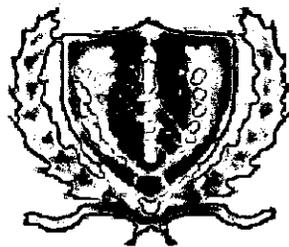


**SISTEMA DE INTEGRACIÓN DE MECANISMOS DE SEGUIMIENTO
Y MONITOREO DE DATOS SINTOMÁTICOS DE SALUD**

INVESTIGADORES

**EDWIN RODRIGUEZ MEDINA
//
ALVARO WILCHES OLIVO**



**UNIVERSIDAD DE CARTAGENA
FACULTAD DE INGENIERÍAS
PROGRAMA DE INGENIERÍA DE SISTEMAS
CARTAGENA DE INDIAS, 2011.**

BP
T
616.002
R 618

2

SISTEMA DE INTEGRACIÓN DE MECANISMOS DE SEGUIMIENTO
Y MONITOREO DE DATOS SINTOMÁTICOS DE SALUD

TRABAJO DE GRADO

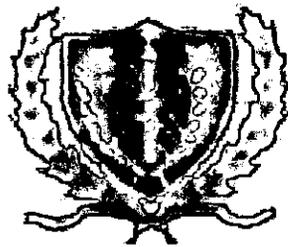
E-SOLUCIONES

E-SERVICIOS

EDWIN RODRIGUEZ MEDINA

ALVARO WILCHES OLIVO

MARTIN MONROY RIOS



62507

UNIVERSIDAD DE CARTAGENA
FACULTAD DE INGENIERÍAS
PROGRAMA DE INGENIERÍA DE SISTEMAS
CARTAGENA DE INDIAS, 2011.

CONTENIDO

RESUMEN.....	5
2. INTRODUCCIÓN.....	7
3. MARCO TEÓRICO.....	11
3.1. Investigaciones Previas.....	11
3.2. Seguimiento y monitoreo de sintomatologías.....	12
3.3. Sistemas de integración de mecanismos de seguimiento y monitoreo de datos sintomáticos de salud.....	15
3.4. Estándares y protocolos de comunicación en el ámbito de la salud.....	16
3.4.1. Health Level 7 Version 3 (HL7 V3).....	18
3.4.2. Clinical Document Architecture Release 2 (CDA R2).....	21
3.4.3. CIE 10.....	23
3.5. Tecnologías de implementación.....	25
3.5.1. Metodología de desarrollo RUP (Rational Unified Process).....	25
3.5.2. XML (Extensible Markup Language).....	29
3.5.3. Servicios Web.....	30
4. OBJETIVOS.....	34
4.1. Objetivo General.....	34
4.2. Objetivos Específicos.....	34
5. METODOLOGÍA.....	35
6. RESULTADOS.....	39

6.1. Estudio previo al modelado.	40
6.2. Realización del Modelo.	50
6.3. Implementación del Prototipo.	59
6.4. Validación y Ejecución del Prototipo.....	74
7. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES.....	76
8. BIBLIOGRAFÍA.....	79

INDICE DE ILUSTRACIONES

Ilustración 1:Reference Information Model HL7.....	20
Ilustración 2: Fases, iteraciones y disciplinas RUP.	26
Ilustración 3: Los Servicios Web en Funcionamiento	31
Ilustración 4: Estructura de los Mensajes	32
Ilustración 5: Diagrama de Casos de Uso de la Fase de Análisis.....	42
Ilustración 6: Modelo de Dominio del sistema	51
Ilustración 7: Modelo de Casos de Uso de la fase de diseño	52
Ilustración 8: Diagrama de Componentes.....	54
Ilustración 9: RMIM CDA Notificación.....	55
Ilustración 10: RMIM CDA Reporte.....	56
Ilustración 11: Diagrama de Despliegue	68
Ilustración 12: Vista Dinámica (Flujo principal de funcionamiento).....	72
Ilustración 13: Vista Dinámica (Flujo de Configuración)	73

INDICE DE TABLAS

Tabla 1. CU1: Definir Paciente.....	43
Tabla 2. CU2: Definir Reglas Sintomáticas.....	43
Tabla 3. CU3: Definir Instrucciones de Diagnóstico Primario.....	44
Tabla 4. CU4: Registrar Dispositivo.....	44
Tabla 5. CU5: Configurar Dispositivo.....	45
Tabla 6. CU6: Enviar Notificación.....	46
Tabla 7. CU7: Validar Notificación.....	47
Tabla 8. CU8: Definir Cualificación Sintomática.....	47
Tabla 9. CU9: Analizar Cualificación Sintomática.....	48
Tabla 10. CU10: Enviar Reporte.....	49
Tabla 11. CU11: Ejecutar Instrucciones de Diagnóstico Primario.....	49

RESUMEN.

Cuando se trata de preservar la vida de cualquier persona, la salud es el principal factor que se debe garantizar[6]. En este sentido, la prevención se hace cada vez más importante, ya que sus objetivos principales se orientan a vivir mejor y si es posible vivir más.

El seguimiento y monitoreo de los pacientes es distante, en cuanto a la calidad de la atención médica prestada por las entidades promotoras de salud. Los procedimientos actuales por parte de estas entidades para la prevención de riesgos, deja muchos vacíos para sus beneficiarios, sobre todo en la respuesta esperada ante una posible eventualidad.

En el presente proyecto se plantea el modelado de un sistema de información que permita integrar mecanismos de seguimiento y monitoreo de sintomatologías y que a su vez, permita que para cada uno de estos mecanismos se defina un algoritmo de acción con respecto a un sistema de información general (SIG), apoyado por las entidades encargadas de la salud. Todo lo anterior, basado en estándares y protocolos de comunicación, reconocidos y aceptados por las más importantes organizaciones en el ámbito de la salud a nivel mundial.

Para alcanzar esta visión se plantea desarrollo de 4 etapas: Estudio previo al modelado, Realización del modelo, Implementación del prototipo, Validación y ejecución del prototipo. Todas estas basadas y alineadas con el modelo de desarrollo RUP (Rational Unified Process).

Un sistema de integración de mecanismos de seguimiento y monitoreo de sintomatologías, representa un importante aporte para la Telemedicina, y avicina cada vez más la unificación de los sistemas de gestión de salud en los entes territoriales, lo cual beneficia prioritariamente al factor humano involucrado, preservando la salud y por ende la vida.

Abstract

When it comes to preserving the life of any person, health is the main factor to be guaranteed [6]. In this sense, prevention is becoming increasingly important as its main objectives are intended to live better and live longer if possible.

Tracking and monitoring of patients is distant, in terms of quality of care provided by health promotion agencies. The current procedures by these entities for the prevention of risks, leaving many gaps for beneficiaries, especially in the expected response to a possible eventuality.

In this project proposes the modeling of an information system that will integrate monitoring mechanisms and monitoring of symptomatology and in turn, allow for each of these mechanisms define an algorithm of action with respect to an information system general (SIG), supported by the bodies responsible for health. All of the above, based on standards and communication protocols are recognized and accepted by major organizations in the field of global health.

To achieve this vision arises development of 4 stages: pre-modeling study, Model Making, Prototype Implementation, Validation and implementation of the prototype. All these based and aligned with the development model RUP (Rational Unified Process).

An integrated system of monitoring mechanisms and monitoring of symptomatology, represents an important addition to telemedicine, and increasingly coming unification of health management systems in local authorities, which primarily benefits the human factor involved, preserving health and therefore life.

2. INTRODUCCIÓN.

Desde siempre ha sido una preocupación global el cuidado de la salud y el mejoramiento de la calidad de vida de las personas que sufren enfermedades o sintomatologías, de alguna u otra forma consideradas de alto riesgo. Este tema es de incumbencia general, debido a que nadie se encuentra exento a pertenecer en algún momento de su vida a este grupo de personas.

En el ámbito de la salud, la base de la prevención radica en el diagnóstico temprano y el tratamiento oportuno. No obstante, estos últimos factores no son debidamente valorados por las entidades encargadas de la salud. Los procedimientos actuales de dichas entidades no apoyan de la mejor forma la prevención de riesgos, sino que, centran su enfoque en la curación y medicación para las enfermedades.

En el contexto médico, los procedimientos de seguimiento y monitoreo al personal de alto riesgo juegan un papel muy importante y en ocasiones determinante para la vida de un paciente. Es por esto, que los avances tecnológicos tienden cada vez más a apoyar estas labores; en la actualidad existen dispositivos electrónicos capaces de detectar síntomas, tales como, presión arterial, temperatura, entre otros, que pueden permitir al personal médico capacitado tomar medidas de prevención y evitar riesgos en la salud de sus pacientes.

Las entidades relacionadas con la salud a nivel local, regional y mundial también han tomado partida en el asunto y han propuesto la definición de Sistemas de Información General (en adelante S.I.G.), que permiten enlazar sus servicios de tal manera que los beneficiarios puedan compartir sus datos, tanto personales como clínicos, para que cada una de las entidades promotoras de salud involucradas puedan prestar un mejor servicio con una mayor eficiencia.

Pero, a pesar de que la tecnología está siendo de gran ayuda para el control de la salud del personal de alto riesgo, existen falencias en los procedimientos de interacción entre, los mecanismos de monitoreo y seguimiento de sintomatologías

y los S.I.G. encargados de dar atención apropiada a los pacientes beneficiarios; este problema radica principalmente en que los sistemas no son lo suficientemente autónomos para verificar, interpretar y analizar la información capturada por los mecanismos de monitoreo, con el fin de generar reacciones que sean informadas en tiempo real y sean atendidas de forma apropiada por las entidades de salud competentes.

Actualmente, existen diferentes variables que confluyen en la complicación de esta situación; la heterogeneidad de los mecanismos y la falta de infraestructura, son algunos de los inconvenientes de mayor peso, que impiden procedimientos eficaces de seguimiento y monitoreo para pacientes de alto riesgo.

La falta de un sistema que permita la evaluación de sintomatologías con el fin de reportar a los entes encargados de manera oportuna, disminuye las posibilidades de controlar los numerosos riesgos, y de esta forma evita prevenir posibles deterioros en la salud de los pacientes. La falta de prevención de riesgos en la salud, conlleva a que, tanto los pacientes como las organizaciones se vean sumamente afectados; esto debido a que, el personal de alto riesgo en toda ocasión desea evitar empeoramientos y recaídas de su propia salud y para las entidades encargadas, resulta más costoso el tratamiento y curación de enfermedades que la prevención de las mismas.

De manera general, el presente proyecto brinda una respuesta sólida al interrogante: ¿Cómo asegurar el análisis, valoración y flujo de la información suministrada por los distintos mecanismos de monitoreo y seguimiento de sintomatologías al Sistema de Información General?

A pesar de la gran relevancia que tiene este tema, no existen registros activos de proyectos que obtengan resultados parecidos. Los proyectos relacionados con el presente trabajo, abarcan sólo parte del proceso y no resuelven el problema de integración, siendo este último la visión principal del presente trabajo.

Debido a su importancia, se destaca como pilar fundamental del presente proyecto, la generación de posibilidades reales de preservar las vidas humanas para los pacientes de alto riesgo, gracias a la prevención y alerta oportuna de posibles declinaciones en su salud. Preservar la vida, de cualquier forma, es y debe ser el objetivo máximo, por encima de todo interés particular o general; es por esto, que este aspecto tiene la mayor relevancia a lo largo del presente proyecto.

Por otra parte, la construcción de un sistema, capaz de integrar los diferentes dispositivos de seguimiento y monitoreo, y de valorar la información recopilada por estos, se hace necesaria en la medida en que se desea: automatizar los procesos de prevención y garantizar la atención inmediata a los pacientes de alto riesgo.

Automatizar los procesos preventivos de riesgos en la salud, implicaría menores costos en la contratación de personal para las entidades de salud y mejores condiciones de vida para los pacientes.

Al brindar análisis, y valoración integral y automatizada de la información sintomática de los pacientes de alto riesgo, el sistema garantiza una mejor calidad de vida para estos últimos, puesto que, dichos pacientes no dependerían totalmente del personal encargado del cuidado de su salud, sino que pueden gozar de una existencia independiente, más cómoda y con la privacidad adecuada; en general de una vida digna, lo cual actualmente no garantizan las entidades promotoras de salud en la atención al personal de este tipo.

Un aspecto posterior, pero no menos significativo, es garantizar la atención inmediata, lo cual genera en los pacientes de alto riesgo una mayor confianza en la entidad promotora de salud y en los servicios que estas proveen, puesto que, este personal necesita una atención acorde con la complicación de su enfermedad y esto se consigue con una evaluación integral de su información sintomática, complementada con notificaciones oportunas en tiempo real a las entidades competentes.

El sistema de integración de mecanismos de monitoreo y seguimiento de datos sintomáticos de salud, garantiza grandes ventajas tanto para los pacientes, en especial los de alto riesgo, como para las entidades promotoras de salud encargadas de prestar estos servicios a la sociedad.

Para los pacientes de alto riesgo, y demás beneficiarios de los servicios de salud, resulta de cualquier forma provechoso, que se les ofrezca prevención de riesgos de su salud, incluso antes, que la garantía de curación y medicación ante una posible enfermedad. Así mismo, para las organizaciones encargadas de prestar los servicios de salud, resulta económicamente más rentable invertir en la prevención de riesgos en la salud, que en los tratamientos de curación y medicación de las enfermedades y sus agravantes. Esto se debe a que, la inversión en prevención suele ser mucho menos costosa que los tratamientos médicos curativos, además, el prestigio y la valía de una entidad, que tenga como filosofía aplicada la prevención antes que la curación, es mucho mayor al resto que no tengan esta filosofía.

3. MARCO TEÓRICO.

Con el fin de fundamentar la presente investigación, inicialmente se dan a conocer algunas investigaciones previas que motivan el estudio. Posteriormente se desarrolla el contexto teórico general en el cual se ubica el mismo, estructurado en las siguientes temáticas: Seguimiento y monitoreo de sintomatologías, sistemas de integración de mecanismos de seguimiento y monitoreo de datos sintomáticos de salud, estándares y protocolos de comunicación en el ámbito de la salud, y tecnologías de implementación.

3.1. INVESTIGACIONES PREVIAS.

En la actualidad, se está en presencia de una proliferación de sistemas de telemedicina, destinados a mejorar la calidad de la atención prestada a enfermos crónicos y ancianos o a dar soporte a la atención domiciliaria en cuidados paliativos[12]. Estos sistemas, comúnmente denominados Sistemas de Telemedicina Domiciliaria, ofrecen servicios como la tele monitorización, tele consulta, tele rehabilitación, acceso a grupos de apoyo basados en web, contacto con los pacientes a través de mensajería de texto, servicios de trabajo cooperativo para los equipos de cuidado de pacientes, etc.

Aun cuando este campo de la ciencia es amplio e importante, no se han realizado proyectos o prototipos que se relacionen de forma íntima con la integración de mecanismos de seguimiento y monitoreo de datos sintomáticos de salud, sin embargo, es posible nombrar distintos trabajos, proyectos o prototipos que de una u otra forma se relacionan con el objetivo principal del presente proyecto:

Sistema de Tele-Monitoreo Inalámbrico de Eventos Cardiacos para Seguimiento de Arritmias[13]. Los sistemas de tele-monitoreo de pacientes con anomalías cardiacas permiten realizar un seguimiento remoto desde el hogar utilizando dispositivos especializados en conjunto con un sistema de telecomunicaciones, ya sea por medio de líneas telefónicas estándares, redes de cable o tecnología de banda ancha.

Sistemas de Telemedicina Domiciliaria basados en una Arquitectura Middleware Genérica[12]. Este sistema se desarrolló con base en una arquitectura genérica, fundamentada en componentes middleware que puedan reutilizarse en diferentes implementaciones y que además, permite prestar diferentes servicios de Telemedicina Domiciliaria, aprovechando al máximo los elementos comunes entre ellos.

Sistema de monitoreo a distancia en un sistema de asistencia ventricular izquierda[14]. Este sistema de monitoreo a distancia de una unidad electro neumática (driver) para Asistencia Ventricular Izquierda fue desarrollado en la Universidad de Morón. En la investigación se exploran los resultados particulares en relación al desarrollo del sistema de monitoreo remoto y de los parámetros fisiológicos del paciente que el sistema monitorea. Esto es posible a través de una conexión driver-ordenador mediante el uso de Internet/Intranet, tanto desde una sala de cuidados intensivos como desde el domicilio del paciente.

Transmisión de señal cardiaca mediante sistema GPRS[2]. Este sistema funciona como un transmisor inalámbrico de onda cardiaca, con la intención de evitar que el paciente necesite hacer un alto a sus actividades cotidianas, para invertir tiempo en un establecimiento médico donde se pueda realizar un control cardiaco.

3.2. SEGUIMIENTO Y MONITOREO DE SINTOMATOLOGÍAS.

El seguimiento y monitoreo de las sintomatologías de un paciente es un concepto que debe sus orígenes a la telemedicina, ésta es una tecnología novedosa y complicada introducida recientemente en los últimos años en el campo sanitario[11]. Nada más lejos de la propia realidad, son numerosas las herramientas con las que se puede realizar telemedicina actualmente. Estas herramientas han cambiado a lo largo del tiempo, pero el concepto de telemedicina o medicina a distancia no lo ha hecho, definiéndola en la práctica como la aplicación de las tecnologías de la información y telecomunicaciones, con la finalidad de proporcionar servicios médicos bien sean asistenciales, de

formación médica continuada o educación para la salud, independientemente de la distancia y de donde se encuentre el paciente con su historial clínico.

La mayoría de los trabajos existentes sobre telemedicina, se han realizado en la segunda mitad del siglo XX, aunque la historia de la telemedicina es más antigua. En el año 1959 se publicó una experiencia en telemedicina con emisión de imágenes radiológicas a través de sistemas telemáticos[10]. Si se analizan las prestaciones sanitarias que la telemedicina brinda, es posible contemplarla desde cuatro puntos de vista: Asistencial, de formación médica o sanitaria continuada, educación para la salud y la investigación, bien sea realizada de forma sincrónica o en tiempo real o bien de forma asincrónica o diferida[11].

El enfoque temático del presente trabajo se ubica dentro de la telemedicina asistencial[6], que sin duda, es la aplicación más importante de la telemedicina, acercando al ciudadano la atención especializada en forma de consulta telemática allá donde esté su centro de salud y evitando en la mayoría de los casos el desplazamiento de los pacientes hasta su centro de asistencial.

De acuerdo con lo anterior, se concibe que, los mecanismos de seguimiento y monitoreo de datos sintomáticos de salud, yacen dentro del proyecto como único concepto complejo, armado a partir de conceptos más simples, que involucran nociones y conocimientos pertenecientes al argot médico y de la salud en general, todos orientados hacia la prevención en la salud.

