

Universidad de las Ciencias Informáticas

Facultad 6



Título: LIMS de Calidad del Centro de Ingeniería Genética y Biotecnología: Implementación del Módulo de Análisis Químico

Trabajo de diploma para optar por el título de Ingeniero en Ciencias Informáticas

Autores: José Rafael Viera Achang.

Loismarx Peña González.

Tutor: Ing. Lisdany De La Fuente Díaz.

Junio, 2008

“Año 50 de la Revolución”

“El hombre puede hacer de si mismo muchas cosas producto de su propio esfuerzo físico y espiritual, el que se proponga cultivar la virtud la cultiva, el que se proponga alcanzar los más altos niveles de conocimiento los alcanza.”

Fidel Castro Ruz.

DECLARACIÓN DE AUTORÍA

Declaramos ser autores del presente trabajo y reconocemos a la Universidad de las Ciencias Informáticas los derechos patrimoniales de la misma, con carácter exclusivo.

Para que así conste firmo la presente a los ____ días del mes de _____ del año _____.

José Rafael Viera Achang

Loismarx Peña González

Firma Autor

Firma Autor

Ing. Lisdany De La Fuente Díaz

Firma Tutor

DATOS DE CONTACTO

Tutor:

Ing. Lisdany De La Fuente Díaz

Universidad de las Ciencias Informáticas, Ciudad de La Habana, Cuba.

ldelafuente@uci.cu

AGRADECIMIENTOS

A nuestra Revolución y en especial a nuestro Comandante en Jefe, por ser el creador de esta Universidad del Futuro...

A todos los profesores, del ayer y de hoy, que fueron capaces de poner su granito de arena en nuestra formación como profesionales comprometidos...

A nuestra familia y amigos, le agradecemos de todo corazón por confiar en nosotros y apoyarnos en todo momento, aún cuando el camino se hacía intransitable...

A la profe Lisdany de la Fuente por su sacrificio, paciencia y preocupación en todo momento...

Al profe Yusdenis Sánchez, por ser tan atento y compartir sus conocimientos...

A José Ramón Hermosilla y Luis Enrique Sánchez por su asesoría oportuna...

A Adis Luna por sus revisiones...

A todos los que un momento determinado nos brindaron su apoyo desinteresado...

A toda esa gente linda, muchas gracias, le estaremos eternamente agradecidos...

DEDICATORIA

A mis padres María Emilia González y Luis Augusto Peña, que son mi fuente de inspiración, por su confianza y apoyo total, por el esfuerzo realizado durante toda una vida, porque supieron cosechar en mí percederos valores y son educadores insustituibles en mi vida.

A mi niña linda por soportarme y comprenderme durante estos cinco años, “licy te amo mucho”.

A mi hermano Luis Javier que lo quiero mucho y le deseo lo mejor de la vida, eres mi fan.

A mi hermana Yeleiny por preocuparse por mí.

A mis abuelos Urgencio, Mericia, José Antonio, donde quiera que estén. A mi abuelita Cuca.

A mis tíos José Miguel González, Alicia González, Felipe Peña y a mis primos.

A Monga, a Robe y a Normita por preocuparse siempre por mí. A todos “los pilles” en general.

A mis amigos Rosadito, Azulito, Pedrito y Eslavito por comportarse como verdaderos hermanos durante estos cinco años de carrera y en especial a uno que viene conmigo desde la infancia, el Capri. A Edgar por sus consejos maduros.

A todo el secretariado viejo y nuevo de la FEU, por compartir tantas experiencias junto a ellos.

A todos mis compañeros y profesores de la facultad 6.

Loismarx Peña González

Primero ante que todo quisiera dedicar con todo el amor y el cariño a mi tía que ha sido para mí como una madre, por su entrega y preocupación por estar pendiente de mi....

A mis padres Yolanda Alina Achang Albolay y José Antonio Viera, que son mi fuente de inspiración, por su confianza y apoyo total, por el esfuerzo realizado durante toda una vida, porque supieron cosechar en mí percederos valores y son educadores insustituibles en mi vida. También podría faltar Juan Carlos que ha sido como un segundo padre.

A mi hermana Maria Mercedes que la quiero mucho y le deseo lo mejor de la vida.

A mi novia Yuselis que ha sido mi fiel confidente más que una novia, mi compañera, amiga...

A mi abuela tete albolay .

A mi tíos Eduardo Viera, Yohani y uno que es como si lo fuera, el Bebo por preocuparse siempre por mí.

A mis amigos Rene , Joselin , y no podría faltar mis amigos del barrio que son muchos pero que una frase ya saben cuáles son “el comando” verdaderos hermanos durante estos cinco años de carrera y en especial a uno que viene conmigo desde la infancia, el Gnomito A todos mis compañeros y profesores de la facultad 6. . A todos en general muchas gracias de corazón ..

José Rafael Viera Achang

RESUMEN

El presente trabajo de diploma aborda el estudio de técnicas, metodologías y herramientas de desarrollo utilizadas en la implementación del módulo Laboratorio de Análisis Químico (LAQ). El estudio se enmarca en el entorno del Proyecto: LIMS de Calidad del Centro de Ingeniería Genética y Biotecnología (CIGB), que se desarrolla en la Facultad 6 de la Universidad de Ciencias Informáticas (UCI). Con motivo de la ineficiente actividad de recopilación y manejo de la información en los distintos laboratorios del CIGB, surge la necesidad de desarrollar un sistema que permita optimizar el tiempo, el esfuerzo del personal y de igual manera contribuir a mejorar la calidad de la gestión de datos.

Este trabajo está precedido por el análisis y diseño de los procesos fundamentales que en esta área se realizan, como son los ensayos a las materias primas y a las proteínas empleadas en la producción de medicamentos. De esta forma cuando se integren todos los módulos que actualmente se implementan de forma paralela al de Análisis Químico (AQ), se obtendrá el primer software de este tipo en Cuba, un sistema relevante en la actualidad a nivel mundial.

Palabras Claves:

LAQ, LIMS, CIGB, AQ, sistema, calidad, gestión de datos, ensayos.

ÍNDICE

DATOS DE CONTACTO	I
AGRADECIMIENTOS.....	II
DEDICATORIA	III
RESUMEN	IV
INTRODUCCIÓN	1
CAPÍTULO	5
FUNDAMENTACIÓN TEÓRICA.....	5
1.1 SISTEMA DE MANEJO DE INFORMACIÓN DE LABORATORIOS (LIMS)	5
1.1.1 La evolución de los LIMS	5
Fabricantes de LIMS y características de sus productos	6
1.1.2 Algunos beneficios obtenidos con la introducción de un LIMS	7
1.2 METODOLOGÍAS DE DESARROLLO	8
1.2.1 Proceso Unificado de Desarrollo de Software (RUP)	8
¿Qué es un Flujo de Trabajo?	10
1.3 FLUJO DE TRABAJO DE IMPLEMENTACIÓN	11
1.4 ROLES, ARTEFACTOS Y ACTIVIDADES	11
1.4.1 ¿Qué es un rol?	11
1.4.1.1 Rol de Implementador	12
1.4.1.2 Rol de Arquitecto de software	12
1.4.1.3 Rol de Revisor técnico.....	12
1.4.2 ¿Qué es un artefacto?	13
1.4.2.1 Artefactos que son generados por el rol de implementador.....	13
1.4.2.2 Artefactos que son generados por el arquitecto de software	14
1.4.3 ¿Qué es una actividad?	15
1.4.3.1 Actividad realizada por el rol de implementador.....	16
1.4.3.2 Actividad que realiza el arquitecto de software	16
1.5 LENGUAJE UNIFICADO DE MODELADO (UML)	17
1.6 TECNOLOGÍAS DESARROLLO Y HERRAMIENTAS UTILIZADAS	17
1.6.1 Qué es un Framework	17
Symfony 1.0.10.....	19
Características de Symfony.....	19
Por qué es adecuado Symfony	20
1.6.2 Servidor Web	20
Apache 2.2.3	20
1.6.3 Editor web orientado a la programación de páginas PHP	21
Eclipse PHP Development Tools.....	22
1.6.4 Herramienta CASE	23
Visual Paradigm 3.1.....	23
1.6.5 Lenguajes de Programación para la Web	24
Qué es JavaScript y qué posibilidades ofrece con respecto al HTML	25
Qué es PHP	26
PHP5	27
CAPÍTULO	30

IMPLEMENTACIÓN DEL SISTEMA	30
2.1 REQUISITOS FUNCIONALES, DESCRIPCIONES Y DIAGRAMAS DE CLASES DEL DISEÑO DE LOS CU IMPLEMENTADOS.....	30
2.2 IMPLEMENTACIÓN.....	57
2.2.1 Descripción del sistema.	58
2.2.2 Diagramas de Componentes	58
2.2.3 Fragmentos de código relevante	66
A continuación se explica el código del requerimiento funcional buscar del caso de uso Gestionar Libro Entrada de Cuarentena.	66
2.3.4 Métodos de validación y manejo de errores de Symfony	68
CONCLUSIONES GENERALES.....	76
RECOMENDACIONES.....	77
REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	78
BIBLIOGRAFÍA	80
ANEXOS	82
GLOSARIO DE TÉRMINOS	92

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1. Descripción textual del CUS "Gestionar Registro de preparación de soluciones"	33
Tabla 2. Descripción textual del CUS "Gestionar Libro del control de desempeño"	33
Tabla 3. Descripción textual del CUS "Gestionar Libro de entrada de muestras de producción"	34
Tabla 4. Descripción textual del CUS " Gestionar Aviso de Decisión (SIC-0048)"	34
Tabla 5. Descripción textual del CUS " Gestionar Certificado de Análisis de Materias Primas (SIC-0225)"	34
Tabla 6. Descripción textual del CUS "Gestionar Libro de entrada de cuarentena"	41
Tabla 7. Descripción textual del CU " Gestionar Aviso de Autorización (SIC-0014)"	50

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1. DCD Gestionar Registro de preparación de soluciones (SIC-0020).....	51
Figura 2. DCD Gestionar libro de entrada de control de desempeño	52
Figura 3. DCD Gestionar el libro de entrada de muestras de producción.....	53
Figura 4. DCD Gestionar Aviso de Decisión (SIC-0048).....	54
Figura 5. DCD Gestionar Certificado de Análisis de Materias Primas (SIC-0225).....	55
Figura 6. DCD Gestionar el libro de entrada de cuarentena	56
Figura 7. DCD Gestionar libro de entrada de cuarentena y el Gestionar Aviso de Autorización	57
Figura 8. DC Gestionar Registro de preparación de soluciones (SIC-0020)	60
Figura 9. DC Gestionar Libro de Control de Desempeño	61
Figura 10. DC Gestionar Libro de Entrada de Muestras de Producción	62
Figura 11. DC Gestionar Aviso de Decisión (SIC-0048)	63
Figura 12. DC Gestionar Certificado de Análisis de Materias Primas (SIC-0225)	64
Figura 13. DC Gestionar Libro de Entrada de Cuarentena	65
Figura 14. DC Gestionar Aviso de Autorización (SIC-0014)	66
Figura 15. Interfaz de los datos visualizados después de crear el SIC-0014	71
Figura 16. Interfaz modificar del SIC-0014.....	72
Figura 17. Interfaz del buscar libro entrada de cuarentena.....	73
Figura 18. Interfaz del crear libro entrada de cuarentena	73
Figura 19. Interfaz del registrar libro entrada de cuarentena (validación).....	74
Figura 20. Interfaz del buscar libro entrada de cuarentena (validación)	74

INTRODUCCIÓN

Desde hace varios años la informática y las telecomunicaciones vienen alcanzado un vertiginoso desarrollo, debido al surgimiento de nuevas tecnologías de aplicación relacionadas con la electrónica, las infraestructuras de las telecomunicaciones y el software. Todas estas tecnologías son capaces de solucionar nuevas problemáticas a las que se enfrenta el mundo en la actualidad, apoyándose en el uso de herramientas eficientes que posibilitan dar soporte a los más complejos sistemas que se puedan imaginar.

Es por ello que resulta bastante novedoso el concepto de Tecnologías de la Información y las Comunicaciones (TIC). Las TIC han alcanzado un auge inigualable con su implantación a nivel mundial, pues desde comienzos del siglo XXI se observa un notable salto en su desarrollo y expansión, razón por la cual resultan de vital importancia para el desarrollo económico y social de cualquier nación. En Cuba la máxima dirección del país no ha estado desvinculada del desarrollo de las TIC, y realiza grandes esfuerzos en aras de impulsar de manera acelerada el proyecto de informatización de la sociedad cubana.

Diversos sectores del país, han obtenido resultados relevantes con la implantación de las TIC, como son los Servicios Aduaneros, la Educación, la Salud, la Informática, la Investigación, entre otros. Los efectos de esta importante tarea han llegado a centros priorizados por el Consejo de Estado, que se informatizan exitosamente logrando grandes avances en el procesamiento de la información que ellos generan en su quehacer cotidiano. Dentro del grupo de instituciones que se vienen informatizando de manera satisfactoria, está el CIGB, con más de dos décadas de investigación científica y la obtención de diversos productos reconocidos a nivel mundial.

Este centro siempre ha contado con una alta capacidad científico-técnica, que le ha permitido escalar el podio de la biotecnología a nivel nacional e internacional y se ha ganado el reconocimiento de innumerables clientes por la calidad de sus producciones. El trabajo realizado por el CIGB está dirigido a diferentes esferas sociales, pero de manera general se encuentra destinado a la biomedicina, la bioindustria, a la salud animal, a las producciones agropecuarias, acuícolas y al cuidado del medio ambiente. Ha desarrollado nuevas vacunas y fármacos para la salud humana que se encuentran actualmente en uso dentro del sistema de salud cubano, así como en diferentes países de todo el mundo.

La Dirección de Calidad del CIGB, se fundó a finales del año 1990, contando desde sus inicios con un colectivo de trabajadores dedicado a un conjunto de tareas y actividades que responden a un único

propósito. Trabajar todo el tiempo en el perfeccionamiento de los procesos de producción para lograr alcanzar un Sistema de Gestión de la Calidad eficiente en el Centro. Con la idea de facilitar el cumplimiento de todos sus objetivos, se decide dividir las funciones específicas que desarrolla en dos líneas fundamentales que se conocen como el Departamento de **Aseguramiento de la Calidad** y el Departamento de **Control de la Calidad**. (Ver Anexo 1)

El Departamento de **Aseguramiento de la Calidad**, está integrado por dos secciones y dos grupos de trabajo:

- Grupo de Documentación.
- Grupo de Metrología.
- Sección de Mejoramiento e Ingeniería de la Calidad.
- Sección de Inspección, Auditoría y Liberación de lotes.

Este Departamento garantiza que se lleven a cabo las acciones planificadas y sistemáticas que son necesarias para proporcionar la confianza de los productos y los servicios que satisfacen los requisitos de calidad establecidos. Vela por el cumplimiento de las Buenas Prácticas de Producción (BPP), Buenas Prácticas de Laboratorio (BPL) y Buenas Prácticas Clínicas (BPC).

El Departamento de **Control de la Calidad** ejecuta varias funciones que están relacionadas con el muestreo, las especificaciones, los ensayos y la evaluación de la calidad de los productos que se generan en la Centro. Además debe comprobar y poner en práctica todos los procedimientos de control, evaluación, mantenimiento y almacenamiento de los materiales de referencia, asegurar el control de la estabilidad de los ingredientes farmacéuticos activos y los productos terminados. Tiene la responsabilidad de autorizar o rechazar las materias primas y los productos intermedios. (CIGB, 2003)

Con el objetivo de que se realicen de forma organizada todas las actividades mencionadas con anterioridad el Departamento de **Control de la Calidad**, está dividido en dos grupos y dos secciones principales. A continuación se expone la estructura de dicho departamento:

1. Grupo de Desarrollo.
2. Grupo de Recepción de Muestras y Manipulación de Expedientes.
3. Sección biológica compuesta por cinco laboratorios:
 - Laboratorio de Biología Molecular.
 - Laboratorio de Ensayos Biológicos I.

- Laboratorio de Ensayos Biológicos II.
 - Laboratorio de Inmunoquímica.
 - Laboratorio de Microbiología.
4. Sección físico-química compuesta por tres laboratorios:
- **Laboratorio Análisis Químico (LAQ).**
 - Laboratorio de Cromatografía y Electroforesis.
 - Laboratorio de Sistemas Críticos.

En la Sección Físico-Química resulta de especial interés para este trabajo el **Laboratorio Análisis Químico**, el cual "...realiza diferentes técnicas físico-químicas y bioquímicas para la determinación de impurezas y perezas de las diferentes proteínas que se producen o investigan en el centro. Se lleva el control analítico de los reactivos y componentes críticos que son utilizados como materia prima en la producción de los productos farmacéuticos en el CIGB. Todas estas técnicas se realizan bajo un estricto cumplimiento de las buenas prácticas de laboratorio, que garantizan resultados confiables, demostrado en cada inspección realizada tanto por inspectores internos como por la entidad nacional regulatoria (CECMED) y por organizaciones internacionales del nivel de la Organización Mundial de la Salud (OMS). En el laboratorio se realizan alrededor de 25 técnicas analíticas diferentes, las cuales se encuentran validadas." (CIGB, 2003)

Tradicionalmente los resultados obtenidos a partir de los ensayos realizados en el LAQ, han sido guardados en libros y planillas en formato duro (papel). Cuando la cantidad de datos acumulados es poca, operar con la información resulta sencillo, pero cuando se trata de un volumen considerable se hace extremadamente difícil la gestión de la misma. En estos momentos la tarea de los analistas se dificulta mucho, debido a que tienen que hacer uso de una gran cantidad de información, lo cual incide considerablemente en el desempeño organizacional del LAQ. Además son considerables las pérdidas de tiempo y la probabilidad de ocurrencia de errores a la hora del llenado de las planillas (SIC), convirtiéndose la recogida y el manejo de datos en actividades ineficientes.

A partir de las insuficiencias analizadas y tomando como antecedente el análisis y diseño del módulo LAQ, se plantea el siguiente **problema científico**: ¿Cómo obtener un producto funcional a partir de las clases diseñadas para el módulo Laboratorio de Análisis Químico del LIMS de la Calidad del CIGB?

El problema planteado se enmarca en el **objeto de estudio**: Proceso de desarrollo de los sistemas de gestión de la información.

El objeto delimita el **campo de acción**: Implementación de los Sistemas de Gestión de la Información.

La solución al problema planteado estará encaminada a cumplir el **objetivo general**: Implementar el módulo del Laboratorio de Análisis Químico, para el Sistema de la Gestión de la Información de los Laboratorios de la Dirección de Calidad del CIGB.

Para darle cumplimiento al objetivo planteado se trazaron las siguientes tareas:

- Estudio del Modelamiento del Negocio.
- Estudio del Modelamiento del Sistema.
- Estudio del Modelamiento del Diseño.
- Realización de los diagramas de componentes.
- Cumplimiento del Plan de Integración de Construcciones.
- Implementación de los componentes.

Aportes prácticos esperados de la investigación

Para Cuba el desarrollo de un LIMS es una novedad de vital importancia, pues en la actualidad existen pocos software con las funcionalidades que ellos brindan y además son muy costosos. El resultado de este trabajo va a estar dado por un módulo para el Sistema de Manejo de Información de Laboratorios de la Dirección de Calidad del CIGB. Con la introducción de esta aplicación en el CIGB, la gestión de información mejorará de forma considerable, agilizándose los procesos productivos.

El presente trabajo está estructurado en dos capítulos. A continuación aparece de manera resumida el contenido de cada capítulo:

En el primer capítulo “**Fundamentación Teórica**”, se describe el estudio del estado del arte de las compañías más reconocidas a nivel mundial en la producción de LIMS. Se presenta el Proceso Unificado de Desarrollo (RUP) como metodología a seguir en este trabajo. Se aborda sobre el rol, los artefactos y las actividades a realizar en el flujo de trabajo de Implementación. Se refleja el lenguaje de desarrollo web, la herramienta CASE y el framework utilizado en la implementación del módulo.

El segundo capítulo “**Implementación del Sistema**”, aborda la programación realizada partiendo de los requerimientos identificados y los diagramas de clases del diseño elaborados en la tesis precedente. Se presenta el diagrama de componentes correspondiente a cada uno de los siete casos de uso implementados. Se muestran fragmentos relevantes del código y ejemplos de las validaciones realizadas.

Capítulo **1**
Fundamentación Teórica

Introducción

En este capítulo, con el objetivo de lograr un mayor entendimiento de la necesidad de realización de este trabajo de diploma, se hace referencia a tendencias y tecnologías actuales que se utilizan para el correcto desempeño del rol de programador en el proyecto LIMS de Calidad, específicamente en el Módulo de **Análisis Químico (AQ)**. Finalmente después del estudio y valoración de varias de las alternativas que le posibilitarían una adecuada solución al problema planteado, se escogió lo más acertado con los requisitos exigidos por el cliente y lo que más flexible fuese para la aplicación.

Se hace un análisis de aspectos que se tienen en cuenta para la implementación del módulo **AQ**, como por ejemplo: metodologías, herramientas y técnicas a utilizar, actividades y artefactos que se generan durante el flujo de trabajo de implementación, así como el lenguaje de programación a utilizar con alguna de sus peculiaridades. Para ello, se ofrecen algunos conceptos tomados de la bibliografía consultada, así como varios análisis que corroboran las causas fundamentales que llevaron a la realización de un producto funcional, guiado por las buenas prácticas del desarrollador.

1.1 Sistema de Manejo de Información de Laboratorios (LIMS)

En esencia, un LIMS es un programa de gestión, que constituye la herramienta esencial de los laboratorios más modernos en la actualidad ya que hacen posible recoger, almacenar, calcular y gestionar datos de varias formas posibles. Representan una importante aplicación informática para la gestión global de un laboratorio en un entorno de calidad, agilizando todos los aspectos que tienen que ver con el registro de datos primarios, archivos, trazabilidad, entre otros. (Reyes García, y otros, 2007). La presencia de un LIMS ayudará considerablemente a minimizar los errores producidos durante la transferencia de datos, ya que no se podrá duplicar con facilidad ningún tipo de información y el usuario va a estar obligado a insertar solo el tipo de información que tenga predefinido el sistema.

1.1.1 La evolución de los LIMS

A lo largo de la historia la ciencia ha sido capaz de alcanzar un alto grado de madurez, ocupando un lugar cimero en la sociedad del conocimiento. Como consecuencia directa al desarrollo alcanzado en centros vinculados con la investigación y la producción al mismo tiempo, el flujo de la información

manejada en los laboratorios de dichos centros ha aumentado con el transcurso de los años. Con el objetivo de flexibilizar el manejo de la información, se produce la invención de un software que gestiona toda la información producida en dichos laboratorios, la sociedad científica le da la bienvenida a los Sistemas de Manejo de Información de Laboratorios.

Los laboratorios vieron en los LIMS un gran avance, ya que ellos son capaces de realizar operaciones de registro, control, búsqueda y almacenamiento de todo tipo de información de manera electrónica. Grandes archivos de documentos manuscritos fueron sustituidos por bases de datos con una gestión evidentemente más eficiente. A partir de ese instante se le facilita el trabajo a los analistas en los laboratorios, puesto que en un corto margen de tiempo van a ser capaces de recolectar y brindar toda una serie de resultados, que de forma manual requieren de mucho tiempo y reflejan resultados que no siempre logran alcanzar la calidad esperada.

Las aplicaciones LIMS se han convertido en herramientas esenciales para la reducción de costes y aumento de la eficiencia y productividad en las actividades realizadas en los laboratorios. Muchas compañías se han consagrado en la fabricación de estos sistemas para el manejo en particular de cada una de las necesidades de sus clientes. A continuación aparecen reflejadas algunas de las empresas dedicadas a la producción de LIMS.

Fabricantes de LIMS y características de sus productos

Dado el creciente interés de las empresas por alcanzar una alta calidad, como un factor clave para favorecer la productividad, la eficacia y la imagen de los productos o servicios suministrados, las aplicaciones LIMS representan la solución imprescindible para una gestión moderna del control y aseguramiento de la calidad.

Una de las corporaciones de mayor prestigio es la **StarLIMS**, se dedica a crear LIMS aportando soluciones rentables, multilingües y de altísima calidad, con un claro enfoque dirigido hacia la creación de fuertes relaciones con los clientes. (STARLIMS 2006) Respeta las organizaciones y sus reglas de negocio, utilizando la misma base de software. Ha creado LIMS para fabricantes de fármacos, la unidad de control de procesos de la refinería más grande del mundo y laboratorios de salud pública nacional de Estados Unidos. La arquitectura flexible de múltiples capas de StarLIMS y sus componentes out-of-the-box de alta funcionalidad, permiten a cada operación controlar su propio estilo y flujo de trabajo. Su metodología de implementación de Certificación-ISO sirve de plataforma a nuevas implementaciones y conversiones hacia los sistemas herederos. (STARLIMS CORPORATION 2004).

Autoscribe Limited es una empresa ubicada en Gran Bretaña dedicada al desarrollo y provisión de soluciones LIMS. **Matrix LIMS** es un ejemplo de software de esta compañía que para garantizar el éxito del LIMS con la mínima inversión de tiempo y dinero, combina dos aspectos fundamentales: configurabilidad auténtica y rapidez de implementación. Este sistema se suministra con el conjunto más completo de herramientas para lograr una configurabilidad absoluta sin necesidad de programar códigos a medida. Como características básicas tiene: flexibilidad de configuración, adecuación para pequeños laboratorios y también para grandes organizaciones globales, incluye las herramientas necesarias para cumplir con los requerimientos de los laboratorios altamente regulados, compatibilidad con una variedad de bases de datos comerciales: incluyendo Oracle y Microsoft SQL Server. (AUTOSCRIBE 2007)

AssayNet es una compañía de desarrollo de software especializada en LIMS en el área ambiental y de minería. Los productos y servicios de AssayNet son multilingües y pueden usarse en distintos idiomas concurrentemente. El **LIMS2003** es el sistema estandarte de AssayNet. Se basa en una arquitectura cliente-servidor, es robusto, está hecho para crecer a gran escala y es fácil de usar. El programa ofrece características muy avanzadas para pequeños laboratorios con acceso mediante Web, código de barras y rastreo de muestras. El programa informático entrega beneficios inmediatos tales como un tiempo reducido de operación y ahorros de costos. (MEDIO AMBIENTE ONLINE 2006)

1.1.2 Algunos beneficios obtenidos con la introducción de un LIMS

- Se obtienen los resultados calculados de forma automática y se verifica la validez de los datos una vez que se introduzcan al sistema.
- Existe traceabilidad en la definición, modificación y uso de procedimientos normalizados de trabajo, estándares de calibración, procedimientos analíticos, etc.
- Disminuyen los errores de transcripción por adquisición automática de información y se eliminan las copias redundantes de información en papel.
- La revisión y visualización de datos será más completa, flexible y accesible con una generación rápida y efectiva de informes.
- El acceso a la información va a estar definido y controlado (difícil de realizar con métodos manuales).
- La revisión y el análisis de la información se tornará más eficiente, eliminando procedimientos de búsqueda y recopilación muy costosos en tiempo y con clara fuentes de errores.
- También habrá mayor confiabilidad a la hora de utilizar cualquiera de los datos que se recogieron, porque para acceder a una aplicación de este tipo, los usuarios tienen que autenticarse con anterioridad.

