

UNIVERSIDAD DE LAS CIENCIAS INFORMÁTICAS

VICERRECTORÍA DE FORMACIÓN

DIRECCIÓN DE FORMACIÓN POSTGRADUADA

**Arquitectura de software para un Sistema Automatizado
para el Control de Gestión de Indicadores de Refinación
(SACGIR)**

**Tesis presentada en opción al título de
Máster en Informática Aplicada**

Autor: Lic. David Silva Barrera

Tutor: Dr. C. José Ortiz Rojas

Asesora: Dr. C. Natalia Martínez Sánchez

Ciudad de la Habana, marzo de 2010

Agradecimientos

Agradezco a Fidel, creador de la revolución cubana, por dar la posibilidad a todos de lograr alcanzar sueños.

Agradezco a mi familia, que han dejado de tenerme por tanto tiempo para que logre mi preparación como persona y siempre me han dado amor y comprensión: Mi mamá Mary, mi abuela Raque, mi hermano Daney, mi querida tía Gladys.

Agradezco a mi novia Yanicet, su apoyo y empuje me ayudaron mucho a terminar la tesis, su comprensión y amor me dieron fuerza.

Agradezco a Natalia, las revisiones a la tesis no se comparan con los correos de aliento, las palabras de amiga con carga de seguridad.

Agradezco a la Facultad, que me puso en el camino a la realización de este trabajo, con Ortiz siempre como el procurador, al punto de ser el tutor de este trabajo.

Agradezco a los compañeros que participaron conmigo en el proyecto, aprendimos mucho juntos, de informática y de la vida, principalmente a Yancy, convertido en amigo incondicional.

“A mis compañeros de cuarto no les agradezco porque no me dejaban dormir obligándome a que trabajara en la tesis“: Leonardo, Joelsy, Mónica, Ana delia.

Cuando esta página se hace no vienen todos los nombres a la mente, pero siempre se sabe quien está dentro de ella aunque no se mencione.

Muchas gracias a todos.

David

DECLARACIÓN JURADA DE AUTORÍA Y AGRADECIMIENTOS

Yo David Silva Barrera, con carné de identidad 80012217722, declaro que soy el autor principal del resultado que expongo en la presente memoria titulada “Arquitectura de software para Sistema automatizado para el control de gestión de indicadores de refinación”, para optar por el título de Máster en Informática Aplicada.

Este trabajo fue desarrollado durante diciembre/2006 – septiembre/2007 en colaboración con mis colegas de equipo Yancy Martínez Pérez, Gretchen Guillermo Hernández; quienes me reconocen la autoría principal del resultado expuesto en esta memoria.

A todos mis colegas del equipo de trabajo les estoy muy agradecido. Además, deseo agradecer a Nancy García, Armando Ortiz, Alexander Quesada, Nilberto Chávez, Luis Alberto Pérez Masjuan; quienes también contribuyeron al desarrollo de la solución. A todos ellos, así como a otros colegas y amigos que no he mencionado por razones de espacio, les doy las más sinceras gracias.

Finalmente declaro que todo lo anteriormente expuesto se ajusta a la verdad, y asumo la responsabilidad moral y jurídica que se derive de este juramento profesional.

Y para que así conste, firmo la presente declaración jurada de autoría en Ciudad de la Habana a los 12 de marzo de 2010.

Síntesis

En la Gerencia de Planificación y Gestión de Refinación de PDVSA se aplica un Sistema de Control de Gestión a través del Cuadro de Mando Integral. Allí se evidencian los procesos de Planificación, Gestión y Control de la producción. Cuenta con varios sistemas informáticos pero no llegan a abarcar e integrar todos los procesos.

Este trabajo expone una Arquitectura de Software desarrollada utilizando la metodología RUP. Se aplica el marco arquitectónico de “4+1 vistas” por estar relacionado con la metodología.

La Arquitectura de Software se validó a partir de los resultados obtenidos en el desarrollo de la primera versión del sistema SACGIR, implementado sobre tecnologías de software libre, que integra todos los procesos de Control de Gestión, extensible y con alta reutilización de código.

Tabla de Contenidos

Introducción	7
Capítulo 1. Referentes teóricos y estado del arte sobre software para Procesos de Control de Gestión.....	13
1.1 PDVSA y el área de negocio de Refinación	13
1.2 Sistemas de Control de Gestión (SCG): siguiendo la estrategia de la empresa.	14
1.2.1 El Cuadro de Mando Integral (CMI) como herramienta de Control de Gestión	15
1.3 Sistemas Informáticos para Control de Gestión de Indicadores	16
1.3.1 Funcionalidades deseables de un software para Sistema de Control de Gestión.	17
1.4 El diseño arquitectónico como elemento necesario para desarrollo de software.....	20
1.5 Análisis de soluciones informáticas actuales destinadas al apoyo de Sistemas de Control de Gestión.....	21
Consideraciones finales del capítulo.....	23
Capítulo 2. Estudio del negocio en la Gerencia de Planificación y Gestión de Refinación de PDVSA.	24
2.1 Situación de informatización actual en la Gerencia de Planificación y Gestión de Refinación de PDVSA	24
2.1.1 Antecedentes de uso de software en el circuito de refinación de PDVSA.....	25
2.2 Oportunidades de Negocio de construcción de software para la Gerencia de Planificación y Gestión de Refinación de PDVSA.....	27
2.2.1 Alcance de la solución	28
2.3 Requerimientos del sistema propuesto.....	29
2.3.1 Resumen de funcionalidades del producto	30
2.3.2. Requerimientos no funcionales.....	32
2.4 Descripción de los usuarios y procesos	33
2.4.1 Entorno.....	34