La prevención, en cualquier espacio, representa un concepto bastante amplio y con muchas implicancias, pero sobre todo, con resultados muy beneficiosos donde es bien concebida. En un contexto general, la prevención de riesgos de la salud, se puede definir como, la adopción de medidas orientadas a imposibilitar que se generen deficiencias físicas, mentales y sensoriales o a impedir que las deficiencias, cuando se han producido, tengan consecuencias físicas, psicológicas y sociales negativas.

La medicina no siempre fue la misma, a través del tiempo ésta ha pasado por varias etapas[6]. La primera de ellas fue la etapa paliativa, la segunda etapa fue la higiénico-sanitaria y la tercera etapa es la curativa, todas estas etapas fueron inmensamente exitosas para los pacientes. La etapa actual resulta tener un extraordinario afán preventivo: Medicina Preventiva.

El problema de anticipar para prevenir es ¿cuánto antes?, ¿antes que aparezca?, ¿antes que se manifieste clínicamente?, ¿antes que se haga insoportable?, seguramente antes que sea tarde, reconociendo que, tarde es cuando ya no se puede lograr el objetivo.

Los problemas a evitar son ¿con qué recursos? y además ¿cuáles son los riesgos y el costo económico que implican los recursos preventivos comparados con los riesgos y el costo económico de lo que se quiere evitar?

Prevenir debe por lo tanto tener en claro los objetivos, los recursos y los tiempos, prevenir no debe ser peor que dejar que ocurra; prevenir se justifica[6]:

- Cuando la enfermedad declarada no tiene tratamiento efectivo.
- Cuando aun teniendo tratamiento efectivo, su diagnóstico no pueda hacerse tempranamente con los recursos habituales.
- Cuando el número de sujetos en los que se evita la aparición de la enfermedad constituye un porcentaje significativo (>del 5%) de los expuestos a padecerla.
- Cuando el costo total de la prevención sea menor al costo total de la enfermedad.

Finalmente ¿Cuál es el objetivo de la prevención? Se supone que con la prevención se busca vivir más y con menos sufrimientos[6].

El presente proyecto se puede tomar como una apología a la prevención en salud, basado en argumentos sólidos que demuestran que en el caso de la salud y en general de la calidad de vida de todas las personas, resulta siempre mejor, desde cualquier punto de vista, aplicar métodos preventivos eficaces y eficientes, antes

que garantizar métodos curativos que no dejan de tener margen de riesgo, siendo éste último un concepto con el cual no se puede ensayar.

3.3. SISTEMAS DE INTEGRACIÓN DE MECANISMOS DE SEGUIMIENTO Y MONITOREO DE DATOS SINTOMÁTICOS DE SALUD.

Desde un punto de vista técnico, los mecanismos de seguimiento y monitoreo de datos sintomáticos de salud, comprenden aquellos dispositivos electrónicos o eléctricos, encargados de la medición constante de señales en la salud de un paciente y que a su vez provean la posibilidad de compartir los datos capturados a otros dispositivos a través de cualquier medio. A continuación, algunos ejemplos reales de mecanismos de seguimiento y monitoreo de datos sintomáticos de salud: Medidor de variables fisiológicas requeridas en atención pre hospitalaria[1], Transmisor de señales cardíacas[2].

Dentro del presente proyecto, aparece otro concepto importante, como pieza fundamental externa, el Sistema de Información General (SIG). Éste último se debe entender como una organización general donde se puedan interconectar, de alguna forma, las entidades promotoras de salud en un ente territorial, compartiendo información mutuamente, con la finalidad principal de permitir la acción eficaz de las mismas a partir de información circundante en el SIG.

En definitiva, un sistema de integración de mecanismos de seguimiento y monitoreo de datos sintomáticos de salud pretende principalmente, conjugar la información proveniente de los mecanismos de seguimiento y monitoreo.

Lo anterior, se hace posible debido a que el Sistema puede ser preparado, de alguna forma, para ajustarse al nuevo mecanismo a integrar, a través de una configuración previa, por medio de la cual se define la forma en cómo se debe tratar la información originaria del mecanismo en cuestión.

La conjugación de los datos se logra definiendo un modelo de datos estándar que permita la adaptación de los datos procedentes de estos mecanismos. Con la

información ya capturada, se procede a la verificación de la misma, lo que conlleva un proceso de exploración, resultando la admisión o no de dicha información al sistema. Luego, se interpreta dicha información, dándole un sentido y una ubicación correcta dentro del sistema, a lo que sigue un proceso de análisis basado en algoritmos, predefinidos para cada mecanismo al integrarlo al sistema, tomando acciones correspondientes a los datos analizados.

Posteriormente, se realiza una evaluación de estos datos conjugados, con el fin de generar nueva información a partir de la recibida, orientada a los intereses del SIG.

Finalmente, esta última información generada por el sistema se adapta a un modelo de datos estándar y se envía al SIG.

3.4. ESTÁNDARES Y PROTOCOLOS DE COMUNICACIÓN EN EL ÁMBITO DE LA SALUD.

Un estándar puede ser definido de muchas formas físicas[15], pero esencialmente comprende un conjunto de reglas y definiciones que especifican como llevar a cabo un procedimiento o producir un producto.

Según un reporte de la Organización Internacional de Estándares (ISO) de 1987, para que exista cualquier intercambio de información, ya sea un CD de música o un documento de texto, es necesaria la existencia de un conjunto de reglas sintácticas y semánticas previamente acordado.

En Salud, donde el énfasis está puesto en la captura, el almacenamiento y la transmisión de información, es indispensable definir tal conjunto de reglas, que permitan intercambiar la información de las personas con el fin de mejorar el cuidado de su salud.

En las décadas pasadas los servicios de salud institucionales, en particular los hospitales, han comenzado a automatizar diferentes áreas del manejo de la

información. Al comienzo estas iniciativas estaban orientadas a reducir el procesamiento en papel, especialmente en el área administrativa contable.

En los últimos años ha crecido una visión de gestión de la información, que se conoce como gestión clínica, focalizada en los procesos de cuidado del paciente. Esta visión integral requiere de la interacción de múltiples sistemas de información cuándo y cómo sea necesario.

En la actualidad las instituciones de salud están conformadas por unidades que trabajan y se organizan de manera independiente, la mayoría cuentan con un sistema de información propietario, conectados entre sí vagamente, generalmente disponiendo de sistemas contables y de facturación, sistemas de admisión, egreso, y transferencia de pacientes, y en algunos casos sistemas de laboratorio.

Los pacientes suelen atravesar los diferentes niveles de atención primario, secundario y terciario, pasando por uno o más médicos generalistas y especialistas, y esto sucede la mayoría de las veces, sin la posibilidad de poder comunicar, coordinar y compartir la información que se genera en los distintos puntos de atención. Como resultado se crean verdaderas islas de información entre los distintos servicios y profesionales.

Cuando excesiva diversidad, crea ineficiencia o impide efectividad, los estándares son requeridos en un marco que permita minimizar las incompatibilidades y maximizar la interacción y el intercambio productivo de información entre sistemas.

En un mundo donde la demanda de información se está incrementando, los sistemas de información aislados no son recomendables. Se necesitan sistemas de información consolidados e integrados, que permitan obtener datos exactos y actualizados de los pacientes, coordinados entre las diferentes unidades que componen una institución de salud, e incluso entre distintas instituciones.

Para que diferentes sistemas puedan integrar la información de un paciente se necesita la transferencia de un sistema a otro. Esta transferencia generalmente se

ejecuta a través de múltiples interfaces adaptadas y personalizadas, modelo que se vuelve incompatible a medida que el número de sistemas aumenta.

3.4.1. HEALTH LEVEL 7 VERSION 3 (HL7 V3).

HL7 versión 3 es un estándar para el intercambio de datos clínicos desarrollado por Health Level 7, una organización internacional sin ánimo de lucro, creada en 1987 en los Estados Unidos, formalmente reconocida y acreditada en 1994 por el Instituto Nacional Americano de Normas-ANSI como una organización desarrolladora de estándares en el ámbito de la salud.[16]

La misión de HL7 es procurar estándares, modelos, guías y metodologías flexibles y costo-efectivas que permitan la interoperabilidad entre sistemas de información heterogéneos en entornos clínicos. HL7 es una comunidad internacional abierta, en la cual participan de manera voluntaria y colaborativa diferentes sectores interesados en el desarrollo de los estándares. Actualmente, HL7 cuenta con más de 35 afiliados en el mundo. En Latinoamérica existen filiales HL7 en países como Chile, Uruguay, Brasil, México, Colombia y Argentina.[17]

HL7 propone, para el intercambio de datos clínicos y administrativos, la utilización de estructuras denominadas mensajes HL7 de los cuales se han desarrollado dos versiones con enfoques y características completamente diferentes, conocidas como HL7v2.x y HL7v3. El estándar adoptado en Colombia es la versión 3, la cual brinda interoperabilidad semántica al definir un modelo de información de referencia denominado HL7 RIM (HL7, Reference Information Model) desarrollado con una metodología orientada a objetos. HL7v3 emplea UML (Unified Modeling Language) como lenguaje de modelamiento y sugiere el uso de XML (Extensible Markup Language) como tecnología de implementación de los mensajes.

El RIM de HL7 es un modelo conceptual abstracto, usado para modelar objetos en el dominio de la salud a partir de cuatro clases principales: Act, Entity, Role y Participation. La clase Act permite representar actos clínicos. La clase Entity permite representar a los actores que participan en dicho acto. La clase Role representa el papel que cada entidad (Entity) ejecuta en los actos clínicos y la

clase Participation representa la relación entre el Role y el acto clínico. Hay además dos clases relacionales: ActRelationship, que representa las relaciones entre actos, y RoleLink que representa las relaciones entre roles. Cada una de las anteriores clases se distingue fácilmente mediante una clasificación en colores: Act en rojo, Entity en verde, Role en amarillo, Participation en azul celeste, ActRelationship en rosado y RoleRelationship en amarillo claro.[17]

La generación de mensajes HL7 versión 3 emplea una metodología que propone el refinamiento del modelo de información de referencia y así, obtener otros más específicos para diferentes áreas de interés en salud, denominadas Dominios Universales (Universal Domains). A partir del RIM es posible obtener un Modelo de Información de Mensajes de Dominio (D-MIM, Domain Message Information Model) para cada dominio clínico, y luego, a partir de un D-MIM obtener el Modelo de Información de Mensajes Refinado (R-MIM, Refined Message Information Model) que contiene información para describir de manera abstracta, utilizando Descripciones Jerárquicas de Mensaje (HMD, Hierarchical Message Descriptions), la estructura de cada mensaje. Dicha descripción se hace de manera abstracta sin tener en cuenta ninguna tecnología de implementación (en este caso, XML).[17]

3.4.2. CLINICAL DOCUMENT ARCHITECTURE RELEASE 2 (CDA R2).

La "Clinical Document Architecture" (CDA)[18], arquitectura clínica de documentos, de HL7, es un estándar basado en XML para el marcaje de documentos que especifica la estructura y semántica de documentos clínicos para el propósito de facilitar su intercambio en un entorno de interoperabilidad. Conocido con anterioridad como "Patient Record Architecture" (PRA) el CDA ofrece un modelo común para documentos clínicos como notas de ingreso, evaluaciones, resúmenes de historial, etc.

La versión de CDA R2, se publicó en Septiembre de 2005, y desde este momento no ha sufrido modificaciones lo que lo hace estable en el tiempo. Los documentos CDA R2 son unidades completas y libres, e independientes de su forma de almacenamiento o medio de transmisión. Pueden incluir texto, imágenes, sonidos y otro contenido multimedia.[19]

Las características más importantes del estándar CDA R2 se listan a continuación [19]:

Persistencia. Un documento clínico debe continuar existiendo en estado inalterado, por un periodo de tiempo definido por requerimientos regulatorios locales.

Administración. Un documento clínico es mantenido por una organización que esta involucrada con su custodia.

Potencial de autenticación. Un documento clínico es un conjunto de información que debe ser autenticada legalmente.

Plenitud. La autenticación de un documento clínico aplica para todo el documento y no aplica para porciones del documento sin el contexto completo del mismo.

Legibilidad humana. Un documento clínico es legible para un humano y debe mantenerse esto en los CDA que se creen.

Contexto. Un documento clínico establece el contexto por defecto para su contenido.

Simple. CDA es simple para que sea válido, tiene pocos campos que son obligatorios.

Es importante aclarar que[19], el alcance del CDA es la estandarización de los documentos clínicos para su intercambio. El CDA no especifica la creación o gestión de documentos, únicamente especifica el marcado para su intercambio.

Un documento CDA contiene una cabecera y un cuerpo[18]. La cabecera sigue una estructura común, fácilmente consultable, que identifica y clasifica el documento, provee información acerca de la autenticación, el encuentro, paciente, autor y actores involucrados. Al seguir una estructura común bien definida, automatizar la consulta de estos campos es fácil.

El cuerpo del documento puede contener tres niveles de implementación[18], en el nivel más bajo implica una implementación más fácil, pero se pierden muchas de las ventajas de la arquitectura CDA. El más alto ofrece una verdadera

interoperabilidad semántica, pero implica un esfuerzo más alto en la implementación y requiere una madurez en los sistemas que capturan y generan los datos de los documentos. El nivel 1 es aquel que se transmite en el cuerpo del mensaje un bloque de datos sin ninguna estructura definida, puede ser texto, una imagen, un archivo PDF, etc. El nivel 2 sigue una estructura XML bien definida con secciones como “bloques narrativos”. Esta estructura permite la presentación de este texto en diferentes formatos mediante transformaciones XML, ya que las secciones y su contenido son bien definidas. El nivel 3 agrega a cada sección, y a cada dato dentro de esas secciones (diagnósticos, unidades de medición, medicamentos, etc.), una estructura basada en el modelo común del HL7 RIM y una codificación de vocabulario estricta (estándares de terminologías clínicas¹), con el fin de ser procesable computacionalmente. Este nivel trae muchas ventajas, la verdadera interoperabilidad semántica que permite que los interoperables sean altamente procesables², interoperables y sin ambigüedades, pero tiene un costo alto de implementación. Los documentos CDA con estos dos niveles pueden incluir otros medios, como imágenes, sonidos, documentos anexos en otro formato, entre otros.

3.4.3. CIE 10.

Una clasificación de enfermedades puede definirse como “Sistema de categorías a las cuales se les asignan entidades morbosas de acuerdo con criterios establecidos”.

El principal propósito es permitir el registro sistemático, el análisis, la interpretación y la comparación de los datos de mortalidad y morbilidad recolectados en diferentes países o áreas y en diferentes épocas.

¹ El estándar de terminologías clínicas usado para el presente trabajo, fue el estándar CIE10 para la clasificación de patologías.

² La capacidad de ser procesable de estos documentos permite el uso de metodologías de extracción de información (IA), por ejemplo DataMining, entre otras.

Su mayor utilidad es convertir los términos diagnósticos y de otros problemas de salud, de palabras a códigos alfanuméricos que permiten su fácil almacenamiento y posterior recuperación para el análisis de la información. En la práctica se ha convertido en una clasificación diagnóstica estándar internacional para todos los propósitos epidemiológicos generales y muchos otros de administración de salud.

Cabe anotar que, la C.I.E., no es adecuada para indagar entidades clínicas individuales, en cambio si es adecuada para clasificar enfermedades y otros tipos de problemas de salud, consignados en distintos tipos de registros vitales y de salud.

La C.I.E. es un sistema de clasificación de ejes variables cuyo esquema debe servir a todos los propósitos prácticos y epidemiológicos. Este patrón puede ser identificado en los capítulos de la C.I.E. y hasta el momento es considerado como la estructura más útil que cualquiera de las alternativas que se han probado.

La C.I.E. utiliza un código alfanumérico, con una letra en la 1° posición y números en la 2°,3°, y 4° posición; el cuarto carácter sigue a un punto decimal, los códigos posibles van por lo tanto de A00.0 a Z99.9.

Afección o códigos principales: Se definen como la afección diagnóstica al final del proceso de atención de la salud cómo la causante primaria de la necesidad de tratamiento o investigación que tuvo el paciente. Si hay más de una afección así caracterizada, debe seleccionarse la que se considera causante del mayor uso de recursos.

Otras afecciones u otros códigos: Se definen como aquellas que coexistieron o se desarrollaron durante el episodio de atención y afectaron el tratamiento del paciente. Las afecciones que hayan afectado anteriormente al paciente pero que no inciden en el episodio actual no se deben registrar.

3.5. TECNOLOGÍAS DE IMPLEMENTACIÓN.

En este apartado se tratan los temas más técnicos del presente proyecto, tales como tecnologías, técnicas y metodologías utilizadas para la implementación y demás procedimientos llevados a cabo en el mismo.

3.5.1. METODOLOGÍA DE DESARROLLO RUP (*RATIONAL UNIFIED PROCESS*).

RUP es un proceso para el desarrollo de proyectos de software que define claramente quién, cómo, cuándo y qué debe hacerse en el proyecto[7]. Tiene 3 características esenciales: está dirigido por los Casos de Uso, que orientan el proyecto hacia lo que quiere el usuario, destacando los factores realmente importantes para este; está centrado en la arquitectura, que relaciona la toma de decisiones que indican cómo tiene que ser construido el sistema y en qué orden; y es iterativo e incremental, donde divide el proyecto en mini proyectos donde los casos de uso y la arquitectura cumplen sus objetivos de manera más depurada.

Es un proceso de ingeniería del software[9], que proporciona un acercamiento disciplinado a la asignación de tareas y responsabilidades en una organización de desarrollo. Su propósito es asegurar la producción de software de alta calidad que se ajuste a las necesidades de sus usuarios finales con unos costos y calendario predecibles.

RUP divide el proceso en 4 fases, dentro de las cuales se realizan varias iteraciones en número variable según el proyecto y en las que se hace un mayor o menor hincapié en las distintas actividades.

