

Ingeniería de requisitos para un Sistema de Gestión de Historias Clínicas

Juan J. Oliveira M.^a

^a Universidad de Oriente. Núcleo Monagas. Escuela de Ingeniería y Ciencias Aplicadas.
joliveira@udo.edu.ve, juanjoseoli@hotmail.com

Resumen. El presente trabajo de investigación estuvo orientado al desarrollo de un sistema de gestión basado en una ingeniería de requisitos para el control y manejo eficiente de historias clínicas, tomando como caso de estudio el Departamento de Traumatología y Ortopedia del Hospital Universitario “Dr. Manuel Núñez Tovar”, ubicado en Maturín Estado Monagas - Venezuela, el sistema buscó aportar mejoras sustanciales en la gestión de la información médica de cada uno de los pacientes atendidos. La idea investigativa surgió debido a los innumerables inconvenientes presentes en el Departamento, como la pérdida de información, inconsistencias en las historias clínicas y en general, deficiencias que terminan influenciando de forma negativa en los procesos clínico-académicos de la institución. La investigación fue de tipo proyectiva enmarcada en un nivel comprensivo, con un diseño de fuente mixta, aplicada sobre una población de 60 personas, número que también representó la muestra del estudio. Las metodologías utilizadas fueron la Ingeniería de Requisitos y la Programación Extrema, combinación que permitió la obtención eficiente de los requisitos con base a un análisis minucioso del entorno bajo estudio y la incorporación activa del personal médico como facilitadores de la información necesaria para el diseño y construcción de la solución tecnológica, presentada a través de un plan de entrega de versiones en los cuales se evidenció el desarrollo progresivo de la misma, además el uso del Lenguaje Unificado de Modelado (UML) permitió representar gráficamente las soluciones más eficaces, teniéndose como resultado final una primera versión operativa del sistema que se ajusta a las necesidades existentes, por lo cual se recomienda su implementación y difusión.

Palabras Clave: Ingeniería de requisitos, Sistema de gestión, Historias clínicas, Programación extrema, UML.

1 Introducción

El entorno actual en el cual se desenvuelven las organizaciones se torna cada vez más dinámico, producto de las complejas estructuras y la diversidad de procesos existentes, además del variante mundo donde se desempeñan, por esta razón, la cantidad de información generada a diario crece de forma acelerada, resultando necesario el uso de herramientas que permitan gestionar dicha información a la misma velocidad, permitiendo su almacenamiento, administración y aprovechamiento en el momento requerido de forma óptima y con el menor esfuerzo posible, es aquí donde entran en juego los sistemas de información, específicamente de tipo transaccional, los cuales aportan a las organizaciones reducciones considerables de tiempo en la ejecución de actividades relacionadas al manejo de la información, consultas rápidas y eficientes, integridad y

seguridad de los datos almacenados y por consiguiente un natural aumento en los beneficios económicos obtenidos.

De esta manera, la aplicación de los sistemas transaccionales, definidos por Ramírez [1] como un “conjunto de elementos dinámicamente relacionados entre sí, que realizan una actividad para alcanzar un objetivo, operando sobre entradas y proveyendo salidas procesadas” (Pág.19), representa grandes ventajas económicas para cualquier empresa, ya que a través de la automatización de las tareas de recolección, almacenamiento y procesamiento óptimo de la información se obtienen ahorros significativos, lo cual a su vez evidentemente genera ganancias, sin embargo; a pesar de ser un aspecto de mucha importancia, no es el único perseguido por las organizaciones, específicamente en el caso de los hospitales como instituciones públicas del área de la salud, tienen como objetivo principal el bienestar de los pacientes atendidos dentro de sus instalaciones, ejecutando para ello actividades tan complejas como las de cualquier empresa privada y generando grandes cantidades de información, necesitando así un control minucioso y sumamente eficiente, en consecuencia, los sistemas de información representan una herramienta cada vez más necesaria en el sector de la salud.

En este sentido, el Hospital Universitario “Dr. Manuel Núñez Tovar” (HUMNT) ubicado en Maturín, Estado Monagas-Venezuela, está comprometido en velar por la atención eficiente y oportuna de sus pacientes, haciendo uso de herramientas que les permitan alcanzar los objetivos de la Organización. Este centro de salud posee la clasificación de Hospital tipo IV, cuenta con 400 camas para atender a la creciente población del estado Monagas, que según la más reciente proyección del Instituto Nacional de Estadística en el año 2011, es de 905.443 habitantes, valiéndose para ello de una amplia estructura organizativa dentro de la cual se encuentra el Departamento de Traumatología y Ortopedia “Dr. Cruz Peraza Beapertuy”, el mismo fue establecido el 10 de marzo de 1967, adquiriendo el carácter de residencia universitaria a partir de 1995 cuando la Universidad de Oriente, Núcleo Monagas asume la Residencia Asistencial Programada de Traumatología. De forma puntual, este Departamento está encargado de la atención de patologías asociadas a huesos, articulaciones, ligamentos, tendones, músculos y nervios; constituye una de las áreas del Hospital que procura brindar un mejor servicio con base a un manejo óptimo de la información médica, específicamente contenida en las historias clínicas de cada uno de los pacientes atendidos.

En el presente, el departamento funciona bajo una compleja estructura en el plano asistencial y docente, alberga en su seno la Residencia de Postgrado en Traumatología de la Universidad de Oriente. Se encarga de la valoración clínica, diagnóstico, tratamiento, rehabilitación y prevención de lesiones y enfermedades que afectan al sistema músculo-esquelético. El modelo asistencial está basado en la atención por unidades funcionales específicas dependientes del departamento como lo son: columna vertebral, cadera y rodilla, pie y tobillo, miembro superior, traumatología general, traumatología infantil, ortopedia, trauma complejo y tumores óseos, donde se ofrece la atención adecuada y pertinente a cada caso dependiendo de su naturaleza.

Específicamente, el personal médico perteneciente al Departamento de Traumatología y Ortopedia “Dr. Cruz Peraza Beaperthuy”, se encuentra clasificado estratégicamente en doctores, enfermeras, residentes y técnicos, los cuales aportan sus conocimientos y destrezas en los procesos cotidianos, valiéndose de herramientas tecnológicas como Artroscopios y Fluoroscopios, que permiten efectuar de forma efectiva sus principales actividades de atención médica.

Debido al funcionamiento basado en procesos descentralizados manejado por el departamento, a diario se genera información que posteriormente es almacenada y clasificada de forma manual. El mismo se encarga de llevar el registro de sus pacientes así como toda la información relacionada a las actividades médicas realizadas, como diagnósticos, tratamientos, evoluciones y otros, a su vez cada especialista dentro de las unidades correspondientes requiere de los datos archivados para evaluar el progreso de cada paciente, así como darle diversos usos en los cuales destacan consultas como referencia para el proceso de toma de decisiones, consultas estadísticas y de tipo académicas.

Considerando la naturaleza de las actividades realizadas en el Departamento de Traumatología y Ortopedia “Dr. Cruz Peraza Beaperthuy”, resulta necesario evitar los procesos manuales llevados a cabo, con los cuales se genera mucha desorganización e inconvenientes a la hora de realizar consultas que permitan una eficiente toma de decisiones, así como también perjudica el apoyo para trabajos de investigación. Muchas veces estos inconvenientes se deben a inconsistencias en los datos archivados, a pérdida de expedientes, y al mal manejo de la información, lo cual a su vez produce retrasos en la búsqueda de archivos, duplicación de datos y generación excesiva de documentos, desencadenando así un mal funcionamiento de la organización.

En consecuencia, se evidencia muy poco control en los procesos, actividades y seguimiento de los tratamientos efectuados; llegando a existir pérdidas de la información relativa a los estudios de los pacientes. A raíz de esto, se generan grandes retrasos en la elaboración de informes y reportes médicos, provocando una continua insatisfacción de los pacientes, ocasionando así el deterioro constante de la imagen pública de cada una de las unidades que conforman el departamento.

Por tal motivo, en vista del fuerte compromiso adquirido por el Departamento de Traumatología y Ortopedia, se propuso desarrollar por medio de la Ingeniería de Requisitos un Sistema de Gestión de Historias Clínicas que permita automatizar y controlar cada una de las actividades asociadas al manejo de la información médica de todos los pacientes atendidos, además de generar reportes y gráficos con la información más relevante utilizada por el Departamento, aportando mejoras sustanciales al proceso de investigación clínica, propiciando así un mejor desempeño médico-académico, resultados rápidos y confiables y por consiguiente una mejor atención al paciente.

La presente investigación está realizada bajo una fusión metodológica que combina el análisis minucioso aportado por la Ingeniería de Requisitos de Pressman [2] y la agilidad

para el desarrollo de la Programación Extrema (XP) propuesta por Beck [3], siempre tomando como fundamento el Leguaje de Modelado Unificado definido por Booch, Rumbaugh y Jacobson [4]. La forma en la que se planteó la investigación radica en la importancia que tiene el usuario final como participante activo durante el proyecto, ya que ambas metodologías dan mucha validez a este aspecto, principalmente al definir requisitos de forma detallada y debidamente estructurada para dar paso al desarrollo con base a las especificaciones directas del cliente y finalmente ser validadas a través de iteraciones como lo define la metodología XP.

2 Metodología

El proceso de investigación siempre ha representado un elemento indispensable para las personas dentro de su desarrollo individual, profesional y social, la misma puede orientarse hacia la exploración, la experimentación o hacia una propuesta factible, dependiendo del estilo que se aplique, por lo tanto es necesario proponer un diseño que se adapte a los objetivos fijados. Balestrini [5] aporta: “el investigador debe ubicar su estudio, en la tipología que mejor se adapte a la investigación y que cumpla con el propósito planteado” (p.129).

