

**Recepción:** 12 de junio de 2014

**Aceptación:** 17 de septiembre de 2014

**Publicación:** 25 de septiembre de 2014

# **MÓDULO SERVICIO DE OFTALMOLOGÍA PARA EL SISTEMA INTEGRAL DE GESTIÓN DE LA CLÍNICA DE ESPECIALIDADES MÉDICAS GRANMA.**

---

**OPHTHALMOLOGY SERVICE MODULE FOR THE  
INTEGRATED MANAGEMENT SYSTEM OF GRANMA  
MEDICAL SPECIALTIES CLINIC**

Reinier Rodríguez Fernández<sup>1</sup>

Michel Acosta Hernández<sup>2</sup>

1. Ingeniero en Ciencias Informáticas, Facultad Regional de la Universidad de Granma. Especialista de Sistemas de Gestión en el departamento de Soluciones de Gestión. Cuba. E-mail: [rrfernandez@grm.uci.cu](mailto:rrfernandez@grm.uci.cu)
2. Ingeniero en Ciencias Informáticas, Empresa de Proyectos e Ingeniería UEB Las Tunas. Especialista C de Proyectos e Ingeniería. Grupo DIP. Cuba. E-mail: [programacion@enpalt.co.cu](mailto:programacion@enpalt.co.cu)

## RESUMEN

En el documento se exponen los resultados de una investigación para el desarrollo de un módulo que gestione toda la información que genera el área de oftalmología, el cual forma parte del Sistema Integral de Gestión de la clínica. Se incluyó el estudio del proceso de gestión de información, se realizó una selección de las tecnologías que permitieron obtener una solución para la implementación del sistema y los resultados de la realización de las pruebas que validaron el mismo. Con la solución propuesta se pretende automatizar los procesos correspondientes al área de oftalmología, lo que agilizará el paso de los pacientes por los servicios brindados.

## ABSTRACT

This document presents the results of an investigation to develop a module that manages all the information generated by the field of ophthalmology, which is part of the Integrated Management of the clinic. We included the study of information management process, we performed a selection of technologies and the results of performing the tests validated the same. With the proposed solution is to automate the processes pertaining to the field of ophthalmology, which accelerate the shift of patients for services.

## PALABRAS CLAVE

Automatizar procesos, gestión de información, servicios oftalmológicos, Sistema Integral de Gestión.

## KEYWORDS

Automate processes, information management, Information Management System, ophthalmological services.

## INTRODUCCIÓN

La sociedad ha experimentado extraordinarios avances tecnológicos, uno de estos logros ha sido el surgimiento de las microcomputadoras y el desarrollo de las Tecnologías de la Información y las Comunicaciones (TIC), marcando la necesidad del nacimiento de una civilización desarrollada, donde lo visual y lo digital pueden transformar la realidad de muchas personas. La tecnología se ha convertido en una herramienta indispensable para el buen desempeño de los procesos y servicios, así como para el intercambio de información entre diferentes sectores de la sociedad.

El desarrollo de los medios tecnológicos e informáticos ha dado paso a un nuevo paradigma de atención en el sector de la salud, contribuyendo a promover la cooperación e integración de todos los países, brindando a los pueblos mejores condiciones de vida, específicamente a los continentes más afectados en esta esfera, como son: América, Asia y África.

Cuba, ha desarrollado la colaboración médica dentro y fuera del país, ejemplo de esto: en 1984 comenzó a ponerse en práctica el modelo del médico y la enfermera de la familia. En el 2000 se realizaron nuevas inversiones para continuar la modernización de la red nacional de hospitales y policlínicos, con la introducción de nuevos equipos, tecnología de avanzada y técnicas quirúrgicas. Se puso en práctica la instrucción de jóvenes extranjeros que pertenecen al Nuevo Programa de Formación de Médicos Latinoamericanos. En el 2004 comenzó la lucha contra la ceguera preventiva, poniéndose en práctica la Misión Milagro, una alternativa más para América Latina, que tiene como prioridad devolverle la visión a la mayor parte de la población de los países latinoamericanos.

En Cuba, las aplicaciones informáticas que gestionan información son cada vez más utilizadas por las instituciones, debido a que permiten sustituir los procedimientos tradicionales de manipulación y control de la información que se realizan manualmente, por métodos automatizados de almacenamiento, que proveen un ambiente de trabajo para la toma de decisiones y el manejo de resultados. Existen instituciones y centros de desarrollo que se dedican a la creación de sistemas de gestión de información destinados al área de la salud, entre ellas se encuentra la Universidad de las Ciencias Informáticas (UCI), un centro creado con el objetivo de formar profesionales, comprometidos con su patria, calificados en la rama de la informática, vinculados a la enseñanza y a la producción. Está compuesta por 10 facultades, 7 en la sede central y 3 regionales. Específicamente una de sus facultades centrales trabaja informatizando la salud, la misma ha desarrollado varias aplicaciones destinadas a distintas especialidades médicas, estas se pueden usar en los hospitales y clínicas del país. La Facultad Regional Granma cuenta con un centro de desarrollo, que está conformado por 4 líneas de investigación, una de ellas se nombra Soluciones de Gestión, la cual se dedica al desarrollo de sistemas de este tipo.