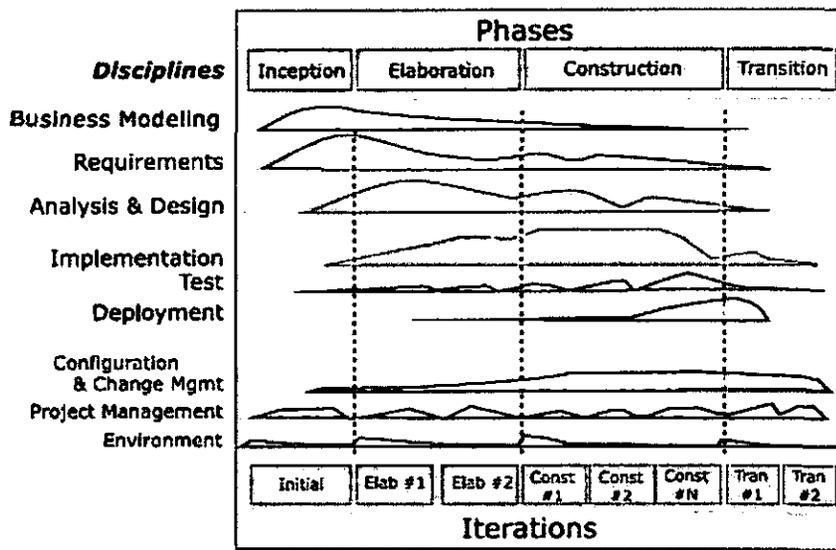


Ilustración 2: Fases, iteraciones y disciplinas RUP.³

En las iteraciones de cada fase se hacen diferentes esfuerzos en diferentes actividades[7]:

- **Inicio:** Se hace un plan de fases, se identifican los principales casos de uso y se identifican los riesgos. Se define el alcance del proyecto.
- **Elaboración:** Se hace un plan de proyecto, se completan los casos de uso y se eliminan los riesgos.
- **Construcción:** Se concentra en la elaboración de un producto totalmente operativo y eficiente y el manual de usuario.
- **Transición:** Se instala el producto al cliente y se capacita a los usuarios. Como consecuencia de esto suelen surgir nuevos requisitos a ser analizados.

Las actividades a desarrollar durante todo el proceso de desarrollo RUP, son 7[7]:

Modelado del negocio: En esta fase el equipo se familiarizará más al funcionamiento de la empresa, sobre conocer sus procesos.

³ Fuente: MARTÍNEZ, Alejandro y MARTÍNEZ, Raúl. Guía a Rational Unified Process. Escuela Politécnica Superior de Albacete. Universidad de Castilla la Mancha.

- Entender la estructura y la dinámica de la organización para la cual el sistema va ser desarrollado.
- Entender el problema actual en la organización objetivo e identificar potenciales mejoras.
- Asegurar que clientes, usuarios finales y desarrolladores tengan un entendimiento común de la organización objetivo.

Requisitos: En esta línea los requisitos son el contrato que se debe cumplir, de modo que los usuarios finales tienen que comprender y aceptar los requisitos que sean especificados.

- Establecer y mantener un acuerdo entre clientes y otros stakeholders⁴ sobre lo que el sistema podría hacer.
- Proveer a los desarrolladores un mejor entendimiento de los requisitos del sistema.
- Definir el ámbito del sistema.
- Proveer una base para estimar costos y tiempo de desarrollo del sistema.
- Definir una interfaz de usuarios para el sistema, enfocada a las necesidades y metas del usuario.

Análisis y Diseño: En esta actividad se especifican los requerimientos y se describen, enfatizando la forma cómo se van a implementar en el sistema.

- Transformar los requisitos al diseño del sistema.
- Desarrollar una arquitectura para el sistema.
- Adaptar el diseño para que sea consistente con el entorno de implementación.

Implementación: Se implementan las clases y objetos en ficheros fuente, binarios, ejecutables y demás. El resultado final es un sistema ejecutable.

⁴ No tiene traducción específica en el idioma español, pero se sugiere que sea entendido como actores que tienen algún tipo de interés e influencia en el proyecto, y además, que no hacen parte del equipo de desarrollo.

- Planificar qué subsistemas deben ser implementados y en qué orden deben ser integrados, formando el Plan de Integración.
- Cada implementador decide en qué orden implementa los elementos del subsistema.
- Si encuentran errores de diseño, son notificados.
- Se integra el sistema siguiendo el Plan de Integración.

Pruebas: Este flujo de trabajo es el encargado de evaluar la calidad del producto que se está desarrollando, pero no para aceptar o rechazar el producto al final del proceso de desarrollo, sino que debe ir integrado en todo el ciclo de vida.

- Encontrar y documentar defectos en la calidad del software.
- Generalmente se asesora sobre la calidad del software percibida.
- Provee la validación de los supuestos realizados en el diseño y especificación de requisitos por medio de demostraciones concretas.
- Verificar las funciones del producto de software según lo diseñado.
- Verificar que los requisitos tengan su apropiada implementación.

Despliegue: Esta actividad tiene como objetivo producir con éxito distribuciones del producto y distribuirlo a los usuarios. Las actividades implicadas incluyen:

- Probar el producto en su entorno de ejecución final.
- Empaquetar el software para su distribución.
- Distribuir el software.
- Instalar el software.
- Proveer asistencia y ayuda a los usuarios.
- Formar a los usuarios y al cuerpo de ventas.
- Migrar el software existente o convertir bases de datos.

Configuración y control de cambios: El control de cambios permite mantener la integridad de todos los artefactos que se crean en el proceso, así como de mantener información del proceso evolutivo que se ha seguido.

Gestión del proyecto: Se vigila el cumplimiento de los objetivos, gestión de riesgos y restricciones para desarrollar un producto que sea acorde a los requisitos de los clientes y los usuarios.

- Proveer un marco de trabajo para la gestión de proyectos de software intensivos.
- Proveer guías prácticas para realizar planeación, contratar personal, ejecutar y monitorear el proyecto.
- Proveer un marco de trabajo para gestionar riesgos.

Entorno: La finalidad de esta actividad es dar soporte al proyecto con las adecuadas herramientas, procesos y métodos. Brinda una especificación de las herramientas que se van a necesitar en cada momento, así como definir la instancia concreta del proceso que se va a seguir. En concreto las responsabilidades de este flujo de trabajo incluyen:

- Selección y adquisición de herramientas
- Establecer y configurar las herramientas para que se ajusten a la organización.
- Configuración del proceso.
- Mejora del proceso.
- Servicios técnicos.

3.5.2. XML (EXTENSIBLE MARKUP LANGUAGE).

Lenguaje de marcado extensible (XML) es un formato simple, texto muy flexible derivado de SGML (ISO 8879). Originalmente diseñado para afrontar los retos de la publicación electrónica a gran escala, XML también está desempeñando un papel cada vez más importante en el intercambio de una amplia variedad de datos en la Web y en otros lugares. [20]

XML fue desarrollado por un XML Working Group (originalmente conocido como el SGML Editorial Review Board) formado bajo los auspicios de la World Wide Web

Consortium (W3C) en 1996. Fue presidido por Jon Bosak de Sun Microsystems con la participación activa de un XML Special Interest Group (previamente conocido como el SGML Working Group) también organizado por el W3C.[21]

Los objetivos de diseño para XML son:

1. XML debe ser directamente utilizable en Internet.
2. XML debe soportar una amplia variedad de aplicaciones.
3. XML debe ser compatible con SGML.
4. Será fácil escribir programas que procesen documentos XML.
5. El número de características opcionales en XML debe mantenerse al mínimo absoluto, idealmente cero.
6. Los documentos XML deben ser legibles por humanos y razonablemente claros.
7. El diseño de XML debe ser preparado rápidamente.
8. El diseño de XML debe ser formal y conciso.
9. Los documentos XML deberán ser fáciles de crear.
10. Concisión en las marcas XML es de mínima importancia.

Esta especificación, junto con los estándares asociados (Unicode [Unicode] e ISO / IEC 10646 [ISO / IEC 10646] para caracteres, Internet RFC 3066 [IETF RFC 3066] para las etiquetas de identificación de lenguaje, ISO 639 [ISO 639] para los códigos de nombre de lenguaje, y la norma ISO 3166 [ISO 3166] para los códigos de nombre del país), proporciona toda la información necesaria para entender XML versión 1.1 y construir programas de ordenador para procesarla.

Esta versión de la especificación XML se puede distribuir libremente, siempre y cuando todo el texto y avisos legales permanecen intactos.[21]

3.5.3. *SERVICIOS WEB.*

Existen múltiples definiciones sobre lo que son los Servicios Web, lo que muestra su complejidad a la hora de dar una adecuada definición que englobe todo lo que son e implican. Una posible sería hablar de ellos como un conjunto de

aplicaciones o de tecnologías con capacidad para interoperar en la Web. Estas aplicaciones o tecnologías intercambian datos entre sí con el objetivo de ofrecer unos servicios. Los proveedores ofrecen sus servicios como procedimientos remotos y los usuarios solicitan un servicio llamando a estos procedimientos a través de la Web.

Estos servicios proporcionan mecanismos de comunicación estándares entre diferentes aplicaciones, que interactúan entre sí para presentar información dinámica al usuario. Para proporcionar interoperabilidad y extensibilidad entre estas aplicaciones, y que al mismo tiempo sea posible su combinación para realizar operaciones complejas, es necesaria una arquitectura de referencia estándar.

El siguiente gráfico muestra cómo interactúa un conjunto de Servicios Web:

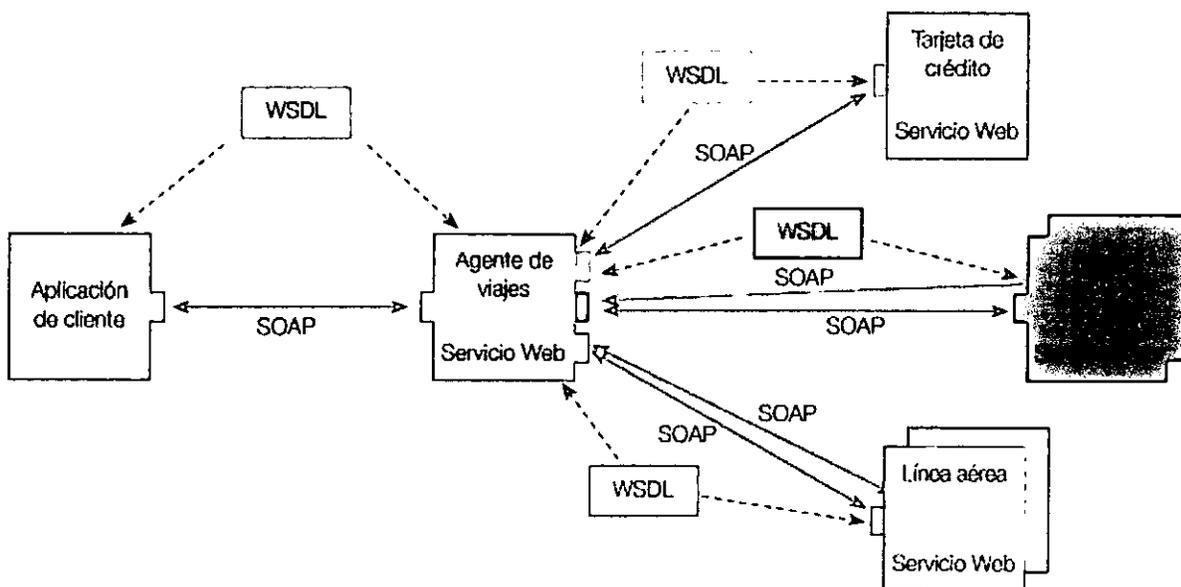


Ilustración 3: Los Servicios Web en Funcionamiento

Según el ejemplo del gráfico, un usuario (que juega el papel de cliente dentro de los Servicios Web), a través de una aplicación, solicita información sobre un viaje que desea realizar haciendo una petición a una agencia de viajes que ofrece sus servicios a través de Internet. La agencia de viajes ofrecerá a su cliente (usuario) la información requerida. Para proporcionar al cliente la información que necesita,

esta agencia de viajes solicita a su vez información a otros recursos (otros Servicios Web) en relación con el hotel y la compañía aérea. La agencia de viajes obtendrá información de estos recursos, lo que la convierte a su vez en cliente de esos otros Servicios Web que le van a proporcionar la información solicitada sobre el hotel y la línea aérea. Por último, el usuario realizará el pago del viaje a través de la agencia de viajes que servirá de intermediario entre el usuario y el servicio Web que gestionará el pago.

En todo este proceso intervienen una serie de tecnologías que hacen posible esta circulación de información. Por un lado, estaría SOAP (Protocolo Simple de Acceso a Objetos). Se trata de un protocolo basado en XML, que permite la interacción entre varios dispositivos y que tiene la capacidad de transmitir información compleja. Los datos pueden ser transmitidos a través de HTTP, SMTP , etc. SOAP especifica el formato de los mensajes. El mensaje SOAP está compuesto por un envelope (sobre), cuya estructura está formada por los siguientes elementos: header (cabecera) y body (cuerpo).

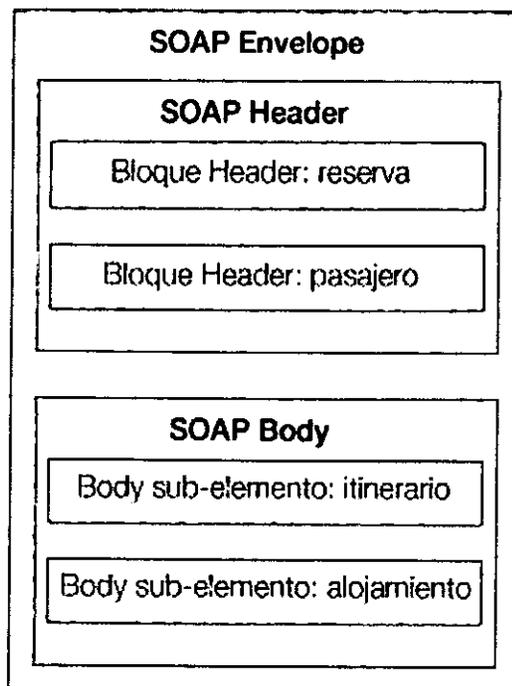


Ilustración 4: Estructura de los Mensajes

Para optimizar el rendimiento de las aplicaciones basadas en Servicios Web, se han desarrollado tecnologías complementarias a SOAP, que agilizan el envío de los mensajes (MTOM) y los recursos que se transmiten en esos mensajes (SOAP-RRSHB).

Por otro lado, WSDL (Lenguaje de Descripción de Servicios Web), permite que un servicio y un cliente establezcan un acuerdo en lo que se refiere a los detalles de transporte de mensajes y su contenido, a través de un documento procesable por dispositivos. WSDL representa una especie de contrato entre el proveedor y el que solicita. WSDL especifica la sintaxis y los mecanismos de intercambio de mensajes.

Durante la evolución de las necesidades de las aplicaciones basadas en Servicios Web de las grandes organizaciones, se han desarrollado mecanismos que permiten enriquecer las descripciones de las operaciones que realizan sus servicios mediante anotaciones semánticas y con directivas que definen el comportamiento. Esto permitiría encontrar los Servicios Web que mejor se adapten a los objetivos deseados. Además, ante la complejidad de los procesos de las grandes aplicaciones empresariales, existe una tecnología que permite una definición de estos procesos mediante la composición de varios Servicios Web individuales, lo que se conoce como coreografía.

4. OBJETIVOS.

4.1. OBJETIVO GENERAL.

Modelar un sistema de integración de mecanismos de seguimiento y monitoreo de datos sintomáticos de salud, que permita configurar y ejecutar la verificación, interpretación, análisis y evaluación de dichos datos, con la finalidad de informar al Sistema de Información General de las entidades promotoras de salud correspondiente.

4.2. OBJETIVOS ESPECÍFICOS.

- Proponer un modelo de datos estándar, que permita la interpretación de los datos enviados desde cada uno de los mecanismos que se integren al sistema.
- Implementar un Sistema que permita verificar tanto la sintaxis, como la concordancia de los datos que son recibidos desde los distintos mecanismos integrados al sistema.
- Implementar un Sistema que interprete la información que se reciba desde los mecanismos integrados al sistema.
- Implementar un Sistema que permita que se definan distintos algoritmos de evaluación, que analicen la información que es suministrada por los mecanismos integrados.
- Proponer una política de códigos relacionados con la sintomatología, de tal forma que, se puedan concluir a partir del análisis de evaluación del sistema.
- Establecer un modelo de datos estándar, que permita el correcto envío de la información a la organización general de entidades promotoras de salud correspondiente.

5. METODOLOGÍA.

Esta investigación se basa en métodos de recolección de datos sin medición, de forma totalmente empírica, buscando con la práctica y la aplicación de técnicas informáticas dar solución al problema formulado, siendo este último el objetivo mismo del presente trabajo. De esta forma, el enfoque investigativo que más se ajusta al presente proyecto en sí mismo, es el enfoque de la investigación cualitativa.

La investigación cualitativa evita la cuantificación[3]. Los investigadores cualitativos hacen registros narrativos de los fenómenos que son estudiados mediante técnicas como la observación participante y las entrevistas no estructuradas.

Para lo anterior, el investigador debe escoger un tema, establecer el problema o pregunta, justificar la importancia del estudio diseñado, identificar los sujetos u otras fuentes para el estudio, acceder a las fuentes de datos, recoger, describir, analizar e interpretar los datos, y desarrollar y escribir un informe de los resultados[4].

La importancia del enfoque cualitativo para la investigación, es realmente notoria y cada vez más destacada dentro de cualquier ámbito del conocimiento. Desde el pensamiento mágico del hombre primitivo hasta las cuestiones que refieren al manejo de las emociones frente a una computadora, la comprensión del comportamiento humano está documentado sólo parcialmente[5], lo que nos pone ante la evidencia de que hace falta algo más, algo que al darle sentido a los actos humanos, sean estos comunitarios o individuales, otorgue la posibilidad de comprenderlos en su especificidad y en su contexto, para lo cual ha de llegarse a la reconstrucción de su sentido y significado como elementos constitutivos de la subjetividad de cada quién.

Como metodología específica para lograr el objetivo general del presente proyecto, el cual plantea modelar un sistema de integración de mecanismos de

seguimiento y monitoreo de datos sintomáticos de salud, que permita configurar y ejecutar la verificación, interpretación, análisis y evaluación de dichos datos, con la finalidad de informar al Sistema de Información General de las entidades promotoras de salud correspondiente, se implementa la metodología de desarrollo Proceso Unificado Racional (RUP).

En definitiva, el RUP es una metodología de desarrollo de software que intenta integrar todos los aspectos a tener en cuenta durante todo el ciclo de vida del software[8], con el objetivo de enmarcar tanto pequeños como grandes proyectos de este tipo.

Con base en lo anterior, para lograr los objetivos específicos propuestos en este proyecto, es necesario llevar a cabo las actividades⁵ planteadas en cada una de las fases del RUP. Siguiendo con la estructura general de la metodología de desarrollo propuesta, y articulándola con los objetivos específicos del presente proyecto, se tiene la siguiente metodología de trabajo:

Estudio previo al modelado. Con el propósito de dar inicio al proyecto, se realizan un conjunto de procedimientos previos que conllevan progresivamente al propósito general. Esta etapa corresponde ampliamente a la fase de Inicio del RUP.

Acorde con lo anterior, las actividades a desarrollar son las siguientes: Modelado de Negocio y Requisitos.