1.2 Metodologías de desarrollo

Una metodología de desarrollo de software consiste en una serie de métodos, procedimientos y técnicas que guían el camino a seguir y facilitan reflejar el control de los cambios producidos a lo largo del desarrollo de un software. Debe ser flexible y admitir pequeñas desviaciones en la línea de trabajo, con el propósito de adaptarse a posibles modificaciones que se deseen realizar, y que incluso pueden ir mucho más allá del tiempo de construcción de un producto de software. Para su aplicación se puede apoyar en más de un modelo de ciclo vida, es decir, un ciclo de vida tiene bien definidos los objetivos a alcanzar durante el desarrollo del proyecto, pero no refleja de que forma se obtienen. Sin embargo una metodología expresa cómo es que hay que obtener los distintos productos de forma total o parcial.

Entre los procesos de desarrollo que se utilizan con mayor frecuencia están: Programación Extrema (Extreme Programming, XP) clasificado como un método ligero, y Proceso Unificado de Desarrollo (RUP), que se clasifica como un método pesado. Como resultado de las investigaciones realizadas en tesis anteriores se definió seguir la metodología de RUP, por estar diseñado para grandes proyectos con equipos de desarrollo numerosos y porque genera un gran volumen de documentación necesaria para el proyecto. Por tales motivos en este trabajo se continúa adoptando RUP como proceso de desarrollo de software.

1.2.1 Proceso Unificado de Desarrollo de Software (RUP)

Es uno de los procesos de desarrollo más utilizado por las grandes empresas productoras de software. La definición de este proceso está dada por tres características fundamentales: es iterativo e incremental, dirigido por casos de uso (CU) y está centrado en la arquitectura.

RUP es un proceso iterativo e incremental que se encarga de dividir el trabajo en partes más pequeñas o en mini proyectos con el objetivo de facilitar su desempeño, permitiendo un determinado equilibrio entre los CU y la arquitectura durante cada uno de estos mini proyectos. Estas partes en que divide el trabajo podrán verse como una iteración de la cual se obtiene un notable incremento, pues se ganará en cantidades de artefactos generados a medida que avance el proyecto, provocando un aumento del tamaño del producto con el tiempo.

Que esté dirigido por casos de uso significa que el proceso de desarrollo sigue una trayectoria a través de flujos de trabajos generados por los casos de uso. Éstos describen la funcionalidad del sistema en términos de su importancia para el usuario, ya que a través de sus descripciones van a estar identificadas todas las actividades a desarrollar, así como los priorizados de cada mini proyecto, llamados casos de uso críticos.

Que RUP esté dirigido por los casos de uso no indica que se desarrollen de manera aislada de la arquitectura sino que se desarrollan ambos a la vez, pues están estrechamente relacionados. La arquitectura involucra los elementos más significativos del sistema y está influenciada por las plataformas del software, los sistemas operativos, los sistemas de gestión de bases de datos, entre otros.

Fases e Iteraciones

RUP se caracteriza por estar dividido en cuatro fases fundamentales, durante las cuales se desarrollan varias actividades entre las que se encuentran se muestran las siguientes:

- **Inicio:** se centra en las actividades de modelado del negocio y de requisitos.
- **Elaboración:** las iteraciones se orientan al desarrollo de la arquitectura, abarcan más los flujos de trabajo de requerimientos, modelo de negocios (refinamiento), análisis, diseño y una parte de implementación de la arquitectura.
- **Construcción:** se lleva a cabo la construcción del producto por medio de una serie de iteraciones.
- **Transición:** se pretende garantizar que se tiene un producto preparado para su entrega a los usuarios.

En cada fase se ejecutarán una o varias iteraciones de tamaño variable, según la complejidad que tenga el proyecto, y dentro de cada una de ellas se seguirá un modelo de cascada en los flujos de trabajo que lo requieran. **(Ver Anexo. 2 y 3)**

Cada fase del RUP concluye con un hito bien definido **(Ver Anexo. 4)**, punto en el cual se deben tomar ciertas decisiones y alcanzar las metas claves antes de pasar a la siguiente fase.

Los hitos para cada una de las fases son:

- **Inicio:** visión de los objetivos.
- **Elaboración** – prototipo de la arquitectura.
- **Construcción** – capacidad operacional inicial.
- **Transición** – liberación del producto.

RUP es un proceso de desarrollo utilizado por IBM Rational para soportar el ciclo de vida del software. RUP junto con el Lenguaje Unificado de Modelado UML, constituye la metodología estándar más utilizada para el análisis, implementación y documentación de sistemas orientados a objetos.

Un proceso de desarrollo de software define quién hace qué, cómo y cuándo. RUP define cuatro elementos: los roles, que responden a la pregunta ¿Quién?, las actividades que responden a la pregunta ¿Cómo?, los productos, que responden a la pregunta ¿Qué? y los flujos de trabajo de las disciplinas que responden a la pregunta ¿Cuándo? (Jacobson, Booch, & Rumbaugh, 2004)

¿Qué es un Flujo de Trabajo?

Se han tomado varias ideas acerca del concepto de flujo de trabajo y se ha llegado a la conclusión, que según el proceso unificado de desarrollo de software, un flujo de trabajo (FT) consiste fundamentalmente en un conjunto de actividades que se efectúan y finalmente se pueden apreciar sus resultados de forma palpable, dados por una secuencia de acciones realizadas por los diferentes roles.

En los flujos de trabajo participan diferentes trabajadores, que son los responsables de ejecutar las actividades que se acometen según lo acordado en cada proyecto y además en cada flujo se generan diversos artefactos que identifican y caracterizan cada una de las etapas por las que transcurre un proceso de desarrollo de software.

RUP define nueve flujos de trabajo a cumplir en cada fase de un proyecto, ellos son:

1. **Modelado del negocio:** pretende llegar a un mejor entendimiento de la organización donde se va a implantar el producto.
2. **Requerimiento:** es uno de los flujos de trabajo más importantes, porque en él se establece qué tiene que hacer exactamente el sistema que se va a construir.
3. **Análisis y diseño:** su objetivo es traducir los requisitos a una especificación que describe cómo implementar el sistema.
4. **Implementación:** se implementan las clases y objetos, se deben hacer las pruebas. El resultado final de este flujo de trabajo es un sistema ejecutable.
5. **Pruebas:** es el encargado de evaluar la calidad del producto, pero no para aceptar o rechazar el producto al final del proceso de desarrollo, sino que debe ir integrado en todo el ciclo de vida.
6. **Despliegue:** este flujo de trabajo tiene como objetivo producir con éxito distribuciones del producto y distribuirlo a los usuarios.
7. **Gestión del proyecto:** es el arte de lograr un balance al gestionar objetivos, riesgos y restricciones para desarrollar un producto que sea acorde a los requisitos de los clientes y los usuarios.

8. **Gestión de configuración y cambios:** mantiene la integridad de todos los artefactos que se crean en el proceso, así como la información del proceso evolutivo que han seguido.
9. **Gestión del entorno:** da soporte al proyecto con las adecuadas herramientas, procesos y métodos. Brinda una especificación de las herramientas que se van a necesitar en cada momento, así como definir la instancia concreta del proceso que se va a seguir.

El desarrollo de este trabajo se centra sólo en el flujo de trabajo de implementación.

1.3 Flujo de trabajo de implementación

El flujo de trabajo de implementación requiere de mucho esfuerzo y mucha preparación por parte de los trabajadores que desempeñan el cúmulo de actividades que durante esta etapa se realizan, producto de las diferentes formas de interpretación que puede tener un mismo diseño para varios arquitectos de software o programadores (**Ver Anexo 6**). Es en este flujo donde se obtienen las versiones funcionales de un software, la parte más atractiva y la que mayor interés despierta en el usuario final, porque es aquí donde se pueden apreciar los resultados visibles de un producto.

En la implementación se comienza a trabajar sobre la base de los resultados obtenidos en el flujo de trabajo de análisis y diseño, se desarrolla el sistema en términos de componentes, obteniéndose ficheros de código fuente, scripts, ficheros de código binario, ejecutables y similares. (Jacobson, Booch, & Rumbaugh, 2004)

Esta etapa de construcción del software está determinada por el lenguaje de programación que se decida utilizar para desarrollar el producto. Los diagramas de despliegue y los diagramas de componentes conforman lo que se conoce como un modelo de implementación al describir los componentes a construir, su organización y dependencia entre nodos físicos en los que funcionará la aplicación.

1.4 Roles, artefactos y actividades

1.4.1 ¿Qué es un rol?

Un **rol** define las responsabilidades de un individuo en cierto flujo de trabajo, o de un grupo de individuos de un equipo de trabajo, ya que cada persona tiene tareas diferentes que acometer según la etapa en que se encuentre el proyecto. Una persona puede desempeñar diversos roles y un rol puede ser representado por varias personas en un mismo momento. Los roles varían en dependencia de la fase o del FT por donde transite el proyecto.

Los roles propuestos por RUP para el flujo de trabajo de implementación son: el implementador, el integrador de sistemas, el revisor técnico y el arquitecto de software.

Por la relevancia que tienen para el proyecto, durante esta investigación serán desempeñados los roles de implementador, arquitecto de software y el revisor técnico.

1.4.1.1 Rol de Implementador

El rol de implementador tiene como principal responsabilidad implementar el sistema, los elementos del diseño, los elementos de prueba del diseño y analiza el comportamiento de la aplicación en tiempo de ejecución. Desarrolla además los instaladores del sistema que se necesitan para el despliegue del producto final. **(Ver Anexo 6)**

Responsabilidades del implementador:

- Distribuir el sistema asignando componentes ejecutables a nodos en el diagrama de despliegue.
- Implementar las clases y subsistemas encontrados durante el diseño.

1.4.1.2 Rol de Arquitecto de software

El rol de arquitecto de software tiene como tarea fundamental estructurar la forma que va a adoptar el modelo de implementación y que este esté en estrecha correspondencia con el modelo de diseño.

(Ver Anexo. 7)

Responsabilidades del arquitecto de software:

- Responsable de la integridad, corrección, completitud y legibilidad del modelo de implementación de acuerdo a lo descrito en el modelo de diseño.
- Responsable de la arquitectura del modelo de implementación.

1.4.1.3 Rol de Revisor técnico

El trabajo del rol de revisor técnico está encaminado a realizar una revisión rigurosa del código de los distintos sistemas y subsistemas que se han estado implementando por parte del programador. Durante la revisión del código tomará nota de los errores que se pueda encontrar y una vez que termine le informará de cada uno de los errores al implementador, con el objetivo de que pueda rectificar las deficiencias encontradas.

1.4.2 ¿Qué es un artefacto?

Un **artefacto** es un fragmento de información que es producido, modificado o usado durante el proceso de desarrollo de software. Los artefactos son los resultados tangibles del proyecto que se van creando y usando hasta obtener el producto final, un artefacto es aquel que va a describir por si mismo la esencia de un proceso, en dependencia de la etapa por la que transite en el proyecto que se está ejecutando. Los artefactos son generados en los distintos flujos de trabajo como consecuencia directa de las actividades que tengan que desempeñar los trabajadores en el mismo. A continuación se describen los artefactos que serán generados por el rol de implementador.

1.4.2.1 Artefactos que son generados por el rol de implementador

Artefacto: Subsistema de implementación

Los subsistemas de implementación proporcionan una forma de organizar los artefactos del modelo de implementación en partes manejables. Un subsistema puede estar formado por componentes, interfaces y otros subsistemas (recursivamente). Un subsistema puede implementar, y así proporcionar, las interfaces que representan la funcionalidad que exportan en forma de operaciones. (Jacobson, Booch, & Rumbaugh, 2004)

Es importante entender que un subsistema de implementación se manifiesta a través de un “mecanismo de empaquetamiento” concreto en un entorno de implementación determinado, tales como:

- Un paquete en Java y PHP.
- Un proyecto en Visual Basic.
- Un directorio de ficheros en un proyecto de C++.
- Un paquete en una herramienta de modelado visual como Rational Rose.

(Jacobson, Booch, & Rumbaugh, 2004)

La semántica de los subsistemas de implementación no es única, sino que va a variar con frecuencia y se refinará en dependencia del entorno de implementación en que se trabaje.

Los subsistemas de implementación están muy relacionados con los subsistemas de diseño en el modelo de diseño. De hecho, los subsistemas de implementación deberían seguir la traza uno a uno de sus subsistemas de diseño correspondientes. (Jacobson, Booch, & Rumbaugh, 2004)

Artefacto: Diagrama de componentes

Los principales objetivos que se persiguen en el momento de realizar los diagramas de componentes son, tener una estructura del modelo de implementación en términos de subsistemas de implementación y mostrar las relaciones existentes entre los elementos de implementación.

Este tipo de diagrama se representa como un grafo de componentes de software, unidos por medio de relaciones de dependencia (compilación, ejecución), pudiendo mostrarse las interfaces que estos soporten.

Un componente es el empaquetamiento físico de los elementos de un modelo, como son las clases en el modelo de diseño. Algunos estereotipos estándar de componentes son los siguientes:

- <<executable>> es un programa que puede ser ejecutado en un nodo.
- <<file>> es un fichero que contiene código fuente o datos.
- <<library>> es una librería estática o dinámica.
- <<table>> es una tabla de base de datos.
- <<document>> es un documento.

(Jacobson, Booch, & Rumbaugh, 2004)

Los diagramas de componentes se utilizan para modelar la vista estática de un sistema. Muestran la organización y las dependencias lógicas entre un conjunto de componentes de software, sean éstos componentes de código fuente, librerías, binarios o ejecutables. Desde el punto de vista del diagrama de componentes se tienen en consideración los requisitos relacionados con la facilidad de desarrollo, la gestión del software, la reutilización, y las restricciones impuestas por los lenguajes de programación y las herramientas utilizadas en el desarrollo.

1.4.2.2 Artefactos que son generados por el arquitecto de software

Artefacto: Modelo de Implementación.

El modelo de implementación describe cómo los elementos del modelo de diseño, como las clases, se implementan en términos de componentes, como ficheros de código fuente, ejecutables, entre otros. El modelo de implementación describe también cómo se organizan los componentes de acuerdo con los mecanismos de estructuración y modularización disponibles en el entorno de implementación y en el lenguaje o lenguajes de programación utilizados, y cómo dependen los componentes unos de otros.

(Jacobson, Booch, & Rumbaugh, 2004)

Un modelo de implementación más detallado puede incluir un código fuente de bajo nivel y ficheros derivados, y sus relaciones con el modelo de diseño. Tales detalles son recomendados solo si se tiene una sincronización automatizada entre el modelo y los ficheros.

No es obligatorio realizar el modelo de implementación. Si se decide crear el modelo de implementación las decisiones que debe tomar son: cómo relacionar el modelo de implementación con el modelo de diseño y determinar cuáles elementos de implementación son suficientemente importantes para modelarlos.

Cuando se está en presencia de todos los requerimientos previstos para el modelo de implementación y estos a su vez concuerdan totalmente con el modelo de diseño que se pensó, se puede decir que el modelo de implementación es correcto. La estructura del modelo de implementación es establecida en la fase de elaboración, y es refinada como se necesite en la fase de construcción.

Un modelo de implementación contiene:

- Introducción.
- Subsistemas de implementación.
- Elementos de implementación.
- Relaciones.
- Diagramas.
- Pruebas de Stub.
- Elementos de prueba.
- Vista de implementación.
- Interfaz

1.4.3 ¿Qué es una actividad?

Una actividad consiste simplemente en una unidad de trabajo donde se mide el esfuerzo de una persona o individuo, durante su desempeño en uno de los roles definidos por RUP, la cual podrá ser realizada y siempre va a estar ligada a cierta necesidad. Todas las actividades tienen un objetivo concreto, crear o actualizar algún producto. En fin, podemos decir que una actividad no es más que la agrupación de todo un conjunto de tareas a cumplir por una persona y que forman parte de un proceso en específico.

1.4.3.1 Actividad realizada por el rol de implementador

Actividad: Implementar Componentes (ingeniero de componentes).

La responsabilidad principal de implementar los componentes es de los ingenieros de componentes que son los encargados de definir y mantener el código fuente de uno o varios componentes, garantizando que cada componente implementa la funcionalidad correctamente. (Jacobson, Booch, & Rumbaugh, 2004)

El propósito de esta actividad es completar una parte de la implementación que podría ser entregada para la integración. En esta actividad el programador (ingeniero de componentes) escribe código fuente, reutiliza código, compila, realiza pruebas unitarias implementa los elementos del modelo de diseño, entre otras tareas. Si encuentra defectos en el diseño, regresa a la fase de análisis y diseño y los corrige, también arregla defectos de código y realiza pruebas unitarias para verificar los cambios producidos. El revisor técnico revisa y evalúa el código guiándose por una lista de chequeos. (**Ver Anexo 8**)

1.4.3.2 Actividad que realiza el arquitecto de software

Actividad: Estructurar el modelo de Implementación.

El propósito de la implementación de la arquitectura es esbozar el modelo de implementación y su arquitectura mediante:

- La identificación de componentes significativos arquitectónicamente, tales como componentes ejecutables.
- La asignación de componentes a los nodos en las configuraciones de redes relevantes.

(Jacobson, Booch, & Rumbaugh, 2004)

El correcto desempeño del arquitecto de software parte del Modelo de Diseño y de Despliegue. Resulta actualizado el modelo de implementación, ya sea porque se crea por primera vez o se añaden nuevos elementos de implementación a los ya existentes provenientes de una iteración anterior. La responsabilidad de la integridad del modelo de implementación y de que el modelo como un todo este correcto, completo y legible, recae sobre el arquitecto.

Pasos del modelo de implementación:

- Establecer la Estructura del Modelo de Implementación.

-
- Crear Subsistemas de Implementación.
 - Definir las dependencias “Import” y de compilación para cada Subsistema de Implementación.
 - Actualizar la Vista de Implementación de la Arquitectura.

1.5 Lenguaje Unificado de Modelado (UML)

RUP es un proceso de desarrollo utilizado por IBM Rational para soportar el ciclo de vida del software. Junto con el Lenguaje Unificado de Modelado UML, constituye la metodología estándar más utilizada para el análisis, implementación y documentación de sistemas orientados a objetos.

Es un lenguaje gráfico para visualizar, especificar, construir y documentar un sistema de software a través de los diferentes diagramas y modelos. Ofrece un estándar para describir un plano del sistema (modelo), incluyendo aspectos conceptuales tales como procesos de negocios y funciones del sistema, y aspectos concretos como expresiones de lenguajes de programación, esquemas de bases de datos y componentes de software reutilizables. **(Ver Anexo 5)**

1.6 Tecnologías desarrollo y herramientas utilizadas

Las tecnologías y herramientas que a continuación se muestran, se seleccionaron para la implementación de los módulos que conforman el proyecto LIMS de Calidad del CIGB. La dirección del proyecto, a partir de investigaciones realizadas y después de hacer un grupo de comparaciones donde se evaluaron las posibilidades de cada una de las alternativas estudiadas, decidió optar por un grupo de tecnologías que se especifican posteriormente en el cuerpo de este documento. En la presente investigación se mencionan las principales ventajas del uso de cada una de ellas con el objetivo de justificar su elección.

1.6.1 Qué es un Framework

A simple vista el concepto de framework resulta muy fácil de definir o por lo menos podríamos traducir su significado de forma rápida en algo así como un marco de trabajo, pero la realidad es otra y demuestra que no resulta tan fácil de definir como se aprecia de primera impresión.

Siendo muy simple, es **un esquema (un esqueleto, un patrón) para el desarrollo y/o la implementación de una aplicación**. Sí, es una definición muy genérica, pero también puede serlo un framework: sin ir más lejos, el paradigma MVC (Modelo-Vista-Controlador) dice poco más que “separa en tu aplicación la gestión de los datos, las operaciones, y la presentación”. En el otro extremo, otros

frameworks pueden llegar al detalle de definir los nombres de ficheros, su estructura, las convenciones de programación, entre otros. (Jordisan, 2006)

En el desarrollo de software actual, se cataloga a un framework como una estructura de soporte definida en la cual otro proyecto de software puede ser organizado y desarrollado, de forma tal que su uso le facilite de manera palpable el trabajo al implementador. Típicamente, un framework puede incluir soporte de programas, bibliotecas y un lenguaje interpretado entre otros software para ayudar a desarrollar y unir los diferentes componentes de un proyecto.

Son capaces de representar una arquitectura de software que modele las relaciones generales de las entidades del dominio, y llevan consigo una estructura y una metodología de trabajo la cual extienden o utilizan las aplicaciones del dominio. De igual forma un framework simplifica considerablemente el desarrollo de una aplicación mediante la automatización de algunos de los patrones utilizados para resolver las tareas comunes.

Agregan funcionalidad extendida a un lenguaje de programación; éste, automatiza muchos de los patrones de programación para orientarlos a un determinado propósito, ya que en un momento determinado puede que el programador necesite utilizar cierta funcionalidad para su aplicación y oportunamente la tendrá a su disposición con solo llamarla.

Además proporcionan una buena estructura al código y hace que los desarrolladores escriban líneas de código de una forma mucho más sencilla de lo que normalmente están adaptados a hacer, lo más entendible posible y sin complicaciones a la hora de prestarle algún tipo de mantenimiento.

Un framework permite separar en capas las aplicaciones, las más utilizadas son las aplicaciones en tres capas ya que:

- La lógica de presentación administra las interacciones entre el usuario y el software.
- La lógica de datos permite el acceso a un agente de almacenamiento persistente u otros.
- La lógica de dominio o de negocio, manipula los modelos de datos de acuerdo a los comandos recibidos desde la presentación.

Los frameworks pretenden facilitar el desarrollo de aplicaciones web (sitios web, intranets, entre otras). PHP es conocido por su simplicidad y es ampliamente usado en este campo. Sólo PHP puede utilizar casi todos los motores de base de datos, administrar sesiones, acceder a archivos del servidor, entre otras funcionalidades, pero cuando las aplicaciones crecen y su complejidad aumenta, un framework resuelve muchos problemas y facilita muchas tareas. (Gutierrez)

La dirección del proyecto productivo en conjunto con los implementadores, determinó que para el desarrollo de los distintos módulos, la opción más apropiada sería escoger a Symfony. La mejor alternativa fue utilizar este framework, ya que está dotado de un conjunto de características ventajosas que responden a una implementación del sistema mucho más cómoda y potente. Las principales cuestiones que permitieron que Symfony fuese escogido para la implementación, se exponen a lo largo del siguiente epígrafe.

Symfony 1.0.10

Symfony es un framework con muchas mejoras, diseñado para optimizar gracias a sus características, el desarrollo de las aplicaciones web. Separa la lógica de negocio, la lógica de servidor y la presentación de la aplicación web. Proporciona varias herramientas y clases encaminadas a reducir el tiempo de desarrollo de una aplicación web compleja. Además, automatiza las tareas más comunes, permitiendo al desarrollador dedicarse por completo a los aspectos específicos de cada aplicación. El resultado de todas estas ventajas es que no se debe reinventar la rueda cada vez que se crea una nueva aplicación web. (Zaninotto, y otros)

Symfony está desarrollado completamente con PHP 5. Ha sido probado en numerosos proyectos reales y se utiliza en sitios web de comercio electrónico de primer nivel. Symfony es compatible con la mayoría de gestores de bases de datos, como MySQL, PostgreSQL, Oracle y SQL Server de Microsoft. Se puede ejecutar tanto en plataformas (Unix y Linux) como en Windows.

Características de Symfony

Symfony se diseñó con el objetivo de ajustarse a los siguientes requisitos:

- Fácil de instalar y configurar en la mayoría de las plataformas (y con la garantía de que funciona correctamente en los sistemas Windows y Unix estándares)
- Independiente del sistema gestor de bases de datos.
- Sencillo de usar en la mayoría de casos, pero lo suficientemente flexible como para adaptarse a los casos más complejos.
- Basado en la premisa de “convenir en vez de configurar”, en la que el desarrollador solo debe configurar aquello que no es convencional.
- Sigue la mayoría de mejores prácticas y patrones de diseño para la web.
- Código fácil de leer que incluye comentarios de phpDocumentor y que permite un mantenimiento muy sencillo.

- Fácil de extender, lo que permite su integración con librerías desarrolladas por terceros.

Por qué es adecuado Symfony

- El principal argumento que hizo posible decidirse a utilizar Symfony es la cantidad de módulos que necesitan que sean implementados y el tamaño que tiene el proyecto en general.
- Dentro de un mismo módulo hay una numerosa cantidad de CU.
- Por otra parte, Symfony es utilizado en aplicaciones web complejas con mucha lógica de negocio, ya que no es recomendable utilizar solo PHP.
- Permite asegurar el mantenimiento y las ampliaciones futuras de la aplicación, las hace mucho más asequibles, pues es necesario que el código sea ligero, legible y efectivo.
- Se pueden desarrollar aplicaciones de forma muy rápida, con el uso de PHP, mediante las ventajas que ofrece Symfony.
- Acerca de él se puede encontrar abundante bibliografía en internet, muy actualizada, y además cuenta con una creciente comunidad de desarrolladores que discuten a diario varias alternativas de solución a través de los fórum de discusiones en línea.
- Tiene una madurez y una calidad considerable, no por gusto Yahoo lo ha elegido para desarrollar algunos de sus sistemas principales.

1.6.2 Servidor Web

Con el presente trabajo de diploma se obtendrá una aplicación Web que estará soportada por tecnología Cliente-Servidor, razón por la cual se va a necesitar de un servidor para la Web. Este deberá ser compatible con el sistema operativo Windows, tendrá que ser potente y a la misma vez debe ser capaz de soportar varias conexiones, ya que en la Dirección de Calidad del CIGB existen varios laboratorios con más de una PC cada uno. La dirección del proyecto encontró un servidor que cumple con las características que se necesitan, este es Apache.

Apache 2.2.3

Este servidor fue desarrollado dentro del proyecto HTTP Server de la empresa Apache Software Foundation, sus siglas en inglés significan servidor emparchado, pues se derivan de las palabras en idioma inglés patchy server.

