enfoque aumenta la escalabilidad ya que los nuevos sistemas pueden interoperar con la implementación de una única interfaz. El principal problema radica en que toda la lógica de interoperabilidad está concentrada en el servidor de mensajes, complicando la ampliación y creación de nuevas funciones, por lo consiguiente es apto para la interoperabilidad entre sistemas de una misma organización, ya que depende de ella para los cambios a enfrentar sobre el servidor de mensajes.
- El modelo de mediador establece un servicio central que gestiona las peticiones de las aplicaciones que interactúan. A diferencia del modelo de servidor de mensajes, el mediador expone su funcionalidad (la lógica de negocio) como un conjunto de servicios o componentes que pueden ser invocados por las diferentes aplicaciones, siendo capaz de compartir funciones mientras oculta el comportamiento interno. Este enfoque resume los conceptos de Arquitectura Orientada a Servicios o Middleware. Un Middleware, desde una perspectiva más tecnológica, define las interfaces y protocolos estándar a través de aplicaciones distribuidas en un entorno empresarial, que puede ejecutarse en múltiples plataformas. También una Arquitectura Orientada a Servicios puede utilizarse como

estilo de arquitectura para el modelo de mediador para definir la orquestación de servicios y la interoperabilidad.

Entre los diferentes modelos de integración, el enfoque mediador es el más flexible, permitiendo servicios y reutilización de aplicaciones, escalabilidad, facilidad de mantenimiento, la semántica y la garantía de interoperabilidad de los servicios.

2.3.3. El papel de HL7v3 en los modelos de interoperabilidad diferentes

El conjunto de estándares HL7 son los más utilizados a nivel internacional en materia de interoperabilidad. Ahora es importante determinar de qué forma las especificaciones HL7 a utilizar en cada uno de los modelos comunes de interoperabilidad, algunas de las alternativas para la integración de las aplicaciones heredadas antes mencionados son presentadas a continuación:

- El modelo punto a punto implementaría cada interfaz utilizando el estándar de mensajería HL7, de tal forma que permita comunicar cualquier tipo de sistema bajo un lenguaje común aun así sean sistemas heredados. Cada interfaz serian desarrolladas independientemente del lenguaje de programación utilizado, siempre y cuando sea establecido los mensajes HL7 bajo esquemas comunes acordados entre el par de sistemas a comunicarse, para el intercambio de información.

Los mensajes HL7 son transferidos sobre cualquier protocolo de transporte tradicional (HTTP, TCP, UDP, SMTP, etc) y mecanismos de transporte implementados bajo una infraestructura de mensajes sobre Servicios web.

- El enfoque de mensajes del servidor simplifica el intercambio de mensajes entre los HIS a través de un servidor central HL7. La lógica necesaria para transformar y enrutar los mensajes reside en el interior del servidor de mensajes, junto con los conectores para los sistemas heredados. Estos servidores proporcionan filtrado, transformación, enrutamiento y soporte los estándares HL7. A nivel de transporte y acceso tecnologicas configuraciones sencillas como SQL, Servicios Web SOAP y FTP son habilitadas.

- Una solución basada en mediación esta enfocada en la federación de servicios de acuerdo al concepto SOA, en este caso en el dominio de la Salud.

Los servicios están interconectados por un ESB, que también proporciona acceso desde y hasta las aplicaciones heredadas de un HIS. Los Servicios del negocio son agrupados y es HL7 quien asigna las especificaciones a cada uno de estos servicios, permitiendo así la interoperabilidad con otros actores de otros dominios por ejemplo sistemas de laboratorio, sistemas administrativos, historias clínicas, etc.

Por otro lado, dentro de HL7 v3 está la Arquitectura de Documentos Clínicos (Clinical Document Architecture – CDA), define un modelo o estructura de documentos clínicos de forma muy similar a un registro clínico electrónico, basados en XML, el Modelo de Referencia de Información (Reference Information Model- RIM) de HL7 y vocabularios codificados; ideal para intercambiar generalmente resúmenes, notas médicas, autorizaciones, etc. Lo que implica facilidad en la lectura, análisis y procesamiento electrónico y legible por el humano. Por tanto es recomendable el uso de CDA para aquellas instituciones que no cuentan con interfaces de interoperabilidad o intérpretes de mensajes como los de HL7 y para una solución nacional en Colombia.

2.4. Conclusiones

Este capítulo presentó la búsqueda exhaustiva de trabajos relacionados con la interoperabilidad, ya sea en Colombia y a nivel internacional. Concluye con base en las arquitecturas nacionales de interoperabilidad (NHS, NEHTA, EHRS, Bei4healthm, NHII-EEUU NHII-Taiwán) utilizadas internacionalmente, los avances en Colombia (GEL-XML, SISPRO) y otros trabajos descritos en el estado del arte, que en general los HIS tienden a afrontar el problema de interoperabilidad con estándares, arquitecturas y terminologías comunes, para así soportar y garantizar la integración, ya sea de datos o de servicios. De esta manera arquitecturas como SOA brindan flexibilidad, escalabilidad, al igual que el estándar HL7 permite manejar niveles de interoperabilidad tanto a nivel sintáctico como semántico siempre y cuando sean utilizadas ontologías de dominio. Un ESB permite contar con una plataforma adaptable para la mediación entre sistemas, además de las características heredadas de SOA y en casos más complejos el uso de agentes inteligentes para soportar la mediación y mapeo de información entre las ontologías de distintos HIS.

Capítulo 3

Caracterización de HIS en las IPS

3.1. Introducción

Para lograr un modelo arquitectónico, acorde a las necesidades de interoperabilidad de las IPS, fue preciso identificar los sistemas de información utilizados, la normatividad relacionada, el uso de estándares internacionales para el intercambio de información al igual que las necesidades de integración más comunes de las IPS. Para poder definir adecuadamente el modelo arquitectónico fue necesario realizar una encuesta y aplicarla a un grupo de IPS representativas para la ciudad de Popayán y para Colombia. Por lo anterior, la encuesta fue limitada a las IPS de mayor complejidad³⁴ en Popayán y a las accedidas durante la pasantía de investigación en la ciudad de Medellín.

En la ciudad de Popayán gran cantidad de IPS prestan servicios de salud. Para el desarrollo del presente proyecto fueron tenidos en cuenta IPS de niveles dos (2) o superior como: (i) Hospital Susana López de Valencia (HSLV), (ii) Hospital Universitario San José (HUSJ) y (iii) Clínica la Estancia (CLE), las tres son instituciones que cuentan con sistemas de información, lo cual es favorable para implementar mecanismos de interoperabilidad en cada IPS.

La encuesta, además de las tres IPS mencionadas anteriormente, fue aplicada a las IPS Hospital Pablo Tobón Uribe (HPTU) e IPS Universitaria (IPS-UM) de la ciudad de Medellín, las cuales prestan servicios de tercer y cuarto nivel. Logrando así tener una visión general sobre las IPS en Colombia y más aún con la garantía

³⁴ La complejidad de atención medica hace referencia a los niveles de atención en salud establecidos en Colombia, para más información ver capítulo 1, en el se describe los niveles de complejidad.

de encuestar al HPTU, IPS acreditada³⁵, siendo así centro de referencia para muchas IPS de Colombia.

El interés principal del presente trabajo fue definir y validar un modelo arquitectónico que permitiera lograr interoperabilidad, entre los distintos HIS utilizados por las IPS en Colombia. Para lograrlo fueron estudiadas las necesidades de interoperabilidad de las IPS y las resultantes por normatividad, obteniendo un modelo general de caracterización.

El presente capítulo describe las actividades que permitieron obtener la caracterización, organizado en dos secciones: (i) resultados de encuestas a IPS, para identificar las necesidades de interoperabilidad, tecnologías y conceptos, y (ii) normatividad relacionada.

3.2. Modelo general de caracterización

El sistema de salud cuenta con diversas IPS, las normativas que rigen este sistema hace que existan generalidades entre todas las IPS, ya que las obliga a cumplir con requisitos establecidos en el sistema único de habilitación (Protección Social, 2006). La caracterización presentada en la figura 6 consta de cinco bloques: (i) el sistema de información en salud HIS, herramienta fundamental del presente proyecto, establece una solución sistematizada que facilita la utilización del recurso software necesario para implementación del soporte de interoperabilidad, (ii) proveedores, son aquellos que generan la información requerida en la atención del paciente. Para el presente proyecto se limita solo a las IPS, (iii) el proceso entre las IPS, encapsula todos los componentes relacionados con la gestión de información asistencial y administrativa, al igual que los mecanismos para la transferencia de información y su aseguramiento, (iv) clientes, son los que finalmente reciben la información, comúnmente el intercambio de información es realizada a través de distintos medios entre IPS, hacia entidades de control, EPS y al paciente, (v) soportes de interoperabilidad, para un adecuado intercambio de información, deben considerarse los soportes tecnológicos para asegurar la interoperabilidad y la normatividad relacionada.

³⁵ La acreditación en salud identifica a las IPS que prestan servicios con excelencia, en Colombia hasta el momento solo hay 23 IPS acreditadas las cuales son centro de referencia para otras IPS que deseen mejorar sus servicios.

La caracterización establecida es el requisito principal para definir el modelo arquitectónico de interoperabilidad, para asegurar la implementación de mecanismos para intercambiar información acorde a las normas y a las necesidades institucionales, fortaleciendo los procesos de negocio y la mejora en la atención del paciente.

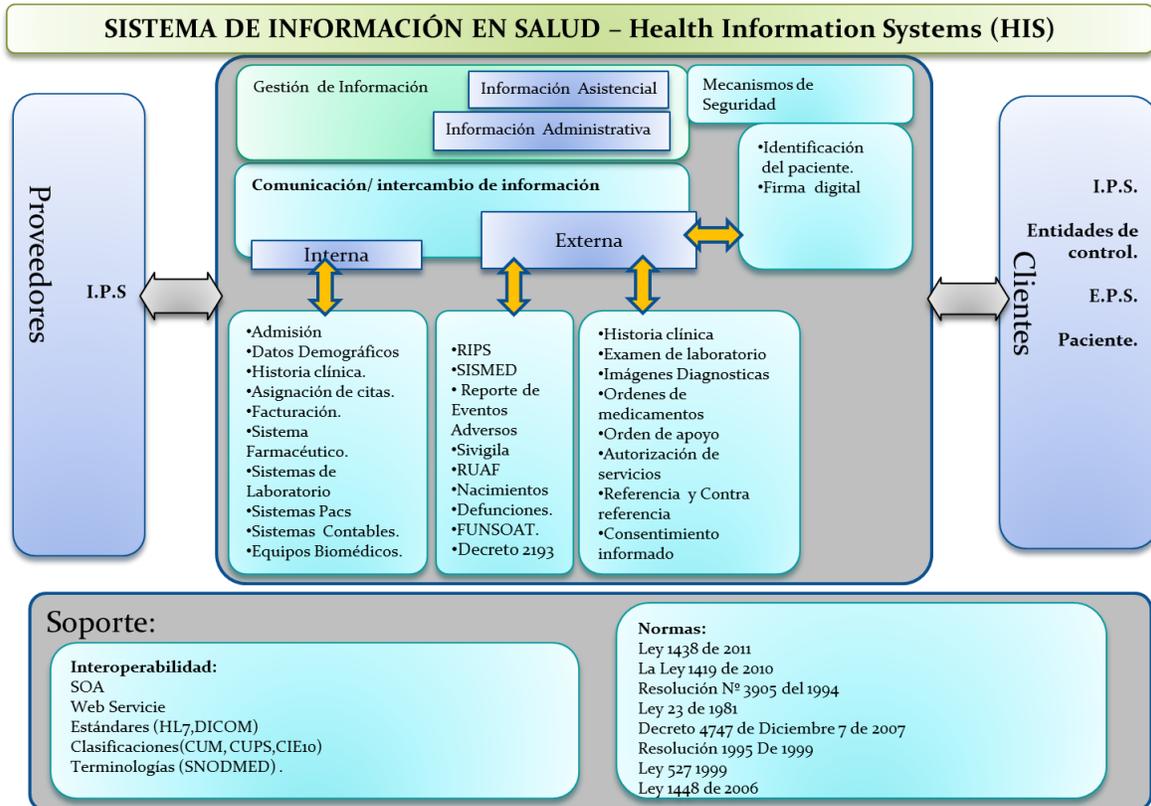


Figura 6. Modelo general de caracterización de las IPS.

3.3. Encuestas a IPS.

La caracterización es una visión general sobre el estado actual de la interoperabilidad entre HIS en Colombia, pero es necesario contar con la visión que presentan las IPS, por lo tanto era importante encuestar las IPS de mayor complejidad de la ciudad de Popayán y las visitadas durante la pasantía de investigación en la ciudad de Medellín. Como requisito las IPS debían tener HIS sistematizados, que prestaran servicios de niveles dos o superior y que estuvieran

en proceso de acreditación o ya acreditadas. De esta forma identificar mecanismos de interoperabilidad comúnmente utilizados.

La encuesta reunió la información de las IPS HUSJ, CLE, HSLV de Popayán y HPTU, IPS-UM de Medellín, las respuestas fueron brindadas por colaboradores de sistemas de información con el fin de obtener información clara relacionada con la misión institucional, el sistema de información, las tecnologías y necesidades que presentan.

La encuesta posee tres partes:

- Identificación de los sistemas que conforman el HIS y los estándares de comunicación, de acceso a información y tecnologías que manejan.
- Identificación de las terminologías, vocabularios y clasificaciones relacionada con servicios, procedimientos, medicamentos y exámenes que maneja la institución.
- Identificación de las necesidades de interoperabilidad más relevantes de cada institución.

Los resultados obtenidos fueron analizaros y consolidados en: (i) sistemas que conforman el HIS, (ii) estándares, tecnologías más utilizadas en Colombia y a nivel internacional y (iii) necesidades generales de interoperabilidad.

3.3.1. Identificación de sistemas que conforman el HIS.

En Colombia no hay normativa o guía que permita a las empresas desarrolladoras de software de salud definir los sistemas que conforman un HIS, al igual que la forma o los requisitos que deben cumplir. Por tanto es preciso identificar los sistemas que generalmente conforman un HIS y son utilizados por las IPS. La implementación de los sistemas depende en gran parte del tipo de IPS, los servicios que presta, la capacidad tecnológica necesaria para soportar los sistemas de información y los procesos establecidos institucionalmente. De esta forma si visitaran todas las IPS de Colombia, sobresaldrían las diferencias en sus HIS, aunque utilicen el mismo software y sean del mismo nivel de complejidad. La tabla 3 resume la información descrita anteriormente, consolidando los sistemas comunes implementados en las IPS encuestadas, discriminado por IPS y ciudad a

la cual pertenecen, demostrando que los avances en la implementación de HIS en Colombia no dependen en cierta forma de la región a la que pertenecen, ni es proporcional al progreso, si no de la necesidad que presenta cada IPS, los recursos de inversión en sistemas de información y la tecnología que se tiene al alcance.

Tabla 3. Sistemas que conforman el HIS de cada institución

Sistema	Popayán			Medellín	
	CLE	HUSJ	HSLV	HPTU	IPS-UM
Historia clínica electrónica	X		X	X	X
Sistema de laboratorio	X	X	X	X	X
Sistema de imágenes diagnosticas	X	X	X	X	X
Sistema administrativo	X	X	X	X	X
Sistema de gestión documental	X			X	X
Sistema de hospitalización	X	X	X	X	X
Sistema de admisiones	X	X	X	X	X
Sistema de Autorizaciones	X			X	X
Sistema de asignación de citas	X	X	X	X	X
Sistema de referencia y contra referencia			X	X	X
Sistema farmacéutico	X	X	X	X	X
Sistemas para la gestión de información	X		X	X	X
Equipos Biomédicos	X	X	X	X	X

3.3.2. Identificación estándares y métodos tradicionales de interoperabilidad.

Con respecto a las técnicas y estándares de interoperabilidad utilizados fue revisado el uso de estándares HL7, DICOM, OpenEHR y los métodos tradicionales que comúnmente aplican en cada institución. La tabla 4 resume los resultados obtenidos.

La interoperabilidad ha sido una necesidad evidenciada en las IPS encuestadas, aún es mayor el uso de métodos tradicionales de interoperabilidad, pero la capacidad de brindar soluciones basadas en estándares está en aumento. HL7 v2 y DICOM son los estándares internacionales más utilizados en Colombia, lo cual es importante para facilitar la interoperabilidad entre HIS heterogéneos. Muchas

instituciones y proveedores de software y equipos médicos han desarrollado sistemas que soportan HL7 v2, el cambio a una versión superior implica un alto costo para ella, lo cual hace que el uso de HL7 v3 este restringido solo a los nuevos proveedores y a los que están siguiendo todo el proceso de maduración del estándar (Microsoft, 2008).

Existen barreras tecnológicas y de infraestructura de comunicación para implementar una solución nacional, pero los avances se han ido evidenciando progresivamente. Se concluye que hay avances significativos relacionados con la adopción de estándares del sector salud en Colombia, lo cual es paso importante para lograr la interoperabilidad entre HIS.

Tabla 4. Uso de estándares y métodos tradicionales de interoperabilidad

	Estándares				Tecnologías para interoperabilidad			
	HL7 v2	DICOM	OpenEHR	Otros	Web Service	SQL	XML	Archivos planos
Popayán								
CLE		X			0%	100%	0	21%
HUSJ		X			0%	100%	0	0
HSLV	X	X			10%	75%	5%	10%
Medellín								
HPTU	X	X			5%	85%	0	10%
IPS-Universitaria	X	X			10%	90%	0	0

3.3.3. Identificación de terminológicas, vocabularios y clasificaciones.

Para identificar uso de terminologías, vocabularios y clasificaciones en Colombia, fue necesario preguntar acerca del manejo de las clasificaciones que por ley en Colombia son utilizadas, corresponde a códigos CUPS³⁶, CUM³⁷ y CIE 10³⁸ para el reporte de procedimientos, medicamentos, y diagnósticos y eventos de interés

³⁶ CUPS, clasificación Única de Procedimientos en Salud según Resoluciones 1895 y 1896 de 2001 son de uso obligatorio por las instituciones de salud en Colombia.

³⁷ CUM, Código Único de Medicamentos son la clasificación y denominación de medicamentos esenciales para Colombia.

³⁸ CIE 10, Clasificación internacional de enfermedades, décima versión utilizado en Colombia para la identificación de diagnósticos y de uso obligatorio.

público respectivamente. La tabla 5 presenta la información descrita anteriormente.

Con la encuesta realizada es concluyente que en Colombia el uso de terminologías no es común, las clasificaciones son un mecanismo que ha permitido a las instituciones realizar la homologación de servicios entre instituciones y la autorización y remisión de servicios de salud.

Tabla 5. Uso de terminologías, vocabularios y clasificaciones.

		SNOMED	LOINC	CUPS	CUM	CIE 10
Popayán	CLE	0%	0%	100%	50%	100%
	HUSJ	0%	0%	100%	80%	100%
	HSLV	0%	0%	100%	80%	100%
Medellín	HPTU	0%	0%	100%	80%	100%
	IPS-UM	0%	0%	100%	80%	100%

3.3.4. Identificación de necesidades de interoperabilidad

Cada institución tiene sus propias necesidades de interoperabilidad, pero fue indispensable identificar las más comunes entre IPS. Mediante el uso de la encuesta, fue posible identificar un conjunto de necesidades de gran importancia para cada institución. La tabla 6 describe el conjunto de necesidades identificadas.

Tabla 6. Necesidades comunes de interoperabilidad en HIS.

NECESIDADES INTEROPERABILIDAD	DE	Popayán			Medellín	
		CLE	HUSJ	HSLV	HPTU	IPS-UM
Historia clínica con otras instituciones		X	X	X	X	X
Imágenes Diagnosticas		X	X	X	X	X
Exámenes de Laboratorio		X	X	X	X	X
Autorización de servicios		X	X	X	X	X
Referencia y Contra referencia de pacientes		X	X	X	X	X
Otros Documentos clínicos anexos		X	X	X	X	x
Sistemas Administrativos		X	X	X	X	X
Reporte entidades de control		X	X	X	X	X
Equipos Biomédicos					X	X

La necesidad de intercambiar información clínica es general y beneficia no solo a las instituciones si no en su mayor parte al paciente y su familia, permitiendo

acceder a mejores servicios y disminuir los trámites para la atención. Muchas instituciones no tienen los mecanismos o sistemas que permitan lograr intercambio de información para afrontar las necesidades presentadas.

3.4. Normatividad colombiana relacionada con la propuesta

En Colombia las leyes, decretos y resoluciones que tienen relación con la prestación de servicios de salud son muchas, pero correspondiente a los HIS el resultado es mínimo. Por tanto fue adecuado estudiar las normativas relacionadas con el presente trabajo.

- Ley 1438 de 2011 tiene como objeto el fortalecimiento del Sistema General de Seguridad Social en Salud, a través de un modelo de prestación del servicio público, que en el marco de la estrategia de Atención Primaria en Salud (APS) permita la acción coordinada del Estado, las instituciones y la sociedad para el mejoramiento de estas entidades. Específicamente en el capítulo I Artículo 56, dispone que las entidades establezcan mecanismos para la facturación en línea de los servicios, de acuerdo con los estándares que defina el Ministerio de la Protección Social. En el capítulo II Artículo 64, “Articulación de las redes integradas”, habla sobre acceder a la información clínica obtenida en los diferentes escenarios de atención, la coordinación de esquemas de comunicación electrónica, servicios de telemedicina, asistencia y atención domiciliaria y las demás modalidades que convengan a las condiciones del país y a las buenas prácticas en la materia.
- La Ley 1419 de 2010, establece los lineamientos para el desarrollo de la Telesalud en Colombia, define en su artículo 9 la posibilidad de oferta servicios bajo la modalidad de Telesalud como parte de los portafolios de servicios de las IPS en Colombia.
- Resolución 1995 de 1999, establece las normas para el manejo de la historia clínica que debe cumplir toda IPS, estimula el desarrollo en los sistemas de información sobre la calidad y facilita la realización de las labores de auditoría, vigilancia y control, dando así mayor eficiencia en el manejo de la historia clínica.

Es de aportar que las historias clínicas tienen un papel protagónico, fundamental y en ocasiones definitivo en los procesos de responsabilidad médica, siendo el único documento válido para demostrar el tipo de atención médica que un paciente ha recibido, por tal razón se ha asignado a las IPS, como política estricta y de forma rigurosa, mantener sus historias clínicas dentro de los más altos estándares tanto de forma como de contenido, ampliándose a la elaboración y manejo de la Historia clínica.

- La resolución N° 3905 de junio 8 de 1994 adoptó un nuevo formato de resumen de atención (Epicrisis), documento obligatorio que deben diligenciar las I.P.S. y que puede ser requisito a una respuesta o soporte a las exigencias de E.P.S, empresas de medicina prepagada, IPS, etc.
- Ley 23 de 1981, en el capítulo III artículo 34, define que la historia clínica es el registro obligatorio de las condiciones de salud del paciente. Es un documento privado, sometido a reserva, que únicamente puede ser conocido por terceros previa autorización del paciente o en los casos previstos por la Ley.
- El Decreto 4747 de Diciembre 7 de 2007, regula algunos aspectos de las relaciones entre los prestadores de servicios de salud y las entidades responsables del pago de servicios de salud correspondiente a la población a cargo. En el capítulo I, artículo 3° define el Sistema de Referencia y Contra referencia como el conjunto de procesos, procedimientos y actividades técnicas y administrativas que permiten prestar adecuadamente los servicios de salud a los pacientes, garantizando la calidad, accesibilidad, oportunidad, continuidad e integralidad de los servicios, en función de la organización de la red de prestación de servicios definida por la entidad responsable del pago.
- Ley 527 de 1999, reglamenta tanto el acceso como usos de los mensajes de datos del comercio electrónico, las firmas digitales, establece las entidades certificadoras y dicta otras disposiciones. Define que es un mensaje de datos según la legislación colombiana, describe los mecanismos legales para definir una firma digital. Al ser una normatividad transversal, todo HIS deberá cumplir con las disposiciones que dicta esta ley para el registro clínico electrónico.
- Resolución 1448 de 2006, define las condiciones de habilitación para las instituciones que prestan servicios de salud bajo la modalidad de telemedicina. Establece las capacidades tecnológicas que debe tener cada institución, tanto remitora como el centro de referencia, también la calidad de la historia clínica y el

consentimiento informado. Define los lineamientos de seguridad para la transmisión de clínica basados en la ley 527 de 1999.

En resumen la tabla 7 presenta los requisitos identificados en la normatividad relacionada, los cuales son tenidos en cuenta para la presentación del modelo arquitectónico propuesto.

Tabla 7. Requisitos por normatividad.

Requisito	Normatividad	Descripción
Referencia y contrareferencia	Decreto 4747 de Diciembre 7 de 2007	<ul style="list-style-type: none"> •Envío de información del paciente desde IPS de referencia •solicitud de autorización. •Respuesta y autorización.
Reglas de acceso a los documentos clínicos	Ley 23 de 1981, Resolución 1995 de 1999	<ul style="list-style-type: none"> •Restricciones acceso a documentos clínicos. •Custodia de documentos clínicos
Epicrisis	Resolución N° 3905 de 1994	<ul style="list-style-type: none"> •Resumen de atención por cada evento de consulta. •Requisito para atención en caso de remisión de paciente.
Firma digital a documentos transmitidos	Ley 527 1999	<ul style="list-style-type: none"> •Transmisión de información.
Telemedicina	Ley 1438 de 2011, Ley 1419 de 2010,	<ul style="list-style-type: none"> •Requisitos técnicos, de infraestructura y de gestión para habilitación de servicios con modalidad de telemedicina. •Facturación en línea.

3.5. Especificación de requisitos del entorno

Finalmente la caracterización representa las necesidades y requisitos que soporta el modelo arquitectónico propuesto. Sin embargo la forma más adecuada de representar los requisitos es a través del estándar IEEE 830 (Engineering & Committee, 1998), escritos en el Anexo B. A continuación están listados los requisitos clasificados de la siguiente manera, para (i) (I) representa necesidades de interoperabilidad, (ii) (N) representa los requisitos por normatividad, (iii) (R) representa las recomendaciones tecnológicas (estándares y conceptos).

3.5.1. Requisitos funcionales y por normatividad

La especificación detallada de los requisitos están descritos en el anexo B, con los cuales se realizó las pruebas respectivas con el prototipo desarrollado. A continuación la tabla 8 resume cada uno de los requisitos funcionales, recomendaciones y requisitos por normatividad del sistema.

Tabla 8. Resumen de requisitos definidos en la caracterización

Requisito	Descripción
N-001	Proceso de referencia y contrareferencia
N-002	Acceso a los documentos clínicos
	Ordenes médicas
	Consentimiento informado
	Citas médicas
	Imágenes diagnosticas
N-003	Firma digital
N-004	Facilitar modalidad de telemedicina
I-001	Historia clínica compartida
I-002	Compartir exámenes de laboratorio
I-003	Transferencia de registros administrativos
	Facturación de servicios
	Admisiones
	Ordenes de apoyo
I-004	Reporte entidades de control
	RIPS
	RUAF
	SIVIGILA
	SISMET
	Eventos adversos
	Decreto 2193
I-005	Interconexión de Equipos Biomédicos
R-001	Transmisión de información con estándar HL7
R-002	Uso de SOA

3.5.2. Requisitos no funcionales

Existen gran cantidad de requisitos no funcionales generalmente atributos de calidad. A continuación, la tabla 9 presenta los requisitos más relevantes para las IPS que requieren intercambiar información.

Tabla 9. Requisitos no funcionales

Código	Requisito	Descripción
NF-001	Interoperabilidad	Se debe establecer un modelo capaz de intercambiar información de las IPS, de forma tal que la información de la IPS de referencia pueda ser interpretada por la IPS remitora y viceversa, a tal nivel que no requiera de intervención humana para ajustar la información intercambiada.
NF-002	Confidencialidad	Debido a que la información a intercambiar es de carácter confidencial es necesario que el modelo propuesto establezca mecanismos para garantizar el acceso a información de acuerdo a la decreto 1995 del 1999.
NF-003	Confiabilidad	Cualquier inconsistencia en la información puede inducir a un error clínico, que afecta directamente al paciente, por tal razón es indispensable certificar que la información transmitida es la misma tanto en la IPS de referencia como en la remitora.

3.6. Conclusiones

Las IPS son las entidades que mayor cantidad de información generan en el marco de la salud. Esto es vital para el funcionamiento del SSC ya que la información generalmente elaborada desde acto médico es evidencia de la atención del paciente. Actualmente gran cantidad de información la elaboran en documentos físicos y muy poca de forma digital, afectando la atención y dificultando los trámites tanto asistenciales como administrativos para el acceso a los servicios. Teniendo en cuenta el gran volumen y la importancia de la información para intercambiar, generada en la asistencia médica, se ha considerado implementar una infraestructura de interoperabilidad que garantice el intercambio adecuado y oportuno de la información que manejan los HIS en las IPS.

Los mecanismos de interoperabilidad al igual que las necesidades para el intercambio de información de las IPS son similares y regidos por la misma normatividad. Lo anterior es una condición favorable para definir un modelo arquitectónico de interoperabilidad que satisfaga de forma general a la mayoría de las IPS en Colombia.

Capítulo 4

Modelo arquitectónico de interoperabilidad entre IPS

4.1. Introducción

El capítulo 3 presentó la caracterización, como base de requisitos primordial para el levantamiento del modelo arquitectónico propuesto y su respectiva validación. Al definir el modelo con base en la caracterización se satisficieron todas las necesidades estudiadas en el capítulo anterior, garantizando la implementación de mecanismos para la interoperabilidad y gestión de información tanto asistencial como administrativa y así presentar formalmente la relación del ambiente del negocio representado en la caracterización y del modelo arquitectónico propuesto. Con la metodología HIS-DF fue definido el modelo arquitectónico con características de interoperabilidad descrita desde diferentes puntos de vista e independiente de la plataforma de implementación (diseño arquitectónico). HIS-DF articula distintos Plugins para definir modelos, arquitecturas, artefactos, fases, etc., esenciales para llevar a cabo la transformación desde el modelo computacional (modelo independiente de la plataforma) a soluciones específicas descritas con la vista de ingeniería y la Tecnológica. Esta transformación está soportada en el modelo de desarrollo dirigido por modelos (Model Driven Development - MDD), concretamente mediante los modelos de correspondencia. Por tanto para la descripción del modelo HIS-DF ha adoptado el estándar Reference Model Open Distributed Processing (RM-ODP)(Moreno, 1999), el cual normaliza el desarrollo, de tal forma que permite especificar una arquitectura que soporte distribución,

interoperabilidad y portabilidad, a través de distintos modelos y la correspondencia entre los mismos.

Para introducir brevemente lo que es RM-ODP hay que entender que fueron las organizaciones *ISO (International Organization for Standardization)*, *IEC (International Electrotechnical Commission)* e *ITU-T (International Telecommunication Union)* quienes definieron RM-ODP, como un modelo de referencia que integra una serie de estándares sobre desarrollo de aplicaciones abiertas y distribuidas, y que mantiene la consistencia entre las aplicaciones. El modelo de referencia está especificado en la norma ISO/IEC 10746 y fue adoptado como estándar internacional en los años 90. Por otro lado UML (Unified Modeling Language), Lenguaje Unificado de Modelado, es una especificación no propietaria para el modelado de sistemas basados en objetos. UML es un lenguaje de propósito general con una notación gráfica estandarizada que permite crear modelos abstractos de un sistema. Los mecanismos de extensibilidad de UML ofrecen la posibilidad de personalizar la notación utilizada para un dominio de aplicación concreto. De la unión entre RMODP y UML nace la norma UML4ODP (ISO/IEC Std. 19793: Use of UML for ODP systems specification) estándar que define el uso del Lenguaje Unificado de Modelado para especificaciones ODP.

Este capítulo presenta el modelo arquitectónico de interoperabilidad propuesto para el intercambio de información entre las IPS de Colombia, a través de las vistas RM-ODP y su respectiva descripción usando la metodología HIS-DF.

4.2. Fases para la construcción del modelo arquitectónico

HIS-DF contribuye ofreciendo una extensión del GCM y RUP utilizando modelos de información y vocabulario estandarizados en el entorno clínico, para describir los diferentes niveles de granularidad de la arquitectura de un sistema y conceptos del estándar RM-ODP para la descripción de arquitecturas distribuidas. La metodología HIS-DF permite diseñar sistemas de información considerando el aspecto de interoperabilidad, el cual no es tenido en cuenta generalmente en otras metodologías. Además, HIS-DF permite describir la arquitectura del sistema desde diferentes puntos de vista (modelos) elaborados dentro de las fases

recomendadas por la metodología. La tabla 10 describe la forma en que fue abordado el modelo frente a las fases HIS-DF.

Tabla 10. Descripción de fases para la elaboración del modelo arquitectónico basado en HIS-DF

Fase	Descripción	Resultado
Fase 1	Determina que sistemas a analizar en el contexto de HIS-DF.	En este caso, el ámbito o tipo de sistemas a considerar se limita solo a los sistemas de información en salud
Fase 2	Considera la dimensión del dominio del GCM. Se realiza la identificación y separación del dominio de interés entre diferentes dominios inter-relacionados	En este caso, el dominio de la salud y los distintos subsistemas identificados en la caracterización del modelo correspondientes a: i) sistema de admisión, ii) Demografía de pacientes, iii) Historia Clínica, iv) Citas médicas, v) Facturación vi) sistema de laboratorio, vii) sistemas PACs, viii) equipos Biomédicos.
Fase 3	Determina la complejidad estructural del modelo. Para el dominio de interés, relacionado con los conceptos del negocio, conjunto de relaciones, servicios, funciones básicas y conceptos básicos.	Específicamente es la caracterización general de las IPS, que involucró todas las necesidades de interoperabilidad entre IPS, los actores, sistemas, conceptos, normativas y demás conceptos del negocio.
Fase 4	Construye la arquitectura del sistema restringiendo el análisis a aspectos lógicos o independientes de la plataforma del sistema. Este análisis es reflejado en las vistas del modelo. RM-ODP: vista empresarial, de la información y computacional.	Corresponde a la fase principal para la descripción del modelo arquitectónico descrito en el presente capítulo. A través de las vistas RM-ODP fueron descritos los modelos independientes de la plataforma propuestos (vista empresarial, información y computacional) permitiendo la portabilidad a cualquier entorno con modelos específicos.
Fase 5	Representa un conjunto de componentes del proceso de desarrollo.	El trabajo presenta una evaluación formal del modelo arquitectónico propuesto y un prototipo diseñado teniendo en cuenta los aspectos definidos en el modelo propuesto a través de las vistas computacional presentada en este capítulo y de la ingeniería descrita en el anexo E.

4.3. Construcción del modelo arquitectónico de interoperabilidad

Para la construcción del modelo arquitectónico fue desarrollada la caracterización propuesta en el capítulo 3, las recomendaciones arquitectónicas y de conceptos presentados en el capítulo 2. En la definición del modelo la metodología HIS-DF fue utilizada, integra las cinco vistas RM-ODP para la representación del modelo arquitectónico. Respecto a la representación, las tres primeras vistas definen el modelo de referencia (Plataforma independiente) y las dos vistas finales determinan la distribución y tecnología a utilizar en una solución específica, representada en un diseño arquitectónico. Las figuras 7 y 8 describen lo anteriormente descrito.

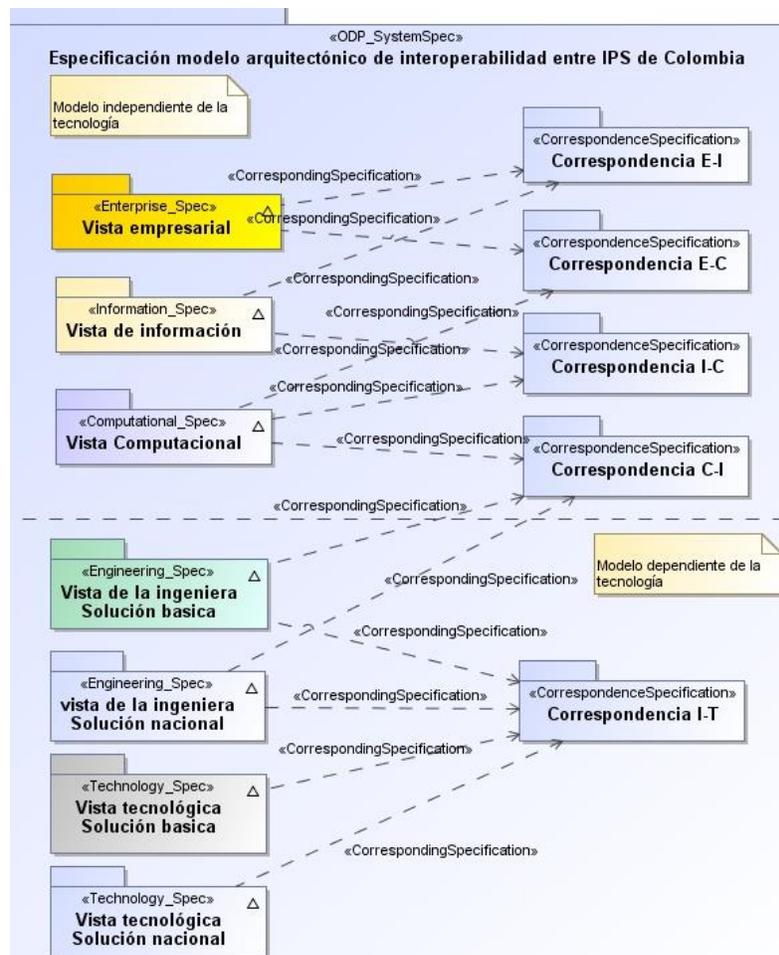


Figura 7. Especificación general

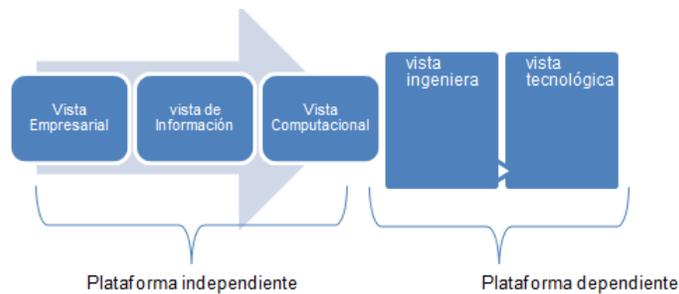


Figura 8. Esquema de distribución de vistas por HIS-DF

RM-ODP define la correspondencia entre las vistas permitiendo así realizar referencia de paquetes y la transformación entre las mismas, como presenta la figura 7.

Para el modelo arquitectónico propuesto fueron definidas cinco correspondencias definidas en la figura 7, las cuales son descritas a continuación.

4.3.1. Vista Empresarial

El problema de interoperabilidad es altamente complejo, por tal razón fue indispensable profundizar en el papel que ejercen las IPS en el SSC, identificando los actores, los requisitos, los servicios de salud involucrados, los trámites administrativos, la normatividad relacionada y al mismo tiempo identificar los aportes de la arquitectura a proponer, desde la cual la información necesaria fue obtenida, para la definición de la caracterización presentada en el Capítulo 3, lo que permitió adquirir requisitos desde la perspectiva del propio negocio, así como la manera como se pretende satisfacerlos.

La forma más adecuada de representar formalmente los requisitos arquitectónicos identificados en la caracterización es a través de la vista empresarial, la cual describe los componentes necesarios para lograr la arquitectura nacional de interoperabilidad entre IPS propuesta para el caso Colombiano.

Los HIS en toda institución de salud son un conjunto de herramientas que permiten administrar toda la información generada por las IPS, la cual puede ser asistencial (historia clínica electrónica, exámenes médicos, imágenes diagnósticas, registros de enfermería, autorizaciones, citas médicas, etc.) y administrativa (facturas, comprobantes contables, recibos de pago, etc.). La responsabilidad de uso y registro de información recae sobre los usuarios del HIS.

A continuación es descrito de forma detallada cada componente representado en la vista empresarial del modelo arquitectónico de interoperabilidad.

Clientes y proveedores.

Representa los actores que tienen una relación de comunicación en el proceso de transferencia de información. Generalmente las IPS hacen referencias, remisiones, interconsultas entre otros, con otras IPS. La relación que existe con las EPS es específicamente contractual, cubrimiento de servicios y de población; con las entidades de control corresponde a la habilitación de servicios de salud, la inspección, vigilancia y control a través de reportes de información obligatorios y finalmente la relación con el usuario (paciente) quien es el propietario de todos los registros clínicos definidos en una atención.