Al terminar, se debe tener claro el ámbito del proyecto y en detalle los requerimientos a satisfacer.

Realización del modelado. Una vez determinados y detallados el alcance específico del proyecto, se procede a la ejecución de las tareas en pro de la materialización y conceptualización del sistema como tal, lo cual corresponde a la fase de Elaboración, según la metodología RUP.

⁵ Las actividades listadas en esta parte del documento, son explicadas con mayor detalle en el Marco Teórico del mismo.

La actividad que tendrá mayor énfasis en el desempeño de esta etapa es el Análisis y Diseño. El pleno desarrollo de esta actividad, y de toda la etapa en general debe conllevar a:

- Proponer un modelo de datos estándar, que permita la interpretación de los datos enviados desde cada uno de los mecanismos que se integren al sistema.
- Proponer una política de códigos relacionados con la sintomatología, de tal forma que, se puedan concluir a partir del análisis de evaluación del sistema.
- Establecer un modelo de datos estándar, que permita el correcto envío de la información a la organización general de entidades promotoras de salud correspondiente.

Implementación de prototipo. Luego de haber definido y realizado el modelado del sistema, es necesaria la realización de un prototipo que genere la posibilidad de evaluar el proyecto en términos de resultados conseguidos.

La implementación de prototipo, se ajusta perfectamente a las fases de Construcción del RUP, cuya actividad principal es la Implementación. La ejecución de esta etapa se debe orientar a:

- Implementar un Sistema que permita verificar tanto la sintaxis, como la concordancia de los datos que son recibidos desde los distintos mecanismos integrados al sistema.
- Implementar un Sistema que interprete la información que se reciba desde los mecanismos integrados al sistema.
- Implementar un Sistema que permita que se definan distintos algoritmos de evaluación, que analicen la información que es suministrada por los mecanismos integrados.

Validación y ejecución del prototipo. Finalmente, el proyecto concluye con la verificación y validación del prototipo ya realizado, con el fin de conocer

empíricamente si los resultados cumplen con los requerimientos planteados y con los procedimientos establecidos. Para alcanzar estos objetivos, se deben cumplir las actividades fundamentales de la fase de Transición del RUP, las cuales son: Pruebas y Despliegue.

Además de las actividades descritas en las etapas bosquejadas anteriormente, se deben ejecutar actividades generales de soporte del proyecto, tal como lo plantea el RUP, durante todas y cada una de las fases de ejecución del proyecto. Estas actividades son: Configuración y control de cambios, Gestión del Proyecto y Entorno.

6. RESULTADOS.

Con capital importancia, como resultado principal del presente proyecto, se obtuvo el modelado de un sistema de integración de mecanismos de seguimiento y monitoreo de datos sintomáticos de salud, que permite configurar y ejecutar la verificación, interpretación, análisis y evaluación de dichos datos, con la finalidad de informar al Sistema de Información General (SIG) de las entidades promotoras de salud correspondiente.

En el camino para desarrollar el objetivo principal, se alcanzaron previamente una serie de pasos en algunos casos consecutivos y en otros paralelos, pero todos con una relevancia plenamente significativa para el proyecto.

En primera instancia se propuso un modelo de datos estándar, que permite la interpretación de los datos enviados desde cada uno de los mecanismos que se integren al sistema.

Luego, se procedió con la implementación de componentes críticos para el proyecto; se implementó un sistema que permite verificar tanto la sintaxis como la concordancia de los datos que son recibidos desde los distintos mecanismos integrados al sistema, también se implementó un sistema que interpreta la información que se recibe desde los mecanismos integrados al sistema y por último, se implementó un sistema que permite que se definan distintos algoritmos de evaluación, que analicen la información que es suministrada por los mecanismos integrados.

Posterior a las implementaciones, se propuso una política de códigos relacionados con la sintomatología, de tal forma que, dichas sintomatologías se pueden concluir a partir del análisis de evaluación del sistema.

Finalmente, se estableció un modelo de datos estándar, que permite el correcto envío de la información a la organización general de entidades promotoras de salud correspondiente.

Los resultados obtenidos en la realización del proyecto, se presentan teniendo en cuenta las actividades establecidas en el capítulo que define la metodología, a saber: Inicialmente se presenta los resultados del estudio previo, presentando un resumen sustancial de los métodos, procedimientos y técnicas que fueron aplicados durante el alcance del proyecto y el resultado del inicio del mismo. Posteriormente se hace referencia a la forma como se llegó al modelo, de tal forma que se explique diáfanoamente el proceso de diseño y su detalle. Luego, se indican los aspectos relacionados con la implementación del prototipo, dejando ver su arquitectura. Y finalmente, se detalla la validación del mismo, revelando el resultado de los procedimientos de pruebas utilizados.

6.1. ESTUDIO PREVIO AL MODELADO.

Inicialmente, se hizo necesario realizar un estudio exhaustivo en búsqueda de un estándar que permitiese el manejo de información clínica a través de sistemas de información. Como resultado a esta búsqueda, se encontró el estándar HL7, el cual permite el manejo de información clínica de una forma muy bien estructurada y aun más importante con un extraordinario reconocimiento a nivel mundial, que la destaca ante cualquier otro estándar del mismo tipo.

No obstante de encontrar el estándar apropiado, hubo gran incertidumbre puesto que HL7 V3 propone una metodología muy robusta, la cual necesita un conocimiento conceptual y teórico muy profundo y detallado.

Después de seguir con la intensa búsqueda, se encontró el estándar CDA R2, el cual propone, una especificación del estándar HL7 V3, para documentación clínica. Siendo esto último, idóneo y más preciso de lo que era el muy general estándar HL7 V3, para el presente proyecto.

Una vez definido el estándar de manejo de información clínica a usar, se debía precisar un estándar que describiera de dicha información, es decir, un estándar que permitiese describir los datos clínicos que se manejarían dentro del Sistema.

Para lo anterior, se determinó el uso del estándar CIE10, que describe y codifica patologías y problemas en la salud, lo cual encaja perfectamente en la funcionalidad del Sistema.

Con esto se cumple el objetivo específico: proponer una política de códigos relacionados con la sintomatología, de tal forma que, se puedan concluir a partir del análisis de evaluación del sistema.

Luego, en la planeación del proyecto, correspondiente a la fase de inicio de la metodología RUP, adoptada como metodología principal de desarrollo para este proyecto, se hizo necesario una completa investigación acerca de otras tecnologías informáticas que permitiesen un desarrollo correcto de las siguientes fases del RUP.

Una de las tecnologías que se decidió implementar fue Servicios Web, que hacen posible la implementación de funcionalidades, conocidas como Servicios, haciéndolas independientes de la plataforma de implementación. Todo esto basado en una tecnología de definición de datos estándar llamada XML, la cual se basa en el etiquetado de datos con un formato estandarizado para que sea legible por cualquier sistema de información.

Partiendo de los conceptos aprendidos en el ámbito del manejo de la información clínica y de salud, y teniendo claros los objetivos del proyecto, se establecieron los requerimientos iniciales.

La lista de requerimientos funcionales para la implementación del prototipo fue diseñada de acuerdo a los objetivos del presente proyecto, los cuales brindaron los lineamientos básicos que a su vez dieron pie a la estructura del mismo. Para la elaboración de dicha lista, detallada a continuación en el presente documento, se aprovecharon los aspectos más relevantes del formato DECU (Documento de Especificación de Casos de Uso) propuesto en la metodología RUP. A continuación se presenta el diagrama de casos de uso de la fase de análisis (Ver

Ilustración 5: Diagrama de Casos de Uso de la Fase de Análisis), y consecuente con esto, la lista de requerimientos funcionales de la Fase de Análisis:

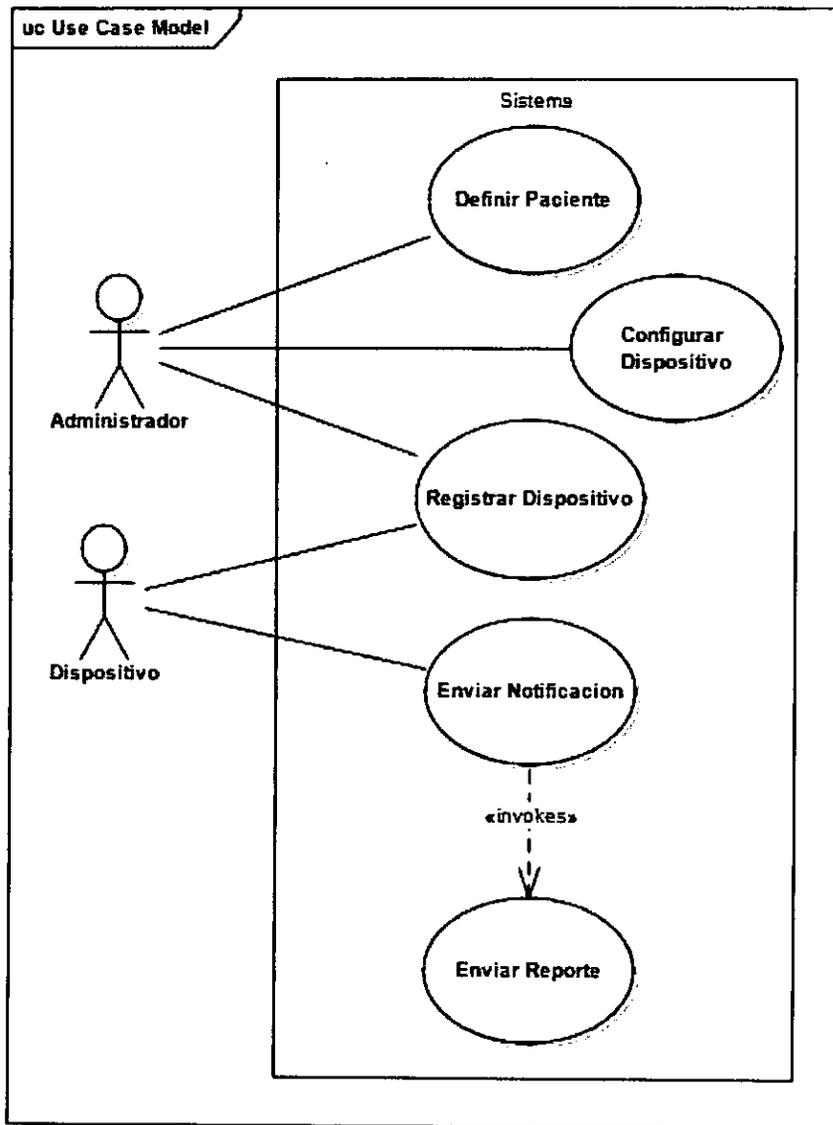


Ilustración 6: Diagrama de Casos de Uso de la Fase de Análisis

CU1	
Nombre del Caso de Uso	
Definir Paciente	
Flujo de Eventos	
Flujo Básico	1. El Administrador solicita al Sistema la definición de

	<p>un nuevo paciente ingresando el ID del Paciente.</p> <p>2. El Sistema consulta un repositorio externo (repositorio de pacientes del SIG) para obtener la información del paciente coincidente con el ID suministrado.</p> <p>3. El Sistema almacena el ID del paciente consultado en su repositorio local.</p>
<i>Flujos Alternos</i>	<p>2. En caso de que el Sistema no encuentre pacientes coincidentes con el ID suministrado por el Administrador, entonces finaliza el flujo, es decir, el Sistema solo permite definir pacientes existentes en el repositorio externo del SIG.</p>
<i>Precondiciones</i>	
1. Debe existir un repositorio de pacientes.	
<i>Poscondiciones</i>	
1. Debe quedar almacenado localmente el ID del paciente.	

Tabla 1. CU1: Definir Paciente.

CU2	
<i>Nombre del Caso de Uso</i>	
Definir Reglas Sintomáticas	
<i>Flujo de Eventos</i>	
<i>Flujo Básico</i>	<p>1. El Administrador define una expresión condicional (Regla) en base a datos numéricos (Dato Sintomático).</p> <p>2. El Administrador define para cada expresión condicional, un dato nominal (Síntoma).</p>
<i>Flujos Alternos</i>	No Aplica.
<i>Precondiciones</i>	

No Aplica.
<i>Poscondiciones</i>
1. Debe quedar definida una expresión condicional válida, relacionando datos numéricos (Datos Sintomáticos) con datos nominales (Síntomas).

Tabla 2. CU2: Definir Reglas Sintomáticas.

CU3	
<i>Nombre del Caso de Uso</i>	
Definir Instrucciones de Diagnóstico Primario	
<i>Flujo de Eventos</i>	
<i>Flujo Básico</i>	<ol style="list-style-type: none"> 1. El Administrador define en el Sistema una expresión condicional para evaluar datos nominales (Síntomas) previamente definidos (CU2). 2. El Administrador define para cada expresión condicional, un dato nominal (Diagnóstico Primario) relacionado a una política de códigos (CIE10) y una acción dentro del Sistema (Instrucción).
<i>Flujos Alternos</i>	No Aplica.
<i>Precondiciones</i>	
1. Deben existir Datos Nominales (Síntomas) previamente definidos en el Sistema.	
<i>Poscondiciones</i>	
1. Deben quedar definidas una o más Instrucciones de Diagnóstico Primario.	

Tabla 3. CU3: Definir Instrucciones de Diagnóstico Primario.

CU4
<i>Nombre del Caso de Uso</i>

Registrar Dispositivo	
<i>Flujo de Eventos</i>	
<i>Flujo Básico</i>	<ol style="list-style-type: none"> 1. Un Dispositivo envía una solicitud de registro al sistema. 2. El Sistema valida la sintaxis y la estructura de la solicitud de registro del Dispositivo. 3. El Sistema almacena la solicitud de registro del Dispositivo.
<i>Flujos Alternos</i>	<ol style="list-style-type: none"> 2. El Sistema rechaza la solicitud de registro del Dispositivo, si esta es inválida.
<i>Precondiciones</i>	
No Aplica.	
<i>Poscondiciones</i>	
<ol style="list-style-type: none"> 1. Debe quedar almacenada en el Sistema la solicitud de registro del Dispositivo. 2. Debe quedar registrado el evento en el Log del Sistema. 	

Tabla 4. CU4: Registrar Dispositivo.

CU5	
<i>Nombre del Caso de Uso</i>	
Configurar Dispositivo	
<i>Flujo de Eventos</i>	
<i>Flujo Básico</i>	<ol style="list-style-type: none"> 1. El Administrador elige, en el Sistema, un Dispositivo ya registrado. 2. El Administrador elige, en el Sistema, un Paciente previamente definido. 3. El Administrador Define Reglas Sintomáticas (CU2), en el Sistema, para el Dispositivo seleccionado. 4. El Administrador Define Instrucciones de Diagnóstico

	Primario (CU3), en el Sistema, para uno o más de los Dispositivos ya relacionados al Paciente seleccionado.
<i>Flujos Alternos</i>	4. Luego de Definir Reglas Sintomáticas (CU2), en el Sistema, el Administrador puede terminar el flujo sin Definir Instrucciones de Diagnóstico Primario (CU3).
<i>Precondiciones</i>	
<ol style="list-style-type: none"> 1. Debe existir una solicitud válida de registro del Dispositivo en el Sistema. 2. Debe estar definido el Paciente en el Sistema. 	
<i>Poscondiciones</i>	
<ol style="list-style-type: none"> 1. El Dispositivo debe quedar correctamente configurado y por ende habilitado para enviar Notificaciones. 2. Debe quedar registrado el evento en el Log del Sistema. 	

Tabla 5. CU5: Configurar Dispositivo.

CU6	
<i>Nombre del Caso de Uso</i>	
Enviar Notificación	
<i>Flujo de Eventos</i>	
<i>Flujo Básico</i>	<ol style="list-style-type: none"> 1. Un Dispositivo envía un modelo de datos con información, llamado Notificación. 2. El Sistema verifica si el Dispositivo emisor está habilitado en el Sistema y admite la Notificación.
<i>Flujos Alternos</i>	<ol style="list-style-type: none"> 2. El Sistema responde negativamente al Dispositivo, si este último no se encuentra habilitado en el Sistema.
<i>Precondiciones</i>	
<ol style="list-style-type: none"> 1. El Dispositivo debe estar Configurado (CU5) en el Sistema. 	
<i>Poscondiciones</i>	

1. Debe quedar admitida la Notificación en el Sistema.

Tabla 6. CU6: Enviar Notificación.

CU7	
<i>Nombre del Caso de Uso</i>	
Validar Notificación	
<i>Flujo de Eventos</i>	
<i>Flujo Básico</i>	<ol style="list-style-type: none"> 1. El Sistema lee la Notificación recibida. 2. El Sistema valida la estructura sintáctica de la Notificación. 3. El Sistema confirma al Dispositivo la validación exitosa.
<i>Flujos Alternos</i>	<ol style="list-style-type: none"> 2. El Sistema responde negativamente al Dispositivo, si la Notificación es inválida.
<i>Precondiciones</i>	
1. Debe existir una notificación recibida con éxito (CU6).	
<i>Poscondiciones</i>	
<ol style="list-style-type: none"> 1. Debe quedar almacenada la Notificación en el Sistema. 2. Debe quedar registrado el evento en el Log del Sistema. 	

Tabla 7. CU7: Validar Notificación.

CU8	
<i>Nombre del Caso de Uso</i>	
Definir Cualificación Sintomática	
<i>Flujo de Eventos</i>	
<i>Flujo Básico</i>	<ol style="list-style-type: none"> 1. El Sistema lee una Notificación y extrae los valores numéricos enviados como parámetros. 2. El Sistema evalúa las Reglas Sintomáticas definidas en la Configuración para el Dispositivo emisor

	<p>respectivo, con los valores numéricos (Datos Sintomáticos) contenidos en la Notificación.</p> <p>3. El Sistema precisa el valor nominal (Cualificación Sintomática) correspondiente.</p>
<i>Flujos Alternos</i>	<p>3. Si no existe una valoración nominal (Síntoma) previamente definida para el valor numérico (Dato Sintomático) recibido, el Sistema retorna un valor nominal por defecto.</p>
<i>Precondiciones</i>	
<p>1. Debe existir una respuesta positiva, como resultado de Validar Notificación (CU7).</p>	
<i>Poscondiciones</i>	
<p>2. Debe quedar almacenada una Cualificación Sintomática para la Notificación, en el Sistema.</p>	

Tabla 8. CU8: Definir Cualificación Sintomática.