2.4.2 Mapa de Proceso de la Gerencia de Planificación y Gestión.....	34
Consideraciones finales del capítulo.....	36
Capítulo 3. Modelo de Arquitectura de Software (AS) del sistema SACGIR.	37
3.1 Propuesta de herramientas	37
3.1.1 Herramientas de modelado.....	37
3.1.2 Herramientas de desarrollo.....	38
3.2 Organigrama de la Arquitectura.	38
3.2.1 Visión general de la Arquitectura.....	39
3.2.2 Módulos del sistema.....	41
3.3 Vista de datos	42
3.4 Marco arquitectónico.....	43
3.4.1 Vista de caso de uso.....	43
3.4.2 Vista lógica.....	44
3.4.3 Vista de procesos.....	45
3.4.4 Vista de implementación.....	45
3.4.5 Vista de despliegue	48
3.5 Análisis de calidad del producto.....	51
Conclusiones	52
Recomendaciones.....	53
Bibliografía.....	54
ANEXOS	61
Anexo A. Definiciones, Acrónimos y Abreviaturas	61
Anexo B. Patrón Modelo-Vista-Controlador (MVC)	64
Anexo C. Descripción General del Negocio.....	66
Anexo D. Modelo de Negocio.....	70

Introducción

En la actualidad las empresas se enfrentan a la competencia, el avance tecnológico y el aumento de la información a procesar en aras de obtener mejores resultados [Kim, 2005; Becker, 2006; Casate, 2007]. El interés de los directivos ya no queda solamente en hacer más con menos, la atención se ha movido tanto a la atención física, cultural y profesional de sus trabajadores como al análisis de las necesidades e intereses de los clientes. Las técnicas y tecnologías utilizadas para ello han tenido que evolucionar progresivamente [Trullenque, 2000; Banda 2007]. Se han favorecido de internet para el intercambio de datos en el mundo y de nuevas herramientas de apoyo a los procesos, como en el caso de los sistemas de control de gestión.

Los Sistemas de Control de Gestión devienen como elemento clave para la realización de la toma de decisiones de manera adecuada, organizada y precisa. Utilizan como vía de medición y soporte los indicadores que posibilitan la obtención de información cuantificada de los resultados de la empresa [López, 2004; Banda, 2007]. La aplicación del cálculo de indicadores en los puntos de atención de la empresa es una tendencia y que se incrementa con la aparición de la herramienta de Cuadro de Mando Integral [Kaplan, 2002] y de los sistemas informáticos para facilitar los procesos de Gestión, Evaluación, Control y Planificación Estratégica dentro del Sistema de Control de Gestión.

Utilizar sistemas informáticos que apoyen la realización efectiva de los Sistemas de Control de Gestión es ya una necesidad por las dimensiones de la información a tratar, el intercambio de datos a través de internet y la posible aplicación automatizada de algoritmos para procesar grandes cantidades de datos de manera eficiente.

Afortunadamente el mercado de software cuenta con una gama amplia de sistemas dedicados al apoyo de las empresas para el desarrollo de herramientas

de mando [Info Edge, 2008]. Aún así la naturaleza de las mismas es muy variada y por la novedad del campo de acción tratado se mantiene el código cerrado y se ponen restricciones al cliente, esto propicia dependencia y en muchos casos aplicación de soluciones alternativas menos avanzadas.

En el marco de trabajo entre Venezuela y Cuba, la Universidad de las Ciencias Informáticas (UCI) atiende un número considerable de proyectos informáticos con diferentes empresas e instituciones del hermano país. La facultad 9 de la UCI atiende entre sus perfiles productivos el área de petróleo, por lo que le fue asignado el proyecto objeto de la presente investigación.

Por mandato de la Constitución de la República Bolivariana de Venezuela, la totalidad de las acciones de Petróleos de Venezuela S.A. (PDVSA) pertenecen al Estado Venezolano, en razón de la estrategia nacional y la soberanía económica y política, ejercida por el pueblo venezolano [PDVSA, 2007].

La empresa PDVSA divide sus procesos en tres grandes áreas: Exploración y Producción, dedicadas a la búsqueda y extracción del crudo; Refinación, centrada en la conversión del crudo en productos con características adecuadas para el consumo y Comercio y Suministro, que atiende la comercialización de estos productos [SACGIR Visión, 2006; PDVSA, 2007].

El área de Refinación realiza la gestión de la producción en la Gerencia de Planificación y Gestión de Refinación, encargada de velar por el cumplimiento de los objetivos específicos del área y el replanteamiento de los mismos. Entre los procesos fundamentales que se realizan en esta gerencia se encuentran la consolidación mensual del Balance de Volumetría de cada Refinería y de todo el circuito en general, fundamental para el seguimiento y control de la producción [SACGIR Visión, 2006].

Situación Problemática

El paro petrolero del 2002, en la República de Venezuela, ocasionó cuantiosas pérdidas económicas al país. Los recursos humanos y tecnológicos en la empresa PDVSA fueron los principales afectados.

En la Gerencia de Planificación y Gestión de Refinación de PDVSA la aplicación del Sistema de Control de Gestión se sostiene con las estadísticas actualizadas y el análisis del cumplimiento de los planes de producción mensual de las Refinerías con carácter prioritario. Se ejecutan tres grandes procesos: la gestión de la información que inicia en las Refinerías hasta la gerencia corporativa, la evaluación de la información a través del cálculo de indicadores y la planificación como apoyo a la producción [SACGIR Visión, 2006].

El apoyo a estos procesos con herramientas automatizadas es decisivo, pues implica ajustes de tiempo así como la seguridad, precisión y oportunidad de la información. En la gerencia corporativa el mayor respaldo de herramientas informáticas profesionales lo tiene el proceso de gestión, aunque en más de una refinería la información se transcribe de forma manual. Esta herramienta no contiene aspectos tales como la eliminación de transferencias de productos entre Refinerías para la consolidación, que limitan su aplicación y obligan al personal a realizar operaciones secundarias.

Los resultados de la planificación todavía no se gestionan de forma automatizada y aumenta la carga de trabajo de los analistas, que deben invertir parte de su tiempo en la carga manual de datos en otros sistemas para la generación de esos planes, se ve incrementado el nivel de posibles errores y de los tiempos de respuesta. La evaluación se realiza con el análisis de los indicadores directamente en las herramientas de apoyo como única alternativa, completamente aislado de las herramientas destinadas a la gestión [SACGIR Visión, 2006].

Problema científico

La Gerencia de Planificación y Gestión de Refinación de PDVSA no tiene una solución informática que integre sus procesos claves de Control de Gestión.

Objeto de estudio

Sistemas informáticos para el apoyo a los procesos de Control de Gestión para un circuito de refinación petrolera.