Esta investigación, orientada al desarrollo de un sistema de gestión para el Departamento de Traumatología y Ortopedia “Dr. Cruz Peraza Beaperthuy”, está fundamentada en un estudio sistemático con procesos descriptivos, analíticos, comparativos, explicativos y predictivos, que sirvieron de base para la elaboración de la presente propuesta, por lo cual reúne las condiciones metodológicas necesarias para ser considerado como una investigación tipo proyectiva o también conocida como proyecto factible, Hurtado [6] se refiere a ésta como el tipo de investigación que “propone soluciones a una situación determinada a partir de un proceso de indagación. Implica explorar, describir, explicar y proponer alternativas de cambio, mas no necesariamente ejecutar la propuesta” (p.114).

El nivel de investigación tiene que ver con la precisión con la que se emprende un estudio, de forma concreta Arias [7] establece que “se refiere al grado de profundidad con que se aborda un objeto o fenómeno”. (p.23). En concordancia con esta definición, se estableció un nivel comprensivo para abordar el tema planteado, dicho nivel estudia el evento en su relación con otros eventos dentro de una totalidad mayor, enfatizando por lo general las relaciones de causalidad. De igual forma, al haber enmarcado la investigación como tipo proyectiva, se confirma el nivel comprensivo a la cual pertenece, Hurtado [6] lo define como: “El nivel comprensivo alude a las explicaciones que generan el evento” (p.92).

Por otro lado, se conoce como población al conjunto de elementos (personas, casos, objetos, instituciones y otros) que poseen en común ciertas especificaciones que son sometidas a estudio en una investigación, dichos elementos se seleccionan de acuerdo a la naturaleza del problema y los objetivos de la investigación. Hurtado [8] define lo

siguiente: “es un conjunto de seres que poseen la característica o evento a estudiar y que se enmarca dentro de los criterios de inclusión conforman la población” (p.140).

Actualmente el Departamento de Traumatología y Ortopedia “Dr. Cruz Peraza Beaperthuy” cuenta con un total de 60 empleados. De esta manera, al conocerse la cantidad de personas pertenecientes a la fuerza laboral que conforma la población de estudio, se afirma que se trata de una población finita, la cual según Arias [7] se define como: “una agrupación en la que se conoce la cantidad de unidades que la integran. Además, existe un registro documental de dichas unidades...” (p.82).

Por su parte, la muestra es una porción representativa de la población en estudio. Según antes citado, “la muestra es un subconjunto representativo y finito que se extrae de la población accesible” (p.83). El entorno bajo estudio posee una población finita y manejable, por lo cual se establece como la muestra, y por consiguiente no se aplicaron criterios muestrales de investigación. En consecuencia la muestra está conformada por la misma cantidad de elementos que constituyen a la población, Arias [7] señala: “Si la población, por el número de unidades que la integran, resulta accesible, no será necesario extraer una muestra. En consecuencia, se podrá investigar u obtener datos de toda la población objetivo...” (p.82).

Para el desarrollo de la investigación, se aplicó una combinación metodológica, entre el análisis detallado de las necesidades del cliente que aporta la Ingeniería de Requisitos definida por Pressman [2] en su libro Ingeniería de software, en conjunto con los beneficios que representa aplicar la metodología XP (Programación Extrema) formulada por Beck [3], autor del primer libro sobre la materia, Extreme Programming Explained: Embrace Change. La Programación extrema define cuatro variables para proyectos de software como lo son: coste, tiempo, calidad y ámbito. Al respecto Calero [9] menciona que “XP nos propone que juguemos todas las partes implicadas en el proyecto hasta que el valor que alcancen las cuatro variables sea el correcto para todas las partes” (pag. 3).

La fusión de estas herramientas metodológicas permitió un análisis preciso del proceso de gestión de historias clínicas del Departamento de Traumatología y Ortopedia “Dr. Cruz Peraza Beaperthuy” del Hospital Universitario “Dr. Manuel Núñez Tovar”, lo cual a su vez facilitó la comprensión de forma amplia del entorno problemático, y por consiguiente la obtención oportuna y de forma detallada de los requisitos necesarios para el cumplimiento de los objetivos establecidos. A continuación, se presenta una breve descripción de cada una de las fases contempladas dentro de la combinación de las diferentes herramientas metodológicas.

2.1 Fase I: Estudio de la situación actual

En esta fase, se realizó un estudio detallado del entorno actual del proceso de gestión de historias clínicas del Departamento de Traumatología y Ortopedia; haciendo uso de la fase 1 de la ingeniería de requisitos (inicio) la cual mediante actividades como recolección de

información, reuniones y análisis con los interesados; permitió identificar los Stakeholders (personas afectadas directa o indirectamente por el sistema), necesidades, metas y el reconocimiento de múltiples puntos de vista dentro de la institución. Asimismo, a través de esta fase se realizó un estudio amplio sobre el contexto organizativo que abarcó la descripción del entorno situacional y el análisis de la situación problemática para la identificación de necesidades existentes.

2.2 Fase II: Análisis de los requisitos del sistema

En esta fase, se definieron y evaluaron los requisitos (normales, esperados y estimulantes) del sistema partiendo de lo establecido en las etapas de obtención, elaboración, negociación, especificación y validación, definidas en la ingeniería de requisitos; se presentó la información obtenida mediante la realización de modelos de análisis (Casos de Uso, Diagrama de Actividades y Diagramas de Flujos de datos) haciendo uso del lenguaje UML. Adicionalmente, se establecieron reuniones con el cliente para negociar las limitaciones y restricciones del sistema, se validaron los requisitos definitivos con los cuales se determinó el alcance del proyecto, y finalmente, se realizó un plan de publicaciones y de iteraciones según lo definido en la fase I (Planificación del Proyecto) de la metodología XP.

2.3 Fase III: Diseño del sistema

Se llevó a cabo según lo definido en la fase II (Diseño) de la metodología XP y con base a sus principios para el diseño del sistema, se realizaron actividades que permitieron identificar las herramientas que fueron necesarias para la elaboración de la aplicación; además se definieron módulos de desarrollo para los cuales se describieron cada una de las tablas construidas así como también se presentó el diseño tanto lógico como conceptual de las base de datos.

2.4 Fase IV: Desarrollo del sistema

Esta última fase consistió en la construcción del sistema, se procedió a desarrollar la aplicación mediante la codificación del diseño previamente establecido a medida que se ajustaban los detalles provenientes de las entregas parciales al cliente. Una vez codificada toda la aplicación, mediante el uso de la fase IV (Pruebas) de la metodología XP se realizaron las evaluaciones correspondientes para verificar el correcto funcionamiento del sistema, de acuerdo a los requisitos especificados por el cliente, incluyendo la interfaz gráfica de la aplicación; finalmente se procedió a la realización de la documentación del sistema, la cual permite conocer la forma correcta en que se debe usar la aplicación.

3 Resultados

3.1 Fase I: Estudio de la situación actual

Tomando como referencia la observación directa sobre las actividades realizadas dentro del departamento, así como también los resultados de entrevistas estructuradas y no estructuradas, aplicadas a los responsables inmediatos del entorno bajo estudio, la revisión y el análisis profundo de la documentación procedente de los procesos médicos generados, como: historias clínicas, reportes médicos e investigaciones clínicas; se llevó a cabo el siguiente diagnóstico de la situación actual del Departamento de Traumatología y Ortopedia “Dr. Cruz Peraza Beaperthuy”; el cual fue dividido en cuatro etapas (Estudio del Contexto Organizativo, Descripción del Entorno Situacional, Análisis de la Situación Problemática y Productos de la fase de Inicio de la Ingeniería de Requisitos), con el propósito de exponer mediante una forma estructuralmente organizada todos los resultados obtenidos durante la primera etapa de la investigación.

Estudio del contexto Organizativo: El Hospital Universitario “Dr. Manuel Núñez Tovar”, está conformado por secciones que abarcan el ámbito administrativo, técnico, docente y médico; a su vez la sección médica se subdivide en el área ambulatoria y el Departamento Clínico, dentro del cual funcionan pequeñas instituciones de salud, tales como: Emergencia, Medicina, Cirugía, Gineco-obstetricia, Pediatría, Sala de Parto, Quirófano, Unidad de Nefrología, Cardiología, Unidad de Satramo, y el Departamento de Traumatología y Ortopedia, siendo este último parte fundamental en la atención y servicios que presta el Hospital a sus pacientes, dada su responsabilidad y eficiencia en el área referente a lesiones y enfermedades que afectan al sistema músculo-esquelético.

Este Departamento, inicia sus labores en 1967, y desde sus orígenes se ha caracterizado por reconocer e incorporar el carácter académico como parte importante para su funcionamiento, hoy en día cuenta con una compleja estructura organizativa en el plano asistencial y académico, albergando en su seno la Residencia de Postgrado en Traumatología de la Universidad de Oriente, a la cual brinda todas sus instalaciones para el desarrollo adecuado del pensum académico.

Descripción del Entorno Situacional: En este punto del estudio de la situación actual del Departamento de Traumatología y Ortopedia “Dr. Cruz Peraza Beaperthuy”, se presenta el análisis de los resultados obtenidos a través de la entrevista estructurada aplicada al personal del área como técnica de recolección de datos, con el fin de establecer una visión amplia del entorno situacional presente en la institución, así como identificar factores críticos que pudieran estar generando escenarios no deseados e influyendo de manera negativa en el desempeño de las actividades del Departamento.

Asimismo, se identificaron y definieron las organizaciones que mantienen relación tanto directa como indirecta con el Departamento, el cual al ser un subsistema del Hospital Universitario “Dr. Manuel Núñez Tovar”, no escapa de la interacción con el resto de los subsistemas de dicha Organización, esto con el fin de garantizar que los entes

externos e internos, no se vean afectados de manera negativa por las soluciones generadas para la problemática de interés.

Análisis de la Situación problemática: Para profundizar en el estudio de la situación actual del Departamento de Traumatología y Ortopedia “Dr. Cruz Peraza Beapertuy”, se llevó a cabo un análisis de la situación problemática, partiendo de la información obtenida en las entrevistas tanto estructuradas como no estructuradas aplicadas a los actores del sistema bajo estudio, así como de lo observado en el entorno situacional, haciendo enfoque sobre las circunstancias que generan inconvenientes en las actividades realizadas a diario, afectando en gran medida el óptimo desenvolvimiento de la institución, de esta forma se identificaron los factores causales del entorno problemático a fin de elaborar un análisis causa-efecto para facilitar su estudio. Finalmente, se aplicó la técnica del análisis estructural, a fin de detectar la base sobre la cual deben ser derivadas las acciones necesarias para solucionar de raíz la problemática en cuestión.