Figura 10. Roles dentro del proceso de intercambio de información

La figura 10 presenta la especificación de los roles. Sin embargo, para el presente trabajo fue limitado solo a las interacciones entre las IPS (remisora y de referencia), dejando para trabajo futuro lo relacionado con los demás roles involucrados.

Gestión de Información.

Involucra toda la información tanto asistencial como administrativa de cada IPS. Es indispensable que en las instituciones sean presentados mecanismos que ofrezcan la integración de un solo sistema de información, relacionando todo el proceso de atención del paciente y reflejándolo en los procesos administrativos a través de facturas, cuentas de cobro y ordenes de servicio. Generalmente la información que administra la IPS es transferida a otras instituciones, ya sean IPS, EPS o entidades de control.

Normatividad Colombiana

La ley Colombiana en relación con la interoperabilidad entre IPS presenta oportunidades y beneficios para afrontar este proceso, al igual necesidades generales que por ley deben cumplir las IPS. Es indispensable estudiar la aplicación de las normas en los procesos que realizan las IPS para compartir documentos clínicos electrónicos y demás, relacionados con la atención del paciente.

Las normas no son fijas, en el tiempo son modificadas, anuladas o nacen nuevas, por tal razón no puede definirse un conjunto de normas único para la arquitectura. Teniendo en cuenta la importancia de la normatividad (identificada en el capítulo 3), definiendo un componente que unifica todas las normas (ley, resolución, artículo) contempladas hasta el momento y donde cada componente es representado como un artefacto de tipo EV_PolicyEnvelope. La figura 11 describe el componente de normatividad colombiana.

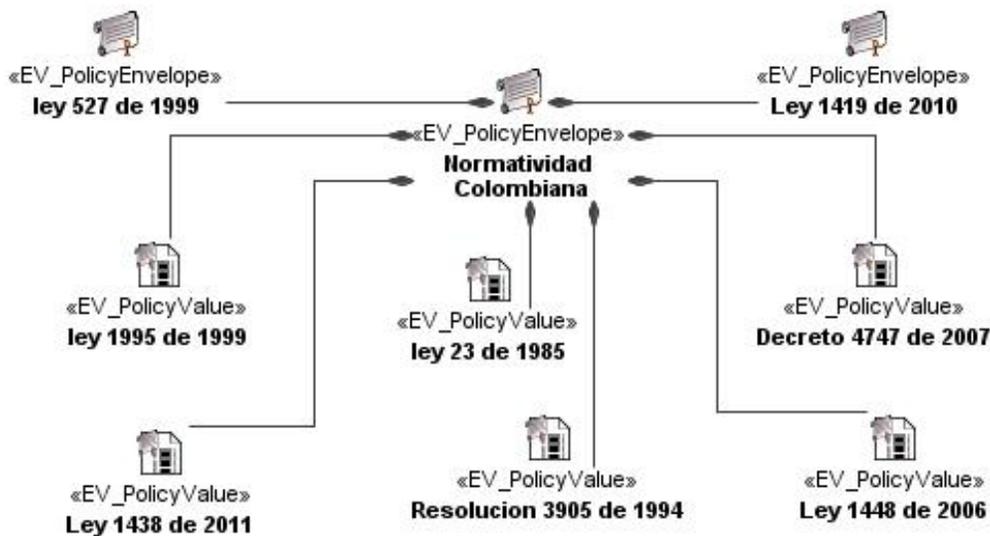


Figura 11. Componente de normatividad Colombiana.

Servicios asistenciales externos.

Como fue explicado en el capítulo 2, en Colombia las IPS son clasificadas en niveles, con base a la complejidad de los servicios que prestan, todas ellas remiten a los pacientes a otra IPS que brinde los servicios requeridos por el paciente, el cuál en ocasiones regresa a la institución remitora para completar la

atención. Actualmente hay instituciones que realizan este procedimiento a través de tele-consulta, de esta manera es evitado el traslado del paciente. Como ejemplo, una institución que presta servicios de urgencias, de medicina interna o pediatría, es clasificada como una IPS de nivel dos, pero si la IPS presta servicios de neurología y cuenta con una Unidad de Cuidados intensivos (UCI) sería clasificada como una IPS de nivel tres. Generalmente las IPS requieren servicios de otras y es por ello que realizan convenios con laboratorios, servicios de imágenes, farmacéuticos y servicios asistenciales, que garanticen el tratamiento y la conducta adecuada del paciente. De esta forma si un paciente que es atendido en un servicio de urgencias y requiere valoración por neurología necesitará ser trasladado de la IPS nivel dos a la de nivel tres a través del proceso de referencia y contra referencia, sin olvidar la autorización del servicio.

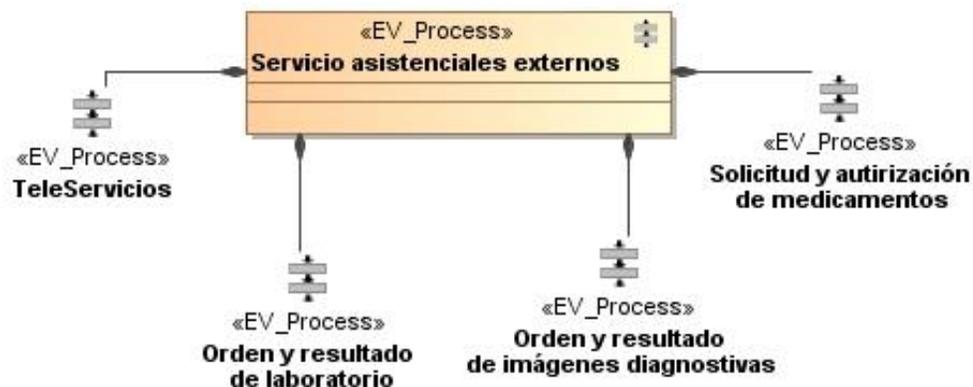


Figura 12. Artefacto Servicios asistenciales externos

La figura 12 presenta la posición del artefacto servicios asistenciales externos, el cual está compuesto de cuatro artefactos, requeridos para acceder a dichos servicios.

La respuesta a los servicios asistenciales externos, incluyendo los teleservicios es realizada a través de resultados, lecturas, autorizaciones y registros clínicos, para ser estudiados por el profesional de la salud solicitante y posteriormente anexarlos a la HCE.

Interoperabilidad entre aplicaciones del HIS.

Actualmente muchas IPS del país no cuentan con un HIS o utilizan algunos enfocados al sistema administrativo. La tendencia en Colombia es utilizar HIS que soporten información asistencial y administrativa, como es la Historia clínica

electrónica, sistemas de laboratorio, de imágenes, entre otros. La figura 13 describe el artefacto que representa la interoperabilidad entre las aplicaciones de un HIS y los procesos involucrados.

Con base en los resultados de la encuesta presentados en el capítulo 3 fueron identificados los sistemas que idealmente conforman un HIS. Es responsabilidad de cada IPS implementar mecanismos de interoperabilidad a nivel interno, pero a nivel externo fue propuesta tecnología, conceptos y estándares que permitan lograr una adecuada interoperabilidad entre los HIS de las IPS.

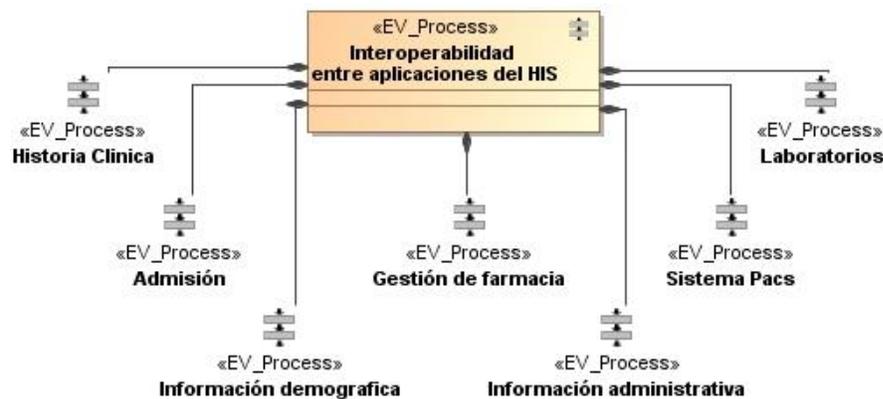


Figura 13. Interoperabilidad entre aplicaciones del HIS

Tecnología para la interoperabilidad

Con base en las arquitecturas nacionales de interoperabilidad presentadas en el estado del arte y las encuestas realizadas a las IPS, fue posible identificar los conceptos, estándares, clasificaciones y terminologías más recomendados para lograr la interoperabilidad.

La necesidad de interoperabilidad existe en cierta medida de forma manual, algunos través de sistemas han contribuido (ej. SISPRO, GEL-XML, RIPS) que en el momento no son efectivos para lograr el despliegue de la arquitectura de interoperabilidad acorde a las necesidades. Por tanto son recomendados el estándar HI7 y DiCom para formalizar los mensajes necesarios en el intercambio de información clínica, ya que son altamente utilizados a nivel internacional. Por otro lado ninguna IPS encuestada relaciona el uso de terminologías, por tal razón fue propuesto utilizar las clasificaciones CUM, CUP y CIE10 para la homologación de códigos y así facilitar la autorización de medicamentos, la identificación de diagnósticos, la solicitud de servicios exámenes y procedimientos. Ver figura 14.

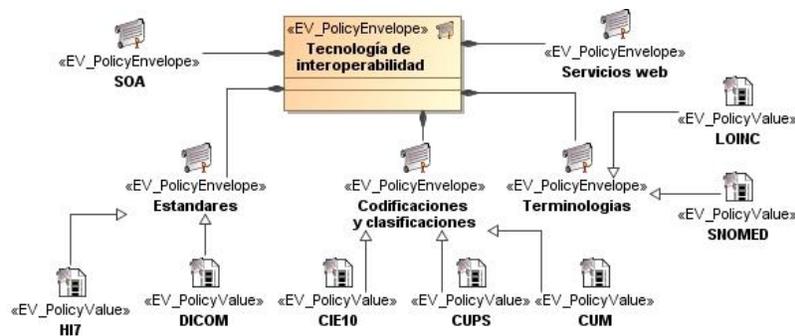


Figura 14. Componentes tecnológicos de interoperabilidad.

Reporte a entidades de control

Toda IPS sea pública o privada debe reportar a entidades de control a través de distintos mecanismos establecidos por las mismas (registro en páginas web, envío en medios extraíbles, correo electrónico, medios impresos) la información institucional relacionada con enfermedades de interés público, control de natalidad y mortalidad, vigilancia epidemiológica, producción institucional, el control de servicios, facturación, etc. La figura 15 ofrece un componente que gestiona los registros a entidades de control.

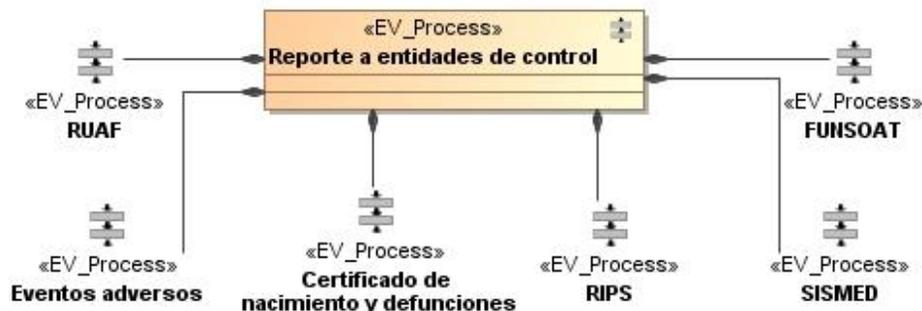


Figura 15. Reporte a entidades de control

Cada reporte es realizado de forma distinta, algunos son dirigidos a distintas entidades. No existe un estándar que facilite el intercambio de la información lo que implica mayor esfuerzo, tanto para las IPS en el envío de la información como para las entidades de control en la recolección y análisis de la misma. El objetivo de presentar mecanismos externos de interoperabilidad es intercambiar información entre HIS y facilitar su transporte, la información es generada por las IPS para las entidades de control para ser consolidada y determinar del estado de la salud de Colombia. Esto sirve para la toma de decisiones con base en hechos y datos.

Aseguramiento de la información

Debido a la confidencialidad de la información a transportar es importante establecer mecanismos de seguridad acordes a la normatividad Colombiana, tanto para la custodia y préstamo de historia clínica, así como para el transporte de información en medio digital. En la figura 16 son descritos los componentes mínimos que deben garantizarse.

Para acceder a los registros clínicos o a la información a transmitir debe sustentarse la total legalidad de los permisos para tal acceso, por esta razón fue establecido que todo usuario debe autenticarse tanto para ver la información como para transmitirla, para ello debe firmar digitalmente los documentos a los que ha tenido acceso.

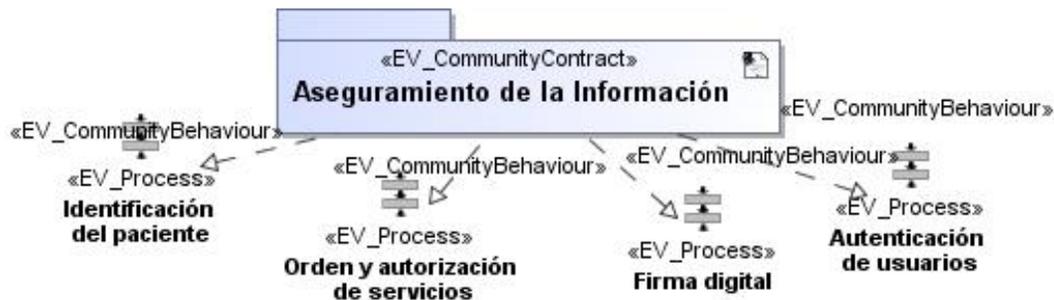


Figura 16. Seguridad de la información

Cuando un paciente es remitido de una IPS a otra debe existir la autorización de servicio, orden de apoyo y la identificación del paciente, de esta forma el acceso es garantizado solo a la institución que lo requiera siempre y cuando el paciente esté identificado adecuadamente.

Modelo dinámico vista empresarial.

Para representar el comportamiento dinámico en la vista empresarial RM-ODP recomienda utilizar diagramas de actividad. Sin embargo, teniendo en cuenta que son muchos los procesos que involucra esta vista, solo fue representado el proceso de referencia de pacientes, tendiendo coherencia con el prototipo arquitectónico y su proceso de evaluación. Otros escenarios como interconsulta y exámenes de laboratorio fueron trabajados con el fin de validar requisitos y presentar un proceso de desarrollo. La figura 17 presenta el comportamiento dinámico de la vista empresarial, para mejor entendimiento del proceso

relacionado con el modelo dinámico ver el anexo E, donde fue descrito con mayor detalle el proceso de referencia de pacientes y la transformación de la arquitectura.

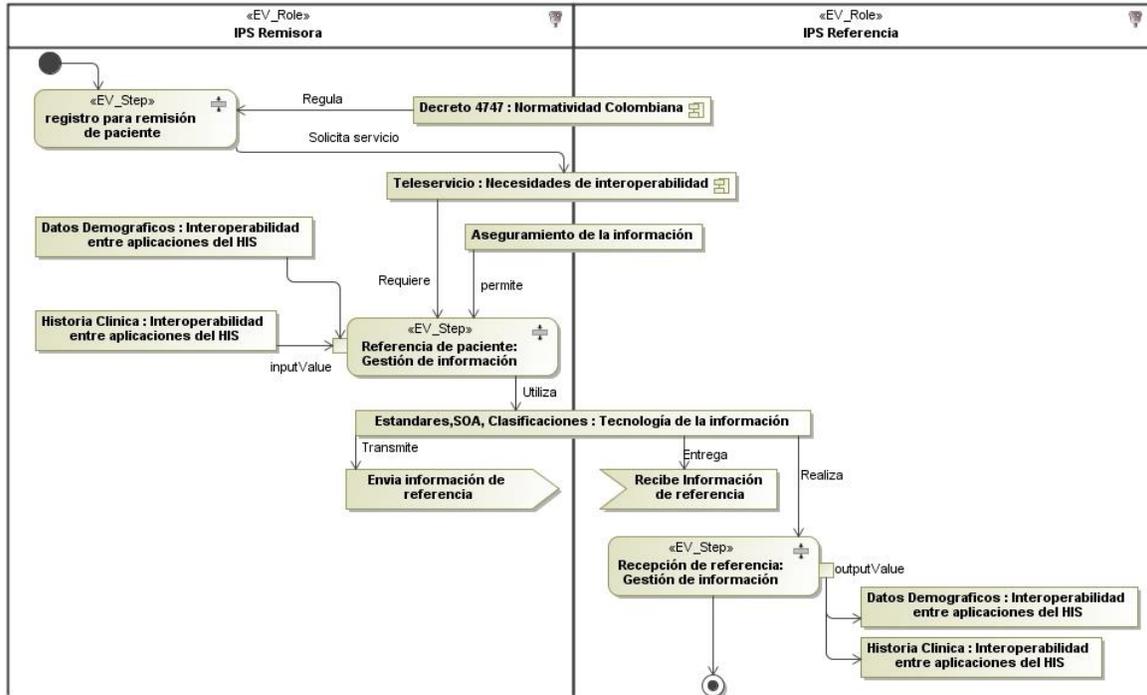


Figura 17. Modelo dinámico de vista empresarial, representada con diagrama de actividades para el proceso de referencia de pacientes.

4.3.2. Vista de la información.

La vista actual describe el tipo de información que va a manejar el sistema, así como la estructura de los datos. Centrada en las clases de información tratadas por el sistema, su semántica y las restricciones impuestas sobre la utilización e interpretación de dicha información. En el proceso de interoperabilidad entre los HIS de las IPS, teniendo en cuenta la vista empresarial fueron identificados cinco paquetes de información que son: (i) registros Asistenciales, (ii) registros Administrativos, (iii) reporte de interés público, (iv) clasificaciones y (v) datos de infraestructura. La figura 18 describe los elementos de la vista de información.

Cada paquete de información agrupa gran cantidad de clases, y debido a su complejidad los objetos más relevantes son especificados al igual que sus atributos. Cada paquete es descrito más adelante en esta sección.

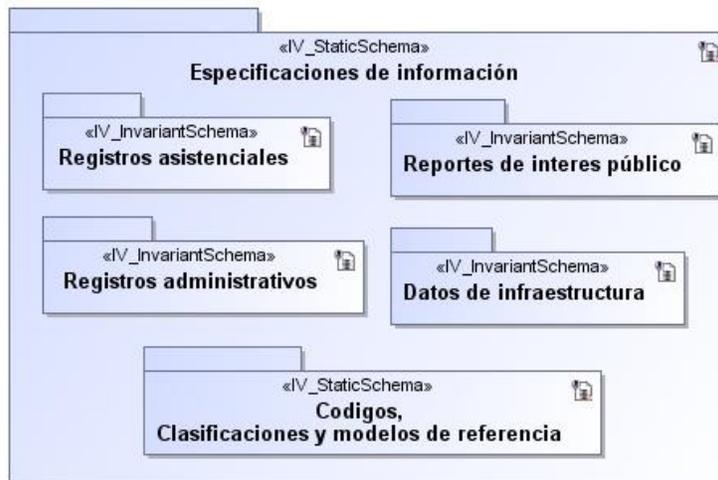


Figura 18. Especificaciones de información – estructura general

Registros asistenciales.

Representa toda la información generada en la atención al paciente, independiente del nivel y de los servicios que le son prestados. La figura 19 muestra detalladamente la información de la atención, sin embargo existe información que puede variar dependiendo de la IPS donde es atendido el paciente. Un ejemplo claro es observado en los formatos de la Historia Clínica, ya que no todas las IPS prestan los mismos servicios, y más si pertenecen a distintos niveles de atención. También son evidentes las diferencias entre formatos de la misma especialidad, debido a que en Colombia no existe un esquema único, los formatos están sujetos a las necesidades de las IPS, la morbilidad de la región y la experiencia de los profesionales de la salud. Con base en lo anteriormente descrito queda abierta la posibilidad de adicionar tipos de Historias Clínicas que puedan surgir con base en la necesidad y condiciones de cada IPS.

En general los registros asistenciales giran alrededor de la Historia Clínica, información de enfermería, medicamentos, datos demográficos, exámenes y demás objetos presentados conforman la atención asistencial del paciente, todos a la vez relacionados con el paciente y el evento de atención representado como la admisión, ver figura 19.

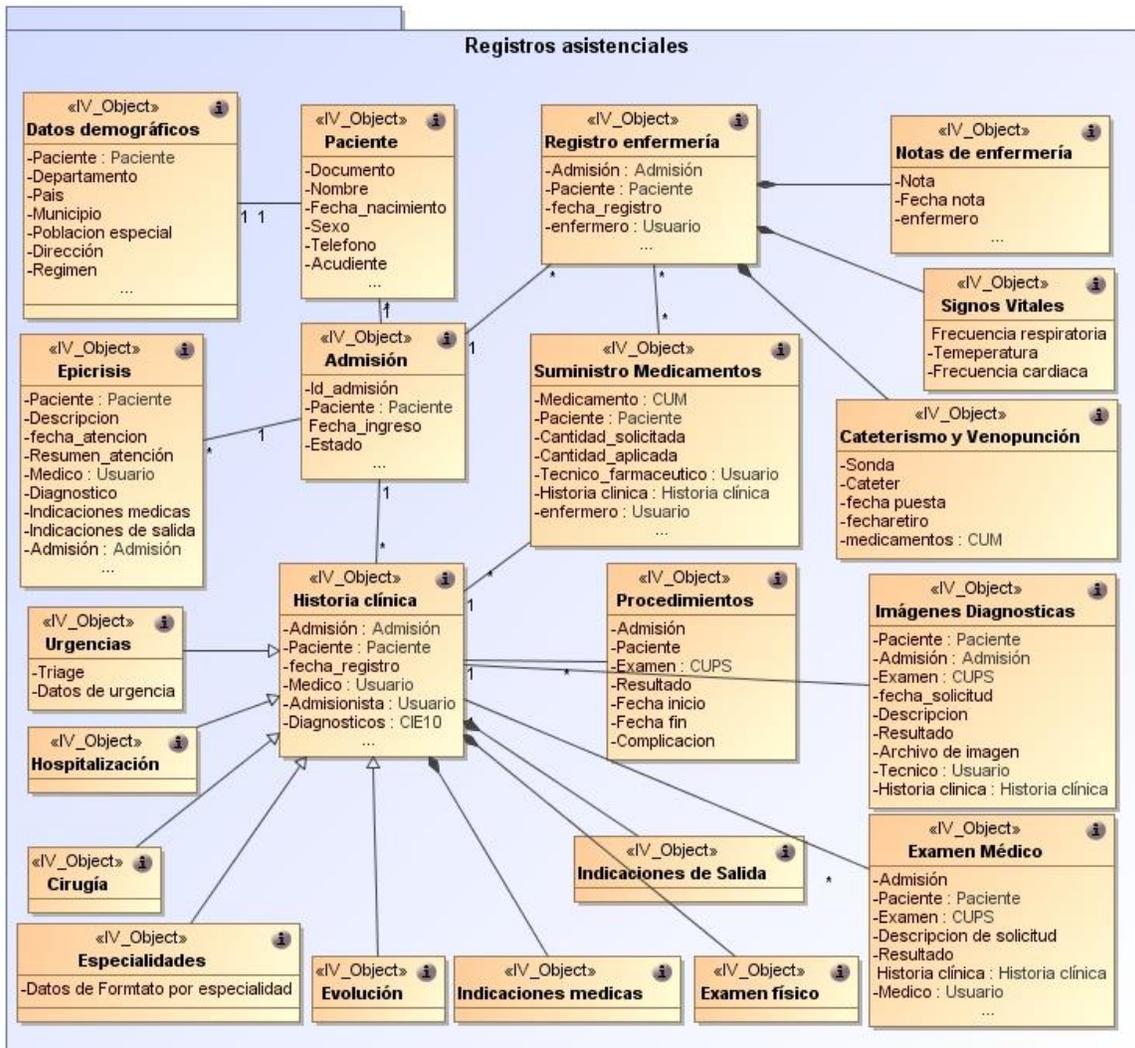


Figura 19. Vista detallada de registros asistenciales

Registros administrativos

Hace referencia a toda la información relacionada con los trámites administrativos de una IPS, garantizan la continuidad de la atención, el acceso a los servicios médicos y la definición del paciente. Toda la información administrativa está relacionada directamente con la atención. Objetos como la factura relaciona los servicios prestados al paciente durante un evento de admisión. Los objetos administrativos que requieren ser intercambiados entre IPS están descritos en la figura 20.

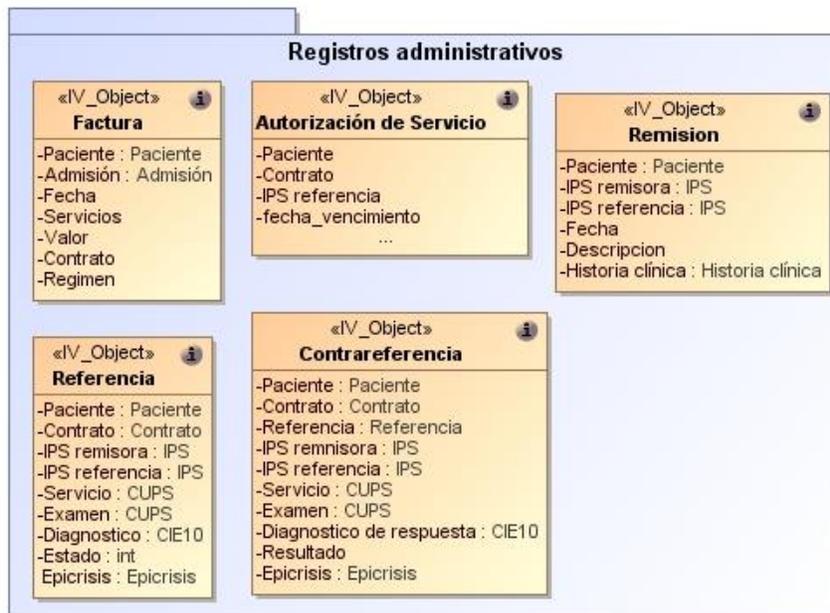


Figura 20. Vista detallada de registros Administrativo

Es necesario relacionar la factura ya que es el objeto que interrelaciona la información asistencial con la administrativa y algunos de los reportes de interés en salud. El resto de objetos son procesos administrativos necesarios para trasladar pacientes entre IPS, prestar servicios necesarios para diagnosticarlo y para acceder a servicios que la IPS no puede ofrecer o que no corresponden a su nivel de atención.

Clasificaciones

El estado colombiano ha dispuesto por normativa tres clasificaciones que facilitan el intercambio de información clínica, presentada en la figura 21 (Proteccion Social, 2001). Colombia adopta para la codificación de morbilidad, la clasificación estadística Internacional de enfermedades y problemas relacionados con la salud en su décima revisión conocida como CIE 10³⁹, de esta forma el diagnóstico del paciente es identificado en cualquier IPS del país.

A igual que el CIE 10 para los diagnósticos, fue adoptada la CUPS⁴⁰ para identificar los procedimientos y exámenes realizados al paciente (Salud, 2000), y

³⁹ CIE 10, Clasificación internacional de enfermedades decima versión.

⁴⁰ CUPS, clasificación única de procedimientos en salud

los CUM⁴¹ para la identificación, cobro y suministro de medicamentos (Salud, 2007).

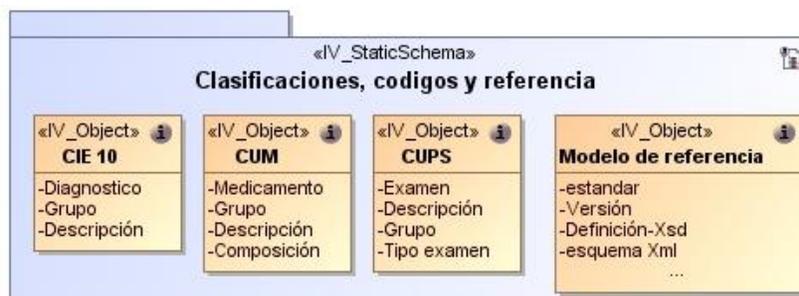


Figura 21. Vista detallada de Clasificaciones

El uso de clasificaciones permite identificar adecuadamente diagnósticos, exámenes, procedimientos y medicamentos que pueden ser registrados o solicitados en una atención, sin importar la IPS donde haya sido realizado. Adicionalmente, las clasificaciones son utilizadas para el reporte de información de interés público en salud.

Datos de infraestructura

A través de los HIS es como los médicos, enfermeros, facturadores y demás usuarios del sistema registran la información asistencial y administrativa de la atención médica. Es necesario que las transacciones de información al igual que los registros clínicos sean certificados a través de la firma digital, tal como lo reglamenta la resolución 1448 de 2006 y la ley 527 de 1999. En la figura 22 son presentados los artefactos necesarios para garantizar lo anteriormente descrito. De igual forma, es necesario establecer los contratos de las IPS y la red de servicios a las que pertenecen, de forma que cuando un paciente sea remitido o requiera servicios de salud adicionales, la IPS remitora realizará los trámites administrativos necesarios para garantizar la continuidad de la atención en una de las IPS que conforman la red de servicios de salud, en la cual está suscrito.

La normatividad colombiana es clara en cuanto al manejo de Historia Clínica. Esta establece que el único que tiene acceso a ella es el paciente u otros actores del entorno con previa autorización o en casos especiales, los cuales son descritos en la ley 1995 de 1999; por tal razón es establecido el uso de tarjetas inteligentes para la identificación correcta de usuarios.

⁴¹ CUM, Código Único nacional de Medicamentos.

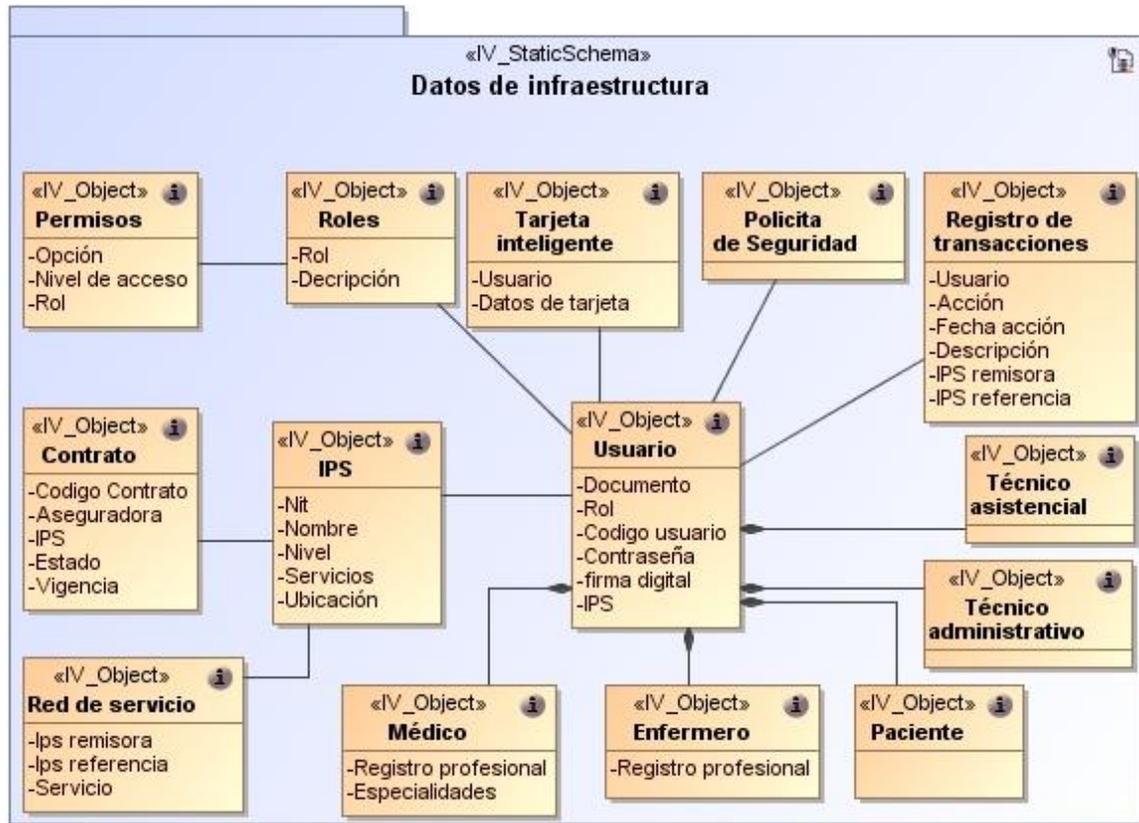


Figura 22. Vista detallada datos de infraestructura

Sin embargo, todo el entorno requiere una política de seguridad administrable, que garantice la seguridad, acceso, disponibilidad y reglamentación relacionada con el sector salud de Colombia.

Reportes de interés público.

Toda IPS está obligada a reportar información de los servicios prestados a entidades de control, reportes como los RIPS, al RUAFA, SIVIGILA, SISMED, indicadores y datos de producción permiten tener la lectura del estado en el sector. La figura 23 presenta los reportes y la norma que los establece.

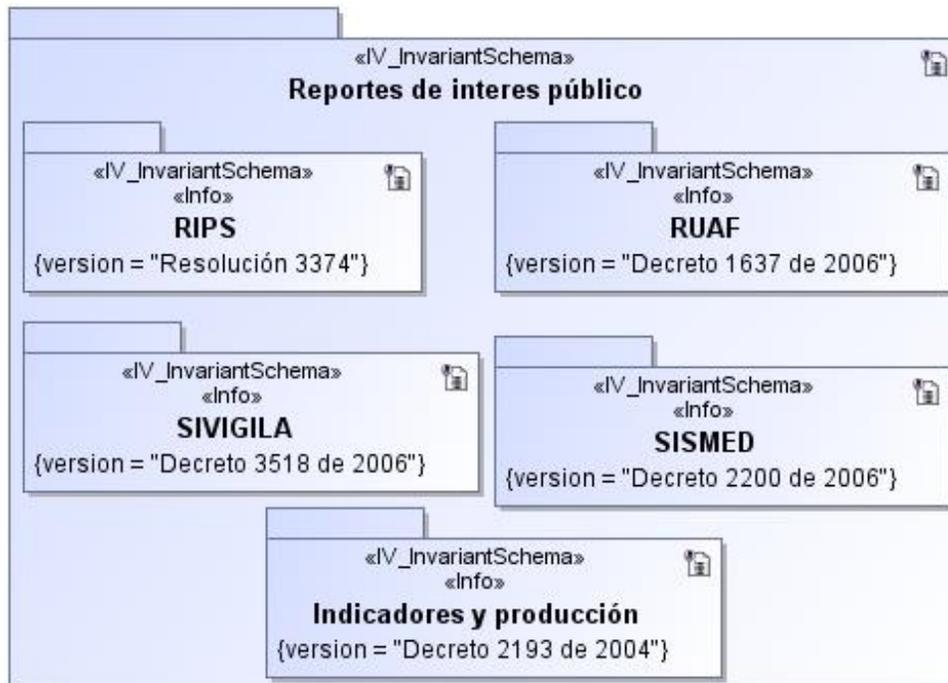


Figura 23. Reporte de interés público en salud

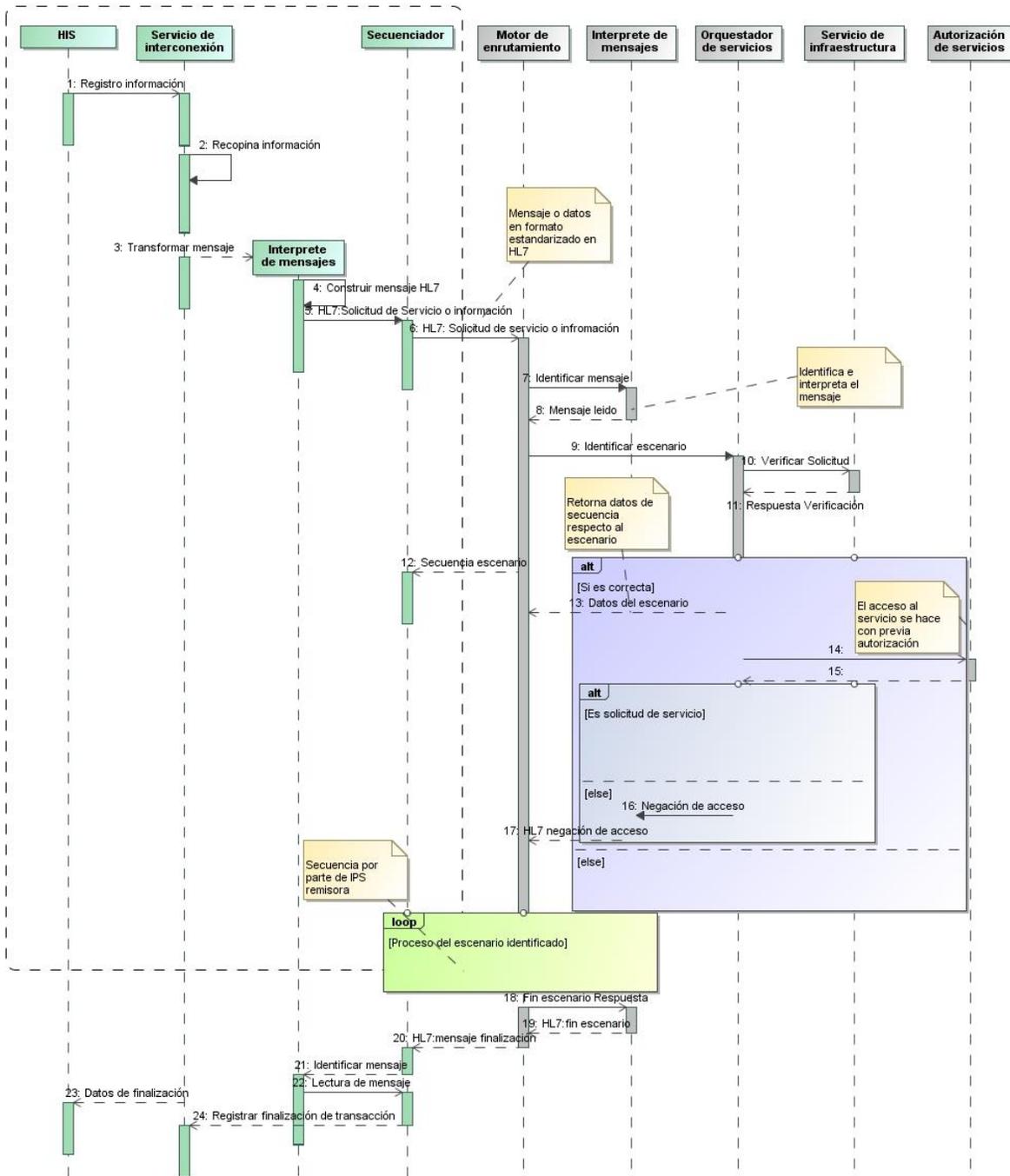
Aprovechando la Infraestructura en la cual las IPS intercambian información, es oportuno captar la información de reporte y consolidarlo en una bodega de datos que permita unificar el reporte y ofrecer medios de consulta para el análisis y toma de decisiones del sector con base a hechos y datos.

4.3.3. Vista Computacional

La vista computacional de la arquitectura permite identificar los diferentes componentes que la conforman al igual que la comunicación entre los mismos. Al diseñar la arquitectura basada en SOA es posible obtener una solución modular que permite fácilmente distribuir los componentes entre los actores del entorno, de igual forma centralizar y administrar la transacciones, publicación, suscripción de servicios, transmisión de mensajes en formato HL7 y la interpretación.

La vista computacional del modelo arquitectónico propuesto presentado en la figura 24 propone los componentes necesarios para garantizar la interoperabilidad tanto en la IPS como en la infraestructura nacional. Además, involucra componentes relacionados con el concepto SOA como son (i) la orquestación de servicios, (ii) secuenciador y motor de enrutamiento, además de contar con estándares de interoperabilidad. Sin embargo, como no han sido definidos

componentes que conforman el modelo computacional para el proceso de solicitud de información y servicios.