CU9	
<i>Nombre del Caso de Uso</i>	
Analizar Cualificación Sintomática	
<i>Flujo de Eventos</i>	
<i>Flujo Básico</i>	<p>1. El Sistema analiza un valor nominal (Cualificación Sintomática) con respecto a las Instrucciones de Diagnóstico Primario previamente definidas (CU3) en la Configuración.</p> <p>2. El Sistema precisa una o más instrucciones pertinentes a ejecutar.</p>
<i>Flujos Alternos</i>	<p>2. Si no existen instrucciones que correspondan al valor nominal (Cualificación Sintomática), el Sistema precisa una instrucción vacía, es decir se determina</p>

	no ejecutar ninguna instrucción.
<i>Precondiciones</i>	
No Aplica.	
<i>Poscondiciones</i>	
<ol style="list-style-type: none"> El Sistema debe precisar una o más instrucciones a ejecutar, o precisar no ejecutar ninguna instrucción. 	

Tabla 9. Analizar Cualificación Sintomática.

CU10	
<i>Nombre del Caso de Uso</i>	
Enviar Reporte	
<i>Flujo de Eventos</i>	
<i>Flujo Básico</i>	<ol style="list-style-type: none"> El Sistema recopila la información correspondiente a un Paciente y a uno ó más Dispositivos. El Sistema compone un modelo de datos con la información recopilada, llamado Reporte. El Sistema envía el Reporte al SIG. El Sistema recibe confirmación de recibido por parte del SIG.
<i>Flujos Alternos</i>	<ol style="list-style-type: none"> El Sistema reintenta el envío del Reporte al SIG, si durante un periodo de tiempo no recibe por parte de este una confirmación de recibido ó si recibe una respuesta negativa.
<i>Precondiciones</i>	
No Aplica.	
<i>Poscondiciones</i>	
<ol style="list-style-type: none"> El Sistema debe recibir del SIG una confirmación satisfactoria de recepción de Reporte. Debe quedar registrado el evento en el Log del Sistema. 	

Tabla 10. CU10: Enviar Reporte.

CU11	
<i>Nombre del Caso de Uso</i>	
Ejecutar Instrucciones de Diagnóstico Primario	
<i>Flujo de Eventos</i>	
<i>Flujo Básico</i>	<ol style="list-style-type: none"> 1. El Sistema Analiza una Cualificación Sintomática (CU9) recibida. 2. Si el análisis precisa una o más instrucciones a ejecutar, el Sistema ejecuta dichas instrucciones. 3. Si se precisó la instrucción Enviar Reporte, el Sistema Envía un Reporte al SIG (CU10).
<i>Flujos Alternos</i>	<ol style="list-style-type: none"> 2. El Sistema no ejecuta ninguna instrucción, si se precisó una instrucción vacía. 3. El Sistema no Envía Reporte al SIG, si no se precisó dicha instrucción.
<i>Precondiciones</i>	
1. Debe existir una Cualificación Sintomática definida (CU8).	
<i>Poscondiciones</i>	
1. Debe quedar concluido el flujo de eventos del Sistema para la Notificación correspondiente.	

Tabla 11. CU11: Ejecutar Instrucciones de Diagnóstico Primario.

De esta forma se concluyó la fase de Inicio, especificada en la metodología RUP, de la cual se obtuvieron como resultados representativos las investigaciones previas realizadas y la iniciación del proyecto, a través de la definición de los requerimientos del Sistema.

6.2. REALIZACIÓN DEL MODELO.

Para la siguiente fase del RUP, correspondiente a la Elaboración, se realizaron las actividades de modelado del negocio, y el modelado de análisis y diseño del

prototipo. Para esto fue necesaria principalmente la utilización de vistas arquitectónicas⁶, que permitieran analizar distintas perspectivas del Sistema, con el fin de obtener una visión holística del mismo.

Para estudiar el modelado del negocio, se emplearon la vista de escenarios y parte de la vista lógica de la arquitectura del Sistema; representando el dominio y los requerimientos funcionales del mismo.

En el modelo de dominio (Ver Ilustración 7: Modelo de Dominio del sistema) se delimita y se describe el campo de acción del sistema, definiendo claramente sus principales entidades y sus relaciones entre ellas, tal como funciona para el mundo real.

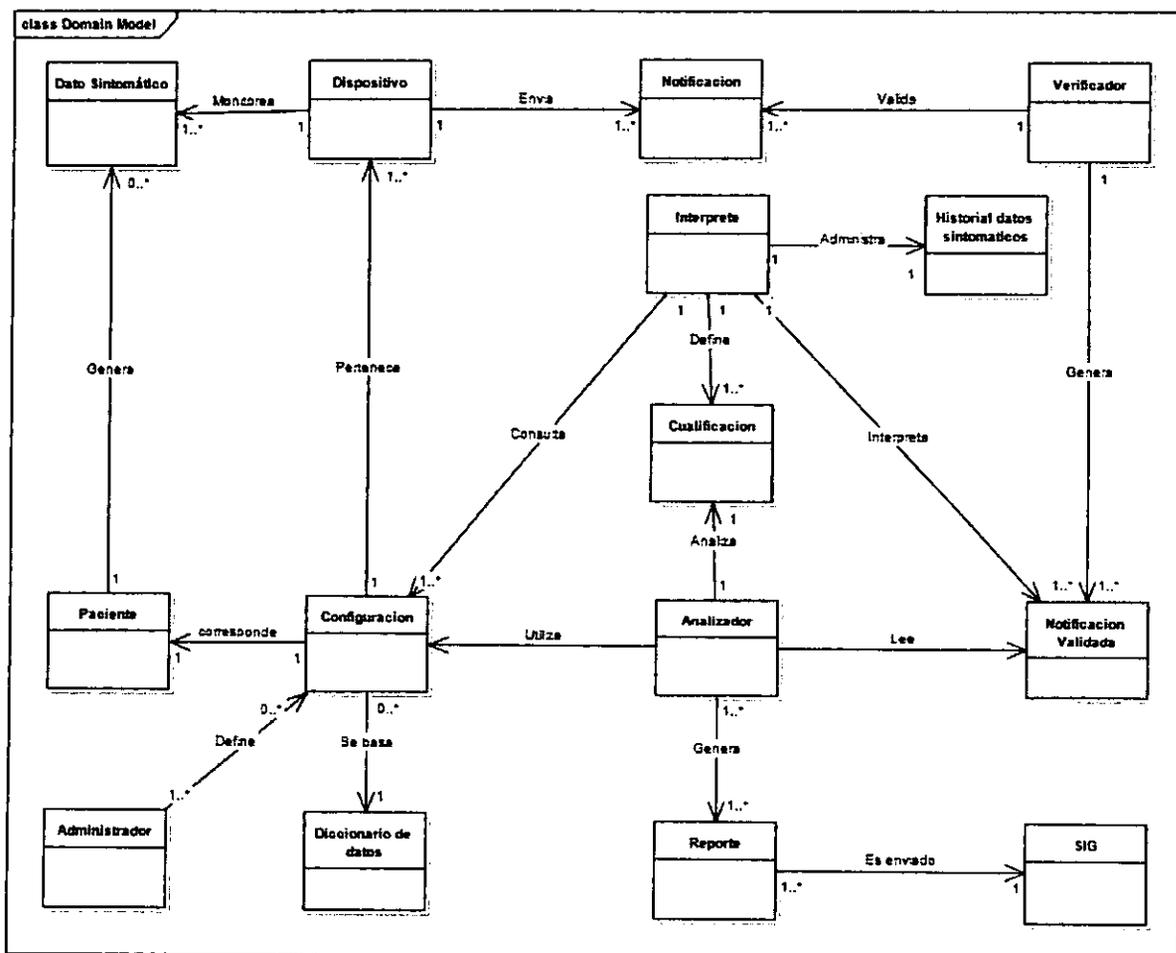


Ilustración 8: Modelo de Dominio del sistema

⁶ Basado en el Modelo de Vistas Arquitectónicas 4+1.

Los actores y sus participaciones más importantes para el sistema, junto con las actividades que realizan, son plasmados en el modelo de casos de uso (Ver Ilustración 9: Modelo de Casos de Uso de la fase de diseño).

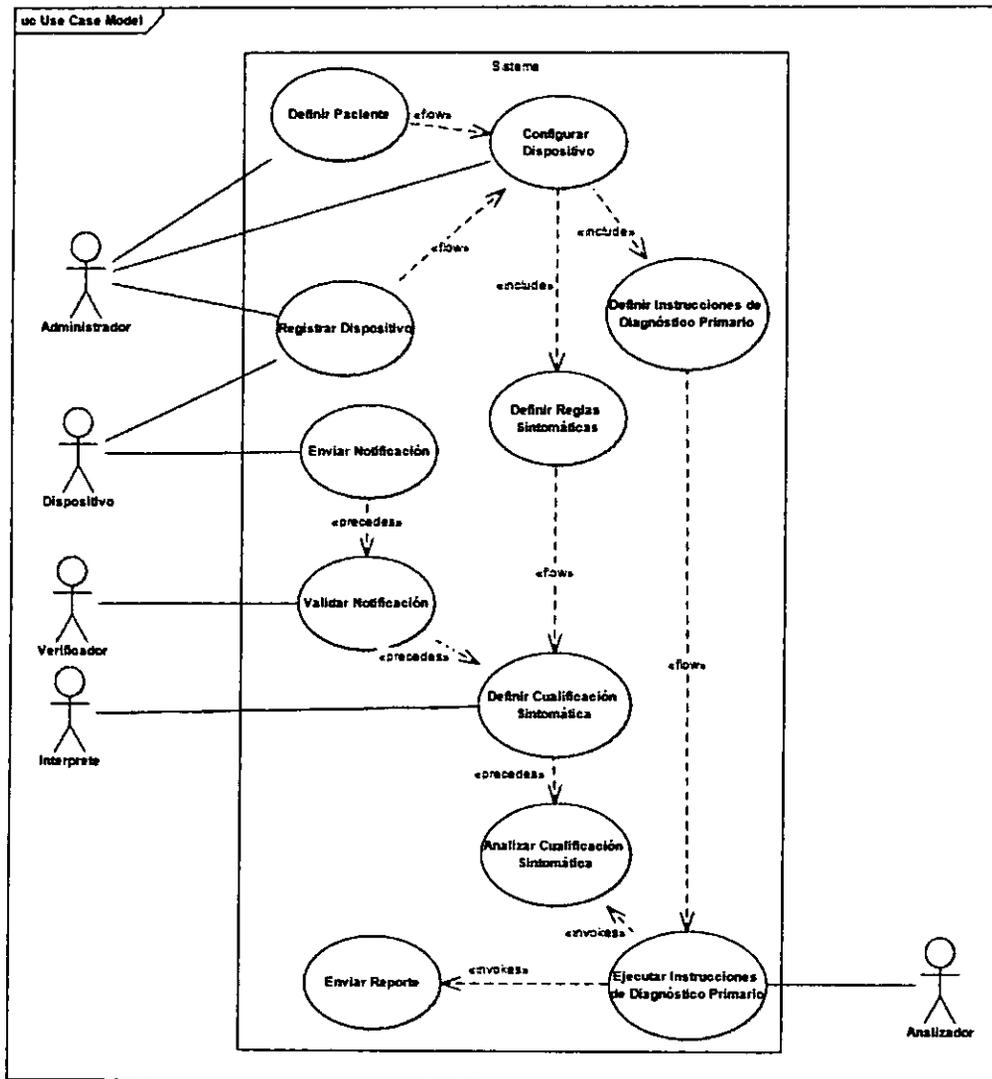


Ilustración 10: Modelo de Casos de Uso de la fase de diseño

El Administrador, es el responsable de la gestión del sistema y sus funcionalidades principales; es el encargado de Definir Paciente, lo cual implica la consulta e inclusión de un paciente y su información dentro del sistema. También se encarga de Registrar Dispositivo y Configurar Dispositivo, que resume los procedimientos de integración de dispositivos al sistema.

El Dispositivo, es cualquier mecanismo o sistema externo que pretenda o haya sido integrado al sistema por el Administrador, a través de los casos de uso Registrar Dispositivo y Configurar Dispositivo. Este actor externo se encarga del caso de uso Enviar Notificación, hacia el sistema.

Algunos componentes dentro del sistema también fueron tomados como actores; El verificador, representa un componente encargado de validar la estructura y sintaxis de las Notificaciones provenientes desde cualquier dispositivo integrado al sistema. El intérprete, por su parte, se encarga de retomar la información recibida y compararla con registros anteriores, de tal forma que pueda darle un sentido a la información y a partir de esto, definir una cualificación acertada. Finalmente el componente Analizador, es el responsable de ejecutar todas las instrucciones definidas previamente en la configuración y de enviar un Reporte al SIG.

De esta forma se definió el modelado del negocio, el cual plantea los principios básicos que guían el diseño y la implementación del prototipo en adelante. Una vez definido el modelo del negocio, se procedió, según la metodología planteada, con el modelado de análisis y diseño del prototipo.

Para estudiar el modelado de análisis y diseño, se emplea en primera instancia la vista arquitectónica de desarrollo, con el fin de mostrar de forma general la disposición de los principales elementos del sistema y sus relaciones funcionales, y a medida que se va avanzando en el estudio de cada uno de estos, se emplean vistas lógicas correspondientes, de tal forma que se muestre más a fondo y de manera detallada la estructura estática de los mismos.

A continuación la vista arquitectónica de desarrollo, representada en este caso por el diagrama de componentes (Ver Ilustración 11: Diagrama de Componentes), mostrando los principales componentes incluidos en el prototipo y sus relaciones funcionales.

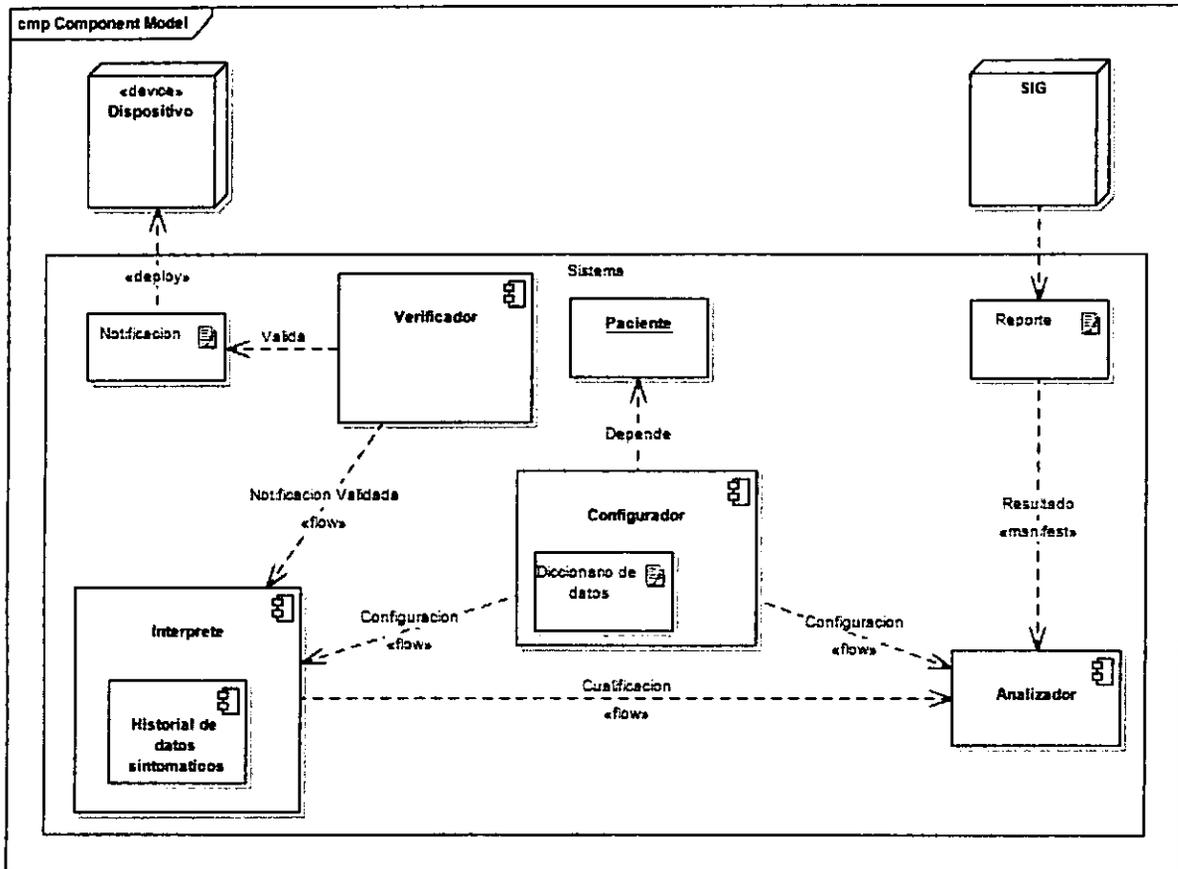


Ilustración 12: Diagrama de Componentes

El **Dispositivo**, dentro del diagrama de componentes, es un artefacto externo, cuyo detalle no incumbe al sistema, pero que juega un papel importante, puesto que da inicio al ciclo de funcionamiento principal del sistema, alimentando y enviando un modelo de datos con información clínica de un paciente, llamado Notificación.

La **Notificación**, cumpliendo el objetivo de: proponer modelo de datos estándar que permite la interpretación de los datos enviados desde cada uno de los mecanismos que se integren al sistema. Está basado en el estándar para documentación clínica CDA⁷ (Ver Ilustración 13: RMIM CDA Notificación) estando este último a su vez apoyado en el estándar para el intercambio de datos clínicos HL7. Con lo anterior se garantiza una completa estandarización del modelo de

⁷ El estándar CDA permite hacer especificaciones con respecto al modelo de clases (RMIM) propio del estándar, definiendo unos elementos mínimos y permitiendo usar o no los otros elementos dentro del modelo.

datos, lo cual brinda al sistema una amplia capacidad de integración⁸ con otros sistemas y mecanismos.