Una vez finalizado el análisis de los focos problemáticos representados gráficamente en la figura 1, se pudo conocer que los procesos administrativos realizados de forma manual posee la mayor influencia sobre el resto de los factores (posee 5 flechas salientes) lo cual es un claro indicio de ser uno de los problemas más relevantes dentro del Departamento de Traumatología y Ortopedia, siendo su causa principal la limitación de recursos presentes, factor que a su vez influye directamente sobre la vulnerabilidad de la información, la descentralización de actividades y el tiempo de respuesta deficiente. A través del mismo análisis se apreció que la interacción existente entre los focos problemáticos converge en la vulnerabilidad de la información, la inconsistencia de historias clínicas y la generación de un tiempo de respuesta deficiente.

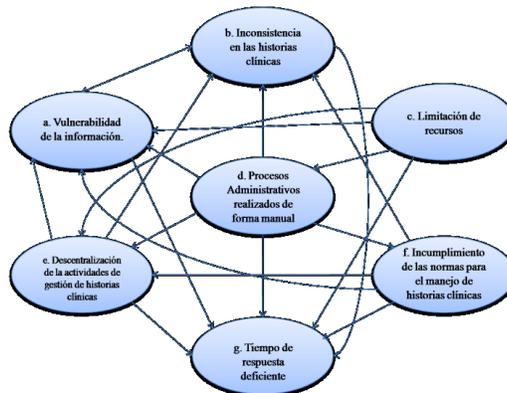


Fig. 1. Interconexión de los focos problemáticos.

Productos de la fase de Inicio de la Ingeniería de requisitos: Cuando se inicia un proceso como la Ingeniería de Requisitos, donde se identifican las necesidades existentes dentro de un entorno problemático, se tiende a pensar que es un proceso sencillo ya que se

cuenta con la colaboración directa de los afectados por la situación; sin embargo, aun cuando en muchos casos los usuarios finales son lo suficientemente explícitos en cuanto a sus necesidades, las mismas pueden cambiar a lo largo de un proyecto, por lo cual la Ingeniería de Requisitos resulta un proceso de mucho esfuerzo pero de gran ayuda para manejar cualquier imprevisto en los requisitos previamente definidos.

Esta primera fase de la Ingeniería de Requisitos sirve de base para la transferencia de conocimientos referentes a las necesidades existentes dentro del entorno bajo estudio, los cuales son necesarios para el desarrollo de un proyecto de software; generalmente reuniones informales son suficientes para establecer una comprensión básica del problema, identificar los interesados, la naturaleza de la solución que se desea, y promover una efectiva comunicación entre usuarios finales y el desarrollador del sistema.

En este sentido, se efectuó una reunión de Inicio de la Ingeniería de Requisitos para la presente investigación en la cual participaron los Jefes de unidades, Residentes Asistenciales, Médicos Adjuntos, Residentes de Postgrado, el Coordinador del Postgrado y el Jefe del Departamento; en la misma se acordó desarrollar un sistema para la gestión de historias clínicas para el Departamento de Traumatología y Ortopedia “Dr. Cruz Peraza Beapertuy” del Hospital Universitario “Dr. Manuel Nuñez Tovar”, Estado Monagas, que permita el manejo eficiente de la información relevante.

Dicha reunión sirvió para identificar a rasgos generales factores importantes para el desarrollo de la investigación como los principales interesados en la solución y las diferentes perspectivas sobre el sistema, de esta forma se pudieron establecer puntos prioritarios que permitieron abordar el proyecto con base a la información obtenida, la cual se presenta a continuación.

Toda la información recolectada dentro del ambiente bajo estudio representa sin duda alguna, una ventaja a la hora de tomar decisiones en cualquier etapa de un proyecto, sin embargo no siempre la información obtenida es igual de relevante para todas las personas inmersas en el entorno problemático.

Por esa razón resulta muy importante identificar de forma clara a cada uno de los interesados, es decir aquellos beneficiados tanto directa como indirectamente a través de la solución generada.

En este sentido cada uno de los interesados identificados obtiene beneficios y de igual forma posee riesgos diferentes a los del resto; asimismo, aportan sus conocimientos, sugerencias y visiones del producto final. A continuación, la tabla 1 muestra el listado de los interesados del Departamento identificados en la reunión de Inicio de la Ingeniería de requisitos.

Tabla 1. Listado de interesados.

Actores
Jefe del Departamento
Jefe de Unidad de Columna Vertebral
Jefe de Unidad de Cadera y Rodilla
Jefe de Unidad de Pie y Tobillo
Jefe de Unidad de Miembro Superior
Jefe de Unidad de Traumatología General
Jefe de Unidad de Traumatología Infantil
Jefe de Unidad de Ortopedia
Jefe de Unidad de Trauma Complejo
Jefe de Unidad de Tumores Óseos
Coordinador del Postgrado de Traumatología y Ortopedia
Médicos Adjuntos
Médicos residentes de Postgrado
Médicos residentes asistenciales
Pacientes

Tabla 2. Visiones del producto.

Interesados	Visión del Sistema
Jefe del Departamento y Jefes de Unidades	El sistema permitirá realizar reportes médicos para cada paciente al momento de necesitarlo, facilitando de esta manera la consulta médica y la generación de diagnósticos oportunos, mejorando así ampliamente las actividades referentes al proceso de gestión de historias clínicas.
Coordinador de Postgrado y Médicos Residentes de Postgrado	El sistema permitirá obtener de manera rápida y confiable resultados estadísticos que apoyen y potencien las investigaciones clínicas, garantizando de esta manera un mejor desempeño Académico-Asistencial dentro de la institución.
Médicos Adjuntos y Residentes Asistenciales	El sistema aportará beneficios significativos al paciente, tanto directa como indirectamente, desde la forma en que será atendido hasta la rapidez con la que se manejará su información. Apoyará los procesos médicos derivados de la información proveniente de las historias clínicas para brindar de esta manera una mejor atención.

3.2 Fase II: Análisis de los requisitos del sistema

Continuando con el desarrollo de la investigación, una vez diagnosticada la situación actual del Departamento, se procedió a profundizar en el estudio de las necesidades existentes en el entorno problemático tomando como base los fundamentos de la ingeniería de requisitos; dicho mecanismo permitió la constante participación de los usuarios finales, lo que a su vez fue sinónimo de buena comunicación, aportando de esta forma una excelente comprensión de los requisitos, ajustes, definición y validación sobre los mismos.

De esta forma, la presente fase fue estructurada bajo un esquema dividido en seis secciones partiendo de las fases sucesivas a la etapa de inicio contenidas en la Ingeniería de Requisitos, las cuales sirvieron de apoyo en el análisis y la definición formal de los requisitos para el Desarrollo del Sistema; dichas secciones abarcan desde la fase de obtención hasta la fase de validación de la mencionada metodología, las mismas permitieron a su vez dar paso a la planificación formal del Desarrollo, finiquitada a través de la elaboración de un plan de entregas de las versiones bajo el esquema contemplado en la Fase I de la Programación Extrema. A continuación se presentan los resultados obtenidos en cada una de las etapas mencionadas.

Actores del Sistema: En la fase I del presente proyecto se identificaron aquellas personas que directa o indirectamente se verían beneficiados por el sistema, sin embargo, a la hora de identificar requisitos importantes para su desarrollo se hace conveniente determinar de forma concisa quiénes harán uso directo de la aplicación, en síntesis, esta etapa es de suma importancia, pues se fundamenta en la información aportada por los actores del sistema, los cuales se identifican a continuación en la tabla 3.

Tabla 3. Actores del Sistema

Actores	Descripción
Usuario Administrador	Es el actor encargado del sistema, se ocupa de su administración, posee todos los permisos y tiene plena autoridad sobre el mismo. Inicialmente se ha identificado al Coordinador del Postgrado de Traumatología y Ortopedia como administrador principal del Sistema.
Usuarios Supervisores	Los Usuarios Supervisores son segundos administradores del sistema con funciones limitadas a las de su unidad funcional, la cual es asignada por el administrador principal de acuerdo al área médica del especialista, tienen control sobre los usuarios cotidianos y sobre la información registrada por los mismos pertenecientes a la misma unidad funcional. Se han identificado a los jefes de unidades y a los Médicos Adjuntos como usuarios supervisores.
Usuarios Cotidianos	Son los usuarios que le darán uso al Sistema de forma regular, su función será la de registrar los datos de los pacientes, y manejar la información almacenada, esta responsabilidad recae principalmente sobre los médicos residentes de Postgrado.

Despliegue de la Función de Calidad: El Despliegue de la función de calidad se basó en la interpretación de las necesidades del cliente para luego adaptarlas y traducirlas en requisitos técnicos orientados al desarrollo del software. Se reconocieron tres tipos de requisitos: los normales, son aquellos que si se cumplen tendrán como consecuencia un cliente satisfecho, también se encuentran los requisitos esperados, los cuales se llevan de forma implícita ya que su ausencia causaría una insatisfacción significativa en los usuarios; por último, se obtuvieron los requisitos estimulantes, los mismos superan las expectativas del cliente y evidentemente generan gran satisfacción al estar presentes en el producto final. A continuación en la tabla 4 se presentan los requisitos obtenidos a lo largo de las reuniones realizadas dentro del Departamento.