El proceso de registro de información es establecido entre IPS o hacia el servicio de datos nacional a través de un mensaje definido a través de algún estándar de interoperabilidad, de igual forma para la respuesta a la solicitud de información o servicios. Existen muchos escenarios de acuerdo a las necesidades y requisitos ya descritos, aun así todos los escenarios están enmarcados en el modelo dinámico de la figura 25, que incluye de forma general (i) la identificación del escenario, (ii) verificación de derechos y (iii) la finalización y registro de la transacción. Sin embargo, para el reporte a entes de control es necesario primero identificar la información para reporte y el destino. La información es registrada directamente en la bodega de datos, en caso contrario la respuesta son los datos del escenario necesarios para establecer la orquestación del mismo.

4.3.4. Descripción de componentes

El modelo arquitectónico propuesto está basado en un Bus de Servicios Empresariales como componente principal, el cual permitirá emplear al máximo las características que ofrece SOA para HIS y establecer un nivel adecuado de interoperabilidad. SOA garantiza la reutilización de los recursos y activos existentes en cada IPS, lo que facilita su aprovechamiento para el funcionamiento de la infraestructura. También al establecer el sistema central en un ESB la administración queda centralizada, facilitando el control, la seguridad y el soporte de todo el sistema.

Cada IPS administra su información de forma independiente a la gestionada nacionalmente, por tal razón es importante aprovechar al máximo la funcionalidad e información que reposa en cada HIS, reutilizando las capacidades individuales para soportar una necesidad, que establecida requiera de trabajo en conjunto. La arquitectura está representada por nueve (9) componentes principales, algunos que carecen los HIS (ver capítulo 3) necesarios para garantizar la interoperabilidad. Los componentes son descritos a continuación:

Sistema de Información en Salud (HIS).

Representa toda la información concebida durante la prestación de los servicios de salud. La información puede clasificarse en asistencial y administrativa (ver vista de información). Existen tres componentes que conforman información en el HIS: (i) repositorio de Datos, el cual ofrece mecanismos a nivel técnico que

facilitan el acceso a los datos que conforman el HIS, permitiendo acceder adecuadamente en el momento que lo necesite la interfaz de interoperabilidad, (ii) el Repositorio de Servicios, para proveer los servicios de alto nivel que puede ofrecer el HIS, permitiendo la publicación y consumo de los mismos para el interés de una atención y (iii) el contenedor de archivos, que almacena todo archivo relacionado con la atención que no puede ser almacenado directamente en las bases de datos, generalmente los archivos son imágenes diagnósticas, exámenes externos y CDA.

El equipo de TI de cada IPS deberá garantizar el acceso a los mismos, implementando los mecanismos suficientes requeridos para la interconexión con la interfaz de interoperabilidad.

Servicio de interconexión

Contiene los recursos necesarios para acceder a los datos, archivos y los servicios publicados por el HIS, también sirve de puente entre el secuenciador el HIS para las tareas de consulta, modificación, registro y eliminación de información. Este componente requiere de administración compartida tanto por colaboradores de las IPS como de los que definen la estructura de la información nacional.

Secuenciador

Encargado de la recepción, identificación y enrutamiento de mensajes de datos transmitidos entre la IPS y los componentes nacionales de interoperabilidad. El secuenciador utiliza el componente interprete HL7 para identificar los mensajes, direccionar y realizar acciones programadas a través del orquestador con base a una planificación del escenario establecido.

Interprete de mensajes

Realiza la traducción y transformación de mensajes con base a los estándares a utilizar ya que muchos HIS no reconocen los mensajes generalmente utilizados en el ámbito de interoperabilidad. El intérprete los convierte a un lenguaje y los estructura de forma que puedan ser reconocidos por los HIS. Teniendo en cuenta el escenario identificado y acordado por las IPS el intérprete está en la capacidad de soportar los mensajes requeridos en cada escenario por el secuenciador para el reconocimiento de solicitudes, respuestas e información transmitida

Motor de enrutamiento

Encargado de direccionar todos los mensajes transmitidos entre las IPS. El componente obedece a reglas definidas para la operación y comportamiento del ESB. Soporta diferentes modos de operación, de tal manera que sea flexible en la creación de controles y políticas de encaminamiento de mensajes, así como el tratamiento de excepciones, adecuado para la implementación de la red de servicios de salud.

Autorización de servicios

Ofrece los mecanismos técnicos y administrativos para formalizar la remisión, referencia y contrareferencia de pacientes, es considerado clave para permitir el acceso, el registro de datos y servicios de una IPS a otra. Generalmente la autorización deberá formalizarse a través de contratos previos entre IPS, que definen los manuales de servicios y medicamentos a los que tienen accesos. Los manuales son realizados con códigos CUPS y CUM para garantizar la identificación de los servicios independiente de la institución donde es prestado.

Orquestador de servicios

Define funciones específicas con base en los escenarios establecidos por las IPS, las cuales son consultadas para programar la secuencia de actividades a desempeñar en el escenario. Cada escenario requiere de autorización, tanto de servicios como de acceso y es este componente el encargado de invocar estos mecanismos necesarios durante la ejecución del escenario. Son muchos los escenarios que determinan la atención del paciente, por tanto deben estar previamente definidos y configurados para que el orquestador lo identifique y lo ejecute.

Administración de información.

Encargado de realizar el adecuado almacenamiento y la gestión de la información tanto de las IPS como los reportes de interés público. Es un componente que permite la consulta, el análisis y la toma de decisiones con base en hechos y datos. Es conformado por cuatro componentes básicos que son: (i) Base de

información, contiene los mecanismos técnicos para el registro y consulta de información, administra las reglas de acceso a los datos y registra toda la información necesaria para realizar la administración de la infraestructura de interoperabilidad, (ii) Bodega de datos, gestiona toda la información de interés público generada por las IPS, prestando un modelo adecuado para consolidar toda la información de salud pertinente y las herramientas para el manejo de los datos consolidados, (iii) servicio de indexación de pacientes, necesario para la identificación correcta de pacientes que permita evitar la duplicidad de información definir el cubrimiento de pacientes en todo el país (conocido como el sistema de aseguramiento) y (iv) servicio de indexación de usuarios, al igual que los pacientes es indispensable definir el usuario que accede al sistema, garantizar sus credenciales frente a componentes de seguridad ya establecidos, evitar la duplicidad de usuarios y el acceso inadecuado a los servicios y a la información.

Servicios de infraestructura

Contiene los servicios empleados para la seguridad de la información, administración de excepciones, autenticación, control de acceso, registro de transacciones y otros servicios de administración de procesos empresariales. Es necesario utilizar tarjetas inteligentes para mayor control y asegurar el cumplimiento de la normatividad Colombiana y es este componente el que realiza la gestión de las mismas.

Este componente requiere del componente denominado administración de información, para realizar las actividades, en su mayoría solicitadas por el motor de enrutamiento.

4.3.5. Correspondencias entre las vistas del modelo.

RM-ODP ofrece los diagramas de correspondencia para facilitar la transformación entre modelos. La correspondencia es realizada entre componentes, inicialmente entre la vista empresarial y la vista de la información, posteriormente cuando es definida la vista computacional es definida la correspondencia entre la misma y las dos vistas previamente diseñadas. A continuación son presentadas las correspondencias del modelo arquitectónico.

Correspondencia Vista empresarial y de la información.

Al relacionar las dos vistas puede garantizarse que la información requerida en los procesos descritos a nivel empresarial sea suficiente o posea una correlación que los soporte.

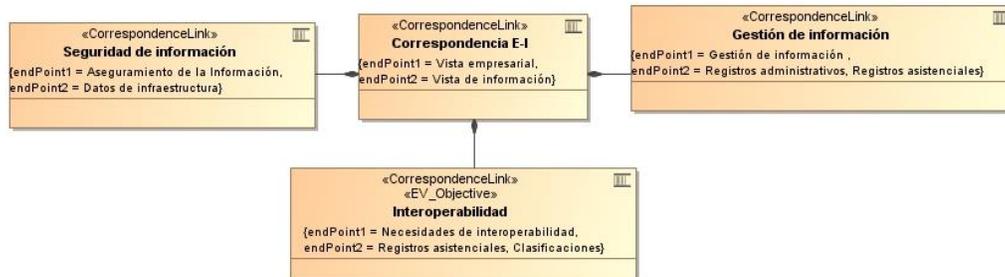


Figura 26. Correspondencia entre vista empresarial y de la información.

La figura 26 presenta tres componentes de correspondencias que agrupan de forma general las razones esenciales de necesidades e información de las dos vistas.

Correspondencia entre vista empresarial y computacional

A través de esta correspondencia son establecidos los componentes necesarios para garantizar el cumplimiento de los requisitos y necesidades definidas en la vista empresarial. Tal como en la anterior correspondencia la figura 27 presenta la agrupación de acuerdo a las funcionalidades requeridas en el proceso de interoperabilidad.

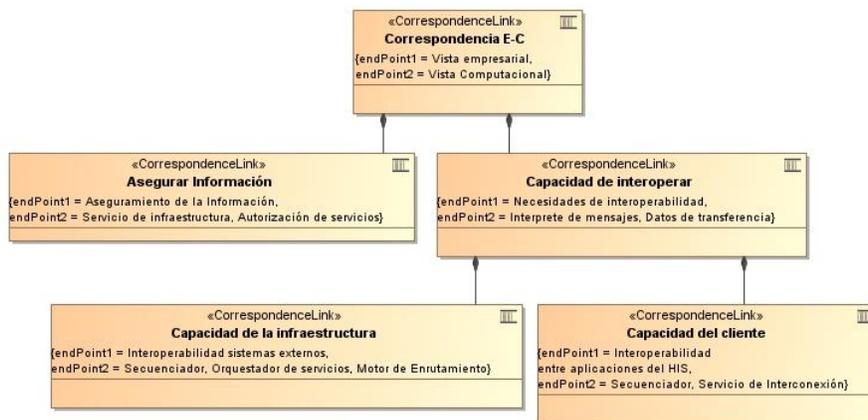


Figura 27. Correspondencia entre vista empresarial y computacional.

Finalmente cada componente de correspondencia representa a la capacidad que ofrecen los componentes computacionales para afrontar las necesidades empresariales.

Correspondencia entre la vista de la información y la computacional

Con la correspondencia entre las vistas de información y computacional es definido el soporte de información necesario para garantizar la gestión de información, la interoperabilidad, la seguridad y acceso de la información al igual que a los servicios tal como es representado en la figura 28.

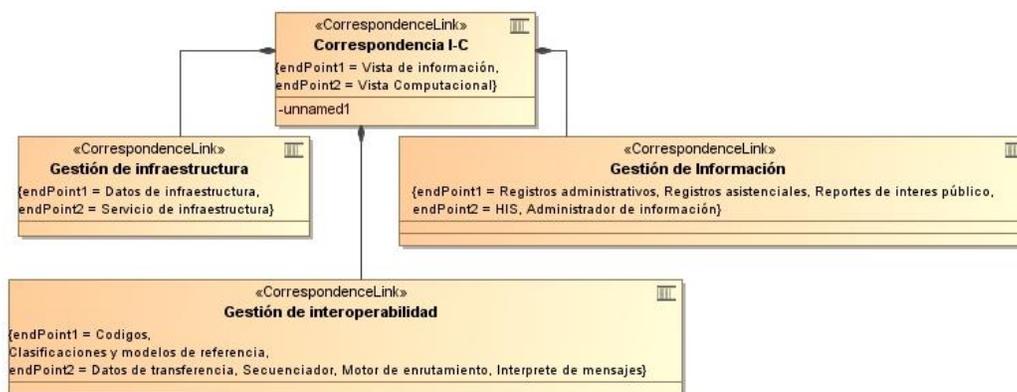


Figura 28. Correspondencia entre vista de la información y computacional

4.4. Conclusiones

Este capítulo expuso el modelo arquitectónico propuesto para la interoperabilidad entre las IPS, presentado a través de las distintas vistas establecidas por RM-ODP. Utiliza SOA para el desarrollo del modelo y el uso del estándar de mensajería para compartir los documentos clínicos a un nivel de interoperabilidad más adecuado. El modelo a través de las distintas vistas justifica la información a tratar, presenta las necesidades de interoperabilidad obtenidas por normatividad y las identificadas en la caracterización. Además, usa un modelo mediador implementado con un ESB para soportar los componentes necesarios para el intercambio de información, a través de servicios extraídos del negocio y las necesidades de seguridad para respaldar el transporte y el acceso a la información. Finalmente, el modelo propuesto satisface en gran parte las

necesidades del sector salud, fortalecido por tecnología al alcance de las IPS y el estado. Sin embargo es necesario realizar proyectos con el fin de apoyar las IPS en el mejoramiento de la infraestructura de comunicación, de equipos tecnológicos y el fortalecimiento de la infraestructura nacional de interoperabilidad que estaría gestionada directamente por el estado.

Capítulo 5

Validación del modelo arquitectónico propuesto

5.1. Introducción

Con base en el modelo general de caracterización definido en el capítulo 3, se elaboró el modelo arquitectónico de interoperabilidad presentado en el capítulo 4, para el cuál es indispensable realizar una validación formal. (Barr, 2001) presenta el conflicto entre los términos validación, verificación, testeo y evaluación argumentando que en la literatura son considerados como conceptos diferentes, fases dentro de un proceso de revisión o técnicas que varían de acuerdo a unos objetivos planteados. Finalmente el autor concluye que los términos en si son equivalentes dentro de una escala de revisión, la cual varia teniendo en cuenta el nivel de detalle y refinamiento del producto software en cuestión. Por tanto se podría establecer que una evaluación de una arquitectura es equivalente a una validación de alto nivel, lo que implicó que para dar cumplimiento al objetivo específico planteado en la presente tesis, fuese necesario evaluar formalmente el modelo arquitectónico propuesto, usando un método formal seleccionado bajo los criterios correctos.

Cabe mencionar la forma en que son organizadas las evaluaciones de productos y procesos software son: (i) la experimentación en ingeniería de software, donde muchos sujetos (por ejemplo, ingenieros de software) realizan una o varias tareas

utilizando los diferentes métodos investigados. Los sujetos son asignados a cada método de forma que los resultados son imparciales y pueden ser analizados empleando técnicas estadísticas estándar, (ii) un estudio de caso, donde cada método que está siendo investigado sea probado en un proyecto real utilizando procedimientos para el desarrollo de un proyecto estándar de la organización que está realizando la evaluación y (iii) una encuesta, donde el personal/organizaciones que han empleado métodos en proyectos pasados son interrogados para que proporcionen información sobre dicho método. La información de los usuarios puede ser analizada utilizando técnicas estadísticas estándar. Sin embargo, no hay claridad acerca de cómo organizar la evaluación del modelo arquitectónico. DESMET(Kitchenham, 1996) ofrece una metodología para seleccionar uno de ellos, propone también nueve métodos que involucran las tres formas de organización de evaluaciones y la técnica para la aplicación del método seleccionado. Lo anterior fue un factor decisivo para seleccionar a DESMET para la evaluación del modelo arquitectónico propuesto, ya que ofrece un proceso integrar que incluye la metodología, los métodos de evaluación y la técnica a utilizar.

Analizado el modelo arquitectónico y las condiciones del proyecto con base en la evaluación de condiciones y aspectos favorables propuestos por DESMET, el método a utilizar seleccionado es el Análisis de Características por encuesta, descartando así todo método basado en estudio de casos y experimentos.

Existen otras aproximaciones válidas para la evaluación de arquitecturas (Delgado, Castro, & Germán, 2007; Losavio, F., Chirinos, 2007; Roy & Graham, 2008) algunas mayormente reconocidas son: (i) Software Architecture Analysis Method (SAAM) (Dobrica & Niemela, 2002), (ii) Architecture Tradeoff Analysis Method (ATAM) (Delgado et al., 2007; Islam & Rokonuzzaman, 2009), Architecture-Level Modifiability Analysis (ALMA) (Bengtsson, Lassing, Bosch, & Vliet, 2004), Layered Queuing Network (LQN) (Franks et al., 1995), SAM (Reussner, Schmidt, & Poernomo, 2003), etc. Sin embargo, algunos fueron pensados originalmente para el diseño de arquitecturas, para evaluar atributos de calidad muy específicos y a arquitecturas a niveles de detalle muy alto. Con DESMET fue posible definir una evaluación acorde a la necesidad, gracias a su facilidad de adaptación sin importar el tipo de producto o el alto nivel de especificación de la arquitectura.

En el presente capítulo es descrito el método de evaluación, la selección del método candidato para evaluar la arquitectura, fueron elaboradas tres arquitecturas con base en el modelo propuesto que serán parte de los instrumentos para la evaluación del modelo, la aplicación de los instrumentos de evaluación, y finalmente son descritos los resultados y conclusiones sobre la evaluación.

5.2. Metodología de evaluación.

Para la evaluación del modelo arquitectónico propuesto ha sido escogido el enfoque sistémico propuesto por (Kitchenham, 1996) denominado DESMET; esta metodología ayuda a un evaluador en una organización a planificar y ejecutar un proceso de evaluación que es imparcial y confiable, con el objetivo de identificar el método de evaluación más adecuado para un producto o elemento del software adaptable a un contexto específico. La metodología propone varios métodos de evaluación y los caracteriza estableciendo criterios técnicos y prácticos para seleccionar el método de evaluación más adecuado, la sección 5.3 describe el proceso de selección del método de evaluación acorde al entorno de trabajo.

DESMET define nueve (9) métodos agrupados en evaluaciones cualitativas, cuantitativas e híbridas, como es descrito en la figura 29. Cada método presenta características únicas que permiten adaptarse al proceso de evaluación requerido.

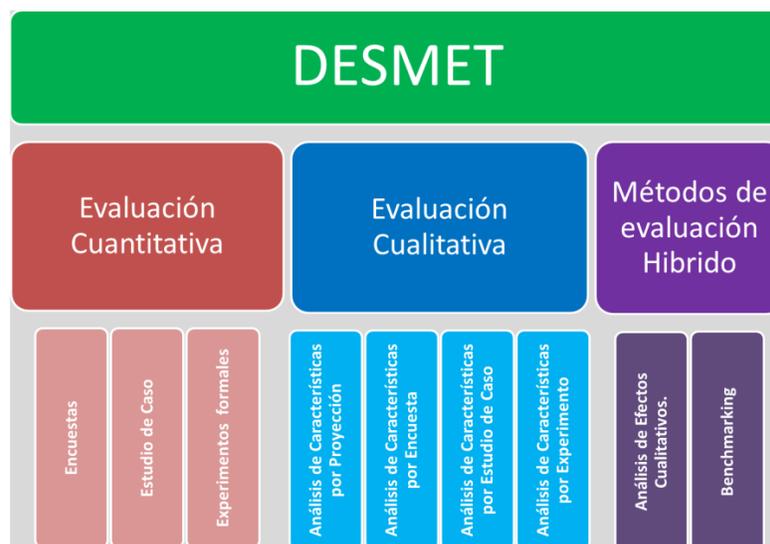


Figura 29. Métodos de evaluación establecidos por DESMET

De forma general los nueve métodos son definidos así: (i) encuesta cuantitativa la cual corresponde a una investigación del impacto cuantitativo de métodos y herramientas organizados como una encuesta, (ii) estudio de caso cuantitativo es una investigación del impacto cuantitativo de métodos/herramientas organizados como un estudio de caso, (iii) experimento formal cuantitativo como una investigación del impacto cuantitativo de métodos/herramientas organizados como un experimento formal, (iv) análisis de características por proyección como una evaluación basada en funciones o características identificadas por una sola persona, que no sólo determina las características que deben evaluarse y la escala de calificación sino también la evaluación. Para la proyección inicial, las evaluaciones son basadas generalmente en la literatura que describe el método/herramienta de software en lugar de su uso real, (v) análisis de características por encuesta cualitativa como una evaluación basada en funciones o características realizada por personas que han tenido la experiencia en el uso de los métodos/herramienta, o los han estudiado. La diferencia entre una encuesta y un experimento es que la participación en una encuesta queda a discreción del interesado, (vi) estudio de caso cualitativo es una evaluación basada en funciones o características realizada por alguien que ha utilizado el método/herramienta en un proyecto real, (vii) experimento cualitativo es una evaluación basada en funciones o características, realizada por un grupo de usuarios potenciales que se espera conozcan los métodos/herramientas sobre las tareas habituales con anticipación a las evaluaciones, (viii) análisis de efectos cualitativos es una valoración subjetiva de los efectos cuantitativos de métodos/herramientas, basado en opinión de los expertos y (ix) Benchmarking es el proceso de ejecución de una serie de pruebas estándar utilizando métodos/ herramientas alternativas (por lo general herramientas) y evalúan el rendimiento relativo de las herramientas contra las pruebas.

5.3. Selección de método de evaluación.

Existen diversos factores que afectan el resultado de una evaluación, por tanto la selección del método a utilizar fue realizado siguiendo los criterios recomendados en DESMET que son: (i) el contexto de evaluación, (ii) la naturaleza del impacto esperado por el uso del método o herramienta, (iii) la naturaleza del objeto a

evaluar (iv) el alcance esperado por el uso del método, (v) la madurez del método, (vi) la curva de aprendizaje asociada con el método (vii) la capacidad de medición de la organización para realizar la evaluación.

Con base en los criterios ya descritos, DESMET proporciona las condiciones favorables claves para cada uno de los nueve métodos definidos, lo que contribuye a la selección apropiada de un método de evaluación. La tabla 11 resume las condiciones favorables para cada método de evaluación tal como lo recomienda DESMET, asimismo incluye una columna para determinar si la condición está presente o no en la evaluación del método propuesto en este trabajo y por último una columna que indica el porcentaje de condiciones que están presentes en el método propuesto (este porcentaje es calculado asignando un peso igual a cada condición y multiplicando este peso por el número de condiciones presentes).

Tabla 11. Condiciones favorables para la elección del método de evaluación

Método de Evaluación	Condiciones Favorables	Presente		Porcentaje (%)
		Sí	No	
Experimento Cuantitativo	Beneficios claramente cuantificables.		X	33.34%
	Disponibilidad del personal para participar en el experimento (por ejemplo, el desempeño de trabajo no productivo).	X		
	Método de adquisición relacionado con una sola tarea/actividad.		X	
	Beneficios directamente medibles de la salida de una tarea.		X	
	Tiempo de aprendizaje relativamente corto.	X		
	Deseo de realizar evaluaciones del método de adquisición independientes del contexto.		X	
Estudio de Caso Cuantitativo	Beneficios cuantificables en un solo proyecto.		X	20%
	Beneficios cuantificables antes del retiro del producto.		X	
	Procedimientos de desarrollo estables.	X		
	Personal con experiencia en mediciones.		X	
	Plazos de evaluación proporcionales con el tiempo de desarrollo de los proyectos de tamaño normal.		X	

Tabla 11. Condiciones favorables para la elección del método de evaluación (continuación)

Método de Evaluación	Condiciones Favorables	Presente		Porcentaje (%)
		Si	No	
Encuestas Cuantitativas	Beneficios no cuantificables en un solo proyecto.		X	0%
	Existencia de una base de datos con logros del proyecto incluyendo: productividad, calidad, datos del método/herramienta.		X	
	Proyectos con experiencia en el uso del método.		X	
Análisis de Características por Proyección.	Amplio número de métodos a evaluar.		X	50%
	Cortos periodos de tiempo para realizar la evaluación.	X		
Análisis de Características por Estudio de Caso	Beneficios difíciles de cuantificar.	X		40%
	Beneficios observables en un solo proyecto.		X	
	Procedimientos de desarrollo estable.	X		
	Población de usuarios del método/herramienta limitado.	X		
	Plazos de evaluación proporcionales con el tiempo de desarrollo de los proyectos de tamaño normal.		X	
Análisis de Características por Experimento	Beneficios difíciles de cuantificar.	X		50%
	Beneficios directamente observables de la salida de una tarea.		X	
	Tiempo de aprendizaje relativamente corto.	X		
	Población de usuarios del método muy variados.		X	
Análisis de Características por Encuesta	Beneficios difíciles de cuantificar.	X		80%
	Población de usuarios del método muy variado.		X	
	Beneficios no observables en un solo proyecto.	X		
	Proyectos con experiencia en el uso del método/Herramientas, o proyectos preparados para aprender sobre el método/Herramientas.	X		

Tabla 11. Condiciones favorables para la elección del método de evaluación (continuación)

Método de Evaluación	Condiciones Favorables	Presente		Porcentaje (%)
		Si	No	
Análisis de Efectos Cualitativos	Disponibilidad de opiniones de expertos en evaluaciones de métodos similares.	X		80%
	Ausencia de procedimientos de desarrollo estables.		X	
	Requerimientos para mezclar y comparar métodos/Herramientas.	X		
	Interés en la evaluación de métodos/Herramientas genéricos.	X		
Benchmarking	Método enfocado en máquina, no en humanos.		X	50%
	Salidas del método capaces de ser clasificadas en términos de algún "buen" criterio.	X		

DESMET define otros aspectos prácticos a tener en cuenta en la selección de método de evaluación, como son el tiempo total estimado para la evaluación, el costo del mismo y el riesgo asociado a la confianza del resultado lo cual permite finalmente tomar una decisión entre los métodos que obtuvieron el mayor puntaje. A continuación en la tabla 12 se presenta la evaluación de estos tres aspectos.

Tabla 12. Semaforización de aspectos de selección, siendo Verde favorable, Amarillo poco favorable y rojo no favorable.

Método de Evaluación	Tiempo estimado para la evaluación	Costo de la evaluación	Riesgo asociado a la confianza del resultado
Análisis de Características por Encuesta	Pocos días	Bajo	Medio
Análisis de Efectos Cualitativos	Pocos días	Muy Bajo	Muy alto

Después de realizar el análisis sobre los tipos de evaluación y las formas de organizar un ejercicio de evaluación definidas por DESMET es considerado que el método de evaluación más adecuado es el Análisis de Características por Encuesta.

5.3.1. Principios del análisis de características.

El objetivo del análisis de características por encuesta es proveer un método para evaluación de productos (métodos o herramientas) software basado en análisis de funciones o características, con personas que han tenido experiencia en el uso del mismo. El método o la herramienta normalmente es destinado a cumplir un propósito específico, por lo tanto, los resultados de la evaluación deberán proporcionar información acerca de la idoneidad en el ambiente que será utilizado. Una de las técnicas del análisis de características son las encuestas. Su enfoque es similar al de un experimento formal en el sentido de solicitar una evaluación de un número de diferentes personas. Sin embargo, en este caso, los evaluadores no son los usuarios potenciales, sino personas que tienen alguna experiencia con los métodos/herramientas candidatos.

En este caso, el evaluador (o equipo de evaluación) es responsable de las siguientes actividades:

- Identificación del método o herramienta candidato.
- Elaboración de los criterios de evaluación y escalas de juicio en relación con el método o herramienta potencial.
- Diseño y ejecución de la encuesta. Esto incluye: (i) decidir sobre el tipo de encuesta (por ejemplo, una encuesta postal o entrevista personal), (ii) la creación de la documentación de la encuesta (por ejemplo, cuestionarios, instrucciones, etc), (iii) identificar quienes serán invitados a participar en la encuesta y (iv) ejecución del estudio de acuerdo con el diseño de la encuesta
- Análisis de las respuestas de los encuestados y preparar un informe de evaluación.

5.3.2. Proceso de evaluación.

DESMET define los pasos a realizar en el análisis de características, los cuales son:

1. Seleccionar un conjunto de métodos o herramientas candidato para evaluar.
2. Decidir las propiedades o características requeridas del método o herramienta bajo evaluación.

3. Dar prioridad a aquellas propiedades o características con respecto a los requisitos de los usuarios del método o herramienta.
4. Decidir el nivel de confianza requerido en los resultados y por lo tanto seleccionar el nivel de rigor necesario en el análisis de características.
5. Acordar el sistema de puntuación o clasificación que puede aplicarse a todas las características.
6. Asignar responsabilidades para llevar a cabo la evaluación actual de las características.
7. Llevar a cabo las evaluaciones para determinar si los productos cumplen los criterios de evaluación que han sido establecido.
8. Analizar e interpretar los resultados.
9. Presentar los resultados para la toma de decisiones adecuadas.

5.4. Definición del modelo arquitectónico a evaluar.

La evaluación pretende determinar la idoneidad del modelo propuesto como referencia para definir arquitecturas de interoperabilidad entre instituciones del sector salud. El capítulo 4 presentó el modelo arquitectónico bajo la metodología HIS-DF, que a través de vistas RM-ODP representa la arquitectura. HIS-DF permite definir un modelo arquitectónico independiente de la plataforma (Platform Independent Model - PIM), al igual que el desarrollo dirigido por modelo (Model-Driven Development MDD) que finalmente es un modelo arquitectónico multinivel. Por tanto para realizar la evaluación fueron definidas dos arquitecturas desde la vista de la ingeniería con base en el modelo propuesto (parte PIM), que finalmente es el objeto de la evaluación.

Los escenarios candidatos para la presentación de la arquitectura es el proceso de referencia de paciente entre IPS. Sin embargo, para satisfacer este escenario existen varias posibilidades a implementar a partir del modelo arquitectónico, instanciando para la evaluación dos diseños arquitectónicos (i) una solución interinstitucional que aplica para el proceso de referencia entre pocas IPS, y (ii) una solución nacional que permite la interacción de más servicios y actores del entorno.

El anexo E describe el diseño de las arquitecturas para el proceso de referencia de pacientes a través de una abstracción de la vista empresarial y de la

información, al igual que las vista de ingeniería y tecnológica obtenidas desde la vista empresarial (transformación a partir del modelo de referencia).

5.5. Definición de características a evaluar.

El proceso de evaluación del modelo arquitectónico puede ser tan complejo como sea requerido. Sin embargo el objetivo de la evaluación es determinar la idoneidad del modelo para el ambiente que será utilizado. Por lo anterior el producto formal a evaluar por un grupo de expertos en HIS corresponde tanto el modelo arquitectónico como el diseño de una arquitectura para el proceso de referencia de pacientes.

Tabla 13. Resumen de Requisitos del sistema

Grupo de requisitos	Requisito	Descripción
Compartir documentos clínicos	N-001	Proceso de referencia y contrareferencia
	N-002	Acceso a otros documentos clínicos anexos
	I-001	Historia clínica compartida
	N-004	Facilitar modalidad de telemedicina
	I-002	Compartir exámenes médicos
Compartir documentos administrativos	I-004	Reporte entidades de control
	I-003	Transferencia de registros administrativos
Seguridad	N-003	Firma digital
	NF-002	Confidencialidad de la información
	NF-003	Confiable del registro y consulta de información
Arquitectura Interoperable	R-001	Transmisión de información con estándar HL7
	I-005	Interconexión con Equipos Biomédicos
	R-002	Arquitectura basada en SOA
	NF-001	Interoperabilidad

La evaluación permite que expertos a través de una encuesta guiada determinen el cumplimiento de requisitos funcionales y no funcionales descritos en el capítulo 3 y Anexo D. Los atributos a evaluar en primera instancia están resumidos en la tabla 13, facilitando la elaboración del instrumento de evaluación. Sin embargo, para el atributo de interoperabilidad en concepto emitido por la ISO 9126 (ISO, 1998) lo define como la capacidad de un producto o software para interactuar con uno o más sistemas especificados y a su vez establece tres métricas que permiten validar si los datos son basados en formatos, la frecuencia con que es transmitida

la información con éxito y si las interfaces están desarrolladas bajo estándares, pero evaluar interoperabilidad como lo establece la ISO 9126 no permite evaluar arquitecturas interoperables. Por tanto, en (Lopez & Blobel, 2009) los autores definen los requisitos de interoperabilidad que debe tener una arquitectura, como son: i) abierta, escalable, flexible ii) distribución a nivel de internet, iii) cumplimiento de estándares, iv) orientada a procesos de negocio, v) basada en normativas, y vi) seguridad y servicios apropiados de privacidad.

En general la evaluación del modelo permite definir los niveles de seguridad, la capacidad de compartir documentos clínicos y administrativos, al igual que la interoperabilidad que involucra escalabilidad, flexibilidad y demás características ya nombradas. La tabla 14 describe la forma en que es evaluada cada característica.

Tabla 14. Atributos a evaluar del modelo arquitectónico

Conceptos a evaluar del modelo arquitectónico (Producto a evaluar)	Conjunto de requisitos			
	Compartir documentos clínicos	Compartir documentos administrativos	Seguridad	Arquitectura Interoperable
Necesidades y actores	Necesidades para la gestión de información clínica y administrativas completas.		Necesidades de aseguramiento completas	Identificado todos los conceptos y estándares arquitectónicos
Información pertinente	Ha sido representada adecuadamente la información asistencial y administrativa		Información suficiente para asegurar la gestión de la infraestructura	Estándares, terminologías, clasificaciones y codificación para interoperabilidad
Tecnología implementada	Tecnología adecuada para la gestión de información		Tecnología para garantizar seguridad de la información	Tecnología para implementar la arquitectura de interoperabilidad
Componentes de la arquitectura	Componentes computacionales para la gestión de información		Componentes para la seguridad de la información	Componentes de interoperabilidad para la arquitectura
Interoperabilidad	Conceptos y normas para el intercambio de información		Seguridad en el intercambio de información	Atributos y características para lograr una arquitectura interoperable

Algunas de las características a evaluar corresponden a atributos de calidad definidos en (ISO, 1998) otros no tienen una ISO de correspondencia. Para el caso de un modelo abierto no hay una relación directa, corresponde a un modelo distribuido y es medido por el grado en que nuevos servicios o recursos son añadidos sin afectar el funcionamiento o armonía de los componentes. De igual forma la flexibilidad no está contemplada en la ISO, (Bailey & Pearson, 1983) han definido una métrica que permite establecer que tan flexible es una solución con base en una escala de evaluación y unos sinónimos relacionados. Para el caso de la escalabilidad existen distintos niveles como son la escalabilidad en carga, administrativa y geográfica, al ser un sistema abierto abarca los dos primeros niveles de escalabilidad.

5.6. Definición del sistema de calificación de características.

Para la evaluación fue necesario identificar los temas más relevantes del modelo arquitectónico, identificados en la caracterización. Sin embargo para realizar una adecuada medición de las características fue utilizada la escala de Likert (Keezer, 1992), altamente utilizado en sistemas de encuestas al igual que en las métricas definidas en la ISO 9126.

El sistema de calificación fue definido de uno (1) a cinco (5), siendo el uno el menor valor en la escala y cinco el mayor, cada número dentro de la escala definida tiene una respectiva descripción, como es presentada en la Tabla 15

Escala de calificación				
1, Totalmente en desacuerdo.	2, en Desacuerdo	3, Ni de acuerdo ni desacuerdo.	4, De acuerdo.	5, Totalmente de acuerdo
0%-19%	20%-39%	40% -59%	60%-79%	80%-100%
Esquema de calificación para evaluación del en el modelo siendo 1 el puntaje más bajo y 5 el mejor				

Tabla 15. Escala de calificación basada en métricas de la ISO 9126 y la escala de Likert

La escala presentada en la tabla 15 aplica para todas las preguntas, que finalmente son consolidadas para presentar el resultado de la evaluación, sin embargo para la presentación de los resultados de la evaluación fue agrupado los últimos niveles para presentar un solo porcentaje de satisfacción.

5.7. Proceso de evaluación.

Posterior a la construcción del instrumento de evaluación y a la definición del producto de evaluación, continúa la selección de los evaluadores expertos en sistemas de información en salud con conocimientos en arquitectura.

Para tal fin se solicitó a Ingenieros de Sistemas que brindan desarrollo, soporte y administración de sistemas de información para el sector salud responder el instrumento construido, con base en una presentación previa del modelo arquitectónico.

Cada experto recibió una presentación que explicaba en detalle el modelo arquitectónico, objetivos del proyecto y el instrumento de evaluación. Posteriormente cada evaluador respondió el instrumento, los resultados fueron consolidados y agrupados en cinco secciones que representan la idoneidad del modelo. A continuación son descritos los resultados de la evaluación.

5.8. Resultados de evaluación.

La evaluación consta de cinco secciones que agrupan las características a evaluar definidas en la sección 5.5. Cada sección organiza una serie de preguntas relacionadas entre sí y el acumulado de la sección corresponde al porcentaje de cumplimiento.

Las secciones evaluadas son (i) necesidades y actores identificados, (ii) información pertinente, (iii) componentes del sistema, (iv) tecnología de implementación e (v) interoperabilidad. Finalmente se ha logrado reunir nueve encuestas a expertos de distintas partes del país y del mundo que aceptaron la colaboración en la evaluación formal del modelo. A continuación está descrito el

resultado de cada sección y el respectivo análisis. Más información sobre el proceso de evaluación puede encontrarse en el Anexo F.

5.8.1. Necesidades y actores identificados.

Esta sección presenta la evaluación del modelo arquitectónico frente a la identificación de actores, requisitos, necesidades y procesos del negocio relacionados con la interoperabilidad entre HIS, al igual que la normatividad relacionada con HIS en Colombia.

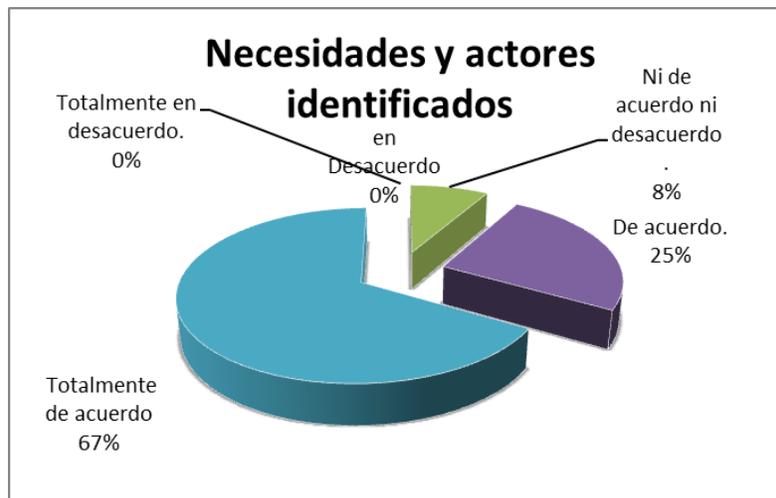


Figura 30. Resultados de la evaluación relacionada con necesidades y actores identificados

Es evidente que en mayor porcentaje los expertos están de acuerdo en que la identificación de las necesidades, determinando que el modelo empresarial (vista empresarial y caracterización) es un reflejo de la realidad del entorno de salud para el proceso de interoperabilidad. No hay expertos que estén en desacuerdo y en forma general el 92% tienen un grado de satisfacción adecuada sobre el modelo presentado en materia de identificación de necesidades, actores, servicios y soportes, ver figura 30.

5.8.2. Información pertinente

La razón principal por la cual debe contarse con una arquitectura de interoperabilidad es por el proceso de compartir información y la gestión de la

misma. Por tanto es de vital importancia identificar la información requerida o necesaria compartir entre las IPS.

Existe una vista de la información que define qué información es requerida en los distintos ámbitos del sector salud (asistencial, administrativa, de infraestructura y de interoperabilidad). En este sentido, las preguntas fueron enfocadas en cada ámbito y los evaluadores determinaron si están en total acuerdo con los componentes de información identificados.



Figura 31. Información pertinente para procesos de intercambio de información.

Finalmente la interpretación de la figura 31 indica que 94% de los expertos evaluadores han manifestado estar de acuerdo con los componentes de información descritos en la vista de la información.

5.8.3. Componentes del sistema

Esta sección de la evaluación corresponde a los componentes descritos en el modelo arquitectónico, es revisado el conjunto de componentes para soportar el problema de interoperabilidad entre las IPS. Las preguntas fueron enfocadas en definir la capacidad de construir soluciones interoperables para el sector salud a partir de la distribución de componentes (vista de ingeniería).

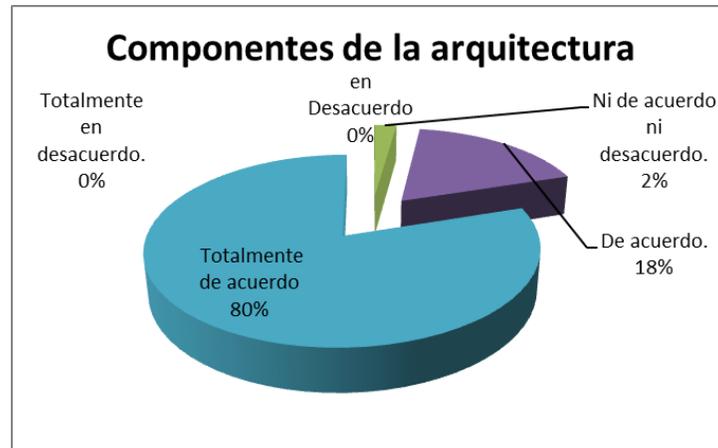


Figura 32, componentes de la arquitectura

A nivel de componentes existe una mayor satisfacción que en las otras secciones, la figura 32 define en general que el 98% de los expertos están de acuerdo con los componentes, determinando que es posible ofrecer diversas soluciones para las necesidades planteadas que cumplan los requisitos definidos en la caracterización.