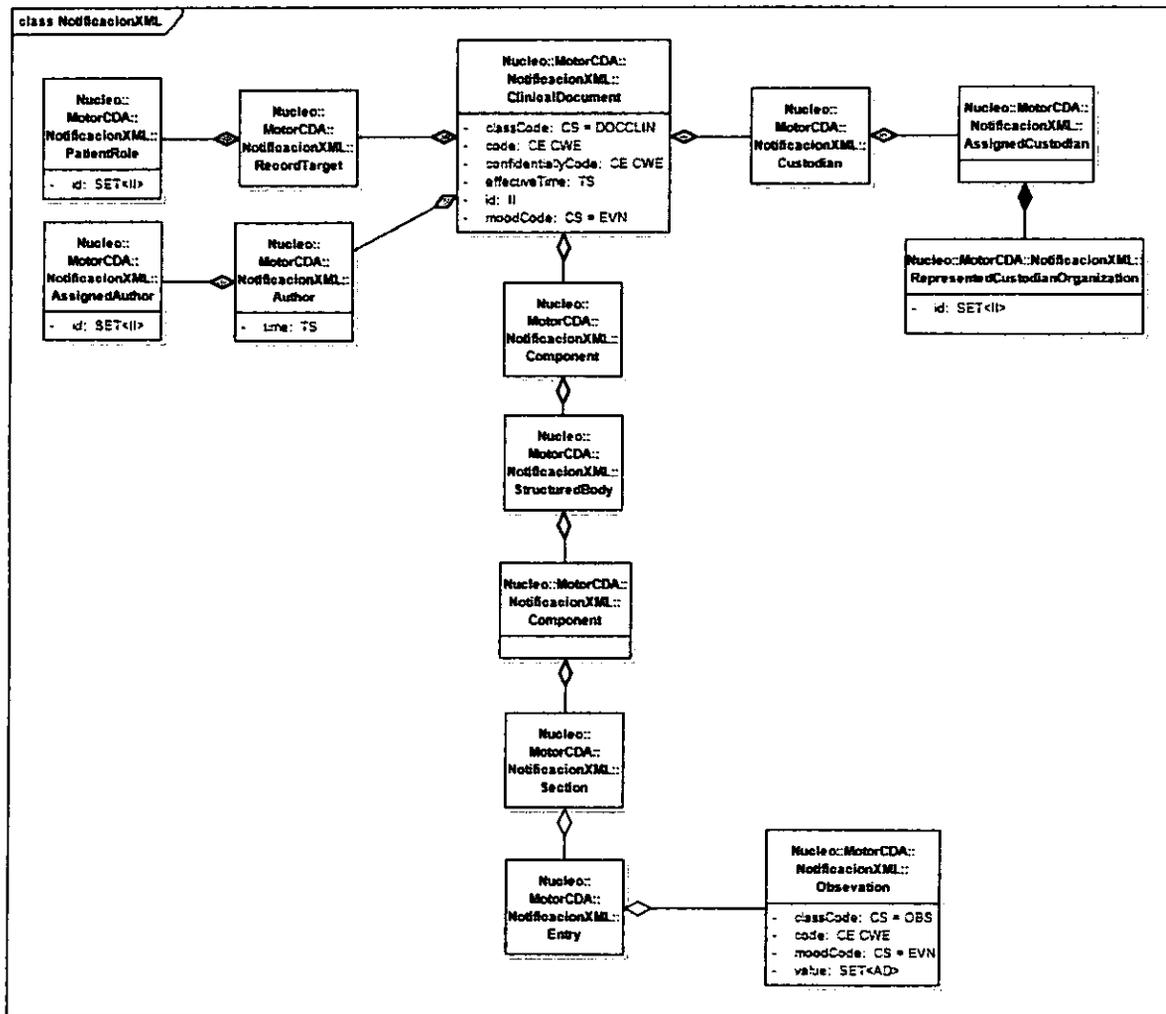


Ilustración 14: RMIM CDA Notificación

Dentro del diagrama de componentes existe otro elemento similar al anterior, llamado **Reporte**, el cual representa el objetivo específico: proponer un modelo de datos estándar, que permite el correcto envío de la información a la organización general de entidades promotoras de salud correspondiente. Se denomina Reporte, puesto que su funcionamiento es equivalente a un reporte clínico que se envía a un ente encargado de revisarlo y tomar decisiones en base al mismo.

⁸ La amplia capacidad de integración se debe a que el estándar CDA HL7 es reconocido y aceptado por las organizaciones más importantes en el ámbito de la salud a nivel mundial.

Este modelo de datos, al igual que el anterior, se fundamenta en el estándar CDA, lo que indica que la implementación de este modelo de datos, parte de un modelo de clases base (Ver Ilustración 15: RMIM CDA Reporte), el cual es procesado para llegar a un resultado tangible de más bajo nivel de abstracción.

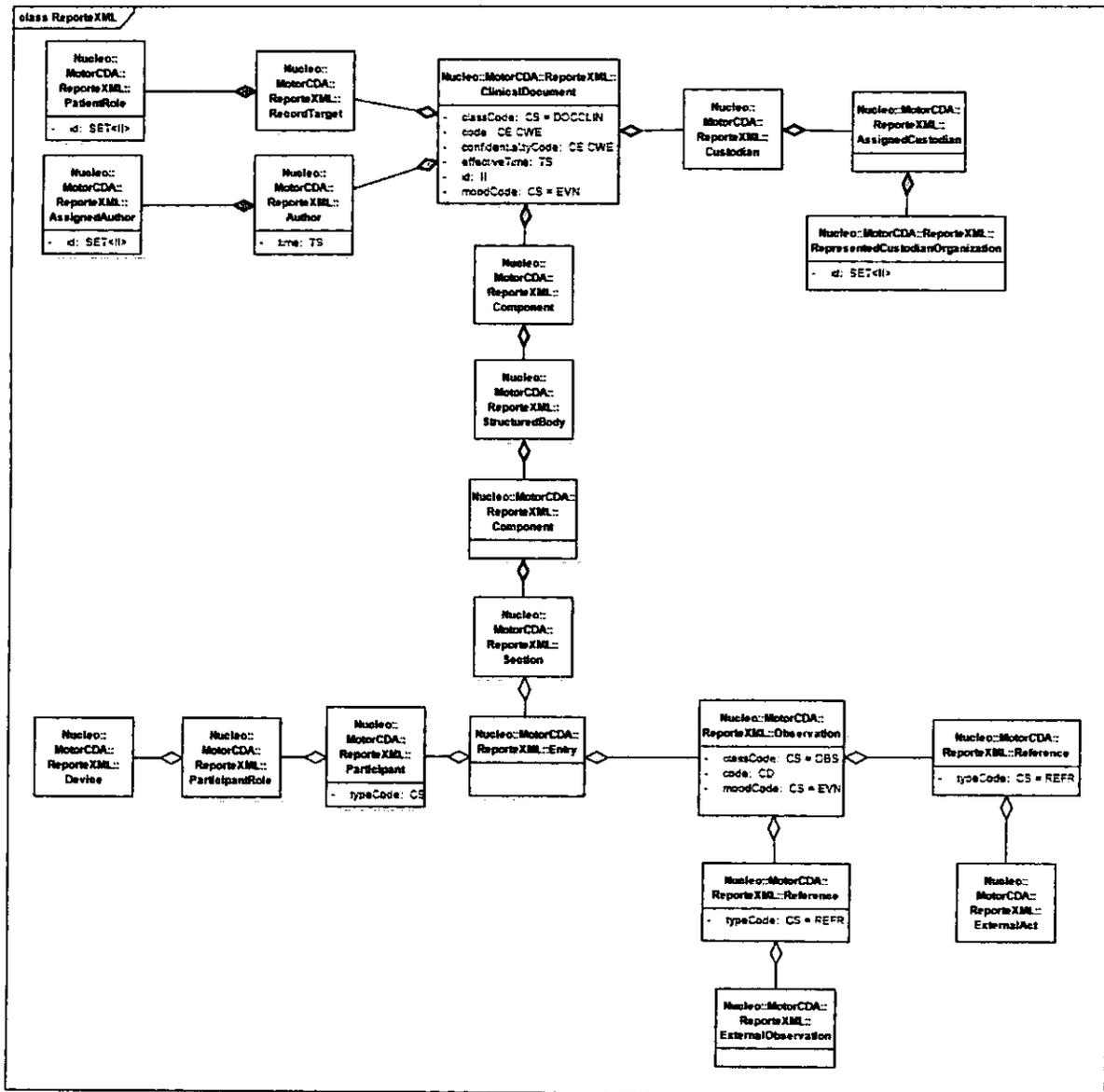


Ilustración 16: RMIM CDA Reporte

Como primer componente propio dentro del flujo principal del Sistema, se encuentra el **Verificador**, cuya labor es garantizar la validez estructural y sintáctica de las Notificaciones provenientes desde cualquiera de los Dispositivos.

Para cumplir su labor, el Verificador se apoya en el uso de una API⁹ llamada CDAPI, la cual encapsula el procesamiento conceptual de los elementos del estándar CDA. Como resultado de su procesamiento, el Verificador genera una Notificación Validada, la cual representa la Notificación original con una marca de validez para que pueda continuar el procesamiento en el Sistema.

Antes de continuar con el seguimiento del flujo principal del Sistema, se hace necesario explicar un componente que no hace parte de este, puesto que representa un flujo independiente, pero que es de vital importancia, debido a que determina con antelación una serie de parámetros que especifican la forma de comportamiento del Sistema durante la ejecución del flujo principal. Dicho componente es el **Configurador**, el cual permite la predefinición de características, reglas y algoritmos que conforman la Configuración del Sistema.

En la Configuración del Sistema, se definen las características básicas de los Dispositivos y se relacionan con los **Pacientes**, esto con el fin de permitir el registro de Dispositivos y su integración dentro del Sistema.

El configurador, además, define las reglas de interpretación para evaluar los datos numéricos provenientes de los Dispositivos y generar datos nominales resultantes. Así mismo, en la Configuración se definen una serie de algoritmos que expresan instrucciones a ejecutar dependiendo de la evaluación de datos nominales. Estos últimos aspectos, se desarrollan en el componente Configurador gracias al apoyo en Autómatas Finitos Deterministas, los cuales permiten la validación sintáctica y la computación de un lenguaje cualquiera, en este caso el algorítmico.

Anexo a lo anterior, el Configurador utiliza un elemento, presente en el modelo, llamado **Diccionario de Datos**, el cual representa un repositorio local de datos clínicos, más precisamente datos patológicos, los cuales están basados en el estándar CIE10¹⁰, una clasificación de enfermedades y problemas relacionados

⁹ Application Programming Interface (Interfaz de programación de aplicación).

¹⁰ CIE10, sus siglas en inglés: ICD (International Statistical Classification of Diseases and Related Health Problems).

con la salud. Esto con el fin de relacionar una serie de síntomas (datos nominales), detectados a partir de los datos sintomáticos (datos numéricos) provenientes desde los dispositivos, con alguna patología o problema de la salud, en el estándar mencionado.

Siguiendo con el flujo principal del Sistema, una vez ha sido validada la Notificación, entra a desempeñar su papel el componente denominado **Intérprete**, el cual es el encargado de tomar los datos sintomáticos (valores numéricos) enviados como parámetros en la Notificación y evaluar las reglas definidas en el componente Configurador, para finalmente determinar un dato nominal resultante, llamado cualificación sintomática. Lo anterior, tomando como referencia valores adecuados en el Historial de Datos Sintomáticos.

El **Historial de Datos Sintomáticos**, otro elemento presente en el modelo, representa un repositorio local donde se registran todos los datos numéricos y nominales, derivados de la información proveniente de las Notificaciones que llegan al Sistema. En otras palabras, representa un historial del contenido las Notificaciones recibidas satisfactoriamente por el Sistema.

Concluyendo el flujo principal del Sistema, se encuentra el componente **Analizador**, el cual ejecuta los algoritmos previamente definidos en la Configuración, evaluando el valor nominal (cualificación sintomática) recibido desde el interprete, junto con los valores nominales almacenados en el Historial de Datos Sintomáticos, que competan al flujo en cuestión. Además, este componente ejecuta o no el envío de reportes al SIG, dependiendo del resultado obtenido a partir del análisis de los algoritmos definidos en la Configuración.

Finalmente, como un componente externo al Sistema, se encuentra en el modelo el componente **SIG**. El detalle interno de este, no es de interés para el Sistema, pero su interacción con el medio externo si lo es, puesto que representa el fin último del flujo principal del Sistema, ya que es a este componente a donde van dirigidos los Reportes generados a partir de los procesamientos ejecutados por cada uno de los componentes que intervienen durante todo el flujo principal.

La tarea más importante del componente SIG, es brindar un método de interacción con el medio, que hace posible que se puedan enviar los Reportes generados y recibir una respuesta de confirmación, de tal forma que el Sistema pueda terminar su ciclo principal de funcionamiento de forma satisfactoria.

6.3. IMPLEMENTACIÓN DEL PROTOTIPO.

La fase de implementación del prototipo representa la encarnación de los modelos anteriormente definidos, en artefactos tangibles y completamente concretos, que efectúen de forma satisfactoria lo planteado en la fase previa al modelado, donde se delimitó el alcance del proyecto y se especificaron los requerimientos funcionales del Sistema.

En la fase de realización del modelo, se diseñaron los modelos de los principales componentes del sistema, para su posterior implementación. A continuación se hace una reseña de los resultados de la implementación de cada uno de estos componentes, con el fin de que sea clara la forma en la cual se llevó a cabo el proceso que transformó los modelos en artefactos tangibles, y el detalle de cada uno de estos resultados.

Como resultado de la implementación de los modelos de datos Notificación y Reporte, se tienen procedimientos y efectos similares, ya que, como se mencionó anteriormente, ambos están basados en el estándar CDA, el cual propone una metodología para representar el modelo de datos en un modelo de clases y posteriormente materializarlo en un artefacto tangible, usando el formato XML.

El modelo de datos Notificación, está representado de forma tangible como un archivo llamado *Notificacion.XML* (Ver Esquema 1. *Notificacion.XML*) en formato XML, el cual plantea una estructura básica y flexible, para recibir la información sintomática y de salud desde cualquiera de los mecanismos integrados al sistema.

1. `<?xml version="1.0" encoding="UTF-8"?>`

2. `<ClinicalDocument xmlns:xsi="http://www.w3.org/2001/XMLSchema-instance" xmlns="urn:hl7-org:v3" xsi:schemaLocation="urn:hl7-org:v3 CDA.xsd">`
3. `<typeId root="TypeId.ROOT" extension="TypeId.EXTENSION"/>`
4. `<id root="Id.ROOT" extension="Id.EXTENSION"/>`
5. `<code code="Code.CODE" codeSystem="Code.CODE_SYSTEM" codeSystemName="Code.CODE_SYSTEM_NAME" displayName="Code.DISPLAY_NAME"/>`
6. `<title>TITULO DEL DOCUMENTO</title>`
7. `<effectiveTime value="VALOR(20000407)"/>`
8. `<confidentialityCode code="confidentialityCode.CODE" codeSystem="confidentialityCode.CODE_SYSTEM"/>`
9. `<recordTarget>`
10. `<patientRole>`
11. `<id root="patientRole.Id.ROOT" extension="patientRole.Id.EXTENSION"/>`
12. `</patientRole>`
13. `</recordTarget>`
14. `<author>`
15. `<time value="2000040714"/>`
16. `<assignedAuthor>`
17. `<id root="assignedAuthor.Id.ROOT" extension="assignedAuthor.Id.EXTENSION"/>`
18. `</assignedAuthor>`
19. `</author>`
20. `<custodian>`
21. `<assignedCustodian>`
22. `<representedCustodianOrganization>`
23. `<id root="representedCustodianOrganization.Id.ROOT" extension="representedCustodianOrganization.Id.EXTENSION"/>`
24. `</representedCustodianOrganization>`
25. `</assignedCustodian>`
26. `</custodian>`
27. `<component>`
28. `<structuredBody>`
29. `<component>`
30. `<section>`
31. `<entry>`
32. `<observation classCode="OBS" moodCode="EVN">`
33. `<code code="23454543" codeSystem="LOINC" codeSystemName="Name" displayName="Display Name"/>`

```

34.     <value xsi:type="AD">valor 0</value>
35.     <value xsi:type="AD">valor 1</value>
36.     <value xsi:type="AD">valor 2</value>
37.     <value xsi:type="AD">valor 3</value>
38.     <value xsi:type="AD">valor 4</value>
39.     </observation>
40.   </entry>
41. </section>
42. </component>
43. </structuredBody>
44. </component>
45. </ClinicalDocument>

```

Esquema 1. Notificacion.XML

Este archivo XML, sintetiza mediante etiquetas los elementos inicialmente definidos en el RMIM CDA de la Notificación, es decir, cada una de las clases del RMIM CDA de la Notificación es convertida en una etiqueta XML, siguiendo la estructura de los datos y la jerarquía del mismo¹¹.

Del contenido de dicho archivo, se destaca la etiqueta *Observation*, la cual contiene la carga útil del mensaje; en la etiqueta interior *code*, se define el sistema de codificación utilizado y la especificación del mismo, y en la etiqueta interior *value*, se asignan los valores capturados por el dispositivo remitente.

En el caso del Reporte, este modelo de datos al igual que la Notificación, está representado como un archivo con formato XML llamado *Reporte.XML* (Ver Esquema 2. Reporte.XML.).