Apache es el servidor Web hecho por excelencia y es líder en el mercado internacional. Su coste gratuito, gran fiabilidad y extensibilidad le convierten en una herramienta muy potente y de una alta configurabilidad, estos rasgos hacen que cada vez millones de servidores reiteren su confianza en este programa. Sus características pueden ser extensibles hasta donde la imaginación y el conocimiento puedan alcanzar. Entre las principales ventajas con que cuenta están las siguientes:

- Corre en una multitud de Sistemas Operativos, lo que lo hace prácticamente universal.
- Apache es una tecnología gratuita y de código fuente abierto. El hecho de ser gratuita es importante pero no tanto como que se trate de código fuente abierto. Esto le da una transparencia a este software de manera que si se quiere ver que es lo que se está instalando como servidor, lo podemos saber, sin ningún secreto, sin ninguna puerta trasera ;).
- Apache es un servidor altamente configurable de diseño modular. Es muy sencillo ampliar las capacidades del servidor Web Apache. Actualmente existen muchos módulos para Apache que son adaptables a este, y están ahí para que los instalemos cuando los necesitemos. Otra cosa importante es que cualquiera que posea una experiencia decente en la programación de C o Perl puede escribir un modulo para realizar una función determinada.
- Apache trabaja con gran cantidad de lenguajes como: Perl, PHP y otros más de script. Perl destaca en el mundo del script y Apache utiliza su parte del pastel de Perl tanto con soporte CGI como con soporte mod perl. También trabaja con Java y páginas jsp. Teniendo todo el soporte que se necesita para tener páginas dinámicas.
- Apache te permite personalizar la respuesta ante los posibles errores que se puedan dar en el servidor. Es posible configurar Apache para que ejecute un determinado script cuando ocurra un error en concreto.
- Tiene una alta configurabilidad en la creación y gestión de logs. Apache permite la creación de ficheros de log a medida del administrador, de este modo puedes tener un mayor control sobre lo que sucede en tu servidor. (Ciberaula, 2006)

1.6.3 Editor web orientado a la programación de páginas PHP

Para la implementación de una aplicación web, se necesita de un editor que facilite el completamiento de código una herramienta y agilice el trabajo del programador en todo momento, para que no resulte tan tediosa esta actividad. Un entorno de desarrollo integrado o IDE (Integrated Development Environment) es un programa compuesto por un conjunto de herramientas para un programador. Los IDEs proveen un marco de trabajo amigable para la mayoría de los lenguajes de programación. En algunos de ellos, un IDE puede funcionar como un sistema en tiempo de ejecución, en donde se

—
permite utilizar el lenguaje de programación en forma interactiva, sin necesidad de trabajo orientado a archivos de texto. Es posible que un mismo IDE pueda funcionar con varios lenguajes de programación. Eclipse es uno de ellos, pues mediante plugins se le puede añadir soporte a más de uno. En el desarrollo del módulo AQ se va a utilizar como IDE de desarrollo el eclipse, con el plugin PDT (PHP Development Tool) que soporta el lenguaje PHP5.

Eclipse PHP Development Tools

Dentro de los IDEs que mayores mejoras presentan está el Tulip 0.7, PHP Designer Personal 5.0.2, DevPHP 2.0.13.261 y el Eclipse PHP Development Tools, todos ellos pertenecientes a la rama del OpenSource.

Finalmente para el desarrollo del proyecto se decidió utilizar una de las versiones más recientes del Eclipse PHP Development Tools. Este es un IDE para PHP basado en Eclipse que incluye una serie de componentes necesarios (Eclipse 3.3, GEF 3.3, DTP 1.5, WTP 2.0, etc.). Este programa no necesita de su instalación, con solo descomprimir el archivo zip en una carpeta y ejecutar el programa eclipse.exe estará listo para trabajar con el.

Es impulsor de la tecnología de servidores PHP, ofrece el control del editor de código, del compilador y del depurador desde una única interfaz de usuario. Su misión consiste en evitar tareas repetitivas, facilitar la escritura de código correcto, disminuir el tiempo de depuración e incrementar la productividad del desarrollador. Estas tareas pueden realizarse de varias formas diferentes, en algunos casos mediante la inclusión de asistentes para las tareas más habituales y mecánicas de editores que completen automáticamente el código y señalen los errores sintácticos, de gestores de archivos fuente, etc. Eclipse no es un IDE más a añadir a la lista, fue cedido por IBM con el objetivo fundamental de crear una plataforma de desarrollo modular que cualquier herramienta de desarrollo pueda usar con el lenguaje de programación que se desee.

Además Eclipse es una plataforma universal para integrar herramientas de desarrollo, basada en plugins. Plataforma universal, pues emplea una estructura abierta de plug-ins que permite expandir las capacidades de la plataforma base hasta el infinito; pudiendo ser añadidos automáticamente al entorno de desarrollo, lo que lo convierte en uno muy adecuado para el desarrollo de software. (González Ribot, y otros, 2004)

1.6.4 Herramienta CASE

Computer Aided Software Engineering (CASE) no es más que la aplicación de tecnología informática a las actividades, las técnicas y las metodologías propias de desarrollo de un software. Su objetivo está en acelerar el proceso para el que han sido diseñados.

Las herramientas CASE evolucionan hacia tres tipos de integración:

- La integración de datos permite disponer de herramientas CASE con diferentes estructuras de diccionarios locales para el intercambio de datos.
- La integración de presentación confiere a todas las herramientas CASE el mismo aspecto.
- La integración de herramientas permite disponer de CASE capaces de invocar a otras CASE de forma automática.

Estas integraciones están presentes en las diferentes herramientas CASE utilizadas para el desarrollo de software. En tesis del curso pasado, la dirección del proyecto a pesar de apreciar en Visual Paradigm excelentes ventajas para documentar los diagramas de la ingeniería, decidió utilizar finalmente Rational Rose. La fundamentación de esta disposición estuvo dada por existir un déficit de memoria RAM en las máquinas del proyecto. Este año la universidad realizó una gran inversión con el objetivo de mejorar la tecnología y priorizó el hardware de los laboratorios pertenecientes a proyectos productivos. A partir de este momento el mando superior del proyecto adoptó la idea de utilizar Visual Paradigm como herramienta CASE.

Visual Paradigm 3.1

Visual Paradigm es una potente herramienta que se utiliza en el modelado y visualización de varios de los diagramas que se elaboran durante el diseño de los diferentes elementos de software. Es considerado una herramienta CASE, puesto que se basa en la metodología de RUP y para ello utiliza el lenguaje UML. Tiene la ventaja de utilizarse sobre Linux, aunque no es de libre distribución, pero una vez que se tiene su licencia es capaz de proporcionar a los desarrolladores una plataforma que le permitirá diseñar un producto con una alta calidad en un corto tiempo.

Soporta distintos lenguajes de programación como Java, C++, CORBA IDL, Personal Home Page (PHP), eXtensible Markup Language (XML), C#, VB .NET, Object Definition Language (ODL), Flash ActionScript, Delphi, Perl, Python, y Objective-C, .NET dll y exe, Ada, JDBC. Tiene alta interoperabilidad, capaz de importar y exportar a ficheros mdl o cat, ejecutables de Rational Rose. Se integra con las siguientes herramientas: JBuilder, Oracle, WebSphere, NetBeans, JDeveloper, Eclipse,

—
BEA Weblogic. Está disponible en varias ediciones: Enterprise, Community, Professional, Modeler, Standard y Personal. (Visual Paradigm)

La UCI obtuvo la licencia de Visual Paradigm para UML y a partir de ese momento se abrieron las puertas de muchos proyectos, pues con la utilización de esta herramienta se facilita la creación de diferentes tipos de diseños. No importa en el flujo de trabajo donde estés trabajando, pues brinda funcionalidades para trabajar en cualquier etapa de la construcción del software. Para la parte de implementación tiene un gran valor, pues se utilizará principalmente en la realización de los diagramas de componentes. Para la realización de los diagramas de componentes del módulo AQ, la dirección del proyecto decidió que se utilizara Visual Paradigm, en su versión 6.0 o 6.1.

1.6.5 Lenguajes de Programación para la Web

Un lenguaje de programación es aquel que permite la construcción del software estableciendo las funcionalidades entre sus interfaces para llevar a cabo las actividades de gestión del sistema. Entre la amplia gama de lenguajes existentes para el desarrollo Web, PHP es uno de los que tiene un mayor índice de aceptación

Una de las características de mayor peso que diferencian a Internet de otros medios de comunicación es la interacción y personalización de la información con el usuario. Esto se logra por medio de las ventajas y facilidades que brindan algunos de los diferentes lenguajes de programación para la Web que existen hoy en día.

Cada uno de ellos explota más a fondo ciertas características que lo hacen más o menos útiles a la hora de desarrollar una aplicación específica y además el hecho de que se escoja uno u otro lenguaje está en dependencia de las funcionalidades que el cliente desee que se implementen. Dichos lenguajes se clasifican en dos partes fundamentales que reconocen la propia arquitectura Cliente/Servidor de esta plataforma de desarrollo: los lenguajes del lado del Servidor y los lenguajes del lado del Cliente.

Esta distinción en los lenguajes ha sido necesaria debido a que la Web funciona en modo "Desconectado", o sea, un usuario a través de un navegador hace una petición de una página Web a un Servidor Web (Request), el Servidor recibe la petición, la procesa y le envía la respuesta al Cliente (Response), el que se desconecta al recibirla.

Del lado del cliente se encuentran principalmente el lenguaje JavaScript (JScript) y el Visual Basic Script (VBScript), que son los encargados de aportar dinamismo a la aplicación en los navegadores y además tienen la responsabilidad de ejercer funciones específicas como la validación y la impresión. El JScript es soportado por la mayoría de los navegadores existentes, uno de los navegadores de

internet de mayor popularidad en la actualidad es el Mozilla Firefox 2.0.0.14, es gratis y lo podemos encontrar en muchos idiomas, incluido el español. También está el Internet Explorer 7.0.5730 en su nueva versión, este es el más conocido por todos y el único que le hace sombra es el Netscape Navigator 9.0.0.5 por las múltiples mejoras que trae asociado. En el dominio de la red, los lenguajes del lado del servidor más ampliamente utilizados para el desarrollo de páginas dinámicas son el ASP, PHP, PERL y JAVA.

Para el desarrollo de esta aplicación, la dirección del proyecto productivo decidió escoger a PHP5 por ser uno de los lenguajes de programación del lado del servidor que mayor auge ha alcanzado en la actualidad y por lo eficiente que resultan las aplicaciones desarrolladas con su metodología. Del lado del cliente se va a utilizar JavaScript. Seguidamente se expondrán algunas de las características que justifican la decisión de que sean éstos los lenguajes a utilizar.

Qué es JavaScript y qué posibilidades ofrece con respecto al HTML

JavaScript es un lenguaje de programación muy utilizado por todos los programadores para crear pequeños programas encargados de realizar acciones dentro del ámbito de una página web, que hacen de la programación web algo más dinámico. Con JavaScript se puede lograr obtener efectos especiales en las páginas para todos los gustos y definir infinidad de interactividades con el usuario. El navegador que utilice el cliente es muy importante, pues será el encargado de interpretar todas las instrucciones JavaScript programadas y ejecutarlas para que se produzcan estos efectos e interactividades, de modo que el mayor recurso, y tal vez el único, con que cuenta este lenguaje es el propio navegador.

HTML es un lenguaje básico para los programadores que comienzan a incursionar en el campo del desarrollo web, es por eso que después del HTML, JavaScript es considerado el nivel superior o el siguiente paso, que puede dar un programador de la web con vistas a decidirse por perfeccionar el estilo de sus páginas y la potencia de sus proyectos con el propósito de obtener un mayor alcance. Es un lenguaje de programación bastante sencillo de utilizar y está pensado para hacer las cosas con rapidez, a veces con ligereza. Incluso las personas que no tengan una experiencia previa en la programación podrán aprender este lenguaje con facilidad y utilizarlo en toda su potencia con sólo un poco de práctica.

Existen múltiples acciones que se pueden realizar con este lenguaje, entre las acciones típicas que se pueden obtener con JScript existen dos vertientes fundamentales. Por un lado están los efectos especiales sobre las páginas web, con el objetivo de crear contenidos dinámicos y elementos de la página que tengan movimiento, cambien de color o cualquier otro tipo de acción que muestre

dinamismo en la página. Por otro lado, permite ejecutar instrucciones como respuesta a las acciones del usuario, con lo que podemos crear páginas interactivas con programas que tienen importantes utilidades como las calculadoras, agendas, o tablas de cálculo utilizadas con bastante frecuencia para facilitar un trabajo. Es un lenguaje muy rico en posibilidades, pues permite la programación de pequeños scripts, pero también de programas más grandes, orientados a objetos, con funciones, estructuras de datos mucho más complejas como así lo requiera el problema a resolver, etc. Toda esta potencia que caracteriza a Javascript se pone a disposición del programador y este será el único que deberá aprovecharla, para así convertirse en el verdadero dueño y controlador de cada cosa que ocurre en la página.

Qué es PHP

PHP (Hypertext Pre-processor) es un lenguaje interpretado de propósito general utilizado muy frecuentemente y que está diseñado especialmente para el desarrollo web, además de que puede ser embebido dentro de código HTML. Generalmente se ejecuta en un servidor web, tomando el código en PHP como su entrada y creando páginas web como salida. Puede ser desplegado en la mayoría de los servidores web y en casi todos los sistemas operativos y plataformas sin costo alguno. PHP se encuentra instalado en más de 20 millones de sitios web y en un millón de servidores, aunque el número de sitios en PHP ha declinado desde agosto de 2005. Es también el módulo Apache más popular entre las computadoras que utilizan Apache como servidor web.

PHP es un lenguaje de programación interpretado, es decir que no requiere compilación, creado en 1994 por Rasmus Lerdof. Es utilizado habitualmente normalmente para la creación de páginas web dinámicas y aplicaciones para servidores. Permite conexión con todo tipo de bases de datos como MySQL, Postgre SQL, Oracle, DB2, Microsoft SQL Server, Firebird y SQLite. PHP corre sobre siete plataformas, funciona en 11 tipos de servidores, ofrece soporte para varios Sistemas Gestores de Bases de Datos (SGBD) y contiene unas 40 extensiones estables.

Algunas de las capacidades más importantes de PHP son:

- Integración con varias bibliotecas externas, permitiendo generar documentos Portable Document Format (PDF) y Microsoft Office Excel (XLS).
- Ofrece una solución simple y universal para las paginaciones dinámicas de fácil programación.
- Soportado por una gran comunidad de desarrolladores, como producto de código abierto, permitiendo que los fallos de funcionamiento se encuentren y reparen rápidamente, implicando menos costos.

- Gran número de funciones predefinidas. A diferencia de otros lenguajes de programación, PHP fue diseñado especialmente para el desarrollo de páginas Web dinámicas. Por ello, está dotado de un gran número de funciones que simplificará enormemente tareas habituales como descargar documentos, envío de correo electrónico, creación dinámica de imágenes y gráficos en el servidor, procesamiento de información en formularios, manipulación de cookies y sesiones, transporte de información mediante HTTP y análisis de documentos XML.
- Análisis léxico para reconocer el tipo de dato almacenado en una variable haciéndose automáticamente, permitiéndole al usuario no tener que separar las variables de sus valores.
- Posee un conjunto de funciones de seguridad que previenen la inserción de órdenes dentro de una solicitud de datos desde el cliente evitando por ejemplo, la ocurrencia de la conocida inyección de código SQL.
- Capacidad de expandir su potencial utilizando la enorme cantidad de módulos (llamados extens o extensiones).
- Permite las técnicas de Programación Orientada a Objetos.
- No requiere definición de tipos de variables.

Específicamente se usará la versión cinco de PHP, posteriormente se procederá a su fundamentación.

PHP5

El PHP 5, utiliza el motor Zend Engine II o Zend Engine 2, el cual se conoció por primera vez el 13 de julio de 2004. La versión más reciente de PHP es la 5.2.6 de (abril-mayo 2008). Las ventajas que provee el nuevo Zend Engine 2 son:

- Soporte sólido y real para Programación Orientada a Objetos (OOP) con PHP Data Objects.
- Mejoras de rendimiento, siendo posible un mejor aprovechamiento de la memoria.
- Presenta más seguridad a través de los filtros, que permiten a los programadores leer los campos de formularios de forma segura.
- Excepciones de errores.
- Simplicidad. Su sintaxis está inspirada en C, ligeramente modificada para adaptarla al entorno en el que trabaja, de modo que si se esta familiarizado con esta sintaxis, le resultará muy fácil aprender PHP.

- El nuevo modelo orientado a objetos de PHP5 trae una sintaxis muy parecida a la del lenguaje Java. Si en algún momento se ha visto éste lenguaje, parecerá familiar.
- Hay un gran número de desarrolladores y colaboradores, que mantienen al día las actualizaciones del PHP, cualquier error que hubiese es rápidamente corregido. El código es constantemente revisado y los cambios son publicados en su página Web.
- Existen muchos programadores entusiastas que escriben aplicaciones en PHP y las distribuyen libremente. Quizás alguna de éstas se acomode a lo que se desea realizar, y se dispone de más tiempo para programar otras cosas.
- PHP es suficientemente versátil y potente como para hacer tanto aplicaciones complejas que necesiten acceder a recursos de bajo nivel del sistema como pequeños scripts que envíen por correo electrónico un formulario llenado por un cliente.
- Si bien es cierto que hay ciertas características avanzadas que presentan las plataformas J2EE o .NET y que PHP no las tiene, no todas las aplicaciones Internet ameritan tal grado de complejidad. PHP fácilmente puede cubrir más del 75% de las necesidades del mercado.
- Hay abundante información, manuales de PHP en más de 25 idiomas. Listas de interés, servidores de noticias, foros, tutoriales de PHP en línea y diferentes canales donde encontrar ayuda.
- Soporte a diferentes motores de bases de datos.

Después de realizar un análisis acerca de estos lenguajes, proponemos la utilización de PHP5 y JavaScript para la implementación de este módulo. PHP5 en ocasiones combinado con el gestor de base de datos PostgreSQL, reduce los costos de cualquier aplicación puesto que ambos son distribuidos mediante licencia GNU, lo cual no implica un licenciamiento comercial, tecnología de software libre a la cual el país está migrando y por otro lado la plataforma .NET tiene todos sus componentes con software propietarios. La portabilidad de PHP y PostgreSQL le permiten migrar un sistema sin problemas y sin cambios desde Linux o Unix a plataforma Windows, y viceversa en caso de ser necesario. El Gestor de Base de Datos utilizado fue PostgreSQL, sus características se verán con más detalle en la tesis: LIMS de Calidad del Centro de Ingeniería Genética y Biotecnología: Diseño e Implementación de la Base de Datos del Laboratorio Análisis Químico.

Conclusiones

El estudio de las tendencias de diferentes compañías que se dedican a nivel mundial a la producción de LIMS, posibilitaron la selección de algunas de las tecnologías a utilizar en el desarrollo de un

sistema de este tipo; además quedó evidenciada la necesidad de un Sistema de Manejo de la Información para los Laboratorios del CIGB. La implementación del módulo AQ estará basada en RUP como metodología para el proceso de desarrollo de Software. Como lenguaje de modelado UML, como herramienta CASE Visual Paradigm, Eclipse como editor web orientado a la programación de páginas PHP, Symfony como framework de desarrollo, utilizando PHP5 y JavaScript como lenguajes de programación.

Capítulo 2

Implementación del sistema

Introducción

En el presente capítulo se exponen los artefactos fundamentales que se obtienen como resultado del flujo de trabajo de implementación. Como base para la obtención de los diagramas de componentes documentados, se tienen las descripciones de los CU y los diagramas de clases del diseño, que se obtuvieron en la tesis de análisis y diseño que precede a este trabajo.

Se mostrarán pequeños fragmentos de código fuente relevante, ejemplos de validaciones y ejemplos visuales que reflejan los resultados concretos de dichas validaciones. Además se expondrán diferentes prototipos funcionales del sistema desarrollado.

2.1 Requisitos funcionales, descripciones y diagramas de clases del diseño de los CU implementados

Para el correcto desempeño de la implementación, los desarrolladores centraron sus esfuerzos primeramente en el estudio de los modelos de negocio, de sistema y de diseño. El negocio permite la familiarización de los programadores con el entorno del módulo LAQ y con los procesos que se llevan a cabo en dicho laboratorio. El modelo de sistema proporciona los requisitos funcionales y las descripciones textuales de los CU que unido a los diagramas de clases del diseño representan el qué y el cómo será implementado el módulo.

En la tesis de análisis y diseño precedente, fueron identificados ciento setenta requisitos funcionales (170), los cuales fueron agrupados en cuarenta y dos (42) casos de uso del sistema (CUS) mediante la utilización del patrón CRUD, además se obtuvieron los diagramas de clases del diseño, uno por cada CUS. De éstos casos de uso fueron implementados los siete más críticos con que cuenta el sistema. A continuación se exponen los requerimientos funcionales correspondientes a los casos de uso implementados:

1. Gestionar Registro de preparación de soluciones (SIC-0020).

- 1.1. Crear nuevo SIC-0020.
- 1.2. Buscar y visualizar SIC-0020.
- 1.3. Modificar SIC-0020.
 - 1.3.1 Registrar traza.
- 1.4. Imprimir SIC-0020.

2. Gestionar Libro del control de desempeño.

- 2.1 Registrar datos en el libro del control de desempeño.
- 2.2 Buscar y visualizar libro del control de desempeño.
- 2.3 Modificar Libro del control de desempeño.
 - 2.3.1 Registrar traza.
- 2.4 Imprimir datos del Libro del control de desempeño.

3. Gestionar Libro de entrada de muestras de producción.

- 3.1 Crear libro de entrada de muestras de producción.
- 3.2 Registrar datos en el Libro de entrada de muestras de producción.
- 3.3 Buscar y visualizar Libro de entrada de muestras de producción.
- 3.4 Modificar datos en el Libro de entrada de muestras de producción.
 - 3.4.1 Registrar traza.
- 3.5 Imprimir datos del Libro de entrada de muestras de producción.

4. Gestionar Aviso de Decisión (SIC-0048).

- 4.1 Crear SIC-0048.
- 4.2 Buscar y visualizar SIC-0048.
- 4.3 Modificar datos en SIC-0048.
 - 4.3.1 Registrar traza.
- 4.4 Imprimir SIC-0048.

5. Gestionar Certificado de Análisis de Materias Primas (SIC-0225).

- 5.1 Crear SIC-0225.
- 5.2 Buscar y visualizar SIC-0225.
- 5.3 Modificar SIC-0225.
 - 5.3.1 Registrar traza.

5.4 Imprimir SIC-0225.

6. Gestionar Libro de entrada de cuarentena.

6.1 Crear Libro de entrada de cuarentena.

6.2 Buscar y visualizar Libro de entrada de cuarentena.

6.3 Modificar Libro de entrada de cuarentena.

6.3.1 Registrar traza.

6.4 Registrar datos en el Libro de entrada de cuarentena.

6.5 Imprimir datos del Libro de entrada de cuarentena.

7. Gestionar Aviso de Autorización (SIC-0014).

7.1 Crear SIC-0014.

7.2 Buscar y visualizar SIC-0014.

7.3 Modificar datos en SIC-0014.

7.3.1 Registrar traza.

7.4 Imprimir SIC-0014.

Seguidamente se exponen las descripciones textuales de éstos siete casos de uso, de ellas cinco están de forma resumida y dos de forma extendida. En los anexos se reflejará la descripción extendida del caso de uso Gestionar Libro del control de desempeño, las otras se encuentran documentadas en el expediente del proyecto.

Nombre del Caso de Uso	Gestionar Registro de preparación de soluciones (SIC-0020).
Actores	Analista (Inicia).
Propósito	Crear el SIC-0020, modificar el SIC-0020; buscar y visualizar el SIC-0020; imprimir SIC-0020.
Resumen	El caso de uso se inicia cuando el Analista va a realizar alguna de las siguientes acciones relacionadas con el Registro de Preparación de Soluciones : - Crear nuevo SIC-0020.

	<p>- Buscar y visualizar SIC-0020.</p> <p>El sistema muestra la interfaz correspondiente según la solicitud y ejecuta las acciones necesarias. El caso de uso finaliza cuando se emite el resultado de la operación solicitada.</p>
--	---

Tabla 1. Descripción textual del CUS "Gestionar Registro de preparación de soluciones"

Nombre del Caso de Uso	Gestionar Libro del control de desempeño.
Actores	Analista (Inicia).
Propósito	Registrar datos, modificar sus datos, buscar datos.
Resumen	<p>El caso de uso se inicia cuando el Analista va a realizar alguna de las siguientes acciones relacionadas con el Libro del control de desempeño:</p> <ul style="list-style-type: none"> - Registrar en el libro. - Buscar libro. <p>El sistema muestra la interfaz correspondiente a la solicitud y ejecuta las acciones necesarias. El caso de uso finaliza cuando se ejecuta alguna de las acciones solicitadas.</p>

Tabla 2. Descripción textual del CUS "Gestionar Libro del control de desempeño"

Nombre del Caso de Uso	Gestionar Libro de entrada de muestras de producción.
Actores	Analista (Inicia).
Propósito	Crear un nuevo libro, registrar datos, modificar sus datos, buscar datos y visualizar libro, imprimir datos.
Resumen	<p>El caso de uso se inicia cuando el Analista va a realizar alguna de las siguientes acciones relacionadas con el Libro de entrada de muestras de producción:</p> <ul style="list-style-type: none"> - Crear nuevo libro. - Registrar en el libro. - Buscar y visualizar libro. <p>El sistema muestra la interfaz correspondiente a la solicitud y ejecuta las acciones necesarias. El caso de uso finaliza cuando se ejecuta alguna de las acciones solicitadas.</p>

Tabla 3. Descripción textual del CUS "Gestionar Libro de entrada de muestras de producción"

Nombre del Caso de Uso	Gestionar Aviso de Decisión (SIC-0048).
Actores	Analista (Inicia).
Propósito	Crear un nuevo SIC-0048, modificar el SIC-0048; buscar y visualizar el SIC-0048; imprimir SIC-0048.
Resumen	<p>El caso de uso se inicia cuando el Analista va a realizar alguna de las siguientes acciones relacionadas con el Aviso de Decisión :</p> <ul style="list-style-type: none"> - Crear nuevo SIC-0048. - Buscar y visualizar SIC-0048. <p>El sistema muestra la interfaz correspondiente según la solicitud y ejecuta las acciones necesarias. El caso de uso finaliza cuando se emite el resultado de la operación solicitada.</p>

Tabla 4. Descripción textual del CUS " Gestionar Aviso de Decisión (SIC-0048)"

Nombre del Caso de Uso	Gestionar Certificado de Análisis de Materias Primas (SIC-0225).
Actores	Analista (Inicia).
Propósito	Crear un nuevo SIC-0225, modificar el SIC-0225; buscar y visualizar el SIC-0225; imprimir SIC-0225.
Resumen	<p>El caso de uso se inicia cuando el Analista va a realizar alguna de las siguientes acciones relacionadas con el Certificado de Análisis de Materias Primas:</p> <ul style="list-style-type: none"> - Crear nuevo SIC-0225. - Buscar y visualizar SIC-0225 <p>El sistema muestra la interfaz correspondiente según la solicitud y ejecuta las acciones necesarias. El caso de uso finaliza cuando se emite el resultado de la operación solicitada.</p>

Tabla 5. Descripción textual del CUS " Gestionar Certificado de Análisis de Materias Primas (SIC-0225)"