Tabla 4. Descripción de requisitos

Requisitos	Descripción
Requisitos Normales	<ul style="list-style-type: none"> - El sistema debe permitir el registro de pacientes y todos los datos asociados a cada uno de ellos, los cuales deben cubrir aspectos personales y médicos de relevancia para el Departamento. - El sistema debe permitir la búsqueda, consulta, edición y eliminación de los datos registrados. - Se debe permitir tener un historial clínico de los pacientes, mostrando su ingreso, estado, evoluciones, tratamientos e intervenciones realizadas. - Debe existir la posibilidad de generar reportes de los procesos médicos realizados en el momento que sea requerido.
Requisitos Esperados	<ul style="list-style-type: none"> - El sistema debe validar el acceso de usuarios autorizados. - El sistema debe reconocer el nivel del usuario que accede al mismo. - El sistema debe validar campos obligatorios, y tipos de datos suministrados.
Requisitos Estimulantes	<ul style="list-style-type: none"> - Se debe contar con filtros que proporcionen un sistema de consulta clasificada según diversos parámetros indicados por el usuario, entre los cuales destaquen las fechas de atención, tipos de atención, diagnósticos, edad y sexo de los pacientes. - Las imágenes almacenadas deben contener información específica que permita su clasificación y consulta de acuerdo a tipo de lesiones, fecha, pacientes, gravedad, evolución, y tratamientos realizados. - El sistema debe permitir a sus usuarios tener acceso a información del departamento relacionada directa o indirectamente con el proceso de gestión de historias clínicas.

Definición de Requisitos: Mediante el despliegue de la función de calidad se pudieron extraer los requisitos tanto normales, esperados, como los estimulantes, a continuación en la Tabla 5 se desglosan y complementan los mismos a fin de identificarlos y definirlos formalmente desde la perspectiva de los usuarios finales y apuntando a la construcción del sistema. Es importante aclarar que se obtuvieron 31 requisitos de los cuales solo se mostrarán 15 para optimizar el espacio destinado para ello.

Tabla 5. Definición de requisitos

Requisito	Descripción de la función	Tipo
R-1	El sistema debe de validar el acceso del usuario al sistema mediante un usuario y contraseña.	Esperado
R-2	Almacenar y actualizar los datos introducidos en las tablas correspondientes de la Base de Datos.	Normal
R-3	Generar historiales clínicos relacionados con la información extraída de la Base de Datos.	Normal
R-4	Generar gráficas relacionadas con la información contenida en la Base de Datos.	Normal
R-5	Permitir a los usuarios dependiendo de la unidad funcional a la cual pertenezca.	Esperado
R-6	Permitir a los usuarios consultar mediante los filtros de búsqueda información clasificada según su criterio.	Estimulante
R-7	Validar la información de manera permanente	Esperado
R-8	Se debe proporcionar un acceso rápido y actualizado a la información desde cualquier punto de la intranet del Departamento.	Normal
R-9	El Administrador del sistema debe poder asignarle permisos al resto de usuarios que interactúen con la aplicación.	Esperado
R-10	El Administrador del sistema debe poder acceder a cada una de las unidades funcionales.	Normal
R-11	El sistema debe permitirles a los usuarios con rol de supervisores agregar nuevos usuarios dentro de sus unidades correspondientes.	Estimulante
R-12	El sistema debe permitirles a los usuarios con rol de usuarios cotidianos registrar pacientes y editar su información.	Normal
R-13	La aplicación permitirá a los usuarios con rol de supervisores y de usuarios cotidianos generar historias clínicas y reportes médicos en base a la información relacionada a los pacientes pertenecientes a sus respectivas unidades funcionales.	Normal
R-14	Crear una base de datos que logre integrar de forma eficiente y adecuada toda la información referente al proceso de gestión de historias clínicas.	Esperado
R-15	El sistema debe funcionar en la configuración estándar de los equipos del Departamento.	Esperado

Modelo de Análisis: A través del modelo de análisis se pudo establecer la representación gráfica del conjunto de requisitos derivados de la fase de obtención de la Ingeniería de Requisitos, los cuales se traducen en una descripción a nivel de sistema que detalla la funcionalidad general del mismo; dicha funcionalidad se alcanza al aplicar el software, hardware, datos, recursos humanos y otros elementos que detallan la arquitectura de la aplicación y su interacción con el usuario.

Los diferentes diagramas que forman parte del Modelo de Análisis se clasifican según sus características a fin de presentar un modelo estructuralmente organizado, para efectos de la presente investigación, en esta fase se realizaron diagramas de elementos basados en escenarios y de elementos orientados al flujo de datos con el propósito de describir gráficamente el sistema con base a los requisitos aportados por los actores del mismo. A continuación se presentan cada uno de los diagramas elaborados con sus respectivas especificaciones.

Casos de Uso: Mediante estos diagramas, se representan los casos de utilización del sistema y se detalla su comportamiento desde el punto de vista del usuario. Los diagramas de caso de uso son una representación gráfica de parte o el total de los actores y caso de uso del sistema y sus interacciones; en este sentido, todo sistema tiene como mínimo un diagrama de caso de uso, los cuales son una representación gráfica del entorno del sistema (actores) y su funcionalidad principal (casos de uso). A continuación en la figura 2 como ejemplo, se presenta el caso de uso general.

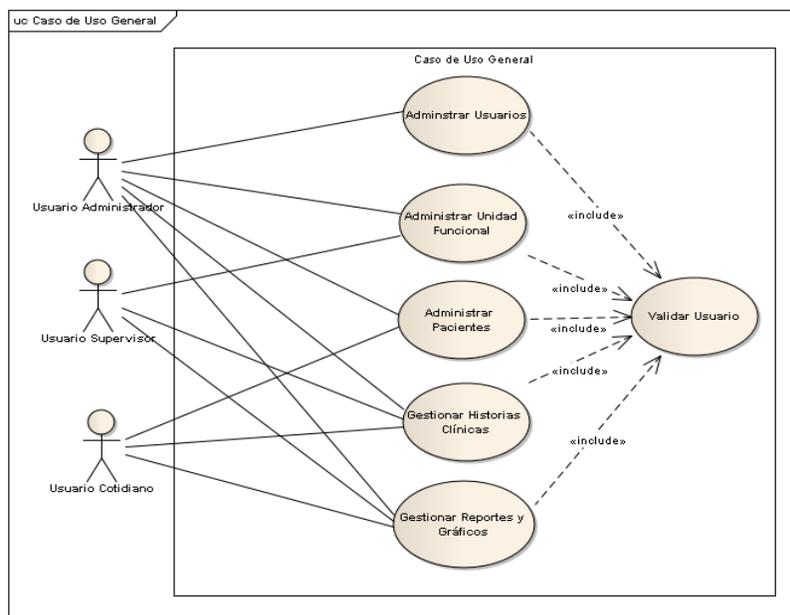


Fig. 2. Diagrama Caso de uso General

Para cada caso de uso identificado se desarrollaron diagramas de actividades los cuales muestran los procesos existentes para el sistema de Gestión de Historias clínicas de principio a fin, clasificándolos de acuerdo a su funcionalidad y detallando las rutas de decisiones que existen en el progreso de eventos contenidos en la actividad. A continuación se presenta un ejemplo de los diagramas de actividades correspondientes al Sistema de Gestión de Historias Clínicas del Departamento de Traumatología y Ortopedia “Dr. Cruz Peraza Beaperthuy”.

Diagrama de Actividad: La figura 3 muestra el diagrama de actividad para el módulo de Administrar Usuarios, específicamente para la función de agregar nuevos usuarios que harán uso del sistema, en caso de que algún usuario ya haya sido registrado anteriormente el sistema debe mostrar un mensaje de alerta con dicha información, esta actividad puede ser realizada únicamente por el administrador para agregar nuevos usuarios que pueden ser asignados a cualquiera de las unidades funcionales del sistema y con cualquier nivel.

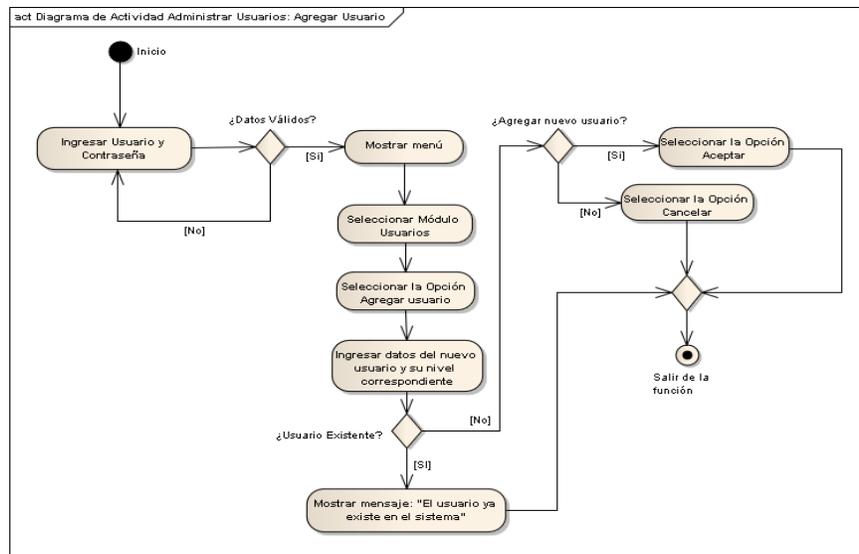


Fig. 3. Diagrama de Actividad: Función Administrar usuarios/Agregar usuarios

Priorización de Requisitos: Por medio de las diversas reuniones, se pudo conocer que los requisitos identificados dentro del Departamento no presentan conflictos entre ellos, sin embargo resultó conveniente clasificarlos de acuerdo a la prioridad acordada por los actores del sistema y de esta forma conocer el grado de importancia que representa para ellos cada uno de los requisitos. A continuación la tabla 7 muestra el nivel de prioridad de cada uno de los requisitos implícitos en la construcción del sistema (requisitos esperados).

Tabla 7. Prioridad de los requisitos esperados

Requisito	Usuario Adm	Usuario Superv	Usuario Cotidiano	Promedio Prioridad	Grado Prioridad
R-1	3	3	3	3	Alto
R-5	2	3	3	2,7	Alto
R-7	2	1	3	2	Medio
R-9	3	1	2	2	Medio
R-14	3	3	3	3	Alto
R-15	3	3	3	3	Alto
R-17	3	3	3	3	Alto
R-18	3	2	3	2,7	Alto
R-23	2	2	3	2,3	Alto
R-24	1	1	3	1,7	Bajo

Por su parte, los requisitos identificados como normales, los cuales fueron aportados directamente por los actores del sistema, han sido de igual forma evaluados por cada uno de ellos a fin de conocer el nivel de prioridad resultante. La tabla 8 contiene los resultados obtenidos.