La gestión de información es necesaria en la rama de la salud. En el mundo, se han creado numerosas aplicaciones, entre ellas los sistemas de gestión de información, que tienen como propósito lograr un mayor desempeño en el trabajo, aumentar la satisfacción de los clientes, facilitando el control de calidad de las acciones que se realizan en los hospitales y clínicas, potenciando un desarrollo acelerado en los centros de investigación contra enfermedades.

Actualmente la Clínica de Especialidades Médicas (CEM) de Granma situada en el municipio de Bayamo, ofrece servicios a pacientes de diferentes localidades de la provincia, específicamente, el área de oftalmología arroja un gran cúmulo de información, relacionada con los registros de los pacientes que han sido atendidos. En este centro, el procesamiento de la información se realiza manualmente, creando archivos en formato duro y en hojas de cálculo Excel, lo que dificulta la impresión de reportes, el control de las historias clínicas, la visualización de las imágenes tomadas por los equipos y los datos estadísticos que se generan. Todo el trabajo que se realiza en el servicio de oftalmología es muy extenso y engorroso, debido a esto la labor de sus especialistas se torna lenta, e incluso se incurren en errores o pérdidas de la documentación producto a la gran cantidad de datos que se almacenan, lo cual trae como resultado que sus servicios pierdan en calidad y la satisfacción del paciente no sea la mejor.

Debido a la situación anteriormente expuesta se percibe que es afectado el control de la información generada en la CEM de Granma, identificando que el proceso de gestión del servicio de oftalmología de la CEM de Granma no se realiza de manera eficiente. Por lo que se hace necesario e imprescindible el estudio del proceso de gestión de información.

## METODOLOGÍA, TECNOLOGÍA Y HERRAMIENTAS

A continuación se describen las tecnologías, herramientas y metodología utilizadas en el desarrollo de la aplicación. Como resultado de los estudios e investigaciones realizadas, se propone la implementación de una aplicación web para la realización del sistema informático que se pretende, ya que son tecnologías actualmente muy prometedoras, seguras y eficaces.

### Metodología de desarrollo de software

Una metodología de desarrollo de software es un conjunto de reglas, pasos y procedimientos que deben seguirse para desarrollar y controlar un sistema o aplicación. Las más tradicionales son las metodologías pesadas, que requieren una extensa documentación, detallando todas las tareas y procesos que se realizan en ellas, son muy necesarias para proyectos complejos y de gran alcance. Por otra parte, existen las metodologías ágiles, que brindan una solución acertada reduciendo el tiempo de desarrollo.

#### SXP

SCRUM es una metodología ágil que sirve para administrar y controlar el desarrollo de software, ofrece la posibilidad de registrar el avance, los requerimientos y las prioridades se revisan y ajustan durante el proyecto en intervalos cortos y regulares.

XP es una metodología encaminada al desarrollo de software. Tiene como rasgos distintivos la incorporación del cliente como parte del equipo de desarrollo y la programación en dúo, proporcionando rapidez y calidad en la implementación. Consta de 4 fases principales (Peñalver Romero, 2008):

- Planificación-Definición: se establece la visión y las expectativas, y al mismo tiempo se asegura el financiamiento del proyecto.
- Desarrollo: se implementa el sistema completo mediante iteraciones, a partir de descripciones que provee el cliente.
- Entrega: se pone en marcha la aplicación que ha sido probada con anterioridad.
- Mantenimiento: se le brinda soporte del software al cliente.

Con las descripciones propuestas anteriormente, lo más conveniente en esta investigación es usar SXP, debido a que está compuesta por las metodologías SCRUM y XP sacando lo mejor de ambas, su uso va a favorecer el proceso de desarrollo de software a partir de la introducción de procedimientos ágiles, para el mejoramiento de la actividad productiva.

### Lenguaje de programación

Como lenguaje de programación se selecciona **Python**, debido a que es un lenguaje de alto nivel, contiene una buena y extensa biblioteca de clases, presenta una sintaxis limpia favoreciendo que su código sea legible. Además, es la base para el marco de trabajo a utilizar para el desarrollo del módulo.