5.8.4. Tecnología de implementación

Para demostrar la capacidad de diseñar una arquitectura fue definido el escenario de referencia de pacientes, con dos opciones de implementación una nacional y otra interinstitucional. Para los dos casos existen tecnologías distintas, pero tenidas en cuenta en el modelo computacional. Sin embargo, la flexibilidad del modelo permite definir a partir de unos componentes la arquitectura para un caso particular.

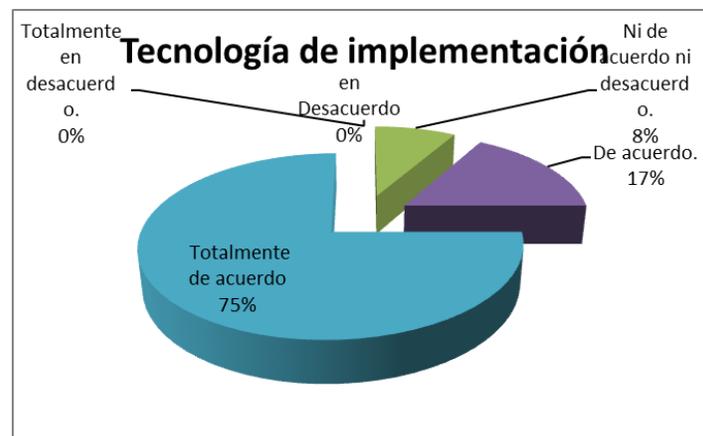


Figura 33. Tecnología de implementación

La tecnología definida para las dos soluciones garantiza la gestión de información y la interoperabilidad entre HIS. Según la figura 32 el 92% determinó que están de acuerdo con la tecnología utilizada en las arquitecturas presentadas, brindando una aproximación a los que podrían llegar a ser una implementación con tecnologías adecuadas y recomendada por expertos en HIS.

Es de aclarar no es la única forma de implementar una solución de interoperabilidad, ya que existen otras tecnologías para la interoperabilidad. Sin embargo, cualquier arquitectura que tenga como referencia el modelo arquitectónico podrá implementar los componentes con la tecnología deseada.

5.8.5. Interoperabilidad

La interoperabilidad como ya ha sido descrita debe medirse con tres atributos que son (i) escalabilidad, (ii) sistema abierto, (iii) flexible; igualmente el uso de estándares y de SOA como concepto arquitectónico.

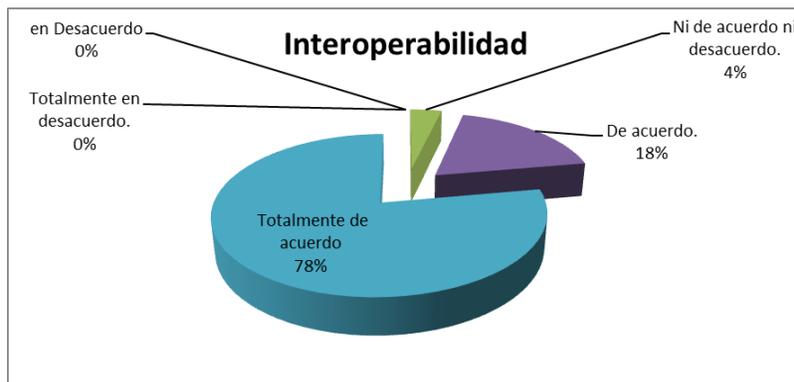


Figura 34. Interoperabilidad garantizada en el modelo arquitectónico

El 96% de los expertos opinan que el modelo propuesto permite diseñar arquitecturas interoperables, y que es lo suficientemente flexible para construir arquitecturas para distintos escenarios y escalable como lo presentado en el escenario trabajado, ver figura 34.

5.8.6. Conclusiones de la evaluación.

La evaluación permitió determinar la validez de modelo arquitectónico propuesto para el sector salud y su capacidad de adaptación para soluciones de

interoperabilidad. Lo anterior fue logrado gracias a la evaluación cualitativa por parte de expertos del sector, en donde a partir de los resultados generados pudo evidenciarse el nivel validez del modelo en un 94%, seguido por la tecnología a utilizar y las necesidades del sector con un valor del 92%.

Aun así el nivel de validación acumulado y el nivel más bajo de la evaluación está dentro de los niveles adecuados siguiendo la escala de medición presentada en la sección 5.6. En conclusión, el modelo cumple con las expectativas del sector en materia de interoperabilidad, sin embargo es posible mejorar los niveles a través de la identificación de nuevas necesidades del sector y nuevas tecnologías para afrontar el problema de la interoperabilidad entre IPS. Por otro lado como ha sido validado el modelo arquitectónico es posible asegurar que las soluciones que en un futuro sean desarrolladas cumplirán con los requisitos necesarios para afrontar la interoperabilidad, esta afirmación la soporta la validación hecha en el Anexo D.

Capítulo 6

Conclusiones y trabajos futuros.

6.1. Conclusiones.

Ha sido un trabajo importante para el sistema de salud colombiano, novedoso al no encontrarse literatura o referencias similares en el ámbito de los Sistemas de Información en salud y la interoperabilidad. Finalmente fue diseñado un modelo arquitectónico de interoperabilidad entre IPS de Colombia, a través de un proceso sistemático y formal que en gran parte fue definido bajo la metodología HIS-DF, garantizando el desarrollo de un modelo arquitectónico y la transformación a un diseño de una arquitectura específica para el dominio requerido.

El inicio de todo el proyecto investigativo arranca por la construcción de la caracterización, como representación del entorno de los sistemas de información en salud, que involucra necesidades de interoperabilidad internas y externas, gestión de información, seguridad en el intercambio de información, soporte tecnológico, de conceptos y normativos. Para lograr una caracterización sólida que agrupe la gran mayoría de las necesidades del sector en materia de interoperabilidad fue realizada una encuesta a distintas IPS. Los resultados fueron consolidados, analizados y finalmente plasmados en la caracterización. También aportó este proceso en la identificación de los requisitos funcionales y no funcionales que para la fase de evaluación fue un insumo importante para demostrar la validez del modelo propuesto.

Gracias a la caracterización y a los requisitos identificados fue posible la construcción del modelo arquitectónico de interoperabilidad finalmente representado de manera formal con RM-ODP. Sin embargo, es importante el aporte que brinda la metodología HIS-DF al determinar que para representar un

modelo arquitectónico, basta con representar las tres primeras vistas (empresarial, información, computacional) de las cinco que corresponden a RM-ODP, lo que denominan modelo independiente de la plataforma o la tecnología y para completar la especificación de la arquitectura son definidas las dos últimas vistas (ingeniería y tecnología) transformando desde el modelo independiente de la plataforma. El modelo arquitectónico define los componentes e información suficientes para diseñar soluciones puntuales para el sector salud en materia de interoperabilidad. Esto fue demostrado al diseñar dos soluciones arquitectónicas para un mismo dominio pero con distintos niveles de escalabilidad. También con la caracterización fue identificado los procesos de negocio más importantes en el contexto del interoperabilidad entre IPS, procesos relacionados con préstamo de historia clínica, intercambio de imágenes diagnósticas, referencia y contrareferencia, autorización de servicios, reporte a entidades de control, entre otros. De los procesos identificados fue implementado el proceso de referencia de pacientes a través de una arquitectura que soporta interoperabilidad entre las IPS relacionadas.

Otro aporte importante fue la evaluación del modelo arquitectónico realizado bajo la metodología DESMET, que garantizó un proceso formal bajo unos principios claves que determinan el método y técnica a utilizar de acuerdo al producto a evaluar y unos criterios relacionados. Respecto al proceso de evaluación fue realizado con encuestas cuantitativas a expertos en Sistemas de información en salud con experiencia en arquitectura software. El resultado fue satisfactorio ya que permitió demostrar la validez del modelo arquitectónico como referencia para el desarrollo de soluciones en el sector salud.

El modelo arquitectónico propuesto permite los diseños arquitectónicos puntuales a las necesidades del sector salud, que es flexible, escalable y basado en estándares garantizando altos niveles de interoperabilidad, lo anterior soportado por el resultado del proceso de evaluación. Aun así existen otros factores que actualmente van en contra de una implementación real de una arquitectura para Colombia, aun sabiendo que la tecnología para la interoperabilidad de HIS existe, con características funcionales adecuadas, que facilitan la interoperabilidad de sistemas de información. Sin embargo, el reto aun contando con modelos de interoperabilidad entre IPS de Colombia basado en el concepto SOA, es afrontar la adopción de estándares para el intercambio de registros clínicos electrónicos. Con la adopción de estándares a nivel nacional, es fomentado el desarrollo de interfaces y de sistemas para la interoperabilidad, tanto al interior de las IPS como

en las empresas proveedoras de sistemas relacionados con el sector. De esta forma es asegurada la implementación de una infraestructura de interoperabilidad que satisfaga los requerimientos presentados.

De igual forma es responsabilidad del estado la adopción de estándares de interoperabilidad y la asignación de recursos para la implementación, mantenimiento y difusión de toda una estrategia de interoperabilidad nacional para garantizar el funcionamiento adecuado de toda la infraestructura de interoperabilidad para el sector salud.

6.2. Trabajos futuros

De acuerdo con todo el estudio realizado y para garantizar mayor coherencia de toda una infraestructura de información para el sector salud presentamos a continuación los trabajos futuros:

- Formular una propuesta nacional para la adopción de estándares de interoperabilidad tanto para las IPS como para las entidades del estado.
- Elaborar los lineamientos que deben cumplir los Sistemas de Información en Salud para garantizar la interoperabilidad a través de los estándares y mecanismos dispuestos a nivel nacional.
- Establecer una arquitectura de gestión de información en salud adaptada al modelo presentado, pero enfocada a la inspección, vigilancia y control de eventos de interés en salud, con base en la información conciliada desde todos los HIS.
- Definir un modelo formal de evaluación de sistemas de información en salud con base en todo el trabajo propuesto.
- Fortalecer la infraestructura de comunicación nacional, con el ánimo de garantizar mayor calidad en el acceso a la información y a la transmisión de la misma.
- Construir guías de implementación de mensajes HL7 y CDA específicamente para la información a transmitir dentro del modelo de atención médica en Colombia.
- Definir el proceso de unificación de códigos y clasificaciones utilizados en Colombia para medicamentos, servicios y enfermedades, a las terminologías internacionales más utilizadas (LOINC, SNOMED).

- Mejorar el proceso de identificación de requisitos no funcionales y medición de calidad del modelo arquitectónico propuesto bajo el modelo de calidad ISO 25000.
- Implementar el resto de procesos de negocio identificados bajo el mismo modelo arquitectónico propuesto, utilizando estándares adoptados a nivel nacional.
- Ofrecer una comparativa tecnológica para la implementación de arquitecturas desarrolladas bajo el modelo arquitectónico propuesto.
- Realizar pruebas de rendimiento y funcionalidad del prototipo desarrollado para el proceso de referencia de pacientes.
- Realizar un estudio de inversión para la implementación de una arquitectura nacional de interoperabilidad nacional.
- Socializar con entidades nacionales el modelo propuesto de tal forma que permita avanzar en la definición de un sistema único de información en salud basado en la interoperabilidad de las IPS.

7. Referencias bibliográficas

- Abar, F. (2006). National Health Information Infrastructure(NHII). *EVIVO Engineering*. Retrieved February 1, 2011, from <http://evivoe.com/nhii.pdf>
- Alazraqui, M. (2006). Sistemas de Información en Salud : de sistemas cerrados a la ciudadanía social . Un desafío en la reducción de desigualdades en la gestión local Health Information Systems : from closed systems to social citizenship . A challenge for the reduction of ineq. *Health (San Francisco)*, 22(12), 2693–2702.
- Alcatel-lucent, H. V. D. V., & Wiles, A. (2008). Achieving Technical Interoperability - the ETSI Approach. *European Telecommunications*, (3).
- Ang, J., & Luo, M. (2004). Front cover Patterns : Service- Oriented Architecture and Web Services ces. *Contract*. Retrieved from <http://www.redbooks.ibm.com/redbooks/pdfs/sg246303.pdf>
- ApacheServerMix. (2004). ApacheServerMix. *Web site, Apache Software Foundation project ApacheServermix*. Retrieved April 2, 2011, from <http://servicemix.apache.org>
- Association, N. E. M. (1999). Estandar Dicom. *NEMA, Setthing Standards for Excellence*. Retrieved March 5, 2011, from <http://medical.nema.org>
- August, I., & Icw, I. A. G. (2003). Reference Case : BIT4health. *ICW technologies für Gesundheit*. Retrieved from <http://www.icw-global.com/>
- Australia, G. (2008). Estandares Nacionales. *Australian Government Departament of Health and Ageing*. Retrieved April 1, 2011, from <http://www.health.gov.au/internet/hconnect/publishing.nsf/Content/national-standards-1lp>
- Bailey, J. E., & Pearson, S. W. (1983). Development of a Tool for Measuring and Analyzing Computer User Satisfaction. *Management Science*, 29(5), 530–545. doi:10.1287/mnsc.29.5.530
- Barr, V. (2001). A Quagmire of Terminology : Verification & Validation ,Testing and Evaluation *. *Association for the Advancement of Artificial Intelligence*, (Nbs 1981), 625–629.
- Beach, W. (2007). When legacy meets soa : achieving business agility by integrating new technology with existing software asset pasquale locola

commonwealth of ma. *2007 1st Annual IEEE Systems Conference Waikiki Beach, Honolulu, Hawaii*, 1–8.

Bengtsson, P., Lassing, N., Bosch, J., & Vliet, H. van. (2004). Architecture-level modifiability analysis (ALMA). *Journal of Systems and Software*, null(null). doi:10.1016/S0164-1212(03)00080-3 begin_of_the_skype_highlighting GRATIS (03)00080-3 end_of_the_skype_highlighting

Blobel, B., & Oemig, F. (2009). What Is Needed to Finally Achieve Semantic Interoperability? *Inform*, 411–414.

Bortis, G., & Ave, V. K. (2008). Experiences with Mirth : An Open Source Health Care Integration Engine. *e International Conference on Software Engineering (ICSE)*, 649–652.

Bostech provides enterprise. (2004). ChainBuilder. *Bostech process excellence on demand*. Retrieved April 2, 2011, from <http://www.chainforge.net>

Canada Government. (2001). Canada Health infoway. *Canada Health infoway*. Retrieved March 15, 2011, from <https://www.infoway-inforoute.ca/lang-en/>

Canada Government. (2004). International Standard from Infoway. *Canada Health infoway*. Canada Health infoway. Retrieved from https://www.infoway-inforoute.ca/flash/lang-en/scguide/docs/StandardsCatalogue_en.pdf

Castillo, N. R. (2004). Aspectos médico legales Documentos médicos. *Revista Colombiana Gastroenterología*, 19(2).

Chappell, D. (2004). No TiReuse in Service-Oriented Architectures: This Time It's Differenttle. Retrieved from http://www.davidchappell.com/HTML_email/Opinari_No11_10_04.html

Clínica, D. (2011). Sistemas de Información en Salud. Retrieved May 24, 2011, from <http://www.dataclinica.net/wp/archives/105>

Congreso de la república, C. (1993). Ley 100 de 1993. *Ley 100 de 1993*. Ley 100 de 1993. Retrieved February 12, 2011, from http://www.secretariasenado.gov.co/senado/basedoc/ley/1993/ley_0100_1993_pr001.html

DGIS, M. (2007). Sistema Nacional de Expedientes Clínicos Electrónicos. *Dirección General de información en salud -mexico*. Retrieved March 1, 2011, from <http://www.dgis.salud.gob.mx/snece/interoperabilidad.html>

Delgado, A., Castro, A., & Germán, M. (2007). Evaluación de Arquitecturas de Software con ATAM (Architecture Tradeoff Analysis Method): un caso de

- estudio. *bvs.hn*. Retrieved from <http://www.bvs.hn/cu-2007/ponencias/CAL/CAL027.pdf>
- Dobrica, L., & Niemela, E. (2002). A survey on software architecture analysis methods. *IEEE Transactions on Software Engineering*, 28(7), 638–653. doi:10.1109/TSE.2002.1019479
- Dublincore. (2011). Metadata Basic and level of interoperability. Retrieved May 4, 2010, from <http://dublincore.org/metadata-basics/>
- Engineering, S., & Committee, S. (1998). *IEEE Recommended Practice for Software Requirements Specifications. Practice* (Vol. 1998).
- Estados Unidos, G. (2004). National Health Information Infrastructure. *Assistant Secretary for Planning and Evaluation*. Retrieved February 25, 2011, from <http://aspe.hhs.gov/sp/nhii/>
- Franks, G., Hubbard, A., Majumdar, S., Neilson, J., Petriu, D., Rolia, J., & Woodside, M. (1995). A toolset for performance engineering and software design of client-server systems. *Performance Evaluation*, 24(1-2), 117–136. doi:10.1016/0166-5316(95)96869-T
- Gobierno en línea. (2009). Lenguaje para el intercambio de información. Retrieved March 9, 2012, from http://programa.gobiernoenlinea.gov.co/apc-aa-files/5854534aee4eee4102f0bd5ca294791f/GEL_MV_RG_002_Notas_Arquitectura_Datos_V5.2.pdf
- González, C., Blobel, B., & López, D. M. (2010). Ontology-based interoperability service for HL7 interfaces implementation. *Studies in health technology and informatics*, 155, 108–14. Retrieved from <http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/20543317>
- Government Australia. (2004). HealthConnect, NEHTA. *Australian Government Department of Health and Ageing*. Retrieved March 11, 2011, from <http://www.health.gov.au>
- HSSP. (2005). Healthcare Services Specification Project (HSSP). Retrieved August 7, 2010, from <http://hssp.wikispaces.com/standards>
- HSSP, HL7, & OMG. (2010). The Practical Guide for SOA in Health Care. *HSSP*. Retrieved from <http://hssp.wikispaces.com/PracticalGuide>
- Hadzic, M. (2008). *Creating interoperability within healthcare industry. 2008 6th IEEE International Conference on Industrial Informatics* (pp. 1341–1346). 6th IEEE International Conference on Industrial Informatics. doi:10.1109/INDIN.2008.4618312

- ISO. (1998). FCD 9126-1.2 Information Technology - Software product quality, 1(514). Retrieved from <http://www.issco.unige.ch/en/research/projects/ewg96/node14.html#SECTION00311000000000000000>
- Islam, S. M. S., & Rokonuzzaman, M. (2009). Adaptation of ATAMSM to software architectural design practices for organically growing small software companies. *2009 12th International Conference on Computers and Information Technology* (pp. 488–493). IEEE. doi:10.1109/ICCIT.2009.5407288
- JADE. (2000). JADE. *Web Site ,Java Agent Development Framework*. Retrieved from <http://jade.tilab.com/>
- JainSlee. (2003). JainSlee. *Web site, University of otago in association with opencloud, harmonic*. Retrieved April 12, 2011, from <http://jainslee.org/>
- Jayaratra, P., & Sartipi, K. (2009). Tool-assisted healthcare knowledge to HL7 message translation. *2009 ICME International Conference on Complex Medical Engineering*, 1–7. doi:10.1109/ICCME.2009.4906662
- Keezer, D. C. (1992). Design and evaluation of wafer scale clock distribution. *Wafer Scale Integration, 1992. Proceedings., [4th] International Conference on*.
- Kitchenham, B. (1996). DESMET : A method for evaluating Software Engineering methods and tools. *Computing & Control Engineering Journal*, 8(3), 120 – 126.
- Koufi, V., Malamateniou, F., & Vassilacopoulos, G. (2009a). Building interoperable health information systems ... [Stud Health Technol Inform. 2009] - PubMed result. *Studies in health technology and informatics*, 150, 180–4. Retrieved from <http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/19745293>
- Koufi, V., Malamateniou, F., & Vassilacopoulos, G. (2009b). *A mediation framework for achieving interoperability in pervasive grid-based homecare systems. Proceedings of the 2nd International Conference on PErvasive Technologies Related to Assistive Environments - PETRA '09* (pp. 1–7). New York, New York, USA: ACM Press. doi:10.1145/1579114.1579142
- Liñeiro, A. B. (2008). Estandarización e interoperabilidad sanitaria desde las TIC y el impacto en el modelo colombiano. *Sintel*, 1–6.
- Lopez, D. M., & Blobel, B. G. M. E. (2009). A development framework for semantically interoperable health information systems. *International journal of medical informatics*, 78(2), 83–103. doi:10.1016/j.ijmedinf.2008.05.009

- Losavio, F., Chirinos, L. (2007). Feature Analysis For Quality-Based Arquitectural Desing Metod. *CONICIT, INCO SQUAD*.
- López, D. (2007). Un Sistema de Vigilancia en Salud Pública para alertas tempranas. *Universidad Icesi, Sistemas y Telemática*, 5 No. 10, 57–72.
- López, D. (2009). *Interoperable architectures for advanced health information system*. (Shaker Verlag, Ed.) (p. 158). Shaker Verlag GmbH, Germany (March 16, 2010).
- López, D. (2010). Architectural Approaches for HL7-based Health Information Systems Implementation. *eHealth Competence Center, Regensburg University Hospital*, 1–9. doi:10.3414/ME09-02-0012
- Mahncke, R. J., Williams, P. A., & Williams, P. A. H. (2006). Secure transmission of shared electronic health records : A review. *Security Management*.
- Manso, M. A., Wachowicz, M., Bernabé, M. A., & Rodriguez, A. S. A. F. (2008). Modelo de Interoperabilidad Basado en Metadatos (MIBM). *Consejo superior de geografos*.
- Microsoft, C. (2006). La Arquitectura Orientada a Servicios (SOA) de Microsoft aplicada al mundo real. *Microsoft*. Retrieved from [http:](http://)
- Microsoft, C. (2008). HL7 v2 Developer Guide. *Web microsoft Corporation*. Retrieved June 10, 2011, from <http://msdn.microsoft.com/en-us/library/bb981217.aspx>
- Ministerio de Protección Social. (2007). Sistema integral de información para la protección social. Retrieved from <http://www.sispro.gov.co/>
- Mirth Corporation. (2004). Mirth Connect. *web Mirth Corporation*. Retrieved April 10, 2011, from <http://www.mirthcorp.com>
- Moreno, A. V. (1999). RM-ODP : El Modelo de Referencia de ISO para el Procesamiento Abierto y Distribuido. *ETSI Informática. Universidad de Málaga*.
- Oasis. (2007). Web Services Business Process Execution Language Version 2.0. *web page Oasis*. Retrieved June 1, 2011, from <http://www.oasis-open.org/committees/download.php/23964/wsbpel-v2.0-primer.htm>
- Oemig, F., & Blobel, B. (2009). An Ontology Architecture for HL7 V3 : Pitfalls and Outcomes. *Springer Berlin Heidelberg*, 408–410.

- OpenESB. (2005). The Open Enterprise Service Bus. *web site, java technology Collaboration, project The Open Enterprise Service Bus*. Retrieved April 2, 2011, from <http://wiki.open-esb.java.net/>
- Organización HL7. (2000). Estandares HL7. *Web site, HI7 Foundation*. Retrieved March 5, 2011, from www.hl7.org
- Pan American Health Organization. (2009). Red Integrada de Servicios de Salud. *Web site, Pan American Health Organization*. Retrieved April 1, 2011, from http://new.paho.org/col/index.php?option=com_content&task=blogcategory&id=762&Itemid=537
- Pan American Health Organization. (2010a). HSS- "Integrated Health Service." *Web site, Pan American Health Organization*. Retrieved March 5, 2011, from new.paho.org/hss/
- Pan American Health Organization. (2010b). Bibliografía Anotada-Infraestructura Salud Publica. *Web site, Pan American Health Organization*. Retrieved from http://new.paho.org/hss/index2.php?option=com_docman&task=doc_view&gid=10258&Itemid=99999999&ei=8NxzTdrFFYW2tgebyeX2Dg&usg=AFQjCNHxDzuSty-USIDOAR58Pi07_W8gVw
- Portilla, F., Tamura, G., & Villegas, N. (2009). Aspectos metodológicos del proceso de adopción del estándar HL7v3 en Colombia: la experiencia del Comité Técnico de Casos de Uso de Laboratorio Clínico.
- Presidencia de la república, C. (1999a). Decreto 1725 de 1999. *Sitio Presidencia de la república de Colombia*. Retrieved April 1, 2011, from http://www.presidencia.gov.co/prensa_new/decretoslinea/1999/septiembre/03/dec1725031999.pdf
- Presidencia de la república, C. (1999b). Resolución 1995 de 1999. *Sitio Web de la Fundación Santa Fe de Bogotá*. Retrieved April 1, 2011, from http://www.fsb.org.co/sites/default/files/ResoluciOn_1995_de_1999-hc.pdf
- Presidencia de la república, C. (2010). Plan vive digital. *Sitio web de proyecto Vive Digital*. Retrieved February 10, 2011, from <http://vivedigital.gov.co/>
- Proteccion Social, M. (2001). Resolución numero 1895 de 2001. Retrieved February 1, 2012, from [http://www.saludcapital.gov.co/Publicaciones/Información de prestación de servicios \(RIPS\)/Normatividad/Resoluciones/RESOLUCION 1895 DE 2001.pdf](http://www.saludcapital.gov.co/Publicaciones/Información_de_prestación_de_servicios_(RIPS)/Normatividad/Resoluciones/RESOLUCION_1895_DE_2001.pdf)

- Proteccion Social, M. (2006). Resolución numero 1043 de 2006. Retrieved May 12, 2011, from <http://www.minproteccionsocial.gov.co/Normatividad/Forms/Temtica.aspx>
- Reino unido, S. N. de salud. (2004). NHS Connecting for Health. *NHS Connecting for Health (NHS CFH), of the Department of Health Informatics Directorate*. Retrieved March 1, 2011, from <http://www.connectingforhealth.nhs.uk/>
- Reussner, R. H., Schmidt, H. W., & Poernomo, I. H. (2003). Reliability prediction for component-based software architectures. *Journal of Systems and Software*, 66(3), 241–252. doi:10.1016/S0164-1212(02)00080-8
- Roy, B., & Graham, T. (2008). Methods for evaluating software architecture: A survey. *School of Computing TR*. Retrieved from <http://techreports.cs.queensu.ca/files/2008-545.pdf>
- Salud, M. de. (2000). Resolución numero 2333 de 2000. Retrieved February 1, 2012, from <http://190.253.108.242/Resoluciones/Resoluci%2333%2000.pdf>
- Salud, M. de. (2007). Resolución numero 0255 de 2007. Retrieved February 1, 2012, from <http://www.minproteccionsocial.gov.co/Normatividad/RESOLUCI%00C3%03N%200255%20DE%202007.pdf>
- Sriram, R. D., & Lide, B. (2009). The role of standards in healthcare automation. *Automation Science and Engineering, 2009. CASE 2009. IEEE International Conference on*.
- Stanford, U. (n.d.). protege project. Retrieved September 12, 2010, from <http://protege.stanford.edu>
- The openEHR Foundation. (1989). OpenEHR specifications. *Web site, openEHR Foundation*. Retrieved from <http://www.openehr.org/home.html>
- Van Den Bossche, B., Van Hoecke, S., Danneels, C., Decruyenaere, J., Dhoedt, B., & De Turck, F. (2008). Design of a JAIN SLEE/ESB-based platform for routing medical data in the ICU. *Computer methods and programs in biomedicine*, 91(3), 265–77. doi:10.1016/j.cmpb.2008.05.003
- WADE. (2008). wade. *Web site, Workflow and Agents Development Environment*. Retrieved from <http://jade.tilab.com/wade/>
- Wollongong, U., New South Wales, U., & South Australia, U. (2007). Electronic Point of Care. Retrieved February 1, 2011, from www.itacs.uow.edu.au/cear/ehealth/ePOC/

Yao, X., & Dan-rognlie, M. B. (2007). *Distributed Transaction Management in SOA-based System Integration*. IT Universiyi of copenhagen.

Yhteysenkil, S., & Tuomainen, M. (2006). HL7 Development Framework - taustaselvitys. *Framework*, 1–36.

Yu-Chuan;Li. (2005). National Health Information Infraestructure and international Standards. *Graduate Institute of Medical Informatics, Taipei Medical University*.

Anexo A

Proceso de desarrollo basado en la arquitectura propuesta.

A.1. Introducción.

El desarrollo de un sistema, basado en el modelo arquitectónico propuesto, implica invertir recursos técnicos, tecnológicos y humanos entre otros, necesarios para ofrecer una infraestructura con la calidad y funcionamiento adecuado. Los recursos tanto humanos como tecnológicos estarán distribuidos entre todos los actores involucrados (IPS y entidades del estado) durante todas las fases del ciclo de desarrollo de proyectos software y de soporte al mismo.

En los capítulos de la monografía está descrito el planteamiento del problema, el estado del arte, la caracterización de las IPS y la propuesta del modelo arquitectónico de interoperabilidad. Cada sección es indispensable para la continuidad en el desarrollo del proyecto, la construcción del prototipo, la elaboración de la prueba piloto y la validación formal de la arquitectura. Con el prototipo implementado fue posible evaluar la arquitectura propuesta a través de la metodología DESMET (ver capítulo 5) y la revisión de requisitos usando un prototipo, descrito en el anexo D.

El presente capítulo presenta las actividades realizadas en la implantación de un proceso del negocio, basado en el modelo arquitectónico descrito en el capítulo 4 y limitado a un escenario que cumpla las condiciones básicas para efectuar la

prueba piloto. Cada actividad está alineada tanto a la metodología SOA como a la guía de implementación de SOA para entidades de salud del HSSP, propuesto por la OMG y HL7.

A.2. Metodología para el desarrollo e implementación de SOA.

La infraestructura propuesta está basada en el concepto SOA bajo la implementación de un ESB. La metodología para SOA propuesta en el anteproyecto permitió desarrollar un prototipo reutilizando los artefactos obtenidos a lo largo del presente trabajo (requisitos, caracterización y la arquitectura). Las fases propuestas por la metodología son:

- **Análisis Orientado a Servicios:** donde son identificados los servicios candidatos que conformaran inicialmente la arquitectura y la caracterización para lograr la interoperabilidad.
- **Diseño Orientado a Servicios:** permite establecer la definición de los servicios teniendo en cuenta los estándares, como los estándares HL7 y las normas del sector salud relacionadas.
- **Desarrollo de Servicios:** construye los servicios teniendo en cuenta las especificaciones descritas anteriormente y define la estructura del servicio de acuerdo al lenguaje de desarrollo.
- **Prueba de Servicios:** antes de establecer los servicios a un ambiente de producción es importante realizar las pruebas necesarias que garanticen el funcionamiento esperado.
- **Despliegue de Servicios:** es toda la implantación de los elementos que conformaran la solución arquitectónica, componentes, interfaces y software, adicional la configuración requerida en los HIS involucrados en el proceso de interoperabilidad.
- **Administración de servicios:** establece mecanismos de monitoreo, seguimiento e identificación de errores, para garantizar el funcionamiento continuo de la arquitectura.

A.2.1. Guía de implementación HSSP.

El proyecto HSSP ha propuesto una serie de estándares descritos en el capítulo 2. Además propone una guía práctica para la implementación de SOA en el sector salud, la cual consta de ocho pasos:

- Paso 1, identificación de la Arquitectura.

Capacidad de incorporar sistemas legados junto con nuevos sistemas de información y permitir un trabajo conjunto. Una buena práctica adoptada para la implementación de SOA sugiere el aprovechamiento de la Arquitectura Empresarial Organizacional existente. Por tal razón en este paso propone identificar la arquitectura teniendo en cuenta la infraestructura y los servicios de las instituciones y realizar la trazabilidad de los servicios mirando hacia el futuro. Define que en la granularidad de los servicios, la cual puede ser fina o gruesa, no existen el equilibrio, es adecuado buscar el equilibrio.

- Paso 2. Estado Actual del Entorno.

Propone establecer las líneas de negocio que están siendo soportadas por el entorno de TI de la organización de salud. Algunas de las posibles líneas de negocio serían: atención asistencial, farmacia, laboratorio, administración de pacientes, administración de personal, enfermería, radiología/imágenes diagnósticas. Pero antes de identificar los servicios necesarios para soportar la empresa es necesario entender bien el estado actual del entorno. Para esto, es importante desarrollar una serie de actividades tales como: (i) las funciones de negocio soportadas por la organización, (ii) inventario de sistemas existentes, (iii) identificación de negocios claves que no están siendo soportados, (iv) identificación de los objetivos de negocio y objetivos de calidad.

Una vez adquirido un entendimiento suficiente del entorno actual es preciso identificar: las redundancias no planeadas, inconsistencias de negocio y necesidades funcionales compartidas que permitan un adecuado diseño orientado a servicios.

- Paso 3. Identificación de Servicios.

Recomienda hacer una adecuada clasificación de servicios, donde agrupar los servicios comunes, como son los de infraestructura y Negocio, los Servicios

Únicos para Salud, y así asociarlos de forma adecuada a una línea de negocio (por ejemplo: farmacia, laboratorio, etc.) sin incurrir en el error de establecer una relación uno a uno entre servicios y aplicaciones, que ocasiona una redundancia de procesos así como un alto acoplamiento de los servicios que ocasiona una reducción de la flexibilidad del sistema.

- Paso 4. Definición de Estados Futuros.

Debemos establecer un entorno objetivo dentro del cual el sistema hará transiciones y alineará la infraestructura para reducir la redundancia no planeada, maximizar la reutilización y fomentar la coherencia de procesos de negocio. Ya contamos con una arquitectura diseñada como una plataforma para soportar los objetivos de negocio. Estos definen las actividades necesarias para contribuir en la adaptación de la arquitectura, la cuales son: (i) evaluar la finalidad de su entorno de negocios, (ii) Identificar áreas de funciones, datos o necesidades compartidas (iii) identificar actores de negocio; orientado o dirigido por las entidades que interactúan con la arquitectura. (iv) considerar la organización y sus políticas. Diseñar para anticipar y mitigar cambios.

- Paso 5. Especificación de Arquitectura y Servicios.

Las recomendaciones hasta aquí están dirigidas a garantizar el óptimo diseño de la arquitectura, sin embargo, es de tener en consideración los requerimientos no funcionales que desean de esta como la disponibilidad, fiabilidad, escalabilidad, entre otros que puedan ser definidos. Los siguientes lineamientos buscan alcanzar estos objetivos. (i) Establecer el enfoque arquitectónico: la implementación de SOA empleando un ESB es la más común, aunque ya está probado que es posible establecer una arquitectura SOA para salud usando otras aproximaciones como la presentada en (Kart, Miao, & Moser, 2007) (ii) capacidad de encapsulamiento: es importante identificar la capacidad de encapsulamiento y ocultación de los detalles de la implementación ya que esto ofrece un alto grado de flexibilidad. (iii) Facilidad de personalización: antes de negociar la solución (en caso de ser propietaria), estudiar el nivel de integración con los sistemas legados.

- Paso 6. Construcción de un Plan de Transición.

Considerado como el paso más importante para realizar cualquier tipo de transformación en una organización, corresponde al desarrollo e implementación de la planificación de la transición. Es importante tener en cuenta los siguientes

lineamientos, sobre todo si en algunas soluciones particulares requieren o estiman una migración hacia nuevas estructuras de datos. (i) Establecer fases incrementales basadas en propiedades, como SOA requiere de servicios comúnmente usados por otros servicios es recomendable identificar y priorizar estos procesos, (ii) establecer un enfoque de inversión, las entidades de salud han hecho grandes inversiones en sistemas de información que atienden sus procesos de negocio aunque poco eficientes trabajando en conjunto. SOA debe proveer un camino para obtener el máximo provecho de estas inversiones mediante la incorporación de estos sistemas en una nueva arquitectura empresarial, así como verse reflejadas en el *Retorno de la Inversión (Return of Investment, ROI)* hecha en estos sistemas y (iii) diseñar el plan empresarial de problemas de acceso y dependencias, es importante definir las dependencias críticas y las rutas contingentes para desplegarlas.

- Paso 7. Realización de SOA.

Un factor de éxito fundamental es la selección adecuada de la tecnología; por tal razón, presentan algunos ítems a considerar como lo son: (i) equilibrio entre tecnologías maduras y emergentes, (ii) usar ESB comerciales: es una de las características más comunes dadas las necesidades del soporte, sobre todo en las etapas de transición, (iii) establecer métricas de satisfacción: establecer especificaciones para ir midiendo el nivel de acoplamiento y satisfacción.

- Paso 8. Despliegue y Sostenimiento.

En este paso es importante habilitar sistemas de configuración y de control de versiones de las adaptaciones de SOA a los requerimientos dinámicos. Para esto, recomiendan: (i) publicar reglas de despliegue de servicios y roles para habilitar su ejecución, (ii) implementar sistemas de pruebas rigurosas para el despliegue y ejecución de procesos, (iii) mantener las responsabilidades de las líneas de negocio, (iv) establecer y mantener una firme gobernanza, (v) considerar las especificaciones previstas en el diseño, (vi) métricas de granularidad de los servicios, (vii) interfaces usables y discriminar el uso de interfaces CRUD⁴².

Los pasos anteriores permiten alinear la implementación hacia una interoperabilidad mayor entre las organizaciones de sector salud que lo requieran.

⁴² CRUD, hace referencia a las acciones de Create, Read, Update, Delete.

Con base en la guía y la metodología fue establecido un conjunto de actividades del desarrollo especificadas en la tabla 16.

Tabla 16. Relación metodología, HSSP y actividades del desarrollo

Metodología SOA	Pasos guía HSSP ⁴³	Actividad
Análisis orientado a servicio	(i)	Selección de escenario de prueba e identificación de servicios candidatos.
	(ii)	Estado actual de implementación de HIS en las IPS
Diseño Orientado a servicios	(iii)	clasificación de servicio
Desarrollo de servicios	(v)	Especificación de tecnología para la implementación del modelo arquitectónico propuesto.
	(vii)	Desarrollo de prototipo. <ul style="list-style-type: none"> • Construcción de mensajes HL7 • Acceso a datos. • Diagramas de secuencia
Despliegue de servicios	(viii)	Implantación del prototipo

Como es evidente en la tabla 16, no fueron realizadas todas las actividades pertinentes para desarrollar adecuadamente una solución en base al modelo arquitectónico propuesto. Lo anterior, teniendo en cuenta que el objetivo del presente trabajo no tiene su enfoque principal en la implementación de una solución, sino en la definición de un modelo arquitectónico para interoperabilidad entre las IPS y su validación. El prototipo es convertido en un componente más para la validación del modelo arquitectónico.

A.3. Escenario de prueba e identificación de servicios candidatos.

En la prestación de servicios de salud son desarrollados diversos escenarios que a su vez son diferenciados por los procesos de negocios y servicios relacionados.

⁴³ La descripción de la numeración respectiva a los pasos de la guía HSSP ha sido descritos al inicio de esta sección.

Puede considerarse que cada escenario es un caso de atención asistencial a pacientes en una IPS, donde intercambia la información asistencial y administrativa, necesaria para garantizar la atención adecuada del paciente.

En los capítulos 3 y 4 fueron realizados la caracterización y el modelo arquitectónico propuesto, siendo referencia para definir un escenario de prueba con las condiciones suficientes para demostrar la validez de la arquitectura.

Fue importante considerar la implementación del proceso de interconsulta que es realizado en la modalidad de telemedicina. Un médico en una IPS de segundo nivel (institución remitora) requiere la valoración de un paciente por una especialidad que no presta la institución remitora, el médico especialista en una IPS de tercer nivel (institución de referencia) recibe la solicitud; previa autorización, realiza la atención. En la Figura 35 es presentado el caso de uso correspondiente al escenario descrito.

