

**UNIVERSIDAD MAYOR DE SAN ANDRÉS**  
FACULTAD DE CIENCIAS PURAS Y NATURALES  
CARRERA DE INFORMÁTICA



**PROYECTO DE GRADO**

**“SISTEMA INFORMÁTICO PARA CENTROS DE SALUD  
ESPECIALIZADOS EN MEDICINA ESTÉTICA”**

PARA OPTAR AL TÍTULO DE LICENCIATURA EN INFORMÁTICA

MENCIÓN: INGENIERÍA DE SISTEMAS INFORMÁTICOS

**POSTULANTE: ADETT MITA VILLACORTA**

**TUTOR: M. Sc. FRANZ CUEVAS QUIROZ**

**REVISOR: M. Sc. CESAR BELTRÁN VILLALTA**

PAZ - BOLIVIA

**2008**

**DEDICATORIA**

*Al Dios que es  
bondadoso con todo el que  
busca su verdad dadora de vida.*

*Adett Mita*

## **AGRADECIMIENTOS**

El presente, no tuviera el valor significativo de consideración sin resaltar a las personas que intervinieron por su apoyo, guía y colaboración en su realización.

Al M.Sc. Franz Cuevas Quiroz, por brindar el conocimiento, experiencia y sobretodo el apoyo para su conclusión del proyecto de grado.

Al Ing. Cesar Beltrán Villalta, resaltando la ayuda que me brindo en el desarrollo, mediante las observaciones y correcciones, de esta forma encaminar hacia un buen destino el presente proyecto de grado.

Al centro de salud, a todo el personal médico y administrativo por colaborarme con la información para el desarrollo del presente, además, por la confianza y apoyo incondicional.

A todos los docentes y administrativos de la carrera de Informática, por brindar y transmitir el conocimiento en bien de los estudiantes, de esta forma incrementar el nivel académico de cada uno de nosotros.

A todos los compañeros de la carrera, por compartir esos momentos de estudio dentro y fuera de la universidad.

Aquellas personas que día a día van realizando investigaciones, fortaleciendo y creando nuevas ciencias aplicadas el área de la ciencia y tecnología, gracias a sus publicaciones y tecnologías.

A todos gracias.

## RESUMEN

El desarrollo del software aun se realiza de manera artesanal, aun cuando se construye software con tecnologías avanzadas, sin tomar en cuenta disciplinas de desarrollo, afectando en la calidad del software, por este motivo las cosas malas suceden. Es en este sentido que este proyecto de grado tuvo la necesidad de un enfoque más disciplinario en su desarrollo del software. La disciplina seleccionada para el proyecto fue la metodología orientada a objetos OMT (Técnica de Modelado de Objetos) propuesta por Rumbaugh et al. La selección se realiza por ser una metodología que produce sistemas más estables con respecto a los cambios de requisitos que las aproximaciones tradicionales, fomentando la reutilización.

El proyecto de grado se realizó para el centro especializado en medicina estética y medicina ginecológica CM & EP (centro médico y estética profesional), siendo esta clínica la que en su mayor parte proporcionó información para el desarrollo y la comprensión del sistema, mediante entrevistas, revisión y recopilación de documentos.

El propósito del presente, fue la gestión de la informatización clínica, logrando la transición de la Historia Clínica tradicional hacia la sustitución en sistemas informáticos que permiten almacenar y procesar cantidades de datos.

El software es tomado en una arquitectura Cliente Servidor, por las necesidades del centro. La seguridad de la información es mediante la autenticación de manera mixta de usuarios.

En la implementación se utiliza como gestor de base de datos Sql Server 2000, además, como lenguaje de programación se utilizó tecnologías Net el cual incluye herramientas de desarrollo Cliente Servidor.

En el desarrollo y evaluación de la calidad del software se detalla cualitativamente la calidad mediante la aplicación de paramétricas, tomando como factor de calidad el estándar ISO 9126.

## ÍNDICE

CAPÍTULO 1	1
1.1 ANTECEDENTES	2
1.2 IDENTIFICACIÓN DEL PROBLEMA	4
1.2.1 PROBLEMA PRINCIPAL	4
1.2.2 PROBLEMAS ESPECÍFICOS	4
1.3 OBJETIVOS	5
1.3.1 OBJETIVO GENERAL	5
1.3.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS	5
1.4 JUSTIFICACIÓN	6
1.5 LÍMITES Y ALCANCES	6
1.6 MÉTODO	7
CAPÍTULO 2	8
2.1 DEFINICIONES	8
2.1.1 EXPEDIENTE MÉDICO	8
2.1.2 HISTORIA CLÍNICA	8
2.1.2.1 DESTINATARIOS DE LA INFORMACIÓN CLÍNICA	9
2.1.2.2 PLAZOS PARA LA CONSERVACIÓN DE LA INFORMACIÓN CLÍNICA	9
2.1.3 SISTEMA	9
2.2 INTRODUCCIÓN ORIENTADO A OBJETOS	9
2.3 METODOLOGÍA ORIENTADO A OBJETOS	10
2.3.1 ANÁLISIS	11
2.3.1.1 MODELO DE OBJETOS	11
2.3.1.2 MODELO DINÁMICO	17
2.3.1.3 MODELO FUNCIONAL	22
2.3.1.4 RELACIÓN DE MODELOS	24
2.3.2 DISEÑO	24
2.3.2.1 DISEÑO DE SISTEMAS	24
2.3.2.2 DISEÑO DE OBJETOS	28
2.3.2.3 COMBINACIÓN DE LOS TRES MODELOS	28
2.3.2.4 REFINAMIENTO DEL DISEÑO	28
2.3.2.5 IMPLEMENTACIÓN DE CONTROL	29
2.3.2.6 AJUSTE DE HERENCIA	29
2.3.2.7 DISEÑO DE ASOCIACIONES	29
2.3.3 IMPLEMENTACIÓN	30
CAPÍTULO 3	31
3.1 ANÁLISIS	31
3.2 MODELO DE OBJETOS	31
3.2.1 IDENTIFICACIÓN DE LOS OBJETOS Y DE LAS CLASES	32

3.2.2	ASOCIACIONES Y AGREGACIONES	33
3.2.3	ATRIBUTOS	34
3.2.4	REFINAMIENTO MEDIANTE EL USO DE HERENCIA	35
3.2.5	ITERACIÓN Y REFINAMIENTO DEL MODELO DE OBJETOS	35
3.2.6	ASOCIACIÓN DE CLASES EN MÓDULOS	35
3.3	MODELO DINÁMICO	38
3.3.1	PREPARACIÓN DE ESCENARIOS	38
3.3.2	IDENTIFICACIÓN Y PREPARACIÓN DE TRAZO DE EVENTOS	40
3.3.3	DIAGRAMA DE FLUJO DE EVENTOS	41
3.3.4	CONSTRUCCIÓN DE DIAGRAMAS DE ESTADO	42
3.4	MODELO FUNCIONAL	47
3.4.1	ESTABLECIENDO LOS BORDES DEL SISTEMA	47
3.4.2	IDENTIFICACIÓN DE DATOS DE ENTRADAS Y SALIDAS	47
3.4.3	DIAGRAMA DE CONTEXTO	48
3.4.4	DESCRIPCIÓN DE PROCESOS Y FUNCIONES	49
3.5	DISEÑO DEL SISTEMA	52
3.5.1	ORGANIZACIÓN DEL SISTEMA EN SUBSISTEMAS	52
3.5.2	CAPAS Y PARTICIONES	53
3.5.3	IDENTIFICACIÓN DE CONCURRENCIA	54
3.5.4	ASIGNACIÓN DE SUBSISTEMAS A PROCESADORES Y TAREAS	54
3.5.5	ADMINISTRACIÓN DE ALMACENES DE DATOS	55
3.5.6	MANEJO DE RECURSOS GLOBALES	57
3.6	ANÁLISIS Y DISEÑO DE ESTADÍSTICAS	58
3.7	IMPLEMENTACIÓN	67
3.7.1	DISEÑO DE LA APLICACIÓN	67
3.7.2	DISEÑO DE LA INTERFAZ	67
3.7.3	GENERACIÓN DE ESTADÍSTICAS	68
3.7.4	ESTRATEGIAS DE IMPLEMENTACIÓN	68
CAPÍTULO 4		72
4.1	CONFIABILIDAD	72
4.2	FUNCIONALIDAD	73
4.3	FACILIDAD DE MANTENIMIENTO	76
4.4	PORTABILIDAD	76
4.5	COSTES DE DESARROLLO DEL SOFTWARE	76
CAPÍTULO 5		78
5.1	CONCLUSIONES	78
5.2	RECOMENDACIONES	79
REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS		80
ANEXOS		81

## ÍNDICE DE FIGURAS

<b>Figura 2.1</b> Notación de un objeto OMT -----	13
<b>Figura 2.2</b> Notación de una clase OMT -----	13
<b>Figura 2.3</b> Notación de una clase OMT con inclusión de atributos -----	13
<b>Figura 2.4</b> Atributo asociado el tipo de dato y el valor por omisión -----	14
<b>Figura 2.5</b> Notación de una clase OMT con de atributos y operaciones -----	14
<b>Figura 2.6</b> Diagrama de clases asociado -----	15
<b>Figura 2.7</b> Diagrama de clases con multiplicidades -----	15
<b>Figura 2.8</b> Nombres de rol para una asociación -----	15
<b>Figura 2.9</b> Diagrama de clases para una agregación -----	16
<b>Figura 2.10</b> Diagrama de propagación de operaciones -----	16
<b>Figura 2.11</b> La notación para la generalización -----	17
<b>Figura 2.12</b> La notación de trazo entre sucesos -----	19
<b>Figura 2.13</b> Diagrama de flujo de sucesos -----	20
<b>Figura 2.14</b> Notación para diagramas de estado no estructurados -----	21
<b>Figura 2.15</b> Estados de ciclos vitales de un sistema -----	21
<b>Figura 2.16</b> Estructura de diagramas de flujo de datos -----	23
<b>Figura 3.1</b> Diagrama de clases inicial -----	33
<b>Figura 3.2</b> Diagrama de clases con asociaciones y agregaciones -----	34
<b>Figura 3.3</b> Diagrama de clases -----	37
<b>Figura 3.4</b> Trazo de sucesos normal de la historia clínica -----	40
<b>Figura 3.5</b> Trazo de sucesos con excepciones de la historia clínica -----	41
<b>Figura 3.6</b> Diagrama de flujo de eventos para el registro de la historia clínica -----	42
<b>Figura 3.7</b> Diagrama de flujo de eventos del sistema -----	43
<b>Figura 3.8</b> Diagrama de estado con escenarios normales -----	44
<b>Figura 3.9</b> Diagrama de estado con escenarios de excepciones -----	44
<b>Figura 3.10</b> Diagrama de estado global 1 -----	45
<b>Figura 3.11</b> Diagrama de estado global 2 -----	46
<b>Figura 3.12</b> Bordas del sistema -----	47
<b>Figura 3.13</b> Diagrama de contexto Nivel 0 -----	48
<b>Figura 3.14</b> Diagrama de alto nivel 1 -----	50
<b>Figura 3.15</b> Diagrama detallado Nivel 2 -----	51
<b>Figura 3.16</b> Diagrama detallado Nivel 3 -----	51
<b>Figura 3.17</b> Arquitectura de red del sistema -----	56
<b>Figura 3.18</b> Correspondencia de clase a tabla -----	58
<b>Figura 3.19</b> Distribución de $IMC_i$ -----	63
<b>Figura 3.20</b> Distribución de $IMC_r$ -----	65
<b>Figura 3.21</b> Principios para el diseño de la interfaz -----	68
<b>Figura 3.22</b> Diseño de la interfaz del administrador -----	69
<b>Figura 3.23</b> Diseño de la interfaz historia clínica -----	69
<b>Figura 3.24</b> Autenticación del sistema -----	70

<b>Figura 3.25</b> Parametros de cálculo	71
<b>Figura 3.26</b> Distribución de las variables	71
<b>Figura 3.27</b> Resultados estadísticos	71





## ÍNDICE DE TABLAS

<b>Tabla 3.1</b> Identificación de clases	32
<b>Tabla 3.2</b> Escenario normal para el registro de la historia clínica	39
<b>Tabla 3.3</b> Escenarios con excepciones para el registro de la historia clínica	39
<b>Tabla 3.4</b> Datos de entrada y salida	48
<b>Tabla 3.5</b> Descripción de procesos y funciones	52
<b>Tabla 3.6</b> Identificación de subsistemas	53
<b>Tabla 3.7</b> Capas y particiones	54
<b>Tabla 3.8</b> Concurrencia del sistema	54
<b>Tabla 3.9</b> Correspondencia de almacenes de datos	56
<b>Tabla 3.10</b> Descripción de recursos globales	57
<b>Tabla 3.11</b> Valoración de IMC	59
<b>Tabla 3.12</b> Prueba de hipótesis	60
<b>Tabla 3.13</b> Muestra de IMC	60
<b>Tabla 3.14</b> Cálculo de variables de $IMC_i$	62
<b>Tabla 3.15</b> Datos agrupados de $IMC_i$	63
<b>Tabla 3.16</b> Cálculo de variables de $IMC_i$	64
<b>Tabla 3.17</b> Datos agrupados de $IMC_i$	64
<b>Tabla 3.18</b> Cálculo de variables de IMC	66
<b>Tabla 3.19</b> Código SQL en la implementación de tablas	70
<b>Tabla 3.20</b> Características del equipo	71
<b>Tabla 4.1</b> Componentes del sistema	73
<b>Tabla 4.2</b> Parámetros de medida	74
<b>Tabla 4.3</b> Factores de ajuste	75

El uso frecuente de sistemas informáticos muestra grandes beneficios en nuestras organizaciones, con el propósito de ampliar el costo-beneficio, no solo este aspecto, si no muchos otros beneficios en particular, con este fin se desarrolla el presente proyecto de grado.

El presente, se refiere a la realización de un sistema informático para centros de salud especializados en medicina estética, esto con fin de facilitar al personal médico, personal asistencial en las actividades que realizan.

El sistema informático se centra en la gestión médica, contemplando esta gestión en: manejo de expedientes clínicos, altas y bajas de pacientes, prácticas complementarias en imagen, laboratorio, archivos de farmacia, asignación y control de tratamientos, generación de estadísticas entre otros. Todo este proceso realizado en su elaboración se hace mayor énfasis sobre el expediente clínico. Se realiza con el aditamento de contar con los registros médicos informatizados, respetando leyes, normas y reglamentos que regulan el desenvolvimiento de las actividades desarrolladas por los médicos, autoridades y todo el personal de salud en general. En este sentido que el proyecto cumple con todos los requisitos para su uso copioso en todos estos centros médicos profesionales en estética.

El manejo de documentos médicos oficiales, respeta la ley 3131 y el decreto supremo 28562 en su artículo 12 referidos al expediente clínico o expediente médico, entre otros, que se constituye por el conjunto de la historia clínica y los documentos relacionados con el caso que surgen por fuera del proceso asistencial, esto es detallado en adelante.

## 1.1 ANTECEDENTES

Habiendo realizado una introducción, enunciando los principales postulados de la información y su relación con la medicina y los pacientes, describiremos algunos de los antecedentes de estos.

La historia clínica, como parte esencial para el ejercicio profesional del personal sanitario, el cual actúa como recordatorio para el manejo clínico del paciente, como responsabilidad compartida de un grupo de profesionales. Antiguamente, cuando apenas había hospitales y los médicos atendían individualmente todas las necesidades del paciente, las historias clínicas eran como un cuaderno de notas donde se registraba los datos más importantes según su criterio, hoy el uso de estos es de manera manual.

Los avances tecnológicos y científicos muestran grandes avances en sistemas de información, referentes a la gestión de la información clínica. Es este el motivo de que una clínica cuente con estas herramientas para ser competitivo, sin obviar de estos avances tecnológicos. Durante los últimos años se desarrollaron diferentes sistemas de gestión de la información clínica realizando un apoyo al médico en su trabajo, entre estos se tienen desde una agenda médica simple hasta sistemas informáticos médicos sumamente complejos como historias clínicas que pueden transferir información sanitaria existente de un paciente a puntos lejanos, unificando así, de hecho, el historial clínico por encima de los límites de las instituciones asistenciales.

Se comprende de la historia clínica informatizada como un documento electrónico (pasivo) que contiene todos los datos relacionados con un paciente, el cual tiene validez como un documento médico-legal donde queda registrada toda la relación del personal sanitario con el paciente, todos los actos y actividades médico-sanitarias realizados con él y todos los datos relativos a su salud, que se elabora con la finalidad de facilitar su asistencia.

La historia clínica se encuentra afectada por algunas normas jurídicas dispersas, pero no existe una norma de ámbito nacional con rango de ley que unifique y aporte las soluciones más adecuadas a todos los problemas legales que plantea, tales como: custodia, propiedad, acceso, etc.

No existe una legislación que regule la forma que el médico deba guardar sus informaciones. Si hay jurisprudencia, donde la justicia falla en contra de los facultativos en los casos donde hay ausencia de registros de la información, considerando que si no

está escrito es porque no se hizo. Queda a criterio de los profesionales médicos actuantes la elección del medio más conveniente para llevar los mismos.

Existen diversos sistemas en centros y servicios sanitarios con fines a la gestión de estos, copiosamente para historias clínicas informatizadas, estos desarrollados de manera genérica, sin el particularismo que una clínica deba tener con relación a otra y sin contemplar sus perspectivas. En cuanto a proyectos de similitud se encuentra en la biblioteca de la carrera de Informática de la Universidad Mayor de San Andrés, los cuales se menciona a continuación:

- “Sistema de seguimiento clínico para el Hospital de la Mujer”, este proyecto muestra el manejo de la información y la conexión con varios servicios como Rayos X, laboratorios y otros.
- “Sistema HMC, de reservas de citas médicas para el Hospital Militar COSSMIL”, este proyecto muestra el manejo de distribución y reservas de citas médicas asistidas por una red de ordenadores y sistema telefónico que contribuye a la disminución de espera para el servicio de consulta externa.
- “Sistema de seguimiento y control de historias clínicas para el Hospital Juan XXIII”, este proyecto muestra el manejo de procesos de control y seguimiento de historias clínicas de los diferentes pacientes, implementando bajo el paradigma cliente / servidor.
- “Sistema de seguimiento clínico para el Hospital del Niño Dr. Ovidio Aliaga Uría”, este proyecto muestra el funcionamiento, el control adecuado, eficiente y correcto de toda la información referida a los pacientes.
- “Sistema de información integrado de control y seguimiento médico para la Clínica de la Caja Petrolera de Salud Regional La Paz”, este proyecto muestra la organización de la información, reduciendo el tiempo de asignación de consultas, registro de historiales clínicos, solicitud y registro de exámenes clínicos.
- “Asignación de áreas de consulta domiciliaria, control de historias clínicas e inventarios para la Clínica Geriátrica La Paz”, este proyecto muestra la optimización de la asignación de áreas de consulta domiciliaria, llegando a

satisfacer las necesidades de los pacientes, teniendo un manejo eficiente de las historias clínicas e inventarios.

- “Sistema de seguimiento a pacientes para el Hospital La Paz”, este proyecto muestra el seguimiento y control interno de consultorio, inventarios y estadísticas.

En la actualidad la mayoría de los centros y servicios sanitarios, realizan cotidianamente sus procesos de forma manual con respecto a la gestión de información sanitaria. Deberán renovar la manera de realizar sus procesos, llegando a la más eficaz y la más vasta utilización de los nuevos medios tecnológicos con sistemas afines a los mencionados.

## **1.2 IDENTIFICACIÓN DEL PROBLEMA**

Los centros y servicios sanitarios, cotidianamente realizan sus procesos en forma manual con respecto a la gestión de información sanitaria, empleando tradicionalmente el almacenamiento de la información en soportes de papel y no a la vasta utilización de los medios tecnológicos.

### **1.2.1 PROBLEMA PRINCIPAL**

Actualmente en los centros y servicios sanitarios es acentuado el manejo manual y tradicional de la historia clínica en soportes de papel, que no permite procesar inmediatamente la gran cantidad de datos; por lo tanto, implica la deficiencia en el control, seguimiento, transferencia y asignación; siendo lento la atención médica, con pérdida de tiempo, que genera molestia en los pacientes.

### **1.2.2 PROBLEMAS ESPECÍFICOS**

Los problemas ocurrentes son diversos en los centros y servicios sanitarios. Éstos, en este trabajo, son mostrados en el árbol de problemas que se adjunta en el anexo B. Los más relevantes y de mayor matiz son los que se mencionan a continuación:

- Captura de datos manual, información redactada en un lenguaje incomprensible e inasequible en la historia clínica.
- Alteración de la secuencia del llenado de historias clínicas, generando el llenado no simultáneo y no coetánea con la asistencia prestada al paciente.



- Existencia de múltiples expedientes clínicos referentes a un paciente, generando un crecimiento acelerado y continuo volumen de papel almacenado en espacios físicos, gestión descentralizada de un único archivo.
- Expediente clínico intratable e inaccesible a información contenida en la misma, en la mayoría de los casos, con datos erróneos para la gestión médica, administrativa y legal.
- Transferencia y recuperación de la información de una pieza específica de un expediente clínico se realiza con lentitud.
- Insuficiencia en la acreditación en el cumplimiento de las características siguientes: permanencia, seguridad y exactitud.
- Traslado continuo de la información de una pieza específica del expediente clínico, generando riesgos de dispersión, intrincado, deterioro y pérdida de información.
- Asignación deficiente y tradicional de reserva de turnos, todo esto en papel, que no permite almacenar y procesar la gran cantidad de datos.

### **1.3 OBJETIVOS**

Realizar registros médicos informatizados, almacenando la información existente de todos los archivos o programas que contengan datos de los pacientes.

#### **1.3.1 OBJETIVO GENERAL**

Lograr la transición de la historia clínica tradicional, que usa soportes de papel y asignación de reserva de turnos inadecuados, hacia su sustitución o coexistencia con otros soportes magnéticos o digitales que permitan almacenar y procesar gran cantidad de datos para el control, seguimiento y transferencia; además, la asignación de turnos. Esta transición deberá ser con sus características especiales, es el objeto principal del presente trabajo.

#### **1.3.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS**

- Proceder con la captura de datos, mediante el uso del teclado de un ordenador para la gestión centralizada y uso del archivo único, eliminando el soporte tradicional del papel.

- Elaborar historiales clínicos informatizados, en forma ordenada, mediante el uso del sistema informático para su aplicación, que forma parte del expediente clínico que refleja el resultado de la interacción del médico y paciente.
- Centralizar los expedientes clínicos en un archivo único y en medios ópticos, eliminando la existencia de informaciones múltiples y dispersas, reduciendo de esta manera el crecimiento continuo del volumen de papel almacenado en espacios físicos.
- Contar con expedientes clínicos accesibles y tratables para la gestión médica, legal y administrativa; a la vez, para el proceso de información y tratamiento del paciente.
- Permitir la recuperación específica e inmediata de un expediente clínico del paciente.
- Facilitar el acceso rápido de los facultativos y los pacientes a la historia clínica para el diagnóstico y tratamiento oportunos. Los primeros, cumpliendo las características de permanencia, seguridad y exactitud, respetando al derecho de intimidad personal y familiar del paciente.
- Facilitar la asignación eficiente de la reserva de turnos, eliminando la espera innecesaria del paciente en instalaciones de la clínica.

#### **1.4 JUSTIFICACIÓN**

En la actualidad la falta de sistemas de información para el seguimiento y control de expedientes clínicos, teniendo en cuenta una particularidad para cada una de los centros existentes, especialmente el centro CM & EP, es necesario contar con nuevas herramientas, el estudio y uso de sistemas de información adecuados para este trabajo, con lo cual se llegaría a la automatización de estos procesos. Es por este motivo que el proyecto pretende en este campo en la informática médica a través de un caso práctico.

#### **1.5 LÍMITES Y ALCANCES**

El presente proyecto de grado, pretende desarrollar un sistema de información para el control, seguimiento de historiales clínicos; además de una agenda médica el cual ayude en la asignación de consultas médicas, por un lado que cumpla con lo establecido para la

operación de procesos de control y seguimientos establecidos por la clínica cumpliendo normas legales en cuanto al manejo de historias clínicas.

Existen diversas clínicas en el territorio boliviano que afrontan problemas de diversa naturaleza de diferentes grados de complejidad, estas no pueden ser solucionadas solo a través de una herramienta como el sistema de control y seguimiento de historias clínicas para los procesos manuales en las clínicas; si no que también dependen de la destreza, habilidad y experiencia del personal.

## **1.6 MÉTODO**

Para alcanzar tal fin todo proyecto debe ser descrito con claridad, los problemas a resolver, serán especificados puntualmente. Las actividades deben ser listadas para proporcionar un orden de ejecución.

En este orden debe hacerse un listado con los insumos necesarios para llevar a cabo todas y cada una de las actividades.

Se utiliza la Teoría del Marco Lógico, debido a que es un método que ha sido elaborado para asegurar el éxito de cualquier proyecto.

Para la parte del análisis, diseño e implantación del sistema se ha requerido la utilización de lecturas, investigaciones y de todas las herramientas que se utilizarán para tales fines. Para este propósito se adoptó utilizar el modelo esencial dentro del análisis y diseño orientado a objetos, en particular la metodología OMT (Técnica de Modelado de Objetos).



En este capítulo se muestra definiciones, conceptos y notaciones necesarios para la construcción de sistemas de información, no solo en el aspecto informático si no también desde el aspecto médico, por supuesto empleados en el desarrollo del proyecto. Todas estas definiciones, conceptos como notaciones son para el modelado y diseño, orientado a objetos que constituye una nueva forma de pensar acerca de los problemas.

Una de las metodologías de uso frecuente que promueve una mejor comprensión de los requisitos, diseños más limpios y sistemas más mantenibles, es la denominada Object Modeling Technique, OMT (Técnica de Modelado de Objetos), que se extiende desde el análisis hasta la implementación, pasando por supuesto en el diseño.

Para este proyecto se selecciona una metodología orientado a objetos, fundado en pensar acerca de problemas a resolver empleando modelos que se organizan tomando como base conceptos del mundo real.

### **2.1 DEFINICIONES**

En este acápite se puntualizan todas las definiciones necesarias para la comprensión del desarrollo de sistemas de información. Estos son las siguientes:

#### **2.1.1 EXPEDIENTE MÉDICO**

El expediente médico, esta constituido por el conjunto de la historia clínica y los documentos relacionados con el caso que surjan por fuera del proceso asistencial.

#### **2.1.2 HISTORIA CLÍNICA**

La historia clínica es el elemento esencial de acreditación por parte del médico de la conducta del paciente en todo momento, al reflejar toda la información relacionada con la asistencia dispensada al propio paciente.

### **2.1.2.1 DESTINATARIOS DE LA INFORMACIÓN CLÍNICA**

La competencia de la generación o actualización de la HC<sup>1</sup> es del médico que realiza la asistencia sanitaria a la persona, siendo él, el único agente que está autorizado para anotar en la HC el recojo y actualización de los datos relativos a la salud que en ella contienen.

### **2.1.2.2 PLAZOS PARA LA CONSERVACIÓN DE LA INFORMACIÓN CLÍNICA**

La gestión de la información clínica, su custodia y conservación deben asegurarse durante el tiempo necesario para alcanzar el propósito que justifica su recojo. En cualquier caso, la conservación debe orientarse a preservar la información clínica, no necesariamente en el soporte original.

### **2.1.3 SISTEMA**

Una definición del término básico se establece el sistema como un conjunto de elementos dinámicamente relacionados, formando una actividad para alcanzar un objetivo.

## **2.2 INTRODUCCIÓN ORIENTADO A OBJETOS**

Durante muchos años, la orientación a objetos fue asociada de manera exclusiva con un tipo particular de lenguaje de programación. Sin embargo en la actualidad las nociones utilizadas por los lenguajes de programación orientado a objetos (OOPL<sup>2</sup>) se aplican como filosofía general de desarrollo de sistemas. Esto no significa que el desarrollo de sistemas OO<sup>3</sup> deba específicamente, en términos de clases que incluyan de manera física las variables de objeto y métodos codificados. Tampoco quiere decir que un sistema se especifique en términos de código heredado. Aunque las nociones de estructuras de clases y herencia se utilizan para definir la orientación a objetos, de hecho, solamente son implementaciones de OO. Desde el punto de vista conceptual, la orientación a objetos se interpreta ahora de manera más general. [Martin, 1999]

En primer lugar, esta interpretación más amplia significa que la OO es una forma de organizar nuestras ideas con respecto a nuestro mundo. Esta organización se basa en los tipos de cosas, o *tipos de objetos*, de nuestro mundo. [Martin, 1999]

---

<sup>1</sup> Historia Clínica

<sup>2</sup> Lenguaje de programación orientado a objetos

<sup>3</sup> Orientado a objetos

El modelado y diseño orientado a objetos promueven una mejor comprensión de los requisitos, diseños más limpios y sistemas con mejor mantenimiento. [Rumbaugh et al, 1996]

### **Programación orientado a objetos**

Superficialmente, el término “OO” significa que el software se organiza como una colección de objetos que contiene tanto estructuras de datos como un comportamiento. Esto se opone a la programación convencional, en el cual las estructuras de datos y el comportamiento solamente están relacionados de forma débil. [Rumbaugh et al, 1996]

Las características siguientes son los principales para que una programación se considere orientada a objetos.