A continuación se listan algunas de las características más sobresalientes de este lenguaje:

1. Es orientado a objetos.
2. Tiene una sintaxis y semántica sencilla.
3. Utiliza tipos dinámicos.
4. Cuenta con administración automática de memoria.
5. Por su naturaleza interactiva, resulta ideal para llevar a cabo programación experimental y desarrollo rápido.

### Lenguaje del lado del cliente

Para dar un aspecto sencillo a la aplicación, se determinó el uso del lenguaje **HTML** (Hyper Text Markup Language), ya que permite describir hipertexto con enlaces que conducen a otros documentos o fuentes de información relacionadas. Además proporciona la inserción del sistema para instrucciones de formato, denominado Cascading Style Sheets (Hojas de estilo en cascada) o CSS, los que permiten la creación de páginas de aspecto profesional.

### Librería JavaScript

Las librerías de los lenguajes de programación son elementos necesarios para la ejecución de determinadas funciones comunes que pueden necesitar los programadores, debido a que reducen el tiempo de implementación y mejoran la sintaxis del lenguaje, dando una mejor comprensión del código. JavaScript, al igual que cualquier otro lenguaje, tiene librerías, entre ellas Yahoo! User Interface (YUI), Prototype, jQuery o Ext JS.

Para ganar más dinamismo en la aplicación se utiliza jQuery, siendo una librería JavaScript muy rápida y ligera que simplifica el desarrollo de la parte del cliente de las aplicaciones web. En otras palabras, jQuery incluye muchas utilidades, las cuales son de gran ayuda para crear fácilmente una página web de forma dinámica.

La gran ventaja de la función de jQuery, es que la página se puede manipular en cuanto se ha cargado su código HTML, mientras que la función de JavaScript espera a que se carguen todos los elementos de la página, incluyendo todas las imágenes. De esta forma, las aplicaciones realizadas con jQuery pueden responder de forma más rápida que las aplicaciones JavaScript tradicionales. (Eguiluz, 2007)

### Sistema gestor de base de datos

Los Sistemas Gestores de Base de Datos (SGBD) son programas destinados a la construcción, el manejo y mantenimiento de una base de datos, permitiendo definir la seguridad e integridad de esta.

Se selecciona para el desarrollo de esta aplicación **PostgreSQL**, debido a que es un motor de bases de datos avanzado y de código abierto, es un gestor relacional orientado a objetos, de software libre y multiplataforma bajo la licencia de distribución de software Berkeley (BSD por sus siglas en inglés), puede ser utilizado con diversos lenguajes populares como PHP, Java y Python. El número de bases de datos que puede contener es ilimitado y con nivel de bloqueo que permite evitar el acceso a las tablas por personas ajenas.

Seguidamente se mencionan algunas de las ventajas de PostgreSQL:

1. Soporta direcciones por el Protocolo de Internet (IP, por sus siglas en inglés).
2. Contiene claves extranjeras denominadas llaves foráneas (foreign keys).
3. Mantiene la integridad y confiabilidad de la base de datos.
4. Brinda herencias entre tablas.

## Herramienta CASE

Las herramientas CASE (Computer Aided Software Engineering) son diversas aplicaciones informáticas destinadas a aumentar la productividad en el desarrollo de software, reduciendo el costo de las mismas en términos de tiempo y dinero.

Estas herramientas pueden ayudar durante el ciclo de vida del desarrollo de un software, cumpliendo tareas como el proceso de diseño, cálculo de costos, documentación y detección de errores. Para el modelado de esta aplicación se selecciona la herramienta **Visual Paradigm** en su versión 5.0 bajo la licencia de distribución de software Berkeley (BSD, por sus siglas en inglés). Esta herramienta facilita el diseño, la integración y la modelación de los diagramas que se construyen a lo largo del desarrollo de software, se pueden construir sistemas extensos enfocados a la programación orientada a objetos, presenta un generador de código que soporta más de diez lenguajes, entre ellos Java, C++, C#, PHP, Python.

## Entorno de Desarrollo Integrado

Es un programa que comprende un entorno de programación amigable para uno o varios lenguajes, le facilita al desarrollador una forma más sencilla de programar, ya que brinda acciones como editor de código, compilador, depurador, autocompletamiento de palabras y, opcionalmente, permite construir una interfaz gráfica.

Se considera para la realización de la aplicación la utilización del **Geany**, ya que permite compilar y ejecutar programas creados y modificados, fue desarrollado con el objetivo de proporcionar un IDE pequeño y rápido, tiene pocas dependencias de otros paquetes, y solo requiere de las bibliotecas en tiempo de ejecución GTK2.