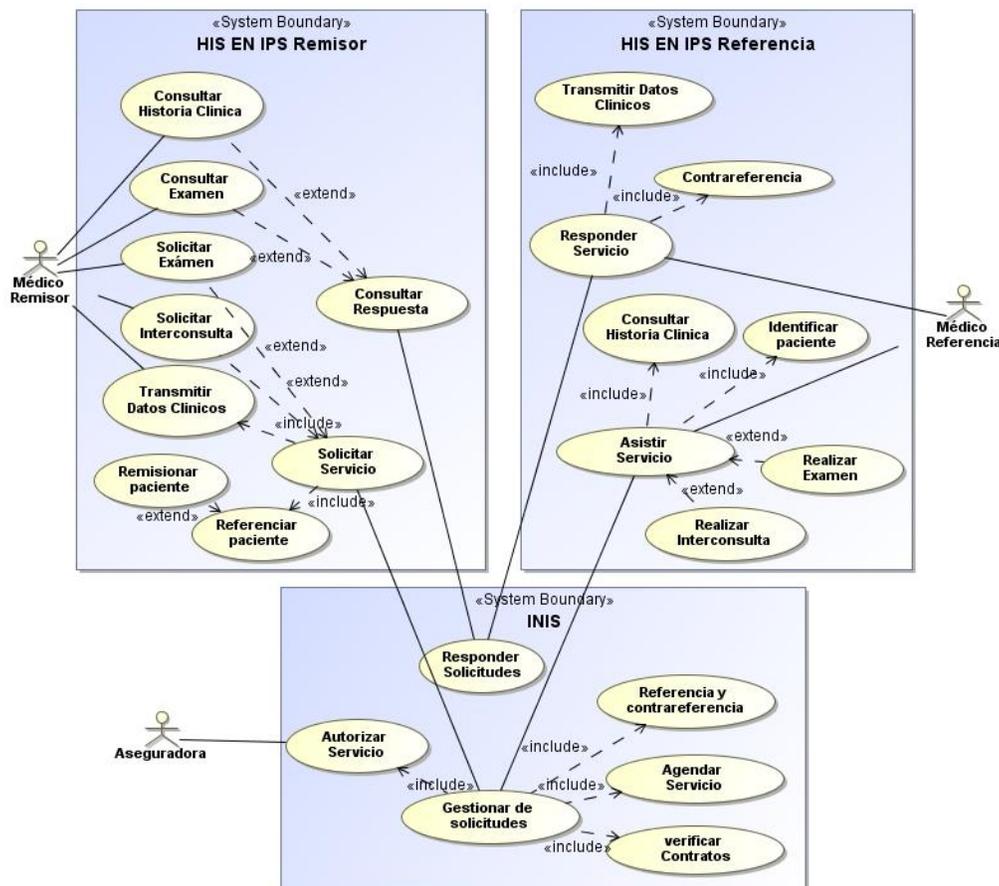


Figura 35. Caso de uso escenario de interconsulta.

La figura 35 muestra que para garantizar el adecuado diagnóstico del paciente en una atención, aun sea por la modalidad de telemedicina, en ocasiones es necesario remitirlo a otras IPS, donde le prestan los servicios requeridos en la atención. La tabla 17 presenta servicios candidatos, para soportar el escenario.

Tabla 17. Servicios candidatos

SERVICIOS	DESCRIPCIÓN
Autorización de servicio de salud	Servicio que encapsula todos los métodos relacionados con la autorización de servicios de salud, los cuales son accedidos basados en la red de prestadores de servicios autorizados a través de los contratos.
Referencia y contrareferencia de paciente	Servicio que sistematiza el procedimiento de referencia y contrareferencia de pacientes, realizados entre las IPS y las Aseguradoras, en ocasiones coordinado por el CRUE ⁴⁴ .
Datos demográficos	Servicios que permite gestionar los datos demográficos del paciente, necesarios para la identificación correcta del paciente.
Admisión	El servicio de admisión soporta los métodos necesarios para acceder a los datos registrados en el ingreso del paciente en la IPS remitora, en el servicio ambulatorio, de urgencias y hospitalización.
Exámenes	Representa los métodos necesarios para gestionar los exámenes de laboratorio, imágenes diagnósticas y patologías, registrada en cada IPS.
Registros clínicos electrónicos	Facilita las actividades de registro y consulta de información asistencial, la cual es transmitida o generada para la atención del paciente. Encapsula la gestión de datos de historia clínica, de registros y de enfermería.
Autenticación	Servicio que permite identificar al usuario que registra, transmite y consulta la información a la que logra acceder a través de la INIS.
Contratos de servicios	Para garantizar la formalidad de la prestación de servicios entre IPS es necesario establecer la contratación de servicios, de esta forma es garantizado el acceso a los servicios contratados, construyendo el diccionario de servicios de salud por IPS.
Facturación de servicios	Con base a los servicios contratados, los manuales de tarifa ⁴⁵ y los servicios prestados es posible establecer la hoja de trabajo que permite realizar la factura de los servicios.
Reporte a entidades de control	Servicio que encapsula los métodos necesarios para realizar el reporte a las entidades de control municipales, departamentales y nacionales. Los reportes son realizados obligatoriamente por las IPS a través de los formatos y sistemas implementados para tal fin.
Clasificaciones	Servicio que permite la consulta y actualización de la clasificaciones establecidas en Colombia (CUPS, CUM, CIE10), necesarias para el mapeo interinstitucional de los servicios de salud, uso de medicamentos y diagnósticos.
Enrutamiento	Servicio que facilita la transferencia de datos entre IPS, con base a los servicios contratados, de igual forma registra las transacciones para garantizar la auditoría de los servicios tanto de salud como tecnológicos.

⁴⁴ CRUE siglas que referencian a los Centros Reguladores de Urgencias y Coordinadores de Emergencias en Salud.

⁴⁵ Manual de tarifa, es un documento anexo a los contratos donde especifica el precio de los servicios prestados a cada IPS. Las tarifas son acordadas entre las aseguradoras y las IPS.

Es necesario que resultados e imágenes tomadas sean transmitidos posteriormente a la institución remitora en formato digital, mejorando el proceso manual realizado actualmente, de forma tal que las imágenes impresas regresan con el paciente y los resultados son enviados impresos posteriormente (en ocasiones cuando el paciente ya no los requiere). En este escenario están involucrados 3 actores que son: (i) IPS Remisora, (ii) IPS referencia y (iii) aseguradora o entidad territorial de salud. Por lo anterior es de gran importancia e ineludible que la infraestructura implementada cuente con los servicios suficientes que le permitan soportar los trámites reflejados en la orquestación y servicios del negocio, además la información tanto de la autorización como la del resultado obtenido, lo que es reflejado en mensajes HL7.

A.4 Estado actual de implementación de HIS en las IPS

Cada IPS afronta de forma distinta la implementación de HIS, algunos más completos y sofisticados, permitiendo la gestión adecuada de información asistencial, administrativa y la integración de datos entre procesos de las organizaciones. En el capítulo 2 fueron presentados los sistemas más comunes que conforman un HIS, lo cual obliga a pensar en implementar una infraestructura capaz de soportar la información requerida para transmitir externamente de cada uno de ellos.

En Colombia la implementación de HIS sistematizados está en aumento y es adecuado que esa tendencia continúe para en un futuro facilitar la implementación de proyectos como el de unificación de la Historia Clínica Electrónica liderado por el Ministerio de Protección Social o la implementación del modelo arquitectónico propuesto. La implementación de los HIS en Colombia siempre ha tenido una tendencia basada en la gestión de información administrativa (facturación, cartera, contabilidad, tesorería entre otros) ya que el modelo del negocio está centrado en el cobro de los servicios. Hoy en día los HIS van enfocados en la Historia Clínica, afectando transversalmente al resto de sistemas que son manejados en una institución. Para ello existe una visión aproximada con la que puede contarse, gracias al desarrollo de la caracterización general de las IPS y con base en la

caracterización y al modelo arquitectónico propuesto fueron definidos los siguientes requisitos que deben cumplir las IPS para afrontar la interoperabilidad a través de la INIS:

- Contar con HIS sistematizado.
- Tener conocimiento del modelo de datos del sistema de información.
- Utilizar las clasificaciones establecidas en Colombia para el manejo de medicamentos, servicios y diagnósticos.
- Contar con interfaz de interoperabilidad que soporte mensajes HL7 sobre servicios web.
- Tener conexión a internet con disponibilidad, calidad y velocidad suficientes para soportar el tráfico que genera la transmisión de información entre las IPS.
- Contar con mecanismos de seguridad perimetral para evitar el acceso indebido.

Dentro de los ítems nombrados fue especificada la necesidad de contar con una interfaz que soporte la interoperabilidad entre la IPS y la INIS, debido a que actualmente es evidente que no todos los HIS cuentan con una interfaz que garantice el intercambio de información a través de mensajes HL7, esto conllevó a considerar, dentro del modelo arquitectónico propuesto, un componente que soporte dicha necesidad.

A.5 Clasificación de servicios.

HSSP en la guía de implementación de SOA para entidades del sector salud recomienda una adecuada clasificación de servicios, donde son agrupados los servicios candidatos en grupos comunes, los propuestos son: (i) Infraestructura, (ii) Negocio y (iii) Servicios Únicos para Salud. Al asociarlos de forma adecuada a una línea de negocio (por ejemplo: Atención ambulatoria, Imágenes diagnósticas, etc.) La flexibilidad y la reutilización de los servicios puede garantizarse, en caso contrario debe brindarse una solución en la cual se establezca una relación uno a uno entre servicios y aplicaciones, lo cual ocasiona redundancia de procesos así como un alto acoplamiento de los servicios, lo que trae como consecuencia la reducción en la flexibilidad del sistema.

De esta forma, es necesario contar con sistemas lo suficientemente flexibles que puedan responder ágilmente a los cambios constantes en los servicios de Salud debido a factores externos.

La clasificación de servicios propuesta es:

- **Servicios Técnicos de Infraestructura:** son todos aquellos comunes a todas las líneas de negocio, que en gran medida, soportan o deben soportar la mayoría de procesos de negocio y que están presentes en todos los dominios de aplicación. Por ejemplo, los servicios de autenticación y de transacciones los cuales son comunes a todas las líneas de negocio.
- **Servicios de Negocio:** describen las capacidades que soportan los procesos de negocio; sin embargo no son únicos o exclusivos para un sector de mercado.
- **Servicios Únicos para Salud:** a diferencia de los servicios de negocio, que no garantizan que sean exclusivos para un mercado vertical específico, estos si deben corresponder exclusivamente el soporte a los procesos de negocio específicos para salud.

Es importante en este punto establecer una clara y específica distinción de servicios, que permitirán modelar correctamente los procesos de negocio de las entidades de salud y poder integrarlos al interior de una arquitectura coherente.

La tabla 18 presenta la clasificación de los servicios candidatos, agrupados con base en las clasificaciones ya establecidas.

En la tabla 17 existen más servicios que los candidatos enunciados en la tabla 18. Lo anterior debido al refinamiento de los servicios, de tal forma que sea posible definir servicios encontrados entre el equilibrio de granularidad. Un ejemplo claro se observa con los registros clínicos electrónicos, que generalmente involucran los de enfermería (signos vitales y notas de enfermería etc.), médicos (indicaciones médicas, ordenes de medicamentos y de servicios etc.) y equipos biomédicos (datos de ECG y monitores, etc.).

Tabla 18. Clasificación de servicios para la infraestructura

	Serv. únicos de salud						Servicios del negocio							Serv. Infraest.			
	Exámenes	Archivos clínicos	Equipos Biomédicos	Registros de enfermería	Registros Médico	Orden de servicio	Datos demográficos	Admisión	Transferencia de datos	Agenda médica	Autorización de servicio	Referencia y contrareferencia	Reporte a entidades de control	Clasificaciones	Autenticación	Enrutamiento	Contratos de servicios
Tele-servicios	X	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x		x	x	x	x
Laboratorio	X	x			x	x	x	x	x	x	x	x		x	x	x	x
Imágenes diagnosticas	X	x			x	x	x	x	x	x	x		x	x	x	x	x
Medicamentos				x	x	x	x	x	x		x	x			x	x	x
Remisión de pacientes					x	x	x	x	x		x	x		x	x	x	x
Reportes a entidades de control	X				x		x		x		x	x	x	x	x	x	x

A.6 Especificación de tecnología para la implementación del modelo arquitectónico propuesto.

En el capítulo 4 fue propuesto el modelo arquitectónico, el cual requiere de tecnología para soportar SOA y HL7, por tal razón fue establecido un ESB como componente principal para la mediación, ya que ofrece todas las características que una SOA debe tener. Ahora es importante definir que ESB de los existentes es el más adecuado para la implementación.

(Pinchao, 2011) en su trabajo de grado realiza la selección de un ESB con base en los criterios requeridos, para la implementación de una arquitectura de interoperabilidad para una entidad de salud, establece como un criterio decisivo el manejo de HL7 y define que el ESB debe ser de libre distribución, a pesar que dentro de HSSP los recomienden comerciales, ya que generalmente prestan soporte personalizado, mejor documentación, actualizaciones seguras y continuas.

De esta forma asegura mayor disponibilidad y confiabilidad a una solución que mediará entre sistemas críticos, que gestionan información de los pacientes.

Con base a lo descrito, fue utilizado BizTalk server 2010 (Microsoft, 2009), servidor Gestión de procesos de negocio desarrollado por Microsoft, que extiende sus capacidades a través de aceleradores y utilidades. Para dotar BizTalk de componentes que soporten a SOA y a HL7 fue utilizado ESB Toolkit versión 2.1 (Microsoft, 2008b) y el acelerador para HL7 (Microsoft, 2007) respectivamente, permitiendo adaptar de forma más fácil las aplicaciones desarrolladas a los HIS implementados, ya que todos los HIS de las IPS encuestadas están igualmente sobre plataforma Microsoft, siendo igualmente un criterio decisivo para implementar BizTalk Server en su última versión. Con el ESB en funcionamiento logró implementar la orquestación de los servicios, la especificación y mapeo de mensajes HL7, mientras que el componente de interfaz ubicado en cada IPS fue desarrollado con Visual Studio 2010. Mayor descripción del desarrollo del prototipo es encontrado en el anexo B.

A.7 Desarrollo e implantación de los servicios

Fueron identificados los servicios necesarios para soportar el escenario propuesto, pero no fueron definidos los mensajes HL7 y la versión a utilizar, lo cual es indispensable en el desarrollo del prototipo. Como fue descrito en el Capítulo 3 HL7 es el estándar más utilizado en soluciones de intercambio de información en el sector salud, en Colombia no existe aún un estándar para tal uso, pero de todas maneras la mayoría proveedores de software y equipos médicos, al igual que las IPS, usan el estándar HL7 v2, por ser el más difundido y por qué HL7 v3 todavía está en su etapa de maduración.

Como fue justificado en el capítulo 2, en un futuro HL7 v3 será el estándar más utilizado, por lo cual es adecuado que sean implementados los mensajes en esta versión, ya que son pocas las IPS que está usando HL7 y en caso de una solución nacional, no se invertiría en procesos de migración y actualización de estándares, que implicaría un alto costo tanto para las IPS como para el estado y los proveedores. Con base a lo descrito y el escenario de prueba fueron especificados

los mensajes HL7 v3. En la figura 36 es presentado el flujo de mensajes entre los servicios descritos.

El capítulo 4 presentó el modelo dinámico por medio de diagramas de secuencia entre los componentes de la arquitectura, ello permitió describir el flujo genérico de todos los escenarios con los componentes de la vista computacional. Para describir la secuencia de un escenario fue especificado por medio de mensajes entre servicios, lo cual brinda mayor nivel de detalle del comportamiento del escenario, tal como puede observarse en la figura 36. A la vez, en estos anexos presentan la orquestación de servicios, establecida a partir del modelo dinámico presentado en la figura 36.

Los mensajes expuestos entre servicios permiten el intercambio de información que reside en cada IPS, de tal forma que la utilización de los sistemas locales de cada IPS sea lograda y así visualizar la información intercambiada. Cada mensaje es descrito en la tabla 19 con mayor detalle sobre la construcción de los mensajes encontrados en el anexo A.

Tabla 19. Lista de mensajes HL7 del escenario.

Mensaje HL7	Descripción
POOR_RM200999UV	Mensaje HL7 v3, dominio ordenes, mensajes de apoyo que especifican la orden de servicios de salud, en el escenario fue utilizado para solicitar desde la IPS remitora el servicio de interconsulta.
POOR_AR000011UV	Mensaje HL7 v3, dominio ordenes, encargada de comunicar los cambios de estado en la orden, en el escenario el servicio de contrareferencia responde con el estado de la autorización.
POCD_HD000040	CDA, representa registros clínicos y administrativos transferidos desde las IPS, son utilizados tanto para transmitir los datos de consulta, requeridos para realizar una interconsulta, como para entregar la consulta realizada por el médico de referencia.

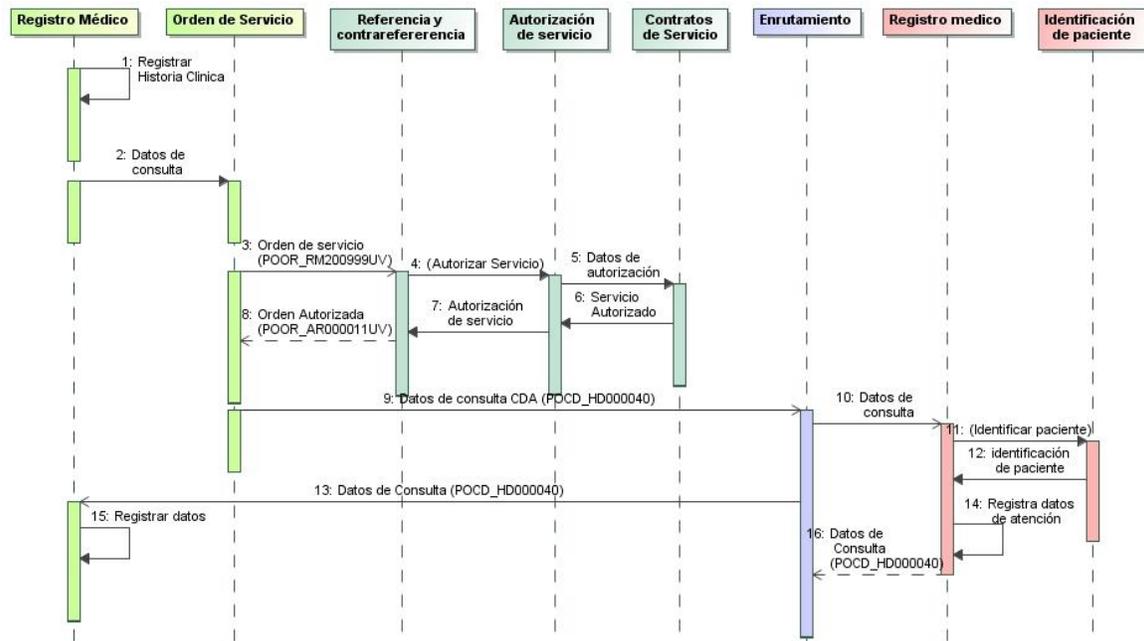


Figura 36. Vista dinámica, flujo de mensajes HL7 entre servicios.

Dado que existe información que no es posible interpretar o visualizar en el HIS de las IPS, sería adecuado ofrecer una utilidad para la visualización de CDA en cada IPS, de lo contrario es necesario implementar el componente de acceso a datos, desde el cual realiza todas las actividades para CRUD⁴⁶ en las bases de datos de las IPS. El acceso a datos fue realizado a través de procedimientos almacenados, con los cuales han sido realizados los procesos necesarios para gestionar los datos, y posteriormente, reconstruir los resultados en mensajes HL7 sobre SOAP. En el anexo D es ejemplarizado lo anteriormente descrito, representa el registro del resultado de laboratorio en las bases de datos del HSLV, entregado por el Centro de Patólogos del Cauca.

Finalmente los servicios que hacen parte de la INIS se publicaron y Administraron a través de la consola que ofrece BizTalk, que permite especificar los puertos lógicos de los servicios, administrar los servicios y definir la seguridad de acceso a los servicios publicados.

⁴⁶ CRUD, referencia a Create, Read, Update, Delete, actividades comunes realizadas en contenedores de datos.

A.8 Conclusiones.

El desarrollo y sostenimiento de una infraestructura con base al modelo propuesto implica invertir en gran cantidad de recursos físicos, lógicos y humanos. Esto requiere conformar grupos interdisciplinarios que aporten en la construcción de los escenarios con conocimiento experto en normatividad, lineamientos de habilitación de servicios de salud, manejo de SOA y HL7, así puede observarse a médicos, desarrolladores de software, arquitectos de sistemas, administradores, abogados entre otras disciplinas, hablando sobre un tema en común.

Al utilizar dos componentes intérpretes HL7 en el modelo arquitectónico propuesto (uno al lado de la INIS y otro que es implantado en cada IPS), facilita la construcción y el desarrollo de los mensajes transmitidos por cada IPS. Si estuviera establecido un solo interprete en la INIS tendría un alto grado de complejidad el desarrollo y sostenimiento del componente ya que cada escenario (e) debe multiplicarse por cada HIS, lo que implica desarrollar e*HIS escenarios para satisfacer a toda Colombia. Con el modelo propuesto la complejidad es distribuida entre las IPS ya que adapta una interfaz en cada una de ellas e implícitamente establece la responsabilidad de configurar los mensajes con base en sus datos

La INIS es una herramienta que fortalece la atención médica, el acceso a los servicios, disminuye los trámites administrativos y ofrece información de calidad para la toma de decisiones. Sin embargo, para que esto sea posible, debe ocurrir un proceso de implantación y de maduración de la solución a nivel nacional. Actualmente pretende validarse formalmente la arquitectura, basándose en la abstracción de requisitos desde la caracterización y utilizando una metodología adecuada. Por tanto el capítulo 5 describe la validación de la arquitectura utilizando DESMET como metodología formal, la prueba piloto y el desarrollo previamente descrito.

Anexo B

Tecnología usada para el desarrollo del prototipo

B.1. Herramientas de desarrollo

Para el desarrollo del prototipo fueron utilizados los IDE Visual Studio 2010⁴⁷ (Corporation, 2010), Biztalk server 2010⁴⁸ (Corporation, 2009) y SQL Server 2008 R2⁴⁹ (Corporation, 2012). Todas Herramientas Microsoft, lo cual permitió realizar un desarrollo ágil y compatible con la tecnología que utilizan las IPS que participaron de la prueba piloto. Un servidor fue virtualizado con el Oracle VM Virtual Box⁵⁰ (Oracle, 2012), el cual hizo de componente principal de la Infraestructura nacional de Interoperabilidad en salud (INIS).

Con Visual Studio fue implementada la interfaz de interoperabilidad que utilizaron las IPS, al igual que los proyectos de integración presentados con la instalación de BizTalk. Con SQL Server fueron desarrollados los procedimientos para la gestión

⁴⁷ Visual Studio es un Entorno de Desarrollo Integrado (IDE) para sistemas operativos Windows, soporta varios lenguajes de programación como son C#, C++,J++, ASP.NET entre otros.

⁴⁸ Biztalk es un servidor de gestión de procesos de negocio (BPM). Por medio del uso de adaptadores, permite a las compañías automatizar e integrar los procesos de negocio.

⁴⁹ Microsoft SQL Server es un sistema para la gestión de bases de datos producido por Microsoft basado en el modelo relacional. Sus lenguajes para consultas son T-SQL y ANSI SQL.

⁵⁰ Oracle VM VirtualBox es un software de virtualización para arquitecturas x86/amd64, creado originalmente por la empresa alemana innotek GmbH. Actualmente es desarrollado por Oracle Corporation como parte de su familia de productos de virtualización.

de información los HIS en las Instituciones Prestadoras de Salud (IPS), convirtiéndose en la capa de persistencia en desarrollo de la interfaz.

B.1.1 BizTalk Server 2010 como ESB.

Existen muchos ESB que pueden ser utilizados en el sector salud (Pinchao, 2011), como ya ha sido descrito el utilizado en el desarrollo del prototipo fue BizTalk, como tal requiere de unos componentes adicionales para brindar comportamiento ESB y el manejo de HL7 v2. Para la instalación del BizTalk es necesario:

- SQL server 2008 R2 con service pack 1.
- Sistema operativo Windows, superior a Windows vista o server 2008.
- Memoria RAM mínimo 1 Gb recomendable 4 GB.
- Visual Studio 2010 con service pack 1.

Los componentes utilizados en la instalación son:

- Accelerator for HL7 (Corporation, 2007).
- BizTalk ESB Toolkit 2.0 (Corporation, 2008).

Después de cumplir con los requisitos fue necesario proceder con la instalación del paquete principal Biztalk Server, ver la figura 37, ella presenta el listado de componentes que instala el paquete.

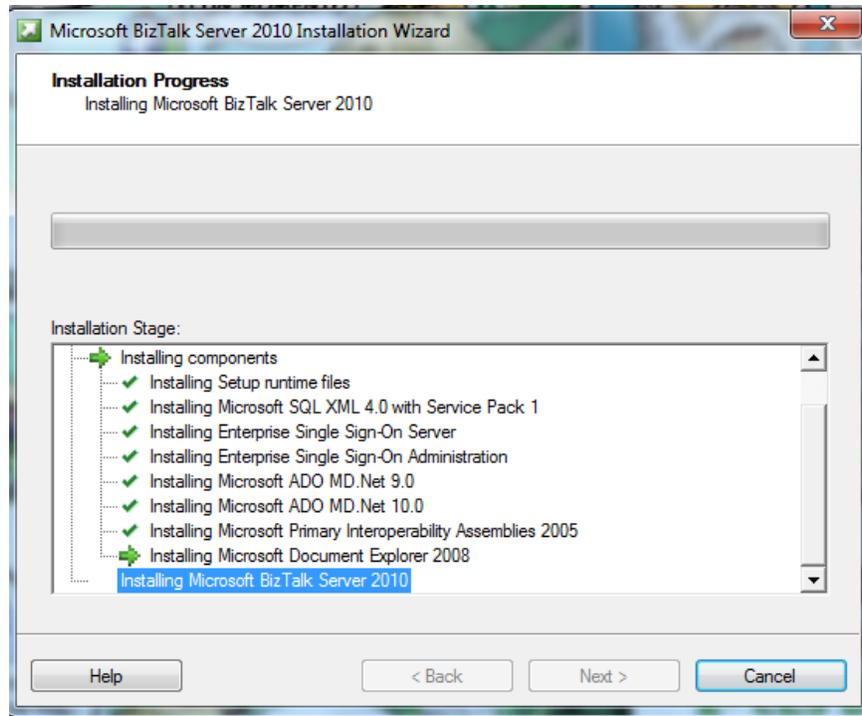


Figura 37. Instalación de BizTalk.

Cuando termina la instalación es necesario realizar la configuración del servidor, la cual es realizada de forma básica y personalizada, necesario contar con un usuario que pertenezca a todos los grupos de usuarios preinstalados por Biztalk, para que la instalación quede realizada completamente, la figura 38 presenta la pantalla inicial de configuración y en ella está la forma como debe establecerse el usuario.

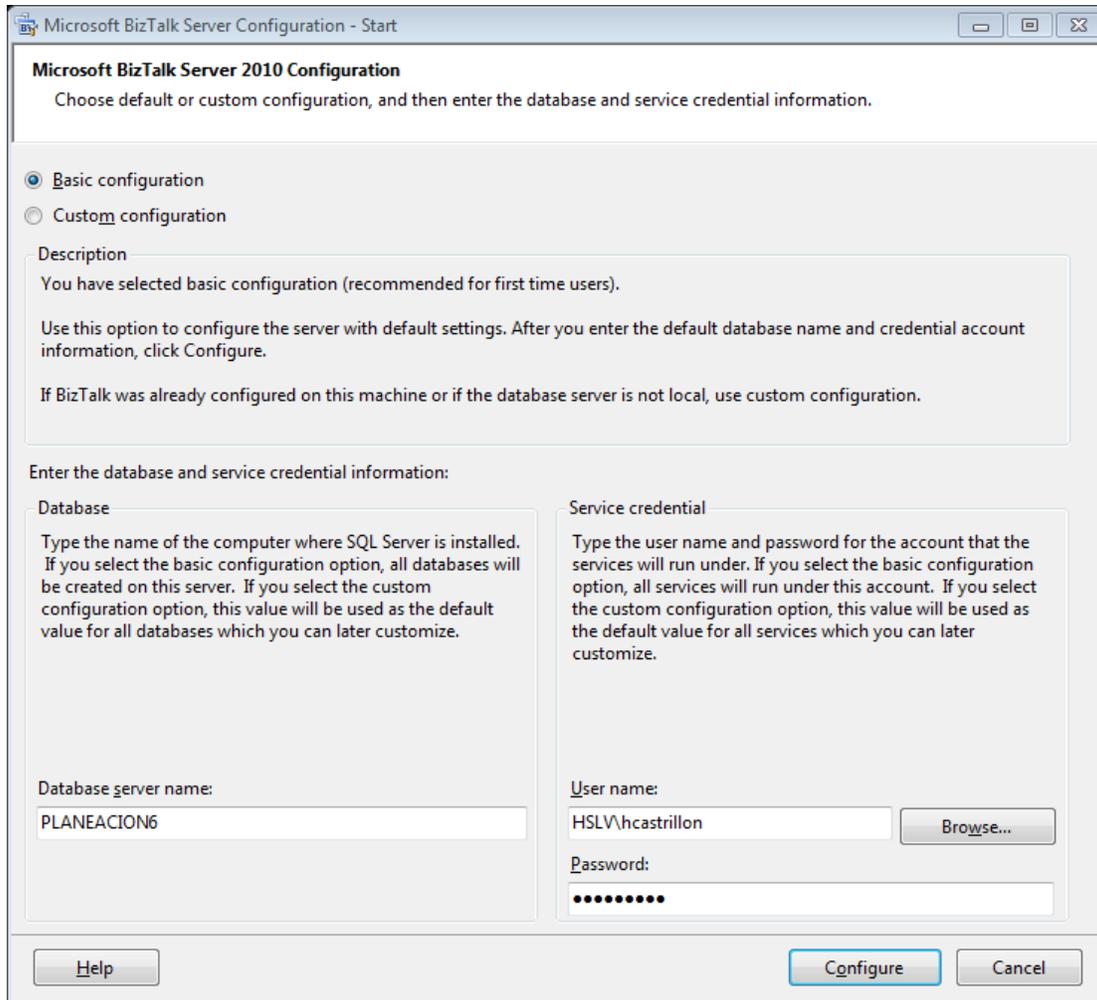


Figura 38. Configuración de BizTalk

Toda la configuración ya establecida fue parametrizada en una base de datos creada sobre SQL Server por tal razón la configuración establece el servidor de base de datos y el usuario que a su vez debe tener privilegios sobre el mismo.

B.1.2. Instalación de componentes adicionales

Después de contar ya con el servidor BizTalk lo siguiente es instalar el componente para funcionalidad como ESB y el acelerador para HL7 v2 (Organización HL7, 2000). Para el presente trabajo no fue necesario utilizar el acelerador ya que fue utilizada la versión 3 de HL7, el cual utiliza archivos XML para la elaboración de los mensajes y los archivos CDA y BizTalk por defecto, para el soporte de mensajería con archivos XML. Para brindar la funcionalidad de ESB es instalado el BizTalk ESB Toolkit 2.0, como es presentado en la figura 39,

no requiere conocimientos expertos y la instalación es básica, no requiere de configuración adicional.

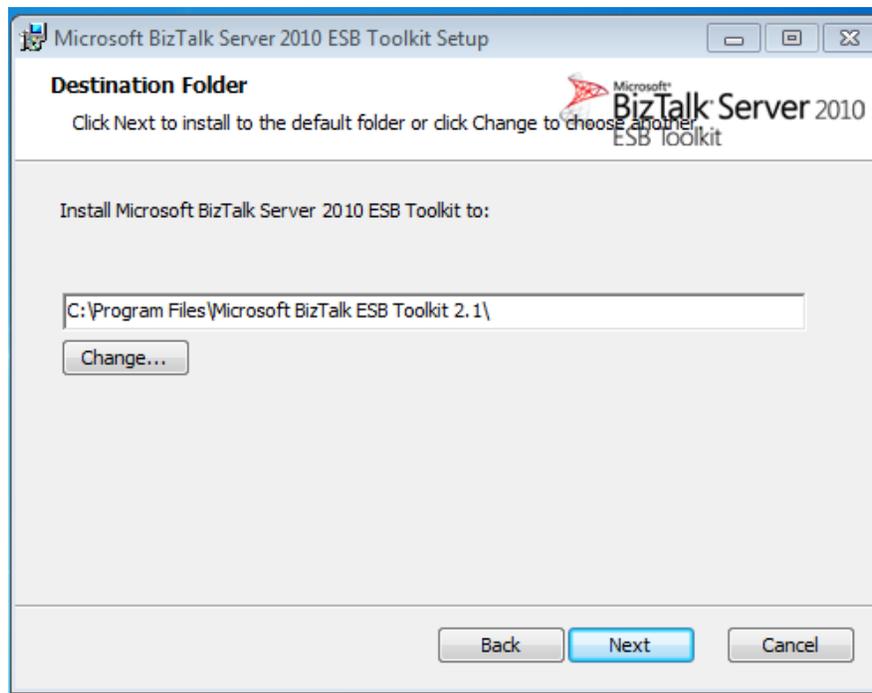


Figura 39. Instalación de BizTalk ESB ToolKit. 2.0

La instalación del acelerador es realizada en dos pasos, primero seleccionar el acelerador a instalar (en este caso Acelerador HL7) y después proceder a seleccionar los componentes a utilizar, por defecto los instala todos, tal como es mostrado en la figura 40.

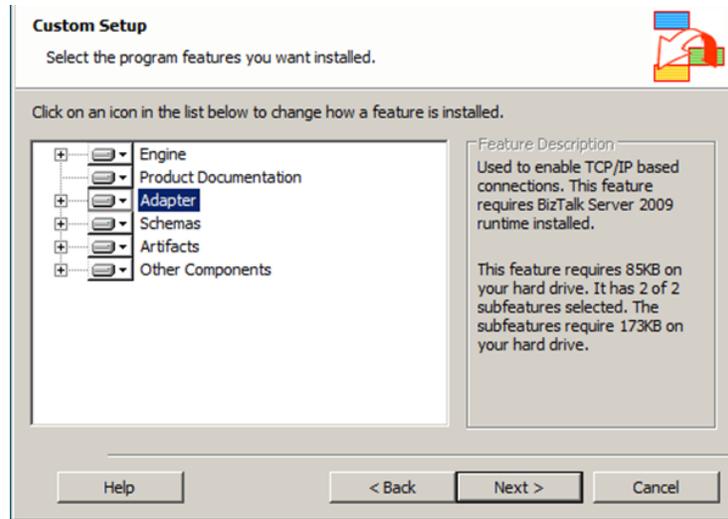


Figura 40. Instalación de Acelerador para HL7 de BizTalk.

B.1.3 El IDE Visual Studio.

Con Visual Studio fueron elaborados los proyectos a implementar. Posterior a la instalación de BizTalk, en el IDE anexaron los proyectos referentes a Biztalk tal como está en la figura 41.

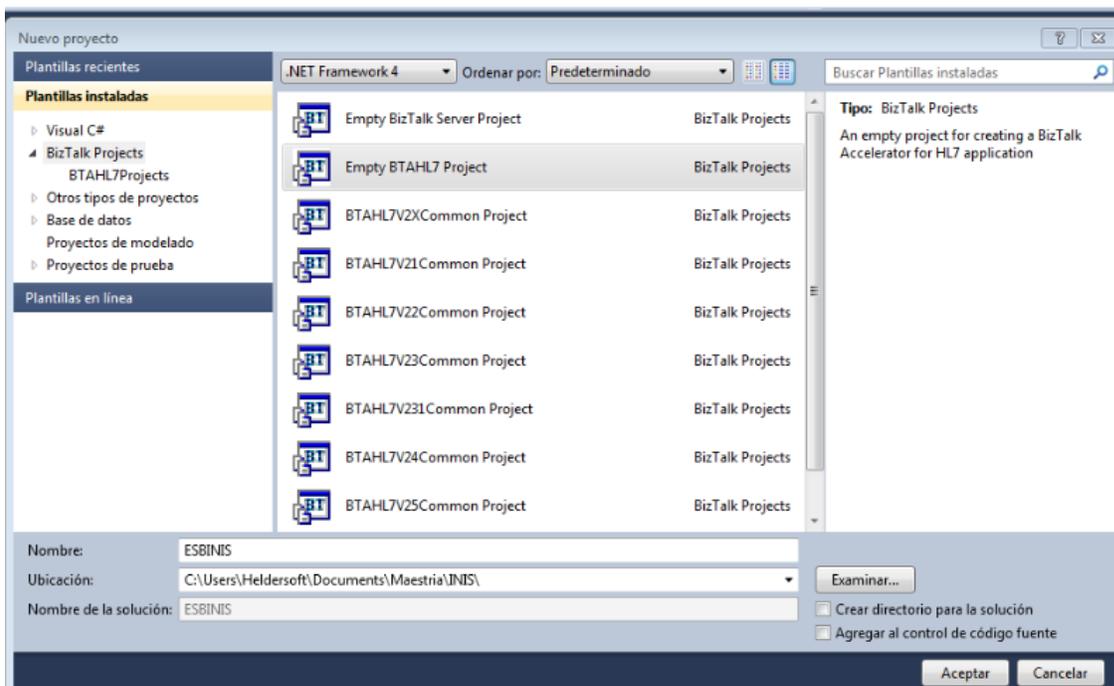


Figura 41. Proyectos de BizTalk en Visual Studio 2010

B.2 Desarrollo de interfaz para la interoperabilidad.

La mayoría de los HIS en las IPS al igual que las aseguradoras y las entidades de control no ofrecen mecanismos de interoperabilidad, por tal razón fue elaborada una propuesta de interfaz para las IPS y un sistema web para llevar a cabo el proceso de referencia y contra referencia tanto para las IPS como para las aseguradoras o entidades territoriales de salud.

B.2.1 Interfaz para las IPS.

Para lograr establecer una interfaz adecuada para las IPS fue necesaria la colaboración de ingenieros de soporte de las IPS participantes de la prueba piloto, con el fin de establecer los métodos de consulta a los datos de cada HIS.

El proceso de desarrollo tuvo tres fases, (i) definición de acceso a los datos y (ii) construcción del CDA y (iii) construcción y publicación de servicios web.

B.2.2. Acceso a los Datos.

Teniendo en cuenta que son dos IPS las que participaron en la prueba piloto, fue imperativo solicitar el modelo de datos respectivo al procedimiento de interconsulta. Las IPS son la Clínica la Estancia (CLE) y el Hospital Susana López de Valencia E.S.E (HSLV), cada una utiliza un sistema de información distinto (Heterogéneos) CNT y Dinámica gerencial .NET respectivamente, utilizan el mismo motor de base de datos pero con estructuras completamente diferentes, como puede verse en las figuras 42 y 43 los modelos de datos correspondientes a cada IPS.