Nombre del Caso de Uso	Gestionar Libro de entrada de cuarentena.	
Actores	Analista (Inicia).	
Propósito	Crear un nuevo libro, registrar datos, modificar sus datos, buscar datos.	
Resumen	<p>El caso de uso se inicia cuando el Analista va a realizar alguna de las siguientes acciones relacionadas con el Libro de Entrada de Cuarentena:</p> <ul style="list-style-type: none"> - Crear nuevo libro. - Registrar en el libro. - Buscar libro. <p>El sistema muestra la interfaz correspondiente a la solicitud y ejecuta las acciones necesarias. El caso de uso finaliza cuando se ejecuta alguna de las acciones solicitadas.</p>	
Referencias	6.1, 6.2, 6.3, 6.3.1, 6.4, 6.5.	
Precondiciones	- Que el Analista se haya autenticado en la aplicación.	
Poscondiciones	Libro creado, datos insertados en el libro, libro buscado, libro modificado.	
Requerimientos especiales	-	
Flujo normal de los eventos		
Acción del actor	Respuesta del Sistema	
<p>1. El Analista, decide realizar una de las siguientes acciones:</p> <ul style="list-style-type: none"> - Crear nuevo libro. - Registrar en el libro. - Buscar libro. 	<p>2. El sistema, en dependencia de la acción solicitada, hace lo siguiente:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Si decide Crear nuevo libro, ir a la Sección “Crear nuevo libro”. • Si decide Registrar en el libro, ir a la Sección “Registrar datos en el libro”. • Si decide Buscar libro, ir a la Sección “Buscar”. 	
Sección “Crear nuevo libro”		
Acción del actor	Respuesta del Sistema	

	<p>1. Muestra la interfaz correspondiente para crear un libro.</p>
<p>2. El analista provee los datos necesarios para crear un libro:</p> <ul style="list-style-type: none"> • “Año” <p>Si el analista va a registrar los datos de una o varias entradas de cuarentena provee los datos:</p> <ul style="list-style-type: none"> • “Folio”. • “Fecha de Entrada”. • “Materia Prima”. • “Lote CIGB”. • “Proveedor”. • “Lote Proveedor”. • “No. Envase”. • “U/M”. • “Fecha de Vencimiento”. • “Recibe”. • “Decisión”. • “Fecha”. <p>Solicita crear el libro: “Crear”.</p>	<p>3. Verifica que el campo “Año” tenga valor y que sea un número de 4 dígitos.</p> <p>Ej: 2008.</p> <p>Si fueron introducidos los datos de una o varias entradas de cuarentena el sistema verifica que los campos obligatorios para registrar la entrada estén llenos y cumplan con el formato requerido :</p> <ul style="list-style-type: none"> • “Folio”. • “Fecha de Entrada”. • “Materia Prima”. • “Lote CIGB”. • “Proveedor”. • “Lote Proveedor”. • “No. Envase”. • “U/M”. • “Fecha de Vencimiento”. • “Recibe”. • “Decisión”. • “Fecha”. <p>-Verifica en tiempo de ejecución que ninguno de los valores introducidos en el campo “Folio” existan en la BD.</p> <p>-En el caso de ser: “Fecha de Entrada” cumple con el formato: Día/Mes “Fecha de Vencimiento” cumple con el formato: Mes/Año “Fecha” cumple con el formato: Día/Mes</p> <p>-En los campos:</p>

	<ul style="list-style-type: none"> - “Materia Prima“. - “Proveedor“. - “Recibe“. - “Decisión“. <p>Solo se puede introducir textos, en los restantes campos dígitos.</p>
	4. Crea el libro.
	5. Muestra un mensaje: “El libro ha sido creado satisfactoriamente”.
Flujos Alternos Sección “Crear nuevo libro”	
Acción del actor	Respuesta del Sistema
2.1 El analista no provee el dato para crear el libro, sale de la sección.	<p>3.1 Si el campo “Año” no tiene valor emite un mensaje de error “Faltan datos para crear el libro”.</p> <p>No se introdujeron los datos de una o varias entradas de cuarentena, ir a la acción 4.</p> <ul style="list-style-type: none"> - Si fueron introducidos los datos de una o varias entradas de cuarentena verificar: <ul style="list-style-type: none"> • Si alguno de los valores introducidos en el campo “Folio” existe en la BD muestra un mensaje de error: “Folio existente“. • Si algún campo de los especificados está vacío emite un mensaje de error:”Faltan datos para crear el libro“. • En caso de que haya algún error en el formato especificado para los campos, emite un mensaje de error:”Formato no válido“.
Sección “Registrar datos en el libro”	
Acción del actor	Respuesta del Sistema

	<p>1. Muestra la interfaz correspondiente para insertar datos.</p> <p>- En el campo "Año" se muestra una lista con todos los años en que se haya creado un libro, almacenados en la BD.</p>
<p>2. El analista provee los datos de una o varias entradas de cuarentena:</p> <ul style="list-style-type: none"> • "Año" • "Folio". • "Fecha de Entrada". • "Materia Prima". • "Lote CIGB". • "Proveedor". • "Lote Proveedor". • "No. Envase". • "U/M". • "Fecha de Vencimiento". • "Recibe". • "Decisión". <p>"Solicita registrar datos en el libro: "Registrar".</p>	<p>3. Verifica que los campos obligatorios para registrar la entrada estén llenos y cumplan con el formato requerido :</p> <ul style="list-style-type: none"> • "Año" • "Folio". • "Fecha de Entrada". • "Materia Prima". • "Lote CIGB". • "Proveedor". • "Lote Proveedor". • "No. Envase". • "U/M". • "Fecha de Vencimiento". • "Recibe". • "Decisión". • "Fecha". <p>-Verifica en tiempo de ejecución que ninguno de los valores introducidos en el campo "Folio" existan en la BD.</p> <p>-La Fecha debe cumplir con el formato (Día/Mes/Año). Ej: 10/02/08.</p> <p>-En los campos:</p> <ul style="list-style-type: none"> - "Materia Prima". - "Proveedor". - "Recibe". - "Decisión".

	Solo se puede introducir textos, en los restantes campos dígitos.
	4. Inserta los datos en el libro, donde el campo "Año" coincida con el valor seleccionado por el analista.
	5. Muestra un mensaje de operación satisfactoria: "Se han registrado los datos".
Flujos alternos Sección "Registrar datos en el libro"	
2.1 El analista no provee los datos, sale de la sección. El analista no solicita insertar datos, sale de la sección.	3.1 Si falta algún dato, emite un mensaje de error: "Faltan datos para registrar la entrada". -En caso de que haya algún error en el formato de los datos, emite un mensaje de error: "Formato no válido". - Si alguno de los valores introducidos en el campo "Folio" existe en la BD muestra un mensaje de error: "Folio existente".
Sección "Buscar libro"	
Acción del actor	Respuesta del Sistema
	1. Muestra la interfaz correspondiente a la búsqueda de libros. - El campo "Lote CIGB" debe mostrar sin repetir ninguno, los valores que se han almacenado en la BD.
2. El analista provee los parámetros para la búsqueda. • "Lote CIGB". Solicita buscar: "Buscar".	3. Verifica que el campo para realizar la búsqueda tenga valor: • "Lote CIGB".
	4. Busca en el o los libros las entradas de cuarentena registradas que cumplen con el parámetro especificado.

	<p>5. Muestra todas las entradas de cuarentena encontradas.</p> <p>Da la posibilidad de Modificar cada una y visualizar el SIC correspondiente.</p>
<p>6. Solicita una de las opciones:</p> <ul style="list-style-type: none"> - Modificar una entrada de cuarentena registrada: <i>“Modificar”</i>. - Visualizar SIC correspondiente <i>“Visualizar SIC”</i>. - Imprimir el resultado de la búsqueda: <i>“Imprimir”</i>. 	<p>7. Según lo solicitado por el analista, se realiza una de las siguientes operaciones:</p> <ul style="list-style-type: none"> - Si seleccionó la opción Modificar: ir a Sección <i>“Modificar datos del libro”</i>. - Si seleccionó la opción <i>Visualizar SIC</i>: se muestra el SIC correspondiente. - Si seleccionó la opción Imprimir: imprime el resultado de la búsqueda.
Flujos alternos Sección <i>“Buscar libro”</i>	
<p>2.1 Si no provee los datos y no desea buscar sale de la sección.</p>	<p>3.1 Si no proporcionó el parámetro para efectuar la búsqueda, emite un mensaje de error: <i>“No se especificaron parámetros para realizar la búsqueda”</i>.</p>
	<p>5.1 Si no obtiene resultados al concluir la búsqueda muestra un mensaje: <i>“No hay resultados para esta búsqueda”</i></p>
<p>6.1 No solicita ninguna de las opciones, sale de la sección.</p>	
Sección <i>“Modificar datos del libro”</i>	
Acción del actor	Respuesta del Sistema
	<p>1. Muestra la nueva interfaz correspondiente para modificar los datos.</p> <p>-En el campo <i>“Año”</i> se muestra el año del libro en el que se seleccionó realizar la modificación de alguna de las entradas de cuarentenas registradas.</p>
<p>2. Provee los nuevos valores de los</p>	<p>3. Verifica que los campos obligatorios estén</p>

Nombre del Caso de Uso	Gestionar Aviso de Autorización (SIC-0014).
-------------------------------	---

<p>campos a modificar.</p> <ul style="list-style-type: none"> • “Folio”. • “Fecha de Entrada”. • “Materia Prima”. • “Lote CIGB”. • “Proveedor”. • “Lote Proveedor”. • “No. Envase”. • “U/M”. • “Fecha de Vencimiento”. • “Recibe”. • “Decisión”. • “Fecha”. <p>Solicita modificar datos “Modificar”.</p>	<p>llenos.</p> <ul style="list-style-type: none"> • “Año”. • “Folio”. • “Fecha de Entrada”. • “Materia Prima”. • “Lote CIGB”. • “Proveedor”. • “Lote Proveedor”. • “No. Envase”. • “U/M”. • “Fecha de Vencimiento”. • “Recibe”. • “Decisión”. • “Fecha”.
	4. Registra la actualización en la BD.
	5. Actualiza registro de trazas.
	6. Muestra un mensaje: “Los datos han sido modificados satisfactoriamente”.
Flujos alternos Sección “Modificar datos del libro”	
2.1 No provee los datos, sale de la sección.	3.1 Si quedó algún campo vacío, emite un mensaje de error: “Datos incompletos”.

Tabla 6. Descripción textual del CUS "Gestionar Libro de entrada de cuarentena"

Actores	Analista (Inicia).
Propósito	Crear un nuevo SIC-0014, modificar el SIC-0014; buscar y visualizar el SIC-0014, imprimir SIC-0014.
Resumen	<p>El caso de uso se inicia cuando el Analista va a realizar alguna de las siguientes acciones relacionadas con el Aviso de autorización:</p> <ul style="list-style-type: none"> - Crear nuevo SIC-0014. - Buscar y visualizar SIC-0014. <p>El sistema muestra la interfaz correspondiente según la solicitud y ejecuta las acciones necesarias. El caso de uso finaliza cuando se emite el resultado de la operación solicitada.</p>
Referencias	4.1, 4.2, 4.3, 4.3.1, 4.4.
Precondiciones	-Que el Analista se haya autenticado en la aplicación.
Poscondiciones	SIC-0014 creado, SIC-0014 buscado y visualizado, SIC-0014 modificado, SIC-0014 impreso.
Requerimientos especiales	-
Flujo normal de los eventos	
Acción del actor	Respuesta del Sistema
<p>1. El Analista, quiere realizar una de las siguientes operaciones:</p> <ul style="list-style-type: none"> - Crear nuevo SIC-0014. -Buscar y visualizar SIC-0014. 	<p>2. El sistema, en dependencia de la acción solicitada, hace lo siguiente:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Si decide crear un nuevo SIC, ir a Sección “Crear nuevo SIC-0014”. • Si decide Buscar SIC, ir a Sección “Buscar y visualizar SIC-0014”.

Sección "Crear nuevo SIC-0014"	
Acción del actor	Respuesta del Sistema
	1. Muestra la interfaz correspondiente para crear un aviso.
<p>2. El analista provee los datos necesarios para crear un aviso:</p> <ul style="list-style-type: none"> • "Envases Autorizados", • "Argumento de la autorización". • "Observaciones". • Elaborado por ("Nombre y Apellidos"). • Autorizado por ("Nombre y Apellidos"). • Recibido por ("Nombre y Apellidos"). • "Terminado". 	<p>3. El sistema muestra en tiempo de ejecución sin repetir ninguno los valores del campo:</p> <ul style="list-style-type: none"> - "CR/Lote". <p>Tomados del libro de entrada de de entrada de cuarentena, una vez que el usuario seleccione el "CR/Lote", se cargan automáticamente y se muestran en tiempo de ejecución los valores correspondientes a:</p> <ul style="list-style-type: none"> - "Folio". - "Producto". - "Proveedor". - "U / M". - "Vencimiento de la autorización". <p>Que se toman de los campos "Folio", "Materia Prima", "Proveedor", "U/M", "Fecha de Vencimiento", donde "CR/Lote"="Lote CIGB".</p> <p>Cuando el campo "Terminado" sea seleccionado el campo Elaborado por ("Fecha") toma la fecha del sistema.</p>
<p>4. Solicita crear el SIC-0014:</p> <p>"Crear".</p>	<p>5. Verifica que los datos obligatorios para que el SIC esté creado, tengan valor y cumplan con el formato requerido.</p> <ul style="list-style-type: none"> • "Folio".

	<p>Además el sistema verifica que los campos entrados cumplan con el formato requerido, en caso de campos de texto, solamente se puedan entrar letras:</p> <ul style="list-style-type: none"> • “Argumento de la autorización”. • “Observaciones”. • Elaborado por (“Nombre y Apellidos”). • Autorizado por (“Nombre y Apellidos”). • Recibido por (“Nombre y Apellidos”). <p>El campo “Vencimiento de la autorización”, se encuentra compuesto por mes-año:</p> <p>Ej.: 02(mes)/06(año).</p> <p>En el caso de los restantes deben ser dígitos y en el caso del campo específico de la “Fecha” se debe tener en cuenta el siguiente formato:</p> <p>Ej.: 15/02/06.</p>
	<p>6. Verifica si el campo “Terminado” fue seleccionado.</p>
	<p>7. Verifica que los datos obligatorios para que el SIC-0014 esté terminado, tengan valor y cumplan con el formato establecido.</p> <ul style="list-style-type: none"> • “Envases Autorizados”, • “Argumento de la autorización”. • “Observaciones”. • Elaborado por (“Nombre y Apellidos”).

	<ul style="list-style-type: none"> • Autorizado por (“Nombre y Apellidos”). • Recibido por (“Nombre y Apellidos”). • “Terminado”. <p>Se asigna entonces al campo “Estado” el valor de terminado.</p>
	8. Crear un nuevo SIC-0014.
	9. Muestra SIC-0014 creado y brinda la posibilidad: <ul style="list-style-type: none"> - Modificar. - Imprimir.
10. Solicita una de las opciones: <ul style="list-style-type: none"> - Modificar SIC: “Modificar”. - Imprimir SIC: “Imprimir”. 	11. Según lo solicitado por el analista, se realiza una de las siguientes operaciones: <ul style="list-style-type: none"> - Si seleccionó la opción Modificar: ir a Sección “Modificar datos del SIC-0014”. - Si seleccionó la opción Imprimir: imprime el SIC.
Flujos alternos Sección “Crear nuevo SIC-0014”	
2.1 El analista no provee los datos y decide cancelar la creación del SIC.	
4.1 No decide crear y selecciona la opción de “cancelar”.	5.1 Si faltan datos necesarios, emite un mensaje de error indicando que no se pudo almacenar el registro, en caso que tengan un error de formato se muestra el mensaje: “Formato no válido”.
	6.1 Si el campo “Terminado” no fue seleccionado se asigna al campo “Estado” el valor de no terminado. Ir a la acción 8.

	7.1 Si falta algún dato obligatorio para que el SIC esté terminado, emite un mensaje de error: "Faltan datos para terminar el SIC-0014".
10.1 No solicita ninguna de las opciones modificar e imprimir, sale de la sección.	
Sección "Buscar y visualizar SIC-0014"	
Acción del actor	Respuesta del sistema
	<p>1. Muestra la interfaz correspondiente a la búsqueda de un SIC.</p> <p>-Carga los valores de los campos sin repetir ninguno de los que se encuentran en la BD:</p> <p>-"CR/Lote".</p> <p>-"Año".</p>
<p>2. El analista provee los parámetros necesarios por el cual desea realizar la búsqueda del SIC.</p> <ul style="list-style-type: none"> • "CR/Lote". • "Año". <p>Selecciona la opción de "Buscar".</p>	<p>3. Verifica que al menos un campo tenga valor de los campos para realizar la búsqueda y que cumpla con el formato requerido en la sección anterior.</p>
	<p>4. El sistema busca y muestra los SIC que sus campos coincidan con los campos introducidos para la búsqueda. El sistema muestra los SICs que fueron resultados de la búsqueda en una</p>

	<p>tabla mostrando algunos de sus campos como:</p> <ul style="list-style-type: none"> -“Proveedor“. -“Envases Autorizados“. -“U/M“. <p>Da la posibilidad de visualizar.</p>
5. El analista selecciona el SIC que desea ver: “Visualizar” .	
	<p>6. Visualiza los datos del SIC 0014 seleccionado en una nueva interfaz y brinda la posibilidad:</p> <ul style="list-style-type: none"> -Modificar -Imprimir
<p>7. Solicita una de las opciones:</p> <ul style="list-style-type: none"> - Modificar SIC: “Modificar”. - Imprimir SIC: “Imprimir”. 	<p>8. Según lo solicitado se realiza una de las siguientes operaciones</p> <ul style="list-style-type: none"> - Si es modificar ir a la Sección “Modificar datos del SIC-0014”. - Si es imprimir, imprime el SIC.
Flujos alternos Sección “Buscar y visualizar SIC-0014”	
2.1 No provee los datos y no desea buscar, sale de la sección.	<p>3.1 Si no proporcionó ningún parámetro para efectuar la búsqueda, emite un mensaje de error: “No hay parámetros especificados para realizar la búsqueda”.</p> <ul style="list-style-type: none"> - En caso que tengan un error de formato se muestra el mensaje:”Formato no válido”.
	<p>4.1 Si no obtiene resultados al concluir la búsqueda muestra un mensaje: “No hay resultados para esta búsqueda”.</p>

5.1 No selecciona para visualizar y sale de la sección.	
7.1 No solicita ninguna de las opciones modificar e imprimir y sale de la sección.	
Sección "Modificar datos del SIC-0014".	
Acción del actor	Respuesta del sistema
	1. El sistema verifica si la persona autenticada para modificar los SICs terminados, es el Jefe de Grupo.
	2. Muestra la interfaz correspondiente para la modificación de los datos de un SIC.
<p>3. Provee los nuevos datos del SIC.</p> <ul style="list-style-type: none"> • "Folio". • "Producto". • "Proveedor". • "Envases Autorizados", "U / M", "Vencimiento de la autorización". • "Argumento de la autorización". • "Observaciones". • Elaborado por ("Nombre y Apellidos"). • Autorizado por ("Nombre y Apellidos"). • Recibido por ("Nombre y 	<p>4. Verifica que los datos obligatorios estén completos para almacenar el SIC y cumplan con el formato requerido especificado en la sección anterior.</p> <ul style="list-style-type: none"> • "Folio".

<p>Apellidos“).</p> <ul style="list-style-type: none"> • “Terminado“. 	
	<p>5. Si el campo “Terminado” fue seleccionado.</p>
	<p>6. Verifica que los datos obligatorios para que el SIC esté terminado, tengan valor y cumplan con el formato requerido especificado en la sección anterior.</p> <ul style="list-style-type: none"> • “Folio”. • “Producto”. • “Proveedor”. • “Envases Autorizados”, “U / M”, “Vencimiento de la autorización“. • “Argumento de la autorización“. • “Observaciones“. • Elaborado por (“Nombre y Apellidos“). • Autorizado por (“Nombre y Apellidos“). • Recibido por (“Nombre y Apellidos“). • “Terminado“.
	<p>7. Registra la actualización en la BD y emite un mensaje de operación satisfactoria.</p>
	<p>8. Actualiza el registro de trazas.</p>
	<p>9. Muestra el SIC SIC-0014 con los datos modificados y brinda la posibilidad:</p> <ul style="list-style-type: none"> - Modificar. - Imprimir.

<p>10. Solicita una de las opciones:</p> <ul style="list-style-type: none"> - Modificar SIC: "Modificar". - Imprimir SIC: "Imprimir". 	<p>11. Según lo solicitado se realiza una de las siguientes operaciones</p> <ul style="list-style-type: none"> - Si es modificar ir a la Sección "Modificar datos del SIC". - Si es imprimir, imprime el SIC.
<p>Flujos alternos Sección "Modificar datos del SIC-0014"</p>	
	<p>1.1 Si la persona autenticada no es el Jefe de Grupo, no puede modificar el SIC, emite un mensaje de error: "El Jefe de Grupo es el único autorizado a modificar datos".</p>
<p>3.1. No provee los datos y no desea modificar el SIC, sale de la sección.</p>	<p>4.1 Si quedó algún campo de información obligatorio vacío o no cumple con el formato establecido, emite un mensaje de error.</p>
	<p>5.1 Si el campo "Terminado" no fue seleccionado se asigna entonces al campo "Estado" el valor de no terminado.</p>
	<p>6.1 Si quedó vacío algún campo de los obligatorios para que el SIC-0014 esté terminado, emite un mensaje de error: "Faltan datos para que el SIC-0764 esté terminado", si no cumple con el formato establecido emite un mensaje de error especificando que campo incurre en el error: "Formato no válido + nombre del campo".</p>
<p>10.1 Si no solicita ninguna de las opciones modificar e imprimir, sale de la sección</p>	

Tabla 7. Descripción textual del CU " Gestionar Aviso de Autorización (SIC-0014)"

A continuación se muestran los diagramas de clases del diseño correspondientes a los casos de uso implementados.

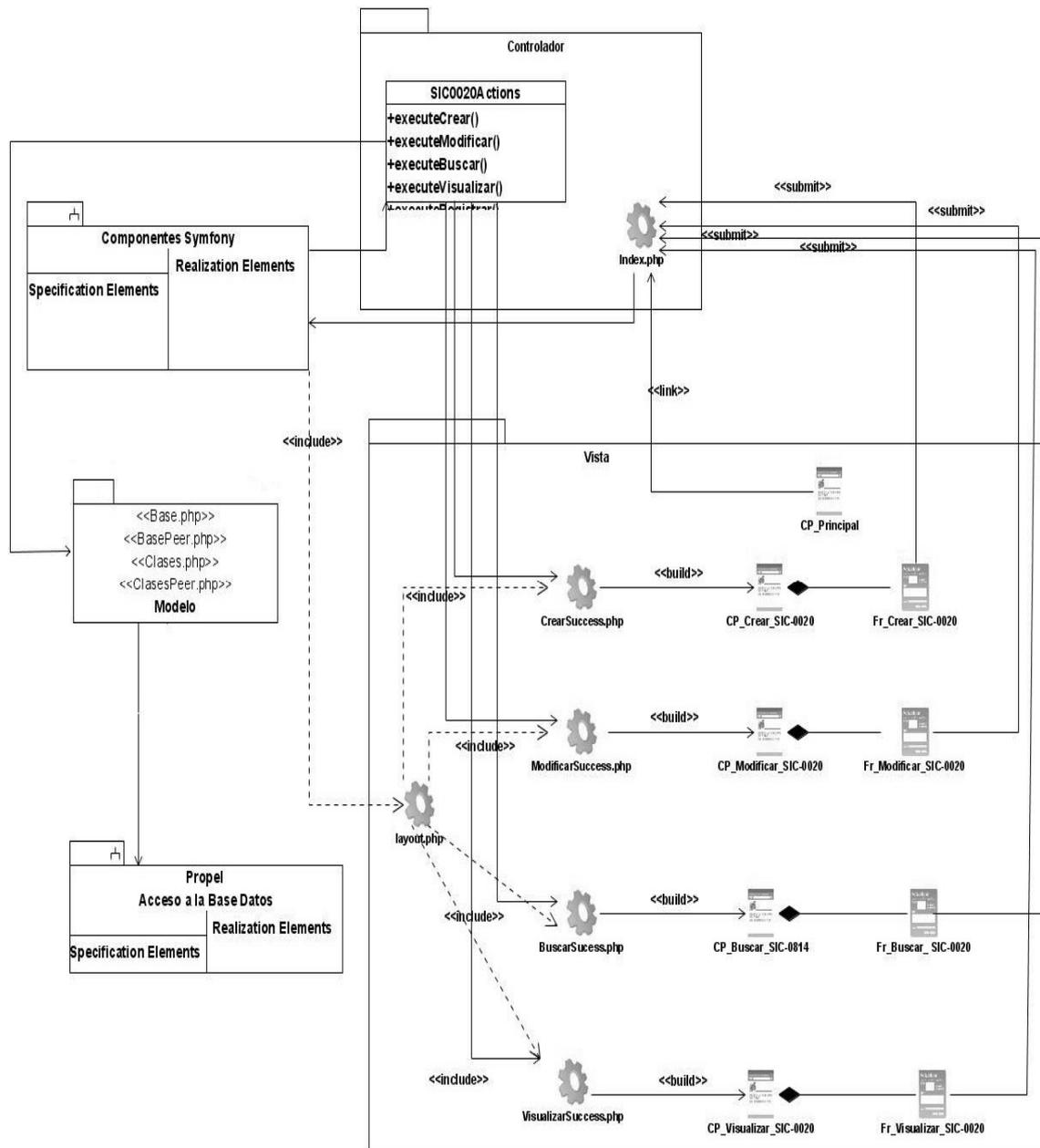


Figura 1. DCD Gestionar Registro de preparación de soluciones (SIC-0020)