Algunas de las características básicas son mencionadas a continuación:

- Resalta la sintaxis de las palabras reservadas.
- Está destinado a construir un sistema para compilar y ejecutar el código.
- Contiene un cierre automático de etiquetas XML y HTML.
- Soporta muchos lenguajes de programación, como son C, C++, C#, Java, JavaScript, PHP, HTML, CSS, Python, Perl, Ruby, Fortran, Pascal y Haskell.

## Framework de desarrollo

En el desarrollo de software, un framework es una estructura conceptual y tecnológica de soporte definida, normalmente, con artefactos o módulos de software concretos, con base

en la cual otro proyecto de software puede ser organizado y desarrollado. Típicamente, puede incluir soporte de programas, bibliotecas y un lenguaje interpretado.

Existen diferentes framework usados en la actualidad para el desarrollo de sistemas de gestión, entre los que se encuentra ASP.NET Framework<sup>1</sup>, Symfony, CherryPy y Django.

Para facilitar la integración con SIG-CEM de Granma, se decide implementar el módulo de oftalmología utilizando el framework **Django**, ya que el equipo de desarrollo de este proyecto lo había definido como marco de trabajo.

Django es un framework de desarrollo web de código abierto, escrito en Python, que cumple en cierta medida con el patrón de diseño Modelo Vista Controlador. Su meta fundamental es facilitar la creación de sitios web complejos. Pone énfasis en la reusabilidad, la conectividad y extensibilidad de componentes.

Este framework tiene otras características, las cuales son mencionadas a continuación (González Rodríguez, 2009):

- Es un mapeador objeto-relacional (ORM, por sus siglas en inglés).
- Sus aplicaciones pueden instalarse en cualquier página gestionada con Django.
- Es un sistema que incorpora vistas genéricas, que se pueden definir como estilos y patrones que simplifican las tareas más comunes.
- Incluye una documentación accesible a través de la aplicación administrativa, incluyendo documentación generada automáticamente de los modelos y las bibliotecas de plantillas añadidas por las aplicaciones.

## Servidor web

Un servidor web es un programa ejecutado en una computadora, este recibe peticiones realizadas por un cliente o usuario a través de la red, las que responde en forma de página mostrando la información requerida mediante el protocolo de transferencia de hipertexto (HTTP).

Como servidor web para la aplicación se selecciona Apache, ya que es configurable, robusto y estable, lo que permite que millones de servidores reiteren su confianza en este programa.

A continuación se evidencian algunas de sus características (Ciberaula, 2010):

1. Es una tecnología gratuita de código fuente abierta.
2. Servidor altamente configurable de diseño modular. Es muy sencillo ampliar las capacidades del servidor Web Apache.
3. Es posible configurarlo para que ejecute un determinado script cuando ocurra un error en concreto.
4. Tiene una alta configurabilidad en la creación y gestión de logs.

<sup>1</sup> Framework para aplicaciones web desarrollado en Windows utilizando tecnología Active Server Page, también conocido como ASP clásico.



## DESARROLLO DEL SISTEMA

En respuesta a las necesidades del área de oftalmología de la CEM, se decide la creación de un módulo que tiene como principal función, gestionar información relacionada con los procesos que se desarrollan en la clínica. Para el desarrollo de este sistema es necesario conocer o comprender cuáles son las necesidades del cliente, o entender lo que desea en su producto final, para esto se emplearon técnicas de obtención de información como:

**Reunión:** Encuentros que se hacen durante diferentes etapas del proceso de producción. Se aconseja realizarlas con un moderador, o un representante de las partes implicadas.

**Entrevista:** Contactos personalizados con usuarios, ya sea de manera oral con la que se obtiene información que puede ser analizada de manera cualitativa o cuantitativa.

Luego de haber utilizado las técnicas descritas anteriormente, se identificaron una serie de requisitos que el sistema debe cumplir. Definiendo como requisitos o requerimientos, las acciones que se realizan para darle solución a un problema existente, éstas deben ser capaces de satisfacer las necesidades del cliente. Estos requerimientos se pueden clasificar de dos formas: funcionales, como su nombre lo indica, se encargan de todas las funciones que la aplicación debe tener; y por otro lado, los no funcionales son cualidades o propiedades que el sistema debe incorporar.

El módulo Servicio de Oftalmología del SIG-CEM de Granma debe cumplir con los siguientes requisitos funcionales:

**Gestionar anuncio operación:** mediante esta funcionalidad, el personal quirúrgico podrá gestionar los anuncios de operación de los pacientes, introduciendo el carné de identidad, la fecha en que se va a operar, entre otros datos. Ofrece un registro completo de los pacientes que serán operados para un mejor control y planificación del servicio. La misma consta de tres opciones:

- Adicionar anuncio de operación.
- Modificar anuncio de operación.
- Eliminar anuncio de operación.