- Objeto
- Identidad
- Clasificación
- Instanciación
- Generalización
- Abstracción
- Encapsulación
- Modularidad
- Extensibilidad
- Polimorfismo
- Reutilización

### **2.3 METODOLOGÍA ORIENTADO A OBJETOS**

La metodología consiste en construir un modelo de un dominio de aplicación, añadiéndosele detalles de implementación durante el diseño de un sistema. Esta aproximación se denomina la Técnica de Modelado de Objetos. [Rumbaugh et al, 1996]

La metodología OMT presta su apoyo a todo el ciclo de vida completo de software, abarcando las fases del ciclo de vida que van desde la formulación del problema hasta el análisis de requisitos, diseño e implementación. [Rumbaugh et al, 1996]

La metodología OMT esta compuesto de las siguientes fases de desarrollo de software:

- Análisis
- Diseño del sistema
- Implementación

La metodología OMT emplea tres modelos para describir de forma completa el sistema, estos modelos son:

- Modelo de objetos
- Modelo dinámico
- Modelo funcional

Todos los modelos son aplicables en la totalidad de las fases de desarrollo y van adquiriendo detalles de implementación a medida que progresa el desarrollo. Una descripción completa del sistema requiere los tres modelos, los tres modelos son partes ortogonales de la descripción del sistema completo y están enlazados entre si. Sin embargo es el modelo de objetos el más importante, porque es necesario para describir que está cambiando o transformándose antes de describir cuándo o cómo cambia. [Rumbaugh et al, 1996]

### **2.3.1 ANÁLISIS**

En primer lugar, se describe el problema: Se obtienen unos requisitos que no den lugar a dudas (rendimiento, funcionalidad, contexto y otros aspectos). En toda la fase de análisis se describe el comportamiento del sistema como una “caja negra”.

#### **2.3.1.1 MODELO DE OBJETOS**

El modelado de objetos captura la estructura estática del sistema, mostrando los objetos del sistema, las relaciones entre ellos, y los atributos que caracterizan a cada clase. El modelado de objetos se corresponde con el mundo real de manera más fiel y, por tanto, es más flexible frente al cambio. Los modelos de objetos proporcionan una representación gráfica intuitiva del sistema, lo más importante es la organización de más alto nivel del sistema. [Rumbaugh et al, 1996]

Para la construcción de un modelo de objetos es necesario llevar los pasos siguientes:

- Identificar los objetos y clases
- Preparar un diccionario de datos
- Identificar un atributo de objetos y enlaces
- Organizar y simplificar las clases de objetos empleando la herencia
- Verificar si existen las vías de acceso adecuados para probables consultas
- Iterar y refinar el modelo
- Agrupar las clases en módulos

Es necesaria la descripción de los componentes básicos del modelo de objetos que son necesarios para el uso, teniendo en cuenta el significado lógico y la representación OMT correspondiente, siendo estos los siguientes:

- Objeto
- Clases
- Diagrama de clases
- Atributos
- Operaciones y métodos
- Enlaces y asociaciones
- Multiplicidad
- Generalización y herencia
- Módulos

Estos componentes son mencionados en detalle a continuación.

### **Objeto**

Un objeto es, sencillamente, algo que tiene sentido en el contexto de la aplicación. El propósito del modelado de objetos es describir objetos, siendo objeto una entidad básica del modelo de objetos. Todos los objetos poseen su propia identidad y se pueden distinguir entre sí. [Rumbaugh et al, 1996]

Los objetos tienen dos propósitos: promover la comprensión del mundo real y proporcionar una base práctica para la implementación por computadora. La descomposición de un problema en objetos depende del juicio y de la naturaleza del problema. No existe una única representación correcta. [Rumbaugh et al, 1996]

La notación general de un objeto es un cuadro con esquinas redondeadas, incluyendo por dentro del cuadro, el nombre del objeto con tipo de letra normal, como se muestra en la figura 2.1.



**Figura 2.1** Notación de un objeto OMT

**Fuente:** Rumbaugh

### **Clase**

Una clase de objetos describe un grupo de objetos con propiedades (atributos) similares, con relaciones comunes con otros y con una semántica común. Los objetos de una clase comparten un propósito semántico común, más allá de los requisitos de comunidad de atributos y el comportamiento como operaciones. [Rumbaugh et al, 1996]

La notación para una clase es una caja cuadrada conteniendo el nombre de la clase con letras negritas, como se ilustra en la figura 2.2.



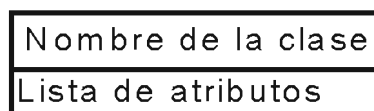
**Figura 2.2** Notación de una clase OMT

**Fuente:** Rumbaugh

### **Atributo**

Un atributo es un valor de dato que está almacenado en los objetos de una clase. Nombre, edad y peso son atributos de los objetos tipo persona. Cada atributo tiene un valor para cada instancia del objeto. [Rumbaugh et al, 1996]

La figura 2.3 muestra una notación del diagrama de clases el mismo que incluye en el primer recuadro el nombre de la clase, en el segundo recuadro muestra atributos de la clase en letras normales.



**Figura 2.3** Notación de una clase OMT con inclusión de atributos

**Fuente:** Rumbaugh



La figura 2.4 ilustra una notación del diagrama de clases, el mismo que incluye en el primer recuadro el nombre de la clase; en el segundo recuadro muestra atributos de la clase en letras normales asociado el tipo de dato y el valor por omisión.

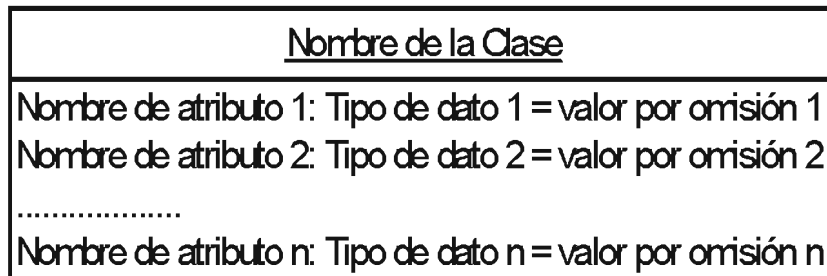


Figura 2.4 Atributo asociado el tipo de dato y el valor por omisión

Fuente: Rumbaugh

### Operaciones y Métodos

Una operación es una función o transformación que puede ser aplicado o puede ser aplicado por los objetos de una clase. Todos los objetos de una clase comparten las mismas operaciones. [Rumbaugh et al, 1996]

Una operación es polimorfica cuando es aplicada a clases distintas; esto es una misma operación adopta distintas formas en distintas clases. Un método es la implementación de una operación para una clase.

La figura 2.5 muestra la notación de este diagrama de clases el cual incluye en nombre de la clase en el primer recuadro, la lista de atributos en el segundo recuadro y en el último recuadro las operaciones de la clase.

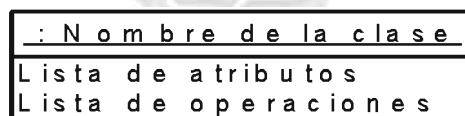


Figura 2.5 Notación de una clase OMT con de atributos y operaciones

Fuente: Rumbaugh

### Enlaces y Asociaciones

Un enlace es una conexión física o conceptual entre instancias de objetos. Una asociación describe un grupo de enlaces con estructura y semántica comunes.

Los enlaces y asociaciones son los medios para establecer relaciones entre objetos y clases. [Rumbaugh et al, 1996]

La figura 2.6 muestra la notación OMT para las asociaciones, la cual es una línea entre clases. Se traza los enlaces como líneas entre objetos. Los nombres de las asociaciones se ponen en cursiva.



Figura 2.6. Diagrama de clase asociado

Fuente: Rumbaugh

La figura 2.7 se muestra la notación OMT para multiplicidades entre clases, estas son las multiplicidades descritas con anterioridad.



Figura 2.7. Diagrama de clases con multiplicidades

Fuente: Rumbaugh

La figura 2.8 muestra la notación OMT para roles de clases, el nombre de rol 1 asume el rol de la clase 1 con respecto a la clase 2 e inversamente el nombre de rol 2 a la clase 1.

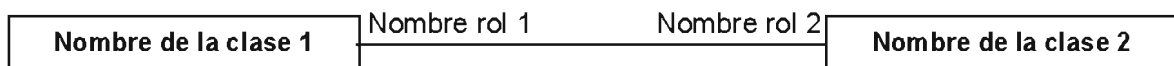
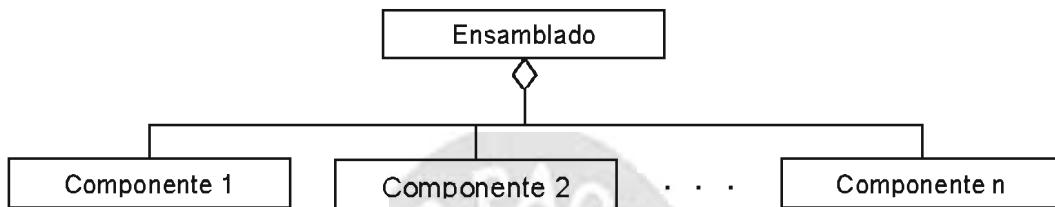


Figura 2.8. Nombres de rol para una asociación

Fuente: Rumbaugh



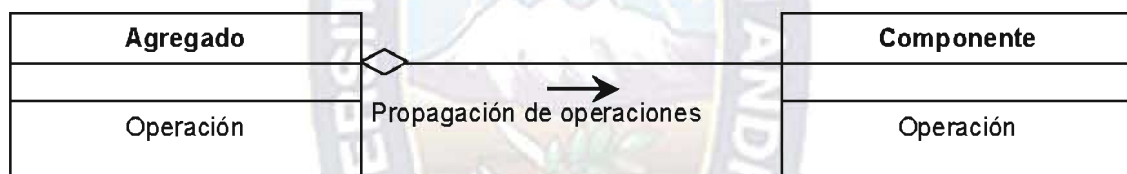
La notación OMT para la agregación se dibuja igual que las asociaciones, salvo por un pequeño rombo que indica el extremo de ensamblaje de la relación, como muestra la figura 2.9.



**Figura 2.9.** Diagrama de clases para una agregación

**Fuente:** Rumbaugh

La propagación se indica mediante una flecha que indica la dirección de la propagación, y el nombre de la operación se escribe al lado de la asociación afectada, como muestra la figura 2.10.



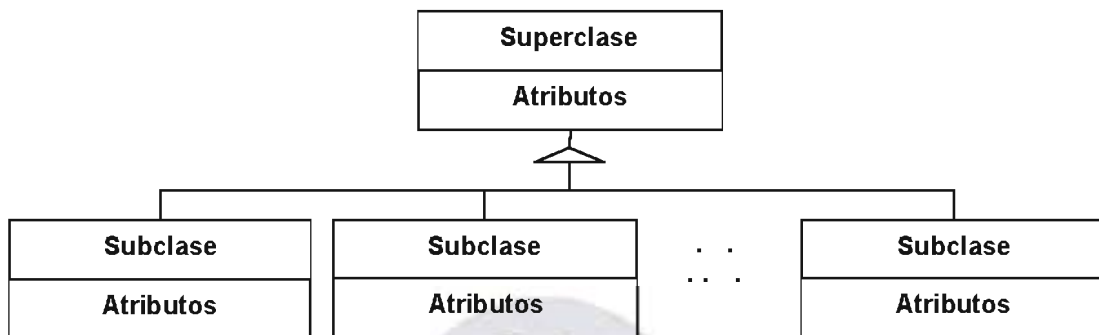
**Figura 2.10.** Diagrama de propagación de operaciones

**Fuente:** Rumbaugh

### Generalización y Herencia

La generalización y la herencia son potentes abstracciones para compartir similitudes entre clases al mismo tiempo que se mantienen sus diferencias. La generalización es la relación entre una clase y una o más versiones refinadas de esa misma clase. La que se está refinando se denomina la superclase y cada versión refinada se denomina una subclase. [Rumbaugh et al, 1996]

La notación OMT para la generalización es un triángulo que conecta una superclase con sus subclases. La superclase se conecta mediante una línea a la parte superior del triángulo. Las subclases se conectan mediante líneas a una barra horizontal asociada a la base del triángulo, la figura 2.11 muestra esta notación.



**Figura 2.11.** La notación para la generalización

**Fuente:** Rumbaugh

### **Módulo**

Un módulo es la construcción lógica para agrupar clases, asociaciones y generalizaciones. Los módulos capturan una perspectiva o vista de una situación. Los límites de los módulos son ligeramente arbitrarios y están sometidos a nuestra opinión. [Rumbaugh et al, 1996]

#### **2.3.1.2 MODELO DINÁMICO**

El modelo dinámico describe la reacción de los objetos frente a sucesos, y las interacciones entre objetos.

El modelo dinámico describe aquellos aspectos del sistema que tratan de la temporización y secuencia de operaciones – sucesos que marcan los cambios, secuencias de sucesos, estados que definen el contexto para los sucesos, y la organización de sucesos y estados. El modelo dinámico captura el control, aquel aspecto de un sistema que describe las secuencias de operaciones que se producen sin tener en cuenta lo que hagan las operaciones, aquello a lo que afecten o la forma en la que estén implementados. [Rumbaugh et al, 1996]

El desarrollo del modelo dinámico consta de un diagrama de estados más el diagrama global de flujo de sucesos.

Los pasos siguientes son realizados para el desarrollo de un modelo dinámico:

- Preparación de escenarios de secuencia típicas de interacción.
- Identificación de sucesos entre objetos y la preparación de un seguimiento de sucesos para cada escenario.
- Preparación de diagramas de flujo de sucesos para el sistema.
- Desarrollo de diagramas de estados para cada clase el cual tenga un comportamiento dinámico importante.
- Comprobación de congruencia y compleción de los sucesos compartidos entre diagramas de estados.

Estos pasos para el desarrollo del modelo dinámico son mencionados en detalle a continuación.

### **Preparación de un suceso**

Un escenario es una secuencia de sucesos (eventos) que es producido durante la ejecución concreta de un sistema. El ámbito de un escenario es variable; puede incluir a todos los sucesos del sistema, o puede incluir solamente aquellos sucesos que afecten a ciertos objetos del sistema, o que sean generados por ellos.

Los pasos para que la preparación de escenarios sea sencilla, son los siguientes:

- Se preparan escenarios para casos “normales”, esto es, interacciones sin ninguna entrada extraña y sin situaciones de error.
- Luego se consideran los casos “especiales”, tales como secuencia de entrada que se omiten, valores máximos y mínimos, y valores repetidos.
- Posteriormente considerar casos en los que el usuario cometa un error; incluyendo los valores incorrectos y los casos en que no hay respuesta.
- Por último, se consideran otras clases de interacciones que se supone a las interacciones básicas, como puede ser solicitudes de ayuda y consultas de estado.

### **Identificación de sucesos**

Hay que examinar los escenarios para identificar todos los sucesos externos. Entre ellos se cuentan todas las señales, entrada, decisiones, interrupciones, transacciones y acciones procedentes o destinadas al usuario o a dispositivos externos. Deben ser

utilizadas escenarios para hallar los sucesos normales, pero no hay que olvidarse de condiciones de error y de sucesos poco corrientes. Una acción por parte de un objeto que transmita información es un suceso. La mayoría de las interacciones y operaciones entre objetos se corresponden con sucesos. . [Rumbaugh et al, 1996]

### Preparación de trazos de sucesos

Hay que asignar cada tipo de suceso a las clases de objetos que lo envían y lo reciben. El suceso es la salida para el remitente y de entrada para el destinatario. En ocasiones, un objeto se envía a sí mismo un suceso, en cuyo caso es a la vez de entrada y de salida para la misma clase. [Rumbaugh et al, 1996]

Todo suceso debe ser mostrado como una traza de sucesos, esto es, una lista ordenada de entre distintos objetos asignados a las columnas de una tabla. Si hay más de un objeto de la misma clase que participa en el escenario, se le asigna una columna distinta a cada objeto. [Rumbaugh et al, 1996]

La figura 2.12 muestra un ejemplo de un seguimiento de sucesos, una notación OO.

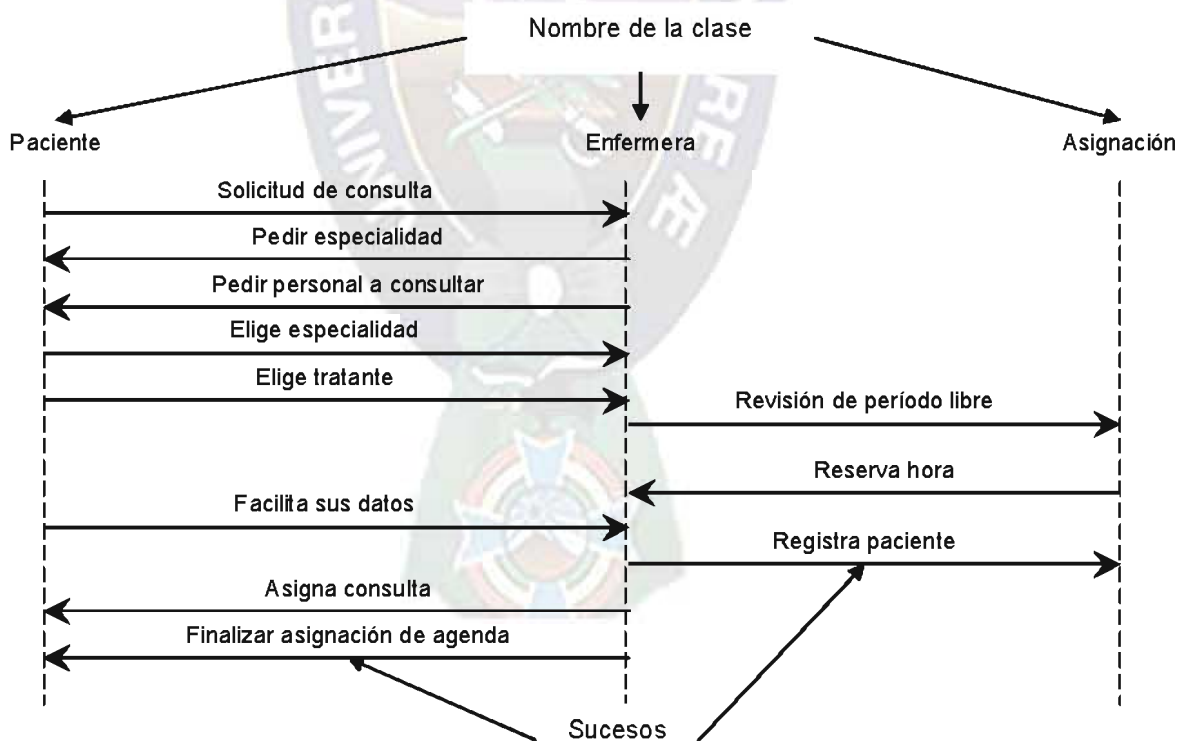


Figura 2.12. La notación de trazo entre sucesos

## Preparación de diagrama de flujo de sucesos

Hay que mostrar los sucesos entre un grupo de clases (tal como un módulo) mediante un diagrama de flujo de sucesos. Este diagrama resume habidos entre clases, sin tener en cuenta la secuencia. Deben incluirse los sucesos procedentes de todos los escenarios, incluyendo sucesos de error. Las vías del diagrama de objetos muestra posibles flujos de información.

La figura 2.13 muestra un ejemplo de un diagrama de flujo de sucesos, una notación OO.

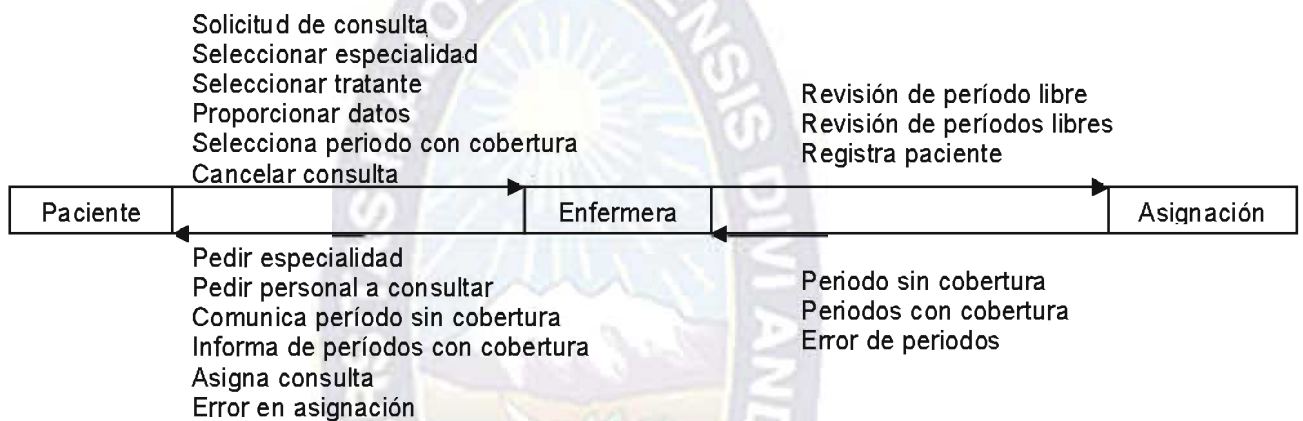


Figura 2.13. Diagrama de flujo de sucesos

## Construcción de los diagramas de estado

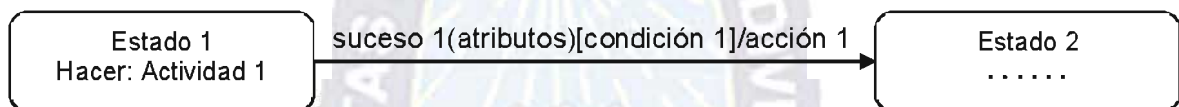
Preparar un diagrama de estados para todas las clases de objetos que tengan un comportamiento dinámico no trivial, diagrama que deberá mostrar los sucesos enviados y recibidos por el objeto. Todo escenario o seguimiento de sucesos se corresponde con una vía a través del diagrama de estados. Cada rama del flujo de control es representada por un estado más de una transición de salida. [Rumbaugh et al, 1996]

Los pasos para que la construcción de diagrama de estados no sea trivial, son los siguientes:

- Se empieza por los diagramas de seguimiento de sucesos que afectan a la clase que se está modelando y se toma un rastro que muestre una interacción típica.

- Búsqueda de bucles dentro del sistema. Sustituya las secuencias finitas de sucesos por bucles siempre que sea posible.
- Fusionar los demás escenarios en el diagrama de estados. Buscar el punto de cada escenario en el cual éste diverja de los demás escenarios.
- Decidir en que estado se vuelve a unirse con el diagrama existente una vía alternativa. Se dice que dos vías se unen en un estado si el objeto “olvida” cual de las vías ha tomado.
- Una vez considerado los sucesos normales, añadir los casos límite y especiales.

La figura 2.14 muestra un ejemplo de un diagrama de estados no estructurados, una notación OO.



**Figura 2.14.** Notación para diagramas de estado no estructurados

**Fuente:** Rumbaugh

Los diagramas de estados pueden representar ciclos vitales únicos o bien bucles continuos.

#### a) Diagramas de estado de ciclos vitales únicos

Los diagramas de un solo uso, representan objetos de duración finita y tienen estados iniciales y finales. Se entra en el estado inicial al crear el objeto; al entrar en el estado final estamos implicando la destrucción del objeto. [Rumbaugh et al, 1996]

La figura 2.15 muestra una representación de un ciclo vital único para un estado inicial y un estado final.



**Figura 2.15.** Estados de ciclos vitales de un sistema

**Fuente:** Rumbaugh



## **b) Diagrama de estado de ciclo continuo**

Entre las actividades se cuentan las operaciones continuas, así como las operaciones secuenciales que terminan por si mismos después de un cierto intervalo de tiempo. Un estado puede controlar una actividad continua. La notación "hacer: A" dentro del cuadro de un estado indica que la actividad A comienza al entrar en ese estado y finaliza al salir de el. Pueden no incluir estados iniciales ni finales. [Rumbaugh et al, 1996]

### **Correspondencia de sucesos entre objetos**

Todo sucesor debe de tener un emisor y un receptor, que ocasionalmente serán un mismo objeto.

El conjunto de diagrama de estados para las clases de objetos que tienen un comportamiento dinámico importante es lo que constituye el modelo dinámico de una aplicación. [Rumbaugh et al, 1996]

El modelo dinámico especifica las secuencias admisibles de cambios para los objetos procedentes del modelo de objetos. Los estados son clases de equivalencia de atributos y de valores de enlace para el objeto. Los sucesos se pueden representar como operaciones en el modelo de objetos. [Rumbaugh et al, 1996]

### **2.3.1.3 MODELO FUNCIONAL**

El modelo funcional describe los resultados del cálculo sin detallar ni cómo ni cuándo se calcula. El modelo funcional muestra la forma en que se describen los valores producidos en un cálculo a partir de valores introducidos, sin tener en cuenta el orden en el cual se calculan los valores, secuencias, decisiones o estructura de objetos; además muestra que valores dependen de que otros valores, y las funciones que los relacionan. [Rumbaugh et al, 1996]

Para construir un modelo funcional debe realizarse los pasos siguientes:

- Identificación de objetos externos del sistema.
- Identificación de valores de entrada y salida.
- Construcción de diagrama de flujo de datos (DFD), el cual muestra las dependencias funcionales.
- Descripción de funciones.
- Identificación de restricciones.
- Especificación de criterios de optimización.

## LÍMITES DEL SISTEMA

Identificar objetos pertenecientes al sistema, y objetos que son externos al sistema, durante esta fase se identifica objetos externos que serán de uso en los diagramas de flujo de datos.

### Identificación de valores de entrada y salida

Se empieza por enumerar los valores de entrada y salida, luego de identificar los límites del sistema. Estos valores de entrada y salida son los parámetros de los sucesos de entrada que afectan solamente al flujo de control.

### Construcción de diagramas de flujo de datos

Un DFD<sup>4</sup> contiene procesos que transforman datos, flujos de datos que los trasladan, objetos actores que producen y consumen datos, y de almacenes de datos que los almacenan de forma pasiva.

Es una herramienta que permite visualizar un sistema como una red de procesos funcionales, conectados entre sí por "conductores y tanques de almacenamientos" de datos.

Los diagramas de flujo muestran una lógica secuencial y de tipo de procedimiento, por ello son pocos los utilizados como herramienta para el modelado de sistemas.

Tomando los anteriores puntos, identificando valores de entrada y salida, límites del sistema; se construye un diagrama de flujo de datos de más alto nivel (diagrama de contexto), posteriormente explotando o fragmentando los diagramas.

La figura 2.16 muestra las notaciones del diagrama de flujo de datos, estos son de uso general en análisis estructurado y el modelo funcional.



**Figura 2.16.** Estructura de diagramas de flujo de datos

**Fuente:** Yourdon

<sup>4</sup>Diagrama de flujo de datos



## **Descripción de funciones y procesos**

Cuando se refina lo suficiente el diagrama de flujo de datos, hay que escribir una descripción de cada función. Esta función debe contraerse en lo que hace y no en la forma de implementación.

Las descripciones pueden realizarse de forma declarativa o procedimental. Una descripción declarativa especifica las relaciones entre valores de entrada y los de salida, y los relaciona entre valores de salida. Una descripción procedimental especifica la función dando un algoritmo para calcularlo.

### **2.3.1.4 RELACIÓN DE MODELOS**

El modelo de objetos muestra los “hacedores” los objetos. Todo proceso es implementado por un método en algún objeto. El modelo dinámico muestra las secuencias en los cuales se efectúan las operaciones. El modelo funcional muestra “lo que hay que hacer” por parte del sistema. Los procesos hojas son las operaciones aplicables a objetos. Toda secuencia está implementado como una secuencia, bucle o sentencias alternativas dentro de algún método. Los tres modelos se reúnen en la implementación de métodos. El modelo funcional es su guía.

### **2.3.2 DISEÑO**

El diseño es un proceso que especifica la implementación de un sistema mediante un modelo conceptual de ese mundo. Con la construcción podemos establecer un sistema a partir de las especificaciones de la implementación. [Martin, 1999]

La organización global del sistema es lo que se denomina la arquitectura del sistema. Existe un cierto número de estilos frecuentes de arquitectura, cada uno de los cuales es adecuado para ciertas clases de aplicaciones. Una forma de caracterizar una aplicación es por la importancia relativa de sus modelos de objetos, dinámico y funcional. Las distintas arquitecturas ponen distintos grados de énfasis en los tres modelos. [Rumbaugh et al, 1996]

#### **2.3.2.1 DISEÑO DE SISTEMAS**

Una vez que se analiza el problema, es preciso decidir la forma de aproximarse al diseño. El diseño del sistema es la estrategia de alto nivel para resolver el problema y construir una solución. Esto incluye decisiones acerca de la organización del sistema en subsistemas, la asignación de subsistemas a componentes hardware y software, y

decisiones fundamentales conceptuales y de política que son las que constituyen un marco de trabajo para el diseño detallado. [Rumbaugh et al, 1996]

El diseñador de sistemas debe tomar las decisiones siguientes:

- Organizar el sistema en subsistemas.
- Identificar las concurrencias inherentes al problema.
- Asignar los subsistemas a los procesadores y tareas.
- Seleccionar una aproximación para la administración de almacenes de datos.
- Manejar el acceso a recursos globales.
- Seleccionar la implementación de control de software.
- Manejar las condiciones de contorno.
- Establecer la compensación de prioridades.
- Establecer arquitecturas.

### **Organización de sistemas en subsistemas**

Cada división del sistema es un número pequeño de componentes principales se llama subsistema. Un subsistema no es ni una función ni un objeto, sino un paquete de clases, asociaciones, operaciones, sucesos y restricciones interrelacionados, y que tienen un interfaz razonablemente bien definida y pequeña con los demás subsistemas. [Rumbaugh et al, 1996]

### **Identificación de concurrencia**

Un objetivo importante del diseño de sistema es identificar los objetos que deben estar activados concurrentemente, y los objetos que tienen actividad que sea mutuamente exclusiva. [Rumbaugh et al, 1996]

Dos objetos son inherentemente concurrentes si pueden recibir sucesos al mismo tiempo sin interactuar. [Rumbaugh et al, 1996]

### **Asignación de subsistemas a procesadores y tareas**

Cada subsistema concurrente debe ser asociado a una unidad de hardware, bien a un procesador de propósito general o a una unidad funcional especializada. El diseñador del sistema deberá:

- Estimar las necesidades de rendimiento y los recursos necesarios para satisfacerlas.
- Seleccionar las implementaciones de hardware o de software para los subsistemas.
- Asignar los subsistemas de software a los procesadores para satisfacer las necesidades de rendimiento, y para minimizar la comunicación entre procesadores.
- Determinar la conexión de las unidades físicas que implementen los subsistemas.