Tabla 8. Prioridad de los requisitos normales

Requisito	Usuario Adm	Usuario Superv	Usuario Cotidiano	Promedio Prioridad	Grado Prioridad
R-2	3	2	3	2,7	Alto
R-3	3	3	3	3	Alto
R-4	3	2	3	2,7	Alto
R-8	3	3	3	3	Alto
R-10	3	2	2	2,3	Alto
R-12	2	3	3	2,7	Alto
R-13	2	3	3	2,7	Alto
R-19	3	3	3	3	Alto
R-22	3	3	3	3	Alto
R-27	3	1	2	2	Medio

Por último, fueron tabulados los resultados del consenso efectuado por parte de los actores del sistema en cuanto a la prioridad de los requisitos estimulantes, los mismos

son caracterizados por ser requisitos que van más allá de las necesidades básicas del sistema. Los resultados pueden ser visualizados en la tabla 9.

Tabla 9. Prioridad de los requisitos estimulantes

Requisito	Usuario Adm	Usuario Superv	Usuario Cotidiano	Promedio Prioridad	Grado Prioridad
R-6	3	3	3	3	Alto
R-11	1	3	1	1	Bajo
R-16	3	3	3	3	Alto
R-20	3	3	3	3	Alto
R-21	3	2	1	2	Medio
R-25	2	2	2	2	Medio
R-26	3	1	1	1	Bajo
R-28	3	1	2	2	Medio
R-29	3	2	2	2	Alto
R-30	1	2	3	2	Medio
R-31	3	2	1	2	Medio

Para el desarrollo del presente trabajo de investigación se consideró suficiente la definición de requisitos elaborada durante la fase de obtención, así como los diferentes modelos gráficos y especificaciones realizadas en la fase de elaboración para dar paso a la construcción del software, puesto que se detalla de forma precisa la funcionalidad y rendimiento del mismo, sin embargo, a fin de complementar esta fase, se identificó el ambiente técnico en el cual se desarrollará el sistema, dicho proceso se describe a continuación.

Ambiente técnico: se refiere a la descripción del entorno necesario para que el sistema tenga un óptimo desempeño, el mismo es elaborado en base a las necesidades y recursos presentes en la institución. La tabla 10 detalla estas características.

Tabla 10. Requisitos técnicos del sistema

Requerimientos de Software	Requerimientos de Hardware	
	Servidor	Clientes
Servidor Web Apache		
MySQL	Procesador Dual-Core ó Superior	Procesadores Intel Pentium IV ó superior
PHP	Memoria RAM mayor a 2 Gb	Memoria RAM mayor a 1 Gb
Navegador Web	Disco Duro 500 Gb o Superior	Disco Duro (No influye)

3.3 Fase III: Diseño del sistema

Una vez establecido el plan de entrega de las versiones y alcanzados los dos primeros objetivos planteados en el presente proyecto, la fase de diseño, contemplada en la programación extrema, permitió definir la estructura de todo el sistema, tomando como punto de partida cada uno de los requisitos, restricciones y especificaciones obtenidas durante las primeras fases de la investigación.

A través de esta etapa se pudo concretar la arquitectura del sistema, la cual sirvió como base para el proceso de construcción, se definieron las herramientas de trabajo, se identificaron los módulos de desarrollo y su jerarquía, los mismos se representaron a través de escenarios de uso mediante Diagramas de secuencia, también se diseñó la estructura de datos del sistema y por último se dio paso al diseño de la base de datos. A continuación se presentan cada una de las actividades realizadas en la presente fase.

Arquitectura del Sistema y Herramientas de Trabajo: Al momento de definir la arquitectura del sistema, se evaluaron diferentes alternativas de lenguajes de programación y plataformas de desarrollo, teniéndose como resultado un diseño basado en un marco cliente/servidor, utilizando el lenguaje de programación PHP (Versión 5.4.16) debido a su potencia, versatilidad, robustez y modularidad en conjunto con JavaScript, utilizando además un sistema de gestión de base de datos MySQL 5.6.12, escogido principalmente debido a la sencillez que provee este motor para el trabajo y la gestión de bases de datos, el cual además representa el eje principal de la aplicación. La figura 4 presenta la arquitectura de desarrollo aplicada en el sistema.

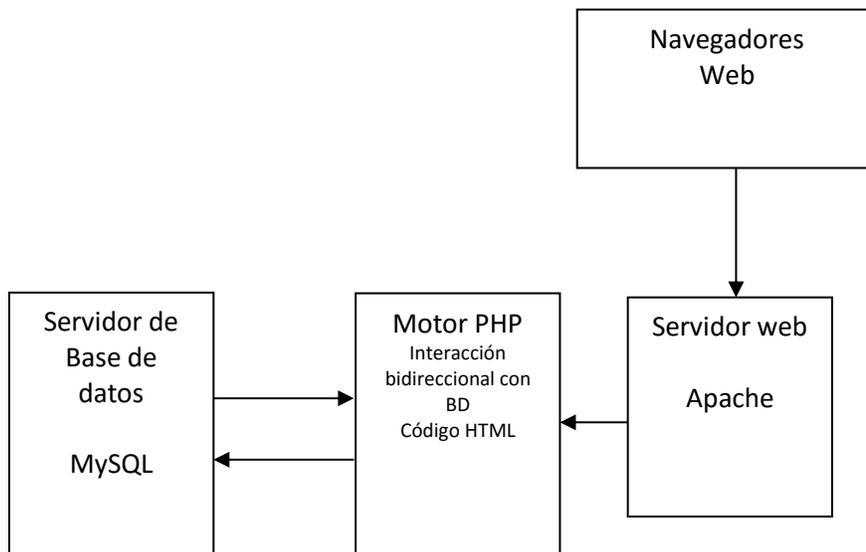


Fig. 4. Diagrama de Despliegue: Arquitectura del sistema

De forma específica, para llevar a cabo el desarrollo del proyecto se utilizaron las herramientas que se describen a continuación:

Adobe Dreamweaver CS6 (Diseño Web): El diseño Web representa un desafío en cualquier proyecto de este tipo, Adobe Dreamweaver CS6 es un software utilizado para la construcción, edición y publicación de Sitios Web, se ha convertido desde sus inicios en una solución práctica de millones de profesionales para el desarrollo de complejas aplicaciones dinámicas, en este sentido, aporta grandes beneficios en esta área debido a sus funcionalidades, interfaz, potencia, soporte e integración con otras herramientas. Dicho software resultó de mucha utilidad en el desarrollo del presente proyecto, ayudando a crear una interfaz adecuada y reduciendo considerablemente el factor tiempo en el diseño del sistema.

Lenguaje PHP (Versión 5.4.16): Caracterizado principalmente por su potencia, versatilidad, robustez y modularidad, PHP (HyperText Pre-processor) es un lenguaje de programación interpretado, usado normalmente para la creación de páginas web dinámicas; en el presente proyecto se aplicó dicho lenguaje, debido a las ventajas que representa su uso, el mismo tiene capacidad de conexión con la mayoría de los manejadores de base de datos empleados actualmente, incluyendo MySQL, es multiplataforma, posee amplia documentación y permite técnicas de la programación orientada a objetos.

Javascript: Actualmente, el éxito de muchas aplicaciones recae mayormente en el grado de interacción que existe entre las mismas y el usuario final, Javascript es un lenguaje de programación interpretado que aporta múltiples ventajas en este sentido, por lo cual su uso permitió reforzar las debilidades del html y de esta manera lograr un sistema mucho más interactivo. Entre sus características principales, se puede mencionar que es un lenguaje basado en acciones, gran parte de la programación en dicho lenguaje está centrada en describir objetos, escribir funciones que respondan a movimientos del mouse, aperturas, utilización de teclas, cargas de páginas, entre otros y es soportado por la mayoría de los navegadores web.

MySQL (Versión 5.6.12): El servidor de base de datos utilizados en el presente proyecto fue MySQL al ser una herramienta relacional que permite un acceso veloz a los datos almacenados en las tablas independientes que forman la base de datos de dicho lenguaje.

Servidor Web Apache (Versión 2.4.4): Fue utilizado debido a su configurabilidad, robustez y estabilidad, permitió el cumplimiento de la arquitectura seleccionada (Cliente /Servidor) ya que su función principal es la de responder cada una de las peticiones recibidas de parte de los ordenadores que funcionan como clientes de la aplicación.

Wampserver (Versión 2.4): El uso de Wampserver 2.4 resultó de gran utilidad ya que facilitó la instalación y configuración automática del servidor web Apache 2.4.4, el gestor de base de datos MySQL 5.6.12 y PHP 5.4.16.

Además de lo mencionado anteriormente, la construcción del sistema contempla un diseño con uso de css basado en las especificaciones gráficas obtenidas dentro de la institución. En cuanto a la forma en que la aplicación se utilizará, será a través de una red de área local (LAN), donde los usuarios solicitan y el servidor ejecuta, es decir que estará basado en aplicaciones cliente/servidor.

Diagramas de Secuencia: Una de las partes fundamentales en la fase de diseño del sistema, consistió en describir el comportamiento del mismo, detallando así el conjunto de mensajes, roles, e interacciones ejecutadas en un tiempo determinado; para realizar dicha descripción, se utilizaron los diagramas de secuencia, ya que a través de ellos se obtienen escenarios de uso, es decir; una historia individual de una transacción, lo cual permitió dar a conocer de forma particular cada una de las funciones relevantes del sistema. A continuación, y para mantener la descripción del caso de uso tomado como muestra de análisis para la presentación de estos resultados, se muestra en la figura 5 el Diagrama de Secuencia Administrar Usuarios realizado durante la presente fase.