**Gestionar informe operación:** esta funcionalidad permite a los trabajadores del área quirúrgica gestionar los informes operatorios de los pacientes, introduciendo los datos del personal que realizó la operación, una descripción de cómo transcurrió la misma y de emitir un diagnóstico de dicho paciente. Permite obtener un reporte real de los pacientes operados en la clínica, el cual puede ser consultado en el momento que el usuario lo necesite. Mediante la misma se puede acceder a:

- Adicionar informe de operación.
- Modificar informe de operación.
- Eliminar informe de operación.

**Generar historia clínica:** esta funcionalidad permite brindar un resumen a los trabajadores de un paciente determinado, con todos los exámenes y consultas de dicho

paciente, así como las observaciones y diagnósticos de los médicos.

**Gestionar examen de diagnóstico:** mediante esta funcionalidad, los especialistas introducen los datos de la realización de un examen a un paciente determinado. Es necesario, dado el flujo del proceso en el negocio, que el mismo haya sido registrado en la hoja de cargo anteriormente, ya que solo se le efectuarán los exámenes indicados en la consulta médica. Esta funcionalidad permite:

- Adicionar examen de diagnóstico.
- Modificar examen de diagnóstico.
- Eliminar examen de diagnóstico.

**Gestionar paciente en hoja de cargo:** a través de esta funcionalidad, se introducen los pacientes en una hoja de cargo mediante su carné de identidad, plasmando observaciones iniciales y se le indican los exámenes a realizar. La misma brinda la posibilidad de:

- Adicionar paciente en hoja de cargo.
- Modificar paciente en hoja de cargo.
- Eliminar paciente de hoja de cargo.

**Gestionar imágenes:** esta funcionalidad permite el almacenamiento y la eliminación de las imágenes tomadas por los equipos, dando la posibilidad de agregarlas a los exámenes de diagnóstico de los pacientes.

**Buscar paciente:** esta funcionalidad permite buscar los pacientes que están en el sistema mediante su nombre o carné de identidad. Los pacientes encontrados pueden ser utilizados en otras funcionalidades como: gestionar anuncio de operación, gestionar paciente en hoja de cargo o buscar resultados de exámenes de diagnóstico.

**Buscar resultados de exámenes de diagnóstico:** mediante esta funcionalidad, los médicos de la consulta accederán a los resultados de los exámenes realizados a un paciente determinado, mostrando las imágenes tomadas por los equipos y las observaciones de los especialistas.

**Mostrar turnos:** esta funcionalidad permite mostrar los turnos diarios de un área determinada.

**Buscar anuncio de operación:** permite buscar anuncios de operación introducidos previamente en el sistema para su modificación, eliminación o consulta.

**Buscar informe de operación:** permite la búsqueda de informes de operación en el sistema, mostrando los datos.

**Exportar a Excel:** esta funcionalidad permite exportar modelos en formato de hoja de cálculo (XLS) para su almacenamiento o impresión.

## Estrategia para la integración con otros módulos

El Sistema Integral de Gestión de la Clínica de Especialidades Médicas de Granma, destinado a mejorar el desempeño del personal, brindar información y disminuir el tiempo de estancia de los pacientes, se encuentra dividido en módulos que interactúan entre sí, los cuales son: Turno, Estadística, Patología de cuello, Rehabilitación y Servicio oftalmológico.

El proceso de integración se lleva a cabo en la capa de negocio, a nivel de base de datos se limita al almacenamiento de llaves foráneas provenientes de otros módulos, relacionándose específicamente con el de Estadística para obtener los datos que se necesitan de los pacientes (nombre y apellidos, carné de identidad (CI), edad, sexo y dirección) y de los médicos (nombre y especialidad), a la vez, este módulo recolecta información generando un resumen de diferentes actividades tales como son las consultas y los exámenes que se le efectúan a los pacientes. La integración se encarga de garantizar la integridad de los datos, así como su correcta inserción, actualización o eliminación de los mismos.