### **Administración de almacenes de datos**

Los almacenes de datos internos y externos dentro de un sistema, proporcionan puntos limpios de separación entre subsistemas, con interfaces bien definidas. En general, todo almacén de datos puede combinar estructuras de datos, archivos y base de datos implementados en memoria o bien en dispositivos de almacenamiento secundario. [Rumbaugh et al, 1996]

Las bases de datos que son administradas mediante sistemas de gestión de base de datos (DBMS<sup>5</sup>), son otro tipo de almacenamiento. Las DBMS intentan reservar los datos de acceso frecuentemente en memoria, con objeto de alcanzar la mejor combinación posible de coste y rendimiento desde y hacia la memoria y el almacenamiento en disco.

### **Manejo de recursos globales**

En el diseño se debe identificar los recursos globales y tiene que determinar mecanismos para controlar el acceso a ellos. Entre los recursos globales se cuentan: Unidades físicas, tales como procesadores, unidades de cinta y medios de comunicación; espacio, tal como el espacio en disco, una pantalla de estación de trabajo, y los botones del ratón; nombres lógicos, tales como la identificación de los objetos, nombres de archivos y nombres de clases; y el acceso a datos compartidos, tales como la base de datos. [Rumbaugh et al, 1996]

El recurso físico se puede autocontrolar así mismo estableciendo un protocolo para obtener el acceso dentro de un sistema concurrente.

---

<sup>5</sup> Siglas en inglés de Data Base Management Systems. Es muy difundido el termino SGBD Sistema Gestor de Base de Datos.

El recurso lógico es para controlar de modo independiente descomponiendo lógicamente en objetos guardianes. [Rumbaugh et al, 1996]

### **Manejo de condiciones de contorno**

Se debe considerar condiciones de contorno, teniendo en cuenta los siguientes tipos de problemas:

**Iniciación.** El sistema debe traerse desde un estado inicial de reposo hasta una situación estacionaria mantenible. Entre las cosas que hay que iniciar está los datos constantes, parámetros, variables globales, tareas, objetos guardianes y posiblemente una jerarquía de clases.

**Terminación.** La terminación suele ser más sencilla, en muchos objetos internos se pueden simplemente, abandonar. Las tareas deben liberar aquellos recursos externos que hubieran reservado.

**Fallos.** Un fallo es una terminación no planeada de un sistema. Los fallos pueden surgir de errores del usuario, del agotamiento de recurso del sistema, o de algún fallo externo.

### **Arquitectura**

Una arquitectura es un entramado de componentes funcionales que aprovechando diferentes estándares convencionales, reglas y procesos que permite integrar una amplia gama de servicios informáticos.

El uso frecuente de arquitectura cliente/servidor denominado por el mismo nombre, es utilizado en aplicaciones internet/intranet, un cliente funciona en su ordenador local, se comunica con el servidor remoto y pide información, enviando al servidor la información solicitada.

Los sistemas Cliente/Servidor pueden ser de muchos tipos, dependiendo de las aplicaciones que el servidor pone a disposición de los clientes. Entre estos existen:

- Servidores de impresión, mediante el cual los usuarios comparten impresoras.
- Servidores de archivos, con el cual los clientes comparten discos duros.
- Servidores de bases de datos, donde existe una única base de datos.

### 2.3.2.2 DISEÑO DE OBJETOS

El diseño de objetos es un proceso de adición de detalles, y de toma de decisiones de implementación. En algunas ocasiones un objeto del análisis no parece explícitamente en el diseño, si no que se distribuye entre otros objetos para mayor eficiencia de cálculo. Con mayor frecuencia, es necesario añadir nuevas clases redundantes para mejorar la eficiencia. [Rumbaugh et al, 1996]

Durante el diseño de objetos, se lleva los siguientes pasos:

- Combinar los tres modelos para obtener operaciones aplicables a clases.
- Diseñar algoritmos para implementar las operaciones.
- Optimizar las vías de acceso a los datos.
- Implementar el control para interacciones externas.
- Ajustar la estructura de clases para incrementar la herencia.
- Diseñar asociaciones.
- Determinar la representación de los objetos.
- Empaquetar la clase y la asociación en módulos.

### 2.3.2.3 COMBINACIÓN DE LOS TRES MODELOS

Después del análisis, se tienen los modelos de objetos, dinámico y funcional, no obstante primero es el entorno principal alrededor del que se construye el diseño. El modelo de objetos procedente de un análisis puede no mostrar operaciones. Se debe transformar las acciones y actividades del modelo dinámico y los procesos del modelo funcional en operaciones asociadas a las clases del modelo de objetos. Una acción o una actividad que es iniciada por una transición en un diagrama de estados pueden expandirse hasta todo un diagrama de flujo de datos en el modelo funcional. La red de procesos que hay dentro del diagrama de flujo de datos representa el cuerpo de una operación. Los flujos del diagrama son valores intermedios de la operación. [Rumbaugh et al, 1996]

### 2.3.2.4 REFINAMIENTO DEL DISEÑO

El modelo básico de diseño utiliza como entorno para la implementación el modelo de análisis. Éste captura la información lógica acerca del sistema, mientras que el modelo de diseño debe añadir detalles para hacer posible un acceso eficiente a la información. Se debe llegar a alcanzar un equilibrio adecuado entre eficiencia y claridad. [Rumbaugh et al, 1996]



Los pasos comunes para la optimización del diseño son las siguientes:

- Añadir asociaciones redundantes para minimizar el coste de acceso y maximizar la comodidad.
- Reorganizar el cálculo para mayor eficiencia.
- Guardar los atributos derivados con fin de evitar volver a calcular expresiones complicadas.

#### **2.3.2.5 IMPLEMENTACIÓN DE CONTROL**

Se debe refinar la estrategia para implementar los modelos de estados y sucesos presentes en el modelo dinámico. Como parte del diseño del sistema, se habrá seleccionado una estrategia básica para construir el modelo dinámico. Durante el diseño de objetos, es preciso desarrollar esta estrategia. [Rumbaugh et al, 1996]

Para implementar el modelo dinámico hay tres aproximaciones básicas:

- Utilizar la posición dentro del programa para almacenar el estado.
- Implementación directa de un mecanismo de máquina de estados.
- Utilización de tareas concurrentes.

#### **2.3.2.6 AJUSTE DE HERENCIA**

A medida del progreso del diseño de objetos, es frecuente que se puedan ajustar las definiciones de las clases y de las operaciones para incrementar la cantidad de herencia.

Para lo cual se debe realizar:

- Reorganizar y ajustar las clases y operaciones para incrementar la herencia
- Abstractar el comportamiento común de los grupos de clases
- Utilizar la delegación para compartir comportamientos cuando la herencia no sea válida semánticamente.

#### **2.3.2.7 DISEÑO DE ASOCIACIONES**

Las asociaciones son como el pegamento de nuestro modelo de objetos, y proporcionan vías de acceso entre objetos siendo entidades conceptuales útiles para el modelado y el análisis. Durante la fase de diseño de objetos hay que formularse una estrategia para

implementar las asociaciones habidas en el modelo de objetos. Se puede seleccionar una estrategia global para implementar todas las asociaciones uniformemente, o bien seleccionar una técnica particular para cada asociación, teniendo en cuenta la forma en que será utilizada en la aplicación. [Rumbaugh et al, 1996]

### 2.3.3 IMPLEMENTACIÓN

Las clases de objetos y las relaciones desarrolladas durante su diseño se traducen finalmente a un lenguaje de programación concreto, a una base de datos o a una implementación en hardware. La programación debería ser una parte relativamente pequeña del ciclo de desarrollo y fundamentalmente mecánica porque todas las decisiones importantes deberán hacerse durante el diseño. El lenguaje de destino influye en cierta medida sobre las decisiones de diseño pero éste no debería depender de la estructura final de un lenguaje de programación. Durante la implementación es importante respetar las ideas de la ingeniería del software, de tal manera que el seguimiento hasta el diseño sea sencillo y de tal forma que el sistema implementado siga siendo flexible y extensible.

La finalidad de la implementación es la siguiente:

- Poner en marcha el sistema desarrollado y someterlo a un proceso de evaluación.
- Durante la puesta en marcha y evaluación, el equipo de proyecto debe acompañar al usuario.
- Finalmente, hacer entrega al usuario para que comience su operación.

En este capítulo se realiza el desarrollo de los modelos correspondientes a la fase de análisis, diseño e implementación, todo este desarrollo se realizará siguiendo la metodología OMT describiendo el sistema de seguimiento y control de historias clínicas.

### **3.1 ANÁLISIS**

En el análisis, es preciso comprender el sistema del mundo real que describe la definición del modelo, siendo esta una representación precisa y concisa del problema, el cual permite responder a preguntas y realizar una construcción de una solución.

Para esta fase se realiza la recolección de información para la comprensión del sistema, de formas distintas, entre estas tenemos:

- Entrevistas con los involucrados del centro.
- Observación, descripción del trabajo y actividades desempeñadas.
- Recopilación y revisión de documentos del centro.
- Entrevistas con personal externo al centro.
- Recopilación y revisión de documentos externos al centro.

### **3.2 MODELO DE OBJETOS**

El primer paso en el desarrollo del análisis del sistema es la construcción del modelo de objetos, este modelo muestra la estructura estática de datos organizándolo en segmentos manejables describiendo clases de objetos y sus relaciones, siendo estas menos dependientes de los detalles de la aplicación, más estables a medida que evoluciona la solución.



Los pasos que se realizan en la construcción del modelo son:

- Identificación de los objetos y las clases.
- Preparación de un diccionario de datos.
- Identificación de las asociaciones entre objetos y agregaciones.
- Identificación de atributos y enlaces de objetos.
- Organizar y simplificar las clases empleando las herencias.
- Verificar que vías de acceso para las probables consultas.
- Iteración y refinamiento del modelo de objetos.
- Agrupar las clases en módulos.

### 3.2.1 IDENTIFICACIÓN DE LOS OBJETOS Y DE LAS CLASES

El paso que se realiza en este punto es la identificación de las clases de objetos relevantes en el dominio del sistema, entre estas clases se puede apreciar en la figura 3.1., en la tabla 3.1., una inicial identificación de las clases candidatas, siendo estas clases explicadas en la definición del problema.

#### a) Identificación inicial de clases

Las clases que se identificaron de la descripción del problema y de la recolección de información para el registro de la historia clínica y no simplemente de estos, se observa en la tabla 3.1.

<input type="checkbox"/> Historial Clínico	<input type="checkbox"/> Paciente	<input type="checkbox"/> Agenda
<input type="checkbox"/> Consulta	<input type="checkbox"/> Asignación	<input type="checkbox"/> Cirugía
<input type="checkbox"/> Examen Médico	<input type="checkbox"/> Examen Laboratorio	<input type="checkbox"/> Tratamiento
<input type="checkbox"/> Ecografía	<input type="checkbox"/> Personal	<input type="checkbox"/> Compra Tratamiento
<input type="checkbox"/> Diatermia	<input type="checkbox"/> Médico	<input type="checkbox"/> Fármacos
<input type="checkbox"/> Masaje	<input type="checkbox"/> Diatermista	
<input type="checkbox"/> Imagen Progresivo	<input type="checkbox"/> Enfermera	

**Tabla 3.1.** Identificación de clases

Estas clases son utilizadas con fin de desarrollo del proyecto, para el registro y consulta de la historia clínica y asignación; además se incluye para el control de tratamientos como se puede apreciar la clase en la tabla 3.1.

En la identificación inicial de clases, se anotan todos los objetos que sobresalen más o que estos pueden ser utilizados posteriormente, si un objeto es identificado erróneamente es corregido posteriormente en el diagrama inicial de clases, en este sentido se anotan todas las clases que sean mencionados en la definición de problemas.

### b) Diagrama inicial de clases

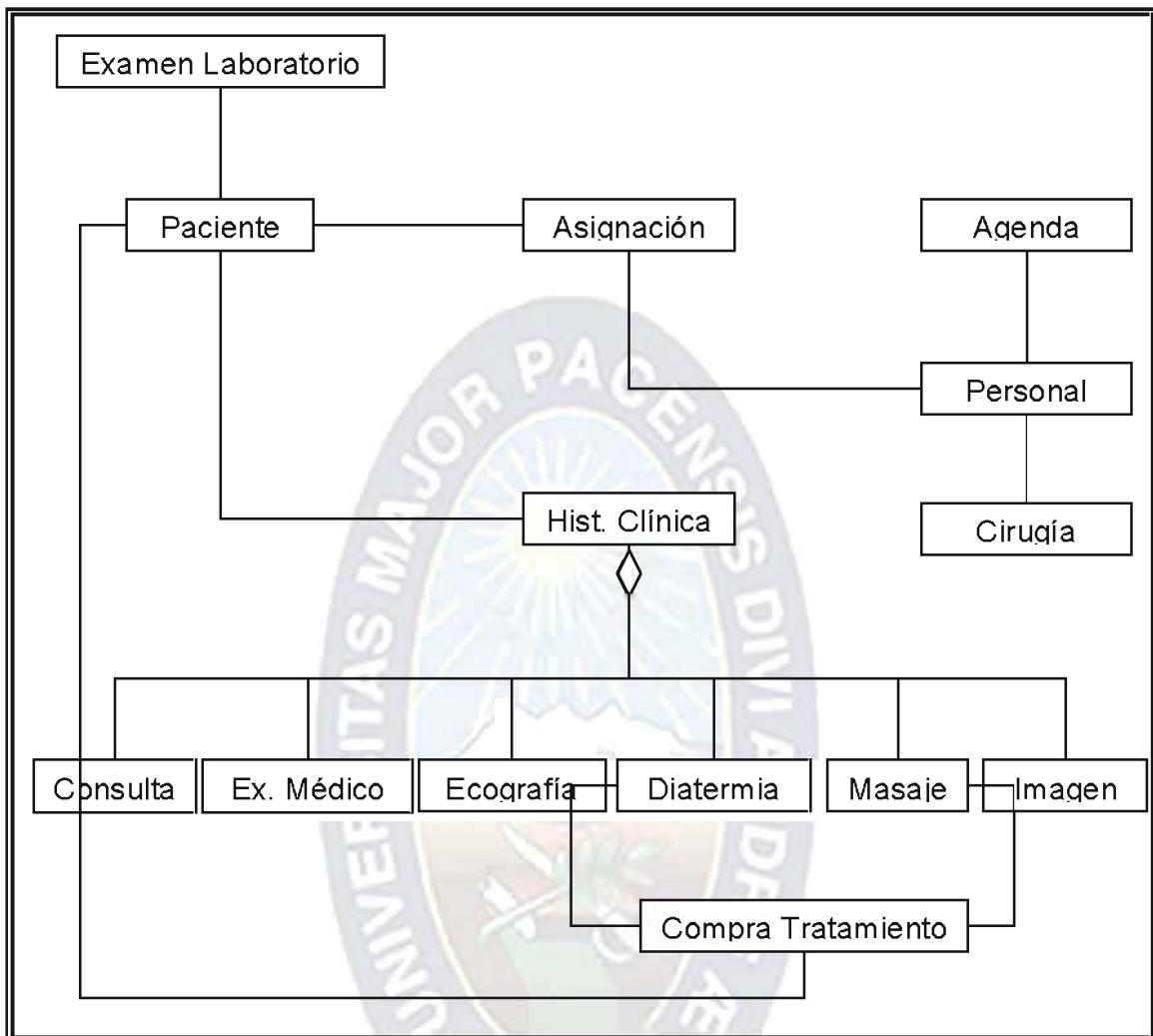
Las clases identificadas en la tabla 3.1., es representado en la figura 3.1., mediante el diagrama de clase inicial, estas clases se expresan con un rectángulo con el nombre de la clase en su interior, como se mencionó en el capítulo 2.



Figura 3.1. Diagrama de clases inicial

### 3.2.2 ASOCIACIONES Y AGREGACIONES

Las clases identificadas anteriormente, son seguidamente identificadas sus asociaciones iniciales, estas asociaciones muestran dependencias entre las clases con el mismo nivel de abstracción entre si, donde estas asociaciones son correspondientes a los verbos de estado. Luego de realizar las asociaciones se realiza las distinciones entre las asociaciones y agregaciones, siendo una agregación una simple asociación con una connotación adicional, en la figura 3.2., muestra estas asociaciones y agregaciones.



**Figura 3.2.** Diagrama de clases con asociaciones y agregaciones

A diferencia del diagrama de clases inicial que se tiene en la figura 3.1., el diagrama de clases con asociaciones y agregaciones, muestra el comportamiento que se tendrá en el sistema sin importar los atributos u operaciones.

### 3.2.3 ATRIBUTOS

La actividad siguiente es identificar los atributos del diagrama de clases inicial, por lo general los atributos suelen ser representados por adjetivos, en la figura 3.3., se puede observar el diagrama de clases con sus atributos que se identificaron sobre la clase de objetos.

### **3.2.4 REFINAMIENTO MEDIANTE EL USO DE HERENCIA**

El siguiente paso se organiza las clases empleando la herencia compartiendo una estructura común de las clases existentes en una superclase y esto se muestra en la clase personal, no se realizó una insistencia en agrupar mediante la herencia las clases personal y paciente por ser no similares en este dominio del sistema y tener una mejor comprensión por separado.

Una vez realizado el uso de la herencia y adicionándolo las operaciones llega a ser un componente reutilizable, en la figura 3.3., muestra este refinamiento.

### **3.2.5 ITERACIÓN Y REFINAMIENTO DEL MODELO DE OBJETOS**

El desarrollo del modelo de objetos es proceso de varias modificaciones, a medida que se fue realizando el modelo se fue refinando con una constante iteración, si el modelo le faltara una clase y a la clase un atributo u operaciones o se encontrara un error, se realizó el retorno al lugar que correspondía para la verificación y posterior corrección.

En la figura 3.3., se puede observar el diagrama de clases en detalle, este es el acabado del modelo de objetos.

### **3.2.6 ASOCIACIÓN DE CLASES EN MÓDULOS**

Se realiza la agrupación de las clases en módulos de acuerdo a la complejidad que presenta el sistema, una vez obtenido el módulo, se vuelve a agrupar en submódulos como se detalla a continuación:

- Modulo de Registro de Historias Clínicas
  - Submódulo de Asignación de Servicios
    - ✓ Clase asignación
    - ✓ Clase Paciente
    - ✓ Clase Personal
    - ✓ Clase Agenda
    - ✓ Clase Compra de Tratamientos
  - Submódulo de Registro de la Historia Clínica
    - ✓ Clase Historia Clínica

- ✓ Clase Consulta
- ✓ Clase Examen Médico
- ✓ Clase Diatermia
- ✓ Clase Ecografía
- ✓ Clase Masaje
- ✓ Clase Imagen Progresivo
  
- Submódulo de Asignación de Cirugías
  - ✓ Clase Paciente
  - ✓ Clase Personal
  - ✓ Clase Médico
  - ✓ Clase Enfermera
  - ✓ Clase Cirugía
  
- Modulo de Registro de Examen de Laboratorio Clínico
  - Submódulo de Solicitud
    - ✓ Clase Paciente
    - ✓ Clase Historia Clínica
    - ✓ Clase Consulta
  
  - Submódulo de Registro de Informe de Laboratorio
    - ✓ Clase Paciente
    - ✓ Clase Examen de Laboratorio
  
- Modulo de Venta de Tratamientos
  - ✓ Clase Paciente
  - ✓ Clase Compra Tratamiento
  - ✓ Clase Tratamiento
  - ✓ Clase Fármacos

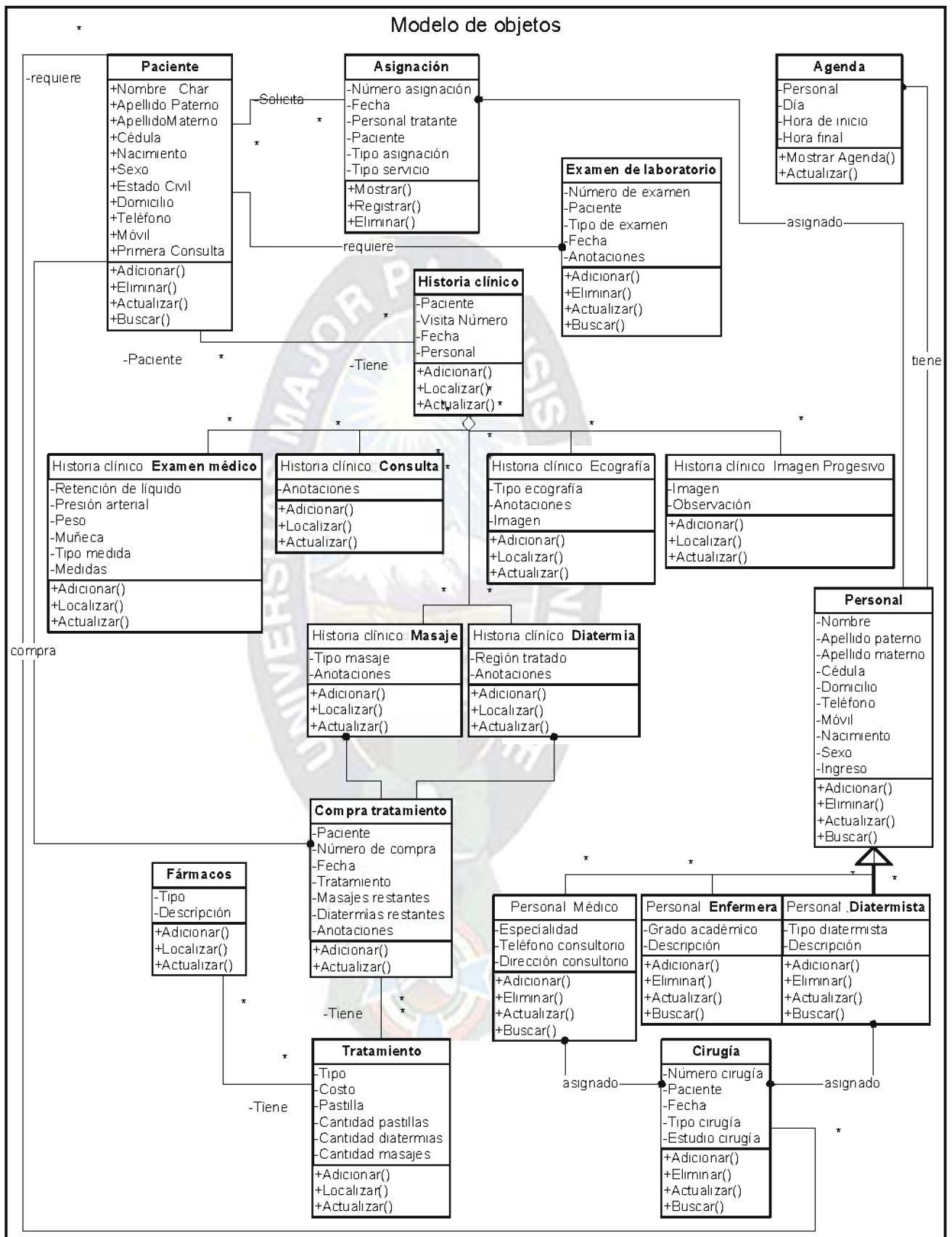


Figura 3.3. Diagrama de clases



### 3.3 MODELO DINÁMICO

Los diagramas de clases en el modelo de objetos son un resultado del primer paso de análisis de los requisitos basados en la descripción del problema, el segundo paso es la realización del modelo dinámico mostrando la forma del comportamiento del sistema y de los objetos del que consta, va variando con el tiempo, este modelo va buscando las secuencias de eventos permitidos para cada objeto de las clases.

#### 3.3.1 PREPARACIÓN DE ESCENARIOS

Se desarrolla el modelo dinámico por medio de escenarios, preparando diálogos típicos entre el usuario y el sistema, con estos escenarios se muestra las interacciones principales, los formatos de visualización externa y los intercambios de información, todo este desarrollo asegura que no se pasen por alto ni omitir detalles importantes y este flujo global del sistema sea correcto.

Como escenarios identificados en el sistema se tiene los siguientes:

- Escenario normal para la asignación de consultas médicas.
- Escenario con excepciones para la asignación de consultas médicas.
- Escenario normal para la asignación de tratamientos.
- Escenario con excepciones para la asignación de tratamientos.
- Escenario normal para el registro de la historia clínica.
- Escenario con excepciones para el registro de la historia clínica.
- Escenario normal para requerimientos de exámenes de laboratorio.
- Escenario normal para requerimientos de exámenes ecografía.
- Escenario normal para la asignación de cirugías.

Identificado los escenarios, inmediatamente lo que corresponde es realizar la descripción de cada uno de ellos, por ser estos los escenarios de donde se describe los eventos del sistema. Reitero que en la preparación de escenarios se toman dos tipos de estos, describiendo los eventos que ocurre en un determinado instante en el sistema, estos son los escenarios normales y los escenarios con excepciones. En el siguiente punto se realiza la descripción de uno de los escenarios identificados, los diagramas restantes son descritos en el anexo A.

#### a) Escenario normal para el registro de la HC

En la tabla 3.2., muestra la interacción que existe entre las clases que participan en este escenario mejorando el entendimiento del sistema en su comportamiento dinámico que presentan ciertas clases en el sistema y que en posterior ayudan a comprender y representar la funcionalidad del sistema.

- Personal solicita datos del paciente para la búsqueda de su asignación
- Paciente proporciona sus datos de asignación
- Personal busca paciente en la asignación
- Personal encuentra la asignación del paciente
- Personal busca la historia clínica referente al paciente
- Personal revisa antecedentes clínicos del paciente
- Personal consulta el motivo de servicio que se realiza
- Paciente indica el motivo de consulta
- Personal inicia la prestación de servicio
- Personal informa tratamientos al paciente
- Personal realiza tratamiento al paciente
- Personal registra tratamiento a la historia clínica
- Personal termina el servicio

**Tabla 3.2.** Escenario normal para el registro de la historia clínica

#### b) Escenario con excepciones para el registro de la HC

En este punto se realiza la representación de sucesos con excepciones, estos es, interacciones con alguna entrada extraña y situaciones de error u otro caso especial que pueda suceder dentro del sistema.

La tabla 3.3 muestra uno de los escenarios con excepciones o casos especiales, dejando el resto de los escenarios en el anexo A.

- Personal solicita datos del paciente para la búsqueda de su asignación
- Paciente proporciona sus datos de asignación
- Personal busca paciente en la asignación
- Personal encuentra la asignación del paciente
- Personal busca la historia clínica referente al paciente
- Personal consulta al paciente si es su primera visita al centro médico
- Paciente responde afirmativamente
- Personal crea historia clínica referente al paciente
- Personal consulta el motivo de servicio que se realiza
- Paciente indica el motivo de consulta
- Personal inicia la prestación de servicio
- Personal informa tratamientos al paciente
- Personal realiza tratamiento al paciente
- Personal registra tratamiento a la historia clínica
- Personal termina el servicio

**Tabla 3.3.** Escenarios con excepciones para el registro de la historia clínica

### 3.3.2 IDENTIFICACIÓN Y PREPARACIÓN DE TRAZO DE EVENTOS

Se incluyen los eventos identificados en cada uno de los escenarios identificados, esto luego se lleva a un trazo de sucesos, esto es, una lista ordenada de entre distintos objetos asignados a las columnas de una tabla.

En la figura 3.4, se muestra una representación de trazo de sucesos para un caso normal de registro de historias clínicas, la figura 3.5, representa el trazo de sucesos para el escenario con excepciones o especiales para el registro de historias clínicas, en esta forma se realiza la preparación de trazo de eventos separadamente, uno para casos normales y otra para casos con excepciones o casos especiales.

#### a) Trazo de sucesos para un escenario normal de registro de HC

Como muestra la figura 3.4, el diagrama de trazo de sucesos para el escenario normal del registro de historias clínicas muestra a clases asignación, historia clínica, médico, paciente, los mismos que comparten e interactúan de manera dinámica y la manera en que actúan estas clases mediante eventos que se identificaron de su respectivo escenario.