-
1. <?xml version="1.0" encoding="UTF-8"?>
 2. <ClinicalDocument xmlns:xsi="http://www.w3.org/2001/XMLSchema-instance" xmlns="urn:hl7-org:v3" xsi:schemaLocation="urn:hl7-org:v3 CDA.xsd">
 3. <typeId root="TypeId.ROOT" extension="TypeId.EXTENSION"/>
 4. <id root="Id.ROOT" extension="Id.EXTENSION"/>

¹¹ El procedimiento para convertir el RMIM en formato XML es descrito por el estándar CDA.

```

5.   <code code="Code.CODE" codeSystem="Code.CODE_SYSTEM"
codeSystemName="Code.CODE_SYSTEM_NAME"
displayName="Code.DISPLAY_NAME"/>
6.   <title>TITULO DEL DOCUMENTO</title>
7.   <effectiveTime value="VALOR(20000407)"/>
8.   <confidentialityCode code="confidentialityCode.CODE"
codeSystem="confidentialityCode.CODE_SYSTEM"/>
9.   <recordTarget>
10.  <patientRole>
11.    <id root="patientRole.Id.ROOT" extension="patientRole.Id.EXTENSION"/>
12.    <patient>
13.      <id root="1234567"/>
14.      <name>
15.        <prefix>Patient.PREFIX</prefix>
16.        <given>Patient.GIVEN</given>
17.        <family>Patient.FAMILY</family>
18.        <suffix>Paciente.SUFFIX</suffix>
19.      </name>
20.      <birthTime value="19990214"/>
21.    </patient>
22.  </patientRole>
23. </recordTarget>
24. <author>
25.   <time value="author.TIME(2000040714)"/>
26.   <assignedAuthor>
27.     <id root="assignedAuthor.Id.ROOT"
extension="assignedAuthor.Id.EXTENSION"/>
28.     <assignedPerson>
29.       <name>
30.         <prefix>Ingeniero</prefix>
31.         <given>Pepe</given>
32.         <family>Ruiz</family>
33.         <suffix>Administrador del Sistema</suffix>
34.       </name>
35.     </assignedPerson>
36.     <representedOrganization>
37.       <name>Nombre del Sistema</name>

```

```

38.     </representedOrganization>
39.   </assignedAuthor>
40. </author>
41.   <custodian>
42.     <assignedCustodian>
43.       <representedCustodianOrganization>
44.         <id root="representedCustodianOrganization.Id.ROOT"
           extension="representedCustodianOrganization.Id.EXTENSION"/>
45.         <name>EPS</name>
46.       </representedCustodianOrganization>
47.     </assignedCustodian>
48.   </custodian>
49.   <component>
50.     <structuredBody>
51.       <component>
52.         <section>
53.           <title>TITULO DE SECCION: REPORTE DE TAL COSA</title>
54.           <entry>
55.             <observation classCode="OBS" moodCode="EVN">
56.               <code code="23454543" codeSystem="LOINC"
                 codeSystemName="Name" displayName="Display Name"/>
57.               <value xsi:type="AD">valor 0</value>
58.               <value xsi:type="AD">valor 1</value>
59.               <value xsi:type="AD">valor 2</value>
60.               <value xsi:type="AD">valor 3</value>
61.               <value xsi:type="AD">valor 4</value>
62.               <participant typeCode="CSM">
63.                 <participantRole>
64.                   <playingDevice classCode="DEV"
                     determinerCode="INSTANCE">
65.                     <code code="idDispositivo" codeSystem="BDSOFTWARE"/>
66.                     <manufacturerModelName>NOMBRE DEL MODELO DEL
                       DISPOSITIVO</manufacturerModelName>
67.                     <softwareName>NOMBRE DEL SOFTWARE DEL
                       DISPOSITIVO</softwareName>
68.                   </playingDevice>
69.                 </participantRole>
70.               </participant>

```

```

71.          <reference typeCode="REFR">
72.              <externalAct classCode="ACT" moodCode="EVN">
73.                  <code xsi:type="CE" code="idRegistroProcedimiento"
codeSystem="BDSOFTWARE"/>
74.                  <text>PROCEDIMIENTO REALIZADO EN EL SOFTWARE.
75.  DATOS PROCESADOS Y DEMAS INFORMACION.
76.                  </text>
77.              </externalAct>
78.          </reference>
79.          <reference typeCode="REFR">
80.              <externalObservation classCode="OBS" moodCode="EVN">
81.                  <code xsi:type="CE" code="idRegistroObservacion"
codeSystem="BDSOFTWARE"/>
82.                  <text>DATOS MONITOREADOS POR EL DISPOSITIVO.
83.  OBSERVACION QUE HIZO EL DISPOSITIVO.
84.                  </text>
85.              </externalObservation>
86.          </reference>
87.          </observation>
88.      </entry>
89.  </section>
90. </component>
91. </structuredBody>
92. </component>
93. </ClinicalDocument>

```

Esquema 2. Reporte.XML.

A diferencia de la Notificación, este modelo de datos es un poco más complejo, debido a que representa un consolidado de los datos enviados por los dispositivos y el análisis de los mismos. Lo anterior significa que el documento *Reporte.XML* tiene una estructura integral, donde se resume la información de un paciente con respecto a un estado clínico apoyado en la información recibida desde los dispositivos.

Detallando un poco más el contenido, se puede encontrar que, las etiquetas cabeceras del documento brindan bastante más información, en comparación con

la Notificación, de tal forma que el SIG¹² pueda detectar la proveniencia y validez del documento recibido (Reporte). La mayor parte de estos datos son definidos en la configuración previa del sistema y otros en tiempo de ejecución.

En el Reporte, además se referencian eventos externos que dan forma y sustentan la veracidad del mismo; en la etiqueta *externalAct*, se referencia un registro de la base de datos donde se traza el procedimiento ejecutado por el sistema el cual origina el Reporte en cuestión, y en la etiqueta *externalObservation*, se referencia el registro en la base de datos de la Notificación recibida desde la cual provienen los datos de entrada para el análisis ya hecho por el sistema. Otra referencia importante incluida en la estructura del Reporte, contenida en la etiqueta *playingDevice*, es la información relativa al Dispositivo del cual provienen los datos, esta información da a conocer los aspectos técnicos referentes a la especificación del Dispositivo en cuestión.

La carga útil del documento Reporte.XML es contenida en la etiqueta *observation*, más exactamente dentro de las etiquetas *value*, las cuales contienen los datos nominales y numéricos que conforman el Reporte.

Otros componentes primordiales en la fase de modelado, fueron los componentes que desarrollan funcionalidades en el ciclo principal del sistema; de esta forma, se continúa haciendo referencia en detalle al proceso de implementación de cada uno de estos.

En este orden de ideas se da cumplimiento al objetivo: Implementar un Sistema que permita verificar tanto la sintaxis, como la concordancia de los datos que son recibidos desde los distintos mecanismos integrados al sistema; se encuentra el componente verificador, que recibe como entrada una Notificación y retorna al sistema un valor indicando si el archivo XML relacionado (Notificacion.XML) es válido o no.

¹² Sistema de Información General, destino último del Reporte.

Para lo anterior, el Verificador hace uso de la API CDAPI¹³, a la cual se le hizo mención previamente en el presente documento, que le permite validar estructural y sintácticamente el documento recibido de acuerdo al estándar CDA.

Por otra parte, el componente Intérprete hace uso de librerías DOM¹⁴, las cuales permiten leer y manipular un archivo XML recibido y de esta forma extraer su información, con la que posteriormente hará un procesamiento evaluativo, en donde comparará los datos numéricos que extrajo del archivo XML con el correspondiente valor nominal almacenado en la base de datos por el componente Configurador (explicado en detalle más adelante). De esta manera, el componente Intérprete, encarna otro objetivo del presente proyecto: Implementar un Sistema que interprete la información que se reciba desde los mecanismos integrados al sistema.

El proceso, siendo a la vez el objetivo específico: Implementar un Sistema que permita que se definan distintos algoritmos de evaluación, que analicen la información que es suministrada por los mecanismos integrados, dio como resultado tangible dos componentes diferentes, entre los cuales se distribuye el funcionalmente la carga de la siguiente forma a saber; el componente Configurador (**ANEXO DIGITAL: CONFIGURADOR/Configurador.jar**), el cual permite la definición de distintos algoritmos de evaluación y el componente Analizador, que analiza la información suministrada por los mecanismos integrados al sistema.

El componente Configurador, como ya se indicó, permite la definición de distintos algoritmos de evaluación, funcionalidad que es empleada para definir las Reglas Sintomáticas utilizadas por el componente Verificador, y las Instrucciones de Diagnóstico Primario utilizadas por el componente Analizador. Esta funcionalidad es implementada a través de Autómatas Finitos Deterministas (AFD), los cuales constan de alfabetos, estados y transiciones a partir de las cuales se arman reglas

¹³ <http://www.mirthcorp.com/community/wiki/display/mr/cdapi+user+guide>

¹⁴ Document Object Model (Modelo de Objetos del Documento).

sintácticas que determinan la validez de una secuencia de caracteres incluidos en el alfabeto (ANEXO DIGITAL: Manual de usuario.docx).

Las Reglas Sintomáticas, son algoritmos de evaluación que se definen en el componente Configurador, relacionando un Paciente, y que permiten establecer una comparación entre los valores numéricos (Datos Sintomáticos) de los parámetros de un Dispositivo registrado en el Sistema, y valores incluidos por el Usuario en cuestión. Finalmente cada algoritmo de evaluación debe estar relacionado con un valor nominal (Síntoma), que también es definido por el Usuario en cuestión, en base al Diccionario de Datos. Estas Reglas Sintomáticas son usadas posteriormente por el componente Intérprete para definir un valor nominal (Síntoma) a partir de un valor numérico (Datos Sintomático), a través de la validación del algoritmo que corresponda.

El Usuario en cuestión, debe estar suficientemente capacitado en el área clínica, debido a que debe indicarle al sistema una configuración correcta por cada paciente y dispositivo relacionado, puesto que dependiendo de ésta, será el funcionamiento del sistema en adelante.

Las Instrucciones de Diagnóstico Primario, son algoritmos de evaluación que se definen en el componente Configurador, relacionando un Paciente, y que permiten establecer una validación de tipo Falso/Verdadero con respecto a cualquiera de los valores nominales (Síntomas) definidos en las Reglas Sintomáticas para todos los dispositivos relacionados con el Paciente. Como resultado de las comparaciones, se debe establecer si se genera o no un Reporte y si se envía o no al SIG. Estas Instrucciones de Diagnóstico Primario, son usadas por el componente Analizador, a través de la evaluación del algoritmo que corresponda.

El componente Analizador, determina a través de la evaluación de los algoritmos que correspondan y de consultas al Historial de Datos Sintomáticos, si se debe generar un Reporte correspondiente y finalmente si este se debe enviar al SIG. Para generar un Reporte, el componente Analizador hace uso al igual que el

componente Verificador, de la API CDAPI, para la construcción del archivo XML acorde con el estándar CDA y con el modelo propuesto.

El Historial de Datos Sintomáticos, se implementó como una tabla dentro de la base de datos local del sistema, en donde se registra el historial de los datos recibidos desde los Dispositivos a través de Notificaciones con relación a Pacientes.

A continuación se muestra la vista física de la arquitectura del sistema, a través del diagrama de despliegue (Ver Ilustración 17: Diagrama de Despliegue), que manifiesta la forma en cómo el sistema es dispuesto en los diferentes nodos físicos (hardware) dentro del entorno que la conforma y la ubicación que tiene cada uno de los componentes tangibles del Sistema, desde un punto de vista material.

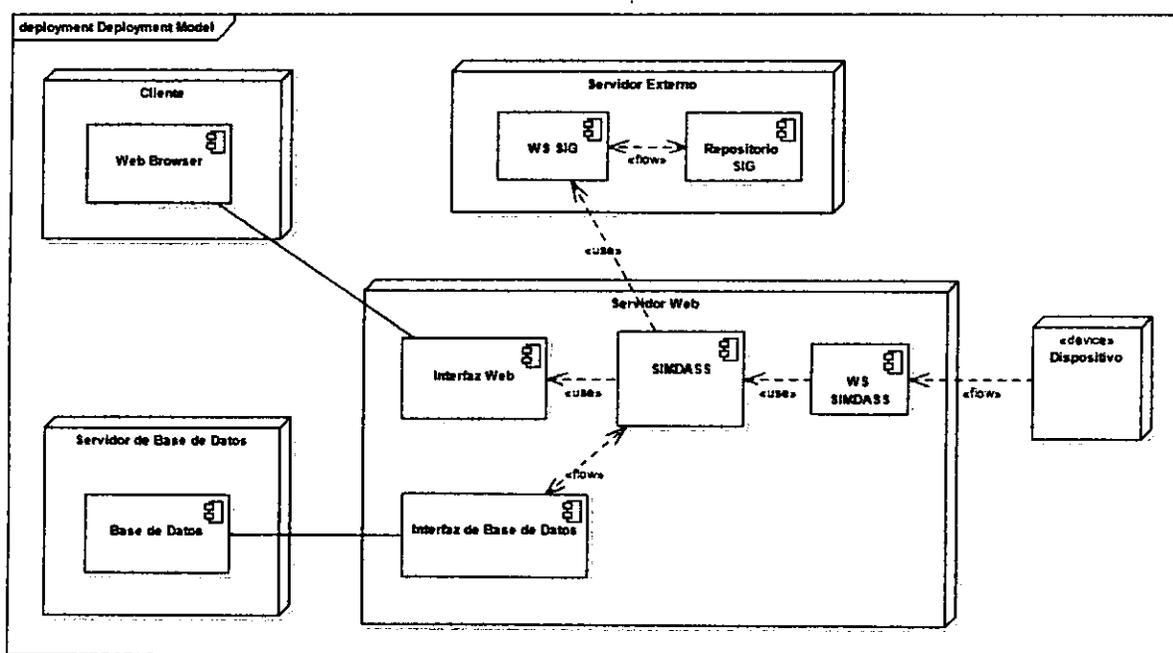


Ilustración 18: Diagrama de Despliegue

El Servidor Web, contiene los componentes principales del SIMDASS, tales como el Sistema en sí mismo, un componente Web Service del Sistema (**ANEXO DIGITAL: SIMDASS/SIMDASS.aar**), encargado de recibir peticiones desde fuentes externas (Dispositivos) y las interfaces respectivas para Clientes Web y

Base de Datos, estando estos últimos cada uno en un nodo diferente, para garantizar el acceso masivo y globalizado al Sistema. Por otra parte, representando un componente que no hace parte del núcleo Sistema, pero que es esencial en algunos de los procesos llevados a cabo por el mismo, se encuentra el Servidor Externo, el cual tiene en su interior un componente Web Service que recibe peticiones para que se consulte un Repositorio Local, todo esto constituyendo el Sistema de Información General (SIG).

Los componentes externos al sistema, son de gran importancia para el correcto funcionamiento del mismo, por tanto hubo la necesidad de implementarlos, debido a que estos no existían como componentes reales, sino sólo como abstracciones. Para efectos del presente proyecto, dichos componentes fueron implementados únicamente con base a los requerimientos que estaban relacionados con el SIMDASS, por tanto cada uno de estas implementaciones encajan en el concepto de Simuladores.

Los Simuladores son componentes externos al SIMDASS, que efectúan o desencadenan, dependiendo del caso, una funcionalidad básica dentro del sistema, pero cuyo detalle interno de funcionamiento no corresponde al dominio de este proyecto. Por tanto, a continuación se explica el detalle de implementación y la forma en que interactúan con el Sistema.

El Simulador de Dispositivos (**ANEXO DIGITAL: SIMULADOR_DISPOSITIVOS/Simulador_Dispositivos.jar**), es una máquina que a través del uso de hilos de procesamiento, puede simular el comportamiento de más de un dispositivo a la vez. El ciclo funcionamiento básico de cada hilo es el mismo, pero son independientes en cuanto a los tiempos de acción, es decir, los hilos desencadenan sus procesos en tiempos de ejecución aleatorios totalmente independiente de los otros.

Cada hilo, simulando un dispositivo, en primera instancia envía una Solicitud de Registro, el cual es un modelo de datos basado en XML (Ver Esquema 3. Solicitud de Registro.XML.) en donde se compila toda la información del dispositivo,

incluyendo datos de fabricación del mismo, y la información referente al monitoreo de datos sintomáticos.

```

1.  <?xml version="1.0" encoding="UTF-8"?>
2.  <!--
3.  REFERENCIA del ESQUEMA: http://www.w3.org/TR/xmlschema-2/
4.  Document : RegisterRequest.xml
5.  Created on : 7 de marzo de 2011, 12:24 PM
6.  Author   : SIMDASS
7.  Description:
8.      Estructura de datos con la informacion del dispositivo que se desea registrar en el
        sistema.
9.  -->
10. <root>
11.   <DeviceInformation>
12.     <DeviceSerial>Serial prueba</DeviceSerial>
13.     <SoftwareName>Nombre o referencia del software del dispositivo</SoftwareName>
14.     <DeviceModel>Modelo del dispositivo</DeviceModel>
15.     <FactoryOwner>Nombre o referencia del fabricante.</FactoryOwner>
16.   </DeviceInformation>
17.   <Parameters>
18.     <parameter name="param1" type="nonNegativeInteger"/>
19.     <parameter name="param2" type="nonPositiveInteger"/>
20.     <parameter name="param3" type="long"/>
21.     <parameter name="param4" type="float"/>
22.     <parameter name="param5" type="double"/>
23.     <parameter name="param6" type="string"/>
24.     <parameter name="param7" type="boolean"/>
25.   </Parameters>
26. </root>

```

Esquema 3. Solicitud de Registro.XML.

Una vez confirmada, desde el SIMDASS, la recepción satisfactoria de la Solicitud de Registro, el hilo se dispone a enviar Notificaciones en intervalos de tiempo

predefinidos de manera aleatoria, con datos sintomáticos también aleatorios obedeciendo el tipo de dato correspondiente a cada parámetro.

De esta forma, el Simulador de Dispositivos desencadena el ciclo principal del SIMDASS, el cual inicia al recibir una Notificación de manera satisfactoria.

El Simulador SIG (**ANEXO DIGITAL: SIMULADOR_SIG/ SIMULADOR_SIG.aar**), consta primordialmente de dos partes funcionales, que son de vital importancia para la ejecución del ciclo principal del SIMDASS. La primera de ellas es brindar acceso a un repositorio de Pacientes, el cual se pueda consultar y exportar a un repositorio local a medida que el Sistema lo requiera. Por otra parte, pero no menos importante, el Simulador SIG, ofrece a manera de Servicio Web, la funcionalidad de permitir al SIMDASS enviar los Reportes generados y que se le retorne una confirmación de recepción satisfactoria.

Al cumplir la fase de implementación del prototipo, es posible reconocer dos flujos funcionales del sistema, a saber: Flujo principal de funcionamiento, que desempeña las actividades principales y la finalidad última del sistema; y Flujo de configuración, donde se ejecutan actividades previas y necesarias de configuración para definir el comportamiento del Flujo principal.