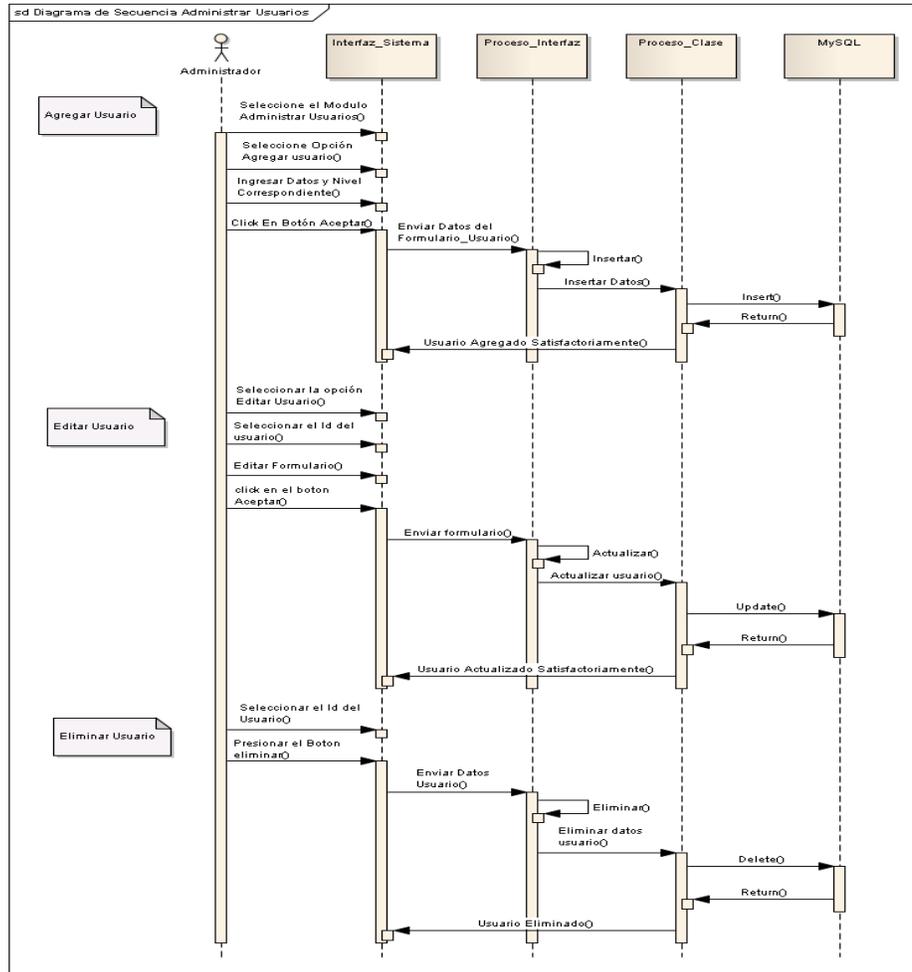


Fig. 5. Diagrama de Secuencia Administrar usuarios

La sección final de esta fase, después de realizar la estructura de la base de datos, consistió en el diseño general de navegación del sistema, representado a través de un mapa de navegación, el mismo aporta una visión global de las distintas ventanas de acceso que se pueden presentar según la acción requerida y ejecutada por cada uno de los usuarios. A continuación a través de la figura 6 se presenta el mapa de navegación para el Sistema de Gestión de Historias Clínicas del Hospital Universitario “Dr. Manuel Núñez Tovar”.

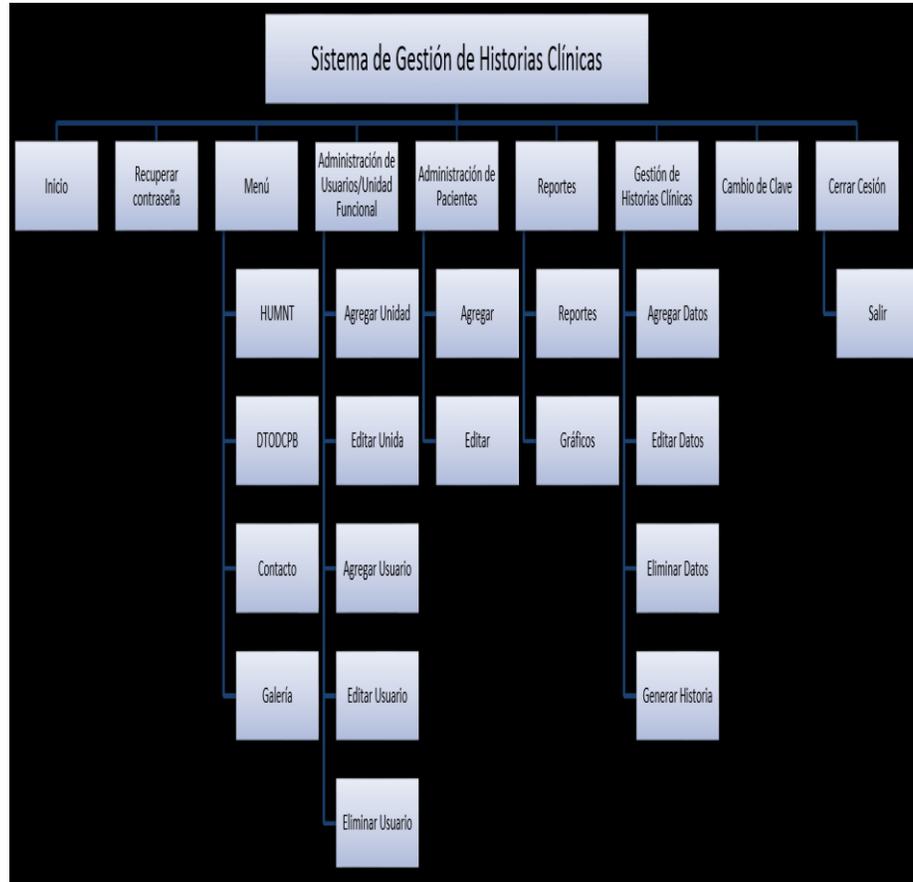


Fig. 6. Mapa de Navegación General.

3.4 Fase IV: Desarrollo del sistema

A través de la presente etapa se alcanzó de forma satisfactoria el objetivo general de la presente investigación al desarrollar un sistema de Gestión de Historias Clínicas para el Departamento de Traumatología y Ortopedia “Dr. Cruz Peraza Beaperthuy”, dicha fase se construyó partiendo de lo especificado en las etapas III y IV de la Metodología XP, las cuales consisten en la codificación y pruebas de la aplicación respectivamente, en resumen; mediante esta fase se codificó y evaluó el sistema diseñado en la etapa anterior, el proceso de codificación fue detallado a través de las tareas de ingeniería realizadas por cada iteración, de igual forma se procedió a la realización de análisis y pruebas del sistema, finalmente, se presenta la interfaz gráfica construida para la aplicación y se especifican las políticas de seguridad de la misma, a continuación se detalla cada una de estas actividades.

Codificación: Tareas de Ingeniería. La presente sección, consistió en llevar a cabo la construcción del sistema mediante la codificación, se utilizó el lenguaje de consulta estructurado (SQL) en conjunto con el lenguaje de programación PHP para la creación de los diferentes módulos que permitirán al usuario autorizado visualizar y gestionar la información médica del Departamento.

Las tareas de ingeniería constituyen la descripción detallada del desarrollo del sistema, presentadas de forma incremental de acuerdo al plan de entregas diseñado en la fase II, la estructura en la cual se presenta dicha información consiste en cuadros que contienen el nombre y número de la tarea, identificación del requisito a desarrollar, tipo de tarea (para efectos de la investigación solo se mostrarán tarjetas de desarrollo y en algunos casos las de mejoras), duración en semanas y finalmente la descripción de la actual tarea en desarrollo.

A continuación se presenta como muestra 2 de las 4 iteraciones de las tareas de desarrollo realizadas para la construcción del Sistema de Gestión de Historias Clínicas del Departamento de Traumatología y Ortopedia “Dr. Cruz Peraza Beaperthuy”.

Tareas de Ingeniería: Iteración 1. Las tareas de ingeniería correspondientes a la iteración 1 incluye los requisitos: R-1, R-5, R10, R-12 y R-16, según lo establecido en el plan de entrega de las iteraciones especificado en la fase II de la presente investigación, el desarrollo total de esta iteración se completó en 3 semanas (aproximadamente en 17 días de trabajo), a continuación en la tabla 11 se detalla como ejemplo la tarea validación de usuario.

Tabla 11. Tarea validación de usuarios

Tarea de Ingeniería	
Número Tarea: 1	Requisito (Nro. y Nombre): R-1. Validar Acceso
Nombre Tarea: Validación de usuarios	
Tipo de Tarea : Desarrollo/Corrección /Mejora / Otra	Puntos Estimados: 0.5
Tiempo de trabajo: 3 días	
Programador Responsable: Autor.	
Descripción: Se inició la construcción de la base de datos con la creación de tablas que almacenen los roles (inicialmente se cargaron los valores de usuarios Administradores, Supervisores y Cotidianos), Unidades (Inicialmente cargadas las nueve unidades funcionales pertenecientes al Departamento) y finalmente los usuarios del sistema, además se realizó la correspondiente consulta para controlar las restricciones, dichas tablas (Rol, Unidad y Usuario) se crearon bajo el lenguaje SQL haciendo uso de la herramienta phpmysqladmin, en cuanto a la validación se debe mencionar que aparte del rol asignado, el usuario creado debe contar con un nombre de usuario y una contraseña que el sistema se encarga de verificar para de esta manera permitir el acceso de los mismos con sus correspondientes restricciones, además en esta tarea se realizaron las pantallas correspondientes para los accesos inválidos.	

Tareas de Ingeniería: Iteración 2. Una vez terminada la iteración 1, se procedió a realizar cada una de las tareas de ingeniería correspondientes a la iteración 2, para la cual se incluyen los requisitos: R-3, R-8, R-14 y R-15, según lo establecido en el plan de entrega de las iteraciones especificado en la fase II de la presente investigación, el desarrollo total de esta iteración se completó en 3 semanas (Aproximadamente en 17 días de trabajo), a continuación en la tabla 12 se detalla como ejemplo la tarea construcción de módulo gestionar historias.