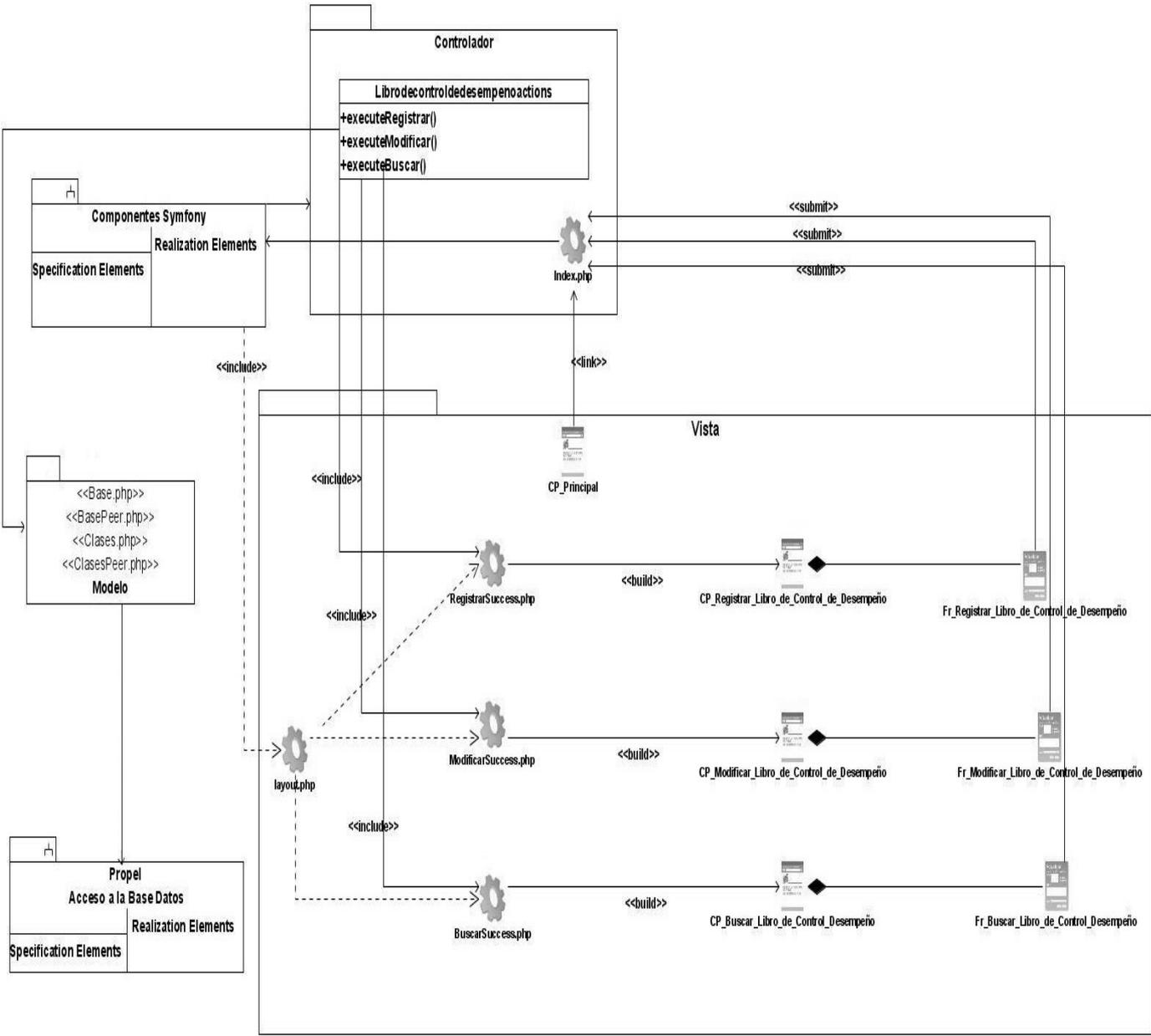


Figura 2. DCD Gestionar libro de entrada de control de desempeño

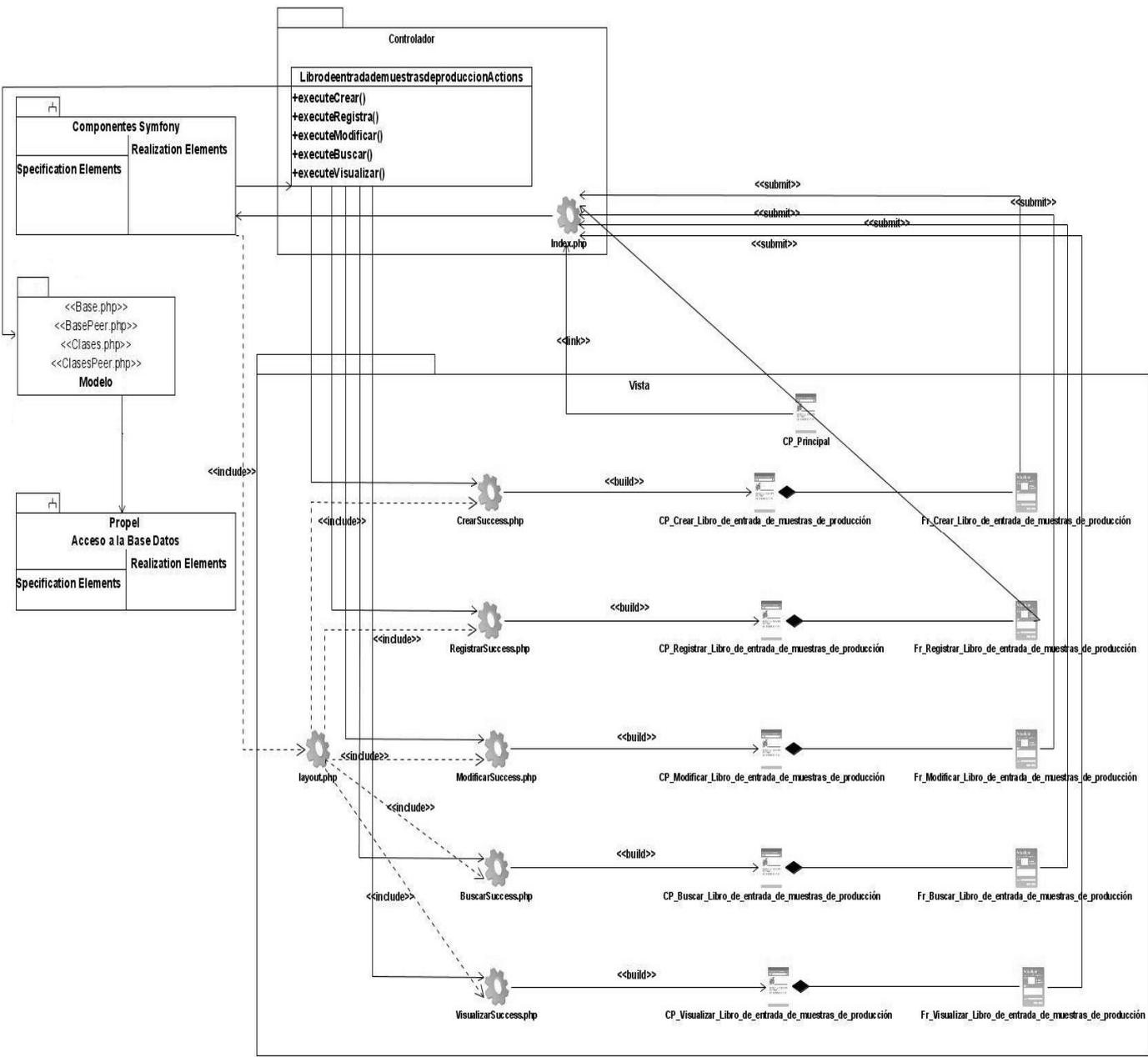


Figura 3. DCD Gestionar el libro de entrada de muestras de producción

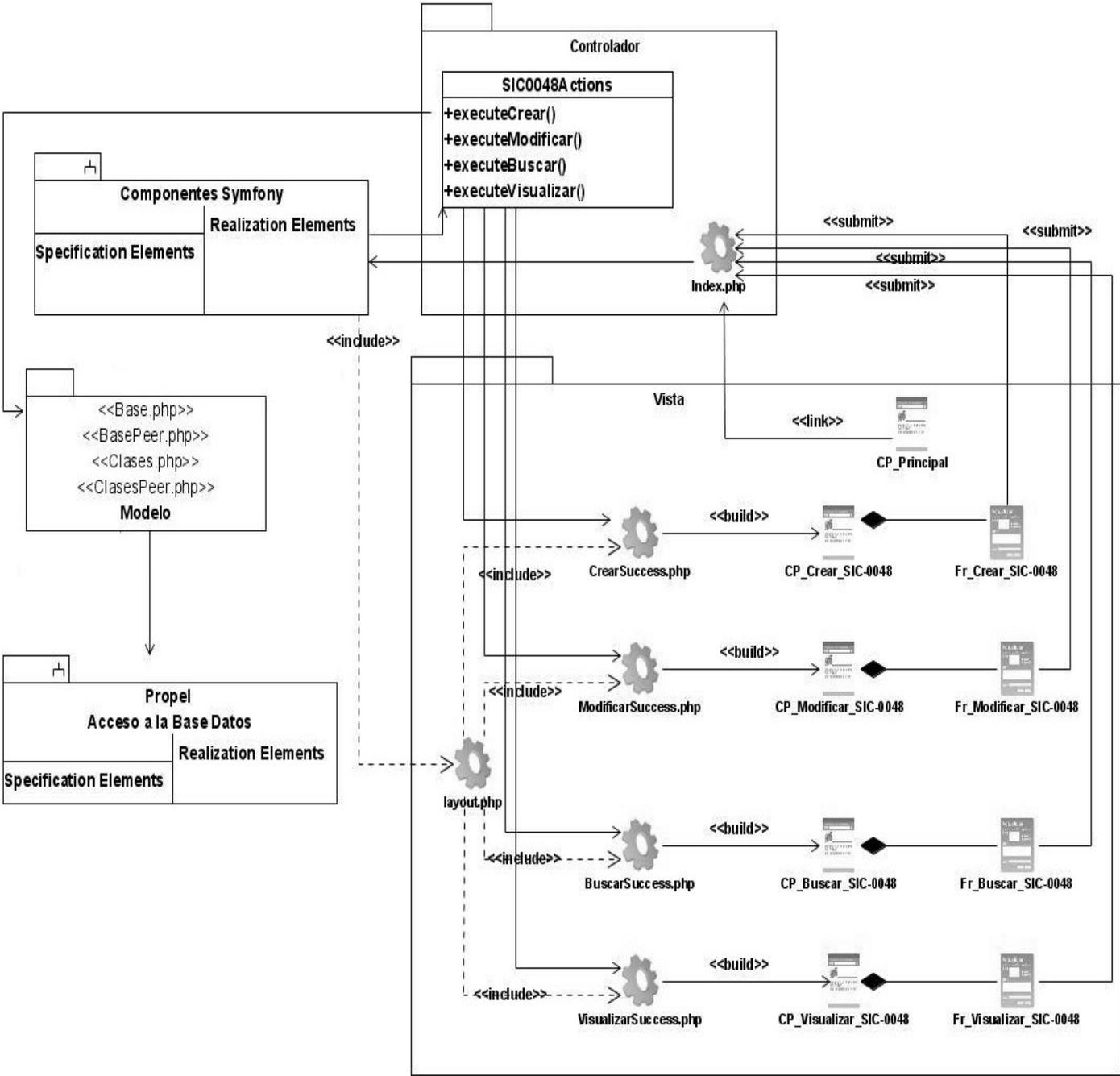


Figura 4. DCD Gestionar Aviso de Decisión (SIC-0048)

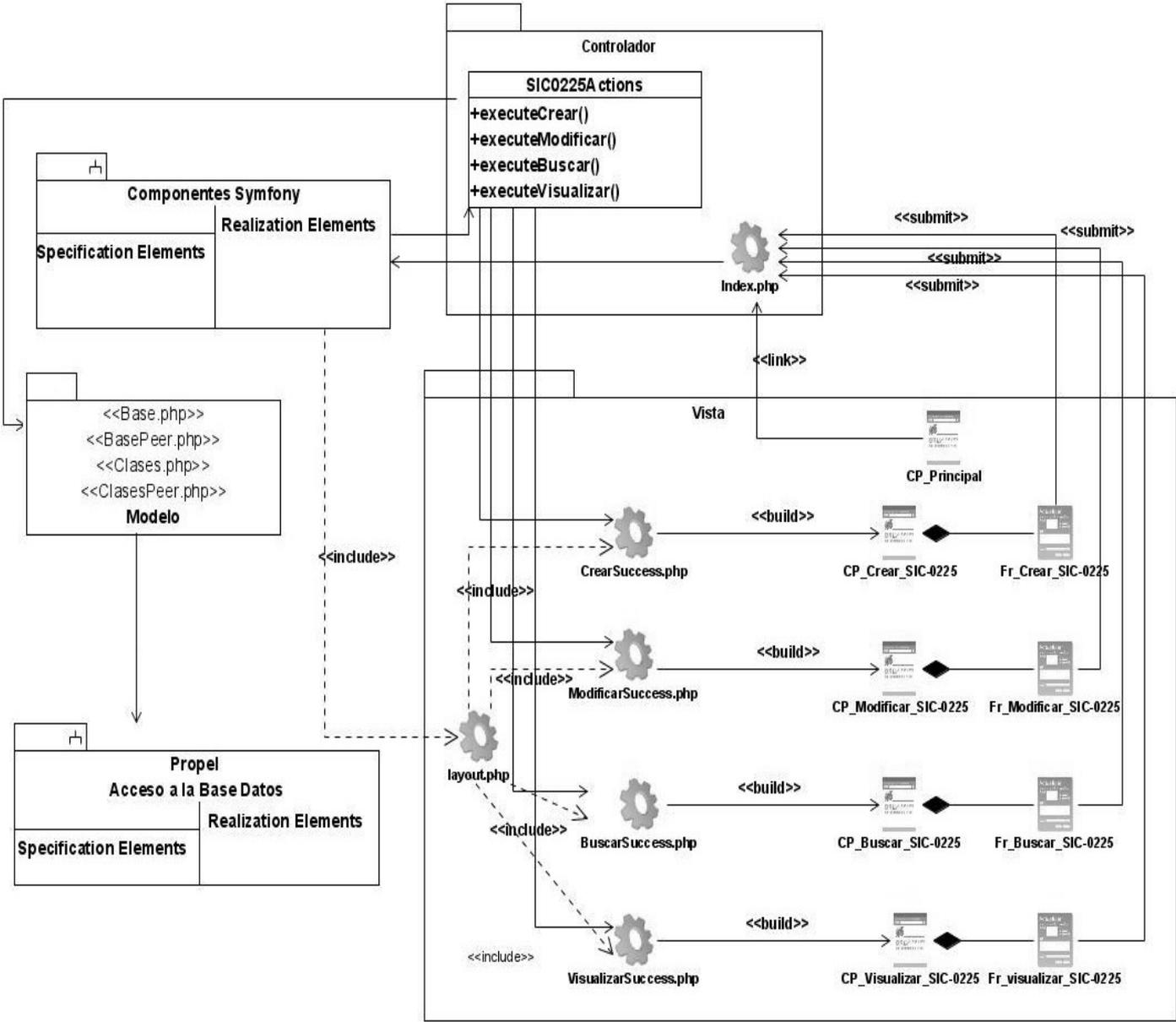


Figura 5. DCD Gestionar Certificado de Análisis de Materias Primas (SIC-0225)

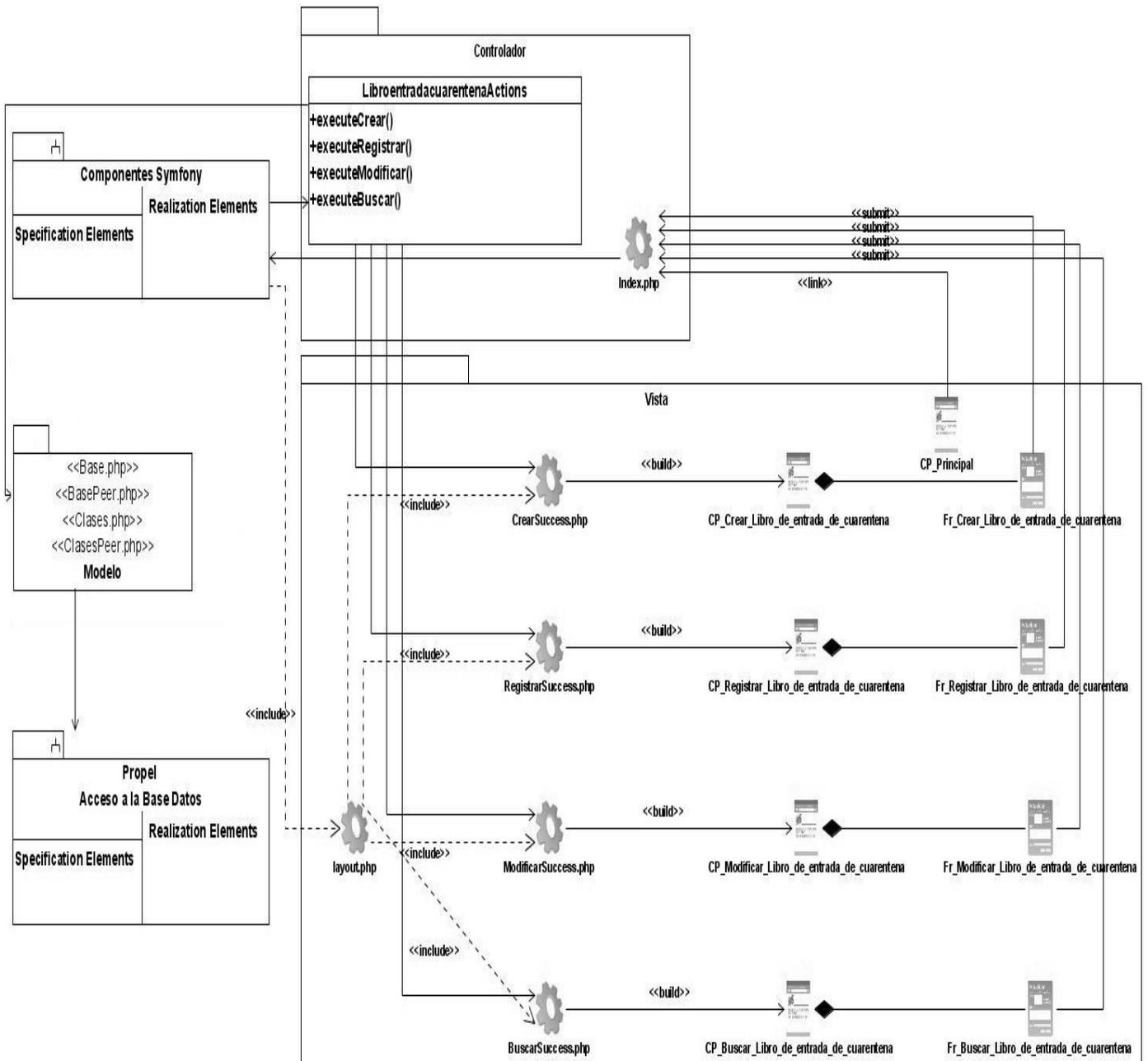


Figura 6. DCD Gestionar el libro de entrada de cuarentena

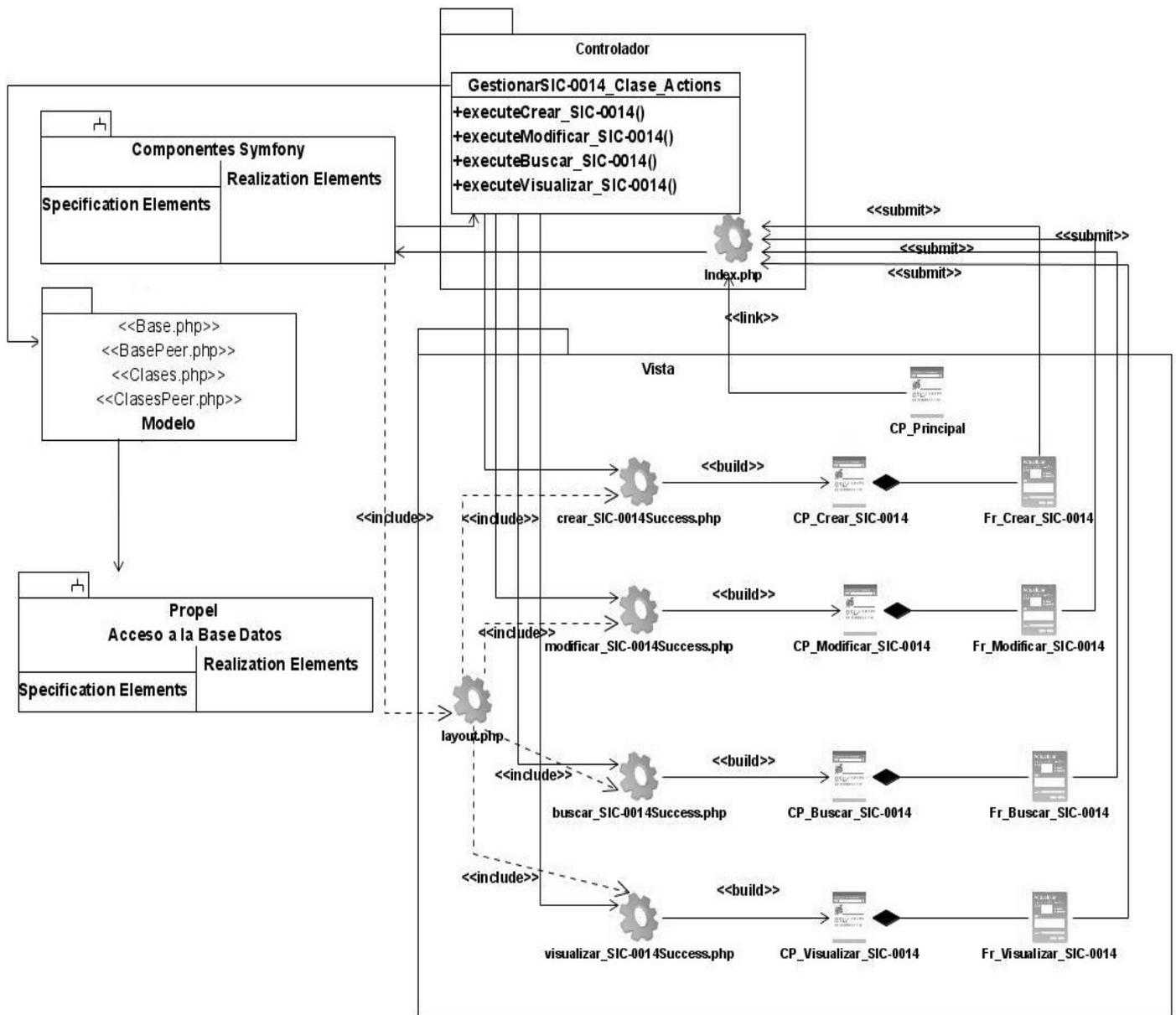


Figura 7. DCD Gestionar libro de entrada de cuarentena y el Gestionar Aviso de Autorización

2.2 Implementación

En este flujo de trabajo se comenzó a trabajar con el resultado del diseño y se implementa el sistema en término de componentes, es decir ficheros de código fuente, librerías, ejecutables, scripts, fichero de código binario y similares. Se describe cómo los elementos del modelo del diseño se implementan

en términos de componentes, pues a partir de los diagramas de clases del diseño (DCD) se obtendrán los diagramas de componentes (DC).

2.2.1 Descripción del sistema.

Los CU implementados fueron un total siete, entre los que se encuentran: el Gestionar Registro de preparación de soluciones (SIC-0020), el Gestionar libro de entrada de control de desempeño, Gestionar el libro de entrada de muestras de producción, el Gestionar Aviso de Decisión (SIC-0048), el Gestionar Certificado de Análisis de Materias Primas (SIC-0225), el Gestionar libro de entrada de cuarentena y el Gestionar Aviso de Autorización (SIC-0014). Se obtuvo un sistema que está conectado a una DB que utiliza como gestor de base de datos a PostgreSQL. Esta DB le permite a la aplicación insertar, crear, modificar, visualizar y buscar datos según los diferentes criterios de búsquedas establecidos por el usuario del sistema.

A través del sistema en esta DB se van a almacenar todos los datos recogidos por los analistas del laboratorio y posteriormente mediante consultas SQL se extrae la información guardada, con el objetivo de realizar comparaciones entre los resultados de las técnicas que se realizan en el LAQ. La DB está formada por tablas que se relacionan por medio de sus llaves primarias, que le permiten al sistema mostrar en tiempo de ejecución varios datos como (el folio, el producto, el número de parte) entrados en los libros y servirán para cargar automáticamente otros campos de algunos SIC, que no van a necesitar que se entren nuevamente. Esta ventaja reducirá el margen de errores y agilizará el proceso de recogida de datos, ya que el usuario no tendrá que escribir nada en los campos predefinidos por la aplicación.

Paralela a esta porción del sistema, fueron implementados por otros estudiantes del proyecto, los demás módulos que integrarán en su conjunto el Sistema de Gestión de la Información de los Laboratorios para el CIGB, uno de los software de mayor relevancia en la actualidad a nivel mundial, software que va a estar relacionado con la realización de todas las actividades que se ejecutan en el CIGB. Con la introducción de este producto en el CIGB muchos de los procesos que allí se realizan (en papel en estos momentos) van a ser beneficiados directamente, ya que van a ser elaborados de forma digital y los resultados obtenidos en dichos procesos van a ser almacenados en la DB, lo que brindará una comodidad y un adelanto significativo en la gestión y manejo de la información.

2.2.2 Diagramas de Componentes

Un diagrama de componentes muestra las organizaciones y dependencias lógicas entre componentes de software. Desde el punto de vista del diagrama de componentes se tienen en consideración los requisitos relacionados con la facilidad de desarrollo, la gestión del software, la reutilización, y las restricciones impuestas por los lenguajes de programación y las herramientas utilizadas en el desarrollo.

En los diagramas de componentes expuestos en este epígrafe, se mostró como están distribuidos según el patrón arquitectónico Modelo-Vista-Controlador, que utilizada Symfony como paradigma en su organización interna. En la vista de la aplicación aparece el layout.php relacionado con todos los archivos Success.php, así como la parte del código JavaScript y los CSS que se programan del lado del cliente.

La action.class.php se encuentra ubicada en la capa perteneciente al controlador, será controlada por la sfFrontWebController.class.php o controlador frontal, pues a través de este se van a ejecutar todas las peticiones los usuarios. La action.class.php está relacionada con todos los archivos Success.php de la vista y contiene todos los métodos y operaciones a realizar que serán mostrados en la vista. La action.class.php se vincula también con los archivos Seguridad.yml y Validación.yml, pues es la encargada de la seguridad y las validaciones de la aplicación. De igual forma trabaja sobre el modelo que es la capa que contiene la persistencia de los datos.

El modelo contiene todas las clases Peer.php o .php sola, así como las BasePeer.php y las Base.php. Estas últimas por medio del subsistema Propel que utiliza Symfony acceden a los datos de la DB AnálisisQuímico.

Symfony utiliza Propel como ORM y Propel utiliza Creole como la capa de abstracción de bases de datos. La principal ventaja que aporta el ORM es la reutilización, permitiendo llamar a los métodos de un objeto de datos desde varias partes de la aplicación e incluso desde diferentes aplicaciones. Estos dos componentes están completamente integrados en Symfony, por lo que se pueden considerar como una parte más del framework. Su sintaxis y sus convenciones se han adaptado de tal forma que difieran lo menos posible de las de Symfony. (Zaninotto, y otros)

En las figuras que aparecen a continuación se muestran los diagramas de componentes correspondientes a los casos de uso implementados en el módulo AQ.