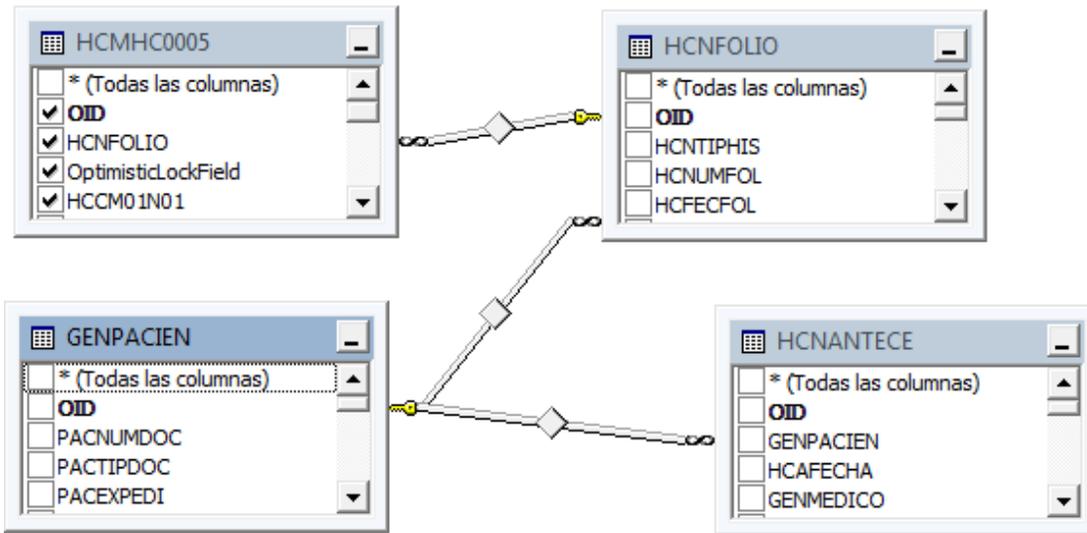


Figura 42. Modelo de datos historia clínica evolución especialista, Hospital Susana López E.S.E

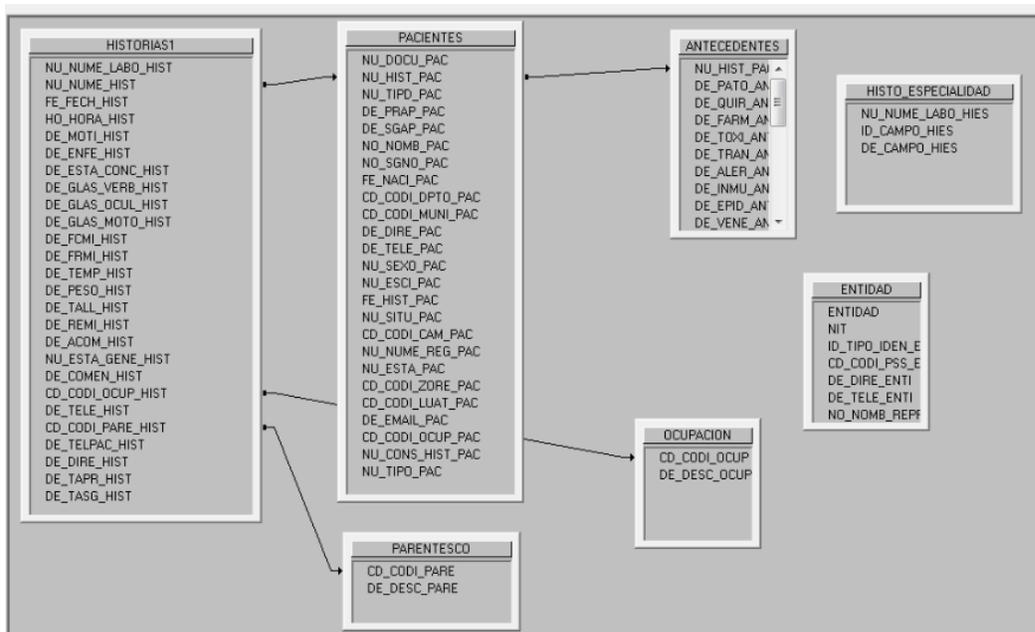


Figura 43. Modelo de datos Historia clínica General en la Clínica la Estancia

Debido a que los modelos de datos presentados en las figuras 42 y 43 son completamente diferentes, al igual que los métodos para el registro y consulta de información, por lo cual fue necesario desarrollar métodos distintos para cada modelo de datos. Lo que indica que un método de consulta fue desarrollado por cada IPS tal como puede observarse en la figura 44, lo ideal es desarrollar un sistema capaz de ser adaptado a los cambios de los HIS y que un departamento de TI en las IPS logrará configurar la interfaz sin desarrollar código.

```

GO
/***** Object: StoredProcedure [dbo].[SP_HISTORIAS_HCOO_CONSULTAR]    Script Date: 03/27/20
SET ANSI_NULLS ON
GO
SET QUOTED_IDENTIFIER ON
GO
-- =====
-- Author:      <Helder Castrillon>
-- Create date: <14/12/2011>
-- Description: <Consultar folios de Historia clinica>
-- =====
ALTER PROCEDURE [dbo].[SP_HISTORIAS_HCOO_CONSULTAR]
@INGRESO as VARCHAR(100),
@TIPOHISTORIA AS VARCHAR(10)
AS
BEGIN
EXEC ('SELECT top 1 HCM'+@TIPOHISTORIA+'.*
FROM      HCM'+@TIPOHISTORIA+' INNER JOIN
          HCNFOLIO ON HCM'+@TIPOHISTORIA+' .HCNFOLIO = HCNFOLIO.OID INNER JOIN
          ADNINGRESO ON HCNFOLIO.ADNINGRESO = ADNINGRESO.OID

          where ADNINGRESO.AINCONSEC='+@INGRESO +' Order by OID desc')
END

```

Figura 44. Procedimiento almacenado para consulta de Historia clínica en HSLV.

El procedimiento almacenado es consultado a través de un método desarrollado sobre el IDE Visual Studio en C#, como en la figura 45, posteriormente los resultados son asignados a una clase la cual a través de sus atributos reconstruye los resultados en un CDA (Organización HL7, 2000), de tal forma que pueda transferirse entre las IPS y que sea interpretado por las mismas. El CDA es enviado a través de un servicio web que ofrece la INIS y ella determina a quien entregarlo.

```

public DataTable ConsultarHistoriaPaciente()
{
    try
    {
        string StoreProducer = string.Format("SP_HISTORIAS_HCOO_CONSULTAR");
        List<string> param = new List<string>();
        ArrayList val = new ArrayList();
        param.Add("@INGRESO");
        param.Add("@TIPOHISTORIA");
        val.Add(ingreso);
        val.Add("HC0005");
        DataSet dsDatosArea = con.EjecutarProcedimientoAlmacenado(StoreProducer, param, val, "DatosHc", con.CadenaConexion(cadenaconexion));
        //Limpia las Listas
        param.Clear();
        val.Clear();
        return dsDatosArea.Tables["DatosHc"];
    }
    catch { return null; }
}

```

Figura 45. Método para consultar Historia clínica

B.2.3. Construcción del mensaje HL7

El método para la construcción del CDA toma los atributos de la clase y construye el mensaje tal como es presentado en la figura 46, de tal forma que los datos almacenados en la base de datos son reconstruidos en el CDA.

```

public string construirCDA()
{
    this.Resultado = "<?xml-stYLESHEET type='text/xml' href='CDA.xml'?>"+
    "<ClinicalDocument xmlns='urn:hl7-org:v3' xmlns:xsi='http://www.w3.org/2001/XMLSchema-instance'"+
    "xsi:schemaLocation='urn:hl7-org:v3 ../schemas/CDA.xsd'>"+
    "<typeId extension='POCD_HD000040' root='2.16.840.1.113883.1.3' />"+
    "<templateId extension='EVO' root='2.16.840.1.113883.2.10.1.1.9' />"+
    "<id extension='123' root='2.16.840.1.113883.2.10.1.2.1' />"+
    "<code code='34108-1' codeSystem='2.16.840.1.113883.6.1' codeSystemName='LOINC' displayName='Consulta Ambulatoria' />"+
    "<title>Hospital Susana López de Valencia</title>"+
    "<effectiveTime value='"+this.Fechaexamen+"' />"+
    "<confidentialityCode code='N' codeSystem='2.16.840.1.113883.5.25' />"+
    "<languageCode code='es-CO' />"+
    "<versionNumber value='1' />"+
    "<recordTarget>"+
    "  <patientRole>"+
    "    <id extension='"+this.oidpaciente+"' root='2.16.840.1.113883.2.10.1.1.1' />"+
    "    <patient>"+
    "      <name>"+
    "        <given='"+this.nomsusuario+"' />"+
    "        <family='"+this.apellidousuario+"' />"+
    "      </name>"+
    "      <administrativeGenderCode code='M' codeSystem='2.16.840.1.113883.5.1' />"+
    "      <birthTime value='"+this.fecharesultado+"' />"+
    "    </patient>"+
    "  </patientRole>"+

```

Figura 46. Método de construcción de CDA.

Como resultado es obtenida una cadena de texto que presenta todos los datos de la evolución del paciente. Esta cadena es transmitida a la INIS, la cual solicita con la previa anterioridad la utilización del servicio. A continuación es presentado un ejemplo de CDA construido con la interfaz desarrollada.

```

<?xml version="1.0" encoding="iso-8859-1"?>
<?xml-stYLESHEET type="text/xml" href="CDA.xml"?>

```

```

<ClinicalDocument xmlns="urn:h17-org:v3"
xmlns:xsi="http://www.w3.org/2001/XMLSchema-instance" xsi:schemaLocation="urn:h17-
org:v3 ../schemas/CDA.xsd">
  <typeId extension="POCD_HD000040" root="2.16.840.1.113883.1.3" />
  <templateId extension="EVO" root="2.16.840.1.113883.2.10.1.1.9" />
  <id extension="123" root="2.16.840.1.113883.2.10.1.2.1" />
  <code code="34108-1" codeSystem="2.16.840.1.113883.6.1" codeSystemName="LOINC"
displayName="Consulta Ambulatoria" />
  <title>Hospital Susana López de Valencia</title>
  <effectiveTime value="20120110121152" />
  <confidentialityCode code="N" codeSystem="2.16.840.1.113883.5.25" />
  <languageCode code="es-CO" />
  <versionNumber value="1" />
  <recordTarget>
    <patientRole>
      <id extension="123456" root="2.16.840.1.113883.2.10.1.1.1" />
      <patient>
        <name>
          <given>USUARIO PRUEBA</given>
          <family>PRUEBA</family>
        </name>
        <administrativeGenderCode code="M" codeSystem="2.16.840.1.113883.5.1" />
        <birthTime value="19810206" />
      </patient>
    </patientRole>
  </recordTarget>
  <author>
    <time value="20120110121152" />
    <assignedAuthor>
      <id extension="114477" root="2.16.840.1.113883.2.10.1.1.2" />
      <assignedPerson>
        <name>
          <given>MEDICO </given>
          <family>DE TURNO</family>
        </name>
      </assignedPerson>
    </assignedAuthor>
  </author>
  <custodian>
    <assignedCustodian>
      <representedCustodianOrganization>
        <id extension="223" root="2.16.840.1.113883.2.10.1.1.4" />
        <name>Hospital Susana López de Valencia</name>
      </representedCustodianOrganization>
    </assignedCustodian>
  </custodian>

```

```

</custodian>
<legalAuthenticator>
  <time value="20121124121152" />
  <signatureCode code="S" />
  <assignedEntity>
    <id extension="1261" root="2.16.840.1.113883.2.10.1.1.2" />
    <assignedPerson>
      <name>
        <given>DANIEL ROBERTO</given>
        <family>LUNA </family>
      </name>
    </assignedPerson>
    <representedOrganization>
      <id root="2.16.840.1.113883.2.10.1" />
    </representedOrganization>
  </assignedEntity>
</legalAuthenticator>
<component>
  <structuredBody>
    <component>
      <section>
        <code code="11450-4" codeSystem="2.16.840.1.113883.6.1"
codeSystemName="LOINC" displayName="PROBLEMS" />
        <title>SIGNOS DE INGRESO</title>
        <text>
          <list>
            <item>VOMITO</item>
            <item>DOLOR ABDOMINAL</item>
          </list>
        </text>
      </section>
    </component>
    <component>
      <section>
        <code code="X-ASSMT" codeSystem="2.16.840.1.113883.6.1"
codeSystemName="LOINC" displayName="ASSESSMENT" />
        <title>EXAMEN INICIAL</title>
        <text>
          <list>
            <item>CUADRO DE 3 DIAS SIN EVOLUCION DE DOLOR ABDOMINAL CON NAUSEAS Y
VOMITO. SIN FIEBRE. TRAE LEU DE 20 MIL CON PO NORMAL.</item>
          </list>
        </text>
      </section>
    </component>
  </structuredBody>
</component>

```

```
<component>
  <section>
    <code code="30954-2" codeSystem="2.16.840.1.113883.6.1"
codeSystemName="LOINC" displayName="RELEVANT DIAGNOSTIC TESTS" />
    <title>INDICACIONES MEDICAS</title>
    <text>
      <list>
        <item>VALORACION POR GASTROENEROLOGIA</item>
        <item>REALIZAR ENDOSCOPIA</item>
      </list>
    </text>
  </section>
</component>
</structuredBody>
</component>
</ClinicalDocument>
```

B.3 Desarrollo de la INIS.

Para el desarrollo de la infraestructura nacional de interoperabilidad en salud fue necesario implementar un ESB, para el cual fue utilizado BizTalk server, a continuación es descrito el proceso de orquestación de servicios, el esquema de los datos, mapeo de información, autorización de servicios de salud, registro y entrega de información entre las IPS.

B.3.1. Esquema de datos

Los datos transferidos desde las IPS fueron implementados con el formato de un CDA establecido por un HL7, el archivo CDA es tan complejo como son los formatos de historias clínicas en cada IPS

Para el presente trabajo fue utilizado un formato de evolución de historia clínica, el cual contiene los siguientes datos (i) nombre del paciente, (ii) documento del paciente, (iii) fecha de nacimiento (iv) sexo (v) médico (vi) fecha de atención (vii) signos de ingreso (viii) examen médico (ix) indicaciones médicas. La figura 47 presenta el esquema creado para los tipos de mensajes requeridos en la orquestación de servicios

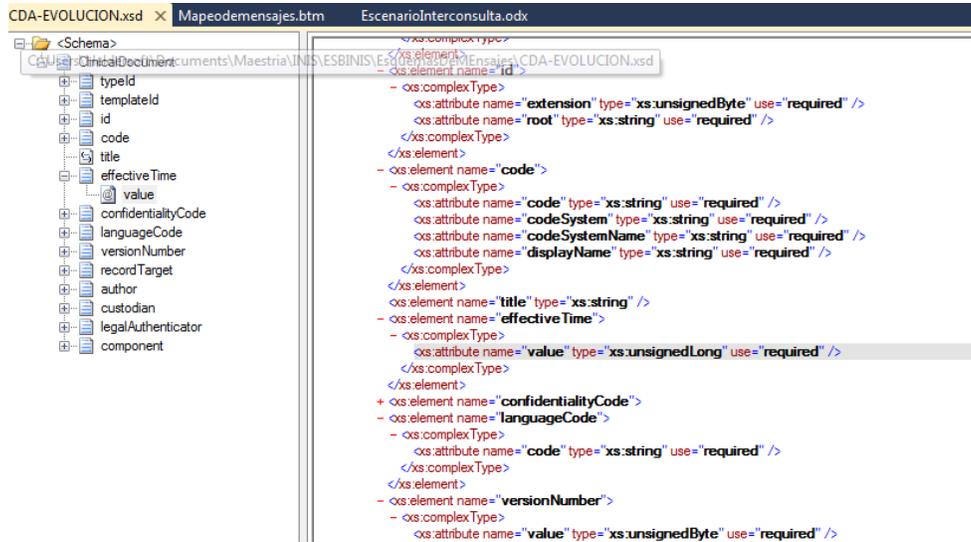


Figura 47. Esquema de mensaje CDA

B.3.2 Orquestación de servicios.

La orquestación de servicios permite la interacción entre la INIS y los HIS de las IPS, las IPS a través de la interfaz desarrollada consume los servicios publicados en la INIS, con los cuales realizan los procesos de negocios relacionados con la prestación de servicios de salud. Para este caso tendrán disponibles los servicios de (i) autorización de servicios, (ii) contrato de servicios y (iii) enrutamiento, los cuales son necesarios en el escenario de interconsulta. La figura 48 presenta como es la relación de servicios y la comunicación con las IPS.

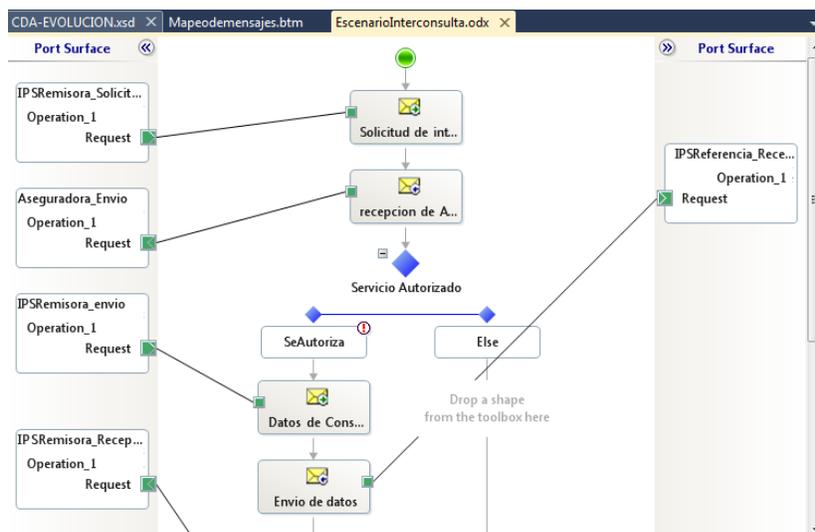


Figura 48. Orquestación de servicios

Para la orquestación están definidos los tipos de datos, los puertos y los mensajes, estos últimos son construidos con base a un esquema XML, definido con el estándar CDA descrito en la figura 47. Cada mensaje es configurado y adaptado a un puerto específico, la figura 49 presenta un ejemplo de lo descrito.

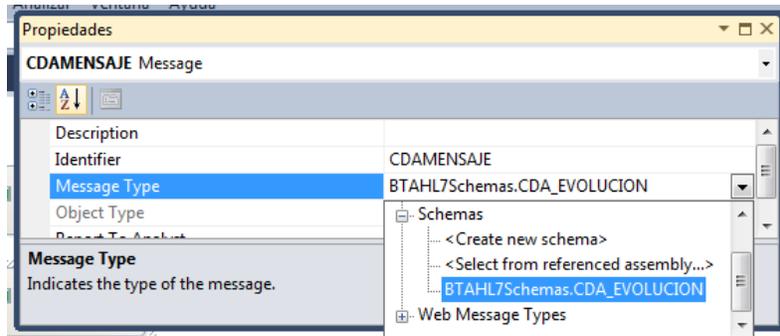


Figura 49. Configuración de puertos.

B.3.3. Mapeo de información.

Para lograr el intercambio de datos debe hacerse un mapeo entre el esquema del mensaje de origen y el esquema del mensaje de destino, debido a que hay que utilizar el mismo tipo de mensaje, tanto en la entidad de referencia como la remitora, no es necesario utilizar el mapeo de mensajes, de igual forma esto es presentado en la figura 50 la forma en la cual BizTalk realiza el mapeo de información

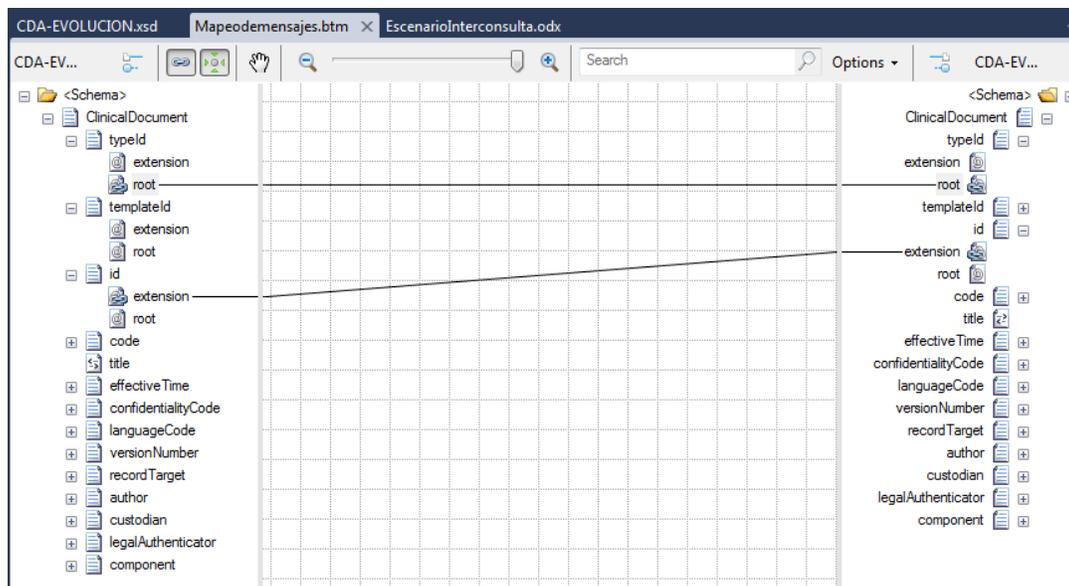


Figura 50. Mapeo de mensajes, (CDA de las IPS)

B.3.4. Autorización de servicios de salud

Debido a que no existe un estudio establecido sobre los servicios de salud que utilizan las aseguradoras y las entidades reguladoras de salud, no hay establecidas unas interfaces para garantizar la interoperabilidad no solo con las IPS si no con estas instituciones.

Para el presente trabajo fue desarrollada una aplicación web que permitió registrar las autorizaciones de servicios requeridos por las IPS, en la cual son registradas las solicitudes, la aseguradora adjunta y autoriza el servicio solicitado, tal como muestra la figura 51, posterior a la autorización del servicios la IPS de referencia podrá verificar si tiene servicios pendientes por responder.

SISTEMA PARA LA AUTORIZACIÓN DE SERVICIOS

IDENTIFICACION DEL PACIENTE	12345
NOMBRE DEL PACIENTE	Usuario de prueba
IPS REMISORA	Hospital Susana Lopez de Valencia
IPS REFERENCIA	Clinica la Estancia.
ESTADO	Autorizado

Figura 51. Verificación y autorización de servicio.

A.3.5. Registro y entrega de información entre las IPS

Teniendo en cuenta la orquestación de servicios, después de la autorización la IPS de referencia envía la información clínica del paciente en el CDA correspondiente, la INIS presenta hacia las IPS de referencia los servicios autorizados de los pacientes que han sido remitidos para esa institución.

Anexo C

Prueba piloto y verificación de requisitos

C.1. Requisitos del sistema.

A continuación están descritos los requisitos funcionales del modelo arquitectónico con el formato recomendado por la IEEE 830, de cada requisito es presentada la fuente y la descripción respectiva.

Las fuentes son clasificadas de la siguiente manera,

- (I) representa necesidades de interoperabilidad,
- (N) representa los requisitos por normatividad.
- (R) representa las recomendaciones tecnológicas (estándares y conceptos).

Tabla 20. Requisito de proceso de referencia y contrareferencia

Id requerimiento	N-001
Descripción	Proceso de referencia y contrareferencia
Entradas	Orden médica, orden de servicio.
Salidas	Autorización de servicio, contrareferencia
Proceso	El medico de remitir solicita remitir o alcanzar servicios complementario al paciente, verifica el cubrimiento de servicios en el contrato y la IPS de referencia autoriza el servicio.
Precondiciones	Atención primaria, contrato de servicios
Pos condiciones	Autoriza el servicio, accede al él y se responde contrareferencia.
Efectos colaterales	Negación del servicio
Prioridad	Alta
Rol que lo ejecuta	Médico general con auxiliar administrativo

Tabla 21 Requisito Acceso a documentos clínicos

Id requerimiento	N-002
Descripción	Acceso a los documentos clínicos
Entradas	Usuario de la INIS
Salidas	Acceso a la información solicitada
Proceso	El usuario debe ser autenticado frente a la INIS, verifica el rol en el sistema, la IPS de origen y si tiene solicitudes pendientes, en este caso, proceder a acceder la información relacionada con la misma.
Precondiciones	Usuario registrado
Poscondiciones	Acceso a las solicitudes, acceso a la información.
Efectos colaterales	Negación de acceso.
Prioridad	Alta
Rol que lo ejecuta	Todos los roles.

Tabla 22. Requerimiento Firma Digital

Id requerimiento	N-003
Descripción	Firma digital
Entradas	Documento clínicos y administrativos
Salidas	Documento clínicos y administrativos firmados
Proceso	Usuario remitente transmite información, la interfaz en la IPS firma el mensaje con los datos del paciente, médico remitente, IPS remitente y de referencia, la información transmitida, se verifica en la INIS y en la IPS de referencia.
Precondiciones	Documento identificado con paciente, médico remitente, IPS remitente y de referencia.
Poscondiciones	Documentos firmados
Efectos colaterales	Documento alterado
Prioridad	Alta
Rol que lo ejecuta	Todos los roles

Tabla 23. Requisito historia clínica compartida

Id requerimiento	I-001
Descripción	Historia clínica compartida
Entradas	Historia clínica
Salidas	Historia clínica
Proceso	IPS referencia solicita información clínica, la INIS gestiona la autorización de acceso y la transferencia entre las IPS involucradas, la IPS remitora entrega la información solicitada.
Precondiciones	Historia clínica, paciente creado en las IPS involucradas, IPS conectadas a la INIS.
Poscondiciones	Documentos transferidos.
Efectos colaterales	Negación de la información
Prioridad	Alta
Rol que lo ejecuta	Todos los roles

Tabla 24. Requerimiento de modalidad de telemedicina

Id requerimiento	N-004
Descripción	Facilitar modalidad de telemedicina
Entradas	Solicitud de servicios en modalidad de telemedicina
Salidas	Prestación de servicios a través de telemedicina
Proceso	El médico de referencia solicita servicio, es verificado el contrato y la disponibilidad de servicio, se agenda el servicio, médicos en la IPS de referencia verifican servicios por prestar, médico remitior envía información, la INIS la retransmite, la IPS de referencia presta el servicio, médico de referencia envía información a la IPS remitora.
Precondiciones	Historia clínica, paciente creado en las IPS involucradas, IPS conectadas a la INIS, contrato de servicio,
Poscondiciones	Servicio prestado
Efectos colaterales	Negación del servicio
Prioridad	Alta
Rol que lo ejecuta	Todos los roles

Tabla 25. Requisito de compartir exámenes

Id requerimiento	I-002
Descripción	Compartir exámenes
Entradas	Imágenes, exámenes, patologías
Salidas	Resultados anexos y transmitidos
Proceso	IPS remitora solicita servicio de examen, la INIS gestiona la autorización del servicio, paciente es remitido, el examen es tomado y registrado, la IPS de referencia transmite la información.
Precondiciones	Historia clínica, orden de servicio, paciente creado en las IPS involucradas, IPS conectadas a la INIS.
Poscondiciones	Exámenes transmitidos
Efectos colaterales	Negación de la orden
Prioridad	Alta
Rol que lo ejecuta	Médicos y auxiliares administrativos

Tabla 26. Requisito transferencia de registros administrativos

Id requerimiento	I-003
Descripción	Transferencia de registros administrativos
Entradas	Autorización de servicio, remisiones, copago, factura.
Salidas	Documentos administrativos transmitidos
Proceso	IPS remitora solicita documentos a IPS de referencia a través de la INIS, la IPS de referencia envía los documentos la INIS entrega los documentos.
Precondiciones	Documentos administrativos creados
Poscondiciones	Documentos administrativos transmitidos.
Efectos colaterales	Negación de documentos.
Prioridad	Alta
Rol que lo ejecuta	Usuarios administrativos

Tabla 27. Requisito de reporte a entidades de control

Id requerimiento	I-004
Descripción	Reporte entidades de control
Entradas	Reportes
Salidas	Certificado de reporte
Proceso	Las IPS construyen el reporte, especifican en la INIS el reporte a rendir, sube el reporte con base al formato establecido, la INIS verifica el formato, la INIS envía la certificación del reporte.
Precondiciones	Reporte con formato adecuado
Poscondiciones	Reporte transmitido, certificado de reporte.
Efectos colaterales	Inconsistencia en el reporte
Prioridad	Baja
Rol que lo ejecuta	Usuarios administrativos

Tabla 28. Requerimiento de interconexión de equipos biomédicos

Id requerimiento	I-005
Descripción	Interconexión de Equipos Biomédicos
Entradas	Datos de equipo biomédico.
Salidas	Datos de equipo biomédico.
Proceso	IPS remitora solicita servicio, la INIS gestiona la autorización, la IPS de referencia envía resultados de equipo biomédico.
Precondiciones	Contrato de servicio, IPS conectadas a la INIS
Poscondiciones	Datos transferidos
Efectos colaterales	Negación del servicio
Prioridad	Baja
Rol que lo ejecuta	Médicos y enfermeros

Tabla 29. Requisito de transformación de mensajes HL7

Id requerimiento	R-001
Descripción	Transmisión de información con estándar HL7
Entradas	Información clínica y administrativa.
Salidas	Información clínica y administrativa bajo el estándar HL7
Proceso	Las IPS transmiten información alojada en los HIS, el componente de interfaz mapea la información al mensaje HL7 V3 o CDA adecuado, la interfaz transfiere los datos a la INIS.
Precondiciones	Datos del HIS
Poscondiciones	Mensaje HL7 o CDA.
Efectos colaterales	Inconsistencia en los mensajes.
Prioridad	Alta
Rol que lo ejecuta	Usuarios administrativos

Tabla 30 Requisito uso de SOA.

Id requerimiento	R-002
Descripción	Uso de SOA
Entradas	Servicios y procesos del negocio.
Salidas	Publicación de servicios
Proceso	Las IPS acceden y ofrecen servicios y/o procesos del negocio a través de su publicación y usando estándares como de SOAP, HTTP, FTP , etc.
Precondiciones	Servicios de transporte implementados
Poscondiciones	Publicación de servicios en la INIS
Efectos colaterales	Servicios incompatibles
Prioridad	Alta
Rol que lo ejecuta	IPS

C.2 verificación de requisitos con prueba piloto.

El escenario seleccionado para la prueba piloto permite adaptarse fácilmente a otros escenarios tales como resultados de laboratorio, resultado de imágenes diagnósticas, entre otros. Debido a que no es fácil poner en funcionamiento al prototipo con las dos IPS colaboradoras es necesario optar por ampliar la prueba a laboratorios que ofrecen servicios al HSLV y el servicio de imágenes de la clínica la estancia.

La prueba piloto establecida ofrece la posibilidad de probar algunos de los requisitos descritos. A continuación son presentadas funcionalidades que evidencian el cumplimiento de requisitos requeridos en la prueba piloto.

C.2.1 Autenticación de usuario.

Aplica para los requisitos N-002, NF-002 y N-003, ofreciendo la seguridad en el acceso a los servicios y al reporte de información, ver figura 52.

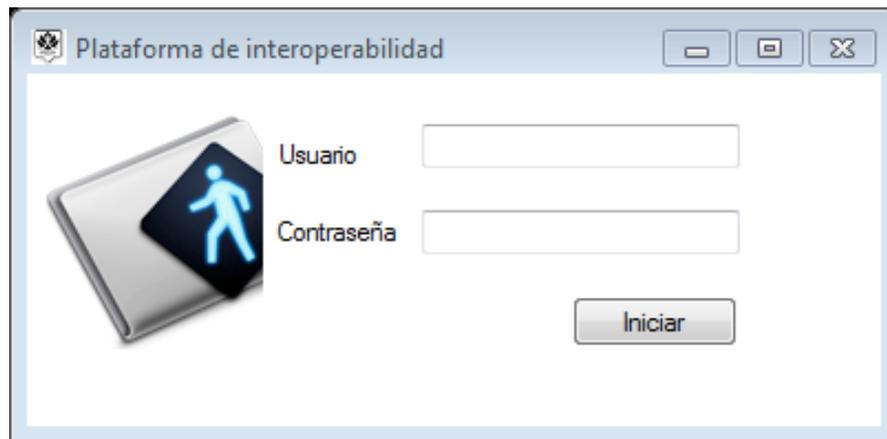


Figura 52. Autenticación de usuario

C.2.2. Solicitud de Servicios.

Aplica para los requisitos I-001, R-001 I-002, I-003 y I-004, permitiendo a las IPS solicitar servicios que serán atendidos por otras IPS, la figura 53 presenta el listado de servicios que requieren ser atendidos por un laboratorio de referencia para el HSLV.

Selección	Paciente	Servicio	Descripción	Fecha
34564726	AVENDAÑO CHICANGANA	FETO Y PLACENTA	SE ENVIA FETO PRODUCTO DE ABORTO RETENIDO	28-02-2012 9:06:48
1061709209	SIRLENY LOPEZ NOREÑA	VAGINAL FUNCIONAL	CADA MUESTRA	28-02-2012 9:13:52
31854205	ESLENDY VEGA ZUÑIGA	ESTUDIO CON TINCIONES DE RUTINA	LESIONES CUTANEAS HIPERPIGMENTADAS	28-02-2012 9:35:12
25670481	MAURA JANETH CHICANGANA JIMENEZ	VAGINAL FUNCIONAL	CADA MUESTRA	28-02-2012 9:44:00
25670481	MAURA JANETH CHICANGANA JIMENEZ	ESTUDIO CON TINCIONES DE RUTINA		28-02-2012 9:44:00
1064432570	JENIFER PAOLA OTERO OTERO	VAGINAL FUNCIONAL	CADA MUESTRA	28-02-2012 9:57:49
1059447816	FRANCY MAYOLI HURTADO PINILLO	FETO Y PLACENTA	ABORTO PROVOCADO	28-02-2012 10:18:01

Respuesta Examen:

Paciente: Fecha Examen:

Usuario: [Cerrar sesión](#)) 999 VELEZ GONZALEZ DAMARYS DEL CARMEN

[Deshacer](#) [Guardar](#)

Puede acelerar la exploración si deshabilita complementos. [Elegir complementos](#) [Preguntarme más tarde](#) x

Figura 53 . Listado de servicios solicitados

C.2.3 Servicios web publicados en plataforma única.

Aplica para los requisitos R-002 y NF-001 permitiendo utilizar una plataforma orientada a servicios, de tal forma que pueda adaptarse fácilmente a las interfaces de las IPS y disminuya la complejidad de las mismas. La figura 54 presenta la publicación de los servicios requeridos en la prueba piloto.



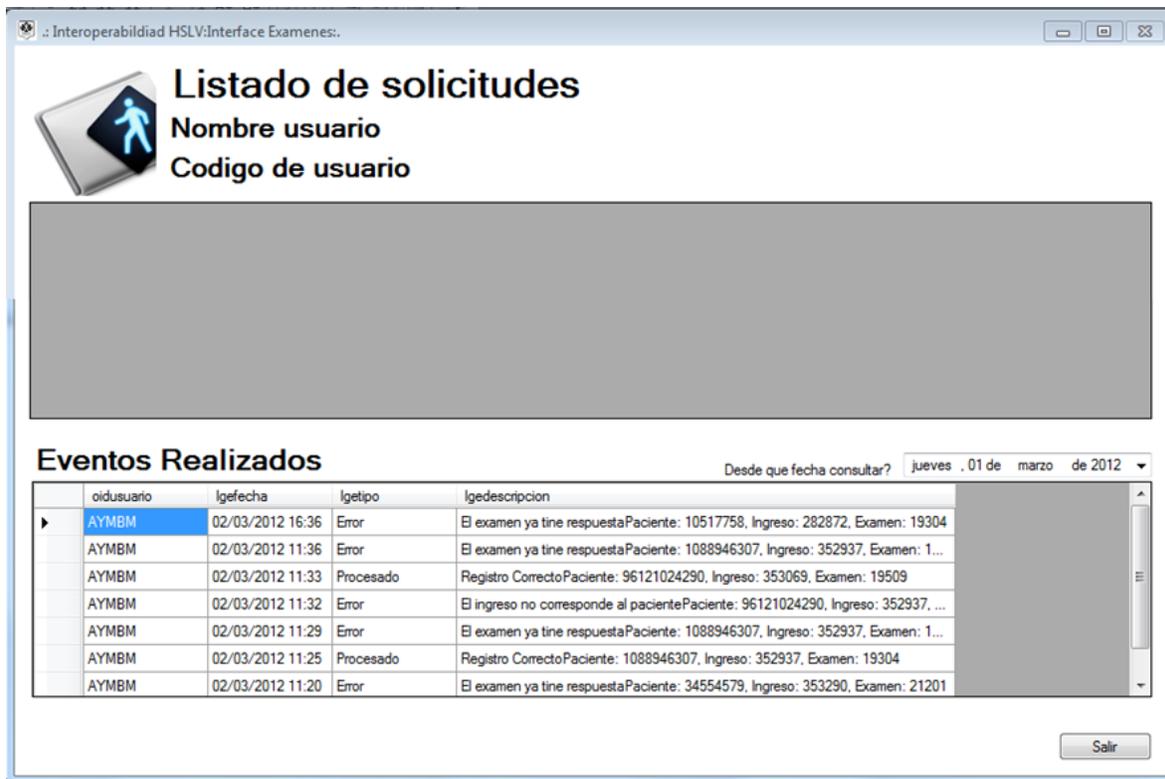
Figura 54. Servicios Web publicados en la INIS.

C.2.4 Formato XML de resultados y Verificación de información

Aplica para los requisitos I-001, R-001, I-002, I-003, I-004, NF-001, NF-002 y NF-003, ya que construyen mensajes estándar en formato XML reconocidos por las IPS tanto de referencia como las remisoras, además ofrece el servicio de verificación de datos, permitiendo identificar errores que ocasionen la ilegibilidad y veracidad de los datos transmitidos. Las figuras 55 y 56 evidencian la elaboración del mensaje y la verificación del mismo frente a la INIS.

```
<?xml version="1.0" encoding="utf-8"?>
<HCCLResultadoServicio xmlns:xsi="http://www.w3.org/2001/XMLSchema-instance" xmlns:xsd=
"http://www.w3.org/2001/XMLSchema" Paciente="34655666" Ingreso="122222"CodigoServicio=
"19304" FechaExamen="2011-08-09T00:12:00" FechaResultado="2011-08-09T04:55:00" CodigoMedico
="AYMBM" NombreMedico="ALIX YAMILET MUÑOZ BURBANO" ResultadoExamen="RECUESTO LEUCOCITOS
Resul: 22.82 Unid: 10 /ul Refe: 5.00-10.00&#xD;NEUTROFILOS Resul: 21.06 Unid: K/ul Refe:
2.00-6.90&#xD;LINFOCITOS. Resul: 1.01 Unid: K/ul Refe: 1.00-4.80&#xD;MONOCITOS. Resul:
0.65 Unid: K/ul Refe: 0.00-0.90&#xD;EOSINOFILOS Resul: 0.07 Unid: K/ul Refe:
0.00-0.70&#xD;BASOFILOS. Resul: 0.03 Unid: K/ul Refe: 0.00-0.20&#xD;NEUTROFILOS %. Resul:
92.44 Unid: % Refe: 37.00-75.00&#xD;LINFOCITOS %. Resul: 4.44 Unid: % Refe:
10.00-50.00&#xD;MONOCITOS %. Resul: 2.84 Unid: % Refe: 0.00-12.00&#xD;EOSINOFILOS %.
Resul: 0.34 Unid: % Refe: 0.00-7.00&#xD;BASOFILOS% Resul: 0.14 Unid: % Refe:
0.00-2.50&#xD;RECUESTO TOTAL DE GLOBULOS ROJOS Resul: 2.76 Unid: M/ul Refe:
4.69-6.20&#xD;HEMOGLOBINA Resul: 8.32 Unid: g/dL Refe: 13.50-18.10&#xD;HEMATOCRITO. Resul:
24.82 Unid: % Refe: 40.00-54.00&#xD;VOLUMEN CORPUSCULAR MEDIO Resul: 89.90 Unid: fL Refe:
80.00-97.00&#xD;MCH Resul: 30.10 Unid: pg Refe: 27.00-32.00&#xD;MCHC Resul: 33.50 Unid:
g/dL Refe: 32.00-36.40&#xD;PLAQUETAS Resul: 462.0 Unid: K/ul Refe: 150.0-450.0&#xD;RDW-SD
Resul: 48.8 Unid: fL&#xD;RDW-CV. Resul: 15.41 Unid: % Refe: 11.60-15.50&#xD;MPV Resul:
9.00 Unid: fL&#xD;OBSERVACIONES Resul: .&#xD;" TipoSolicitud="Examen" />
```

Figura 55. Mensaje de laboratorio en formato XML



Interoperabilidad HSLV:Interface Exámenes.

Listado de solicitudes

Nombre usuario
Codigo de usuario

Eventos Realizados

Desde que fecha consultar? jueves . 01 de marzo de 2012

oidusuario	Igefecha	Igetipo	Igedescripcion
AYMBM	02/03/2012 16:36	Error	El examen ya tine respuestaPaciente: 10517758, Ingreso: 282872, Examen: 19304
AYMBM	02/03/2012 11:36	Error	El examen ya tine respuestaPaciente: 1088946307, Ingreso: 352937, Examen: 1...
AYMBM	02/03/2012 11:33	Procesado	Registro CorrectoPaciente: 96121024290, Ingreso: 353069, Examen: 19509
AYMBM	02/03/2012 11:32	Error	El ingreso no corresponde al pacientePaciente: 96121024290, Ingreso: 352937, ...
AYMBM	02/03/2012 11:29	Error	El examen ya tine respuestaPaciente: 1088946307, Ingreso: 352937, Examen: 1...
AYMBM	02/03/2012 11:25	Procesado	Registro CorrectoPaciente: 1088946307, Ingreso: 352937, Examen: 19304
AYMBM	02/03/2012 11:20	Error	El examen ya tine respuestaPaciente: 34554579, Ingreso: 353290, Examen: 21201

Salir

Figura 56. Verificación de datos en mensajes

Anexo D

Validación de requisitos con prueba piloto

D.1 Introducción

En la elaboración de propuesta para lograr la interoperabilidad entre las IPS de Colombia fue necesario (i) estudiar el estado del arte relacionado, para identificar la tecnológica y conceptos recomendados para la interoperabilidad entre HIS, (ii) construir la caracterización general de las IPS con base en las necesidades de interoperabilidad, los HIS utilizados y la normatividad relacionada, (iii) diseñar el modelo arquitectónico de Interoperabilidad acorde a la caracterización y las tecnológicas recomendadas y (iv) elaborar un prototipo basado en el modelo propuesto, para el cual fue escogido el proceso de negocio de referencia de pacientes por los componentes más importantes del modelo arquitectónico..