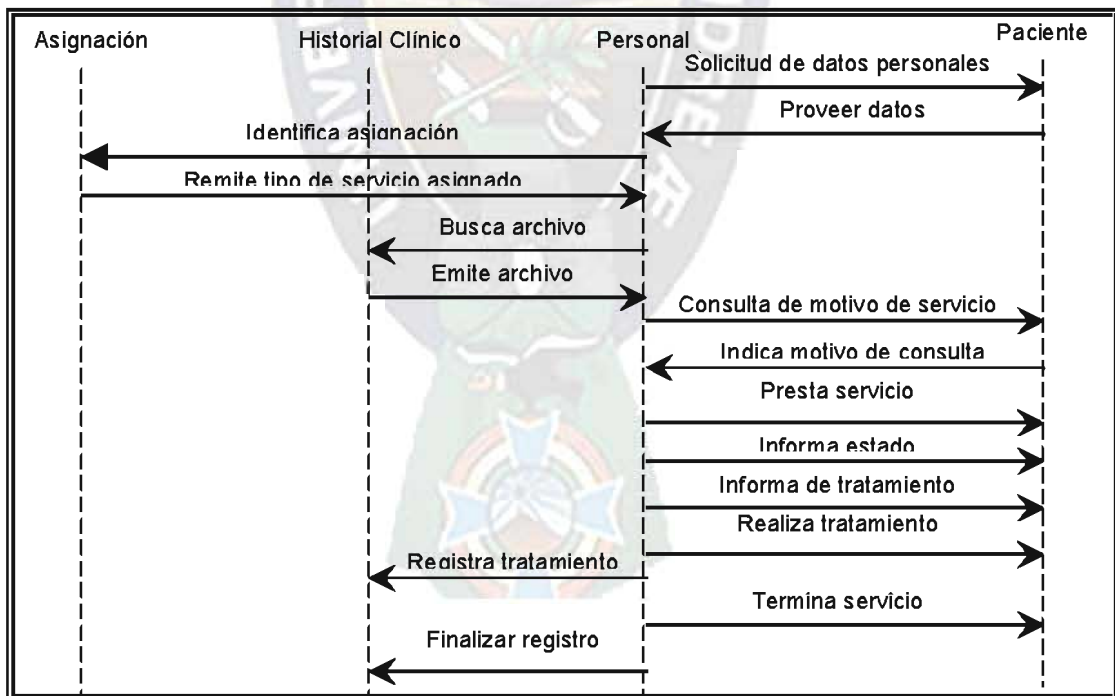


Figura 3.4. Trazo de sucesos normal de la historia clínica

b) Trazo de sucesos para un escenario con excepciones de registro de HC

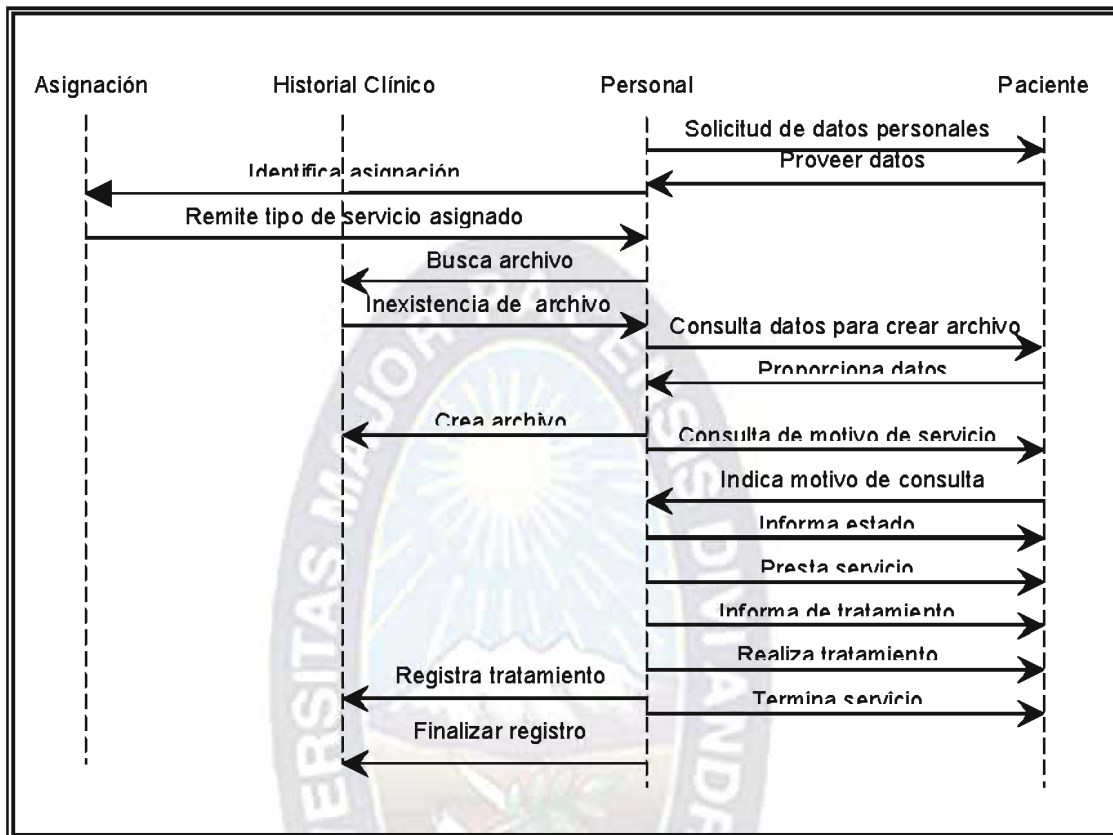


Figura 3.5. Trazo de sucesos con excepciones de la historia clínica

Como muestra la figura 3.5, a diferencia al trazo de sucesos con escenarios normales, es incluir eventos excepcionales o especiales, con el mismo número de clases, los cuales comparten el dinamismo.

### 3.3.3 DIAGRAMA DE FLUJO DE EVENTOS

En el diagrama de flujo de eventos se debe mostrar los sucesos entre un grupo de clases, en especial los eventos identificados en el sistema. Se deben además incluir los escenarios y trazo de eventos correspondientes, sin tener en cuenta las secuencias, incluyendo sucesos con excepciones. Las vías muestran posibles flujos de información.

Las vías del diagrama de flujo de sucesos muestran posibles flujos de control. La figura 3.6., muestra un diagrama de flujo de eventos correspondientes al registro de historia clínica.

### a) Diagrama de flujo de eventos para el registro de HC

Esta parte del diagrama de flujo de eventos del sistema, se toma en cuenta separadamente para cada escenario y trazo de eventos sin importar la secuencia que ocurra entre las clases. Luego se debe realizar la composición completa del diagrama de flujo de eventos global del sistema, mostrando todos los eventos que se identificaron. El diagrama global se puede observar en la figura 3.7.

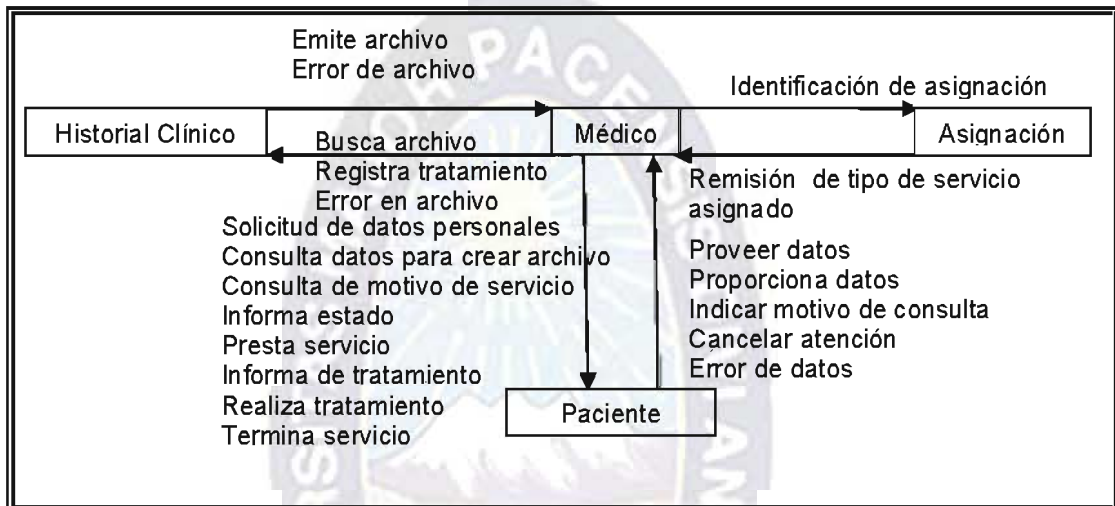


Figura 3.6. Diagrama de flujo de eventos para el registro de la historia clínica

### b) Diagrama de flujo de eventos del sistema

Este diagrama muestra un resumen de los eventos habidos entre las clases, sin tener en cuenta las secuencias.

En el diagrama de flujo de eventos del sistema están todos los eventos entre un grupo de clases mediante en diagrama de flujo de eventos, como se observa en la figura 3.7.

#### 3.3.4 CONSTRUCCIÓN DE DIAGRAMAS DE ESTADO

En la construcción de diagramas de estado, se prepara un diagrama de estado para todas las clases de objetos que tengan un comportamiento dinámico importante, este diagrama muestra sucesos enviados y recibidos por el objeto. Se realiza el diagrama de estado inicial para tener una refinación constante hasta llegar al diagrama de estado final del sistema, como se observa en la figura 3.8.

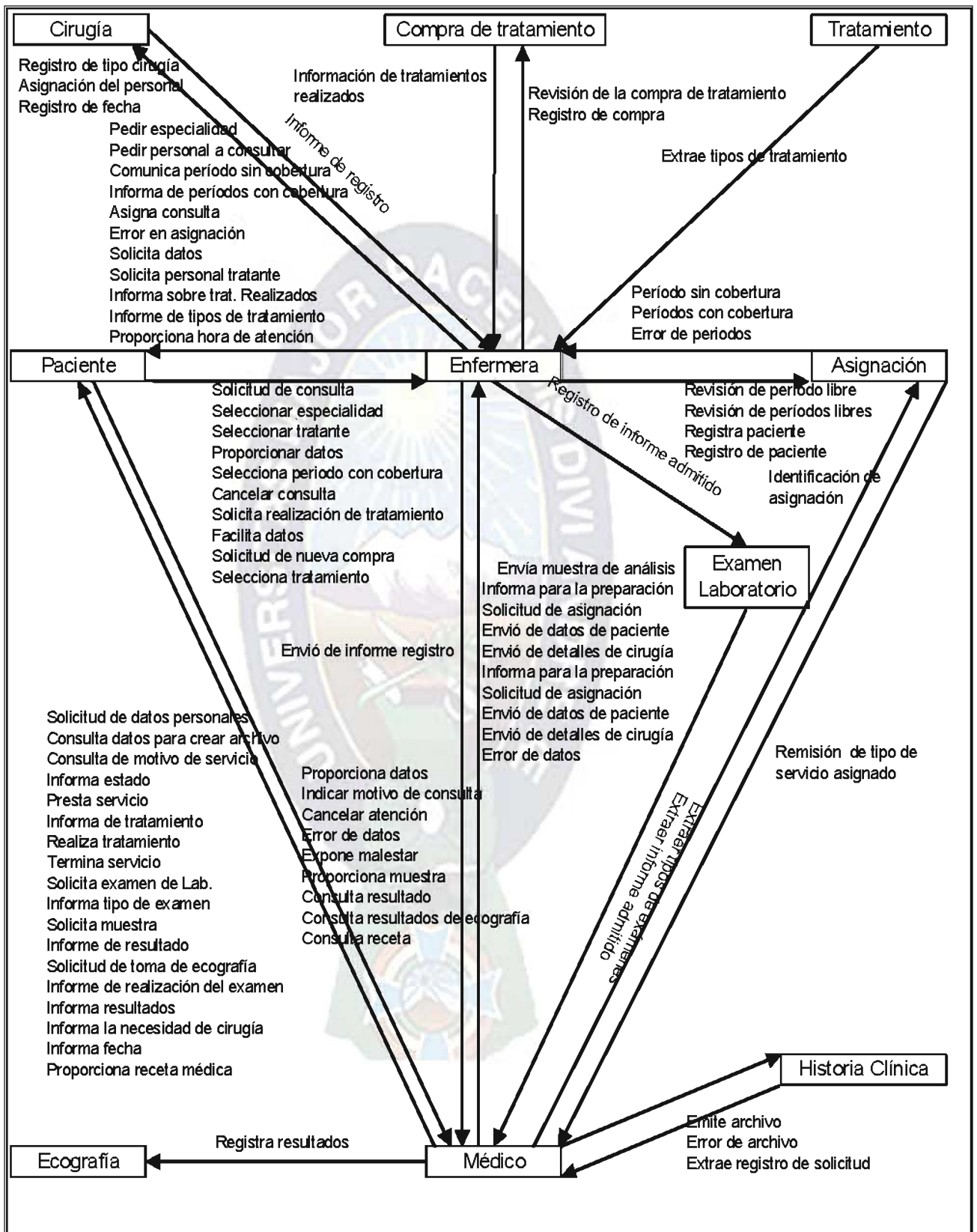
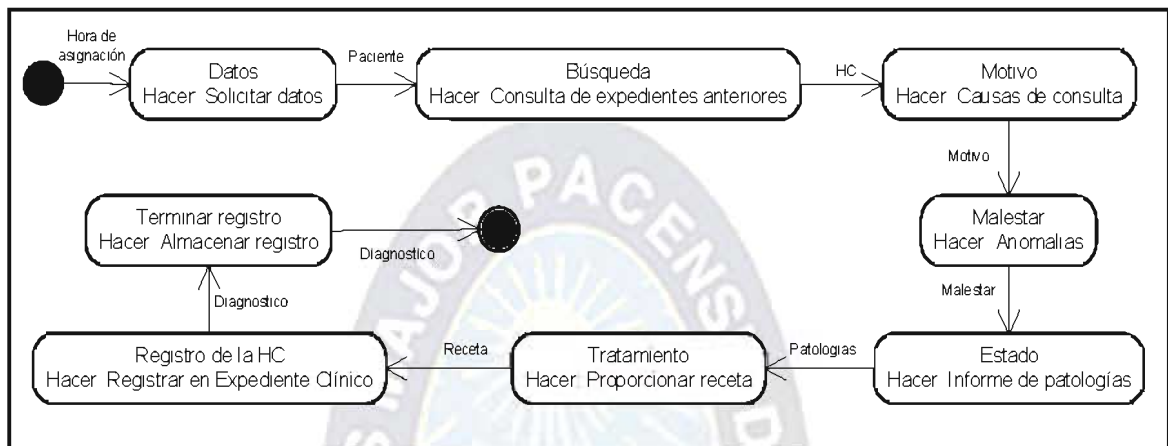


Figura 3.7. Diagrama de flujo de eventos del sistema



**a) Diagrama de estado con escenarios normales en el registro de la HC**

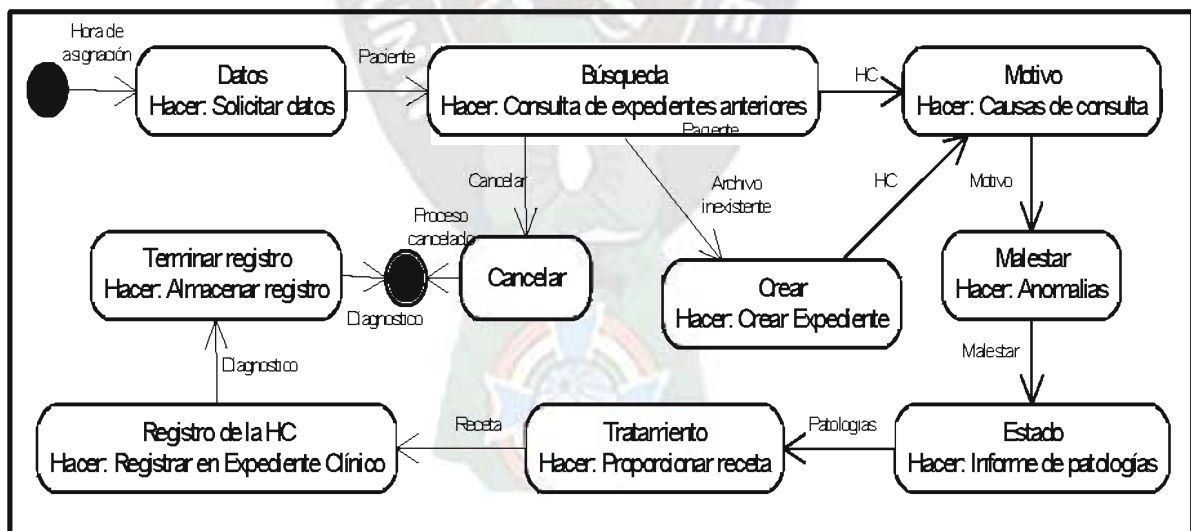
Se realiza la construcción de un diagrama de estado para cada escenario identificado, la figura 3.8, muestra este diagrama para la historia clínica.



**Figura 3.8.** Diagrama de estado con escenarios normales

**b) Diagrama de estado con escenario de excepciones para el registro de la HC**

El diagrama de estado con excepciones se diferencia del punto anterior con la inclusión de las situaciones especiales que pueda suceder, la figura 3.9., muestra este diagrama con situaciones especiales para la historia clínica.



**Figura 3.9.** Diagrama de estado con escenarios de excepciones

**c) Diagrama de estado del sistema**

Las figuras 3.10., 3.11., muestran este diagrama de estado global constituyendo el modelo dinámico de nuestro sistema.

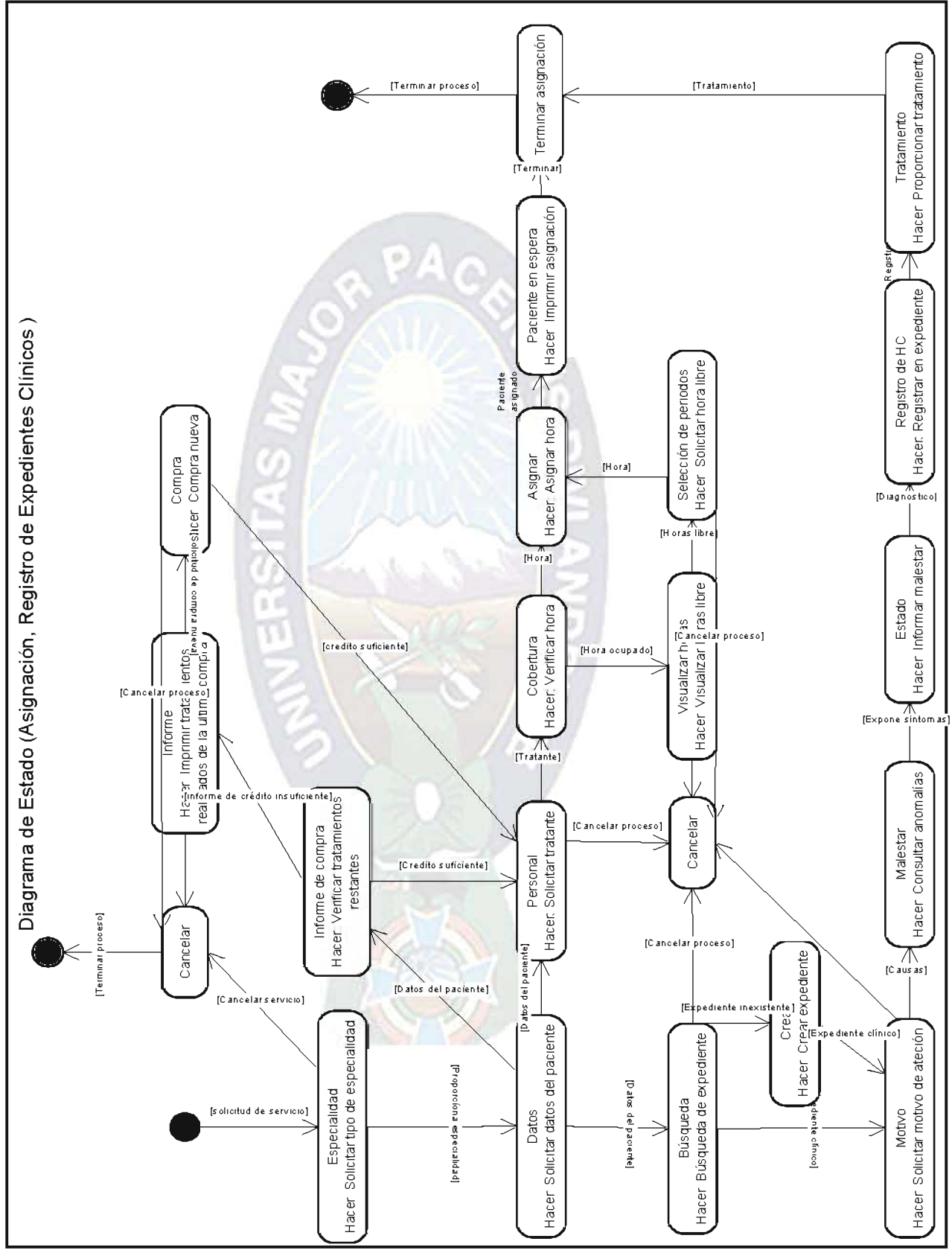


Figura 3.10. Diagrama de estado global del sistema 1

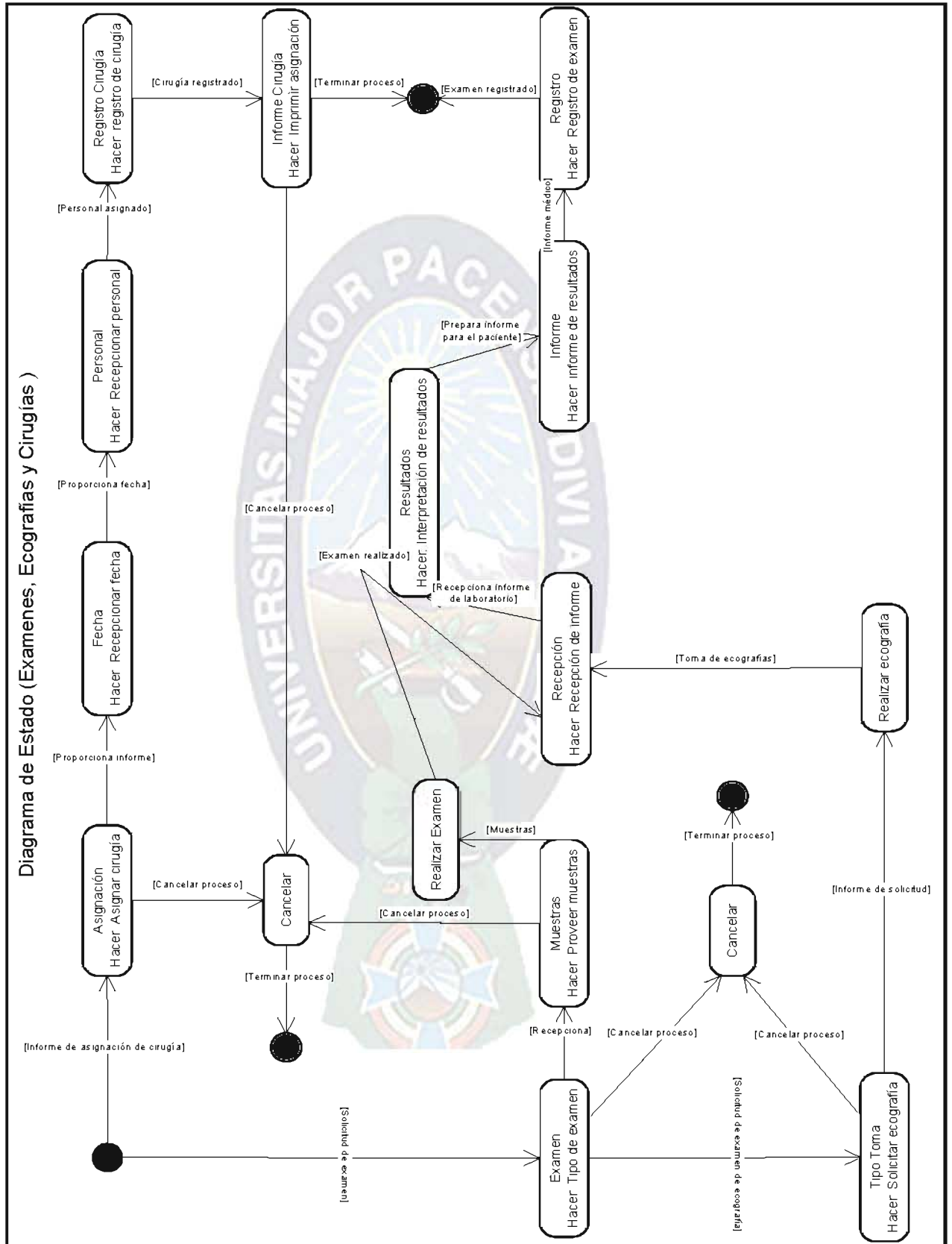


Figura 3.11. Diagrama de estado global del sistema 2

## MODELO FUNCIONAL

El modelo funcional se construye de una vez realizado los modelos de objetos y el modelo dinámico, este modelo muestra los comportamientos y operaciones entre objetos que se identificaron sin tener en cuenta las secuencias, decisiones o estructura de los objetos. El modelo funcional se construye para mostrar las dependencias funcionales que puede tener el sistema.

Se realiza una descomposición de las operaciones del objeto del sistema hasta que se obtengan funciones sencillas para su realización.

### 3.3.5 ESTABLECIENDO LOS BORDES DEL SISTEMA

Se establece un límite o borde del sistema con el fin de realizar la identificación de las clases de objetos que pertenecen al sistema y los que son externos.

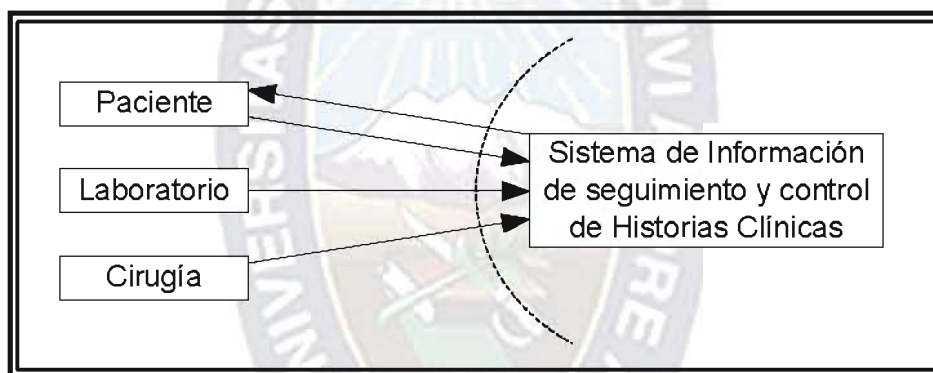


Figura 3.12. Bordes del sistema

En la figura 3.12 se observa que la clase Paciente, Examen de Laboratorio, Cirugía son externos al sistema, estas clases tienen una participación de forma pasiva y no está con frecuencia en el sistema.

### 3.3.6 IDENTIFICACIÓN DE DATOS DE ENTRADAS Y SALIDAS

Se empieza por identificar datos de entrada y salida más importante de cada clase de objetos, no necesariamente de todas las clases del modelo de objetos, esto se debe a que algunas clases no tienen datos de entrada y salida; pero esto no significa que se deba quitar la importancia a estas clases del modelo de nuestro sistema. Los datos corresponden a los diagramas de eventos elaborados en el modelo dinámico, la tabla 3.4, muestra estos datos de entrada y salida del sistema.

<b>Paciente</b> Nombre Apellido paterno Apellido materno Cédula <b>Asignación</b> Hora Paciente Tipo de servicio Personal tratante <b>Agenda</b> Personal Día Horario	<b>Historia Clínica</b> Número de visita Fecha Datos del paciente Diagnóstico <b>Ecografía</b> Tipo de ecografía Anotaciones Imagen <b>Ex. de Laboratorio</b> Informe de examen Tipo de examen Fecha	<b>Cirugía</b> Paciente Tipo cirugía Personal Fecha Estudio de cirugía <b>Compra de Tratamiento</b> Paciente Fecha Tratamiento Masajes restantes Diatermias restantes
--	--	--

Tabla 3.4. Datos de entrada y salida

### 3.3.7 DIAGRAMA DE CONTEXTO

Luego de la identificación de los bordes del sistema y la identificación de datos de entrada y salida, con estas bases se debe construir el diagrama de contexto para el sistema siendo esto el diagrama de flujo de datos global o de más alto nivel, la figura 3.13., podemos observar este diagrama de contexto.

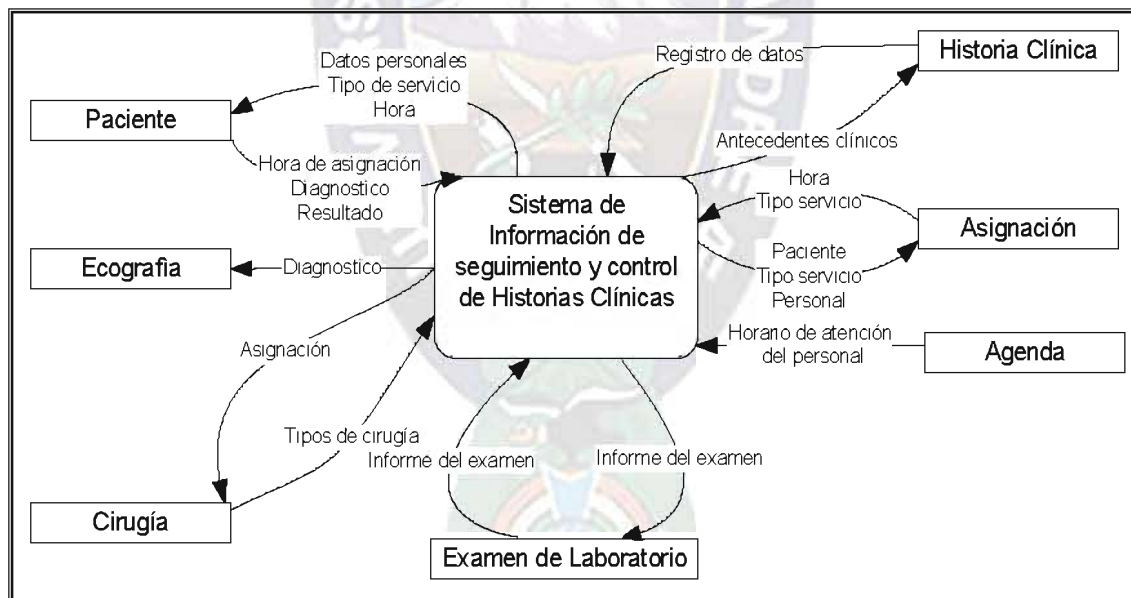


Figura 3.13. Diagrama de contexto Nivel 0

#### a) Diagrama de flujo de datos

Se construye un diagrama de flujo de procesos que muestra a partir de los datos de entrada en que se calcula cada valor de salida, no es necesario la construcción de los diagramas de flujo de los procesos que no lo necesiten.

El diagrama de flujo de datos o procesos están contruidos por niveles, para el proyecto se realizó en tres niveles, el primer nivel denominado el diagrama de alto nivel, el segundo el diagrama detallado.

#### **b) Diagrama de flujo de alto nivel**

Este diagrama muestra el funcionamiento del sistema en forma conjunta o general, desde que el paciente ingresa al sistema realizando la solicitud de servicios que presta la clínica hasta que sea registrada su atención en su historia clínica, la figura 3.14 muestra todo el funcionamiento general del sistema desde un diagrama de más alto nivel.