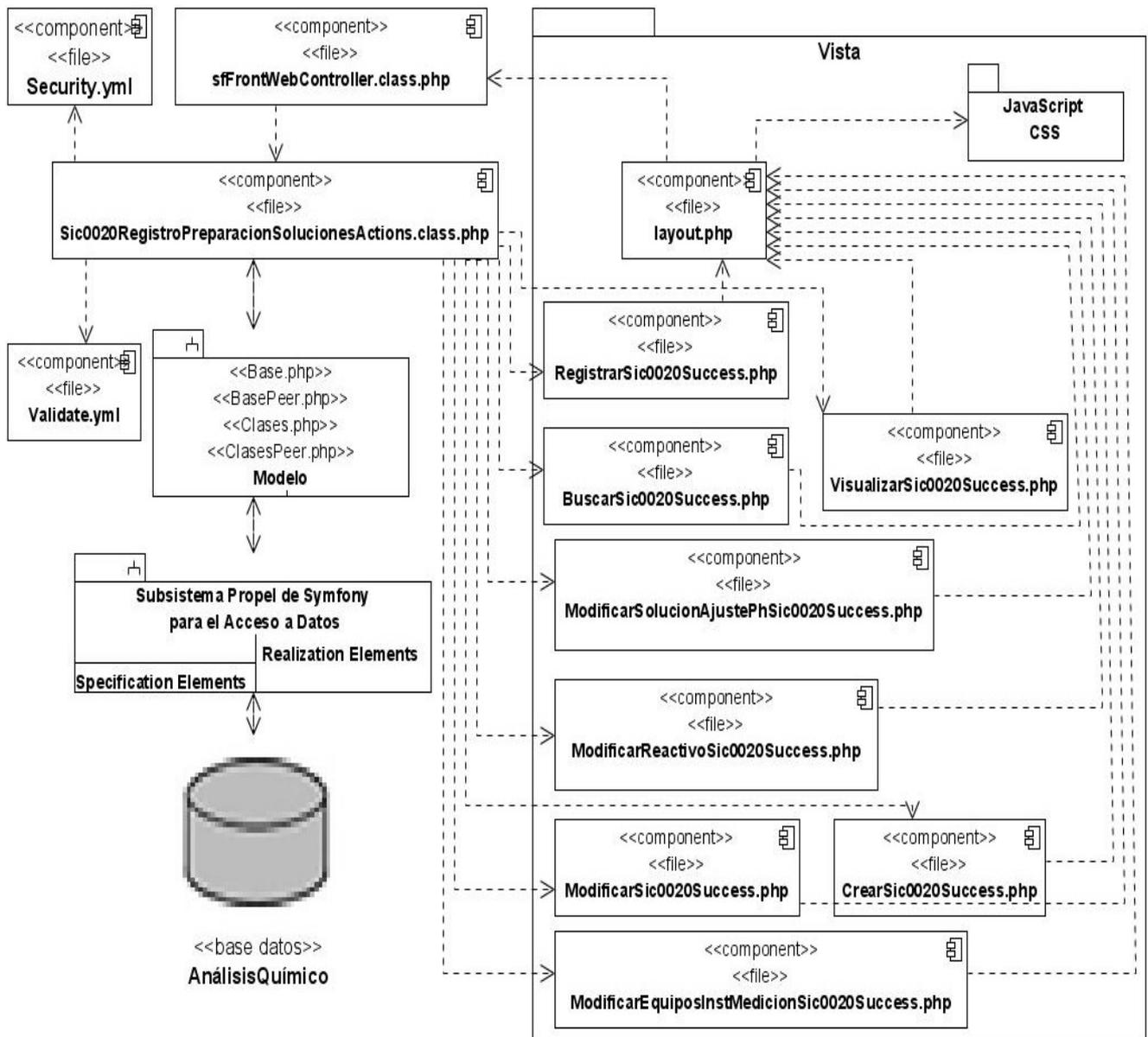


Figura 8. DC Gestionar Registro de preparación de soluciones (SIC-0020)

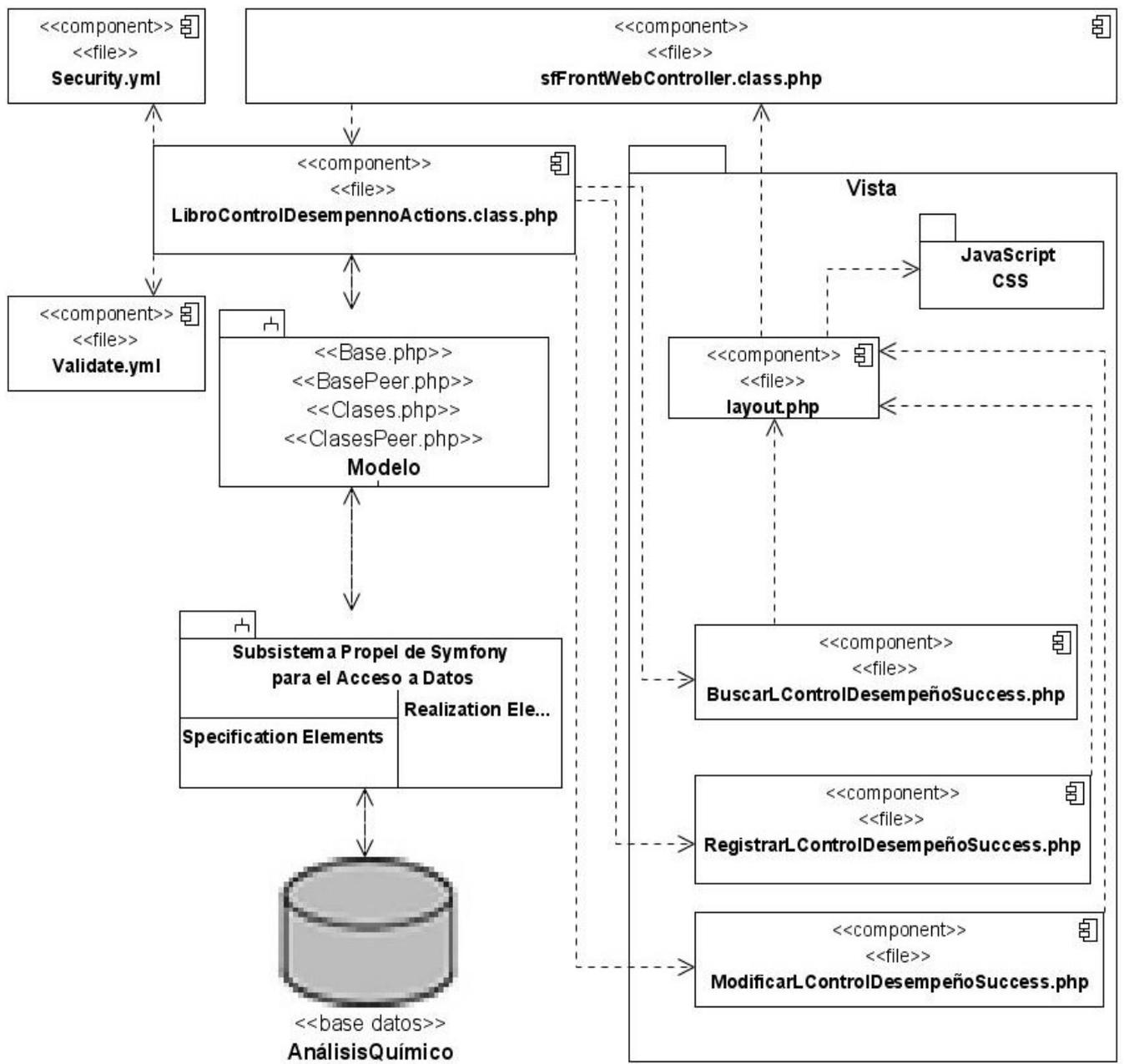


Figura 9. DC Gestionar Libro de Control de Desempeño

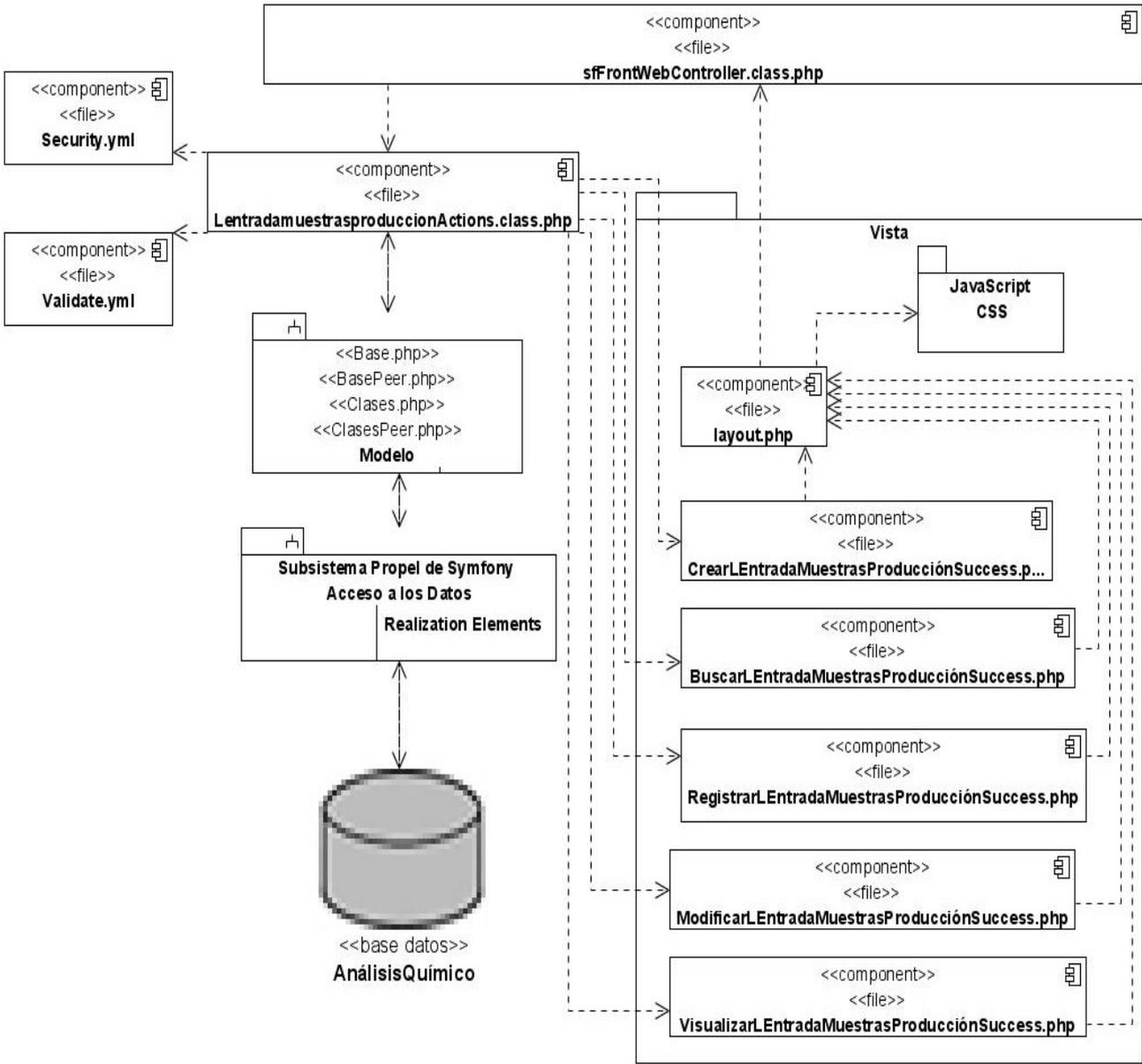


Figura 10. DC Gestionar Libro de Entrada de Muestras de Producción

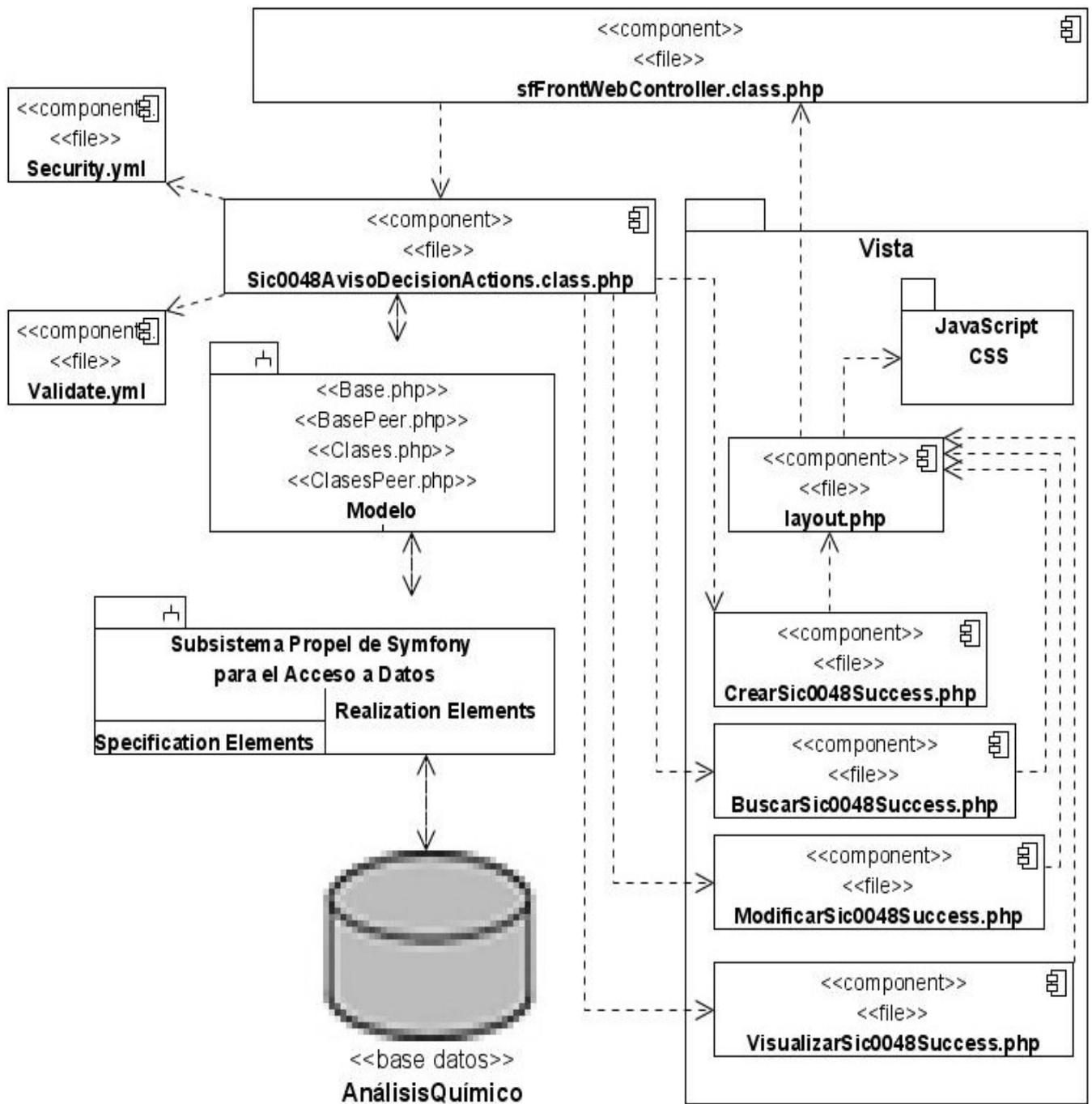


Figura 11. DC Gestionar Aviso de Decisión (SIC-0048)

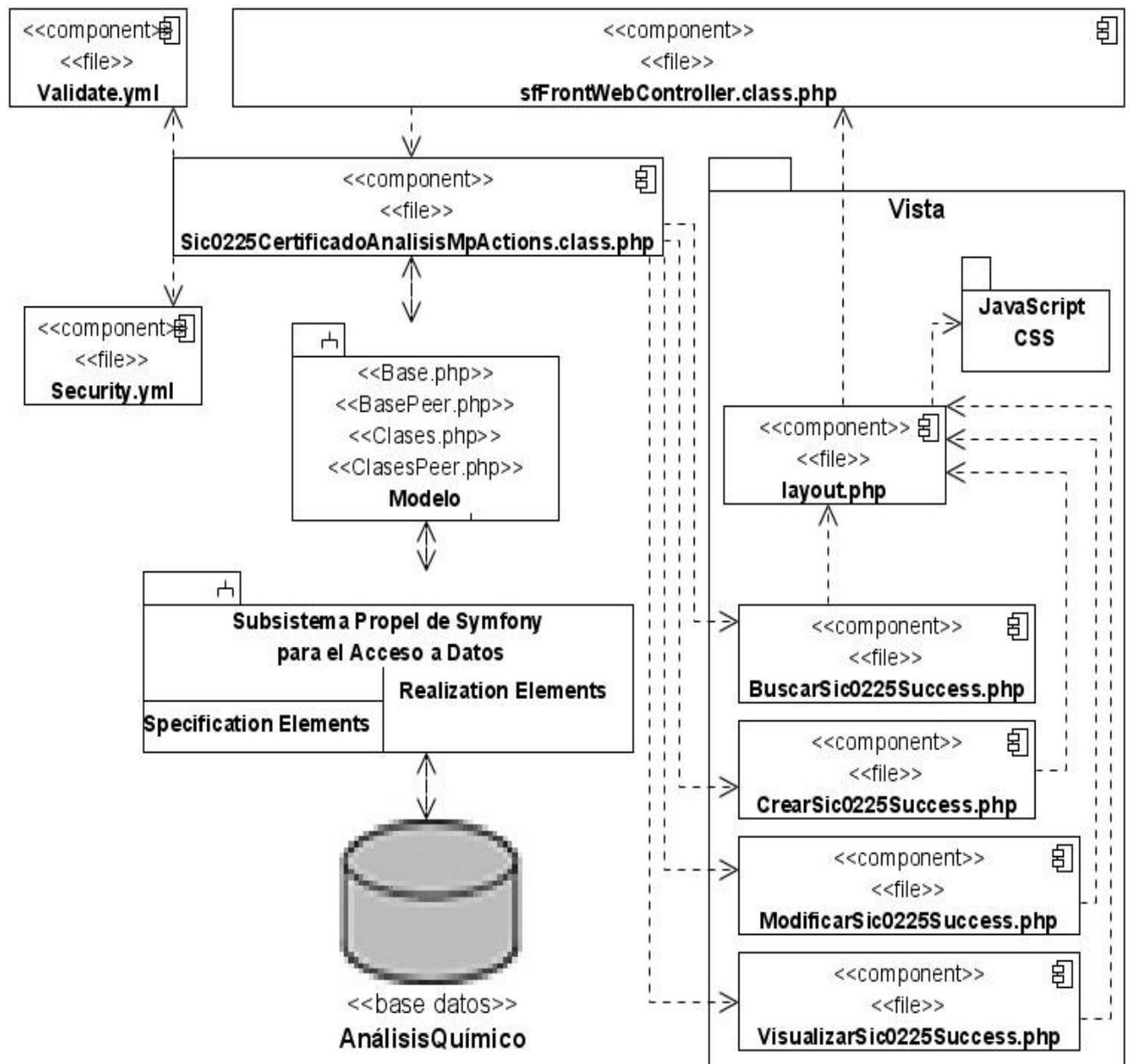


Figura 12. DC Gestionar Certificado de Análisis de Materias Primas (SIC-0225)

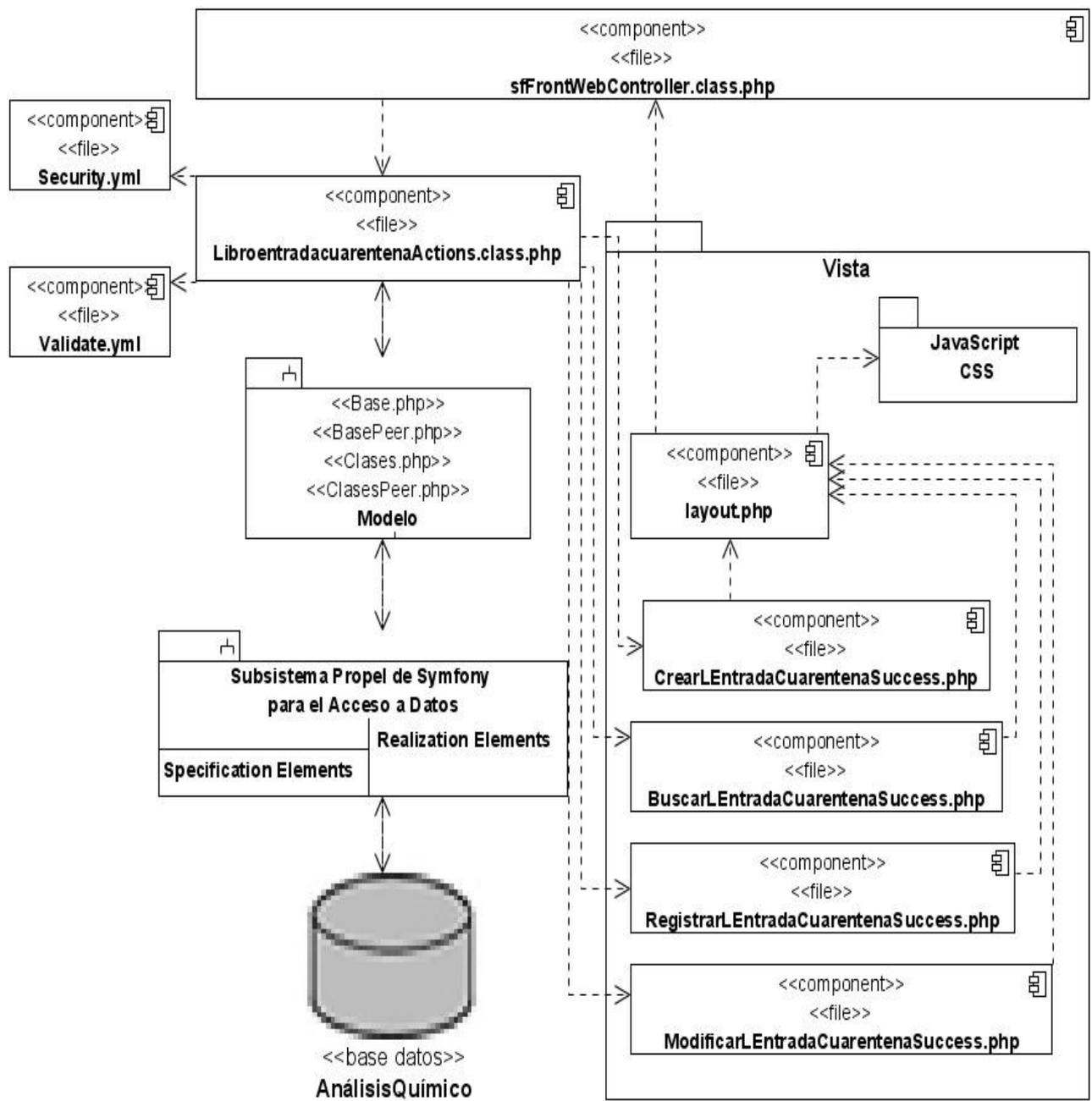


Figura 13. DC Gestionar Libro de Entrada de Cuarentena

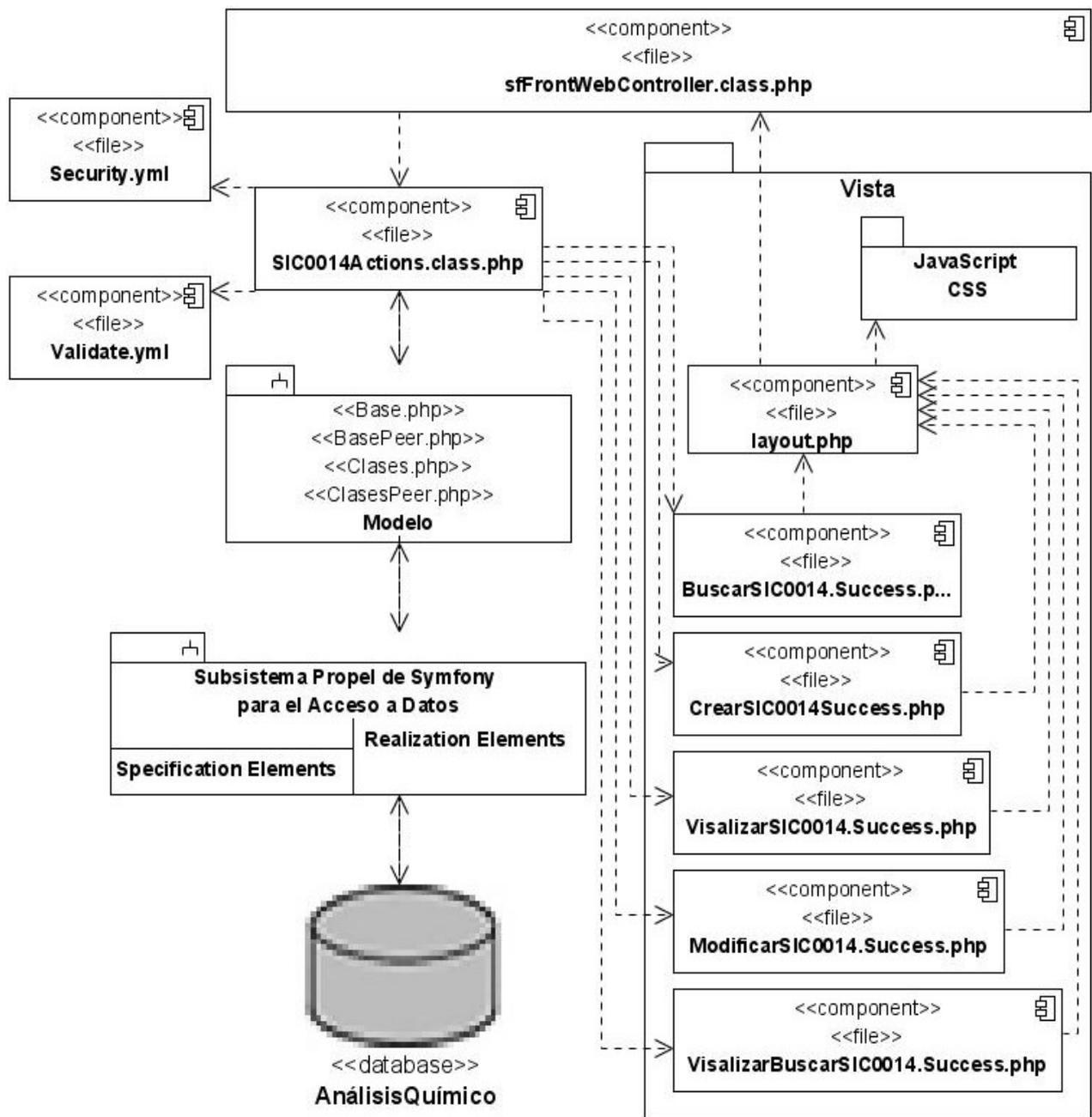


Figura 14. DC Gestionar Aviso de Autorización (SIC-0014)

2.2.3 Fragmentos de código relevante

A continuación se explica el código del requerimiento funcional buscar del caso de uso Gestionar Libro Entrada de Cuarentena.