Este capítulo aborda la validación del modelo arquitectónico propuesto utilizando el método de ingeniería de requisitos, para el cual fue necesario realizar la identificación de requisitos, la validación con base en el prototipo desarrollado y la prueba piloto. La validación determina el nivel de aproximación del desarrollo a implementar frente a los requisitos que están determinados. Para el presente proyecto lo anterior representa la validez del modelo propuesto representado a través del prototipo frente a la caracterización general de las IPS. Como resultado de la validación son generadas las recomendaciones a tener en cuenta en una fase de desarrollo e implantación de la INIS las cuáles fueron obtenidas en base al modelo arquitectónico propuesto.

La validación del modelo es descrita de la siguiente manera (i) prueba piloto, (ii) pruebas de funcionamiento, (iii) proceso de validación (iii) recomendaciones y (iv) conclusiones.

D.2 Descripción de la prueba piloto

Con el fin de validar el modelo arquitectónico es constituida una prueba piloto basada en el escenario de interconsulta descrito en el anexo A, el cual involucra proceso de negocio como el préstamo de historia clínica, referencia y contrareferencia de pacientes, autorización de servicios, etc. Es importante garantizar un escenario similar a la realidad del proceso de atención clínica, por tal razón fue necesaria la colaboración de dos IPS y de la aseguradora. Las instituciones que participaron en el piloto fueron: (i) Hospital Susana López E.S.E (HSLV), (ii) Clínica la Estancia (CLE), y (iii) Secretaria de Salud Departamental del Cauca (SSDC).

Cada institución tuvo un papel específico tal como es observado en la figura 57. El HSLV fue establecido como IPS remitora, la CLE como IPS de referencia y la SSDC como la aseguradora ya que realiza la autorización de servicios de salud a pacientes del régimen subsidiado⁵¹. Las tres instituciones cumplen con los requisitos técnicos establecidos en el capítulo anterior para adaptarse adecuadamente con la INIS.

Como muestra la figura 57 el proceso de atención clínica es complejo ya que requiere tanto de procesos asistenciales como administrativos e involucra otras instituciones para la autorización de servicios y para la prestación de los mismos. El HSLV, como fue descrito en capítulos anteriores, es una IPS de segundo nivel y la CLE es de tercer nivel, de tal forma que existen servicios que ofrece la CLE que no pueden ser ofertados por el HSLV. El caso particular de la prueba piloto consiste en ofrecer el servicio de interconsulta, en la modalidad de telemedicina, a pacientes hospitalizados en el HSLV de régimen subsidiado. Existen situaciones en donde la interconsulta no requiere de la presencia física del paciente y son

⁵¹ mecanismo mediante el cual la población más pobre, sin capacidad de pago, tiene acceso a los servicios de salud a través de un subsidio que ofrece el Estado. Más información en (www.saludcapital.gov.co/Paginas/RegimenSubsidiado.aspx)

estos casos los que fueron tomados de referencia para realizar la prueba piloto. Aun así es necesaria la transferencia de los registros clínicos electrónicos del paciente, de tal forma que el médico de referencia logre obtener todos los datos necesarios para realizar adecuadamente la consulta (Historia clínica, exámenes de laboratorio, imágenes diagnósticas, etc.). Para la prueba piloto fue transferido el folio⁵² de evolución realizado por el médico especialista, responsable del cuidado y del tratamiento del paciente en la IPS remitora.

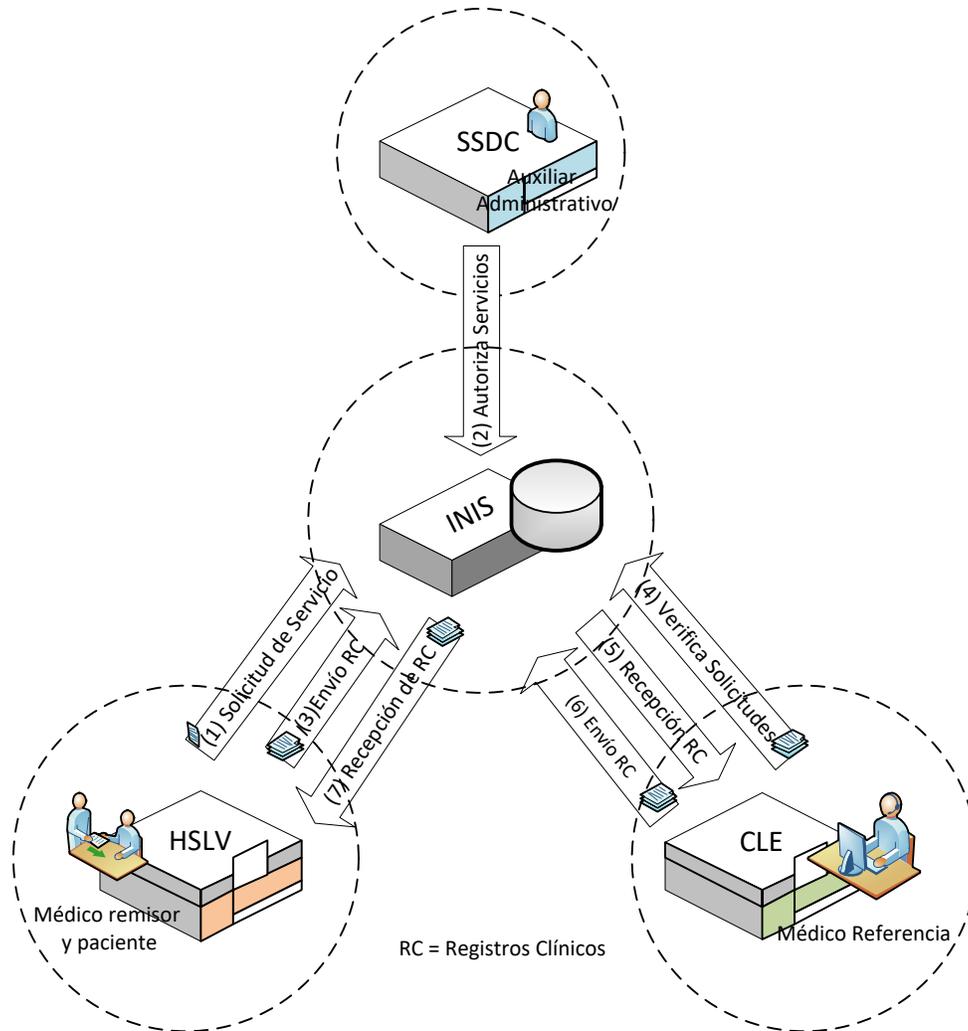


Figura 57. Escenario de interconsulta a través de la INIS

Fueron definidas tres condiciones que permitieron lograr el funcionamiento de la prueba piloto, (i) que el paciente este creado en los dos HIS correspondientes a

⁵² Folio, corresponde a cada evento de atención médica registrado en la historia clínica.

las dos IPS, (ii) que la SSDC autorice la prestación del servicio en la CLE y (iii) que exista un contrato de servicios entre las dos IPS.

D.3 Pruebas de funcionamiento

El prototipo está enfocado en dar solución a las necesidades ya planteadas en la caracterización, específicamente pensado en ofrecer mecanismos para intercambiar los documentos clínicos necesarios para realizar una interconsulta entre las IPS que colaboraron en el desarrollo de la prueba piloto.

La IPS HSLV cuenta con un HIS que administra información asistencial y administrativa, la cual deberá ser transmitida a la IPS de referencia, en este caso la CLE, donde será presentada la información enviada por la IPS remitora. Ninguna de las IPS cuenta con sistemas o mecanismos capaces de intercambiar información entre ellos, lo que implicó implementar las interfaces en cada una de las IPS. Es de aclarar que el prototipo es enfocado a interconsultas, donde solo se requiere del folio de Historia Clínica donde fue descrito el estado del paciente y el motivo de la interconsulta, además que no requiere de la presencia del paciente.

Los siguientes pasos fueron realizados para demostrar el funcionamiento del prototipo: (i) elaboración del folio de solicitud de interconsulta, (ii) realización de la solicitud de la interconsulta, (iii) realización de la autorización del servicio (iv) envío de la Historia Clínica a la IPS de referencia (v) envío de la respuesta a la interconsulta.

El médico remitente en un folio destinado para la remisión del paciente transcribe los datos necesarios para la interconsulta y la especialidad a la que desea consultar, la figura 58 presenta el folio diligenciado.

Historia Clínica Evolución		PAGINA: 1/11
N° de Historia Clínica:	XXXXXXXXXXXXXXXXXX	Ingreso: Folia: 6
Nombre del Paciente:	XXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXX	
Fecha de Ingreso:		Fecha de Registro: XXXXXXXXXXXXXXXX
Area de Servicio:	URGENCIAS GINECOLOGIA	XXXXXXXXXX
Historia Clínica Evolución		
<p>EVOLUCION PACIENTE CON DIAGNOSTICO DE ABORTO SEPTICO, A DESCARTAR MASA OVARICA: ECTOPICO??. SE ENCUENTRA EN OBSERVACION CLINICA ESTRICTA. ESTA PENDIENTE TOMA DE ECO TV URGENTE PARA DEFINIR CONDUCTA PERO NO HA SIDO POSIBLE LOCALIZAR AL RADIOLOGO DE TURNO. SE ORDENO MANTA TERMICA PARA MANTENER TEMPERATURA CORPORAL. EN EL MOMENTO ESTABLE, AQUEJA AUN DOLOR INTENSO ABDOMINAL. HAY PALIDEZ MUCOCUTANEA Y FRIALDAD DISTAL. AL EXAMEN FISICO CONSCIENTE, ORIENTADA EN LAS 3 ESFERAS, CON TA 90/50 FC 80 POR MINUTO FR 20 AFEBRIL. MUCOSAS PALIDAS PERO HUMEDAS. CARDIOPULMONAR SIN ALTERACIONES. ABDOMEN DISTENDIDO, PERISTALTISMO AUSENTE, BLUMBERG POSITIVO. LA PACIENTE CASI NO SE DEJA EXAMINAR POR EL DOLOR. GU: SE OMI TE EXTREMIDADES: FRIAS, SIN EDEMAS NEUROLOGICO SIN DEFICIT PLAN: VER ORDENES MEDICAS. PIECOGRAFIA TV Y REVALORACION POR G/O CON RESULTADOS</p>		
Diagnóstico		
O065	ABORTO NO ESPECIFICADO: COMPLETO O NO ESPECIFICADO, COMPLICADO CON INFECCION GENITAL Y PELVIANA	<input checked="" type="checkbox"/> Principal
	ABORTO SEPTICO, A DESCARTAR MASA OVARICA VS ECTOPICO??	
R100	ABDOMEN AGUDO	<input type="checkbox"/> Principal
Indicación Médica		
<p>NADA VIA ORAL CAMILLA CON BARANDAS EN ALTO ACOMPAÑANTE PERMANENTE LEV DE MANTENIMIENTO: 2500 CC PARA 24 HORAS CONTROL EXTRICTO CADA 2 HORAS DE SIGNOS VITALES VIGILAR ESTABILIDAD HEMODINAMICA Y EVOLUCION DEL DOLOR MANTENER CON CALOR LOCAL: COBUJA TERMICA ANTIBIOTICOS FORMULADOS CONTROL ESTRICTO DE LA ILE PIRESUULTADO DE PARA CLINICOS (YA FUERON TOMADOS) CONTROL DE SIGNOS VITALES E INFORMAR CAMBIOS</p>		

Figura 58. Historia Clínica de paciente a remitir desde el HSLV.

Posteriormente la interfaz determina que es necesaria una interconsulta y envía una solicitud para su respectiva autorización, la figura 59 muestra como la aseguradora visualiza las solicitudes por autorizar.

www.bics.co/autoriza localhost

Paciente: XXXXXXXXXXX XXXXXXXX
 IPS Remisora: Hospital Susana López de Valencia
 IPS Referencia: Clínica la Estancia
 Se autoriza el servicio: Autoriza

Descripción

Se autoriza el servicio a nivel 3 para interconsulta con medicina interna, entregar la documentación

Guardar

Figura 59. Autorización de servicios

Después de recibir respuesta a la autorización la interfaz en la IPS remitora envía la Historia Clínica a la IPS de referencia, la figura 60 presenta la Historia clínica mapeado a un CDA, de tal forma que sea visualizado por la IPS de referencia.

The screenshot shows a web browser window displaying a patient record for Hospital Susana Lopez de Valencia E.S.E. The record includes patient information, a diagnosis, medical evolution, and medical indications. To the right, a Notepad window displays an XML document, which is a CDA (Clinical Document Architecture) document. The XML document contains structured data corresponding to the patient record, including patient identifiers, dates, and medical history details.

Figura 60. Autorización de servicios

En la IPS de referencia, posterior a la revisión de la Historia, el médico asignado realiza la respuesta a la interconsulta y la interfaz es la encargada de transferir la Historia clínica con la respuesta en un CDA.

Para cada interfaz fue necesario acceder a la información almacenada en las bases de datos de cada IPS, para esta actividad los ingenieros de soporte de cada IPS colaboraron con el acceso a los datos y la elaboración de las consultas SQL a integrar en la interfaz, más información sobre el desarrollo revisar el anexo A del presente trabajo.

Para lograr el funcionamiento del prototipo en un escenario real hay que considerar otras actividades específicas las cuales deben ser avaladas por los comités de ética e investigación de cada IPS, lo cual dificulta cualquier intento de prueba sobre casos reales. Sin embargo, en acuerdo con la IPS HSLV y evidenciando las necesidad de obtener digitalmente los resultados de laboratorios, con los cuales tiene servicios externos, adaptándose al prototipo a este caso real, el cual es similar, pero no requiere la autorización de servicios, debido a que es basado en el contrato de servicios. La figura 61 presenta el resultado de un examen solicitado al laboratorio especializado Martha Perdomo y el tratamiento al archivo de respuesta.

```
<?xml version="1.0" encoding="UTF-8"?>
<HCCLRResultadoServicio TipoSolicitud="Examen"
ResultadoExamen=" ESPECIMEN RECIBIDO Resul:
SANGRE GERMEN AISLADO Resul: Negativo al dia
primero de incubacion con resina "
NombreMedico="MARTHA CECILIA PERDOMO
CABRERA"CodigoMedico="MCPC"
FechaResultado="2012-05-09T10:17:31"
FechaExamen="2012-05-08T12:45:00"
CodigoServicio="19514" Ingreso=" 378156"
Paciente="100297551601"
xmlns:xsd="http://www.w3.org/2001/XMLSchema"
xmlns:xsi="http://www.w3.org/2001/XMLSchema
-instance"/>
```

Eventos Realizados				Desde que fecha consultar?
oidusuario	Igfecha	Igetipo	Igedescripcion	mércoles, 02 de mayo de 2012
MCPC	03/05/2012 11:01	Procesado	Registro CorrectoPaciente: 106153171601, Ingreso: 374704, Examen: 19514	
MCPC	03/05/2012 11:01	Procesado	Registro CorrectoPaciente: 9509242551601, Ingreso: 374977, Examen: 19514	
MCPC	03/05/2012 11:01	Procesado	Registro CorrectoPaciente: 1109547942, Ingreso: 375341, Examen: 19514	
MCPC	03/05/2012 11:01	Procesado	Registro CorrectoPaciente: 1061756126, Ingreso: 375400, Examen: 19514	
MCPC	03/05/2012 11:01	Procesado	Registro CorrectoPaciente: 1060799869, Ingreso: 375501, Examen: 19514	
MCPC	03/05/2012 11:01	Error	No existe solicitud del para el ingreso o pacientePaciente: 9604110933201, Ingreso: 376009, Examen: 19...	
MCPC	03/05/2012 11:01	Procesado	Registro CorrectoPaciente: 105896531902, Ingreso: 375983, Examen: 19514	

Figura 61. Transferencia de resultados

Finalmente es procesado el resultado y como puede observarse en la figura 62 es visualizado por el HIS del HSLV, donde garantiza la confiabilidad de la información al usar códigos CUPS en la identificación de los servicios.

Figura 62. Revisión de resultados de laboratorio en Historia clínica

Hasta la fecha después de una semana de implementación de la interfaz han solicitado 240 resultados de los cuales 74 han sido respondidos a través de la interfaz implementada aumentando la oportunidad en la entrega de resultados, disminuyendo el uso de papel y el error humano en el momento de transcribir los resultados

D.4 Proceso de validación de requisitos

Para realizar la validación de requisitos del modelo arquitectónico propuesto fue utilizado el método de ingeniería de requisitos. Por tanto para realizarlo el modelo arquitectónico debe cumplir con las fases comunes que la ingeniera de requisitos establece, las cuales son realizadas con el inicio (proceso de caracterización) y el

fin (proceso de validación) del ciclo de vida del presente proyecto, tal como lo presenta la figura 63.



Figura 63. Ingeniera de requisitos en el ciclo de vida del desarrollo de software, tomada de (Durán Toro, 2000)

Las primeras dos fases del proceso son armonizadas con las encuestas de identificación de necesidades y la caracterización. La fase de validación fue realizada frente a los requisitos obtenidos de la caracterización, el prototipo desarrollado y la prueba piloto acordada.

D.4.1 Validación de requisitos

La validación de requisitos fue realizada con base en los requisitos funcionales y no funcionales previamente establecidos. Para la validación fueron utilizados dos técnicas que son: (i) verificación por lista de chequeo y (ii) verificación de requisitos con prototipo.

Es complejo implementar todos los servicios requeridos en la INIS, por factores como el tiempo de desarrollo, el trabajo con grupos interdisciplinario y la adaptación de los HIS a la infraestructura. Teniendo en cuenta el alcance del presente proyecto y los recursos disponibles fue posible poner en práctica la prueba piloto, la cual permitió validar ciertos requisitos a través de preguntas claves obtenidas de cada requisito, tal como es presentado en la tabla 31.

Tabla 31. Lista de preguntas para la verificación

Requisito	Verif. con prototipo	Pregunta
N-001	X	¿Existe mecanismos que gestionen el proceso de referencia y contrareferencia de pacientes, e involucre las IPS y la aseguradora?
N-002	X	¿Se han establecido reglas para el acceso a la información, teniendo de referencia la normatividad colombiana?
N-003		¿Se han implementado mecanismos para firmar digitalmente los registros intercambiados?
N-004	X	¿El modelo Arquitectónico propuesto presenta componentes que permitan la prestación de servicios a través de la modalidad de telemedicina?
I-001	X	¿Se cuenta con la capacidad de compartir documentos clínicos entre las IPS?
I-002		¿Se cuenta con la capacidad de compartir resultados de exámenes entre las IPS?
I-003	X	¿El modelo presenta mecanismos para el intercambio de documentos administrativos?
I-004		¿A través de la implementación del modelo propuesto es posible lograr la realización del reporte a entidades de control?
I-005		¿Es posible interconectar equipos biomédicos para la prestación de servicios de salud que lo requieran?
R-001	X	¿El modelo arquitectónico propuesto intercambia registros utilizando el estándar de interoperabilidad HL7 v3?
R-002	X	¿La capacidad arquitectónica del modelo permite la publicación de servicios y la implementación de procesos del negocio?
NF-001	X	¿En el proceso del intercambio de información realizado sobre el modelo propuesto necesita de intervención humana para el entendimiento de la información?
NF-002	X	¿De qué forma asegurarse que la información intercambiada es accedida por las personas que realmente la requieren?
NF-003	X	¿Realmente la información intercambiada es legible, sin errores, completa y corresponde a la información original?

Cada pregunta representa el interés formal de su respectivo requisito, algunas lograron justificarse con base en el prototipo, proporcionando una evidencia funcional que muestra una aproximación real de lo que puede llegar a ser la INIS. La tabla 32 presenta el resultado obtenido en la validación.

Tabla 32. Resultados en la aplicación de lista de verificación

Requisito	Cumplido	Parcialmente	No cumple	Descripción
N-001	X			Fue establecido un componente encargado de la referencia y contrareferencia de pacientes, durante las pruebas piloto se simuló el proceso, a tal nivel de justificar acceso a la información y a los servicios. Información adicional encontrada en los anexos.
N-002		X		Existe un componente de autenticación, el cual permite verificar el nivel de acceso a la información, la identificación de servicios e información con base en roles y pertenencia a IPS. Respecto a la firma digital, cuenta con una información que facilita la construcción de la firma digital, con base en la firma logra identificarse el origen y el destinatario de la información. Es importante definir los mecanismos comunes para la firma digital, acorde a la normatividad relacionada.
N-003		X		Ofrece mecanismos que contribuyen a la prestación de servicios bajo la modalidad de telemedicina, actualmente hay normatividad que la regula, pero poco conocimiento y condiciones técnicas para la habilitación de esta modalidad. Frente a este requerimiento el prototipo logra enfocarse en la prestación de una interconsulta bajo la modalidad de telemedicina, lo cual es una fuerte evidencia de la utilización de la propuesta para dicho fin.
N-004		X		Bajo el estándar HL7 V3 se logró el intercambio de documentos clínicos, el componente diseñado para la interpretación de HL7 facilita la entrega de resultados de laboratorio, de imágenes y demás documentos clínicos que soporta el estándar. Respecto al prototipo se logró el intercambio de la evolución de un paciente en la historia clínica del HSLV y entregarla a la CLE en un CDA, también fue realizado el orden de servicios, la referencia y autorización bajo el mismo estándar. En los anexos es evidente el intercambio de documentos clínicos entre las dos IPS colaboradoras.
I-001	X			Para el reporte a entidades de control fue definido un componente que gestiona los formatos correspondientes a cada reporte y una bodega de datos donde es consolidada toda la información.
R-001	X			Específicamente existe un componente que desempeña la actividad de interconectar los equipos biomédicos, existen HIS que ya tiene integrados los resultados de equipos biomédicos y en estos casos logra interconectarlos hacia la INIS de la misma forma que en el escenario para resultados de laboratorio.
I-002	X			El modelo basado en ESB proporciona herramientas que permiten la publicación de servicios y la elaboración de procesos de negocios, ajustados a cada IPS, respecto al prototipo fue implementado sobre BizTalk server, permitiendo la orquestación de servicios y la publicación sobre un ESB.
I-003	X			
I-004	X			
I-005		X		
R-002	X			

Tabla 32. Resultados en la aplicación de lista de verificación (continuación)

NF-001	X			Las interfaces en las IPS son un requisito indispensable para el intercambio de información, por tal razón fue preciso implementar una interfaz estándar para cada IPS, capaz de configurar mensajes HL7 acorde al modelo de datos Institucional y el escenario en el cual participe. De esta forma es configurado un lenguaje común entre las IPS y la INIS, fortaleciendo la interoperabilidad, con la certeza que logra el intercambio de información sin la intervención humana.
NF-002	X			Estableciendo mecanismos de seguridad basados en la normatividad colombiana, de tal forma que solo acceda a la información intercambiada el usuario autorizado en la IPS, con el prototipo pudo evidenciarse que solo la IPS de referencia puede acceder a los documentos clínicos transmitidos por la IPS remitora, siempre y cuando exista de por medio la autorización de servicios, donde participa la aseguradora.
NF-003		X		Para lograr confiabilidad de la información es necesario garantizar niveles semánticos de interoperabilidad, de tal forma que exista concordancia de las mismas, soportada bajo un lenguaje común en Colombia. La literatura recomienda que para lograr interoperabilidad semántica es necesario utilizar ontologías de dominio, terminologías, vocabularios y clasificaciones y en Colombia, tal como fue especificado en el capítulo 3, solo existen clasificaciones, de tal manera que hasta cierto nivel de información cuenta con interoperabilidad semántica ejemplo (autorizaciones de servicios, ordenes médicas, indicaciones médicas, ordenes de medicamentos), ejemplos con niveles sintácticos (registros de signos vitales, algunos folios de historia clínica, registros de enfermería.)

D.4.2 Recomendaciones de la validación de requisitos

Con la validación es posible identificar errores y mejoras, permitiendo el mejoramiento continuo del modelo arquitectónico de interoperabilidad propuesto. Con base en la validación anterior fue posible realizar las siguientes recomendaciones.

1. Para lograr que el intercambio de información de las IPS cumpla con los requisitos de ley y las necesidades de las IPS debe considerarse integrar a médicos, enfermeros, auditores médicos, asesores jurídicos, expertos en facturación de servicios de salud y demás usuarios de la información. De tal forma que participen en la elaboración de los escenarios y la definición de mensajes HL7.

2. Debido a la confidencialidad de la información y a la necesidad de intercambiarla debe identificarse en cada escenario la forma de garantizar que el usuario que acceda a la información cumpla con las condiciones establecidas por la ley, con relación al manejo y custodia de la historia clínica.
3. La telemedicina es una modalidad que facilita el acceso a servicios médicos que no están al alcance de las IPS. Es indispensable determinar si el modelo propuesto cumple con las condiciones y herramientas para mediar la prestación de servicios bajo esta modalidad, para adaptar el modelo arquitectónico en una fase de refinamiento e implementación con las condiciones y herramientas identificadas.
4. Deben establecerse las especificaciones mínimas para el desarrollo de sistemas en el sector salud, al igual para los equipos biomédicos, de tal forma que cumplan los requisitos de interoperabilidad establecidos en el modelo arquitectónico propuesto.
5. Deben garantizarse niveles superiores de interoperabilidad (semánticos y de procesos) y para tal fin es necesario establecer terminologías y ontologías de dominio, basándose en las clasificaciones que son manejadas en Colombia.

D.6 Conclusiones.

Existen limitantes tecnológicas y normativas en Colombia, pero para un proceso de implementación es indispensable que estén resueltos, aun así es posible avanzar con modelos como el actualmente propuesto y normativas que regulan las necesidades actuales.

El modelo Arquitectónico ofrece solución a muchas necesidades de las IPS identificadas. Como todo proyecto de software debe cumplir con todo un proceso de aprobación y maduración durante todo el ciclo del desarrollo, de tal forma que a través del proceso de validación sean identificadas mejoras que fortalezcan cada vez más la solución. Con la validación del modelo arquitectónico es demostrada la coherencia entre la caracterización de las IPS y el modelo arquitectónico propuesto, tal como es descrito en la figura 64, donde establecen el cumplimiento a los requisitos identificados.

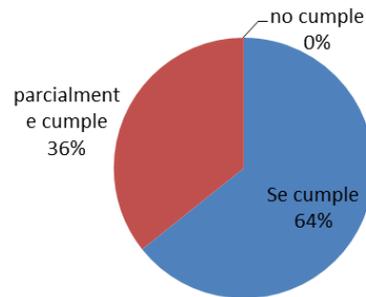


Figura 64. Porcentaje de cumplimiento a los requisitos

Tal como fue observado en la figura anterior el cumplimiento a los requisitos es del 100% distribuido en el 36% de forma parcial y el 64% lo cumple en su totalidad. El cumplimiento parcial representa el alcance semántico de la interoperabilidad, la prestación de servicios de telemedicina y la implementación de mecanismos relacionados con el acceso a la información, pero la razón por la cual no es cumplido totalmente tiene que ver con las limitaciones tecnológicas (adopción de estándares, terminológicas y la falta de ontologías) y la maduración de normativas que son relacionadas con el proyecto como tal.

De forma general puede concluirse que respecto a las IPS, actualmente no cuentan con interfaces formalizadas para el intercambio de información. Tal como es descrito en el capítulo 3, los métodos tradicionales de interoperabilidad trabajan a un nivel técnico, es momento de establecer interfaces para las IPS que soporten SOA y el estándar HL7, preferiblemente la versión 3, de esta manera mientras es difundido el estándar en Colombia puede avanzarse en la maduración del mismo y optimizar recursos, al no invertir en el mejoramiento de interfaces y actualización de los HIS. Colombia debe tomar la iniciativa de formalizar los modelos de reportes para el registro de información médica, siendo así coherentes con la resolución 1438 de 2011 y facilitando el uso de estándares para la transmisión de información.

Anexo E

Prototipo - Diseño de Arquitectura para el proceso de referencia de pacientes.

E.1. Referencia de pacientes.

Proceso necesario para la remisión del paciente entre IPS. Regulado a través del proceso de referencia y contrareferencia el cual establece el formato único de referencia de pacientes. Generalmente este proceso involucra a la IPS remitora y la de referencia bajo una misma red de prestación de servicios. La razón por la cual ha sido seleccionado este proceso es que facilita el uso de muchos de los componentes y estándares recomendados en el modelo arquitectónico y está regido por normatividad colombiana que establece el formato único de referencia de pacientes, también relaciona escenarios tales como interconsulta y exámenes de laboratorio con los cuales se ha validado el modelo y se ha hecho una implementación tecnológica.

El proceso de referencia inicia generalmente por la solicitud de remisión de un paciente que requiere atención más especializada en un nivel mayor de complejidad, así como presenta el diagrama de caso de uso en la figura 65, para lo cual la IPS de remitora debe diligenciar y enviar el formato de referencia de pacientes el cual incluye: (i) información demográfica, (ii) registros asistenciales y (iii) registro de afiliación. Es responsabilidad de la IPS de referencia recibir el documento de referencia de paciente y de acuerdo al estado de salud del paciente, la disponibilidad de servicio y la capacidad hospitalaria para recibir la remisión del paciente. Este proceso es requerido inicialmente para servicios como interconsulta y exámenes externos de pacientes, por tanto es obligatoria su aplicación en todas las IPS colombianas, además que desencadena otra serie de

procesos como comentar el paciente⁵³, la contrareferencia y autorización de servicios.

En ocasiones este proceso es mediado por el Centro Regulador de Urgencias y Emergencias (CRUE), principalmente con hospitales públicos de baja complejidad.

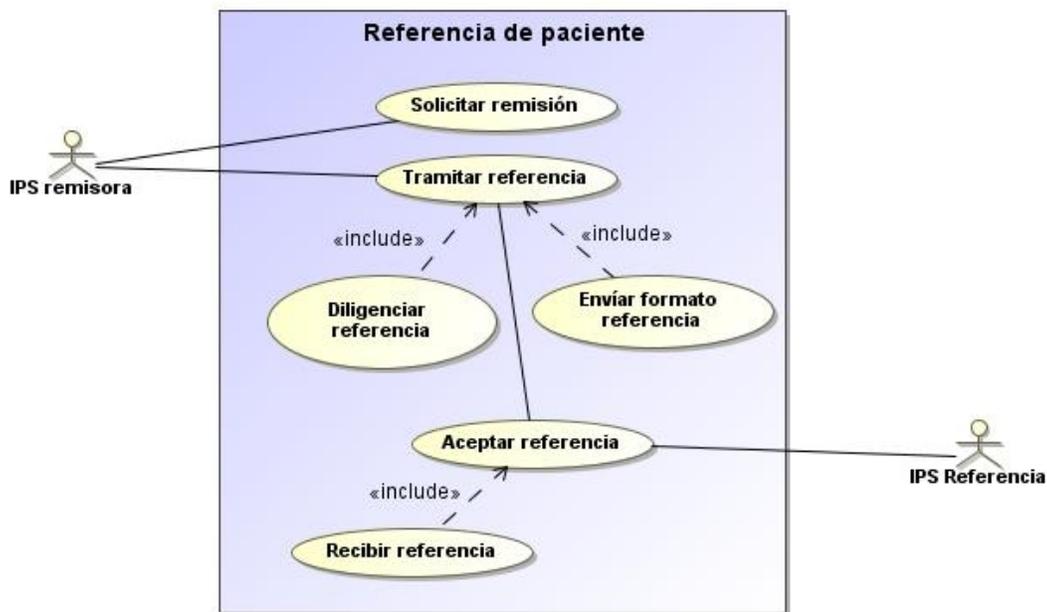


Figura 65. Caso de uso Referencia de pacientes

A continuación es presentada la transformación de una solución arquitectónica a partir del modelo arquitectónico propuesto en el Capítulo 4 para el escenario descrito.

E.2. Transformación del modelo arquitectónico.

Dentro del modelo arquitectónico existen muchos componentes, artefactos, servicios, tecnologías y necesidades que no aplican para el proceso de referencia, principalmente este proceso estaría dentro de los tele-servicios, representados en la figura 66.

⁵³ Comentar el paciente, corresponde al proceso clínico que realizan los médicos remisorios con los de referencia para tomar decisiones respecto al conducto y tratamiento de un paciente próximo a remitir.



Figura 66. Vista empresarial tele servicios (referencia)

El uso de información para el proceso de referencia es descrito en la figura 67. A partir de esta abstracción será definido el CDA para referencia de pacientes.

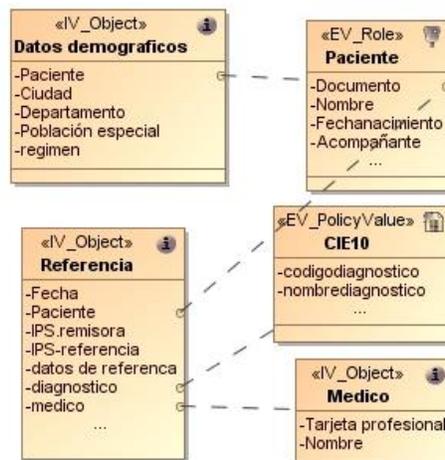


Figura 67. Vista de la información para referencia

E.3. Vista de la ingeniería.

Ofrece los componentes necesarios para brindar una solución al proceso de referencia, a partir de la vista computacional, desde la cual es realizado el proceso de transformación a partir de la correspondencia entre las mismas. Las figuras 68 y 69 corresponden a dos soluciones para el mismo proceso, pero con niveles de escalabilidad diferentes. La primera solución ha sido concebida para un escenario de menor escala, ideal para interoperar entre un conjunto pequeño de IPS, mientras que la segunda solución ofrece un diseño robusto, capaz de soportar la interoperabilidad a niveles nacionales.

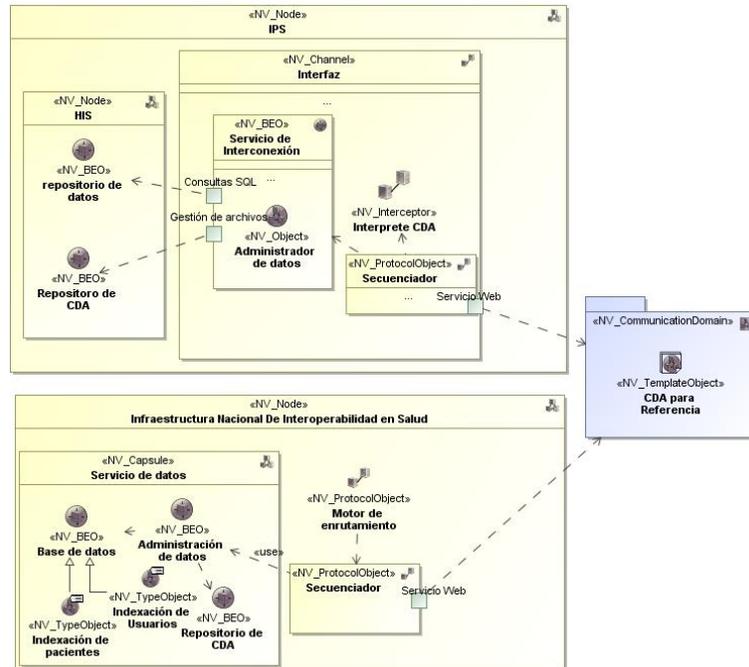


Figura 68. Vista de la ingeniería versión básica, ideal para una escala interinstitucional

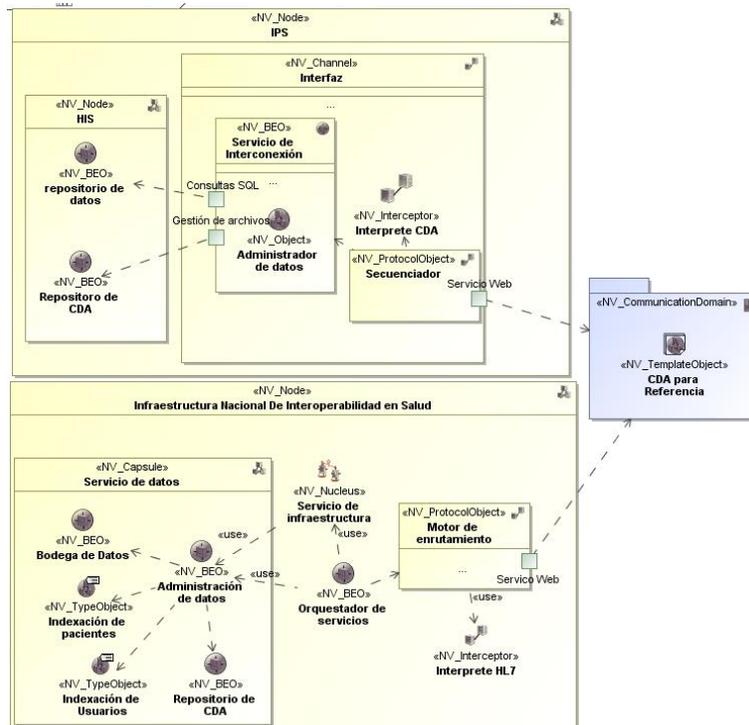


Figura 69. Vista de la ingeniería solución nacional

En cada solución es representada la distribución de componentes computacionales, determinando en qué lugar de la infraestructura han de ser implementados. Ha sido definido el estándar CDA para compartir este tipo de documento, que contiene información asistencial y administrativa.

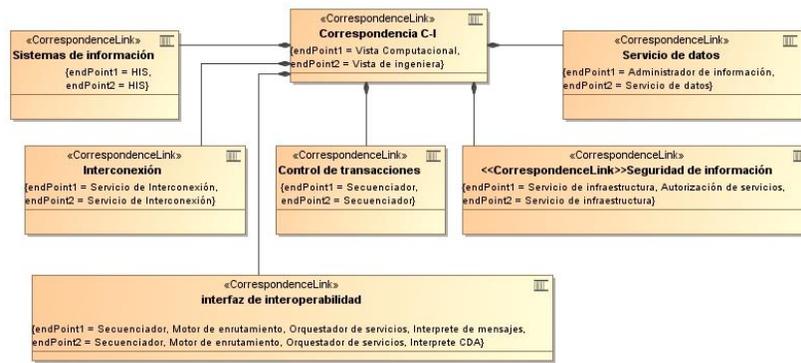


Figura 70. Correspondencia entre vista computacional y de la ingeniería

En general es posible escalar una solución básica a una nacional al contar con la distribución por componentes (vista de la ingeniería) y la base de correspondencia entre la vista computacional (modelo arquitectónico) y la vista de ingeniería, como la presentada en la figura 70.

E.3.1 Modelo dinámico para vista de la ingeniería

Son muchos los escenarios y procesos de negocio que involucra el sistema de salud colombiano, la caracterización y el modelo arquitectónico propuesto abordan la mayoría de ellos. Por tanto, para hacer una representación dinámica de la vista arquitectónica es descrito el proceso de referencia de pacientes, necesario para muchos otros procesos.

Las figuras 71 y 72 muestran el flujo de información entre las IPS de remitora y de referencia, a través de los componentes nacionales de interoperabilidad que realizan los procesos de transporte, interpretación y secuenciación de procesos. El registro de la referencia es mapeado a un CDA y transmitido por una interfaz adaptada a la IPS.