#### **c) Diagrama detallado para verificar la hora de asignación**

En este nivel de diagrama se muestra a detalle cada funcionalidad del diagrama de alto nivel, siempre y cuando este sea necesario o incomprendible del funcionamiento del sistema con una mayor especificación de procesos y funciones; además este puede ser a un más detallado siempre que sea necesario realizarlo, la figura 3.15 muestra el diagrama detallado para la funcionalidad del proceso seis del diagrama de alto nivel.

Si la funcionalidad del proceso es aun incomprendible es necesario aun contemplar un detalle mucho mayor, este sucesivamente hasta que el proceso sea comprensible y de mayor sencillez en la especificación de procesos y funciones como se puede observar en la figura 3.16.

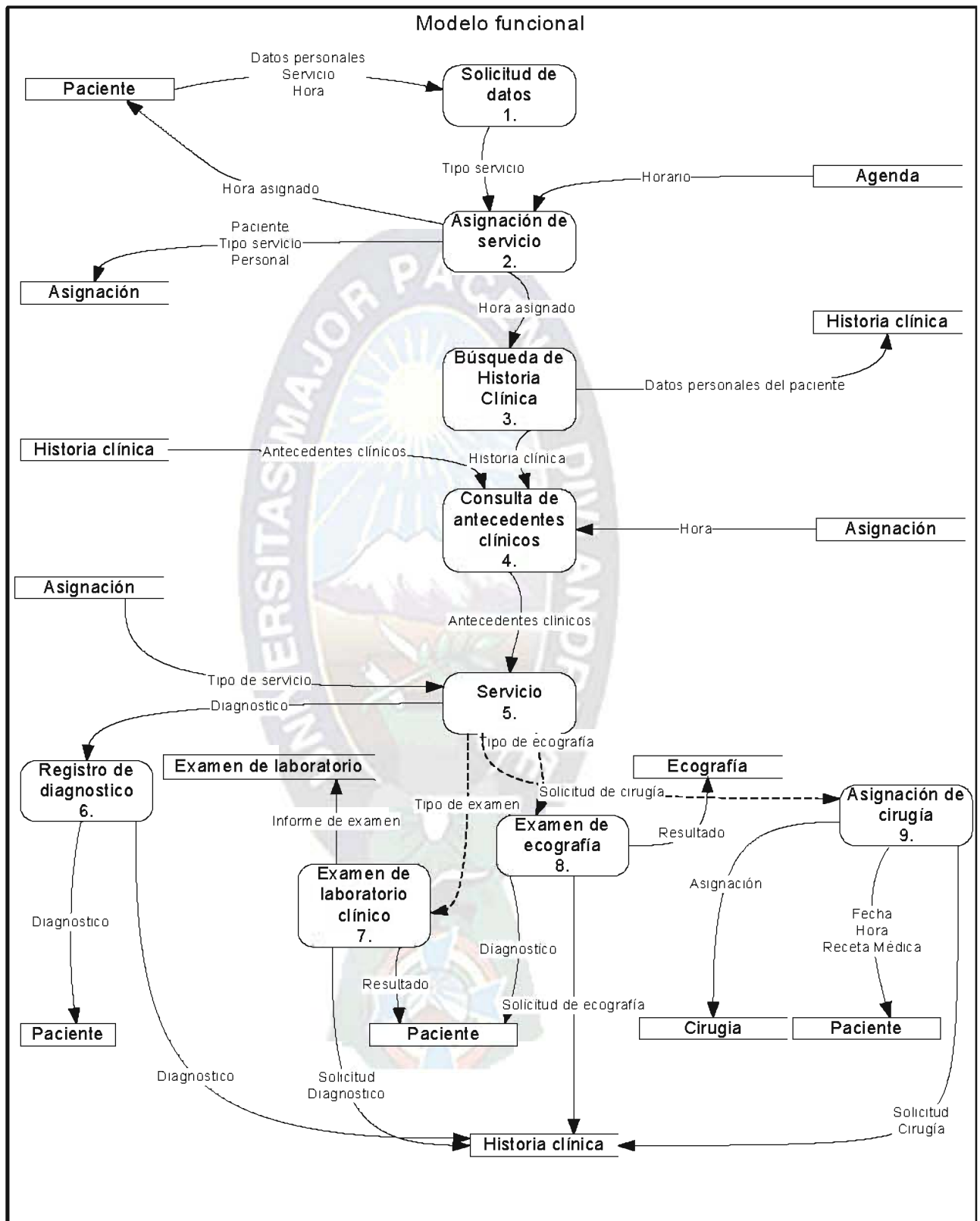
Los diagramas de flujo de datos de los procesos restantes de alto nivel son detallados en el anexo A.

### **3.3.8 DESCRIPCIÓN DE PROCESOS Y FUNCIONES**

Una vez refinado lo suficiente el diagrama de datos del sistema, describimos las funciones que son de mayor importancia o necesarios, en la tabla 3.5, se muestra la descripción del proceso para el registro de la historia clínica.

Las descripciones restantes para una mejor comprensión se encuentran adjuntas en el anexo A.





**Figura 3.14. Diagrama de alto Nivel 1**

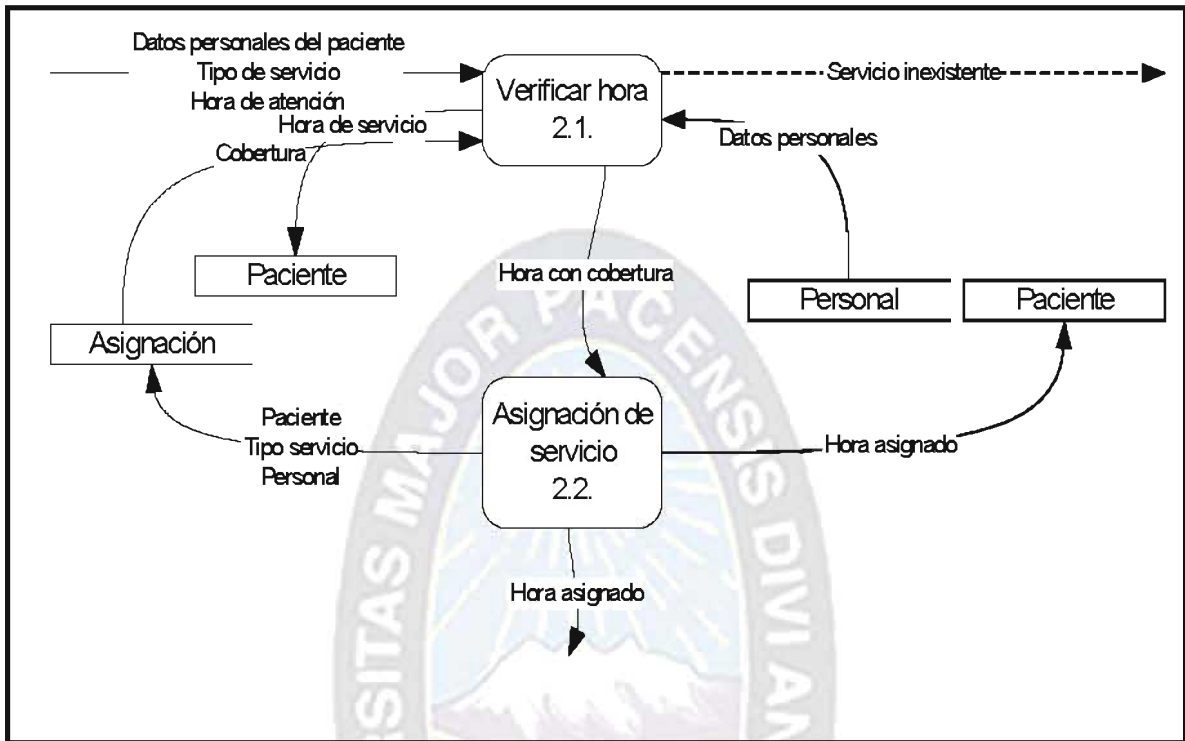


Figura 3.15. Diagrama detallado Nivel 2

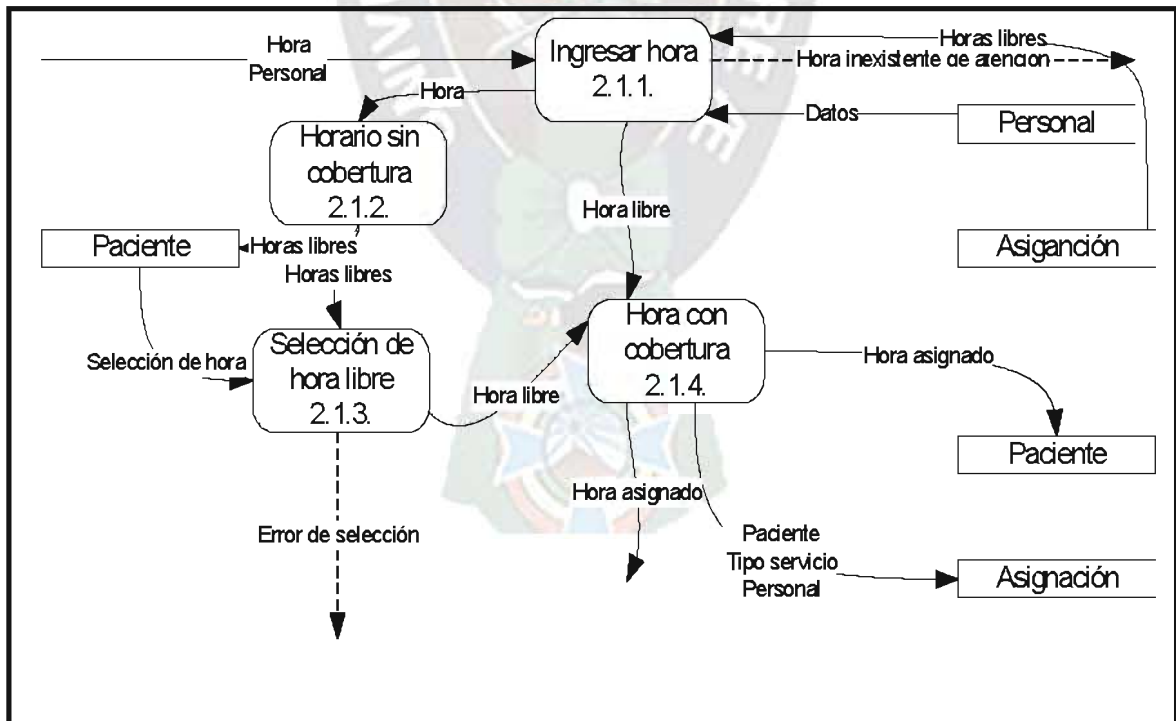


Figura 3.16. Diagrama detallado Nivel 3

<b>Función:</b> Registro de Historia Clínica
<b>Entrada:</b> Tipo de servicio
<b>Salida:</b> Registro
<b>Transformación:</b> Mostrar la asignación del paciente
<b>SELECCIÓN</b> Tipo de atención o servicio
<b>Tipo</b> Consulta
Registrar informe médico (síntomas, patologías, diagnóstico realizado del paciente)
<b>Tipo</b> Examen Médico
Registrar presión arterial, Registrar retención de líquido
Registrar peso, Registrar medidas del cuerpo
Calcular sobrepeso
<b>Tipo</b> Diatermia
Registrar región de tratamiento
<b>Tipo</b> Masaje
Registrar región de tratamiento
<b>Tipo</b> Examen de Laboratorio
Registrar solicitud de examen de laboratorio
<b>Tipo</b> Ecografía
Registrar solicitud de examen de ecografía
<b>FIN DE SELECCIÓN</b>
<b>Restricciones:</b> El paciente debe estar asignado a un tipo de servicio

**Tabla 3.5.** Descripción de procesos y funciones

### 3.4 DISEÑO DEL SISTEMA

Durante el análisis, lo fundamental es lo que se necesita hacerse, independientemente de la forma en que se lo hará. Durante el diseño se toman decisiones acerca de la forma en que se resolverá el problema, primero desde el nivel elevado y después empleando niveles cada vez más detallados.

#### 3.4.1 ORGANIZACIÓN DEL SISTEMA EN SUBSISTEMAS

La descomposición del sistema en un número de componentes es denominado subsistema, para nuestro sistema se representan mediante seis subsistemas. Todos estos subsistemas identificados se encargan del proceso de la información cotidiana que se genera y proporciona un resultado separado en el tratamiento de la información, de esta forma emitir los resultados o informes.

Para la descomposición del sistema se realizó mediante la identificación de servicios que proporciona, siendo el servicio un grupo de funciones que relacionados comparten algún

propósito. En la tabla 3.6., muestra todos los subsistemas identificados mediante los servicios como se mencionó anteriormente.

Subsistema	Descripción
Registro de Historias Clínicas	Se encarga de actualizar y registrar el diagnóstico de una nueva consulta o tratamiento del paciente que solicita servicio
Registro de asignación de consultas médicas	Se encarga del registro de la asignación de una consulta médica que un paciente solicita para ser atendido en una especialidad determinada con el médico correspondiente
Registro de asignación de realización de tratamientos	El subsistema se encarga del registro de la asignación de tratamientos, entre estos tratamientos se tiene la diatermia y los masajes, esta asignación se realiza mediante la solicitud del paciente, siempre y cuando tenga una compra de tratamiento
Registro de Exámenes de Laboratorio	Encargado de registrar el informe de examen
Registro de asignación de cirugías	Encargado de la asignación de cirugía, esta asignación se realiza a solicitud del médico previo consentimiento del paciente, en este registro se realiza la participación del personal que intervendrá
Venta de tratamientos	La tarea del subsistema es el de registrar y verificar la compra de tratamientos que se realiza el paciente

**Tabla 3.6. Identificación de subsistemas**

Los subsistemas se definen de tal manera que la mayoría de las interacciones se producen dentro de, y no entre los límites de distintos subsistemas, con el objetivo de reducir las dependencias entre ellos, y simplemente con un cierto grado de dependencia de los datos.

### 3.4.2 CAPAS Y PARTICIONES

Se lleva agrupadamente el sistema en términos de subsistemas inferiores al mismo tiempo de realizar la división vertical en subsistemas independientes o con una conexión débil. La tabla 3.7., muestra al sistema en una descripción de capas y particiones.

Verificación de horario libre	Verificación de crédito de Tratamiento	Registro de la Historia Clínica	Examen de Laboratorio	Asignación de Cirugías	Venta de Tratamientos
Asignación de Consultas Médicas	Asignación de Tratamientos				
Sistema Operativo (Windows NT 3 51)					
Hardware					

**Tabla 3.7. Capas y particiones**

### 3.4.3 IDENTIFICACIÓN DE CONCURRENCIA

En los procesos del sistema se identifican procesos concurrentes, los cuales son en detalle descritos en la tabla 3.8.

<p><b>Actualización de la historia clínica:</b></p> <p>Es un proceso con concurrencia mayor, ya que el subsistema debe ser actualizado constantemente por distintos médicos y estos pueden ser actualizados al mismo tiempo.</p> <p><b>Asignación de consultas y tratamientos:</b></p> <p>Es un proceso de concurrencia menor, al momento de la asignación tiene que estar concurrendo a los horas libres que existe para cada personal si existe en cupo para ser asignado a una consulta o tratamiento.</p> <p><b>Solicitud de exámenes:</b></p> <p>Es un proceso concurrente de mayor escala ya que los médicos o personal pueden concurrir al momento de registrar un examen de laboratorio o examen de ecografía, ya que al mismo tiempo pueden realizar un registro de examen.</p>
--

**Tabla 3.8. Concurrencia del sistema**

### 3.4.4 ASIGNACIÓN DE SUBSISTEMAS A PROCESADORES Y TAREAS

Para la implementación del sistema y de los subsistemas concurrentes identificados son asignados a distintos procesadores o en un simple procesador como sea necesario realizarlo. Para el sistema en global se requiere un servidor el cual tenga la capacidad de almacenar una gran cantidad de información, que garantice la velocidad y seguridad.

La realización del desarrollo del sistema se realiza en un lenguaje Visual y un lenguaje de última generación sobre OOPL como es el lenguaje de tecnologías Net; además se emplean otras herramientas que permiten que el proyecto se implemente sin problemas, a continuación se detalla cada uno de ellos.

- Base de datos  
Se tiene como administrador de base de datos a SQL Server 2000 de Microsoft, como un administrador de la base de datos ideal para la aplicación.
- Sistema operativo  
El sistema es compatible con sistemas operativos de Microsoft con la instalación de .Net Framework de Microsoft, Windows XP SP3, Windows Vista.
- Software cliente  
Se seleccionó el lenguaje de Microsoft como es la tecnología Net siendo un lenguaje orientado a objetos; además incluye herramientas de tecnologías Cliente Servidor.
- Arquitectura de red  
La arquitectura es el de Cliente Servidor, por las necesidades de la clínica, como se mencionó con anterioridad.
- Seguridad  
La seguridad que presenta esta basado en la autenticación de manera mixta, una de las autenticaciones que ofrece Microsoft Windows XP SP3, la segunda que ofrece Sql Server 2000 e incluyendo una propia autenticación del software, estas ultimas dos, se realiza mediante la comprobación de cuentas y privilegios, la figura 3.24 muestra la autenticación del sistema.

Para mostrar la arquitectura de red y tareas que cumple el sistema clínico se puede observar en la siguiente figura 3.17.

#### **3.4.5 ADMINISTRACIÓN DE ALMACENES DE DATOS**

La implementación se realizó en un SGBD como es el Sql Server 2000 siendo este gestor o administrador relacional en un análisis orientado a objetos, la metodología OMT no impide realizar una implementación con una base de datos relacional ni con el desarrollo de un lenguaje de programación estructurado.

La tabla 3.9 muestra como una clase de objetos se transforma en una tabla mediante código SQL.



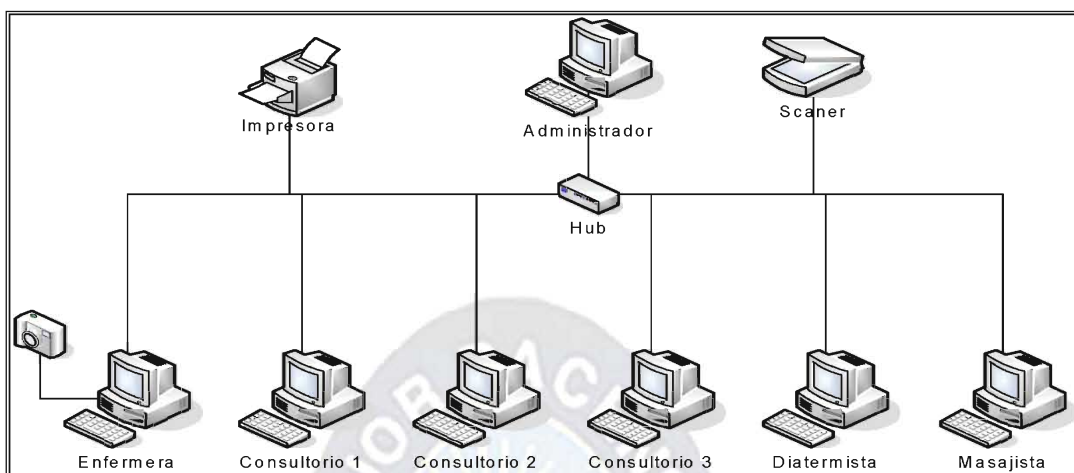


Figura 3.17. Arquitectura de red del sistema

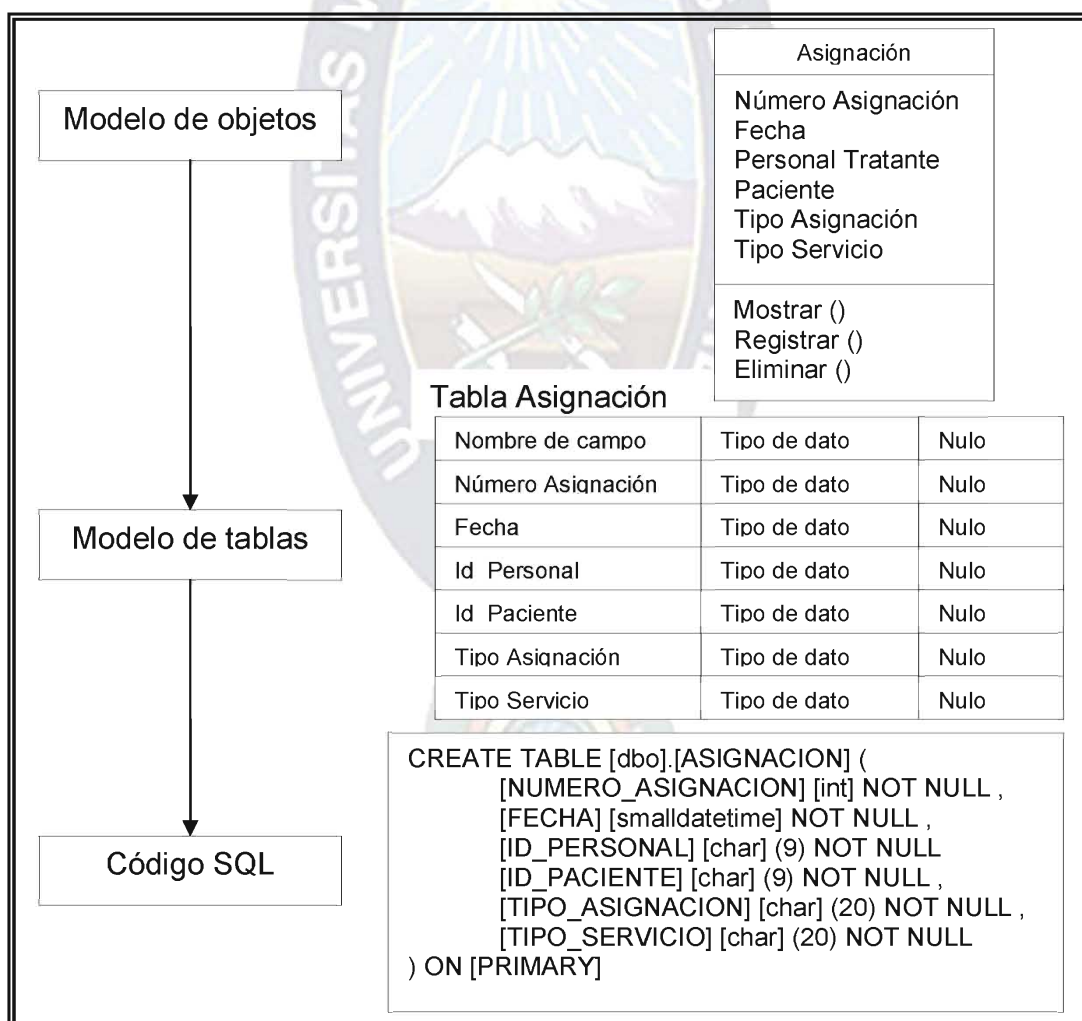


Tabla 3.9. Correspondencia de almacenes de datos

### 3.4.6 MANEJO DE RECURSOS GLOBALES

En este punto se realiza la identificación de los recursos globales y determinar mecanismos para controlar el acceso a ellos, entre estos tenemos identificados en la tabla 3.10.

<p><b>Recursos físicos</b></p> <p>Referidos a los recursos globales como: el servidor, los procesadores, almacenamiento de datos y otros.</p> <p><b>Recursos lógicos</b></p> <p>Referente a los nombres lógicos como ser las clases y sus asociaciones así como la base de datos, se evita nombres ambiguos, el acceso de la base de datos es de mucha importancia.</p>
---

Tabla 3.10. Descripción de recursos globales

### 3.6.7 MANEJO DE CONDICIONES DE BORDE

Las condiciones de borde son dadas por tres puntos que son detallados a continuación.

- Inicialización, se debe inicializarse los datos constantes, parámetros, variables globales, tareas. Entre la inicialización se tiene la fecha de asignación, fecha de registro de historia clínica y otros como parámetro de inicialización.
- Terminación, es simple ya que el momento de terminar de utilizar el sistema deja de utilizar los objetos de clases y notificar su terminación como la conexión a la base de datos.
- Falla, se consideran posibles fallas como el error de conexión con la base de datos, u otro tipo de fallas que pueda existir.

### 3.6.8 DISEÑO DE OBJETOS

En este punto se realiza el proceso de diseño añadiendo detalles al análisis y realizar decisiones de implementación como ser la generalización y las asociaciones.

En este proceso se realizó la adición de las claves primarias u otros atributos necesarios.

La figura 3.18 muestra este diseño de objetos.

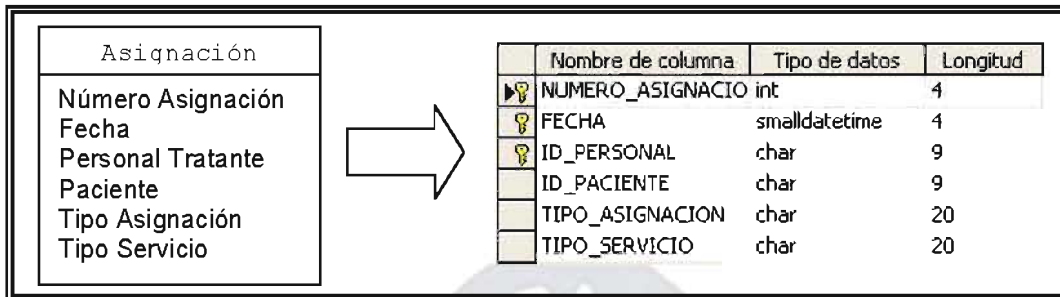


Figura 3.18. Correspondencia de clase a tabla

### 3.5 ANÁLISIS Y DISEÑO DE ESTADÍSTICAS

El proyecto contempla la realización de estadísticas con datos que se llega a introducir en el software, este desarrollo es realizado con fin de ofrecer al usuario final, la toma de decisiones oportuna.

En el análisis de datos que se realiza para su desarrollo son recolectados de las historias clínicas y de la dirección de epidemiología dependiente del ministerio de salud y deportes.

Para el análisis de datos recolectados mediante la estadística inferencial, siguiendo los pasos:

#### 1. Formulación y prueba de hipótesis

Los pasos del método científico se pueden mencionar de forma general las siguientes:

- Plantear el problema a resolver
- Efectuar las observaciones
- Formular una o más hipótesis
- Probar dichas hipótesis
- Realizar las conclusiones

#### 2. Pruebas mediante intervalos de confianza

Los pasos del método científico se pueden mencionar de forma general las siguientes:

- Plantear el problema a resolver
- Efectuar las observaciones

- Probar la precisión de los estimadores
- Realizar las conclusiones

La estadística puede ayudar en efectuar las observaciones, probar las hipótesis y probar la precisión de los estimadores, para el presente, se realiza los dos puntos anteriores.

Una definición de hipótesis es la siguiente: “una explicación tentativa que cuenta con un conjunto de hechos y puede ser probada con una investigación posterior”. La formulación de una hipótesis se logra examinando cuidadosamente las observaciones, para luego proponer un resultado posible. En nuestro caso la formulación de la hipótesis se logra examinando cuidadosamente las observaciones del tratamiento realizado para la reducción de peso, así proponer los resultados.

Para este caso de estudio uno de los indicadores mas comunes en referente al estado nutricional de las personas o referentes a este, es el índice de masa corporal (IMC), el cual se define con la relación siguiente:

$$IMC = \frac{Peso [Kg]}{(Altura[m])^2} \quad (Ec. 1)$$

La valoración por la Organización Mundial de la Salud (OMS) se muestra en la tabla 3.11.

Valoración	IMC
Normal	18.5 - 24.9
Sobrepeso	25 - 29.9
Obesidad Clase I	30 - 34.9
Obesidad Clase II	35 - 39.9
Obesidad Clase III	Mayores a 40

**Tabla 3.11.** Valoración de IMC

Una vez efectuado las observaciones en pacientes que se sometieron a tratamientos con valoración nutricional de sobrepeso y obesidad de clase I, se obtienen los siguientes datos que se muestran en la tabla siguiente, donde  $IMC_i$  es el índice, al inicio del tratamiento, con  $IMC_f$  al transcurrir el tiempo realizado el tratamiento, se puede apreciar en la tabla 3.13.

Por la observación cuidadosa de la tabla  $IMC_i - IMC_f$ , y utilizando la representación gráfica, podríamos aventurarnos a decir que el IMC es más alto al respecto al inicio del tratamiento, en este punto es más seguro plantear que el IMC es distinto en lugar de mayor, aquí es donde formulamos la hipótesis:

Ho: El IMC al inicio del tratamiento es mayor que al concluir el tratamiento.

Ha: El IMC al inicio del tratamiento es igual al concluir el tratamiento.

Una hipótesis no se acepta, simplemente la evidencia no alcanza para rechazarla, y se mantiene como cierta mientras no se rechace, este escepticismo es la base del avance del conocimiento científico. Las situaciones y conclusiones posibles en la prueba de hipótesis se muestran en la tabla 3.12.

Conclusión	Situación		
		Ho Verdadero	Ho Falsa
	Ho no rechazada	Decisión correcta ( $1 - \alpha$ )	Error tipo II ( $1 - \beta$ )
	Ho rechazada	Error tipo I ( $\alpha$ )	Decisión correcta ( $\beta$ )

**Tabla 3.12.** Prueba de hipótesis

Paciente	IMC <sub>i</sub>	IMC <sub>f</sub>
1	33,3	27,1
2	28,1	22,3
3	29,7	25,8
4	31,1	28,4
5	27,8	24,8
6	29,6	25,7
7	30,2	26,1
8	34,1	29,1
9	29,4	23,9
10	30,1	25,6
11	32,6	26,2
12	31,9	25,9
13	28,3	25,1
14	29,3	25,3
15	30,5	24,5
16	26,7	22,7
17	30,8	25,1
18	31,7	27,8
19	30,9	24,9
20	29,5	25,7
21	32,7	28,1
22	28,6	24,1
23	27,3	23,8
24	30,8	26,1
25	31,6	21,8
26	29,9	23,9
27	30,7	26,4
28	32,4	27,4
29	28,5	23,8
30	30,2	24,9

**Tabla 3.13.** Muestra de IMC

En los casos que la  $H_0$  se acepte y sea verdadera, así como también en el caso que  $H_0$  se rechace y sea falsa, la decisión habrá sido la correcta. Pero en los otros dos casos se producen los denominados errores tipo I y tipo II.