Método Buscar del CU Gestionar Libro Entrada de Cuarentena

En el método `execute_buscar` perteneciente al CU Gestionar Libro Entrada de Cuarentena a partir del criterio de búsqueda `lote_CIGB` que se carga del mismo, mediante el método `lote_CIGB ()`, que devuelve los valores insertados en la base de datos sin repetir ninguno de estos, se comprueba si la posición del lote en el combo-box es distinta de cero, si devuelve `true`, entonces se ha seleccionado un valor del Lote en el combo-box. En este caso no se emite ningún error, en caso contrario devuelve `false` y se emite un error. Posteriormente si se escoge un valor del combo box se realiza la búsqueda con el valor del parámetro seleccionado (haciendo una consulta a la base de datos), y como resultado de la búsqueda realizada devuelve los libros que cumplan con lo especificado, si no se encuentra ninguno, se emite un mensaje de error.

```
public function executeBuscar()
{
    $this->mensaje="";
    $this->arreglo=-1;
    $lote=array("Select....");

    $fo= LibroEntradaCuarentenaPeer::Buscar_Lote();----→muestra todos lotes sin
    repetir ninguno de los ya insertados en el mismo, se guardan los lotes en dos arreglos y se recorren los
    mismos y se comprueba que estos valores en las posiciones no coincidan y se devuelve un arreglo con
    los lotes sin repetir ninguno.

    for($i=0;$i<count($fo);$i++)
    array_push($lote,$fo[$i]);
    $this->bus_lote=$lote;
    $this->mensaje="";
    if ($this->getRequest()->getMethod() != sfRequest::POST)
    {
        $this->mensaje="";
        return sfView::SUCCESS;
    }

    else
    {
        $posicion_lote=$this->getRequestParameter('lote');
        $this->posicion_lote1=$posicion_lote;
        if($posicion_lote==0 )
        {
            $this->arreglo=-1;
        }
    }
}
```

```

$this->mensaje='Entre el Criterio de Busqueda';
return sfView::SUCCESS;

}
else
{
$c = new Criteria();
if($posicion_lote!=0)
{

$lote_buscar=LibroEntradaCuarentenaPeer::ParaSelect($lote,$posicion_lote);
$c->add(LibroEntradaCuarentenaPeer::LOTE_CIGB,$lote_buscar);

}

$libro=LibroEntradaCuarentenaPeer:: doSelect($c); -----→dado un criterio te devuelve todos los
valores que cumplan con este criterio

$dev1=LibroEntradaCuarentenaPeer:: Buscar($libro); --→este método lo que hace es devolver un
arreglo de arreglos, dado un $libro

$this->arreglo=$dev1;
    }}

}

```

2.3.4 Métodos de validación y manejo de errores de Symfony

La validación de los datos de la clase actions.php, consiste en verificar si los parámetros que se entran como peticiones a través del controlador frontal de Symfony, realmente se corresponden con los tipos de datos que se predefinieron. Esta es una tarea repetitiva que resulta tediosa en ocasiones, pero no por ello se le debe dejar de dar la prioridad que merece. Symfony incluye un sistema de validación muy eficiente, que utiliza métodos de la clase actions.php.

En Symfony cuando un usuario realiza una petición a miAccion, este siempre busca primero un método llamado validateMiAccion(). De ser encontrado este procedimiento lo ejecuta. El valor de retorno de esta validación determina el siguiente método a realizar: si devuelve true, entonces se hace el método executeMiAccion(); en caso de que se devuelva false, se ejecuta handleErrorMiAccion(). En el caso de que handleErrorMiAccion() no exista, Symfony busca un método genérico llamado handleError().

Si tampoco existe el handleError(), simplemente devuelve el valor sfView::ERROR para producir la plantilla miAccionError.php. En el **Anexo. 6** se ilustra en detalle este proceso.

La clave para un correcto funcionamiento de la validación es respetar la convención de nombres para los métodos de la acción:

- `validateNombreAccion`: es el método de validación, que devuelve `true` o `false`. Se trata del primer método buscado cuando se solicita la acción `NombreAccion`. Si no existe, la acción se ejecuta directamente.
- `handleErrorNombreAccion`: es el método llamado cuando el método de validación falla. Si no existe, entonces se muestra la plantilla `Error`.
- `executeNombreAccion`: es el método de la acción. Debe existir para todas las acciones.

(Zaninotto, y otros)

Entre los principales parámetros de validación utilizados están:

- `sfNumberValidator`: a través de él se puede verificar que los números que se entren puedan estar en un rango definido, aclarando previamente el tipo de número que se puede entrar en estos campos (`integer`, `float`). Si los datos introducidos no son correctos, se lanza un mensaje que le informa al usuario.
- `sfStringValidator`: restringe el tamaño de una cadena de caracteres, pues permite ampliarla o reducirla como sea posible. De igual forma que en el ejemplo anterior, si los datos introducidos no son correctos se lanza un mensaje que le informa al usuario.
- `sfRegexValidator`: se utiliza fundamentalmente para validar campos donde obligatoriamente se puedan entrar letras, no números, ni cualquier otro carácter que se entre por teclado distinto de una letra. En caso de que suceda lo contrario aparecerá en pantalla el tipo de error.

Ejemplo de validaciones del modificar libro entrada de cuarentena

`fillin:`

`enabled: true`

`fields:`

`anno:`

`required:`

`msg: Dato requerido`

`sfNumberValidator:`

`max: 2008`

`max_error: El año no debe ser mayor que el actual`

`min: 1990`

`min_error: El año debe ser mayor que 1989`

`nan_error: Solo se permiten números`

`type: integer`

type_error: Dato incorrecto

dia:

required:

msg: Dato requerido

sfNumberValidator:

max: 31

max_error: El día debe ser menor que 32

min: 1

min_error: El día debe ser mayor que 0

values: integer

values_error: Dato incorrecto

mes:

required:

msg: Dato requerido

sfNumberValidator:

max: 12

max_error: El mes debe ser menor que 13

min: 1

min_error: El mes debe ser mayor que 0

type: integer

type_error: Dato incorrecto

nan_error: solo un número

materia_prima:

required:

msg: Dato requerido

sfStringValidator:

max: 20

max_error: Entre menos de 21 caracteres

min: 3

min_error: Entre más de 2 caracteres

lote_CIGB:

required:

msg: Dato requerido

sfStringValidator:

max: 10

max_error: Entre menos de 11 caracteres

min: 3

min_error: Entre más de 2 caracteres

proveedor:

required:

msg: Dato requerido
 sfStringValidator:
 max: 20
 max_error: Entre menos de 21 caracteres
 min: 3
 min_error: Entre más de 2 caracteres

recibe:
 required:
 msg: Dato requerido
 sfRegexValidator:
 match: Yes
 match_error: Solo letras
 pattern: /^[a-z]+\$
 sfStringValidator:
 max: 20
 max_error: Entre menos de 21 caracteres
 min: 3
 min_error: Entre más de 2 caracteres

A continuación se muestran ejemplos de prototipos funcionales obtenidos como resultado de los siete CU implementados para el LAQ.

CENTRO DE INGENIERÍA GENÉTICA Y BIOTECNOLOGÍA		SIC-0014	PPO 4.23.518.00
DIRECCIÓN DE CALIDAD		Edición 01	Folio 4534
AVISO DE AUTORIZACIÓN			Pág. 1 de 1
Producto	56565		
CR / Lote	3223	Proveedor	3223
Envases autorizados	12	U / M	2332
Vencimiento de la autorización		12 /2008	
ARGUMENTO DE LA AUTORIZACION			
visteeeeeeXXXXX			
Observacionesxsdweqrtyhfgfg			
	Nombre y Apellidos	Firma	Fecha
Elaborado por	loismarx		12 / 12/ 2008
Autorizado por	manuel		
Recibido por	denis		

Terminado

Figura 15. Interfaz de los datos visualizados después de crear el SIC-0014

CENTRO DE INGENIERÍA GENÉTICA Y BIOTECNOLOGÍA		SIC-0014	PPO 4.23.518.00
DIRECCIÓN DE CALIDAD		Edición 01	Folio 4534
AVISO DE AUTORIZACIÓN			Pág. 1 de 1
Producto	56565		
CR / Lote	3223	Proveedor	233
Envases autorizados	12	U / M	2332
Vencimiento de la autorización		12	/2008
ARGUMENTO DE LA AUTORIZACION			
visteeeeexxxxx			
Observaciones			
xsdweqrtyhfgfg			
	Nombre y Apellidos	Firma	Fecha
Elaborado por	loismarx		12 /
			12 /
			2008
Autorizado por	manuel		
Recibido por	denis		

Terminado

Figura 16. Interfaz modificar del SIC-0014

CENTRO DE INGENIERÍA GENÉTICA Y BIOTECNOLOGÍA
DIRECCIÓN DE CONTROL DE CALIDAD
LIBRO DE ENTRADA DE CUARENTENA

PARÁMETROS DE LA BÚSQUEDA

Lote CIGB

RESULTADO DE LA BÚSQUEDA

Folio	Fecha Entrada	Materia Prima	Lote CIGB	Proveedor	Lote Proveedor	No.Envase	UM	Fecha de Vencimiento	Recibe	Decisión	Fecha	
4534	12/12/2000	56565	3223	233	2323	233223	2332	12/2008	Tommy Viera	1222	12/2008	Modificar

Figura 17. Interfaz del buscar libro entrada de cuarentena

CENTRO DE INGENIERÍA GENÉTICA Y BIOTECNOLOGÍA
DIRECCIÓN DE CALIDAD
LIBRO DE ENTRADA DE CUARENTENA

Año:

REGISTRAR

Folio	Fecha Entrada	Materia Prima	Lote CIGB	Proveedor	Lote Proveedor	No.Envase	UM	Fecha de Vencimiento	Recibe	Decisión	Fecha
<input type="text"/>											

"El libro ha sido creado satisfactoriamente".

Figura 18. Interfaz del crear libro entrada de cuarentena

Sf 1.0.11 vars & config logs & msgs 1 5302

CENTRO DE INGENIERÍA GENÉTICA Y BIOTECNOLOGÍA
DIRECCIÓN DE CALIDAD
LIBRO DE ENTRADA DE CUARENTENA

Año:

REGISTRAR

Folio	Fecha Entrada	Materia Prima	Lote CIGB	Proveedor	Lote Proveedor	No.Envase	UM	Fecha de Vencimiento	Recibe	Decisión	Fecha
↓ Dato requerido <input type="text"/>											

Figura 19. Interfaz del registrar libro entrada de cuarentena (validación)

Sf 1.0.11 vars & config logs & msgs 1 4794

CENTRO DE INGENIERÍA GENÉTICA Y BIOTECNOLOGÍA
DIRECCIÓN DE CONTROL DE CALIDAD
LIBRO DE ENTRADA DE CUARENTENA

PARÁMETROS DE LA BÚSQUEDA

Lote CIGB

Entre el Criterio de Búsqueda

RESULTADO DE LA BÚSQUEDA

Folio	Fecha Entrada	Materia Prima	Lote CIGB	Proveedor	Lote Proveedor	No.Envase	UM	Fecha de Vencimiento	Recibe	Decisión	Fecha

Figura 20. Interfaz del buscar libro entrada de cuarentena (validación)

Conclusiones

—

Como resultado de este capítulo se obtuvo un diagrama de componentes por cada CU implementado, asociado con el diagrama de clases del diseño correspondiente a cada CU y las descripciones de cada uno de ellos. Se muestran algunos segmentos de código fuente significativos para la implementación, así como ejemplos de validaciones de los SIC.

Conclusiones Generales

- La utilización acertada de tecnologías y herramientas de desarrollo hicieron posible implementar treinta y siete requisitos funcionales, agrupados en siete casos de uso. Se obtuvo un diagrama de componentes por cada caso de uso.
- Se cumplieron las tareas previstas de acuerdo con el objetivo planteado y se obtuvo un sistema con la implementación de los casos de uso más críticos. El mismo permite optimizar el tiempo, el esfuerzo del personal y de igual manera contribuir a mejorar la calidad de la gestión de datos.

Recomendaciones

Después de haber culminado el presente trabajo de diploma es recomendable:

- 1- Dar continuidad a este trabajo y culminar con la implementación de los restantes casos de uso.
- 2- Integrar el módulo AQ con los demás módulos que formarán parte del LIMS de Calidad del CIGB, después de que se termine con el diseño y la implementación de cada uno de ellos.
- 3- Una vez desarrollado en Cuba un producto de este tipo, pudiera ser extensible a otros centros del Polo Científico y en general a entidades que lo requieran para mejorar y agilizar la calidad de sus productos.
- 4- Realizar las pruebas de unidad una vez que se concluya con la implementación de todos los CU.

Referencias Bibliográficas

1. **CIGB. (2003).** *CIGB*. Recuperado el 15 de 11 de 2007, de <http://www.cigb.edu.cu/pages/default.htm>
2. **CIGB. (2003).** Recuperado el 15 de 11 de 2007, de Control de Calidad: <http://www.cigb.edu.cu/pages/ccalidad.htm>
3. **CIGB. (2003).** *Análisis Químico*. Recuperado el 15 de 11 de 2007, de http://www.cigb.edu.cu/pages/aq_calidad.htm
4. **STARLIMS, C.** *¿Quiénes Somos?*, 2006. [2008]. Disponible en: <http://www.starlims.com/es/company/index.htm>
5. **STARLIMS CORPORATION.** *STARLIMS Nota Técnica*, 2004. [2008]. Disponible en: <http://www.starlims.com/brochureinSpanish/EmpowerSp.pdf>
6. **AUTOSCRIBE.** *LIMS & Successful Scientific & Business Software Solutions from Autoscribe*, 2007. [2008]. Disponible en: <http://www.autoscribe.co.uk>
7. **MEDIO AMBIENTE ONLINE.** *Portada: Información y herramientas para el sector ambiental: Software para el medio ambiente*, 2006. [Disponible en: http://www.medioambienteonline.com/site/root/info_and_tools/software/index.html]
8. **Jacobson, I., Booch, G., & Rumbaugh, J. (2004).** *El proceso unificado de desarrollo de software*. La Habana: Félix Varela.
9. **Jordisan. (29 de 09 de 2006).** *jordisan.net*. Recuperado el 25 de 03 de 2008, de <http://jordisan.net/modules/wordpress/2006/que-es-un-framework/>
10. **Gutierrez, A. F.** *Kumbia PHP Framework : Porque Programar debería ser más fácil*. Colombia.
11. **Zaninotto, François y Potencier, Fabien.** *librosweb.es*. *librosweb.es*. [En línea] [Citado el: 10 de 03 de 2008.] <http://www.librosweb.es/symfony/index.html>
12. **Visual Paradigm.** *Visual Paradigm*. [En línea] [Citado el: 18 de 04 de 2008.] <http://www.visual-paradigm.com/product/vpuml>.

13. **Vila, Ana Fernández.** Diagrama de Componentes. Diagrama de Componentes. [En línea] 20 de marzo de 2001. [Citado el: 10 de mayo de 2008.] <http://www.gris.det.uvigo.es/~avilas/UML/node49.html>.
14. **Reyes García, Yadira Beatriz and Milians Alvarez de la Campa, Lázaro Raisel.** LIMS de Calidad del Centro de Ingeniería Genética y Biotecnología: Análisis de los Laboratorios de Inmunquímica y Ensayos Biológicos II. Ciudad Habana : s.n., 2007.

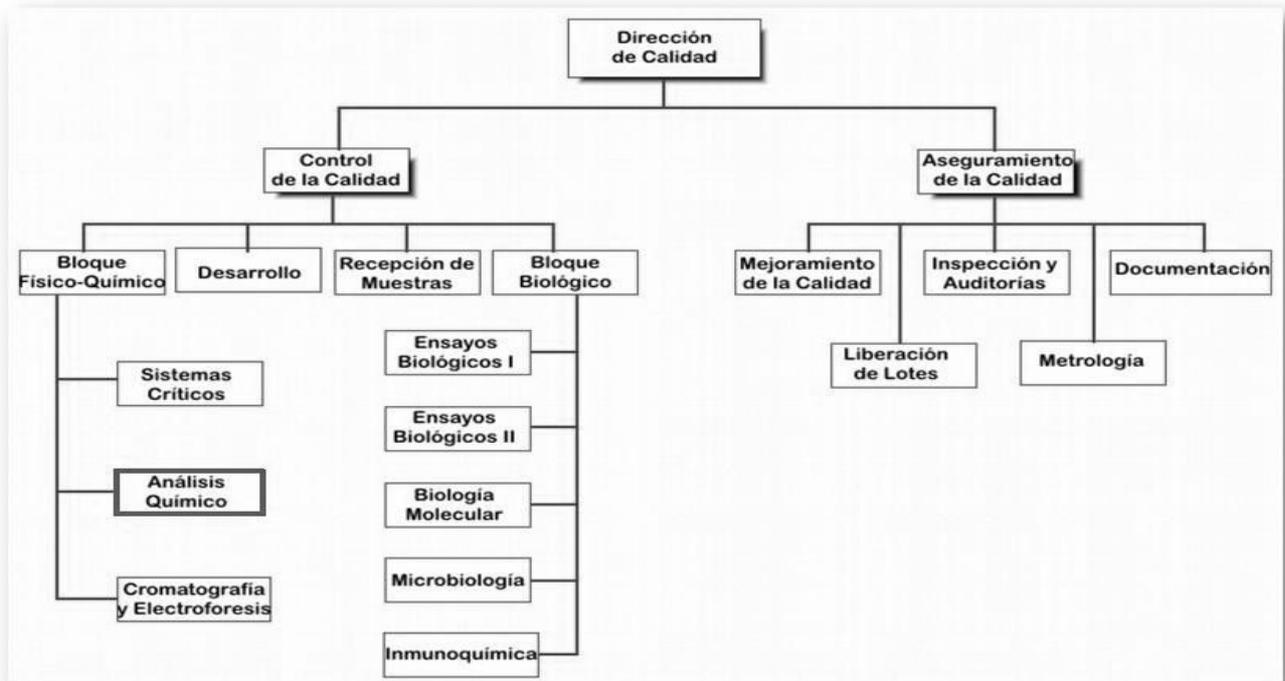
Bibliografía

1. **Jacobson, I., Booch, G., & Rumbaugh, J.** EL PROCESO DE DESARROLLO DE SOFTWARE PEARSON EDUCACION, S.A Madrid. 2000 ISBN: 84-7829-036-2
2. **Larman, C.** UML y Patrones: Introducción al análisis y PPO. México, Prentice Hall, 1999, 536p. (MON-001311) Disponible en: <http://bibliodoc.uci.cu/pdf/reg00062/pdf>
3. **Gutierrez, A. F.** *Kumbia PHP Framework : Porque Programar debería ser más fácil.* Colombia.
4. **Zaninotto, François y Potencier, Fabien.** *Symfony, la guía definitiva* Disponible en: <http://www.librosweb.es/symfony/index.html> **Apress** (ISBN-13: 978-1590597866).pdf
5. **Visual Paradigm.** Visual Paradigm. [En línea] <http://www.visual-paradigm.com/product/vpuml>.
6. **Manual De Visual Paradigm.**
7. **Frentzen, J & Sobotka Henry.** Superutilidades para JavaScript **Fotocomposicion, S. A.** España. 1999 ISBN : 84-481-2124-4
8. **El Mundo Informático.** [En línea] <http://jorgesaaavedra.wordpress.com/category/patrones-grasp/>.
9. **Hernández , Enrique.** DISCA Lenguaje Unificado de Modelado (UML). DISCA. [En línea] www.disca.upv.es.
10. **Gallego Vázquez, José Antonio.** Desarrollo Web con PHP y MySQL **ANAYA MULTIMEDIAS (GRUPO ANAYA) S.A.** España. 2003 ISBN : 84-415-1525-5
11. **Reyes García, Yadira Beatriz and Milians Alvarez de la Campa, Lázaro Raisel.** LIMS de Calidad del Centro de Ingeniería Genética y Biotecnología: Análisis de los Laboratorios de Inmunoquímica y Ensayos Biológicos II. Ciudad Habana : s.n., 2007.
12. **De la Fuente, Lisdany y González, Sonia.** LIMS de Calidad del CIGB: Análisis del Grupo de Inspección y del Laboratorio Análisis Químico. Ciudad de La Habana : Ciudad Habana : s.n., 2007.
13. **González Ribot, Gleisy y Batard Lorenzo, David.** Sistema para la Informatización de los Servicios Médicos en la UCI Módulos Medicina General Integral y Estomatología. [Informe Técnico] La Habana : s.n., 2004..
14. **STARLIMS, C.** *¿Quiénes Somos?*, 2006. Disponible en: <http://www.starlims.com/es/company/index.htm>
15. **STARLIMS CORPORATION.** *STARLIMS Nota Técnica*, 2004. Disponible en: <http://www.starlims.com/brochureinSpanish/EmpowerSp.pdf>

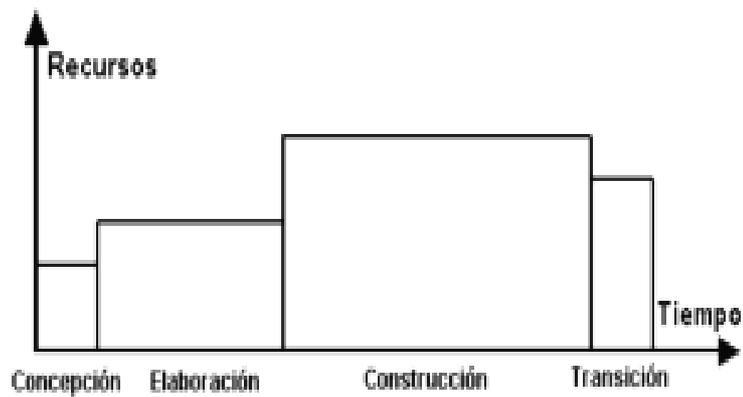
16. **AUTOSCRIBE.** *LIMS & Successful Scientific & Business Software Solutions from Autoscribe*, 2007. Disponible en: <http://www.autoscribe.co.uk>
17. **MEDIO AMBIENTE ONLINE.** *Portada: Información y herramientas para el sector ambiental: Software para el medio ambiente*, 2006. Disponible en: http://www.medioambienteonline.com/site/root/info_and_tools/software/index.html
18. **Vila, Ana Fernández.** Diagrama de Componentes. Diagrama de Componentes. [En línea] <http://www.gris.det.uvigo.es/~avilas/UML/node49.html>.
19. **Maestros del Web.** Maestros del Web. 2007. [En línea]. www.maestrosdelweb.com/principiantes/los-diferentes-lenguajes-de-programacion-para-la-web.
20. **Desarrollo Web.** Desarrollo Web. [En línea] www.desarrollo.com/articulos/1696.php.
21. **EMS SQL Manager for PostgreSQL.** EMS SQL Manager for PostgreSQL. [En línea] 2007. www.sqlmanager.net/product/postgresql/manager.
22. **EMS SQL Manager for PostgreSQL.** EMS SQL Manager for PostgreSQL. [En línea] 2007. www.sqlmanager.net/product/postgresql/datagenetor.
23. **Eclipse documentación – Archived Release.** [En línea] 2007. <http://help.eclipse.org/help31/index.jsp?topic=/org.eclipse.jst.ws.doc.user/concepts/cjaxrpc.html>
24. **Ciberaula. 2006.** Ciberaula. [Online] 2006. [Cited: mayo 30, 2008.] http://linux.ciberaula.com/articulo/linux_apache_intro/

ANEXOS

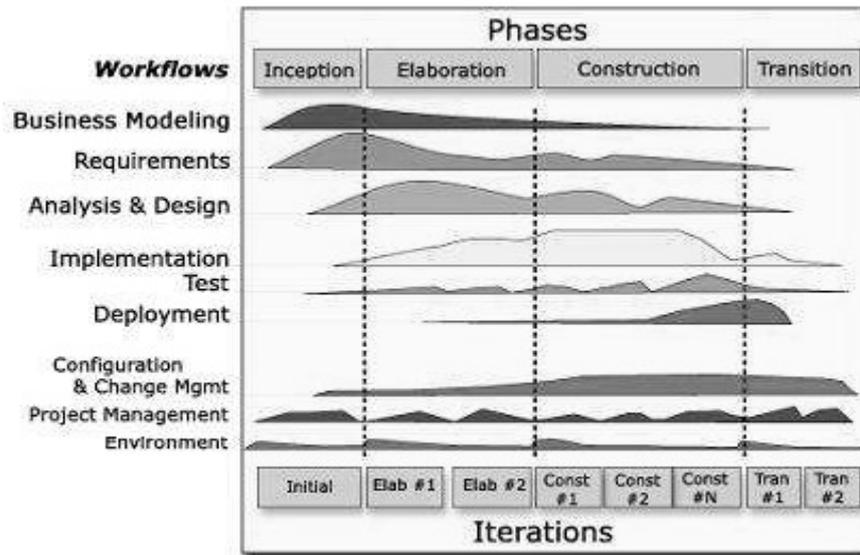
Anexo 1. Estructura de la Dirección de Calidad del CIGB



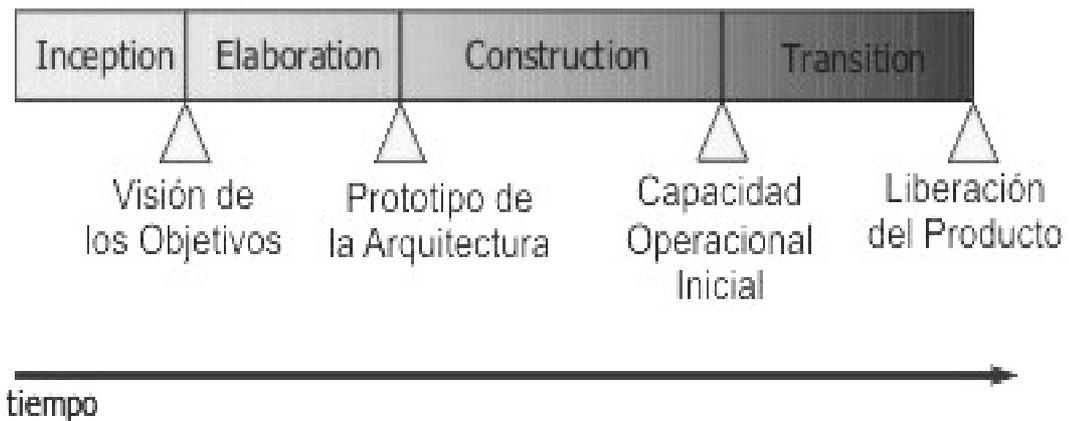
Anexo 2. Un típico perfil de proyecto mostrando el tamaño relativo de las cuatro fases



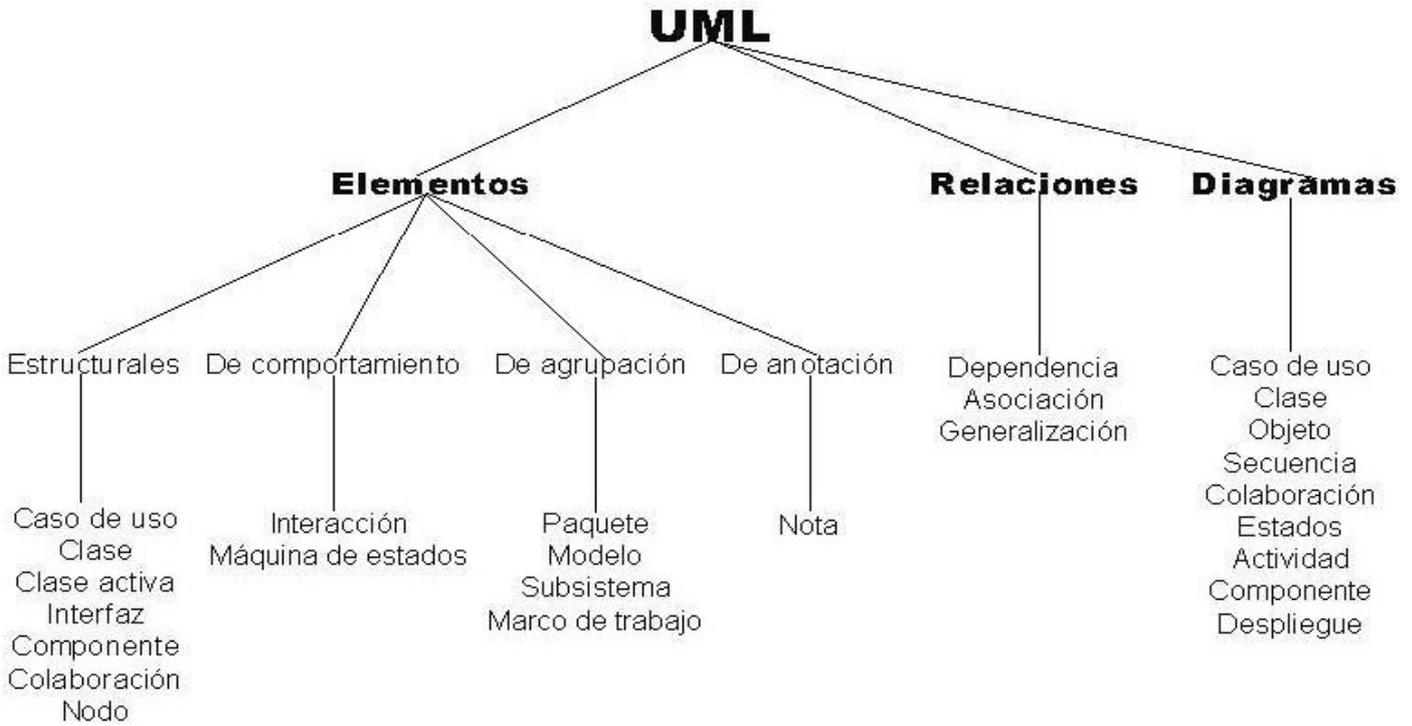
Anexo 3. Fases e Iteraciones de la Metodología RUP