Objetivo general

Elaborar una especificación de Arquitectura de Software para ser utilizada en el desarrollo de un producto que apoye los procesos de Control de Gestión de la Gerencia de Planificación y Gestión de Refinación de la empresa PDVSA.

Objetivos específicos

1. Caracterizar el Sistema de Control de Gestión que se aplica en la Gerencia de Planificación y Gestión de Refinación de PDVSA.
2. Describir la propuesta de especificación de Arquitectura de Software a partir de la especificación de los requerimientos funcionales y no funcionales.

Campo de acción

Especificación de Arquitectura de Software para sistemas informáticos destinados a Sistemas de Control de Gestión.

Aportes

La incorporación de la solución a la Gerencia de Planificación y Gestión de Refinación en PDVSA permite que se homogenice la captura de datos desde las refinerías con la consecuente inclusión de las reglas del negocio. Con herramientas propias del sistema como gráficos de comportamiento y análisis de

desviación se realiza el proceso de control de manera transparente, directamente desde las fuentes de datos. Se logra descentralizar las actividades que el proceso de planificación requiere, así se facilita que cada elemento del circuito de Refinación implemente su propio plan de producción, supervisado centralmente de manera automatizada.

Puede concluirse entonces como aporte la integración de los tres procesos del Sistema de Control de Gestión a través del sistema, disminuye la posibilidad de errores por factor humano y aumentan los reportes alcanzables, lo que propicia reducción de tiempos de respuesta y mayor nivel de producción.

Métodos

Se aplicó el método teórico Analítico-Sintético para identificar las funcionalidades comunes presentes en los diferentes sistemas. El método teórico Inductivo-Deductivo para determinar las funcionalidades que permiten algunos de los sistemas a través de los elementos reflejados en las imágenes de interfaces gráficas que publican en sus respectivas páginas web. Se aplica el método histórico-lógico para dar seguimiento de la evolución y tendencias del software para procesos de Control de Gestión con el propósito de diseñar una solución acorde a exigencias actuales del mercado. También se aplicaron los métodos empíricos de entrevista y observación para determinar en la Gerencia de Planificación y Gestión de Refinación de PDVSA las necesidades del cliente, debido a que allí se aplica la herramienta de Cuadro de Mando Integral para llevar a cabo un Sistema de Control de Gestión.

Hipótesis

La especificación de los requerimientos funcionales y no funcionales del negocio de Planificación y Gestión de Refinación permite la elaboración de la Arquitectura de Software para ser utilizada en el desarrollo de un producto de software, que

apoye el Sistema de Control de Gestión de la Gerencia de Planificación y Gestión de Refinación de la empresa PDVSA.

La tesis está conformada por tres capítulos. En el primero, “Referentes teóricos y estado del arte sobre software para Procesos de Control de Gestión”, se conceptualizan los elementos significativos del objeto de estudio, así como un análisis del estado del arte referente a soluciones informáticas del mercado para el problema planteado.

En el segundo capítulo, “Estudio del negocio en la Gerencia de Planificación y Gestión de Refinación de PDVSA”, aparece un análisis del problema y se discuten los principales resultados de la aplicación de la Ingeniería de Requisitos expresado en requerimientos funcionales y no funcionales.

El tercer capítulo, “Modelo de Arquitectura de Software del sistema SACGIR”, discute la propuesta de Arquitectura de Software. Se utiliza un marco arquitectónico estándar y se presentan los estilos arquitectónicos aplicados.

Por último, se establecen las Conclusiones finales del trabajo donde se analizan los resultado alcanzados, se emiten Recomendaciones necesarias a opinión del autor y se relaciona Bibliográfica consultada y/o referenciada en el trabajo. Se incluyen un conjunto de Anexos que enriquecen el documento.

Capítulo 1. Referentes teóricos y estado del arte sobre software para Procesos de Control de Gestión.

En este capítulo se exponen los principales elementos que describen a un Sistema de Control de Gestión, con énfasis en sus tres procesos claves y la herramienta Cuadro de Mando Integral. Se muestra el organigrama de Refinación en PDVSA. Se describen cuales deben ser las funcionalidades de un software destinado a procesos de Control de Gestión y elementos de arquitectura en general. También se presenta una valoración de diferentes herramientas de software existentes similares al problema que nos ocupa.

1.1 PDVSA y el área de negocio de Refinación

Petróleos de Venezuela S. A. es la corporación estatal de la República Bolivariana de Venezuela que se encarga de la exploración, refinación, manufactura, transporte y mercadeo de los hidrocarburos, de manera eficiente, rentable, segura, transparente y comprometida con la protección ambiental; con el fin de motorizar el desarrollo armónico del país, afianzar el uso soberano de los recursos, potenciar el desarrollo endógeno y propiciar una existencia digna y provechosa para el pueblo venezolano, propietario de la riqueza del subsuelo nacional y único dueño de esta empresa operadora [PDVSA, 2007].

Los procesos de Refinación son parte importante en la corporación, una vez que a través de ellos se logra obtener verdaderamente la gama de productos que son utilizados para el consumo de la industria y la sociedad.

Un estudio del negocio de Refinación en PDVSA permitió constatar que para el seguimiento y dirección de la producción se utiliza un Sistema de Control de Gestión, en el cual a gran escala se reflejan tres procesos importantes: Gestión, Control y Planificación. Además se pudieron identificar rasgos significativos de la utilización del Cuadro de Mando Integral como herramienta para el Sistema de

Control de Gestión. Se hace necesaria la comprensión de estos términos para el desarrollo de una solución informática.

1.2 Sistemas de Control de Gestión (SCG): siguiendo la estrategia de la empresa.

Robert Anthony refiere que el Control de Gestión es “el proceso mediante el que se asegura que los recursos se obtienen y se usan de manera efectiva y eficiente en el cumplimiento de los objetivos de la organización” [Anthony, 2003]. Esta es una afirmación que no tiene en cuenta al recurso humano como parte esencial del proceso, sino que se centra solamente en los recursos económicos. Tampoco tiene en cuenta al cliente, ni al resto de las organizaciones que intentan obtener parte del mercado. No es, por tanto, la más apropiada en los tiempos actuales.