El error tipo I, también denominado error  $\alpha$ , se produce cuando se rechazó la  $H_0$  y es verdadera. Este, representa la probabilidad de haber cometido este tipo de error. Se establece a priori  $\alpha$  como el nivel de significancia o error máximo aceptable para la conclusión. El uso ha impuesto que en estudios de tipo clínico este error asuma valores no mayores a 0,05. En el caso que la  $H_0$  sea aceptada siendo falsa, se cometerá el error denominado de tipo II, o  $\beta$ .

El error de tipo II está asociado con la *potencia* del método estadístico utilizado para poder detectar diferencias. La potencia de un método estadístico en una determinada situación se calcula como  $(1-\beta)$ , lo que se corresponde con la situación de haber rechazado correctamente la  $H_0$ , pues era falsa. Al igual que el valor de significancia  $\alpha$ , la potencia del método estadístico se establece por el tamaño de la muestra y la prueba estadística utilizada.

Antes de proceder a la prueba de una hipótesis debemos determinar la distribución de las variables consideradas en nuestra muestra. El paso inicial, es determinar si las variables pueden ser representadas por una distribución normal.

Para probar si las variables se aproximan verdaderamente a una distribución normal son usados varios métodos como ser Shapiro - Wilk, Kolmogorov - Smirnov y  $X^2$  Chi-Cuadrado, esta última es realizada mediante la prueba de bondad de ajuste. Para el presente, se utiliza  $X^2$  en verificar si las variables se comportan de manera normal, siendo uno u otro método mencionado invariante.

Los pasos a seguir en la prueba de bondad de ajuste en la verificación de las variables, son las siguientes:

- i) Formulación de la hipótesis
- ii) Fijar el nivel de significancia  $\alpha$  y el grado de libertad  $\phi$  del estadístico de contraste.
- iii) Calcular el estadístico de contraste

$$X_{\alpha}^2 = \sum \frac{(o_i - np_i)^2}{np_i} = \sum \frac{(o_i - np_i)^2}{e_i} = \sum \frac{o_i^2}{e_i} - n \quad (\text{Ec.2})$$

- iv) Determinar la región crítica y la región de aceptación



$$C = \{ X_{\text{cal}}^2 : X_{\text{cal}}^2 > X_{\alpha}^2(\varphi) \}$$

$$A = \{ X_{\text{cal}}^2 : X_{\text{cal}}^2 \leq X_{\alpha}^2(\varphi) \}$$

- v) Conclusión: Si  $X_{\text{cal}}^2 > X_{\alpha}^2(\varphi)$  se rechaza que las variables se distribuyen de manera normal, caso contrario las frecuencias no se comportan de manera normal.

El cálculo que se realiza primero para las variables de IMC<sub>i</sub> como puede observar en la tabla 3.14.

IMC <sub>i</sub> = O <sub>i</sub>	IMC = x <sub>i</sub>	O <sub>i</sub> X <sub>i</sub>	O <sub>i</sub> X <sub>i</sub> <sup>2</sup>	z <sub>i-1</sub>	z <sub>i</sub>	p <sub>i</sub>	e <sub>i</sub>	(O <sub>i</sub> -e <sub>i</sub> ) <sup>2</sup> e <sub>i</sub>
1	26	26	676	-2,11	-1,55	0,04	1,29	0,07
2	27	54	1458	-1,55	-0,99	0,11	3,35	0,54
4	28	112	3136	-0,99	-0,43	0,17	5,18	0,27
6	29	174	5046	-0,43	0,13	0,22	6,54	0,05
8	30	240	7200	0,13	0,69	0,20	6,10	0,60
4	31	124	3844	0,69	1,25	0,14	4,18	0,01
3	32	96	3072	1,25	1,81	0,07	2,12	0,37
1	33	33	1089	1,81	2,37	0,03	0,79	0,06
1	34	34	1156	2,37	2,94	0,01	0,22	2,82
Total		893	26677			0,99	29,76	4,77

Tabla 3.14. Cálculo de variables de IMC<sub>i</sub>

$$\text{Media} = \bar{d} = \frac{\sum_{i=1}^n d_i}{n} \quad (\text{Ec. 3})$$

$$\text{Varianza} = \hat{s}^2 = \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^n (d_i - \bar{d})^2}{n - 1}} \quad (\text{Ec. 4})$$

(Media = 29,77 Varianza = 1,783)

Para calcular las frecuencias esperadas de los intervalos de clase (categorías) debemos hallar las probabilidades de ocurrencia de estos intervalos bajo el supuesto de normalidad. La probabilidad para la primera ocurrencia del primer intervalo se tiene:

$$P_1 = P[26 \leq x < 27] = P[(26-29,77)/1,783 \leq z < (27-29,77)/1,783] = P[-2,11 \leq z < -1,55] = 0,48252 - 0,43943 = 0,04309$$

Y su frecuencia esperada es:

$$e_1 = np_1 = 30(0,04309) = 1,29$$

Las demás probabilidades y sus frecuencias esperadas se obtienen de una forma similar.

Agrupando los datos para cumplir la siguiente condición  $e_i \geq 5$  se muestra en la tabla 3.15.

O <sub>i</sub>	e <sub>i</sub>	(O <sub>i</sub> -e <sub>i</sub> ) <sup>2</sup> /e <sub>i</sub>
7	9,82	0,81
6	6,54	0,05
8	6,10	0,60
9	7,30	0,39
$\chi^2_{cal}$		1,84

**Tabla 3.15.** Datos agrupados de IMC<sub>i</sub>

Tomando el nivel de significancia de  $\alpha=0,05$  y calculando el estadígrafo (Ec.2)  $\chi^2_{cal} = 1,84$  se tiene:

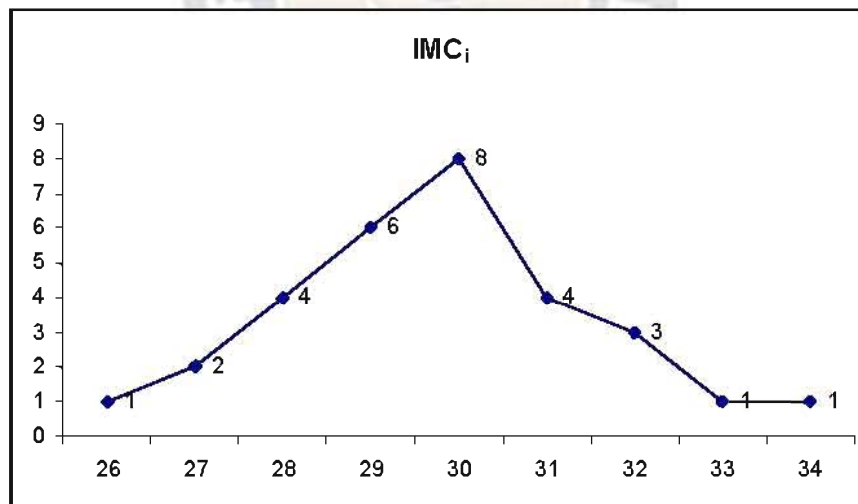
$\phi = k-1-r = 4-1-2=1$  con  $r$ =Número de parámetros media y varianza  $r=2$

Teniendo  $\alpha=0,05$  y  $\phi=1$  se tiene  $\chi^2_{\alpha} = \chi^2_{5}(1)=3,841$

Luego la región crítica será:  $C = \{ \chi^2_{cal}; \chi^2_{cal} > 3,841 \}$

Con estos datos se tiene  $\chi^2_{cal} = 1,84 < 3,841$  por lo tanto concluimos, de que el IMC<sub>i</sub> se distribuyen normalmente a un nivel de 5%.

Se puede observar que las variables se distribuyen normalmente en la siguiente figura 3.19, aproximado a una curva normal.



**Figura 3.19.** Distribución de IMC<sub>i</sub>

Continuando con la verificación para la variable de IMC<sub>f</sub> se aproxima a una distribución normal con la misma prueba de bondad de ajuste, teniendo los datos en la tabla 3.16.

IMC <sub>r</sub> = O <sub>i</sub>	IMC = x <sub>i</sub>	O <sub>i</sub> X <sub>i</sub>	O <sub>i</sub> X <sub>i</sub> <sup>2</sup>	z-1	z	p <sub>i</sub>	e <sub>i</sub>	(O <sub>i</sub> -e <sub>i</sub> ) <sup>2</sup> /e <sub>i</sub>
1	21	21	441	-2,09	-1,55	0,04	1,27	0,06
2	22	44	968	-1,55	-1,02	0,09	2,80	0,23
4	23	92	2116	-1,02	-0,48	0,16	4,85	0,15
5	24	120	2880	-0,48	0,05	0,20	6,13	0,21
8	25	200	5000	0,05	0,59	0,20	6,07	0,61
4	26	104	2704	0,59	1,12	0,15	4,39	0,03
3	27	81	2187	1,12	1,66	0,08	2,49	0,11
2	28	56	1568	1,66	2,19	0,03	1,03	0,92
1	29	29	841	2,19	2,73	0,01	0,33	1,34
Total		747	18705			0,98	29,36	3,66

**Tabla 3.16.** Cálculo de variables de IMC<sub>r</sub>

(Media = 24,9 Varianza = 1,868)

La probabilidad para la primera ocurrencia del primer intervalo se tiene:

$$P_1 = P[21 \leq x < 22] = P[(21-24,9)/1,868 \leq z < (22-24,9)/1,868] = P[-2,09 \leq z < -1,55] = 0,48168 - 0,43943 = 0,04225$$

Y su frecuencia esperada es:

$$e_1 = np_1 = 30(0,04225) = 1,27$$

Agrupando los datos para cumplir la siguiente condición  $e_i \geq 5$  se observa en la tabla 3.17.

O <sub>i</sub>	e <sub>i</sub>	(O <sub>i</sub> -e <sub>i</sub> ) <sup>2</sup> /e <sub>i</sub>
7	8,92	0,41
5	6,13	0,21
8	6,07	0,61
10	8,23	0,38
$\chi^2_{cal}$		1,61

**Tabla 3.17.** Datos agrupados de IMC<sub>r</sub>

$$\varphi = k-1-r = 4-1-2=1$$

Teniendo  $\alpha=0,05$  y  $\varphi=1$  se tiene  $\chi^2_{\alpha} = \chi^2_{5}(1) = 3,841$

Luego la región crítica será:  $C = \{ \chi^2_{cal}; \chi^2_{cal} > 3,841 \}$

Con estos datos se tiene  $\chi^2_{cal} = 1,61 < 3,841$  por lo tanto concluimos, de que el IMC<sub>r</sub> se distribuyen normalmente a un nivel de 5%.

La figura del las variables se pueden observar en la siguiente figura 3.20.

Con estas pruebas de bondad de ajuste determinamos que las variables IMC<sub>i</sub> y IMC<sub>r</sub> se distribuyen normalmente. Una vez realizado las pruebas de ajuste de normalidad sobre las variables, pueden demostrar la hipótesis planteada.

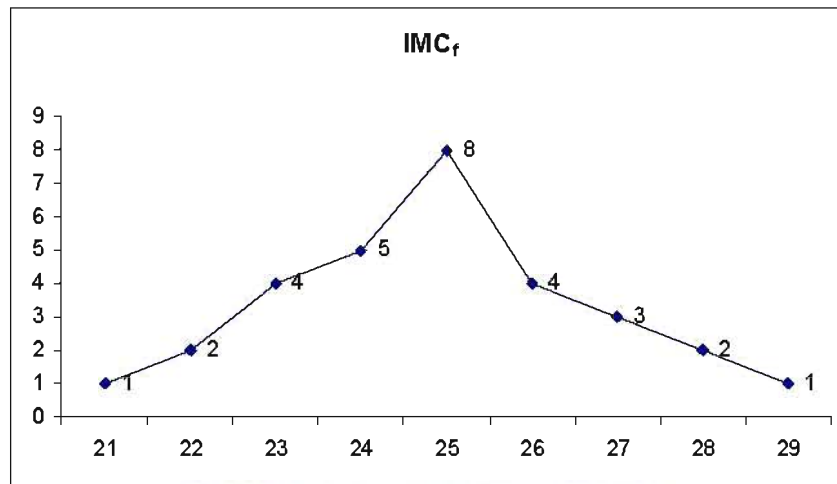


Figura 3.20. Distribución de IMC<sub>f</sub>

Para determinar que el IMC es mayor o distinto que al iniciar el tratamiento, se realiza sobre dos muestras apareadas, la prueba t determina si estas verdaderamente son repetidas sobre el mismo grupo de pacientes. Para calcular el primer parámetro se calcula el desvió estándar mediante la siguiente relación:

$$Varianza = s^2 = \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^n (d_i - \bar{d})^2}{n - 1}}$$

donde  $d_i$  es la diferencia entre dos mediciones consecutivas para cada sujeto;  $\bar{d}$  es la media de las diferencias;  $n$  es la cantidad de pares de observaciones.

La siguiente relación muestra el cálculo del estadístico t para el caso de muestras apareadas:

$$t = \frac{\bar{x}_1 - \bar{x}_2}{\frac{s}{\sqrt{n}}} \quad (\text{Ec. 5})$$

Donde  $x_1$  y  $x_2$  son las medias de cada par de observaciones. Los grados de libertad se calcula como  $gl = n - 1$

(Media = 4,86 Varianza  $\hat{s} = 1,38$ )

El intervalo de confianza para Media =  $x_1 - x_2$  con coeficiente de confianza  $\gamma = 1 - \alpha$  ( $\alpha/2 = 0.025$ ) esta dado por

$$I = \left\langle \bar{d} - t_{\alpha/2}(n-1) \frac{\hat{s}_d}{\sqrt{n}}, \bar{d} + t_{\alpha/2}(n-1) \frac{\hat{s}_d}{\sqrt{n}} \right\rangle \quad (\text{Ec. 6})$$

Paciente	IMC <sub>i</sub>	IMC <sub>f</sub>	d <sub>i</sub> =IMC <sub>i</sub> -IMC <sub>f</sub>	(d <sub>i</sub> -Media) <sup>2</sup>
1	33,3	27,1	6,2	1,78
2	28,1	22,3	5,8	0,87
3	29,7	25,8	3,9	0,93
4	31,1	28,4	2,7	4,69
5	27,8	24,8	3	3,48
6	29,6	25,7	3,9	0,93
7	30,2	26,1	4,1	0,59
8	34,1	29,1	5	0,02
9	29,4	23,9	5,5	0,40
10	30,1	25,6	4,5	0,13
11	32,6	26,2	6,4	2,35
12	31,9	25,9	6	1,28
13	28,3	25,1	3,2	2,78
14	29,3	25,3	4	0,75
15	30,5	24,5	6	1,28
16	26,7	22,7	4	0,75
17	30,8	25,1	5,7	0,69
18	31,7	27,8	3,9	0,93
19	30,9	24,9	6	1,28
20	29,5	25,7	3,8	1,14
21	32,7	28,1	4,6	0,07
22	28,6	24,1	4,5	0,13
23	27,3	23,8	3,5	1,87
24	30,8	26,1	4,7	0,03
25	31,6	21,8	9,8	24,34
26	29,9	23,9	6	1,28
27	30,7	26,4	4,3	0,32
28	32,4	27,4	5	0,02
29	28,5	23,8	4,7	0,03
30	30,2	24,9	5,3	0,19
<b>Total</b>				<b>1,91</b>

**Tabla 3.18.** Cálculo de variables IMC

Con los datos según la tabla 3.18 y usando  $\gamma=1-\alpha=0,90$  y  $\alpha/2=0,05$  con 90% de confianza para la afirmación, tenemos:

$$t_{\alpha/2}(n-1) = t_{0,05}(29) = 1,699$$

$$t_{\alpha/2}(n-1)(\hat{s}/\sqrt{n}) = 1,699(1,38/\sqrt{30}) = 0,428$$

Entonces el índice de confianza para las variables de IMC se tiene:

$$I = <4,43; 5,28>$$

Tenemos como media 4,86 y esta comprendido por el índice de confianza se determina que el IMC al inicio del tratamiento es mayor que al concluir el tratamiento.

### **3.6 IMPLEMENTACIÓN**

En la implementación se utiliza una base de datos como se mencionó anteriormente teniendo como el SGBD a Sql Server 2000. Es de gran importancia el acceso de datos almacenados, más que la implementación de operaciones de datos, una base de datos es el mecanismo mas apropiado para la implementación.

#### **3.6.1 DISEÑO DE LA APLICACIÓN**

En el diseño de la aplicación del sistema, referido a la forma de realizar una interfaz que lleva el sistema para dar a entender la funcionalidad del sistema de modo que sea simple e interactiva. Para la realización de las interfaces no existen metodologías que indiquen la forma de realizar estas interacciones, solo algunos principios de algunos autores, entre estos principios se toma en cuenta el principio de Mandel. [MAN97]

#### **3.6.2 DISEÑO DE LA INTERFAZ**

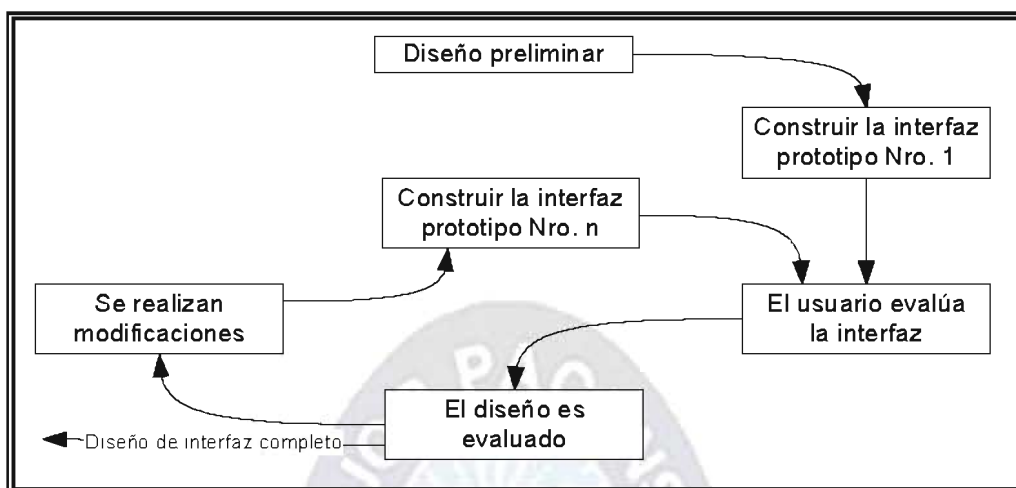
Para el diseño de la interfaz se define varios principios de diseño los cuales permiten al usuario mantener el control, estos principios son tomados de Mandel. [MAN,1997]

Estos principios fueron tomados en cuenta para el diseño de la interfaz:

- Se definieron los modos de interacción de forma que el usuario no realice acciones innecesarias o indeseables.
- Se proporciona una interfaz flexible.
- Se incluyen opciones de interrupción y deshacer la interacción del usuario.
- Ocultamiento al usuario ocasional los elementos técnicos internos.
- Diseño de interacciones directas con los objetos que aparecen en la pantalla.

El diseño de la interfaz se realizó mediante un ciclo de evaluación continua hasta que sean innecesarias las modificaciones al diseño de la interfaz como muestra la figura 3.21.





**Figura 3.21.** Principios para el diseño de la interfaz

**Fuente:** Mandel

La interfaz está diseñada en un entorno integrado de desarrollo y ejecución de software como es el aspecto de Microsoft Windows, en las figuras 3.22., 3.23., muestra las interfaces principales.

### 3.6.3 GENERACIÓN DE ESTADÍSTICAS

En la generación de estadísticas es necesario introducir las variables figura 3.25, para observar los resultados en la figura 3.26 y 3.27.

### 3.6.4 ESTRATEGIAS DE IMPLEMENTACIÓN

Se detalla a continuación las estrategias considerados de la implementación:

#### a) Base de datos

Se cuenta con un sistema SGBD que es ideal para la aplicación relacional de la base de datos, como ser el Sql Server 2000 de Microsoft, ideal para la aplicación Cliente Servidor, las aplicaciones que utilicen una base de datos, van a ser administradores con una autenticación propia de Sql Server 2000.

#### b) Codificación

La codificación es parte de llevar una tabla que fue transferida de las clases del modelo de objetos a código estándar SQL, la implementación de todas las tablas genera un resultado de tener el diseño de la base de datos del sistema implementado en Sql Server 2000, la tabla 3.19, muestra la implementación de la tabla paciente.

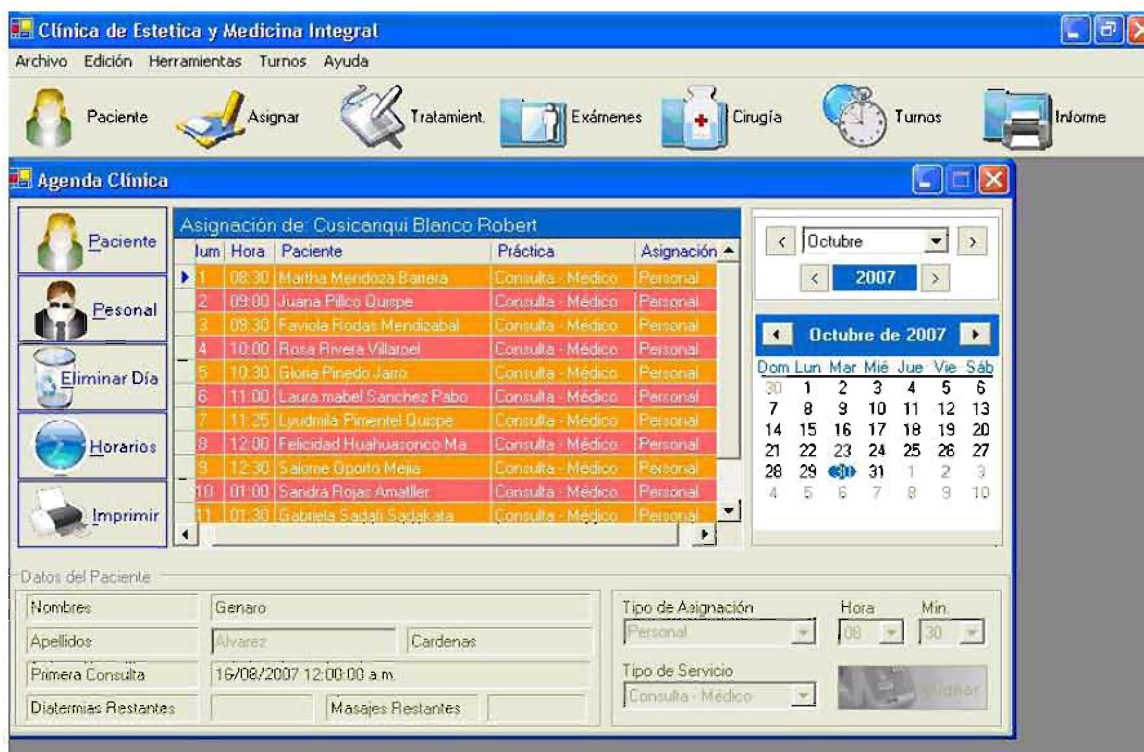


Figura 3.22. Diseño de la interfaz del administrador

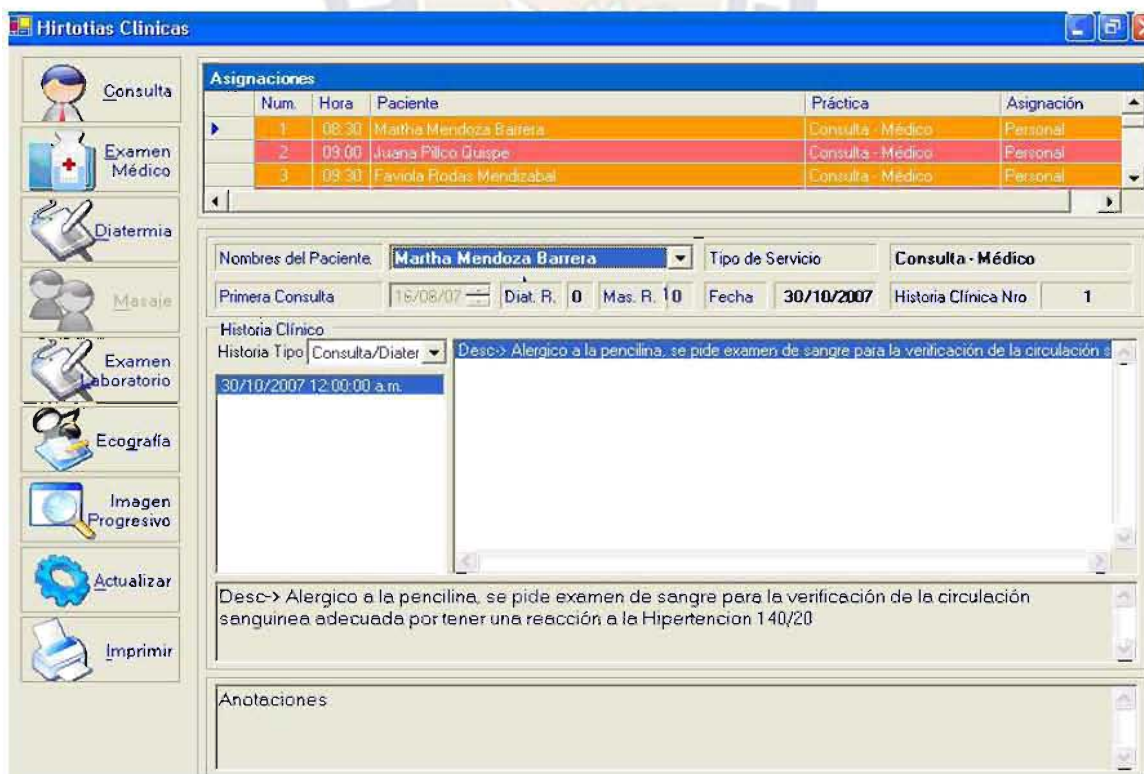


Figura 3.23. Diseño de la interfaz historia clínica



**Figura 3.24.** Autenticación del sistema

```

CREATE TABLE [dbo] [PACIENTE] (
  [ID_PACIENTE] [char] (9) NOT NULL ,
  [APELLIDO_PATERNO] [char] (20) NOT NULL ,
  [APELLIDO_MATERNO] [char] (20) NOT NULL ,
  [NOMBRES] [char] (30) NOT NULL ,
  [NUMERO_IDENTIDAD] [char] (9) NULL ,
  [FECHA_NACIMIENTO] [smalldatetime] NOT NULL ,
  [SEXO] [bit] NOT NULL ,
  [ESTADO_CIVIL] [bit] NULL ,
  [DOMICILIO] [char] (60) NOT NULL ,
  [TELEFONO_DOMICILIO] [char] (7) NULL ,
  [TELEFONO_MÓVIL] [char] (8) NULL ,
  [PRIMERA_CONSULTA] [smalldatetime] NOT NULL ,
  [IMAGEN] [char] (30) NULL
) ON [PRIMARY]
ALTER TABLE [dbo] [ASIGNACION] DROP CONSTRAINT FK_ASIGNACION_PACIENTE
PRIMARY KEY (ID_PACIENTE)

```

**Tabla 3.19.** Código SQL en la implementación de tablas

**c) Instalación del equipo**

El equipo del administrador debe ser la más importante, por eso se da la característica de solo este equipo, siendo los demás con características similares o inferiores a las que se proporciona en la tabla 3.20.

**d) Instalación del sistema**

La instalación o realización de instaladores del sistema se realizó de manera simple y este puede ser portable de una a otro equipo, sin la necesidad de una mayor configuración, según las pruebas realizadas no existe ningún problema en la instalación del software de desarrollo a pesar de tener una arquitectura Cliente Servidor.

**e) Capacitación del personal**

En la capacitación del personal, antes de la implementación del software de desarrollo, se realiza un seguimiento constante de manera que se capacite al personal involucrado con

el sistema, de este modo se evita el tropiezo con algún inconveniente, si ocurre este caso se solucione de manera pronta por la asistencia que se realiza al personal.

Hardware	Características
Procesador	Pentium IV
Velocidad	1.8Ghz
Memoria RAM	256 Mb
Disco Duro	20Gb
Lector de CD	LG 52x
Monitor	VGA
Scanner	SI
Teclado	SI
Mouse	SI
Tarjeta de red	Realtek RTL8029 Ethernet

Tabla 3.20. Características del equipo

Figura 3.25. Parámetros de cálculo

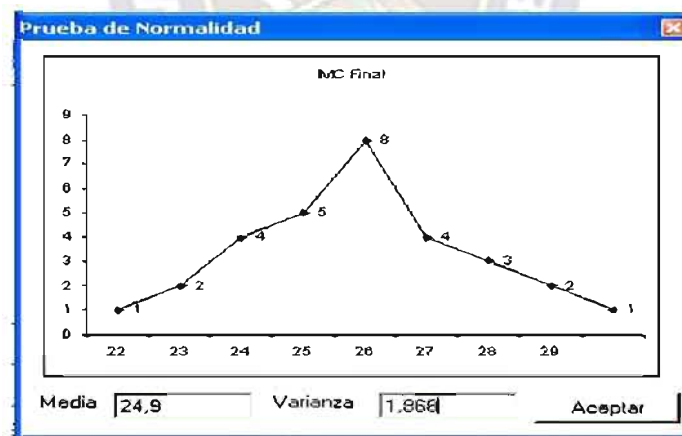


Figura 3.26. Distribución de las variables

Figura 3.27. Resultados estadísticos

El propósito de la ingeniería de software de construir software de calidad, por consiguiente se detalla cualitativamente la calidad mediante la aplicación de paramétricas. Uno de los factores de calidad utilizado es el estándar de ISO 9126 que toma los siguientes principios para verificar la calidad de software:

- Confiabilidad.
- Funcionalidad.
- Facilidad de uso.
- Eficiencia.
- Facilidad de mantenimiento.
- Portabilidad.