## Arquitectura del sistema

La arquitectura de software define los componentes necesarios para llevar a cabo una tarea, sus interfaces y la comunicación entre ellos, así todo el equipo de trabajo puede trabajar en una misma dirección para lograr el objetivo deseado. Philippe Kruchten la define como:

“...tiene que ver con el diseño y la implementación de estructuras de software de alto nivel. Es el resultado de ensamblar un cierto número de elementos arquitectónicos de forma adecuada para satisfacer la mayor funcionalidad y requerimientos de desempeño de un sistema, así como requerimientos no funcionales, como la confiabilidad, escalabilidad, portabilidad, y disponibilidad”. (Kruchten, 2010)

Entre los patrones arquitectónicos más conocidos se encuentra el Modelo-Vista-Controlador (MVC) que separa el modelo de datos, la lógica de control y las interfaces de usuario. La arquitectura que se utilizará para el desarrollo del módulo es el empleado por Django, el cual es una variación del MVC llamado Modelo-Vista-Plantilla (MVT, por sus siglas en inglés), la cual se puede describir de la siguiente forma:

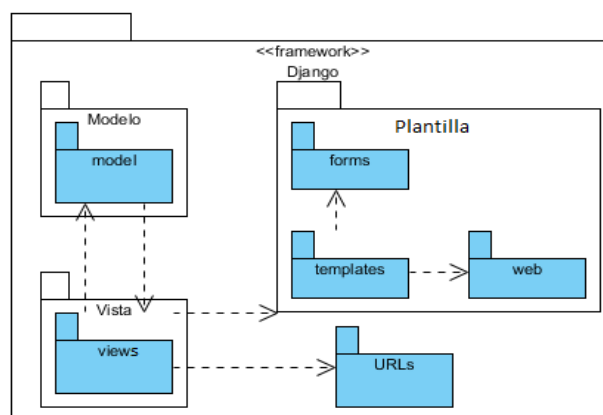


Figura 1: Modelo de Diseño basado en el *framework* Django

La capa del **Modelo** está formada por un paquete llamado “model”, donde se encuentra una colección de clases generadas por el ORM del *framework*. Cada tabla de la base de datos posee dos clases en el modelo. Estas clases generadas interactúan con el ORM para llevar a cabo las operaciones necesarias sobre la base de datos.

La capa **Vista** consta de un paquete llamado “views”, donde se crea una clase definiendo todas las acciones que se deben ejecutar en el sistema. Dentro de esta clase, las acciones son responsables de actualizar las interfaces de acuerdo al Modelo, y a su vez generar cambios en la base de datos debido a la obtención de nuevos datos.

En la capa **Plantilla** se tienen varios paquetes: el paquete “templates”, que agrupa los ficheros encargados de generar la interfaz gráfica, compuestos por código HTML (conocidos como templates), y que se corresponden con una acción de la Vista; el paquete “form” contiene los formularios, incluidos en las plantillas y procesados en las acciones; y el paquete “web” es donde se encuentran las imágenes, hojas de estilo en cascada (CSS) y ficheros javascript (como los de la librería JQuery) utilizados por las plantillas para su visualización.

## Patrones de diseño

Un patrón es una descripción de un problema y su solución, que recibe un nombre y puede emplearse en otros contextos; en teoría, indica la manera de utilizarlo en circunstancias diversas. Muchos patrones ofrecen orientación sobre cómo asignar las responsabilidades a los objetos ante determinada categoría de problemas. (Larman, 2003)

## Patrones de diseño GRASP

GRASP es el acrónimo de *General Responsibility Assignment Software Patterns* (Patrones generales de software para asignar responsabilidades), describen los principios fundamentales de la asignación de responsabilidades a objetos, expresados en forma de patrones.

**Experto:** asignación de una responsabilidad a la clase que cuenta con la información necesaria para cumplirla (experto de información). Expresa la "intuición" de que los objetos realizan operaciones relacionadas con la información que poseen. Brinda beneficios como la conservación del encapsulamiento y el soporte de un bajo acoplamiento y una alta cohesión. (Larman, 2003)

El uso del patrón Experto se ve reflejado en el módulo, mediante la declaración de los atributos y funciones destinadas al trabajo de las clases. Este indica que la responsabilidad de la creación de las tablas de la base de datos, debe recaer sobre la clase que conoce toda la información necesaria para crearlo.

**Bajo acoplamiento:** estimula asignar una responsabilidad a una clase, de modo que su colaboración no incremente tanto el acoplamiento con otras clases, al nivel que produzca los resultados negativos propios de un Alto acoplamiento. El Bajo acoplamiento soporta el

diseño de clases más independientes, que reducen el impacto de los cambios y también reutilizables, que aumentan la oportunidad de una mayor productividad. (Larman, 2003)

El patrón Bajo acoplamiento permite definir las funcionalidades de cada clase sin que estas presenten tanta dependencia entre ellas, así los cambios realizados en una, no afecta el funcionamiento de la otra. Dado que el framework Django introduce la utilización de vistas genéricas, brinda la posibilidad de reutilizar las funciones definidas en otras operaciones del sistema.