Un Sistema de Control de Gestión tiene como objetivo asegurar que las personas dentro de la organización implementen las estrategias formuladas por los directivos, alineando los objetivos específicos de cada individuo con los objetivos globales para que contribuyan a los objetivos organizacionales. Para ello se consideran tres etapas [Casate, 2007]:

- Análisis estratégico.
- Planificación estratégica.
- Implantación y control estratégico.

Lorino plantea que “el Sistema de Control de Gestión no puede conformarse con la verificación de los resultados reales con una norma preestablecida, sino que tiene que orientarse a reconstruir de manera continua la norma de eficiencia en sí misma, mediante un planteamiento de diagnóstico permanente y la revalidación de los objetivos” [Lorino, 1993].

Se puede agregar que el Sistema de Control de Gestión puede verse como un sistema de información estadística [Banda, 2007], ya sea operativa, financiera o administrativa aplicado por la dirección de la organización, unido a la toma de decisiones acertadas y oportunas a partir de esa información. Se apoya en el **Diagnóstico** o Evaluación para entender las causas del comportamiento de los sistemas, mediante la **Planificación** orienta las acciones en correspondencia con las estrategias trazadas, hacia mejores resultados; finalmente, el **Control** le permite detectar si los resultados satisfacen los objetivos trazados.

La materialización de los Sistemas de Control de Gestión se realiza a través de herramientas ya conocidas, tales como Tablero de Control, Manuales organizativos y de procedimientos, Auditoría interna y externa, Control presupuestario, Monitor de activos intangibles, Navegador de Skandia, Modelo Technology Broker [Hintze, 1999; Casate, 2007]. También se utiliza el llamado Cuadro de Mando Integral, siendo este último de marcado desarrollo e importancia porque plantea intrínsecamente que la medida de satisfacción del cliente debe estar presente en el proceso [Becker, 2006].

1.2.1 El Cuadro de Mando Integral (CMI) como herramienta de Control de Gestión

Kaplan asevera que “el funcionamiento óptimo de una empresa requiere que se recurra a continuas mediciones, tanto de sus acciones como de sus resultados, para obtener información fidedigna y confiable. Es el único modo de enterarse sobre los pasos que se deben seguir y las estrategias a elaborar. No hacerlo es tan peligroso como manejar un auto en medio de una espesa niebla o, peor aún, con los ojos vendados” [Kaplan, 1992].

En la cita anterior se puede apreciar la importancia que los autores hacen recaer sobre el uso de indicadores para asegurar el buen funcionamiento de la empresa.

El CMI es una herramienta de dirección que muestra continuamente cómo una compañía y sus empleados se desarrollan laboralmente. También ayuda a la compañía a expresar los objetivos e iniciativas necesarias a partir de la misión y estratégicas de la organización [Kaplan, 1992; Waldron, 2004; Banda, 2007].

Los indicadores son expresiones cuantitativas que permiten analizar cuán bien o mal se está administrando y desarrollando la empresa. Un indicador queda expresado por un atributo, un medidor, una meta y un horizonte temporal. Se encuentran principalmente en la base de la producción para medir las consecuencias financieras y estratégicas de las acciones [Waldron, 2004]. Permiten a la dirección a diferentes escalas entender las razones del comportamiento de desempeño medido. Entre los comúnmente utilizados aparecen aquellos que apuntan hacia la eficacia, eficiencia, efectividad, estabilidad y mejora del valor [Kaplan, 1997].

El propósito principal de un CMI es lograr la integración de todos los aspectos existentes en la empresa desde varios puntos de vista, centralizados y dirigidos a cumplir las estrategias trazadas y con el firme propósito de facilitar la planificación de los objetivos e incluso las mismas estrategias [Glandío, 1996; Grant, 1998; Waldron, 2004; Casate, 2007].

1.3 Sistemas Informáticos para Control de Gestión de Indicadores

Aunque las organizaciones son precisas en sus intereses y hacen suyas herramientas como el CMI para llevar a cabo todo un sistema bien engranado de Control de Gestión, no siempre están respaldadas por una herramienta informática que automatice o facilite de manera abarcadora las actividades del mismo [Info Edge, 2008]. En este epígrafe se exponen elementos importantes para una posible selección adecuada de un software para facilitar los procesos de SCG.

Pressman defiende que en principio toda solución informática debe ser capaz de proveer funciones que cumplan con necesidades específicas o implícitas de acuerdo al problema que pretende resolver y bajo determinadas condiciones. Entre ellas deben encontrarse el comportamiento de entrada/salida, restricciones y características del entorno e implementación, rendimiento, dependencias de la plataforma, mantenibilidad, extensibilidad o fiabilidad [Pressman, 2002].

La Ingeniería de Requisitos permite comprender qué es lo que desea el cliente y cuál será el impacto de la solución en el negocio; dándole tanto al cliente como al desarrollador una explicación escrita del problema que puede ser renegociado y refinado hasta llegarse al acuerdo mutuo [Pressman, 2002; O`Regan, 2008]. Este proceso de obtención de requerimientos permite convertir las necesidades descritas por el cliente en un listado formal de requerimientos. Las definiciones de requerimientos del sistema especifican qué es lo que éste debe hacer (sus funciones) y sus propiedades esenciales y deseable [Sommerville, 2005].

Según Cooper, el diseño de software es la porción del proceso de desarrollo responsable de determinar cómo el sistema va a llevar a cabo los objetivos del usuario, resumidos en [Cooper, 1995]:

- ¿Qué hará el sistema?
- ¿Cómo se verá?
- ¿Cómo se comunicará con el usuario?

1.3.1 Funcionalidades deseables de un software para Sistema de Control de Gestión.

Es común confundir un software para Sistemas de Control de Gestión con un software simplemente de gestión de datos, debido a que la naturaleza y el centro del primero se basa en la gestión y flujo de datos [Pressman, 2002; Info Edge,

2008]. Sin embargo el segundo no tiene por encima de sus funcionalidades de transporte y renovación de datos cualquier otra funcionalidad del negocio que permita dar seguimiento al cumplimiento de planes en la base de los datos, o que permita plantear y/o replantear estrategias y objetivos como puede hacerse con el primero. Precisamente ese conjunto de funcionalidades inherentes a un Sistema de Control de Gestión son los que ponen la diferencia entre ambos tipos de software.