A continuación se presenta la vista dinámica, en la cual se pueden apreciar los flujos antes mencionados. En primera instancia, un diagrama de actividades del flujo principal de funcionamiento (Ver Ilustración 19: Vista Dinámica (Flujo principal de funcionamiento)):

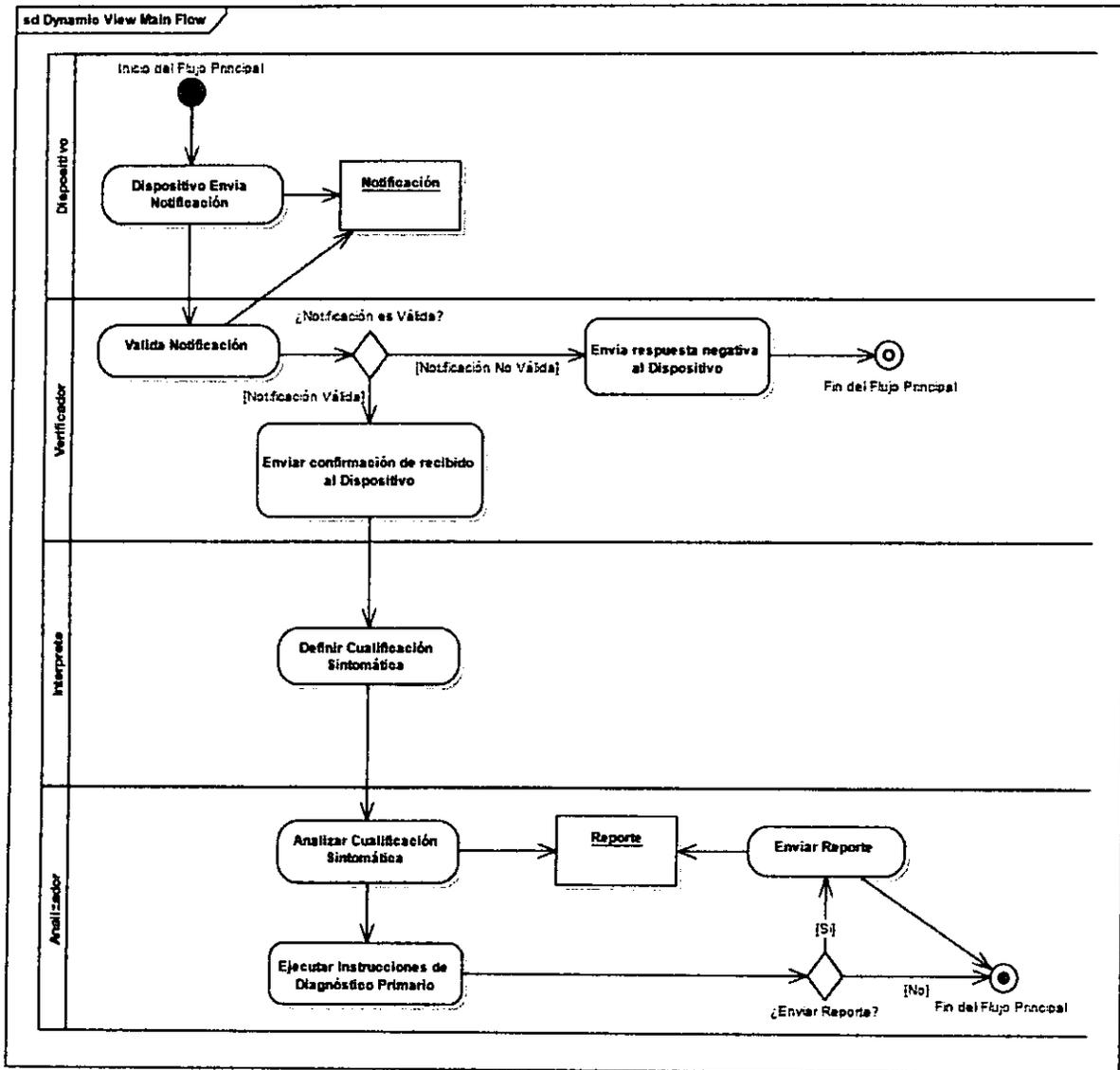


Ilustración 20: Vista Dinámica (Flujo principal de funcionamiento)

Junto a este, se presenta también un diagrama de actividades del flujo de configuración (Ver Ilustración 21: Vista Dinámica (Flujo de Configuración)):

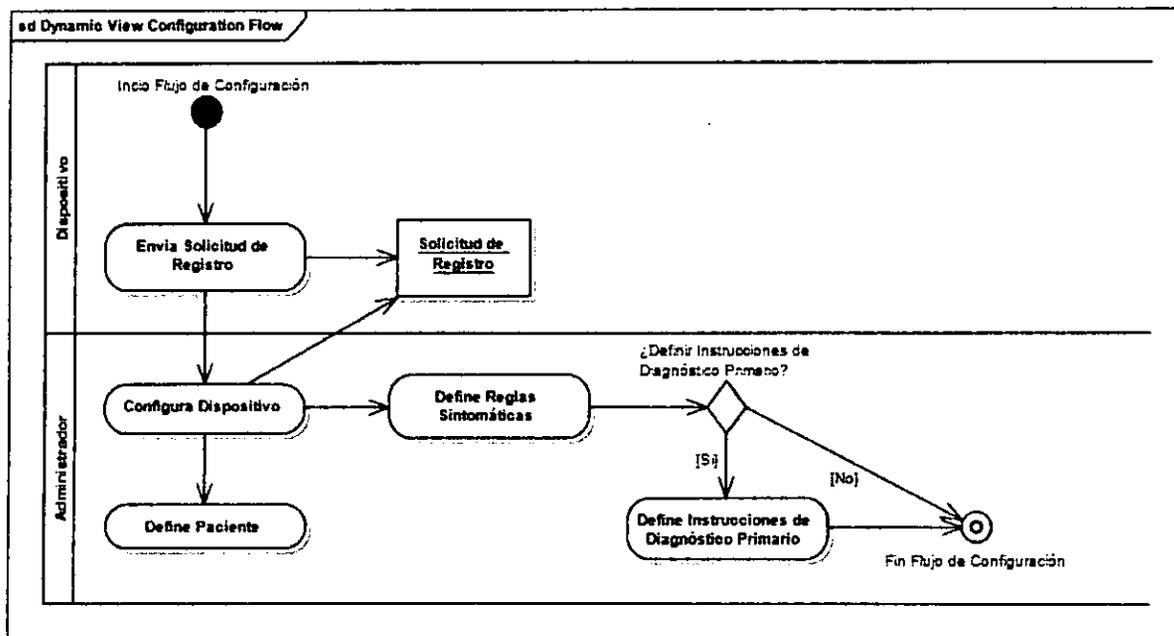


Ilustración 22: Vista Dinámica (Flujo de Configuración)

6.4. VALIDACIÓN Y EJECUCIÓN DEL PROTOTIPO.

Para llevar a cabo la correcta validación del sistema, se tomo la decisión de recrear un escenario en el cual distintos dispositivos de monitoreo realizaban distintas peticiones (solicitudes de registro y envío de notificaciones) al sistema (en adelante SIMDASS). Una vez el sistema recibe las nuevas solicitudes de registro de dispositivos, el administrador del sistema debe realizar la configuración de este nuevo dispositivo para que este último pueda enviar notificaciones validas a SIMDASS.

Cuando un dispositivo activo (previamente configurado) envía una nueva notificación a SIMDASS se ejecutan todas las funcionalidades del sistema. Inicialmente se verifica la sintaxis de la notificación, luego se realiza la interpretación de los parámetros que el dispositivo envía al sistema, estos parámetros corresponden a los datos sintomáticos que son detectados por los dispositivos. Una vez realizada la interpretación de los parámetros se realiza el análisis de estos, para realizar el análisis de la notificación se toma como base la configuración que se realizo al dispositivo responsable del envío de esta notificación y el historial de datos sintomáticos correspondientes al paciente asociado a dicho dispositivo; Luego del análisis, SIMDASS determina si se debe notificar al SIG¹⁵ del evento o por el contrario, se debe registrar dicho evento en el historial, sin enviar notificaciones al SIG.

Cabe anotar que para recrear el escenario normal de funcionamiento se desarrollaron 2 simuladores, el primero encierra todas las tareas relacionadas con los dispositivos (solicitudes de registro y envío de notificaciones) mientras que el segundo simulador encapsula todo lo relacionado con el SIG (recepción de reportes y notificación de eventos al administrador del SIG vía email).

Después de haber realizado todo el montaje del sistema (Servicios WEB y Bases de datos), se inicio el simulador de dispositivos y luego de aproximadamente 1 hora se habían registrado 6 solitudes de registro en SIMDASS, después de

¹⁵ Sistema de Información General

verificar estas solicitudes se procedió a configurar dichos dispositivos, con el fin de que pudiesen enviar notificaciones al sistema, Una vez se realizo la configuración de los dispositivos, el simulador empezó a enviar notificaciones validas a SIMDASS, seguidamente SIMDASS envió los reportes correspondientes al SIG.

Este escenario de prueba fue realizado durante 120 horas continuas aprox. con el fin de detectar cualquier falla durante el proceso, SIMDASS cuenta con un modulo que realiza el registro de todas las transacciones, eventos y errores que se presentan durante el funcionamiento del sistema (**ANEXO DIGITAL: Registro de transacciones.xlsx**), con el correcto análisis de este registro, se llegó a la conclusión de que el sistema no presenta errores de diseño, ni de funcionamiento y que puede funcionar correctamente sin saturar los recursos físicos del equipo en el cual se ejecuta.

De esta forma se dio cumplimiento al objetivo general del presente proyecto: Modelar un sistema de integración de mecanismos de seguimiento y monitoreo de datos sintomáticos de salud, que permita configurar y ejecutar la verificación, interpretación, análisis y evaluación de dichos datos, con la finalidad de informar al Sistema de Información General de las entidades promotoras de salud correspondiente.

7. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES.

El presente proyecto se concluye principalmente como un esfuerzo, desde el punto de vista tecnológico, por garantizar las condiciones suficientes para el acorde sostenimiento de la vida, reconociendo este último como el bien máspreciado ante cualquier otro.

Durante todo el proyecto se dio respuesta a todos y cada uno de los objetivos específicos propuestos al inicio del mismo, de la siguiente forma:

Desde muy temprano, el objetivo: Proponer una política de códigos relacionados con la sintomatología, de tal forma que, se puedan concluir a partir del análisis de evaluación del sistema, se cumplió con la investigación y propuesta formal de implementación del estándar CIE 10, en la fase de Estudio Previo al Modelado.

Por otra parte, el objetivo específico: Proponer un modelo de datos estándar, que permita la interpretación de los datos enviados desde cada uno de los mecanismos que se integren al sistema; es alcanzado con el modelo de datos en formato XML llamado Notificación, en la fase de Realización del Modelo.

De igual forma sucede con el objetivo: Establecer un modelo de datos estándar, que permita el correcto envío de la información a la organización general de entidades promotoras de salud correspondiente, el cual se cumple con el diseño del modelo de datos en formato XML llamado Reporte, en esta misma fase.

En la Fase de Implementación del Prototipo, se dieron cumplimiento a los objetivos específicos restantes:

Implementar un Sistema que permita verificar tanto la sintaxis, como la concordancia de los datos que son recibidos desde los distintos mecanismos integrados al sistema, con la implementación del componente Verificador.

También el objetivo: Implementar un Sistema que interprete la información que se reciba desde los mecanismos integrados al sistema, con la implementación del componente Interprete.

Finalmente, el objetivo de: Implementar un Sistema que permita que se definan distintos algoritmos de evaluación, que analicen la información que es suministrada por los mecanismos integrados, con la implementación de los componentes Configurador y Analizador.

Con esto se concluye que se alcanzaron todos los objetivos específicos del presente proyecto, y que por ende el objetivo general fue culminado a cabalidad y con total satisfacción.

No obstante, a pesar del gran esfuerzo, por realizar un proyecto de mayor magnitud, en el transcurso de las diferentes fases del presente trabajo, hubo limitantes que demarcaron una línea limitrofe para el dominio del sistema. Una de esas limitantes, fue la falta de documentación y soporte en el contexto local, con respecto al dominio de información clínica basado en estándares, aspecto en donde lamentablemente, Colombia tiene un importante retraso con respecto a otros países latinoamericanos.

Otro factor limitante, relacionado con el anterior, fue el hecho de no contar con la mayoría de los componentes externos del sistema ya implementados, debido a la ausencia de trabajos previos relacionados y falta de recursos. Lo anterior, al contrario de lo que se podría pensar, aumentó y fortaleció aún más el dominio de acción del proyecto, debido a que generaron una serie de resultados inesperados denominados, para su estudio, Simuladores.

Teniendo en cuenta lo anterior, se recomienda enfáticamente para trabajos futuros, el completo desarrollo e implementación de los componentes externos, a saber: Repositorio y Envío de Reportes del Sistema General de Información (SIG), y los Dispositivos de seguimiento y monitoreo de datos sintomáticos de salud que sean capaces de transmitir la información basados en el estándar CDA R2 y a través del uso de tecnologías de Servicios Web.

Desarrollar otros campos de acción para el sistema, aprovechando la escalabilidad que se garantizó en las fases de modelado e implementación del prototipo,

representa una recomendación de trabajo a futuro. En proyectos futuros, puede ser necesario conectar el sistema con otros sistemas de información o componentes externos, para que se pueda compartir de forma bidireccional la información clínica o de cualquier otro tipo, que se maneje en cada uno de estos.

El uso de estándares en todas las áreas del presente proyecto, es un factor fundamental a la hora de ofrecer servicios que se expanden a nivel regional y nacional, y que incluso pueden tener repercusión a nivel mundial, puesto que con esto se garantiza un entendimiento mutuo con cualquier otro sistema informático, sin importar factores aislantes que otrora representarían impedimentos de comunicación, tales como, ubicación geográfica, área de énfasis del dominio, tecnologías de implementación local, etc. Y que en el presente proyecto, no constituyen problemas de mayor importancia, gracias al uso de dichos estándares.

Finalmente, del presente proyecto, se destaca el aporte que este representa a los procesos de preservación de la salud y por consecuencia de la vida humana, que se suma a la lista cada vez más larga de intentos por mejorar la esperanza y la calidad de vida de las personas.

8. BIBLIOGRAFÍA.

- [1] ERAZO CHULDE, J. C., y VICENTE ROMERO, K. R. Diseño y construcción de un módulo inalámbrico para la adquisición y procesamiento, en tiempo real, de las variables fisiológicas requeridas en atención pre hospitalaria. Disponible en:
<http://bieec.epn.edu.ec:8180/dspace/bitstream/123456789/1321/1/DISE%C3%91O%20Y%20CONSTRUCCI%C3%93N%20DE%20UN%20M%C3%93DULO%20INAL%C3%81MBRICO%20PARA%20LA%20ADQUISICI%C3%93N%20Y%20PROCESAMIENTO%20EN%20TIEMPO%20REAL.pdf>
Visitado 15 de marzo del 2010.
- [2] Parrales Villacreses, J. L., & Mero Nieto, C. M. Transmisión de señal cardiaca mediante sistema GPRS. Disponible en: <http://www.dspace.espol.edu.ec/handle/123456789/8804>
Visitado 25 de marzo del 2010.
- [3] Abdellah FG, Levine E. Preparing Nursing Research for the 21 st Century. volution. Methodologies, Chalges. New York: Springer, 1994.
- [4] BURNS, N. Grove S. Investigación en enfermería. 3ª Edición. Madrid: Elsevier, 2004.
- [5] MÁRQUEZ BARRADAS, María Luz. Metodología cualitativa o la puerta de entrada de la emoción en la investigación científica. En: LIBERABIT. (Agosto, 2007) p. ISSN 1729 – 4827.
- [6] AGREST, Alberto. Prevención de enfermedades y medicina preventiva. 2ª Edición. Buenos Aires: Academia Nacional de Medicina, Febrero 2007. Disponible en: <http://www.errorenmedicina.anm.edu.ar>
Visitado 27 de Abril del 2010.
- [7] GOMEZ GALLEGO, Juan Pablo. Fundamentos de la metodología RUP: Rational Unified Process. Universidad Tecnológica de Pereira. Pereira: 2007.

- [8] MARTÍNEZ, Alejandro y MARTÍNEZ, Raúl. Guía a Rational Unified Process. Escuela Politécnica Superior de Albacete. Universidad de Castilla la Mancha.
- [9] KRUCHTEN, Philippe. The Rational Unified Process an Introduction. Addison Wesley, 2001.
- [10] JUTRA, A. Teleroentgen diagnosis by means of videotape recording. American Journal of Roentgenology. 1959; 82:1099-1102.
- [11] CORRAL PEÑAFIEL, Jaime. TELEMEDICINA Y SUS APLICACIONES EN LAS ENFERMEDADES RESPIRATORIAS: RevistaSalud.com, 2006.
Disponible en:
<http://revistaesalud.com/index.php/revistaesalud/article/viewFile/81/189>
Visitado 29 de Abril del 2010.
- [12] GARCÍA, Ángel. Sistemas de Telemedicina Domiciliaria basados en una Arquitectura Middleware Genérica: Grupo de Bioingeniería y Telemedicina. Universidad Politécnica de Madrid.
Disponible en: http://www.conganat.org/SEIS/is/is51/IS51_41.pdf
Visitado 30 de Abril del 2010.
- [13] J. BUSTAMANTE, J.F. SÁENZ, A.A. AMAYA. Sistema de Tele-Monitoreo Inalámbrico de Eventos Cardiacos para Seguimiento de Arritmias: Grupo de Investigación en Dinámica Cardiovascular, Universidad Pontificia Bolivariana, Medellín, Colombia. 2005
Disponible en:
<http://www.telemedicina.buap.mx/PaginaNueva/Archivos/HIS14.pdf>
Visitado 30 de Abril del 2010.
- [14] CERVINO, Claudio, IERACHE, Jorge, NASINI, Desarrollo de un sistema de monitoreo a distancia en un Sistema de Asistencia Ventricular Izquierda: Facultad de Medicina, Facultad de Informática, Ciencias de la Comunicación y Técnicas Especiales. Universidad de Morón.
Disponible en: <http://rosario2009.sabi.org.ar/uploadsarchivos/p142.pdf>
Visitado 30 de Abril del 2010.

- [15] HL7 Argentina. ¿Por qué un estándar? Asociación Civil HL7 Argentina.
Disponible en:
http://hl7.org.ar/index.php?option=com_content&task=view&id=20&Itemid=46
Visitado 17 de Febrero del 2011.
- [16] HL7 Inc, Health Level Seven Inc. Disponible en: <http://www.hl7.org>
Visitado 17 de Febrero del 2011.
- [17] AGUILAR BOLAÑOS, Ricardo Adolfo y LÓPEZ GUTIERREZ Diego Mauricio. Guía de implementación HL7 para sistemas de notificación obligatoria en salud pública en Colombia: Grupo de Ingeniería Telemática, Universidad del Cauca, Colombia. 2009.
Disponible en:
http://www.icesi.edu.co/biblioteca_digital/bitstream/item/2131/1/guia_hl7.pdf
Visitado 17 de Febrero del 2011.
- [18] GALLEGO, Carlos. Historia clínica electrónica con CDA. Ponencia realizada por HL7Spain en el foro de normalización 2006. 2006.
Disponible en: <http://www.cgallego.es/resources/cda.pdf>
Visitado: 20 de Febrero del 2011.
- [19] GRUNDEL, Lucia. Introducción a HL7, Meeting HL7 Colombia: OpenDICOM, Montevideo, Uruguay. Marzo 2010.
Disponible en: http://www.hl7.org.co/hl7_files/ivmeeting/CDAR2.pdf
Visitado: 20 Febrero del 2011.
- [20] BRAY, Tim, PAOLI, Jean, SPERBERG-MCQUEEN, C. M., MALER, Eve, YERGEAU, François, COWAN, John. Extensible Markup Language (XML). 08 de Marzo del 2011.
Disponible en: <http://www.w3.org/XML/>
Visitado: 22 de Abril del 2011.
- [21] BRAY, Tim, PAOLI, Jean, SPERBERG-MCQUEEN, C. M., MALER, Eve, YERGEAU, François, COWAN, John. Extensible Markup Language (XML) 1.1 (Second Edition). 29 de Septiembre del 2006.

Disponible en: <http://www.w3.org/TR/2006/REC-xml11-20060816/>

Visitado: 22 de Abril del 2011.

[22] Web Services Choreography Working Group. Guía Breve de Servicios Web.

Disponible en: <http://www.w3c.es/divulgacion/guiasbreves/ServiciosWeb>

Visitado: 22 de Abril del 2011.