Tabla 12. Tarea construcción de módulo gestionar historias

Tarea de Ingeniería	
Número Tarea: 6	Requisito (Nro. y Nombre): R-3. Generar Historiales Clínicos
Nombre Tarea: Construcción del Módulo Gestionar Historias Clínicas	
Tipo de Tarea : Desarrollo/Corrección/Mejora /Otra	Puntos Estimados: 1
Tiempo de trabajo: 5 días	
Programador Responsable: Autor	
Descripción: Mediante esta tarea se construyó el módulo Gestionar Historias Clínicas, en el mismo se puede agregar, editar y eliminar datos médicos haciendo uso de las tablas relacionadas correspondientes al manejo de la información médica, la codificación de dicho módulo también incluye la opción de consultar cada una de estas tablas en un solo informe como lo es la historia clínica del paciente, la cual permite conocer el estado médico del paciente en cualquier momento que se requiera.	

Realización de Análisis y pruebas al Sistema: Una vez desarrollado el Sistema para la Gestión de Historias Clínicas del Departamento de Traumatología y Ortopedia “Dr. Cruz Peraza Beaperthuy”, se procedió a la realización de análisis y pruebas, a través de dicho proceso, los usuarios certificaron que las funcionalidades y cada uno de los requisitos establecidos se cumplieron de forma satisfactoria en cada una de las iteraciones. La forma en la que se presentan los resultados obtenidos en esta sección, se basa en las llamadas tarjetas de casos de pruebas de aceptación propuestas por la metodología XP, las cuales se realizaron para cada requisito según el plan de entrega de las versiones definido en la fase II de la presente investigación.

Interfaz de la Aplicación: El Sistema de Gestión de Historias Clínicas para el Departamento de Traumatología y Ortopedia “Dr. Cruz Peraza Beaperthuy”, está conformado por cinco (05) módulos principales (Administrar Pacientes, Administrar Usuarios, Administrar Unidad Funcional, Gestionar Reportes y Gestionar Historias Clínicas) dentro de los cuales se encuentran las funcionalidades más relevantes para la

institución como agregar, editar y eliminar datos médicos para los pacientes atendidos y registrados en la aplicación; una vez desarrollados cada uno de estos módulos y el sistema en general, así como también haber realizado las pruebas correspondientes, se consideró oportuno mostrar las pantallas más relevantes que conforman la aplicación. A continuación, se presentan algunas de estas pantallas principales desarrolladas para las diferentes funcionalidades y del sistema.

La figura 7 muestra la pantalla principal de la aplicación, a través de la misma se puede acceder a los diversos módulos ingresando el nombre de usuario y contraseña correspondientes, además cuenta con un timeline que permite visualizar la información publicada a través de la cuenta oficial de twitter de la institución, un menú superior de carácter informativo, y por último a través de esta pantalla también se puede ingresar a la función de recuperar la contraseña. Seguidamente, en las figuras desde la 8 a la 10 como referencia, se muestran tras ventanas de la sesión columna vertebral.



Fig. 7. Pantalla de inicio

Principal HUMINT Departamento SISGEHC Galería

Columna Vertebral

Resultados para la consulta:
 Tipo: radiología
 Desde el: 2014-05-21
 Hasta el: 2014-05-21
 Procedencia de la Imagen: Local

[Descargar Version excel](#)

Se encontraron 3 resultados

Nombre	Apellido	Cédula	Fecha	Descripción	Imagen	Nº de Historia
Luis Miguel	Cedeño Brito	20001646	2014-05-21	red. local		hist18
Jose	LOPEZ	12345678	2014-05-21	rad local		HIST1610
CARLOS	PEREZ	33333333	2014-05-21	rad local		hist003

Fig. 8. Vista reporte imagenológico: Columna Vertebral

Imprimir
Total: 1 página

[Guardar](#) [Cancelar](#)

Destino Guardar como PDF [Cambiar...](#)

Páginas Todo p. ej. 1-5, 8, 11-13

Diseño Vertical Horizontal

Márgenes

Configuración Encabezado y pie de página Imágenes y colores de fondo

Imprimir utilizando el cuadro de diálogo del sistema (Ctrl+Shift+P)

HISTORIA CLÍNICA

HISTORIA CLÍNICA DE LA UNIDAD DE COLUMNA VERTEBRAL

IDENTIFICACIÓN DEL PACIENTE

Nombre: JUAN	Apellido: FERNANDEZ
Apellido: LOPEZ	Fecha de Nacimiento: 12/04/1974
Sexo: M	Edad: 39
Prof: Médico	Identificación: 1234-56789
Nombre: JUAN LOPEZ	Apellido: FERNANDEZ
Apellido: LOPEZ	Fecha de Nacimiento: 12/04/1974
Sexo: M	Edad: 39
Prof: Médico	Identificación: 1234-56789

UNIDAD DE COLUMNA VERTEBRAL

FECHA	TIPO	INDICACION	DESCRIPCION	DESCRIPCION
2014-12-14 13:45:00	Examen	lum	Examen de columna	Examen de columna
2014-12-14 13:45:00	Examen	lum	Examen de columna	Examen de columna
2014-12-14 13:45:00	Examen	lum	Examen de columna	Examen de columna
2014-12-14 13:45:00	Examen	lum	Examen de columna	Examen de columna

HISTORIA CLÍNICA DE LA UNIDAD DE COLUMNA VERTEBRAL

FECHA	TIPO	INDICACION	DESCRIPCION	DESCRIPCION
2014-12-14 13:45:00	Examen	lum	Examen de columna	Examen de columna
2014-12-14 13:45:00	Examen	lum	Examen de columna	Examen de columna
2014-12-14 13:45:00	Examen	lum	Examen de columna	Examen de columna
2014-12-14 13:45:00	Examen	lum	Examen de columna	Examen de columna

HISTORIA CLÍNICA DE LA UNIDAD DE COLUMNA VERTEBRAL

HISTORIA CLÍNICA DE LA UNIDAD DE COLUMNA VERTEBRAL

Fig. 9. Vista Impresión Historia Clínica: Columna Vertebral

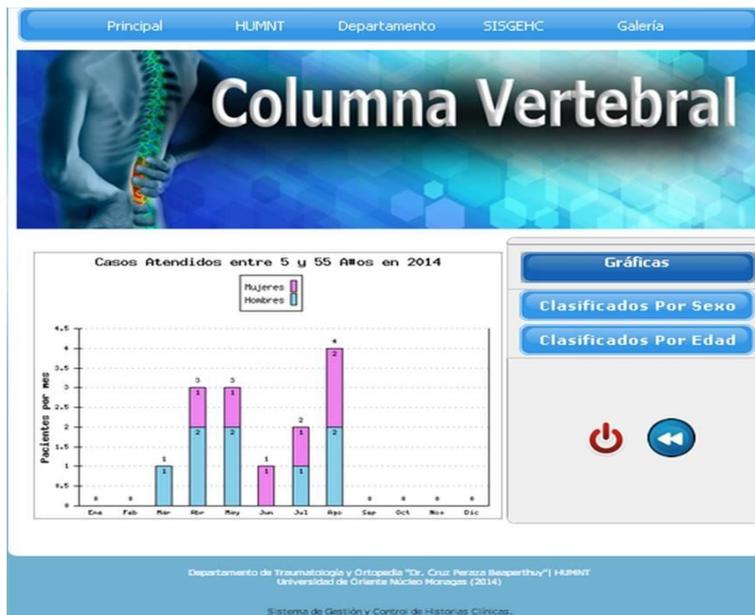


Fig. 10. Vista reporte gráfica de barras

Políticas de Seguridad: La etapa final de la presente investigación consistió en indicar a rasgos generales ciertas limitaciones o restricciones a tomar en cuenta para de esta manera evitar riesgos y amenazas que pudieran afectar el funcionamiento de la aplicación, de igual forma, dichas indicaciones garantizan un mejor aprovechamiento y resguardo de la información durante la operación del sistema. A continuación se detallan las políticas de Seguridad establecidas en la presente fase.

Seguridad Lógica: actúa específicamente sobre la información procesada por los equipos, específicamente sobre las validaciones cómo el acceso de los usuarios y la administración de los mismos; además opera sobre el acceso a la red así como sobre el desarrollo y mantenimiento de Sistemas. En este sentido, los aspectos considerados necesarios para ser Usuario certificado y de esta manera tener acceso a la información médica manejada por el Departamento de traumatología y Ortopedia "Dr. Cruz Peraza Beapertthy" a través del Sistema de Gestión de Historias Clínicas, son los siguientes: Formar parte del cuerpo médico del Departamento, tener acceso a la intranet del Departamento, poseer Computador con navegador web, preferiblemente Google Chrome, haber sido registrado como usuario del Sistema, poseer nombre de Usuario y Contraseña, acceso al servidor donde se aloja la aplicación y Conocer el funcionamiento del Sistema.

Es importante resaltar que por lo general, este tipo de Sistemas son manejados por Departamentos informáticos dentro de las Organizaciones, con personal especializado en el área, sin embargo el Departamento de Traumatología y Ortopedia "Dr. Cruz Peraza

Beaperthuy” es un Departamento de carácter médico-académico por lo cual carece de este tipo de personal, en vista de esto y con la correspondiente capacitación, se optó por hacer Administrador del Sistema al Coordinador de Postgrado de Traumatología y Ortopedia, al ser el cargo con mayor rango a nivel académico e investigativo, asimismo; se hace necesario mencionar que el desarrollo de nuevas funcionalidades y mantenimiento del sistema queda bajo la responsabilidad del Departamento.