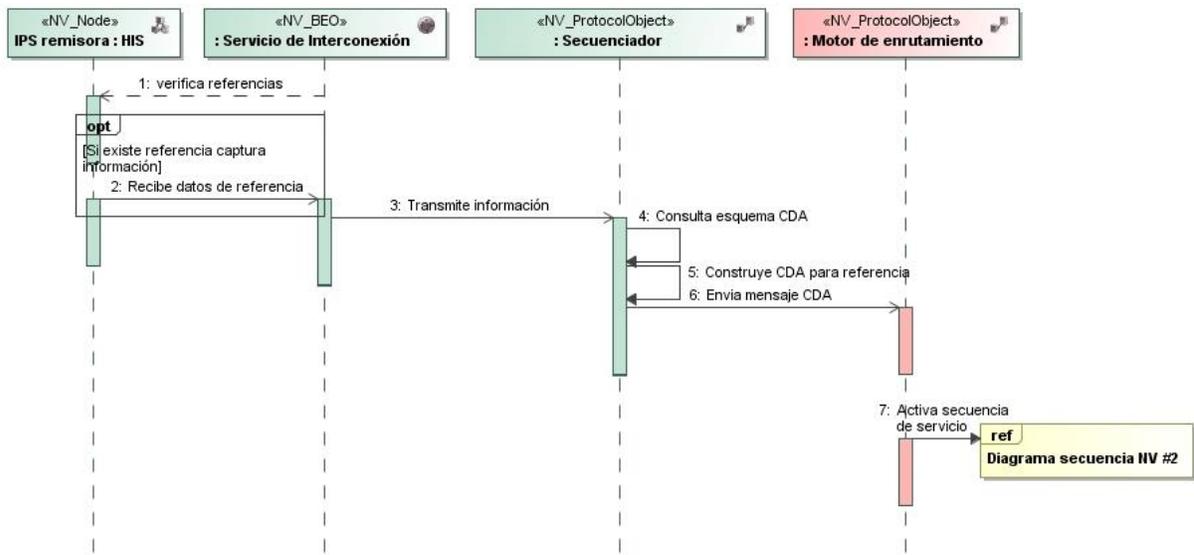


Figura 71.Modelo dinámico de vista de la ingeniería parte 1 (Diagrama secuencia NV #1)

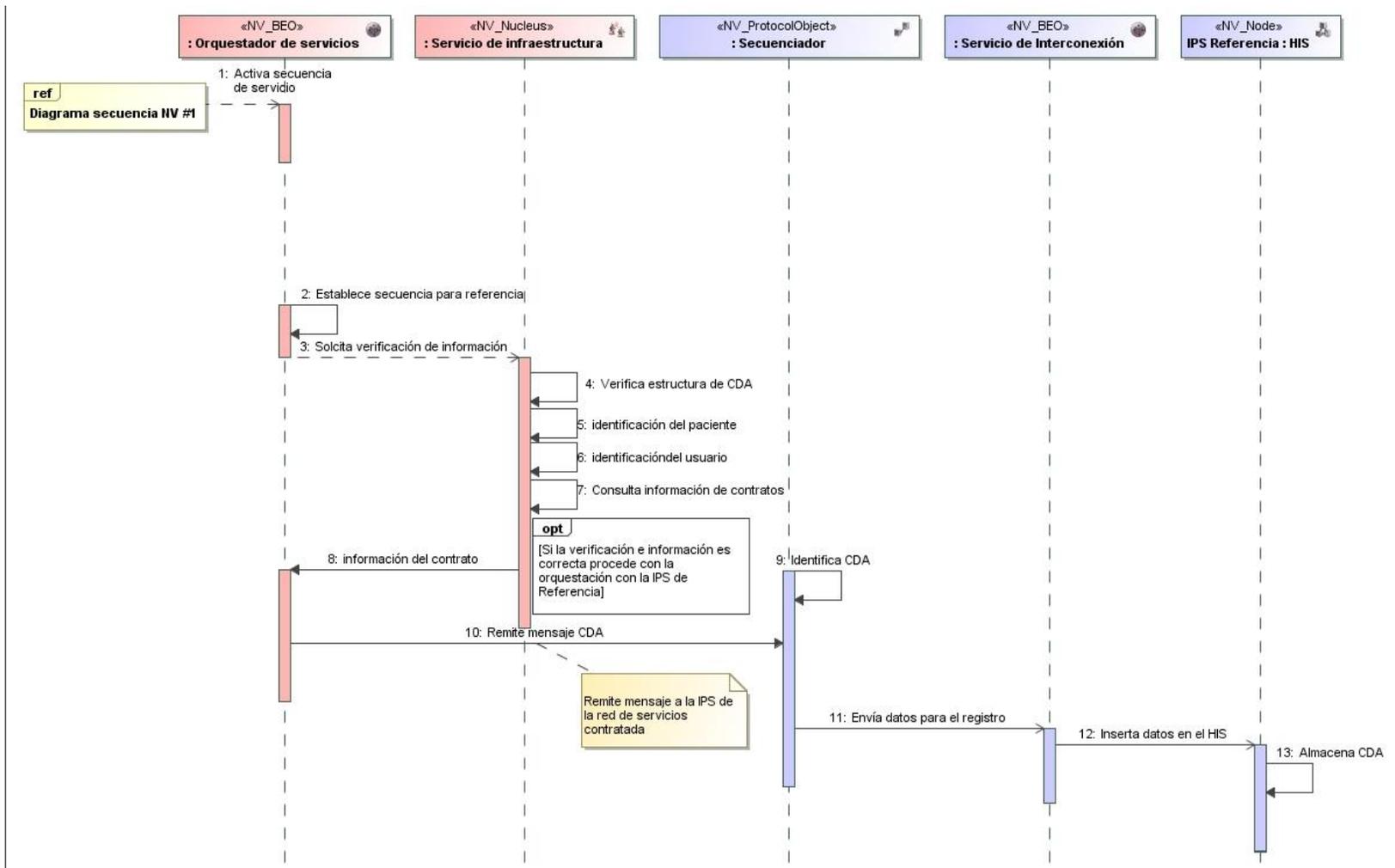


Figura 72. Modelo dinámico de vista de la ingeniera parte 2 (Diagrama secuencia NV #2)

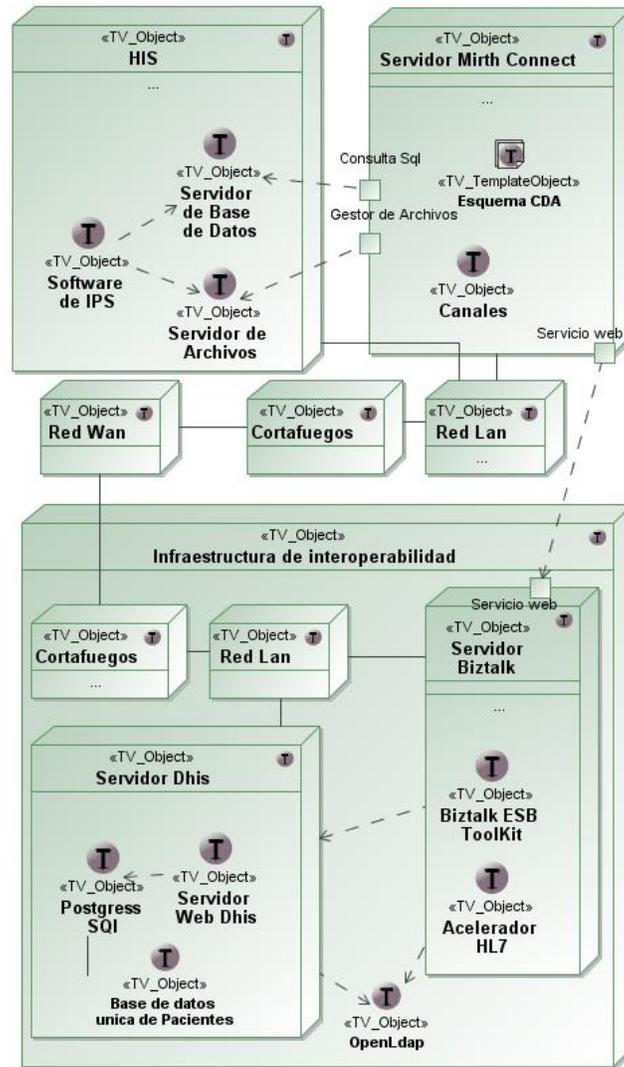


Figura 74, Vista tecnológica, localización de nodos solución nacional.

Ha sido utilizado un ESB como mediador de los recursos, ubicados como punto de convergencia entre los HIS que integran la infraestructura de interoperabilidad de salud. A continuación es descrito cada nodo de forma general.

- Infraestructura de interoperabilidad, para el caso nacional es un ESB y para la solución interinstitucional es un servidor de mensajes. Para ambos casos está sobre servidores con prestaciones adecuadas, que soporten el software, protocolos, componentes requeridos para el funcionamiento del mismo. Es necesario contar con conexión a internet para el acceso de los HIS y una conexión a la red LAN para acceder a los servicios complementarios, equipos de respaldo,

copias de seguridad, bodega de datos y demás componentes para un escenario favorable de interoperabilidad entre las HIS.

- HIS de la IPS remitora y de referencia: son los tipos de clientes generales de la infraestructura de interoperabilidad, que acceden a información y servicios a través de información en CDA sobre SOAP. Cada cliente requiere de un componente de interoperabilidad que soporta, servicios Web, reconocimiento y generación de CDA, acceso a los datos del HIS y conexión hacia el nodo de infraestructura de interoperabilidad.
- Servidor DHIS⁵⁴: es un componente adicional para el registro de información de interés pública nacional. El servicio de datos está compuesto de un sistema para el acceso a servicios web, acceso a bases de datos y una bodega de datos que contiene toda la información reportada. Toda IPS está obligada a reportar periódicamente información relacionada con los diferentes servicios prestados, además es adecuado centralizar esa información. De esta forma mejora la oportunidad de acceso y aumenta la cobertura de la información de interés público, de igual forma es estandarizado los mecanismos de reporte, disminuyendo la complejidad en el reporte.

E.4.1 Modelo dinámico para vista de la tecnología

La vista tecnológica instancia componentes hardware y software desde la vista de la ingeniería, a través de la correspondencia entre componentes ha sido representado el modelo dinámico de esta vista, que prácticamente es el comportamiento de los componentes tecnológicos tal como lo presentan las figuras 75 y 76.

⁵⁴ DHIS, district Health Information software, mas información en www.dhis.org.

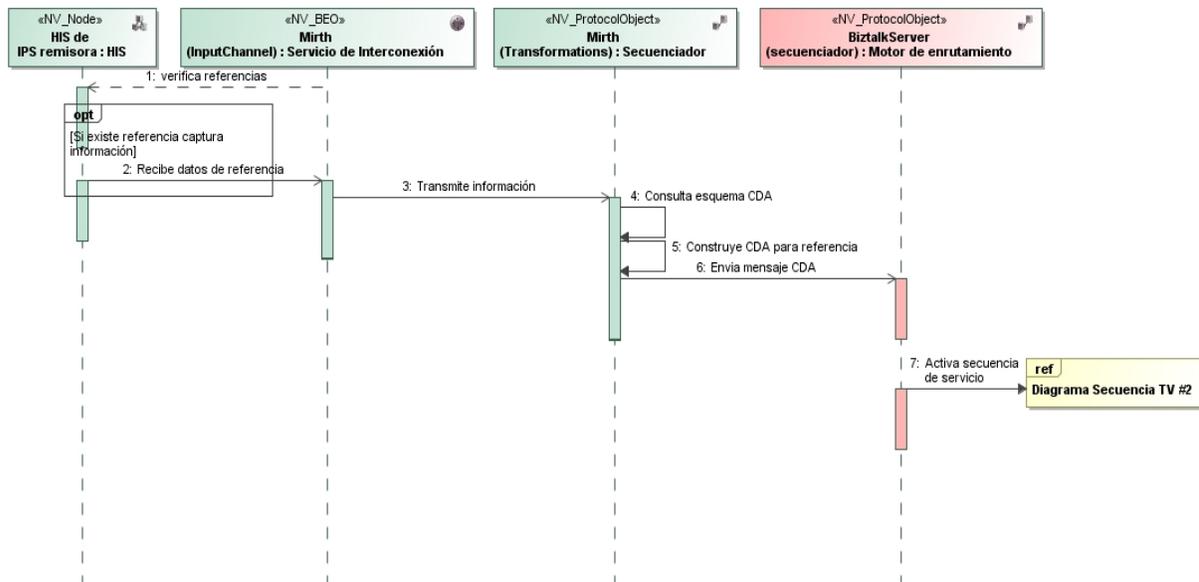


Figura 75. Modelo dinámico de vista de la tecnología parte 1 (Diagrama de secuencia TV #1)

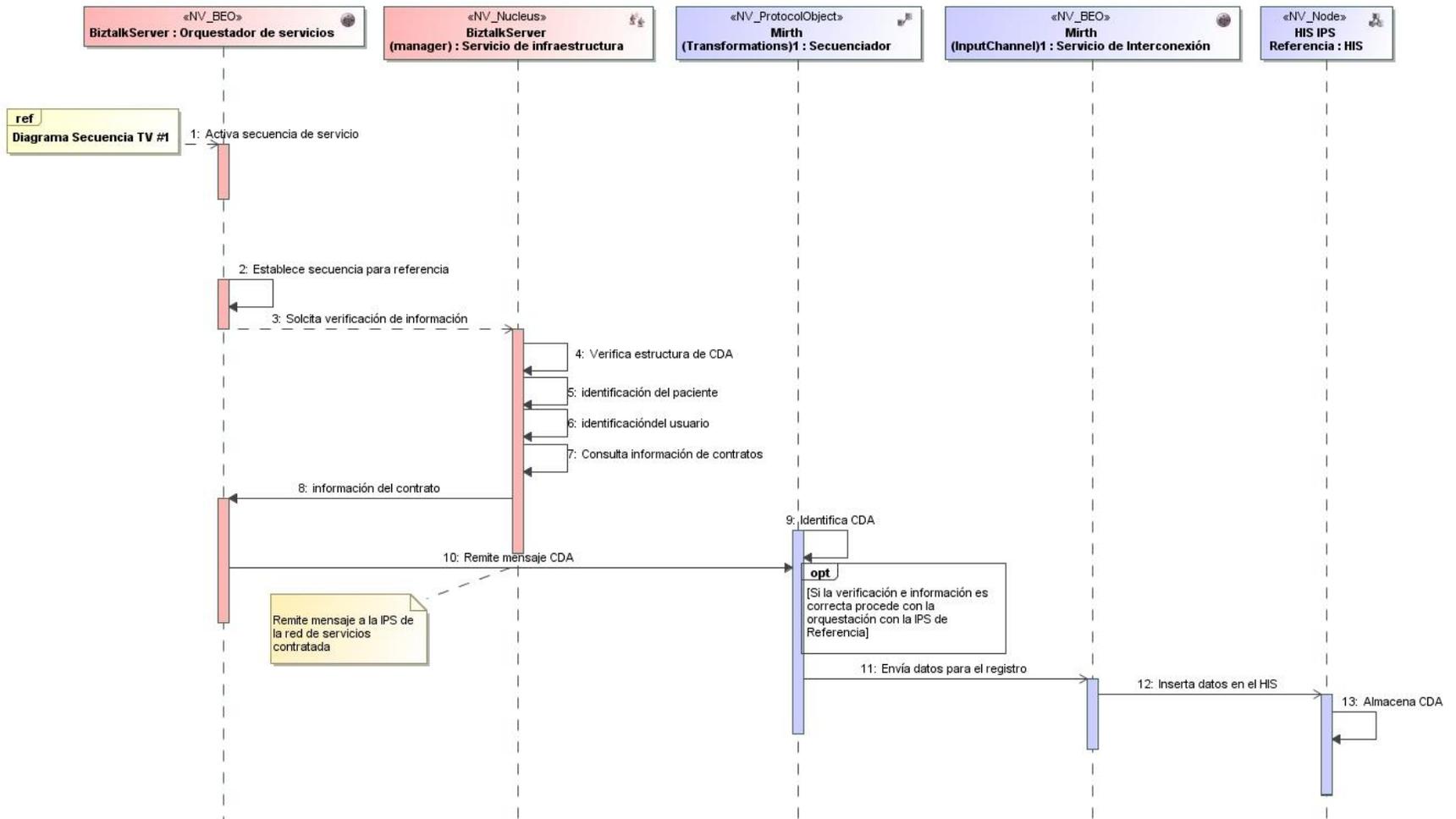


Figura 76. Modelo dinámico de vista de la tecnología parte 2 (Diagrama de secuencia TV #2)

Anexo F

Soportes de evaluación del modelo arquitectónico.

F.1. Instrumento de evaluación.

Tal como fue presentado en el capítulo 5, la encuesta fue el instrumento utilizado en la evaluación del modelo arquitectónico, aplicada a un grupo de expertos con conocimientos en Sistema de Información en Salud y arquitecturas de sistemas.

El instrumento fue elaborado teniendo en cuenta las características y requisitos que debe cumplir el modelo arquitectónico, de tal forma que permita determinar el nivel de satisfacción a nivel de componentes, información, tecnología y capacidad de interoperar con otros sistemas.

El formato de encuesta fue dividido en cinco secciones y como respaldo a este proceso fue solicitado el nombre del encuestado, el tiempo de experiencia con Sistemas de Información en Salud, arquitecturas software y país de trabajo. A continuación en las figuras 77, 78 y 79 es presentado el instrumento o formato de encuesta utilizado.

INSTRUMENTO DE EVALUACIÓN DEL MODELO ARQUITECTÓNICO DE INTEROPERABILIDAD ENTRE IPS DE COLOMBIA

Nombre del evaluador	
Ciudad, País	
Años de experiencia en sistemas de Información en salud en Colombia	
Años de experiencia en arquitecturas de sistemas de Información	

Agradecemos su colaboración,

El presente documento permite evaluar si el modelo arquitectónico de interoperabilidad propuesto es idóneo para desarrollar soluciones que soporten las necesidades de interoperabilidad entre las IPS de Colombia. Por tanto a continuación se enumeran una serie de preguntas divididas en tres grupos i) información pertinente, ii) componentes del modelo, iii) necesidades y actores involucrados en el sistema de salud de Colombia. Las preguntas están enfocadas en determinar si las arquitecturas creadas con el modelo de interoperabilidad propuesto, cumplen ciertos requisitos funcionales y no funcionales. Los requisitos funcionales están agrupados en capacidad de compartir documentos clínicos y administrativos; y los requisitos no funcionales están agrupados en seguridad y atributos de la arquitectura.

Recuerde que el modelo a evaluar consta de 5 vistas (Empresarial, Información, Computacional, ingeniera, tecnológica) y la representación específica de un diseño arquitectónico para el proceso de referencia de pacientes.

Escala de calificación				
1, Totalmente en desacuerdo.	2, en Desacuerdo	3, Ni de acuerdo ni desacuerdo.	4, De acuerdo.	5, Totalmente de acuerdo
Esquema de calificación para la identificación de necesidades y actores involucrados en el modelo siendo 1 el puntaje mas bajo y 5 el mejor				

I. NECESIDADES Y ACTORES INVOLUCRADOS						
#	Preguntas	Calificación				
		1	2	3	4	5
1	El modelo propuesto esta basado en el modelo del negocio ya que garantiza la representación de las necesidades de interoperabilidad del sector.				x	
2	El modelo empresarial representa la interacción entre los posibles actores frente a las necesidades de interoperabilidad de las IPS.					x

Figura 77. Instrumento de evaluación, formato de encuesta, Hoja 1

3	Los componentes empresariales(necesidades y objetos del sector) fueron abordado adecuadamente en la construcción del modelo arquitectónico									x
4	Representa las normas y estándares garantizando que el modelo este adaptado al sistema de salud Colombiano.									x
II. INFORMACIÓN PERTINENTE										
#	Preguntas	Calificación								
		1	2	3	4	5				
5	Con el modelo de información representa los registros asistenciales tales como Historia clínica, Exámenes de laboratorio, imágenes diagnosticas, Epicrisis, ordenes medicas entre otros.									x
6	El modelo de información describe la información que se requiere para representar los registros administrativos tales como facturas, remisiones, autorizaciones de servicios entre otros									x
7	Con la información descrita se puede generar los reportes a entidades de control de notificación obligatoria como son RIPS, Sivigila, RUAF entre otros.									x
8	Con la información definida es posible crear mecanismos para el control de acceso, seguimiento y registro de transacciones. De igual forma manejo de privilegios y roles dentro de una solución.									x
9	Ofrece la información suficiente para la construcción de interfaces de interoperabilidad y garantizar la identificación correcta de eventos en salud, diagnósticos, procedimientos, exámenes y medicamentos.									x
10	Contiene información que permite la adecuada identificación del paciente y la relación con los registros asistenciales y administrativos.									x
III. COMPONENTES DEL SISTEMA										
#	Preguntas	Calificación								
		1	2	3	4	5				
11	Los componentes especificados representan unos niveles suficientes y necesarios para garantizar el intercambio de información asistencial y administrativa.									x
12	La distribución de los componentes permite definir distintas soluciones, acorde a una necesidad adaptado al sistema de salud colombiano.							x		
13	La unificación de componentes representados en los modelos permite construir mecanismos de interoperabilidad entre Sistemas de información de distintas IPS, orquestación de servicios e implementación de interfaces.									x
14	Existen componentes para el manejo de estándares de interoperabilidad.									x
15	Existen componentes que permiten la gestión de datos y archivos									x
IV. TECNOLOGÍA PARA LA IMPLEMENTACIÓN.										
#	Preguntas	Calificación								
		1	2	3	4	5				
	La tecnología utilizada esta acorde a los componentes especificados para soportar la información clínica y administrativa a intercambiar.									x
	La arquitectura permite la comunicación vía internet entre IPS, utiliza el									x

Figura 78. Instrumento de evaluación, formato de encuesta, Hoja 2

	concepto SOA y el acceso a servicios Web.					
	Los componentes y tecnología establecida permiten la elaboración de mecanismos de seguridad para garantizar el acceso adecuado de información, firma digital de documentos, manejo de roles y niveles de acceso a la información.					x
	La tecnología para el manejo de estándares de interoperabilidad permite elaborar fácilmente interfaces entre los sistemas de salud de las IPS y la infraestructura nacional de interoperabilidad.					x
V. INTEROPERABILIDAD EN GENERAL.						
#	Preguntas	Calificación				
		1	2	3	4	5
18	Modelo abierto o distribuido que permite la integración de mas componentes sin afectar la armonía del resto de componentes, lo anterior debido al nivel de desagregación de componentes, el encapsulamiento y capacidad de comunicación entre los mismos					x
19	Flexible, fácil de mantener, de actualizar ya que maneja componentes independientes que son administrables y parametrizables, adaptando el modelo a los cambios en el sector.					x
20	Es un modelo altamente escalable, ya que permite la adaptación del modelo para comunicación entre dos IPS, una solución municipal, departamental y nacional. Ampliando las capacidades funcionales al igual que los componentes para garantizar el cubrimiento a las IPS que requieran interoperar.					x

Figura 79. Instrumento de evaluación, formato de encuesta, Hoja 3

F.2. Contacto y entrega de instrumento a evaluadores

Los evaluadores expertos contactados corresponden a ingenieros electrónicos o de sistemas que han o están trabajados en el sector salud, que conozcan el funcionamiento de los sistemas de información al igual que su arquitectura. Por tanto la invitación fue extendida a los ingenieros que brindan soporte a los sistemas de información en los Hospitales y clínica de la ciudad de Popayán, a ingenieros conocidos durante el trabajo de investigación, ingenieros que laboran en secretarías de salud y a ingenieros que laboran en empresas desarrolladoras de sistemas para el sector.

Algunos contactos fueron realizados personalmente mientras que otros, por estar en lugares distantes, fue enviado por medio del correo electrónico con confirmación telefónica previa, en él fue anexado el formato de evaluación presentada en la

sección anterior y una presentación descriptiva de todo el modelo arquitectónico, tal como presenta la figura 80.

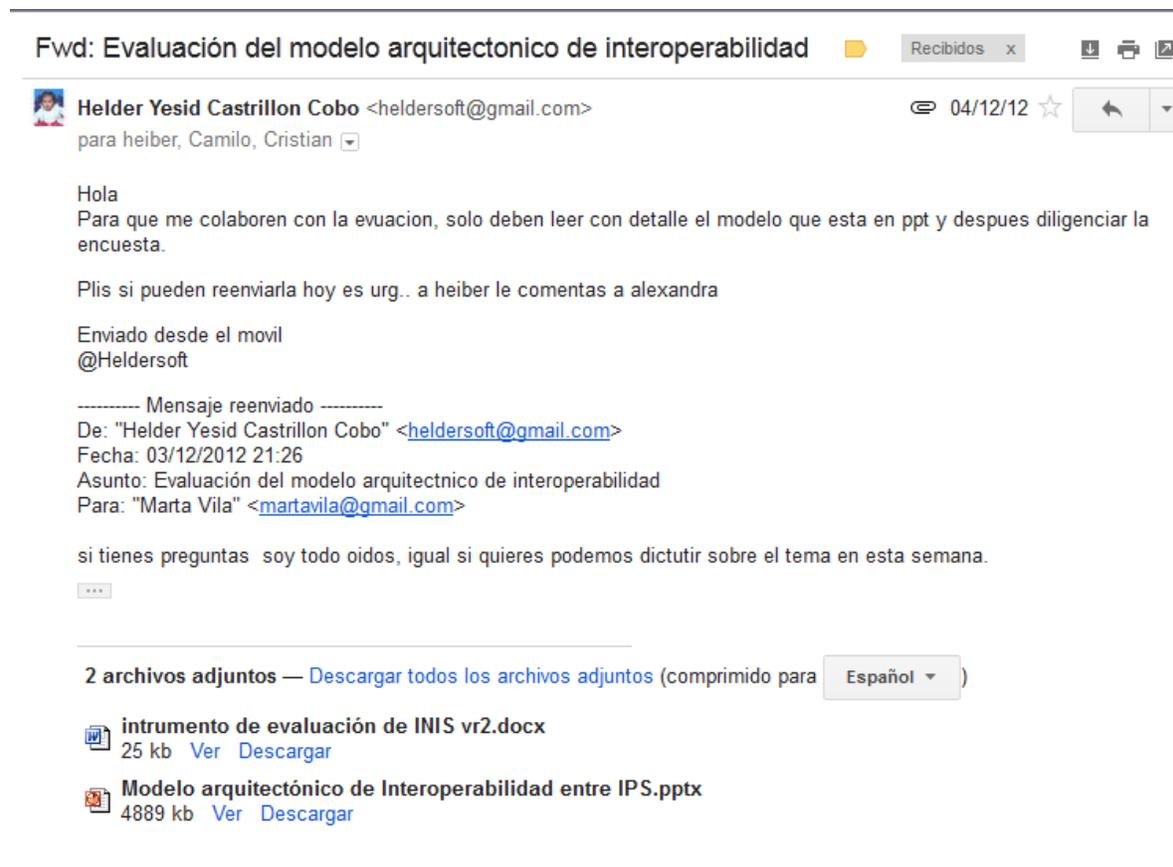


Figura 80. Envío por correo de instrumento de evaluación y presentación a expertos en sistemas de información.

F.3. Listado de expertos

El instrumento fue enviado a quince expertos de los cuales nueve respondieron en el tiempo esperado, a continuación son enumerados los nueve expertos con su respectiva experiencia y perfil profesional en la tabla 33.

Tabla 33. Listado de expertos evaluadores.

Nombre	Título profesional	Lugar de trabajo	Experiencia en el sector
Marko García	Ingeniero Electrónico Especialista en gerencia de proyectos, candidato a magister en Telemática	Secretaria departamental de salud del Cauca	Doce años en implementación, desarrollador de sistemas y un año en sistemas de información en salud, formulación y gestión de proyectos de sistemas para el sector.
Heiber Rodríguez	Ingeniero de sistemas	Clínica la Estancia	siete años ingeniero de soporte y desarrollo de sistemas de información hospitalario
Alexandra Hurtado	Ingeniero de sistemas	Clínica la Estancia	diez años ingeniero de soporte y desarrollo de sistemas de información hospitalario
Robert Camacho	Ingeniero de sistemas	Hospital Susana López	Diecisiete años ingeniero de soporte de sistemas de información hospitalario y coordinador de grupo de trabajo.
Cristian González	Ingeniero electrónico especialista en seguridad informática	Hospital Susana López	Tres años en soporte a sistemas de información en salud, diseño de modelos para Historia Clínica
Cristian Collazos	Ingeniero de sistemas especialista en soluciones informáticas candidato a magister en informática (argentina)	Arquitecto Tics Ingeniería S.A.S. (Colombia) Telefónica (argentina)	Cuatro años en el desarrollo de sistemas de información en salud, arquitecto para empresa desarrolladora de software para el sector.
Camilo Ruiz	Ingeniero de sistemas, desarrollador de telefónica(argentina)	Analista Tics Ingeniería S.A.S(Colombia) Telefónica (argentina)	Cuatro años en el desarrollo y soporte de sistemas de información en salud.
Mara Vila	Ingeniera y magister en informática (España)	Implementadora de DHIS Latinoamérica (Hispano - Noruega)	Tres años en implementación de openEMR y DHIS2 proyecto con universidad de Oslo.
Jorge Sierra	Ingeniero de sistemas	Ingeniero de interoperabilidad Hospital Pablo Tobón de Uribe	Cinco años en soporte a sistemas de información en salud e implementador de interfaces de interoperabilidad en Hospital Pablo Tobón.

F.4. Resultados de evaluación.

Cada evaluador envió el instrumento a través de correo electrónico, para finalmente consolidarlos de acuerdo a las secciones establecidas (necesidades y actores, componentes, información, tecnología e interoperabilidad). La información recolectada fue unificada y graficada en un documento de Excel tal como puede observarse en el la figura 81.

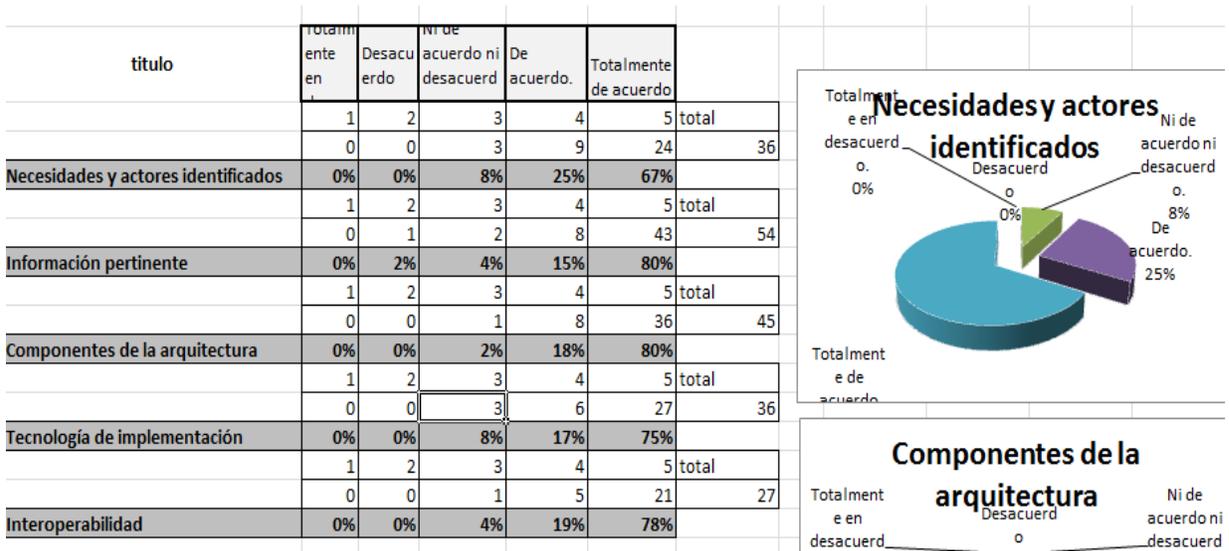


Figura 81. Formato de consolidación de instrumento evaluador

A cada pregunta le corresponde el puntaje de cada evaluador (escala de 1-5) y por cada sección es promediado para determinar el nivel de satisfacción de los ítems evaluados. A continuación, en las tablas 34 a 38, es presentado el consolidado de la evaluación.

Tabla 34. Evaluación necesidades y actores involucrados

I. NECESIDADES Y ACTORES INVOLUCRADOS										
#	Preguntas	1	2	3	4	5	6	7	8	9
		Marko	Robert	Cristian G.	Cristian	Camilo	Heiber	Alexandra	Marta	Jorge
1	El modelo propuesto está basado en el modelo del negocio ya que garantiza la representación de las necesidades de interoperabilidad del sector.	4	5	5	4	5	5	5	4	5
2	El modelo empresarial representa la interacción entre los posibles actores frente a las necesidades de interoperabilidad de las IPS.	5	3	5	4	5	5	5	5	3
3	Los componentes empresariales(necesidades y objetos del sector) fueron abordado adecuadamente en la construcción del modelo arquitectónico	5	4	5	4	5	5	5	4	4
4	Representa las normas y estándares garantizando que el modelo este adaptado al sistema de salud Colombiano.	5	5	3	4	5	5	5	5	5

Tabla 35. Información pertinente identificada para el modelo arquitectónico

II. INFORMACIÓN PERTINENTE										
#	Preguntas	1	2	3	4	5	6	7	8	9
		Marko	Robert	Cristian G.	Cristian	Camilo	Heiber	Alexandra	Marta	Jorge
5	Con el modelo de información representa los registros asistenciales tales como Historia clínica, Exámenes de laboratorio, imágenes diagnósticas, Epicrísis, órdenes médicas entre otros.	5	5	5	4	5	5	5	5	5

Tabla 35. Información pertinente identificada para el modelo arquitectónico (continuación)

6	El modelo de información describe la información que se requiere para representar los registros administrativos tales como facturas, remisiones, autorizaciones de servicios entre otros	5	5	5	5	5	5	3	5	5
7	Con la información descrita se puede generar los reportes a entidades de control de notificación obligatoria como son RIPS, Sivigila, RUAF entre otros.	5	5	4	5	5	5	5	5	5
8	Con la información definida es posible crear mecanismos para el control de acceso, seguimiento y registro de transacciones. De igual forma manejo de privilegios y roles dentro de una solución.	5	5	5	4	5	5	4	5	2
9	Ofrece la información suficiente para la construcción de interfaces de interoperabilidad y garantizar la identificación correcta de eventos en salud, diagnósticos, procedimientos, exámenes y medicamentos.	5	5	5	4	5	5	4	5	3
10	Contiene información que permite la adecuada identificación del paciente y la relación con los registros asistenciales y administrativos.	5	5	4	4	5	5	5	5	5

Tabla 36. Componentes identificados para el modelo arquitectónico

III. COMPONENTES DEL SISTEMA										
#		1	2	3	4	5	6	7	8	9
	Preguntas	Marko	Robert	Cristian G.	Cristian	Camilo	Heiber	Alexandra	Marta	Jorge
11	Los componentes especificados representan unos niveles suficientes y necesarios para garantizar el intercambio de información asistencial y administrativa.	5	5	5	5	5	5	5	5	5
12	La distribución de los componentes permite definir distintas soluciones, acorde a una necesidad adaptado al sistema de salud colombiano.	4	5	5	4	5	5	5	5	5

Tabla 36. Componentes identificados para el modelo arquitectónico (continuación)

13	La unificación de componentes representados en los modelos permite construir mecanismos de interoperabilidad entre Sistemas de información de distintas IPS, orquestación de servicios e implementación de interfaces.	5	5	5	4	5	4	5	3	4
14	Existen componentes para el manejo de estándares de interoperabilidad.	5	5	5	4	5	5	5	5	5
15	Existen componentes que permiten la gestión de datos y archivos	5	4	5	4	5	5	5	5	5

Tabla 37. Tecnología para la implementación del modelo arquitectónico

IV. TECNOLOGÍA PARA LA IMPLEMENTACIÓN										
#	Preguntas	1	2	3	4	5	6	7	8	9
		Marko	Robert	Cristian G.	Cristian	Camilo	Heiber	Alexandra	Marta	Jorge
	La tecnología utilizada está acorde a los componentes especificados para soportar la información clínica y administrativa a intercambiar.	5	5	5	4	5	5	5	5	5
	La arquitectura permite la comunicación vía internet entre IPS, utiliza el concepto SOA y el acceso a servicios Web.	5	5	5	4	5	5	5	5	5
	Los componentes y tecnología establecida permiten la elaboración de mecanismos de seguridad para garantizar el acceso adecuado de información, firma digital de documentos, manejo de roles y niveles de acceso a la información.	5	3	3	4	5	5	5	5	4
	La tecnología para el manejo de estándares de interoperabilidad permite elaborar fácilmente interfaces entre los sistemas de salud de las IPS y la infraestructura nacional de interoperabilidad.	5	4	5	4	5	5	5	5	3

Tabla 38. Capacidad de interoperabilidad del modelo arquitectónico

V. INTEROPERABILIDAD EN GENERAL.										
#	Preguntas	1	2	3	4	5	6	7	8	9
		Marko	Robert	Cristian G.	Cristian	Camilo	Heiber	Alexandra	Marta	Jorge
18	Modelo abierto o distribuido que permite la integración de más componentes sin afectar la armonía del resto de componentes, lo anterior debido al nivel de desagregación de componentes, el encapsulamiento y capacidad de comunicación entre los mismos	5	4	5	4	5	5	5	5	5
19	Flexible, fácil de mantener, de actualizar ya que maneja componentes independientes que son administrables y parametrizables, adaptando el modelo a los cambios en el sector.	5	5	5	4	5	4	5	5	5
20	Es un modelo altamente escalable, ya que permite la adaptación del modelo para comunicación entre dos IPS, una solución municipal, departamental y nacional. Ampliando las capacidades funcionales al igual que los componentes para garantizar el cubrimiento a las IPS que requieran interoperar.	5	3	5	5	5	4	5	5	5

F.5. Recomendaciones de expertos evaluadores.

Algunos de los expertos enviaron críticas, sugerencias y recomendaciones respecto al modelo arquitectónico, a continuación son presentadas las recomendaciones tanto de la evaluación como del modelo arquitectónico propuesto.

- El tiempo establecido para la evaluación no es suficiente, es necesario mayor tiempo para una revisión más detallada.

- La información entregada sobre el modelo es adecuada. Sin embargo, es recomendable que sean establecidas reuniones presenciales para abordar con mayor profundidad el problema y su solución.
- En el modelo de información (vista de información) hay relaciones que faltan, como los registros de enfermería con la Historia Clínica, también falta definir un modelo estándar de mensajes (CDA, HL7) que pueda ser usado por todas las IPS.
- Existen otras tecnologías que ofrecen los mismos servicios de interoperabilidad y no son descritas ni referenciadas, sería adecuado obtener una comparación de ellas.
- No es clara la relación de pacientes con historia clínica, según conceptos internacionales la historia clínica es única y al relacionarla con la admisión no permitiría manejar múltiples ingresos del paciente.
- Dentro de los requerimientos no funcionales la arquitectura podría considerar la capacidad tecnológica, el número de transacciones y usuarios simultáneos, capacidad de bases de datos y servidores.
- Las necesidades de interoperabilidad las podría clasificar en dos dimensiones, verticalmente y horizontalmente. Verticalmente hacia atrás para poder interoperar con entidades que suministren información al sistema como laboratorios, proveedores de medicamentos, etc. Hacia adelante como por ejemplo entidades territoriales, organismos de control, etc. Y horizontalmente entre otras IPS similares. Dentro de este esquema me quedan las siguientes dudas.
 - ¿El sistema va a estar almacenando toda la información en una base de datos central?
 - Si estoy interactuando con un laboratorio le podría poner los requerimientos directamente, sin necesidad de almacenar estos en una base de datos.

G. REFERENCIAS BIBLIOGRAFICA DE ANEXOS

Corporation, M. (2007). BizTalk Accelerator for HL7. *Microsoft*. Retrieved February 2, 2011, from <http://www.microsoft.com/biztalk/en/us/accelerator-hl7.aspx>

Corporation, M. (2008). Biztalk ESB Toolkit. *Microsoft*. Retrieved February 2, 2011, from <http://msdn.microsoft.com/en-us/biztalk/dd876606>

Corporation, M. (2009). Biztalk server 2010. Retrieved February 1, 2012, from www.microsoft.com/biztalk/

Corporation, M. (2010). Visual Studio. *Web microsoft*. Retrieved February 12, 2012, from <http://www.microsoft.com/visualstudio/en-us>

Corporation, M. (2012). Sql Server. *Web microsoft*. Retrieved February 12, 2012, from <http://www.microsoft.com/sqlserver/en/us/default.aspx>

Oracle. (2012). Virtual Box. Retrieved February 15, 2012, from <https://www.virtualbox.org/wiki/VirtualBox>

Organización HL7. (2000). Estandares HL7. *Web site, HI7 Fundation*. Retrieved March 5, 2011, from www.hl7.org

Pinchao, P. (2011). *Propuesta para la Interoperabilidad de procesos de negocio en sistemas de información hospitalarios bajo una arquitectura orientada a servicios*. Universidad del Cauca.