A continuación se muestra una lista de funcionalidades deseables tomadas del estudio del SCG y de aplicaciones similares presentes en el mercado [Info Edge, 2008]:

Flexibilidad / Personalización

- Integración con otros productos de valor agregado.
- Perspectivas (se refiere a las 4 perspectivas de Indicadores: la financiera, la del cliente, la interna, e innovación y formación) que soporta. [Kaplan, 1996; 2000; Yawson, 2006]
- Personalización de vistas de información para el usuario
- Facilidades de creación de cuadros de mando diferentes, en cascada y entrelazados.

Características / Funciones

- Manejo de roles y permisos para los usuarios del sistema.
- Existencia de sistemas de alertas y alarmas
- Posibilidad de exportar datos en distintos formatos y copia dura.

- Posibilidad de editar gráficas y tablas antes de imprimir
- Tipos de documentación que incluye
- Cuán detallado puede describirse un indicador.

Comunicación

- Si es un software basado en la plataforma Web
- Soporte de comunicación inalámbrica
- Posibilidad de agregar comentarios y la definición de permisos para ello
- Existencia de avisos por notas y comentarios nuevos agregados al sistema
- Soporte de correo electrónico

Especificaciones técnicas

- Sistemas operativos que soporta
- Navegadores de internet que soporta
- Requerimientos de hardware para clientes y servidores
- Fuentes de datos que soporta

Presentación y vista de datos

- Cómo se presentan visualmente los datos al usuario
- Soporte de mapas estratégicos
- Visualización de los datos entrelazados

Funcionalidades de análisis

- Soporte de entrega de detalles de indicadores al usuario
- Posibilidad de comparación de indicadores con distintos objetivos
- Se posibilitan capacidades de procesamiento OLAP

Tipos de operaciones estadísticas que se pueden realizar

- Existencia de análisis de tendencia
- Existencia de facilidades de simulación
- Tipos de gráficas que pueden ser creados
- Posible definición de los niveles de tolerancia y comportamiento de cada indicador

1.4 El diseño arquitectónico como elemento necesario para desarrollo de software.

Los grandes sistemas siempre se descomponen en subsistemas que proporcionan algún conjunto de servicios relacionados. El proceso de diseño inicial que identifica estos subsistemas y establece un marco para el control y comunicación de los subsistemas se llama diseño arquitectónico. El resultado de este proceso de diseño es una descripción de la arquitectura del software [Sommerville, 2005].

El diseño arquitectónico se realiza a inicios del proceso de diseño del software y facilita que los requerimientos funcionales y no funcionales estén representados en los artefactos de diseño de manera intuitiva y clara. Este proceso está encaminado a la obtención del documento de Arquitectura de Software, donde se establece un marco para la estructura básica que refleja los principales componentes del sistema y la comunicación entre ellos [Pressman, 2002].

Todo software lleva implícita una arquitectura [Sommerville, 2005], generalmente similar a otro(s) software ya sea en estilo general de sus subsistemas, módulos y capas como en la especificación de los patrones de diseño e implementación de los componentes finales. Al igual que la especificación de la arquitectura de una edificación, la Arquitectura de Software da confianza a los diseñadores sobre el buen camino que recorrerá el desarrollo, debido a que pueden corroborar con el cliente si los requerimientos se tienen en cuenta [Jacobson, 1999], así como comparar con otras herramientas de conocido prestigio que utilizan arquitectura similar [Sommerville, 2005].

1.5 Análisis de soluciones informáticas actuales destinadas al apoyo de Sistemas de Control de Gestión.

No siempre el análisis de un problema a ser resuelto por informáticos debe terminar en el desarrollo de un software o sistema. Si fuera posible debe intentarse la adquisición de una solución ya existente que cumpla los requerimientos mínimos del cliente. Con este objetivo se analizan soluciones referenciadas en [BSCOL, 2007; Info Edge, 2008]. A continuación se resumen características significativas¹ de una selección de ellas:

Strategy Map Balanced Scorecard [StrategicMap, 2008]: Cumple con todos lineamientos descritos por Robert Kaplan y David Norton [Kaplan, 2000], incluyendo la posibilidad de definición del mapa estratégico, misión, visión, objetivos e indicadores, procesos internos entre otros. Software compartido, pero no libre. Es un sistema muy completo, aunque no dispone de funcionalidades para la plataforma web.

¹ En el análisis de las soluciones se identificaron características de naturaleza variada. Para la investigación la importancia se centra en aspectos relacionados con la solución propuesta, tales como plataforma de ejecución, principios de soberanía tecnológica o grado de rigor con que se cumplen las funcionalidades referentes a Sistemas de Control de Gestión y específicamente a la herramienta Cuadro de Mando Integral.

Dialog Strategy Scorecard [Axsellit, 2008]: Pertenece al sistema Axsellit Business Software, que contiene las funcionalidades necesarias para la definición del Cuadro de Mando, basado inicialmente en las estrategias y planes. Solo está disponible para plataforma de escritorio.

Cognos Balanced Scorecard Software [Info Edge, 2008]: Desarrollado por un equipo de la empresa de software IBM, software propietario que permite alinear las tácticas con las estrategias de la empresa creando mapas, análisis de impacto, diagramas de causa-efecto entre otros aspectos del CMI. Disponible para plataforma web como Software Propietario.

ActiveStrategy [Active Strategic, 2008]: Permite la realización del control de gestión desde la planificación hasta ejecución. Se desempeña sobre plataforma web, lo que permite de manera fácil llegar a todos los trabajadores de la organización. Permite el desarrollo del Cuadro de Mando Integral. Capacitación y soporte técnico para los usuarios.

Balanced Scorecard Designer [AKS Labs, 2008]: Software propietario destinado a facilitar el diseño de mapas de CMI. Sobre plataforma de escritorio. Ofrece en su página web un número alto de recomendaciones, ejemplos y guías para su aplicación.

PM-Express Balanced Scorecard System [PM Express, 2008]: Software libre (se paga el software y te facilitan el código fuente), para plataforma web. Está destinado principalmente a facilitar el seguimiento de las tareas planificadas con funcionalidades como análisis de causa-efecto.