Para el software, se detalla aquellos principios que cuentan con algunas relaciones donde no se puedan establecer de manera subjetiva.

#### 4.1 CONFIABILIDAD

En términos estadísticos la confiabilidad se define como la probabilidad de operación libre de fallos del sistema en un entorno determinado y durante un tiempo específico. [Meyer, 1973]

La confiabilidad del sistema se mide mediante la ley de distribución exponencial, cual se define como la confiabilidad  $R(t)$  de un componente durante un periodo  $[0,t]$  o que falle en un tiempo mayor que  $t$ , es decir se tiene la ecuación:

$$R(t) = P\{T > t\} = 1 - F(t)$$

Tomamos en cuenta que el tiempo  $T$  para fallas es una variable aleatoria, exponencial, se tiene:

$$R(t) = 1 - [1 - e^{-\lambda t}]$$

$$R(t) = e^{-\lambda t}$$



$\lambda$ : Tasa constante de fallo. ( $\lambda$ = Número de fallas/Número de accesos al sistema)

Luego de realizar un cálculo de prueba en cada uno de los subsistemas se obtienen los datos, que se muestra en la tabla.

$R_i(t)$	Descripción	$\lambda$	t	$e^{-\lambda t}$
$R_1(t)$	Registro de historias clínicas	1/100	5	0,95
$R_2(t)$	Registro de asignación médica	2/100	5	0,90
$R_3(t)$	Registro de asignación de realización de tratamientos	2/100	5	0,90
$R_4(t)$	Registro de exámenes de laboratorio	1/100	5	0,95
$R_5(t)$	Registro de asignación de cirugías	3/100	5	0,86
$R_6(t)$	Venta de tratamientos	2/100	5	0,90

**Tabla 4.1.** Componentes del sistema

La confiabilidad total del sistema está relacionada a dos casos detallados a continuación:

**Caso 1.** Sin componentes independientes, conectados en serie y el i - ésimo componente tiene la confiabilidad  $R(t)$ , la confiabilidad del sistema completo es:

$$R(t) = R_1(t) * R_2(t) * \dots * R_{n-1}(t) * R_n(t)$$

**Caso 2.** Sin componentes independientes, actúan en paralelo y el i – ésimo componente tiene la confiabilidad  $R(t)$ , la confiabilidad del sistema completo es:

$$R(t) = 1 - [(1-R_1(t)) * (1-R_2(t)) * \dots * (1-R_{n-1}(t)) * (1-R_n(t))]$$

La confiabilidad total del sistema  $R_T(t)$  considerando los datos de la tabla , está dado por la siguiente relación:

$$R_T(t) = R_2(t) * \{1 - [(1-R_4(t)) * (1-(R_6(t) * R_3(t))) * (1-R_5(t))]\} * R_1(t)$$

El resultado presenta una confiabilidad de 85%, esto indica que el sistema tiene una probabilidad de fallo de 15% en un tiempo de uso determinado.

## 4.2 FUNCIONALIDAD

La funcionalidad de un software se mide según la complejidad del mismo, para realizar la medida indirecta del software se toma la métrica de punto función, el cual se usa como medio para medir la funcionalidad de entrega del sistema.

Para la funcionalidad o medición del sistema, se debe determinar las siguientes



características:

- Número de entradas de usuario: se origina en un usuario, cuando este ingresa datos orientados a la aplicación.
- Número de salidas de usuario: se cuenta cada salida que proporciona información orientada a la aplicación del usuario, entre estos alude a informes, pantallas, mensajes de error.
- Número de peticiones de usuario: es una entrada en línea que lleva a la generación de alguna respuesta inmediata por parte del software.
- Número de archivos: se cuenta cada archivo lógico maestro, cada archivo lógico interno que es un agrupamiento lógico de datos como ser parte de una base de datos o archivos independientes.
- Número de interfaces externas: se cuentan todas las interfaces legibles por la máquina.

Parámetro de medida	Cuenta	Factor de ponderación			Total
		Simple	Medio	Complejo	
Número de entradas de usuario	15	3	4	6	60
Número de salidas de usuario	11	4	5	7	55
Número de peticiones de usuario	5	3	4	6	20
Número de archivos	23	7	10	15	230
Número de interfaces externas	3	5	7	10	21
					386

**Tabla 4.2.** Parámetros de medida

Para el cálculo del punto función se realiza mediante la siguiente relación

$$PF = \text{Conteo total} \times [\text{Grado de confiabilidad} + 0,01 \times \sum(F_i)]$$

Conteo Final: Es la suma de todas las entradas de PF obtenidas de la tabla

$F_i$  ( $i = 1$  a  $14$ ): Son factores de ajuste de valor basados en las respuestas a las siguientes preguntas de la tabla. Cada una de estas preguntas se responde empleando una escala que va de 0 (no importa o aplicable) a 5 (absolutamente esencial).

Escala	Esencial 5	Significativo 4	Medio 3	Moderado 2	Incidental 1	Factor
--------	---------------	--------------------	------------	---------------	-----------------	--------

Cuestionario	
1. ¿Requiere el sistema copias de seguridad y recuperación fiable?	5
2. ¿Se requiere comunicación de datos?	5
3. ¿Existen funciones de procesos distribuidos?	5
4. ¿Es crítico el rendimiento?	1
5. ¿Será ejecutado el sistema en un entorno operativo existente y fuertemente utilizado?	5
6. ¿Requiere el sistema de entrada interactiva?	3
7. ¿Requiere de entrada de datos interactivos sobre múltiples ventanas?	4
8. ¿Se actualizan los archivos maestros de manera interactiva?	2
9. ¿Son complejas las entradas, las salidas, los archivos o las peticiones?	1
10. ¿Es complejo el procesamiento interno?	3
11. ¿Se ha diseñado el código para ser reutilizable?	3
12. ¿Están incluidas en el diseño la conversión y la instalación?	3
13. ¿Se ha diseñado el sistema para soportar múltiples instalaciones?	5
14. ¿Se ha diseñado la aplicación para facilitar los cambios y para ser fácilmente utilizado por el usuario?	5
	$\Sigma(F_i)$ 50

**Tabla 4.3.** Factores de ajuste

Realizando cálculos de punto función se tiene:

$$PF = \text{Conteo total} \times [\text{Grado de confiabilidad} + 0,01 \times \Sigma(F_i)]$$

$$PF = 386 \times [0,85 + 0,01 \times 50]$$

$$PF = 521,10$$

Considerando que el valor máximo que puede ser obtenido en la suma de los factores de ajuste de valor es 70, que representa el 100% de la sumatoria, tenemos:

$$PF' = \text{Conteo total} \times [\text{Grado de confiabilidad} + 0,01 \times \Sigma(F_i)]$$

$$PF' = 386 \times [0,85 + 0,01 \times 70]$$

$$PF' = 598,30$$

Luego la funcionalidad del sistema se calcula mediante la relación:

$$PF/PF' = 521,10/598,30 = 0,87$$

Este porcentaje indica la funcionalidad o utilidad del sistema con el 87%.

#### 4.3 FACILIDAD DE MANTENIMIENTO

La métrica aplicada en la facilidad de mantenimiento es el tiempo medio de cambio (TMC), esto representado mediante la ecuación:

$$TMC = TA + TD + TI + TP$$

TA: Tiempo necesario en analizar la petición de cambio

TD: Tiempo empleado en diseñar una modificación adecuada

TI: Tiempo necesario para implementar el cambio

TP: Tiempo empleado en probar y distribuir el cambio a los usuarios

Si la TMC es lo más bajo posible, el programa es de fácil mantenimiento a la solicitud del usuario.

$$TMC = TA + TD + TI + TP$$

$$TMC = 16h + 32h + 64h + 16h = 128h$$

La cantidad de horas promedio que es necesario para realizar el mantenimiento del sistema es 128h, como una persona cumple con 8 horas laborales, el mantenimiento se realizara en 16 días.

#### 4.4 PORTABILIDAD

Es la facilidad con que se lleva el sistema de un entorno a otro, el grado de facilidad o portabilidad del sistema está dado por la siguiente relación:

$$GP = 1 - (\text{Costo de transportar el sistema} / \text{costo de re - desarrollo})$$

$$GP = 1 - (230/10.000) \text{ Bs.}$$

$$GP = 1 - 0,023 = 0,977$$

Este resultado muestra que el sistema tiene una facilidad de llevar de un entorno a otro de un 97%.

#### 4.5 COSTES DE DESARROLLO DEL SOFTWARE

Existen distintos métodos para la estimación de costes de desarrollo de software, estos métodos no son otra cosa que establecer una relación matemática entre el esfuerzo y el tiempo de desarrollo.

El método COCOMO (Constructive Cost Model) desarrollado por Barry M. Boehm, define tres diferentes modelos, los cuales son:

- Modelo básico
- Modelo intermedio
- Modelo avanzado

El modelo básico distingue tres tipos de proyecto: Orgánico, Semi-Acoplado y Empotrado. Para la estimación de costes del proyecto desarrollado se opta por el método de COCOMO básico orgánico mediante el uso de líneas de código, por poseer menos de 50.000 líneas de código.

Proyecto CM & EP = 9700 Líneas de código

$E = \text{Esfuerzo} = a * KLDC^b \text{ (persona x mes)} = 2,4 * (9,7)^{1,05} = 26 \text{ personas x mes}$

$T = \text{Tiempo de duración de desarrollo} = c * \text{Esfuerzo}^d \text{ (Meses)} = 2,5 * 26^{0,38} = 8 \text{ mes}$

$CP = \text{Cantidad de personas necesarias en el proyecto} = E/T = 26/8 = 3 \text{ personas}$

$PT = \text{Precio total aproximado}$

$PT = CP * T * \text{Salario medio entre los programadores y analistas} = 3 * 8 * 2500Bs = 60,000Bs$

Los valores  $a=2,4$   $b=1,05$   $c=2,5$  y  $d=0,38$  son valores constantes que dependen de la clase de proyecto que estemos evaluando.

Con estos resultados concluimos que el proyecto CM & EP debió terminarse aproximadamente en 8 meses por un equipo de 3 personas.

**5.1 CONCLUSIONES**

Las conclusiones realizadas sobre el sistema para los centros médicos especializados en estética, el mismo que en adelante será una herramienta de trabajo; son las que se mencionan en los puntos siguientes.

- El sistema informático se puede implementar en centros médicos especializados en medicina estética o con características similares.
- El acceso de los expedientes clínicos del paciente son de manera inmediata y coetáneo según a los requerimientos del médico como medio para establecer los diagnósticos que a su vez es la parte esencial, mismo que permite tener acceso a todo lo que la medicina ha acumulado y escrito desde el momento de la puesta en marcha.
- Se disminuye en el trabajo realizado por el administrador en el control de tratamiento del paciente para la asignación de citas médicas, se elimina progresivamente la búsqueda de los expedientes clínicos de los pacientes.
- Los resultados esperados no necesariamente son solucionados en la medida que uno espera, el personal médico no cuenta con la destreza, habilidad y experiencia en el llenado de los datos; este tendrá mejores resultados de manera progresiva con el uso frecuente del sistema realizado.
- La historia clínica de formato clásico es utilizado en amplitud en centros de medicina, debido a la universalidad del mismo.

Todos estas conclusiones muestran que el trabajo realizado, proveen una herramienta más al personal médico, en este sentido tomo como parámetro la satisfacción del usuario.

## 5.2 RECOMENDACIONES

Las recomendaciones realizadas con fines de trabajos similares en lo posterior, no solo en el campo de la informática también en las áreas que compete, se citan las siguientes:

- En un trabajo posterior a este se recomienda ampliar los módulos de estos, mejorando la forma de administrar los expedientes clínicos.
- Investigar los distintos tipos de formatos de la historia clínica como ser el formato clásico y el formato orientado a problemas, siendo el formato orientado a problemas con un futuro más alentador para el uso de los sistemas expertos en el área de la informática.
- Realizar una investigación profunda de las normas jurídicas dispersas vigentes sobre el manejo de los expedientes clínicos, para que este se englobe en uno solo en lo posterior, como una norma única a plantear a quien corresponda, para la administración única de expedientes clínicos computarizada o historias clínicas informatizadas.
- Ampliar el trabajo de manera que la información sobre los expedientes clínicos existentes de los pacientes pueda llegar a puntos lejanos, así compartir este documento entre centros de salud, llevándolo a un tiempo no muy lejano a un expediente clínico único dentro del país.
- Implementar sistemas orientadas a la captura de información complementaria a la historia clínica.
- Investigar formatos de historias clínicas distintos a la clásica, con la finalidad de ampliar el estudio.



## ANEXO A DIAGRAMAS DEL SISTEMA

### A.1 Modelo dinámico

#### A.1.1 Preparación de escenarios

##### Escenario normal para la asignación de consultas médicas

- Paciente solicita consulta médica
- Enfermera pide tipo de atención médica
- Paciente indica sobre el tipo de atención médica
- Enfermera pide indicar el médico con el cual realiza el tratamiento
- Paciente indica el médico el cual realiza su tratamiento
- Paciente indica la hora en que desea ser atendido
- Enfermera revisa si la hora no está reservado o asignado a otro paciente
- Enfermera comunica al paciente que la hora de atención solicitado esta libre y solicita sus datos
- Paciente proporciona sus datos para ser asignado
- Enfermera registra datos del paciente en la asignación
- Enfermera comunica al paciente la hora y el médico al cual fue asignado

##### Escenario con excepciones para la asignación de consultas médicas

- Paciente solicita consulta médica
- Enfermera pide tipo de atención médica
- Paciente indica sobre el tipo de atención médica
- Enfermera pide indicar el médico con el cual realiza el tratamiento
- Paciente indica el médico el cual realiza su tratamiento
- Paciente indica la hora en que desea ser atendido
- Enfermera revisa si la hora no esta reservado o asignado a otro paciente
- Enfermera comunica que la hora ya está asignado a otro paciente
- Enfermera consulta si desea recibir atención médica en otro horario
- Paciente comunica de manera afirmativa la consulta de la enfermera
- Enfermera comunica las horas libres para su selección por el paciente
- Paciente comunica la hora de selección que realizó
- Paciente proporciona sus datos para ser asignado
- Enfermera registra datos del paciente en la asignación
- Enfermera comunica al paciente la hora y el médico al cual fue asignado

### **Escenario normal para la asignación de tratamientos**

- Paciente solicita realización de tratamiento (diatermia o masaje)
- Enfermera solicita los datos del paciente que solicita la realización del tratamiento
- Paciente provee sus datos para ser asignado
- Enfermera comprueba la compra de tratamiento; además tenga tratamientos restantes para realizarse
- Enfermera solicita hora y personal para ser atendido
- Paciente indica el personal que realizará el tratamiento
- Paciente indica la hora en la que desea ser atendido
- Enfermera revisa si la hora no está reservado o asignado a otro paciente
- Enfermera comunica al paciente que la hora de asignación esta libre y será asignado al paciente
- Enfermera registra datos del paciente en la asignación de tratamientos
- Enfermera comunica al paciente la hora y el personal al que fue asignado

### **Escenario con excepciones para la asignación de tratamientos**

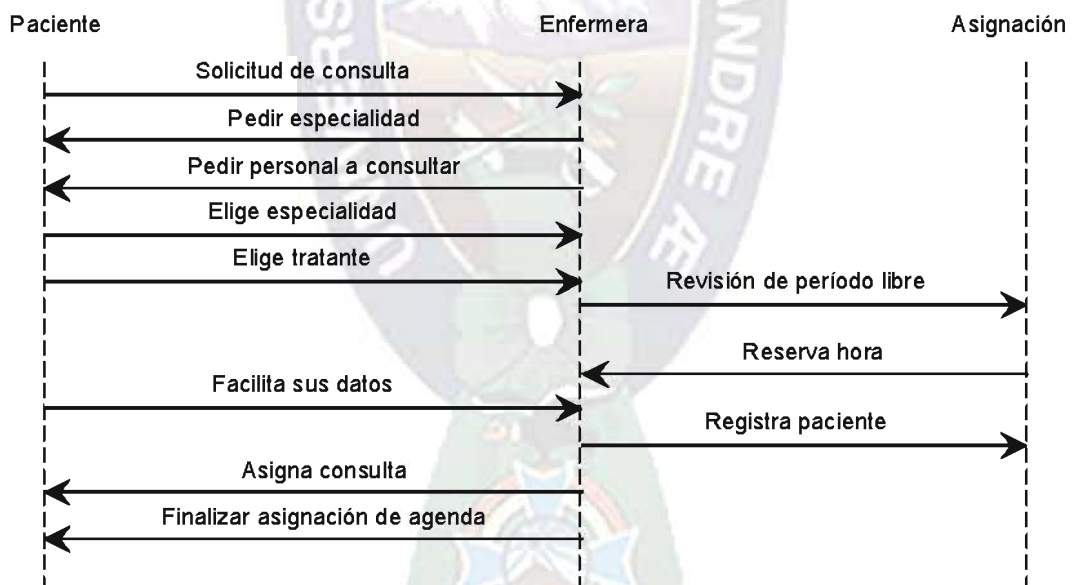
- Paciente solicita realización de tratamiento (diatermia o masaje)
- Enfermera solicita los datos del paciente que solicita la realización del tratamiento
- Paciente provee sus datos para ser asignado
- Enfermera comprueba la compra de tratamiento; además tenga tratamientos restantes para realizarse
- Enfermera comunica que su compra ya no tiene tratamientos restantes para realizarse e informa tratamientos realizados de la compra
- Enfermera consulta si desea realizar nueva compra
- Paciente afirma la consulta de compra
- Enfermera informa de los tipos de tratamientos que se ofrece para la compra
- Paciente selecciona tratamiento a comprar y comunica a la enfermera
- Enfermera registra la compra del paciente
- Enfermera solicita hora y personal para ser atendido
- Paciente indica el personal que realizará el tratamiento
- Paciente indica la hora en la que desea ser atendido
- Enfermera revisa si la hora no está reservado o asignado a otro paciente
- Enfermera comunica al paciente que la hora de asignación esta libre y será asignado al paciente
- Enfermera registra datos del paciente en la asignación de tratamientos
- Enfermera comunica al paciente la hora y el personal al que fue asignado

### Escenario normal para requerimientos de exámenes de laboratorio

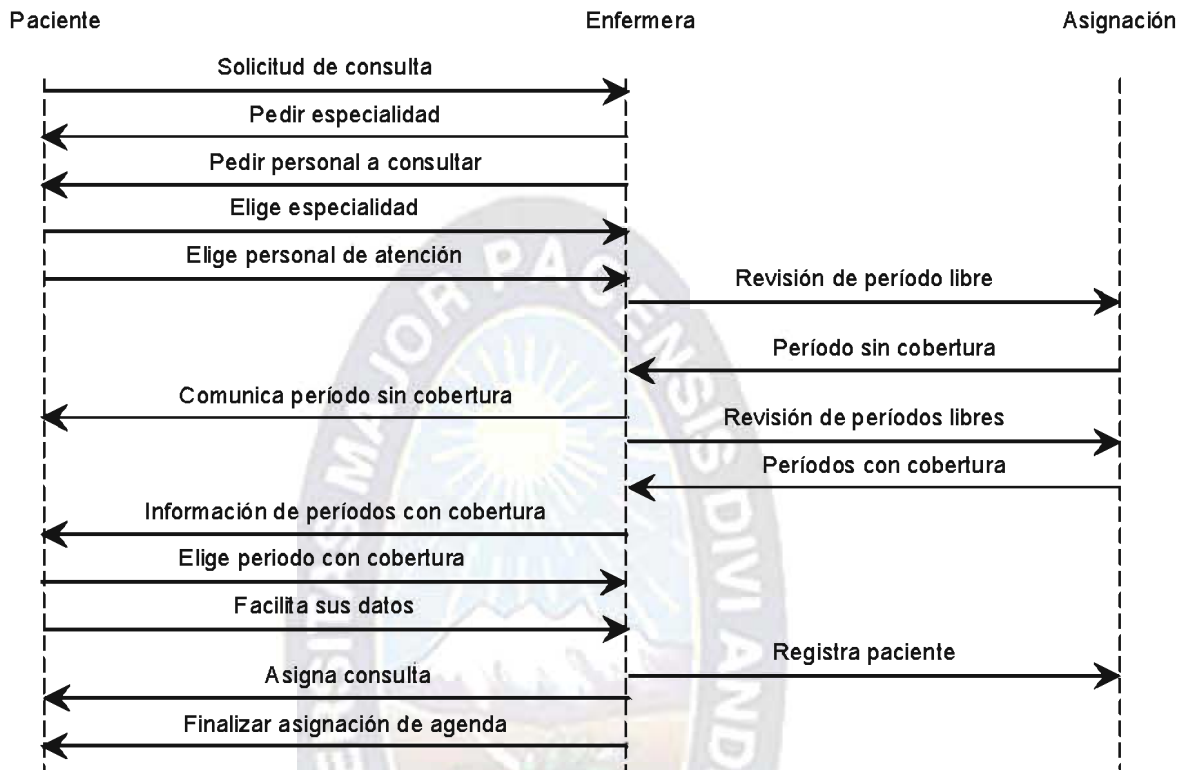
- Paciente expone malestar al médico
- Médico realiza su análisis y solicita que se realice un examen de laboratorio clínico
- Médico informa sobre el tipo de examen de laboratorio clínico
- Médico solicita muestra
- Paciente proporciona la muestra solicitado
- Médico registra la solicitud de examen de laboratorio clínico en la historia clínica
- Médico envía muestra de análisis a la enfermera
- Enfermera registra informe de examen de laboratorio clínico admitido del laboratorio
- Paciente luego de la recepción del informe del laboratorio, consulta los resultados
- Médico extrae registro de solicitud del examen de laboratorio clínico
- Médico extrae informe del examen de laboratorio clínico
- Médico informa resultados y los tratamientos a realizar al paciente
- Médico registra resultados y los tratamientos a realizar al paciente en su historia clínica
- Termina el registro de historia clínica

### A.1.2 Preparación de trazo de eventos

#### Trazo de eventos con escenarios normales para la asignación de consultas médicas



**Trazo de eventos para escenarios con excepciones de la asignación de consultas médicas**



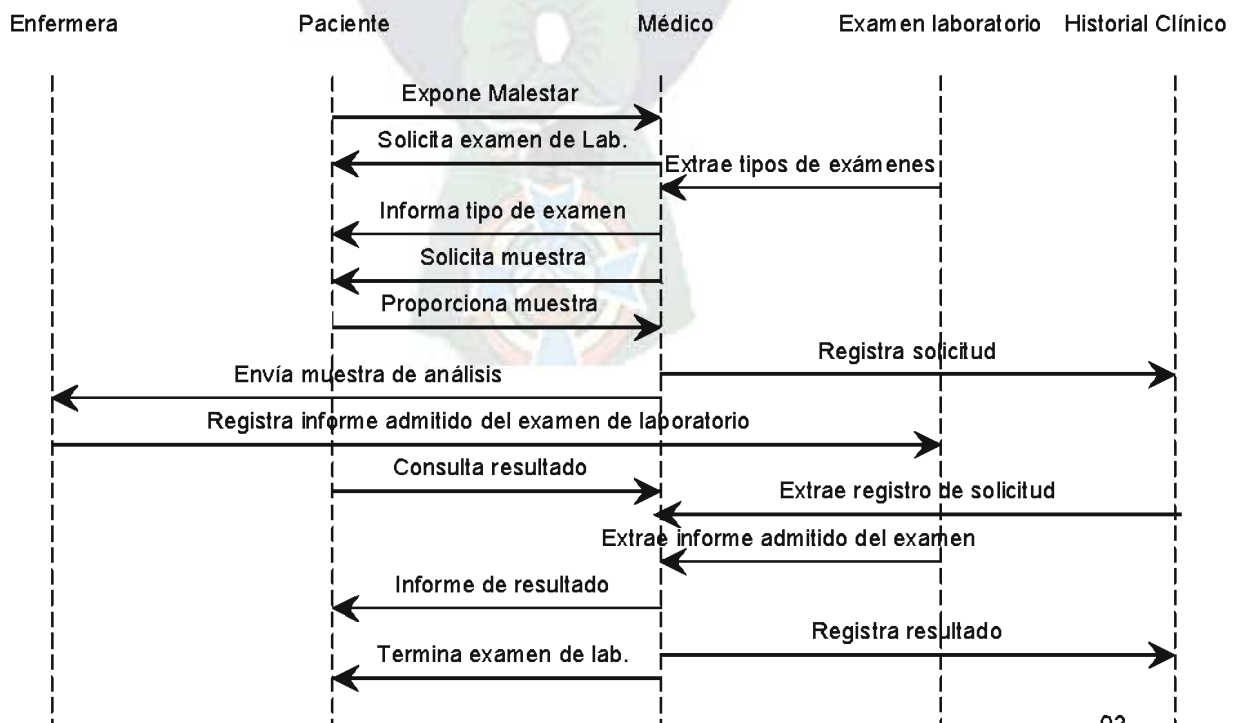
**Trazo de eventos con escenarios normales para la asignación de tratamientos (masajes y diatermias)**