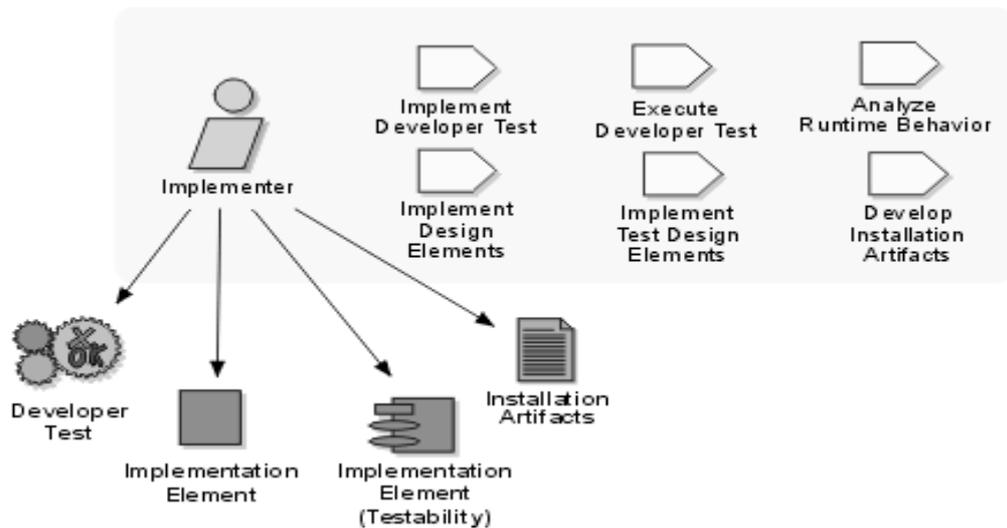
Anexo 4. Fases e Hitos en RUP



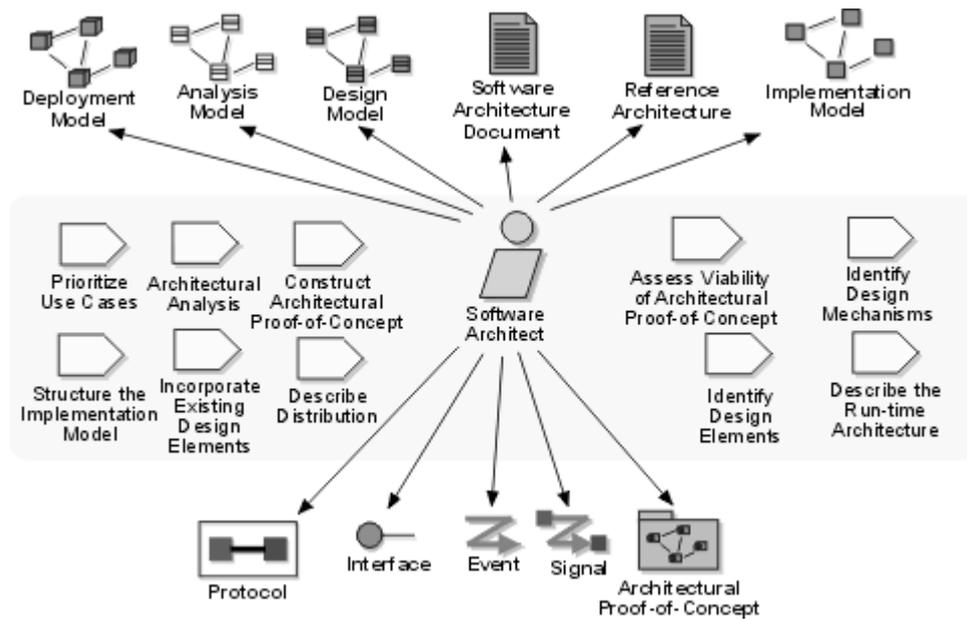
Anexo 5. Estructura de UML



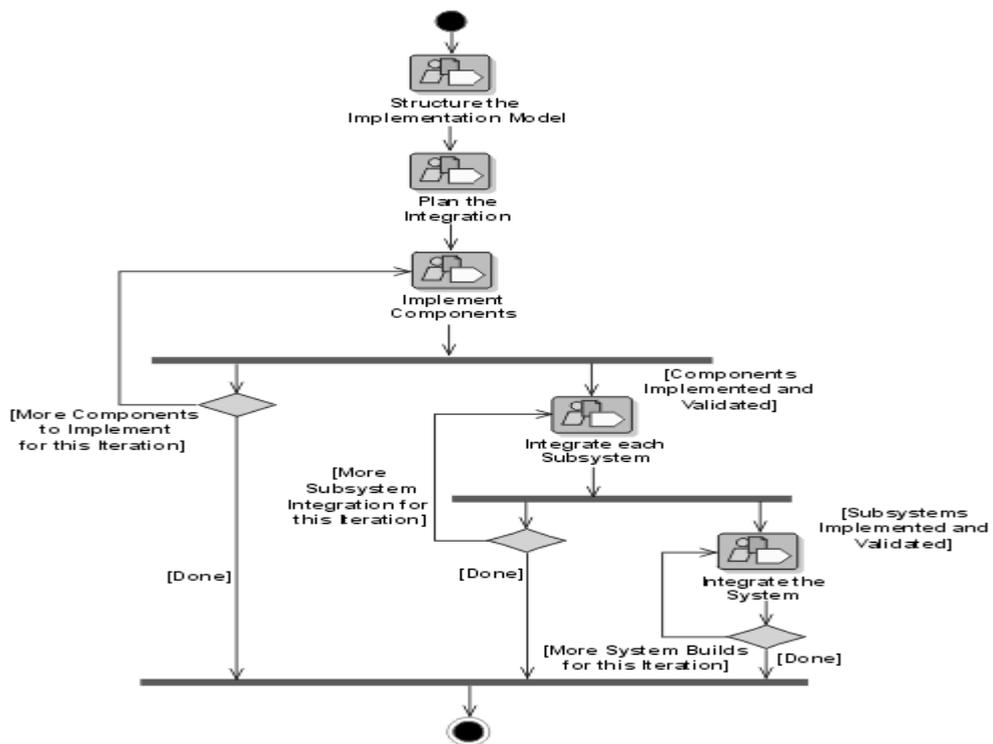
Anexo 6. Rol de Implementador



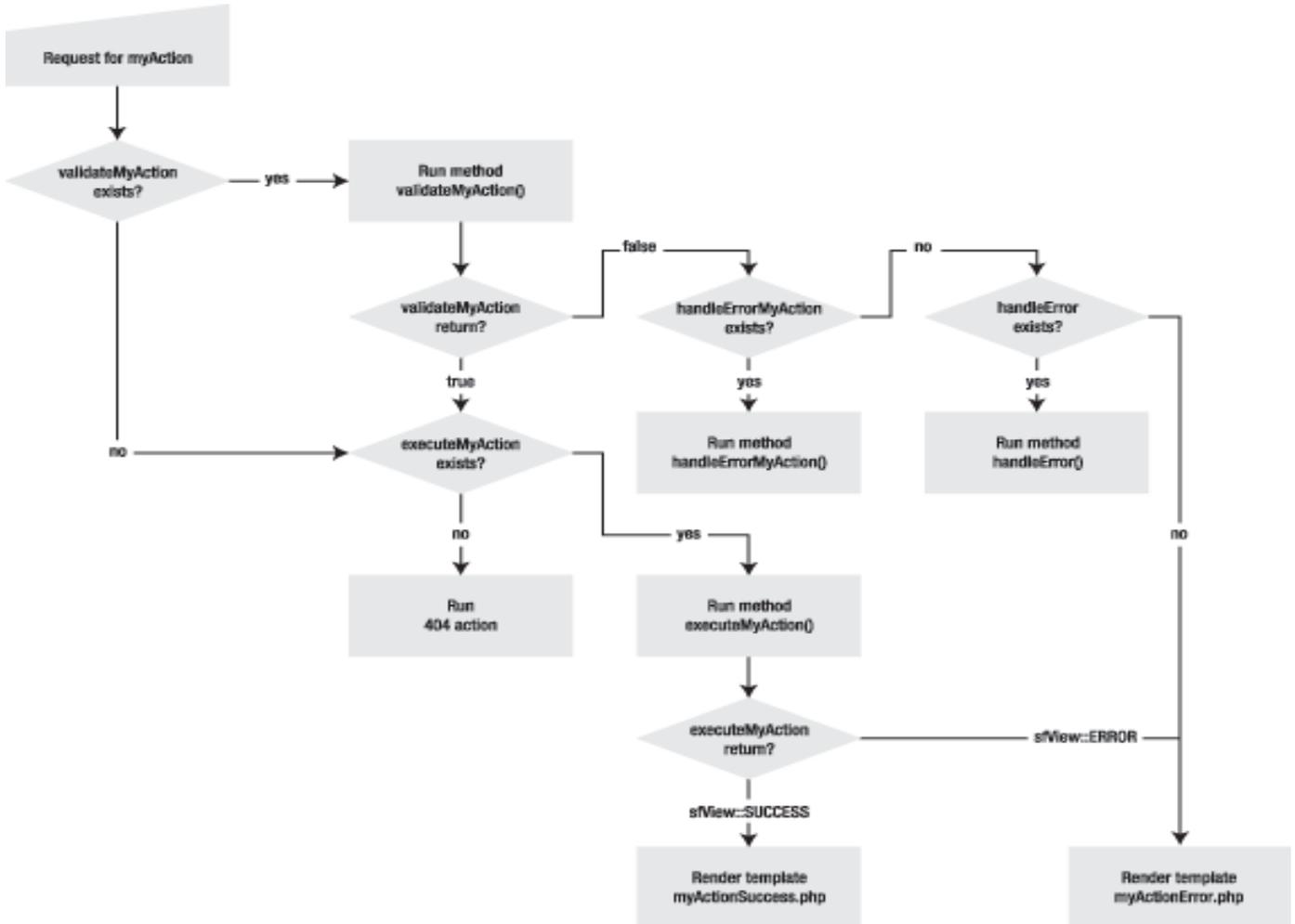
Anexo 7. Rol de Arquitecto de software



Anexo 8. Actividades del FT de Implementación



Anexo 9. Proceso de validación en Symfony



Anexo 10. Gestionar Libro del control de desempeño

Nombre del Caso de Uso	Gestionar Libro del control de desempeño.
Actores	Analista (Inicia).
Propósito	Registrar datos, modificar sus datos, Buscar datos.
Resumen	<p>El caso de uso se inicia cuando el Analista va a realizar alguna de las siguientes acciones relacionadas con el Libro de Control de Desempeño:</p> <ul style="list-style-type: none"> - Registrar en el libro.

	<p>- Buscar libro.</p> <p>El sistema muestra la interfaz correspondiente a la solicitud y ejecuta las acciones necesarias. El caso de uso finaliza cuando se ejecuta alguna de las acciones solicitadas.</p>
Referencias	18.1, 18.2, 18.3, 18.3.1, 18.4.
Precondiciones	- Que el Analista se haya autenticado en la aplicación.
Poscondiciones	Datos registrados en el libro, libro buscado, libro modificado, libro impreso.
Requerimientos especiales	-
Flujo normal de los eventos	
Acción del actor	Respuesta del Sistema
<p>1. El Analista, decide realizar una de las siguientes acciones:</p> <ul style="list-style-type: none"> - Registrar en el libro. - Buscar. 	<p>2. El sistema, en dependencia de la acción solicitada, hace lo siguiente:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Si decide Registrar en el libro, ir a la Sección “Registrar datos en el libro”. • Si decide Buscar libro, ir a la Sección “Buscar y Visualizar”.
Sección “Registrar datos en el libro”	
Acción del actor	Respuesta del Sistema
	1. Muestra la interfaz correspondiente para insertar datos.
<p>2. El analista provee el año:</p> <ul style="list-style-type: none"> • “Año”. 	<p>3. Verifica que el año introducido cumpla con el formato requerido:</p> <p>-Año: Es un número de 4 dígitos, y no debe ser mayor que el año actual.</p> <p>Ej: 2008.</p> <p>El campo “Lote CIGB” debe mostrar sin repetir ninguno los valores que tiene en la BD, según el año introducido, carga estos del Libro de entrada de cuarentena del campo: “Lote CIGB”.</p>

<p>4. El analista provee los datos necesarios para registrar una o varias entradas de cuarentena:</p> <ul style="list-style-type: none"> • “Lote CIGB”. • “Proveedor”. • “Frecuencia”. • “Realizar todas las pruebas” 	<p>5. En tiempo de ejecución se muestran los campos:</p> <ul style="list-style-type: none"> • “No. Parte”: Según el valor seleccionado en el campo “Lote CIGB” son los tres primeros dígitos de este. <p>Ej: Lote CIGB:001250 No. Parte: 001</p> <ul style="list-style-type: none"> • “Lote CIGB”: corresponde con el “Lote CIGB” seleccionado. <p>Si el check-box “Realizar todas las pruebas”, es marcado, el valor entrado en el campo “Frecuencia” cambia su estilo al color Rojo vino.</p> <p>-Si desea registrar otros datos, con un “Lote CIGB” diferente pero con el mismo “No. Parte” ya registrado, se adiciona una nueva tupla, es decir se pulsa el botón Adicionar y da la posibilidad de registrar más valores, en caso de que sea con un “No. Parte” diferente se muestra la tabla con un “No. Parte” nuevo, y el “Lote CIGB” también y los campos vacíos para poder registrar datos por primera vez, luego sucede lo mismo descrito con anterioridad.</p>
<p>6. Solicita registrar datos en el libro: “Registrar”.</p>	<p>7. Verifica que todos los campos tengan valores para almacenar en el libro y cumplan con el formato requerido.</p> <ul style="list-style-type: none"> • “Proveedor”. • “Frecuencia”. <p>En el caso de “Proveedor” solamente se pueden introducir letras y en el caso de “Frecuencia” números.</p>

	6. Inserta los datos en el libro donde el campo "Año", coincida con el valor introducido por el analista en el campo "Año".
	7. Muestra un mensaje de operación satisfactoria: "Se han registrado los datos".
Flujos alternos Sección "Registrar datos en el libro"	
	1.1 Si el año introducido no existe, o aún no se ha registrado en ese año ningún valor en el Libro de entrada de cuarentena el combo-box correspondiente a "Lote CIGB" se muestra por defecto la opción de ---Seleccionar---
2.1 El analista no provee el año, sale de la sección.	3.1 Si no cumple con el formato establecido muestra un mensaje de error: "No cumple con el formato establecido".
	5.1 Si se desea registrar otros valores, pero con el mismo "No. Parte", que el o los registrados con anterioridad, una vez que se pulsa el botón <i>Adicionar</i> , este verifica si el "Lote CIGB" seleccionado coincide con el que estaba registrado, en este caso se muestra un mensaje de error indicando: "Lote CIGB ya existente".
6.1 El analista no solicita insertar datos, sale de la sección.	7.1 Si falta algún dato o el formato es incorrecto, emite un mensaje de error: "Faltan datos para almacenar en el libro" o el "Formato es incorrecto".
Sección "Buscar y Visualizar libro"	
Acción del actor	Respuesta del Sistema
	1. Muestra la interfaz correspondiente a la búsqueda de libros.

	<p>- El campo "No. Parte" debe mostrar sin repetir ninguno los valores que tiene en la BD.</p>
<p>2. El analista provee los parámetros para la búsqueda.</p> <ul style="list-style-type: none"> • "No. Parte". <p>Solicita buscar: "Buscar".</p>	<p>3. Verifica que el campo para realizar la búsqueda tenga valor:</p> <ul style="list-style-type: none"> • "No. Parte".
	<p>4. Busca todas las entradas de cuarentena registradas según el "No Parte" seleccionado.</p>
	<p>5. Muestra como resultado de la búsqueda una tabla conformada por:</p> <ul style="list-style-type: none"> - "No. Parte". - "Lote CIGB". - "Proveedor". - "Frecuencia". <p>Donde se muestran todos los "Lote CIGB" donde el "No. Parte" sea igual al seleccionado por el usuario.</p> <p>Ej:</p> <p>"No. Parte":</p> <ul style="list-style-type: none"> • 001 <p>"Lote CIGB":</p> <ul style="list-style-type: none"> • 001522 • 001353 <p>Da la posibilidad de Modificar cada una.</p>
<p>6. Solicita una de las opciones:</p> <ul style="list-style-type: none"> - Modificar una entrada de cuarentena registrada: "Modificar". - Imprimir el resultado de la búsqueda: "Imprimir". 	<p>7. Según lo solicitado por el analista, se realiza una de las siguientes operaciones:</p> <ul style="list-style-type: none"> - Si seleccionó la opción Modificar: ir a Sección "Modificar datos del libro". - Si seleccionó la opción Imprimir: imprime el resultado de la búsqueda.

Flujos alternos Sección “Buscar libro”	
2.1 Si no provee los datos y no desea buscar sale de la sección.	
	3.1 Si no proporcionó el parámetro para efectuar la búsqueda, emite un mensaje de error: “No se especificó el parámetro para realizar la búsqueda”.
	4.1 Si no obtiene resultados al concluir la búsqueda muestra un mensaje: “No hay resultados para esta búsqueda”.
6.1 No solicita ninguna de las opciones, sale de la sección.	
Sección “Modificar datos del libro”	
Acción del actor	Respuesta del Sistema
	1. Muestra en una nueva interfaz lo correspondiente a modificar los datos.
2. Provee los valores de los campos. <ul style="list-style-type: none"> • “Año“ • “Proveedor“ • “Frecuencia“ Solicita modificar datos “ Modificar ”.	3. Verifica que los campos obligatorios estén llenos y cumplan con el formato establecido descrito anteriormente. <ul style="list-style-type: none"> • “Año“ • “Proveedor“ • “Frecuencia“
	4. Registra la actualización en la BD.
	5. Actualiza registro de trazas.
	6. Muestra un mensaje: “ <i>Los datos han sido modificados satisfactoriamente</i> ”.
Flujos alternos Sección “Modificar datos del libro”	
2.1 No provee los datos, sale de la sección.	3.1 Si quedó algún campo vacío, emite un mensaje de error: “Datos incompletos”.
Prototipo	

GLOSARIO DE TÉRMINOS

A

Acuícola: Referido a especies y a organismos que habitan en el agua dulce.

AQ: Análisis Químico.

Análisis Químico: La Química Analítica (proviene del latín: Ana = de abajo hacia arriba, LÍsis=desmembrar, destruir) es la parte de la química que tiene como finalidad el estudio de la composición química de un material o muestra, mediante diferentes métodos. Se divide en química analítica cuantitativa y química analítica cualitativa.

Analista: Rol que desempeña una persona en el laboratorio, esta persona es encargada de realizar los ensayos, documentar las acciones y emitir los resultados.

Artefacto: Pieza de información utilizada o producida por un proceso de desarrollo de software, como un documento externo o el producto de un trabajo. Un artefacto puede ser un modelo, una descripción o un software.

Aseguramiento de la Calidad: Conjunto de acciones planificadas y sistemáticas que son necesarias para proporcionar la confianza de que un producto o servicio satisface los requisitos de calidad preestablecidos.

Autenticarse: en informática consiste en la acción de registrarse con una clave secreta, con el objetivo de que esta contraseña sea comparada con la clave que está almacenada en un servidor y que exista correspondencia entre el usuario y la clave que la introducida. Esta puede ser aceptada o no según la veracidad que tenga la autenticación que se realizó y según el tipo de usuario que sea podrá usar diferentes servicios de la red sobre los que tenga privilegios el usuario autenticado.

B

Biotecnología: La biotecnología es la tecnología basada en la biología, especialmente usada en agricultura, farmacia, ciencia de los alimentos, ciencias forestales y medicina. Se desarrolla en un enfoque multidisciplinario que involucra varias disciplinas y ciencias como biología, bioquímica, genética, virología, agronomía, ingeniería, química, medicina y veterinaria entre otras.

Biofármacos: Producto medicinal que consiste de una proteína y/o un ácido nucleico. Los biofármacos pueden considerarse medicamentos críticos, pues se utilizan para mejorar y salvar la vida de pacientes con enfermedades crónicas discapacitantes que en algunos casos pueden resultar mortales. Los biofármacos se usan para tratar varios tipos de cáncer, enfermedades auto inmunes como la artritis reumatoide, la esclerosis múltiple y enfermedades degenerativas como el Alzheimer.

BPP: Buenas Prácticas de Producción.

BPL: Buenas Prácticas de Laboratorio.

BPC: Buenas Prácticas Clínicas.

C

Calidad: Grado en que un conjunto de características inherentes cumple con los requisitos.

Caso de uso: Especificación de las secuencias de acciones, incluyendo secuencias variantes y una descripción de un conjunto de secuencias de acciones, incluyendo variaciones, que un sistema lleva a cabo y que conduce a un resultado observable de interés para un actor determinado.

Control de la calidad: Parte de la gestión de la calidad orientada al cumplimiento de los requisitos de la calidad.

CASE: Computer Aided Software Engineering.

CECMED: Autoridad Reguladora de Medicamentos de la República de Cuba.

CIGB: Centro de Ingeniería Genética y Biotecnología.

Cromatografía: La cromatografía es un conjunto de técnicas basadas en el principio de adsorción (no confundir con absorción) selectiva cuyo objetivo es separar los distintos componentes de una mezcla y en algunos casos identificar estos si es que no se conoce su composición.

D

DB: Data Base (Base de datos).

E

Electroforesis: La electroforesis es una técnica para la separación de moléculas (proteínas o ácidos nucleicos) según la movilidad de estas en un campo eléctrico a través de una matriz porosa, la cual finalmente las separa por tamaños moleculares y carga eléctrica, dependiendo de la técnica que se use.

Estereotipos:

F

Farmacéuticos: Está estrechamente relacionado con los fármacos, que son del término farmacológico para cualquier compuesto biológicamente activo, capaz de modificar el metabolismo de las células sobre las que hace efecto.

Formato duro: La realización diaria de ensayos en los laboratorios hace necesario el registro de un gran volumen de datos en papel (Registros SIC, Registro de datos primarios, Informes, Gráficos y Libros).

FT: Flujo de trabajo.

Fourth Generation Language (4GL): Los lenguajes de cuarta generación suponen una evolución de los de tercera generación. En estos lenguajes de programación avanzados, el programador no incorpora el procedimiento a seguir, ya que el propio lenguaje es capaz de indicar al ordenador cómo debe ejecutar

el programa, Los lenguajes de cuarta generación son más fáciles de usar que los 3GL: suelen incluir interfaces gráficos y capacidades de gestión avanzadas, pero consumen muchos más recursos del ordenador que la generación de lenguajes previa.

H

HTML: sus siglas en inglés son: HyperText Markup Language (Lenguaje de Marcado de Hipertexto) en español, es el lenguaje de marcado predominante para la construcción de páginas web.

I

Inmunoquímica: Laboratorio que realiza el control de la calidad a los productos obtenidos por vía recombinante que se producen en el CIGB, empleando las siguientes técnicas inmunoquímicas: ELISA, Inmuno-Dot y Western-Blot

Isomórficamente: (iso) es un prefijo de afinidad o igualdad. Desciende del griego ἴσος, significa "igual". Isomórficamente es forma igual o sea de igual forma.

IDE: Integrated Development Environments (entorno de desarrollo integrado).

IBM: International Business Machines o IBM (NYSE: IBM) (conocida coloquialmente como el Gigante Azul) es una empresa que fabrica y comercializa herramientas, programas y servicios relacionados con la informática. Tiene su sede en Armonk (Estados Unidos) y está constituida como tal desde el 15 de junio de 1911, pero lleva operando desde 1888.

L

Laboratorio: Local donde se realizan los ensayos a las muestras, posee todo el equipamiento necesario para desarrollar las pruebas a todas las muestras que son recepcionadas.

LAQ: Laboratorio de Análisis Químico

LIMS: Sistemas de Manejo de Información de Laboratorios (Laboratory Information Management Systems) LIMS por sus siglas en inglés.

M

Microbiología: La microbiología es la ciencia encargada del estudio de los microorganismos, seres vivos pequeños (de mikros "pequeño", bios, "vida" y logos, "estudio"), también conocidos como microbios. Es la rama de la biología dedicada a estudiar los organismos que son solo visibles a través del microscopio (virus, procariontes y eucariontes simples).

Muestra: Es cantidad mínima, estadísticamente representativa, que se toma del total del lote, para poder realizar todos los resultados analíticos según se han descrito en las especificaciones del producto.

MVC: (Model-View-Controller) Modelo-Vista-Controlador.

O

OMS: Organización Mundial de la Salud

ORM: (object-relational-mapping) o “mapeo de objetos a bases de datos”.

Out-of-the-box: componentes fuera del sistema, de manejo inmediato y reutilizables.

P

Producto: en marketing, se refiere a cualquier objeto en un mercado que cubra un deseo o necesidad.

R

RUP: Proceso Unificado de Desarrollo de Software.

S

SIC (Sistema de Información de la Calidad): Planilla usada para el registro de resultados, controles y análisis de determinada operación en el laboratorio.

SQL: Lenguaje de consulta estructurado en español, Structured Query Language en inglés. Es un lenguaje declarativo de acceso a bases de datos relacionales que permite especificar diversos tipos de operaciones sobre las mismas.

T

Trazabilidad: “Se entiende como trazabilidad aquellos procedimientos preestablecidos y autosuficientes que permiten conocer el histórico, la ubicación y la trayectoria de un producto o lote de productos a lo largo de la cadena de suministros en un momento dado, a través de unas herramientas determinadas.”

This document was created with Win2PDF available at <http://www.daneprairie.com>.
The unregistered version of Win2PDF is for evaluation or non-commercial use only.