STRAT&GO Performance Management [Procos, 2008]: Sistema con arquitectura cliente-servidor a través de varias aplicaciones dedicadas con altas prestaciones y funcionalidades e interfaces de escritorio y web. Permite conexión con la mayoría de los sistemas de bases de datos relacionales de cabecera. Certificado por “Balanced Scorecard Collaborative Ind. (Kaplan & Norton)”. No es software libre, ofrece soporte técnico.

Consideraciones finales del capítulo

Las soluciones estudiadas no implementan todas las funcionalidades deseadas para una solución informática que integre los procesos de un SCG, sino que tienen en cuenta un subconjunto de ellas atendiendo a las posibilidades de desarrollo y las necesidades del cliente al que se destinaron inicialmente como software a la medida. Es menester mencionar que no se identificó una solución bajo los términos de software libre con los requerimientos significativos que tuviera suficientes elementos considerados para ser utilizada de base inicial para desarrollar una solución más completa y ajustada al cliente.

El proceso de estudio del negocio y levantamiento inicial de requerimientos unido al estudio de posibles soluciones en el mercado arrojó que era necesario y factible el desarrollo de una solución propia [SACGIR Visión, 2006].

El próximo capítulo expone cómo se manifiestan necesidades en el área del negocio de la Gerencia de Gestión y Planificación de Refinación en PDVSA y cuáles son los requerimientos identificados.

Capítulo 2. Estudio del negocio en la Gerencia de Planificación y Gestión de Refinación de PDVSA.

Este capítulo expone la situación problemática con que se ve afectado el cliente en la Gerencia de Planificación Y Gestión de Refinación de PDVSA, que incluye un análisis de los sistemas informáticos que estos usan para tenerse en cuenta en la propuesta de solución de ser necesario. También se presentan los requerimientos funcionales y no funcionales identificados en el proceso de levantamiento de requerimientos.

2.1 Situación de informatización actual en la Gerencia de Planificación y Gestión de Refinación de PDVSA

El Sistema de Refinación de PDVSA cuenta con una variedad de sistemas informáticos que apoyan la gestión y el control de los diferentes procesos de producción que se realizan en esta área y suplen los datos para los entes interesados. Entre esos procesos se pueden encontrar: la recepción de crudos y productos en los muelles, el almacenamiento de productos en los tanques para mezclas, la carga de plantas a plantas de destilación atmosférica, destilación a presión y craqueo catalítico.

La Gerencia de Automatización, Informatización y Telecomunicaciones (AIT) ha realizado esfuerzos importantes para restablecer el estado de informatización de las distintas áreas, aún así los servidores principales quedaron inutilizados sin acceso, las bases de datos históricas se perdieron y el personal con experiencia abandonó la empresa.

El personal actual, tanto en las Gerencias de producción como las de servicio, posee poca experiencia en el negocio del petróleo. Se han dado a la tarea de estudiar, entender o redefinir las reglas del negocio, así como restablecer la aplicación de sistemas informáticos de apoyo al proceso. Se introducen

manualmente los datos históricos perdidos y reconfiguran los servidores. Aún así la automatización es insuficiente, ocasionando la necesidad del procesamiento de datos de forma manual, con sus inconvenientes respecto a gasto de tiempo e introducción de errores.

A continuación se realiza un análisis de estos sistemas en la Gerencia de Planificación y Gestión corporativa y el área de Refinación en general.

2.1.1 Antecedentes de uso de software en el circuito de refinación de PDVSA

Es incorrecto proponer una solución informática para un cliente sin antes realizar un análisis de las herramientas con las que ya cuenta y en las cuales mantiene parte de su información y subprocesos. De ser así el cliente tendrá que readaptarse o hasta perder todo el trabajo acumulado y recomenzar desde cero. En PDVSA no se acepta la pérdida de los datos históricos pues es utilizada con importancia crítica en la planificación del trabajo en los meses consecuentes.

Las refinerías son el elemento más importante dentro de la cadena de producción del circuito de refinación debido a que en estas es donde se realiza el proceso fundamental y es allí donde se generan la información inicial para el proceso de gestión de datos. En ellas se cuenta con el Sistema SIMP (Sistema Informático de Movimiento de Productos) que permite el control del almacenamiento del hidrocarburo a lo largo de la Refinería. Se soporta sobre una base de datos donde se reflejan además los registros de movimientos de productos dentro de la propia Refinería.

El sistema RD (Recibo y Despacho) se especializa en la gestión de las operaciones de entradas y/o salidas de hidrocarburos que se realizan en los puertos marítimos con el uso de buques de transporte tanto entre refinerías Nacionales como para intercambio internacional (importaciones y exportaciones). Mientras los datos de las cantidades de las transacciones quedan reflejados en el

SIMP, los detalles de la transacción se almacenan en el RD permitiendo luego la recuperación de esa información.

Particularmente, la Gerencia de Planificación y Gestión de Refinación de PDVSA se apoya en la herramienta SIM (Sistema de Información de Manufacturas) para la gestión de los datos de producción en las Refinerías del Circuito. A través de este se logra la gestión de los resultados de Refinación, además permite la consulta de los datos obtenidos de las diversas refinerías tales como: los planes de Refinación, la información de Paradas de Plantas, la información de Exportación e Importación y otros indicadores como los de fuerza laboral e Indicadores de Seguridad. Es capaz de gestionar también los indicadores de Refinación, tanto operacionales como financieros.

El sistema PIMS es básicamente un compendio de modelos matemáticos diseñados para modificar variables de entrada y aportar datos de salida. Los datos de salida resultan los planes de producción de la etapa en cuestión, por lo que las variables de entrada son un número elevado y con orígenes y peculiaridades variadas. La mayoría de estas variables son introducidas por los especialistas de forma manual, dándose la posibilidad eminente de errores de datos. Los resultados del sistema PIMS son exportados a formato Excel para poderse manipular y reutilizar.

El aislamiento que existe entre los tres procesos claves del SCG han obligado a los especialistas a utilizar pequeñas soluciones de apoyo para satisfacer la necesidad del transporte de datos a través de los flujos de información, tales como la consolidación y la confección del informe final de producción para el análisis en la empresa. Estas herramientas de apoyo están desarrolladas sobre la plataforma Microsoft Office, principalmente sobre Excel y Power Point, utilizando plantillas y macros.