**Trazo de eventos para escenarios con excepciones para la asignación de tratamientos (masajes y diatermias)**

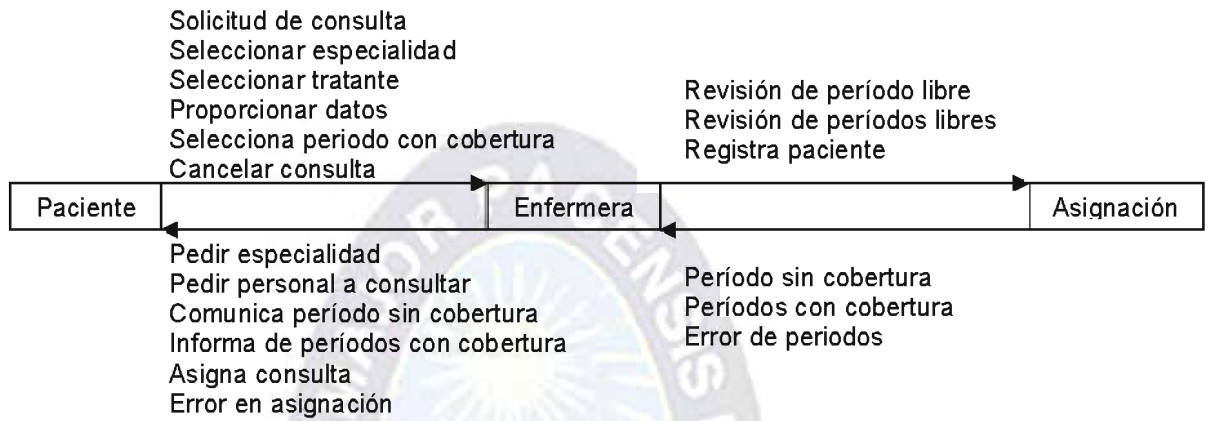


**Trazo de eventos con escenarios normales para requerimientos de exámenes laboratorio**



### A.1.3 Diagrama de flujo de eventos

#### Diagrama de flujo de eventos para la asignación de consultas

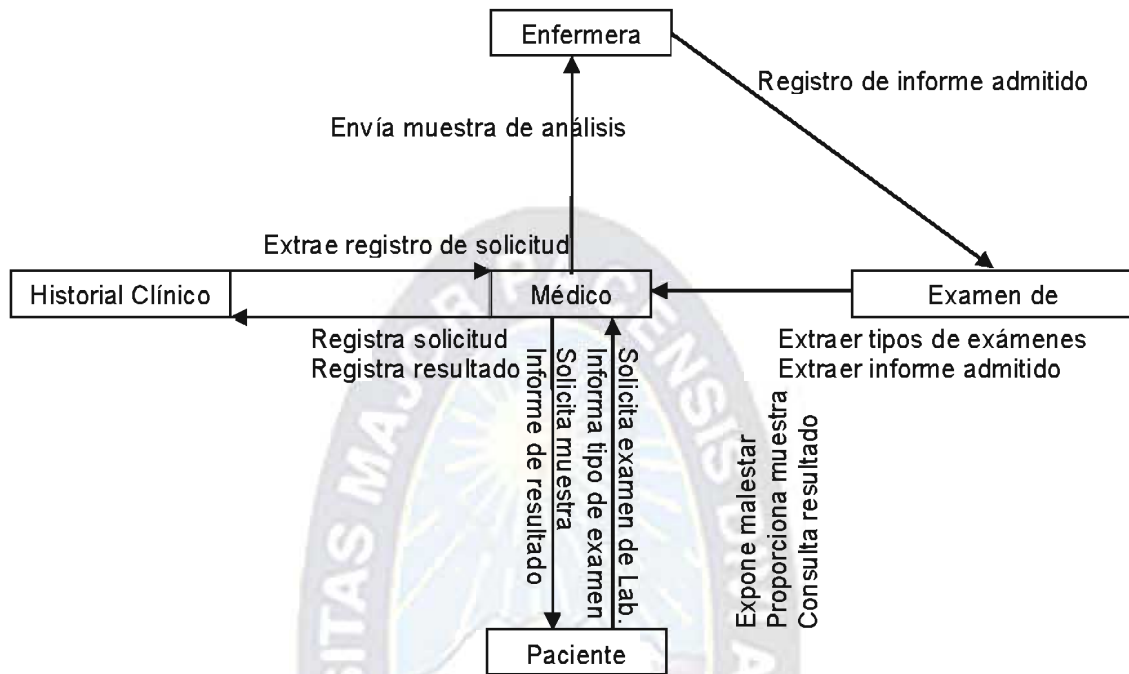


#### Diagrama de flujo de eventos para la asignación de tratamientos (masajes y diatermias)



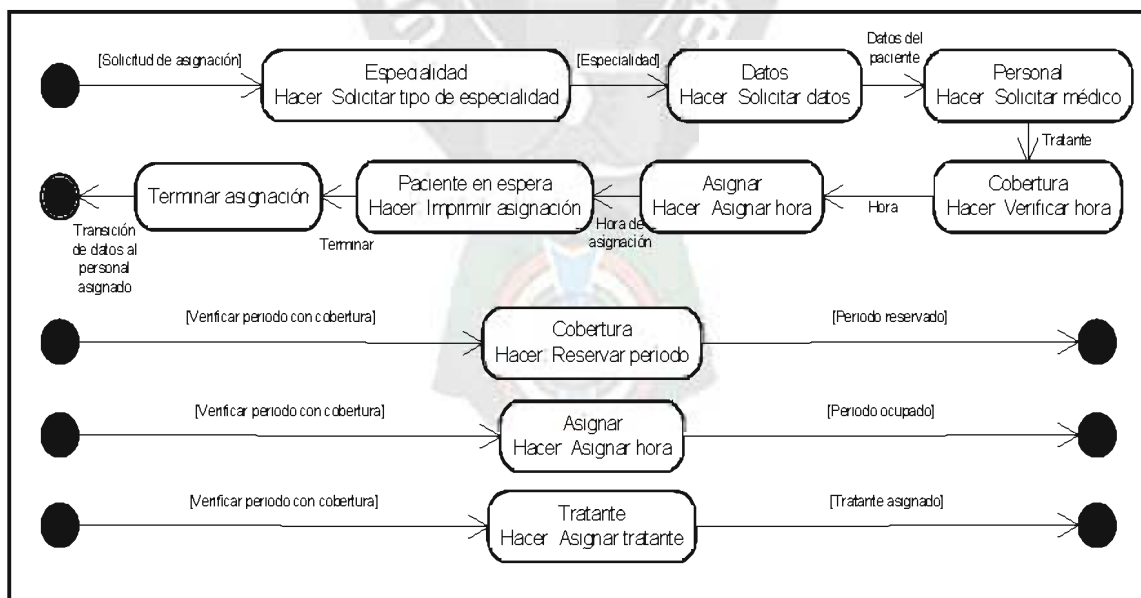


**Diagrama de flujo de eventos para requerimientos de exámenes clínicos**

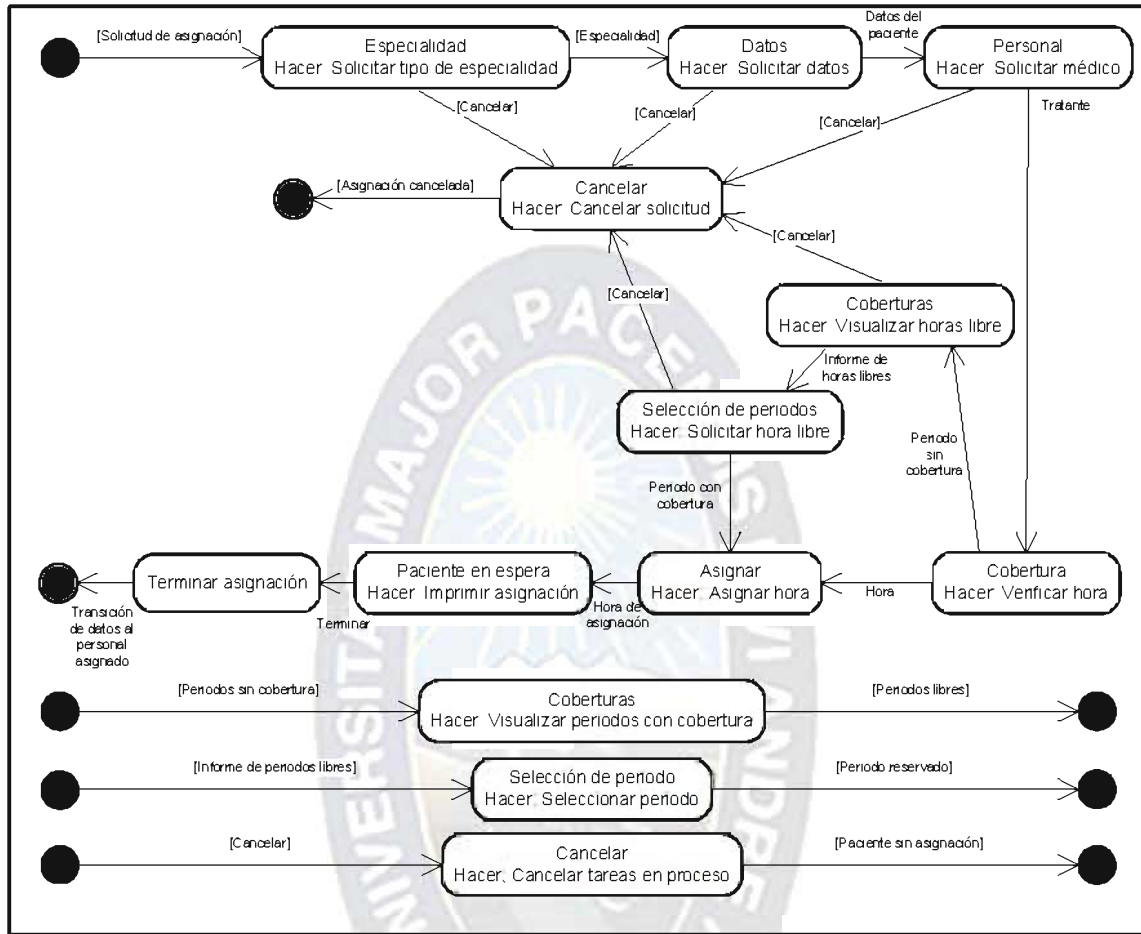


**A.1.4 Diagrama de estados**

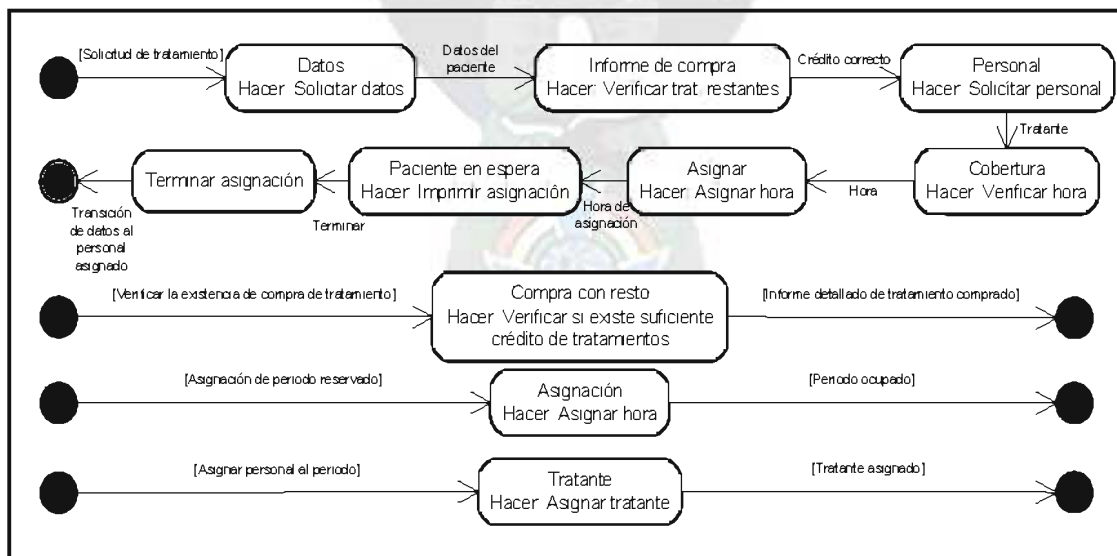
**Diagrama de estado normal para la asignación de consultas**



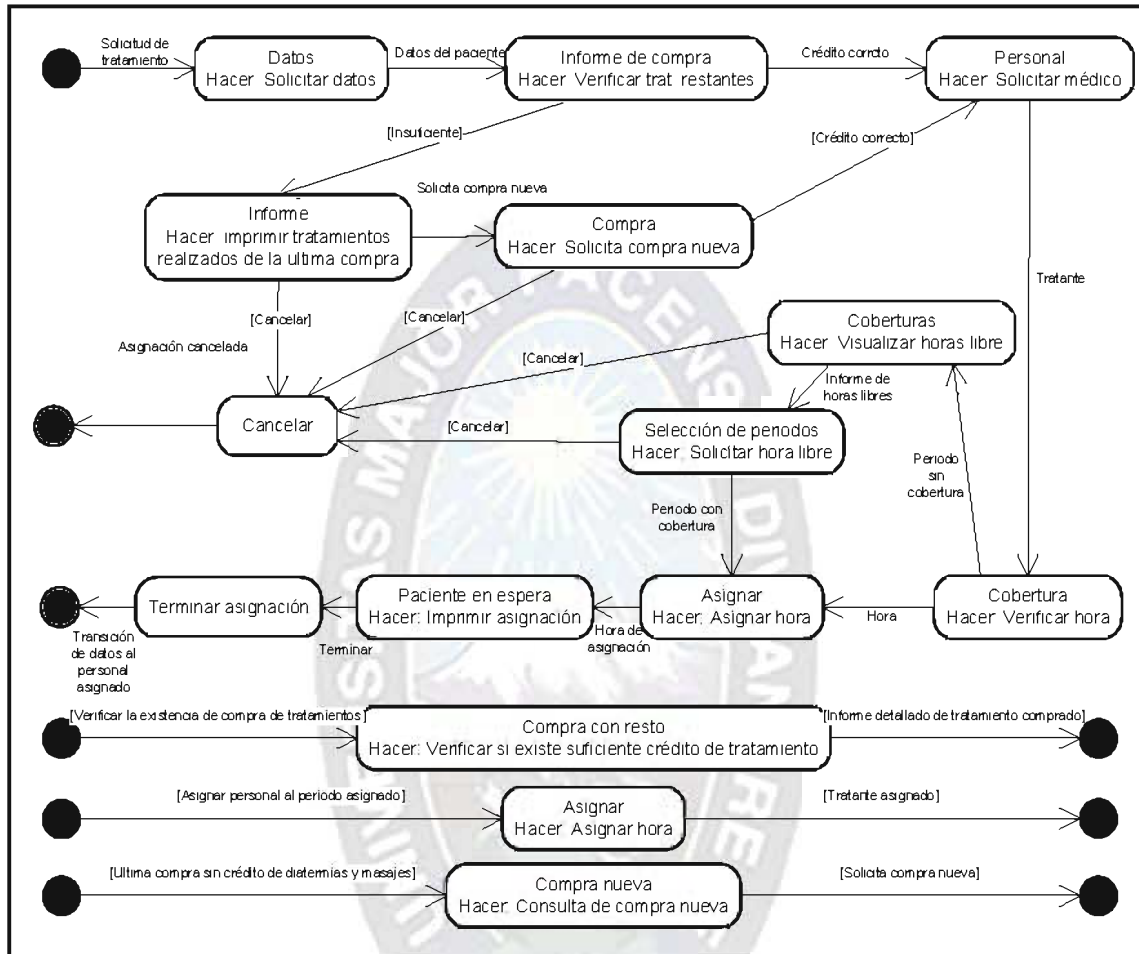
### Diagrama de estado con excepciones para la asignación de consultas



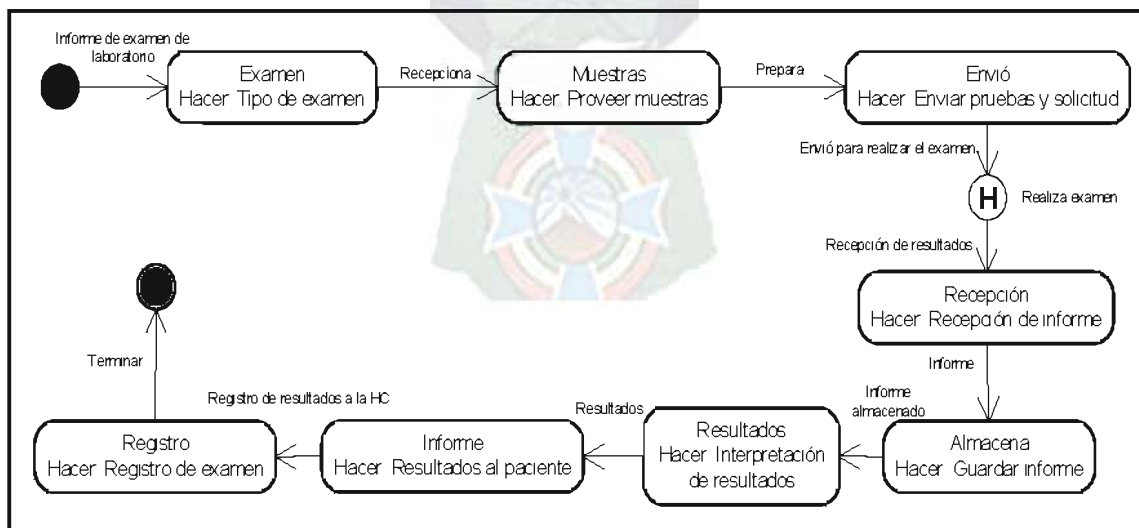
### Diagrama de estado normal para la asignación de tratamientos (diatermias y masajes)



**Diagrama de estado con excepciones para la asignación de tratamientos(diatermias y masajes)**



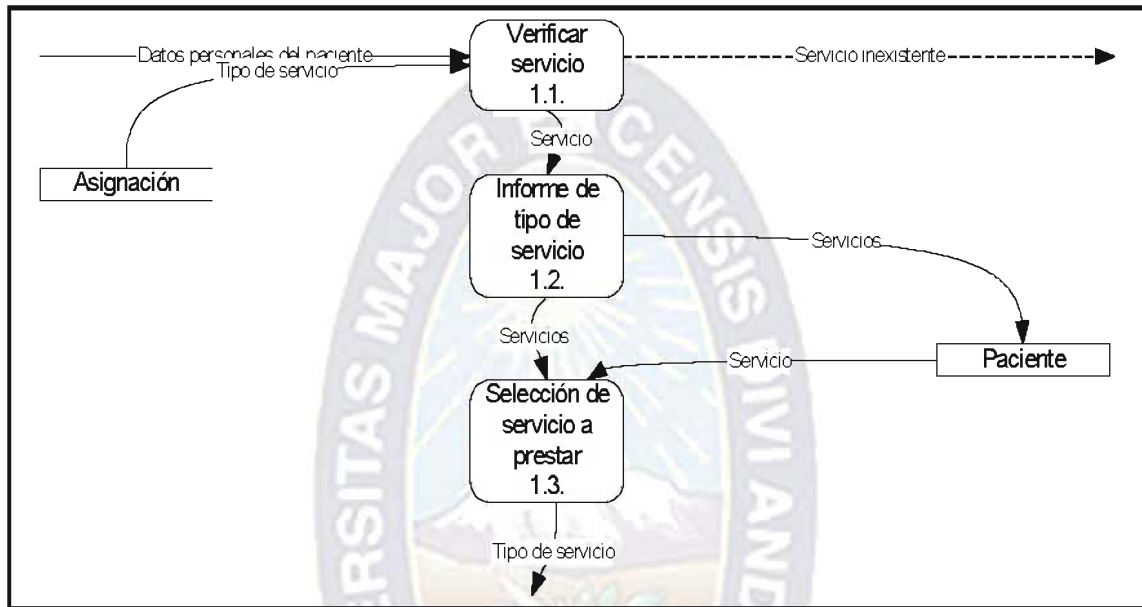
**Diagrama de estado normal para exámenes de laboratorio**



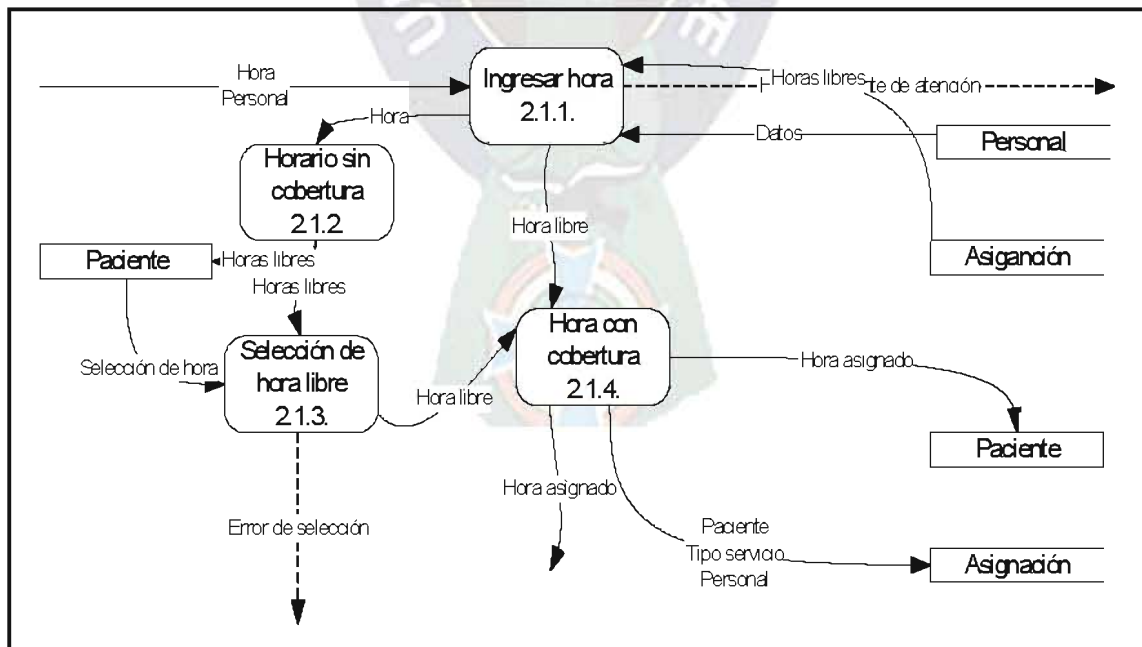
## A.2 Modelo funcional

### A.2.1 Diagrama detallado Nivel 2 - Nivel 3

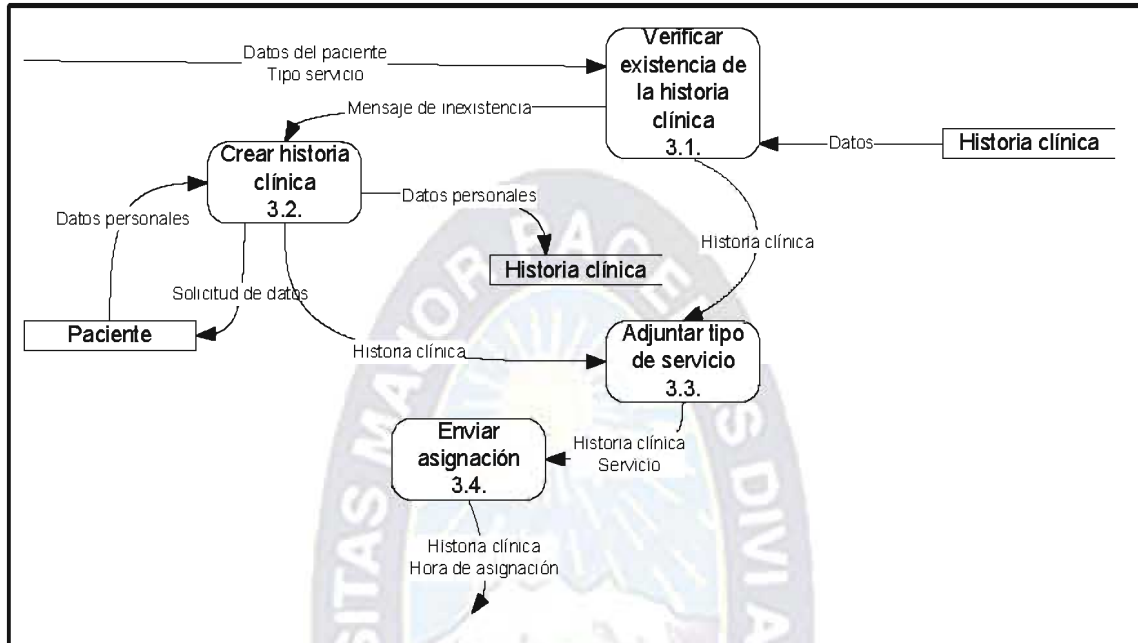
#### Verificar de servicios de la clínica



#### Verificar hora libre de servicio



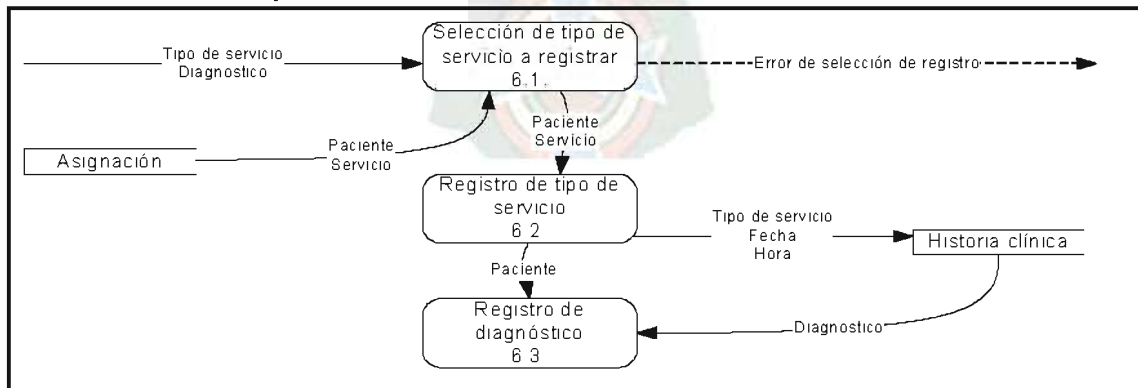
### Verificar existencia del Expediente Clínico



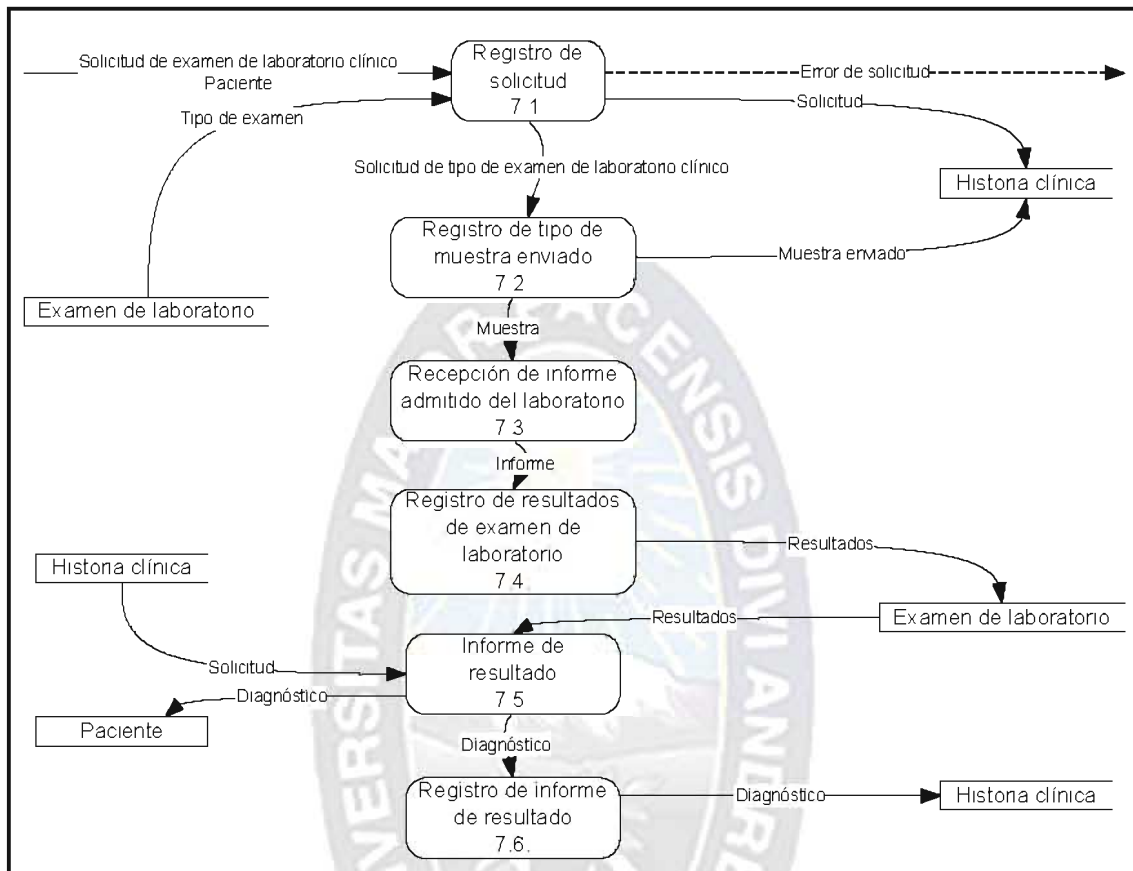
### Visualizar expediente clínico



### Selección de servicio para almacenar

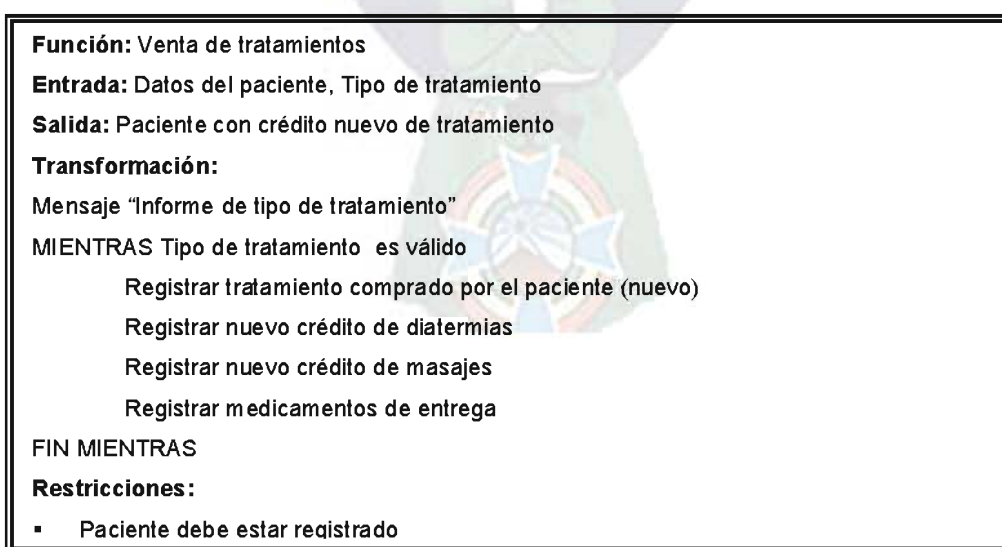


## Registro de examen de laboratorio



## A.2.2 Descripción de Procesos y Funciones

### Función para la venta de tratamientos





### Función para la asignación de diatermias y masajes

<p><b>Función:</b> Asignación de diatermias y masajes</p> <p><b>Entrada:</b> Datos del paciente, tipo de consulta (diatermias y masajes)</p> <p><b>Salida:</b> Hora de asignación</p> <p><b>Transformación:</b> SI Crédito (diatermias, masajes) &gt;0     Asignar hora de atención</p> <p>FIN SI</p> <p><b>Restricciones:</b></p> <ul style="list-style-type: none"><li>▪ Paciente debe tener compra de tratamientos</li></ul>
---

### Función para verificar hora libre de consulta, diatermia y masaje

<p><b>Función:</b> Verificar hora libre</p> <p><b>Entrada:</b> Tipo de consulta</p> <p><b>Salida:</b> Hora próximo libre</p> <p><b>Transformación:</b> MIENTRAS Tipo consulta es válido y hora <math>\geq 8:00</math> y Hora <math>\leq 16</math>     SI Hora es libre         Mensaje" Hora sin asignación"</p> <p>    NO         Mensaje" Hora ocupado, por otro paciente"         Buscar hora próxima de consulta         Desplegar horas libre</p> <p>    FIN SI</p> <p>FIN MIENTRAS</p> <p><b>Restricciones:</b></p> <ul style="list-style-type: none"><li>▪ Paciente debe estar registrado</li></ul>
--

### Función para desplegar el expediente clínico del paciente

<p><b>Función:</b> Desplegar expediente clínico</p> <p><b>Entrada:</b> Paciente , fechas de visita</p> <p><b>Salida:</b> Historia Clínica</p> <p><b>Transformación:</b></p> <p>Desplegar fechas de visita</p> <p>SI Fecha de visita es válido</p> <p>Desplegar en pantalla informe clínico</p> <p>NO</p> <p>Mensaje" El paciente no visitó la clínica en esta fecha"</p> <p>Desplegar en pantalla fechas de visita</p> <p>FIN SI</p> <p><b>Restricciones:</b></p> <ul style="list-style-type: none"><li>▪ Paciente debe estar asignado a consulta</li></ul>
---

### Función para desplegar asignaciones (consultas, diatermias y masajes)

<p><b>Función:</b> Desplegar asignaciones</p> <p><b>Entrada:</b> Fecha, Personal</p> <p><b>Salida:</b> Asignaciones</p> <p><b>Transformación:</b></p> <p>SI Personal válido y fecha válido</p> <p>Mensaje" Personal asignado en fecha a:"</p> <p>SI Asignaciones &gt;0</p> <p>Desplegar en pantalla asignaciones del personal</p> <p>NO</p> <p>Mensaje" Personal sin asignaciones"</p> <p>FIN SI</p> <p>FIN SI</p> <p><b>Restricciones:</b></p> <ul style="list-style-type: none"><li>▪ Sin restricciones</li></ul>
---