**Alta cohesión:** la cohesión es una medida de la fuerza con la que se relacionan las clases y el grado de focalización de las responsabilidades. Cada elemento del diseño debe realizar una labor única dentro del sistema, no desempeñada por el resto de los elementos y auto-identificable, una clase con baja cohesión hace muchas cosas no relacionadas o hace demasiado trabajo. (Larman, 2003)

Este patrón logra la creación de clases sencillas mediante la realización de una tarea específica, como contener las funcionalidades del sistema o mostrar la información requerida por el usuario, permitiendo un código claro y entendible. Este permite la asignación de responsabilidades moderadas dando la capacidad de relacionarlas con la información que almacena.

### Diagrama de componentes

Un diagrama de componentes permite visualizar con más facilidad la estructura general del sistema y el comportamiento del servicio que estos proporcionan y utilizan a través de las interfaces. Se emplea para describir un diseño que se implemente en cualquier lenguaje o estilo. Solo es necesario identificar los elementos del diseño que interactúan con otros elementos del diseño a través de un conjunto restringido de entradas y salidas.

A continuación se expone el diagrama de componentes del módulo Servicio de Oftalmología donde se muestran los elementos que lo componen:

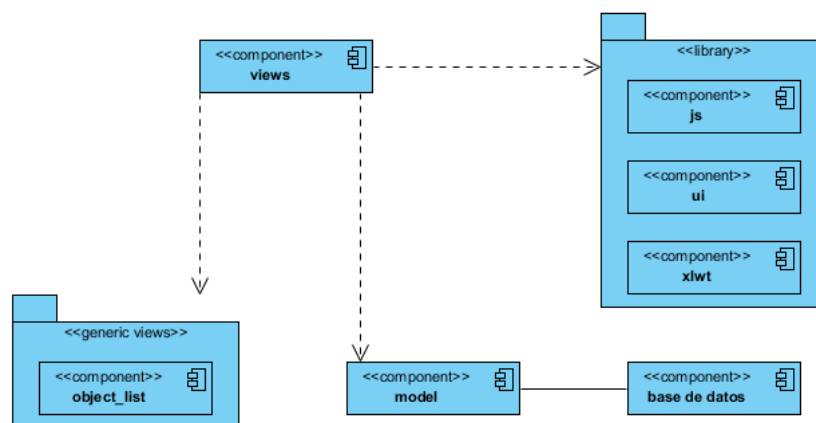


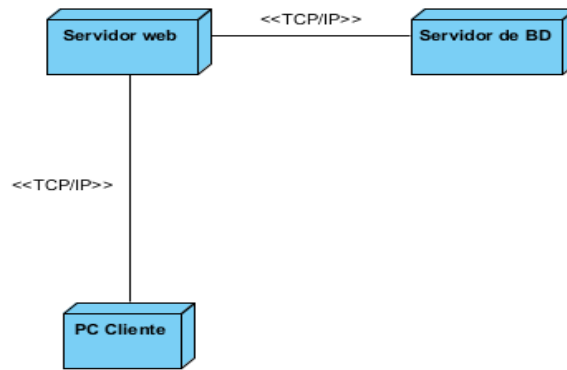
Figura 2: Diagrama de componentes

Componente	Descripción
<b>views</b>	Es donde se definen todas las funcionalidades del sistema y se crean los objetos correspondientes.
<b>object_list</b>	Contiene los objetos creados en el views para ser enviados a los templates.
<b>model</b>	Es donde se encuentran definidas las clases del modelo de datos, también se pueden definir permisos para el sistema.
<b>base de datos</b>	Contiene todas las tablas o entidades junto con sus atributos y se relaciona estrechamente con el model.
<b>js</b>	Son librerías javascript necesarias para el funcionamiento de algunas funcionalidades del sistema.
<b>ui</b>	Son librerías javascript muy semejantes a las .js y realizan también la misma función.
<b>xlwt</b>	Es una librería que se emplea para crear, salvar y hacer copias en una hoja de cálculo Excel.

### Diagrama de despliegue

Un diagrama de despliegue muestra las relaciones físicas entre los componentes hardware y software en el sistema final. Es un grafo de nodos unidos por conexiones de comunicación. Un nodo puede contener instancias de componentes software, objetos, procesos. Las instancias de componentes software pueden estar unidas por relaciones de dependencia. (Hernandez L, 2004)

A continuación se muestra el diagrama de despliegue del módulo Servicio Oftalmológico como parte del SIG-CEM de Granma:



**Figura 3:** Diagrama de despliegue

Para el despliegue del módulo Servicio de Oftalmología se requieren tres elementos fundamentales: un servidor web, un servidor de base de datos y una computadora personal (PC) cliente. El servidor web es el responsable de atender las peticiones de los usuarios, el mismo está conectado a un servidor de base de datos encargado de almacenar toda la información que se manipula en la CEM de Granma. Dada la poca disponibilidad de medios informáticos en la clínica, el sistema puede ser desplegado en un solo servidor, en el cual pueden estar instalados el sistema y la base de datos. Por otra parte no se recomienda por su vulnerabilidad ante ataques o la pérdida de información que esto pueda ocasionar. El término PC cliente es utilizado para referirse al ordenador que un usuario maneja para realizar las peticiones al servidor conectados por el protocolo TCP/IP. Dichas peticiones son enviadas desde un navegador web mediante el protocolo HTTP.