Se puede afirmar que los sistemas instalados a lo largo del circuito no están distribuidos ni utilizados de manera homogénea y sobre todo que no permiten la integración de los procesos del Sistema de Control de Gestión de manera automática. La tabla 1 sintetiza la descripción de los sistemas existentes en la Gerencia de Planificación y Gestión de Refinación de PDVSA.

Tabla 1: *Resumen de aplicaciones utilizadas a lo largo del circuito de Refinación en PDVSA.*

Sistema	Descripción	Beneficiado(s)
SIMP	Seguimiento y control del almacenamiento de hidrocarburos en los tanques y plantas de la refinería.	Refinerías
RD	Gestión de operaciones de entrada y salida de hidrocarburos en puertos marítimos.	Refinerías
SIM	Gestión de la producción	Gerencia de Planificación y Gestión en refinerías y a nivel central.
PIMS	Compendio de modelos matemáticos para obtener el plan de producción de la etapa.	Gerencia de Planificación y Gestión a nivel central.

2.2 Oportunidades de Negocio de construcción de software para la Gerencia de Planificación y Gestión de Refinación de PDVSA.

Teniendo en cuenta el estudio previo del negocio y el análisis del estado del arte sobre sistemas informáticos para procesos de Control de Gestión, se presenta la posibilidad de incorporar un sistema informático que facilite integrar los procesos

del Sistema de Control de Gestión de la Gerencia de Planificación y Gestión de Refinación, el cual permite:

- Facilitar la gestión de los resultados de refinación de forma automática.
- Facilitar la evaluación de los datos a través de interfaces visuales personalizadas acordes a los indicadores.
- Consultar los datos de producción e indicadores de manera flexible.
- Integrar los procesos de planificación a la gestión y evaluación.
- Realizar el seguimiento de las operaciones diarias en las refinerías a través del seguimiento de estado de las unidades de proceso e indicadores operacionales.
- Mantener el control de la gestión de información, a través del control de acceso de usuarios al sistema.
- Centralizar y publicar la información a los entes interesados y autorizados, de forma rápida y segura.
- Mantener el histórico de los datos y permitir el acceso a esa información como apoyo al análisis y evaluación de los resultados.

2.2.1 Alcance de la solución

La solución está destinada a la Gerencia de Planificación y Gestión a nivel central en la empresa PDVSA. Sin embargo debe extenderse a cada una de las refinerías del circuito para permitir que los datos sean capturados por los especialistas en las Gerencias a ese nivel y transportados al nivel central.

En una primera iteración del desarrollo de la solución se implementan interfaces de comunicación de software con el sistema SIM, que actualmente tiene la responsabilidad de captura de los datos de producción; con el sistema PIMS,

responsable de los planes de producción, mientras que los sistemas RD y SIMP son encargados del manejo de las entradas y salidas de productos de las refinerías.

De acuerdo a la priorización de los requerimientos funcionales, no es hasta la segunda iteración de desarrollo de la solución que se sustituye completamente el sistema SIM, quedando en el nuevo sistema las responsabilidades de captura de datos diarios y mensuales en las refinerías. Se mejoran las interfaces de comunicación con el sistema PIMS sin llegar a reemplazarlo por el grado de profundidad matemática que está contemplado en el mismo.

La Universidad de Ciencias Informáticas tiene en proyección el desarrollo de soluciones informáticas que sustituirán los sistemas RD y SIMP. El desarrollo de este trabajo fue precedido por encuentros entre los miembros de los diferentes equipos para adoptar los lineamientos comunes necesarios que permitan el intercambio de datos entre las diferentes soluciones, por lo que es necesario y suficiente la redefinición de las interfaces para comunicarse con las nuevas aplicaciones.

2.3 Requerimientos del sistema propuesto

A menudo al cliente se le dificulta comunicar cuáles son los objetivos que pretende resolver con la realización del software. También es frecuente la naturaleza cambiante de esos objetivos o la mala interpretación de los mismos por parte del equipo de desarrollo.

El levantamiento de los Requerimientos reduce los problemas mencionados al establecer de forma escrita y formal la lista de funcionalidades que se revisa iterativamente entre cliente y desarrollador hasta alcanzar la conformidad.

La arquitectura de software orientado a objetos se manifiesta en una serie de subsistemas organizados por capas, que encapsulan clases que colaboran entre

sí. Cada uno de estos subsistemas y clases del sistema, realizan funciones que ayudan a alcanzar requerimientos del sistema. A continuación se muestran los requerimientos que se obtienen en el proceso de ingeniería de requerimientos realizado.

Los requerimientos se separan en funcionales y no funcionales para separar los que surgen a partir de reglas del negocio de los que surgen como parte de las características el software debe presentar para ser aceptado por el cliente.

A continuación se presentan las listas de requerimientos funcionales y no funcionales identificados para el problema objeto de estudio:

2.3.1 Resumen de funcionalidades del producto

1. Automatizar la Gestión de Indicadores de Refinación.
 - 1.1. Leer los datos de volumetría desde el sistema SIM.
 - 1.2. Leer los datos de Exportación e Importación de Productos desde el sistema RD.
 - 1.3. Leer los Planes de Producción desde documento en Excel generado por el sistema PIMS.
2. Facilitar herramientas para la evaluación de los indicadores de Refinación.
 - 2.1. Facilitar interfaces para el tratamiento de cada indicador.
 - 2.2. Generar gráficas variadas.
 - 2.3. Mantener persistentes los datos históricos del indicador.
 - 2.4. Permitir la gestión de comentarios realizados por el personal en la base del dato (la Refinería).
 - 2.5. Facilitar acceso rápido y organizado a los datos de origen del indicador.