Seguridad Física: Si bien es cierto que la seguridad lógica cumple un rol importante en la protección del sistema, también lo es que existen factores que van más allá de las consideraciones de carácter informático, los sistemas también están expuestos a imprevistos que no necesariamente están vinculados a la estructura lógica del mismo, por el contrario muchos de estos inconvenientes son ajenos a este tipo de configuraciones, la Seguridad Física está enfocada específicamente a crear barreras y procedimientos de control que resguarden la información ante usos inadecuados, fenómenos naturales, robos y otro tipo de situaciones que amenacen la integridad física de la aplicación, a continuación se detallan ciertas consideraciones a tomar en cuenta, definidas durante la presente fase como parte de las políticas de seguridad establecidas para el Sistema de Gestión de Historias Clínicas del Departamento de Traumatología y Ortopedia “Dr. Cruz Peraza Beaperthuy”.

Condiciones Apropriadas para el Servidor. El lugar donde estará situado el servidor es un factor de suma importancia para su resguardo y estabilidad, puesto que deberá estar protegido contra diversos factores externos como la electricidad estática, el calor, los ruidos eléctricos, los cambios de tensión y los cortes de corriente, los cuales pueden alterar el funcionamiento normal del sistema generando incluso pérdidas importantes de información. A continuación se detallan estos factores:

Protección contra electricidad estática y el calor: entre las medidas a tomar se encuentra la de tratar periódicamente cualquier tipo de alfombra con productos antiestáticos, usar fundas protectoras e instalar el servidor sobre una superficie conectada a una toma de tierra. No es recomendable utilizar plásticos ni materiales sintéticos pues generan electricidad estática. En cuanto a la temperatura se debe mantener la sala entre 18°C y 26°C ya que temperaturas muy elevadas o excesivamente bajas son riesgos potenciales para el buen funcionamiento del servidor.

Protección contra cambios de tensión, ruidos y cortes eléctricos: Para proteger el ordenador de los ruidos eléctricos generados por los desniveles e inconsistencias del suministro de corriente es recomendable utilizar reguladores que minimicen los altibajos eléctricos, asimismo se recomienda no conectar otros dispositivos a la toma de energía puesto que pueden generar ruidos que anulen las ventajas que el uso de estos equipos representa. Además es importante prevenir los riesgos que conllevan los cortes imprevistos de corriente, para ello es aconsejable utilizar los conocidos sistemas de alimentación ininterrumpida (SAI) los cuales permiten al equipo continuar activo durante cierto tiempo ante un eventual corte eléctrico.

Protección contra suciedad: La limpieza también es una característica importante con la cual debe contar un salón dedicado al resguardo del servidor, este factor se refiere no solo a al sitio de almacenamiento sino también a usuarios y al propio servidor, en este sentido, se debe evitar cualquier tipo de suciedad como el polvo que pueda concentrarse en el equipo y alterar su correcto funcionamiento; así mismo se debe considerar que cualquier líquido o residuo de alimentos sobre la pantalla y/o el teclado puede producir una serie de daños potenciales al ordenador.

Seguridad contra incendios e inundaciones: La seguridad contra incendios e inundaciones complementa el buen resguardo del servidor, lo recomendable en este tipo de salas es la instalación de detectores de humo de alta sensibilidad y un sistema contra incendios a base de gas halón a presión. Este sistema debe generar un aviso previo a su utilización ya que produce el consumo de oxígeno de la sala y, por tanto, las personas presentes corren el riesgo de asfixia. En cuanto a problemas derivados de la exposición al agua, la sala deberá estar ubicada en un lugar estratégico, a una altura considerable y debidamente protegido contra goteras y tuberías potencialmente peligrosas.

Seguridad contra robos y destrucción: La seguridad de la sala y el control de acceso son indispensables para evitar cualquier tipo de robo ya sea de equipos o información, de esta forma el lugar donde será alojado el servidor debe estar debidamente cerrado y contar con vigilancia a fin de identificar cada persona que accede al mismo, minimizando así la posibilidad de algún atentado que provoque la destrucción de todo o parte importante del servidor.

Respaldo de la información: El resguardo constante de la información constituye una de las medidas más acertadas en este tipo de sistemas, por lo cual se hace necesario establecer una política adecuada de copias de seguridad como en cualquier organización. El objetivo primordial de estas copias recae en disponer de un medio para recuperar información en caso de pérdida por casos extremos como catástrofes informáticas o naturales, además permite restaurar archivos que han sido eliminados de forma voluntaria o accidental.

El Sistema de Gestión de Historias Clínicas para el Departamento de Traumatología y Ortopedia “Dr. Cruz Peraza Beaperthuy” utiliza el sistema de gestión de base de datos relacional MySQL y fue creado específicamente con el uso de la herramienta phpMyAdmin, la cual permite crear respaldos de la base de datos de forma práctica, el proceso se describe a continuación:

- Ejecutar el servidor web Apache disponible en la herramienta WampServer.
- Abrir el Navegador e ingresar la dirección por defecto 127.0.0.1 o “localhost”.
- En la página principal hacer click en la opción “phpmyadmin”.
- Agregar usuario y contraseña de administrador.
- En el menú principal, seleccionar el nombre de la Base de Datos “Hospital”.
- En el menú superior, hacer click en la opción “Exportar”.
- Seleccionar el tipo de exportación y presionar el botón “Continuar” para guardar el archivo Hospital.sql.

- Por último se debe copiar la carpeta del sitio alojada por defecto en la dirección C:\wamp\www\hospital.

4 Conclusiones

1. Con base a la fase de inicio de la Ingeniería de requisitos, se pudo diagnosticar el entorno en el que se desenvuelve el Departamento, a través de la identificación de los interesados, reconocimiento de múltiples puntos de vista y el trabajo con respecto a la colaboración, además se complementó dicho diagnóstico con descripciones del contexto organizativo presentando los focos problemáticos presentes dentro del mismo, representados a través del diagrama causa-efecto y evaluados a través de la interrelación existente entre ellos, permitiendo así la identificación de los factores negativos más influyentes, cuyos resultados indican el dominio perjudicial que poseen los procesos administrativos realizados de forma manual sobre el resto de factores negativos, generando directamente inconsistencias sobre las historias clínicas, vulnerabilidad de la información y tiempos de respuestas deficientes.

2. Las fases de obtención, elaboración, negociación, especificación y validación contenidas en la Ingeniería de Requisitos, resultaron indispensables en la determinación de los requisitos del Sistema, las mismas permitieron reconocer a cada uno de los actores principales, quiénes aportaron las especificaciones necesarias para identificar, definir, corregir y validar el listado de los requisitos normales, esperados y estimulantes presentes en el proyecto, los cuales a su vez ayudaron a limitar el alcance de la investigación a través de un plan de entrega de las versiones, en base a lo definido en la fase de planificación de la metodología XP.

3. La metodología XP, con el apoyo del Lenguaje Unificado de Modelado (UML) además de los requisitos previamente definidos, sirvieron como herramienta para dar forma al Sistema en cuanto a arquitectura se refiere, todo ello con el fin de brindarle a los usuarios finales un esquema seguro con características funcionales; por lo cual se diseñó un sistema con acceso desde la intranet del Departamento, se proyectaron casos de escenarios de la aplicación, se presentó un menú general de navegación y además se detallaron tareas de ingeniería con previos detalles sobre la codificación del Software.

4. El Desarrollo del Sistema Web mejorará de forma sustancial la automatización de las actividades relacionadas con el proceso de Gestión de Historias Clínicas realizadas por el Departamento de Traumatología y Ortopedia “Dr. Cruz Peraza Beaperthuy”, facilitando el manejo de la información desde cualquier sitio con acceso a la intranet del Departamento, además de apoyar el proceso de toma de decisiones, generar ahorros tanto económicos como de tiempo en la consulta de información médica y creación de reportes estadísticos propiciando así una mejor atención al paciente y por consiguiente una excelente imagen pública.

5. La investigación permitió demostrar la aplicabilidad efectiva de la combinación metodológica propuesta para el desarrollo de productos de software, a su vez facilitó el aprovechamiento de la tecnología para mejorar los servicios de salud ofrecidos en el Hospital, dando respuesta pertinente a una de las principales necesidades del ser humano: su bienestar físico, convirtiéndose entonces en una aplicación inédita de gran proyección social al servicio de los médicos especialistas que laboran en la institución, pudiendo también servir como referencia para de otros contextos del área de la salud.

Referencias

1. Ramírez, L.: Teoría de Sistemas. [Documento en línea]. Disponible: https://books.google.co.ve/books?id=X09HhZQpIOQC&pg=PA11&lpg=PA11&dq=Ram%C3%ADrez,+L.:+Teor%C3%ADa+de+Sistemas.&source=bl&ots=vgnqh8Gzb&sig=uUBWvr2lC9nuZQqrN5bu3bcMROc&hl=es&sa=X&ved=0ahUKEwjstpSEotDNAhWG_R4KHSmEDQYQ6AEIIDAB#v=onepage&q=Ram%C3%ADrez%2C%20L.%3A%20Teor%C3%ADa%20de%20Sistemas.&f=false. [Consulta: 2016, junio 30]. (2002)
2. Pressman R.: Ingeniería de Software. (6ed). Madrid: Editorial Mc. GrawHill. (2006).
3. Beck, K.: Extreme Programming Explained: Embracing Change. (2ed). Addison Wesley. (2004).
4. Booch, G., Rumbaugh, J., Jacobson, I.: El Lenguaje Unificado de Modelado. AddisonWesley. (1999).
5. Balestrini, M.: Como se elabora el proyecto de investigación. Caracas, Venezuela: BL Consultores Asociados Servicio Editorial. (2002).
6. Hurtado, J.: El proyecto de investigación. (6ed). Caracas: SYPAL. (2008).
7. Arias, F.: El Proyecto de Investigación. (5ed). Caracas: Episteme. (2006).
8. Hurtado, J.: El Proyecto de Investigación. Metodología de la Investigación. Holística. Caracas, Venezuela: Quirón. (2010).
9. Calero, M.: Una explicación de la programación extrema (XP) [libro En línea] Disponible en: <http://myslide.es/documents/una-explicacion-de-la-programacion-extrema-xp-manuel-calero-apolos-softwre.html> [Consulta: 2016, Junio 30]. (2003).