## CONCLUSIONES

Al concluir el desarrollo del trabajo se obtuvieron los resultados esperados en función de los objetivos y tareas trazadas. En este sentido:

- Se ha diseñado e implementado el módulo Servicio de Oftalmología del SIG-CEM de Granma que se encargará de la gestión de los procesos del área de oftalmología.
- Se ha desarrollado una aplicación flexible y capaz de integrarse con el resto de los módulos del sistema.
- Se ha garantizado en su totalidad la integridad de los datos almacenados en el sistema.
- El sistema se ha diseñado de forma tal que es configurable para cada uno de los usuarios del mismo.
- La seguridad del sistema se maneja a nivel de gestor de base de datos y de aplicación.



## REFERENCIAS BIBLIOGRAFICAS

- **Administración de Empresas.** *Software de Oftalmología – Optometría.* 2001. [En línea]. [Referenciado el 20 de febrero del 2012]. Disponible en: [http://www.administracioninventariosnegociosfacturas.com/oftalmologia\\_optometria\\_software.htm](http://www.administracioninventariosnegociosfacturas.com/oftalmologia_optometria_software.htm)
- **LEÓN HERNÁNDEZ, Tec. Pedro Luis.** *Informática Médica.* [En línea]. [Referenciado: 21 de febrero del 2012]. Disponible en: <http://www.portalesmedicos.com/publicaciones/articulos/2675/1/El-sistema-de-informacion-y-gestion-de-datos-software-para-el-registro-de-los-pacientes-del-Centro-Oftalmologico-de-Villa-Clara.html>
- **GONZÁLEZ RODRÍGUEZ, Ing. Leover Armando.** *Tendencia y perspectivas del desarrollo Web con tecnologías libres.* 2009. [En línea]. [Citado el 21 de febrero de 2012]. Disponible en: <http://eva.grm.uci.cu/mod/resource/view.php?id=21528>
- **EGUILUZ, JAVIER.** *JavaScript fácil y rápido con JQuery.* 2007. [En línea]. [Referenciado el 21 de febrero de 2012]. Disponible en: <http://www.maestrosdelweb.com/editorial/javascript-facil-y-rapido-con-jquery/>
- **CIBERAULA International Training, S.L.** *Una Introducción a APACHE.* 2010. [En línea]. [Referenciado el: 21 de febrero de 2012]. Disponible en: [http://linux.ciberaula.com/articulo/linux\\_apache\\_intro/](http://linux.ciberaula.com/articulo/linux_apache_intro/)
- **PEÑALVER ROMERO, G. M.** *MA-GMPUR2 Metodología Ágil para proyectos de software libre.* Facultad 10. Universidad de las Ciencias Informáticas, 2008.
- **KRUCHTEN, Philippe.** *Architectural Blueprints-The “4+1” View Model of Software Architecture.* [En línea]. [Citado el: 21 de marzo de 2012]. Disponible en: [www.cs.ubc.ca/~gregor/teaching/papers/4+1view-architecture.pdf](http://www.cs.ubc.ca/~gregor/teaching/papers/4+1view-architecture.pdf)
- **LARMAN, C.** *UML y Patrones. Introducción al análisis y diseño orientado a objetos.* Traducido por: Hernández Rodríguez, L. M. México: Prentice Hall, 2003. Traducido de: Applying UML and Pattern. An Introduction to Object-Oriented Analysis and Design. ISBN 970-17-0261-1.
- **HERNANDEZ L. DANIEL.** Desarrollo de una metodología para un nuevo paradigma de desarrollo de software. 2004. [En línea]. [Referenciado el 18 de mayo del 2012]. Disponible en: <http://www.di.uniovi.es/~dflanvin/home/?download=pi-lanvin.pdf>
- **PRESSMAN, R.** Ingeniería de software, un enfoque práctico. 2005. ISBN: 9701054733. 6ta ED. Cap13. P391-408
- **PRESSMAN, R.** Ingeniería de software, un enfoque práctico. 2005. ISBN: 9701054733. 6ta ED. Cap14. P413, p441-446