- 2.6. Facilitar incorporación de nuevos comentarios producto de la evaluación del indicador.
3. Consultar información a diferentes formatos.
 - 3.1. Incluir los reportes detectados en los requerimientos del cliente y agregar flexibilidad de configuración de nuevos reportes.
 - 3.2. Incluir la posibilidad de exportar información a formatos variados tales como xls y pdf.
 - 3.3. Ofrecer un sub módulo de presentación de resultados que permita navegar a través de los indicadores del período e introducir comentarios si fuera necesario.
 - 3.4. Incluir una vista de consultas configurables que permita acceder a la información, aplicar filtros, ordenar y agrupar datos.
4. Centralizar la información.
 - 4.1. Utilizar una base de datos centralizada para toda la información de gestión, tanto diaria como mensual, así como los distintos planes.
5. Mantener el control de acceso a la información.
 - 5.1. Permitir, a través de los roles, la asignación de permisos para realizar determinadas operaciones o acceder a determinados datos.
 - 5.2. Llevar el rastro de las operaciones realizadas por el usuario.
 - 5.3. Permitir un análisis de acceso a la información.
6. Permitir el seguimiento de las Operaciones Diarias de Refinación.
 - 6.1. Permitir el seguimiento de las paradas de plantas, la carga a plantas y otras informaciones que se emiten diariamente por la refinería.
 - 6.2. Facilitar el análisis de la información de Operaciones Diarias.

7. Facilitar el proceso de planificación.
 - 7.1. Ofrecer herramientas para la planificación de las paradas de planta.
 - 7.2. Importar los planes generados por el PIMS que podrán ser consolidados dentro del sistema.
 - 7.3. Permitir el acceso de los planes a los interesados de acuerdo a los roles.
8. Permitir la introducción de nuevos indicadores en el sistema.
 - 8.1. Flexibilizar la definición de los indicadores para permitir que puedan ser modificados a través del propio sistema una vez implantado.
 - 8.2. Permitir la definición de nuevos indicadores que necesiten incorporarse al negocio y que dependen básicamente de los datos de gestión diaria y mensual.
 - 8.3. Permitir la introducción al sistema de nuevas refinerías y unidades de proceso y la configuración de las mismas.

2.3.2. Requerimientos no funcionales

1. Requerimientos de Seguridad
 - 1.1. Debe existir un alto nivel de seguridad en la aplicación, de forma tal que la información solo puede ser gestionada por los usuarios con los permisos necesarios.
 - 1.2. Los usuarios del sistema serán los mismos del Directorio Activo de PDVSA, con los permisos necesarios.
 - 1.3. Cualquier información que exporte en formato digital (xls o pdf) debe tener la protección necesaria contra cambios indebidos.

1.4. Se debe implementar un mecanismo de control de las acciones realizadas por los usuarios. Cada acción que se realice debe ser registrada.

2. Requerimientos de Disponibilidad

2.1. Los mecanismos utilizados para garantizar la seguridad del sistema, no deben obstruir la obtención de las peticiones de los usuarios.

2.2. Se debe prever un mecanismo que permita frente a la caída de cualquiera de los servidores la continuidad del sistema hasta que estos sean reparados.

3. Requerimientos de Portabilidad

3.1. El sistema debe ser diseñado de tal forma que pueda ser utilizado desde cualquier sistema operativo y navegador WEB.

4. Requerimientos de usabilidad

4.1. Se deben preparar cursos para instruir a los usuarios para la utilización del sistema.

4.2. Se debe realizar la arquitectura de información del sistema.

2.4 Descripción de los usuarios y procesos

Se hace necesario el análisis del entorno en que se aplique la solución, basado en la descripción de los usuarios, los Sistemas Operativos existentes, y otros sistemas informáticos con los que debe convivir la propuesta. También debe analizarse, a groso modo, los principales procesos y necesidades. Los epígrafes siguientes describen los elementos que interactuarán con la solución una vez desplegada, así como los procesos que se verán favorecidos por ello:

2.4.1 Entorno

El personal implicado en la Gestión de Datos de Refinación no excede el número de cinco personas en cada refinería; así mismo no exceden de veinte los involucrados a nivel corporativo. Los ciclos de los procesos son variados, se cuenta con los reportes diarios de operaciones, el análisis de resultados mensuales, análisis trimestrales, semestrales, anuales; además, mensualmente se analiza la información desde enero hasta el mes en curso. Las refinerías están situadas en diferentes estados de la República Bolivariana de Venezuela, por lo que la distancia entre ellas y con la Sede Central de PDVSA es considerable, a ún así la red de datos abarca toda la Corporación y permite que los usuarios tengan un dominio único a lo largo de la misma [SACGIR Visión, 2006; SCGIR Análisis, 2006].

Se utiliza mayormente la plataforma Windows, con dominio de usuarios en servidores Windows 2000 y estaciones de trabajo con Windows XP profesional [SACGIR Visión, 2006]. Como parte de la política nacional se cuenta con servidores Linux y la estrategia de la corporación para la migración de todas las plataformas, sistemas y herramientas informáticas existentes, a Software Libre.

Actualmente la Gestión de Refinación está soportada fundamentalmente por los siguientes sistemas: SIM (soporte de datos de gestión de Refinación), SIMP (soporte de operaciones diarias en las Refinerías), RD (Recibo y Despacho), PIMS (planificación de producción) por lo que se necesita integración con ellos para aumentar el nivel de automatización. Así mismo se necesita integrar la solución con los sistemas que se desarrollen en la UCI para sustituir a los sistemas antes mencionados.

2.4.2 Mapa de Proceso de la Gerencia de Planificación y Gestión

El proceso de Refinación comienza cuando entra el crudo a la Refinería, pasando por una corriente de procesos bien definidos hasta que se obtienen los productos

y pueden ser comercializados. Debido a que el control de la producción se basa en el cálculo de un Balance de Resultados donde la cantidad de elementos entrantes tiene que ser igual a la cantidad de elementos salientes, se utiliza un tiempo mínimo de un mes para realizar el análisis (corte) que constituye un estimado internacional suficiente como para que la mayoría del crudo haya recorrido todo el proceso. El Control de Gestión a nivel corporativo se realiza entonces con frecuencia mensual, además se lleva un control diario del estado de la refinería que sirve solo como referencia para estimar el avance y posibles desviaciones del proceso y el análisis de períodos mayores o de resultados a mayor escala como puede serlo el comportamiento semestral.

Se elabora un mapa de procesos para mejor comprensión de las actividades desarrolladas en la Gerencia de Planificación y Gestión (ver Anexo C). Estos procesos constituyen el centro de atención de la gerencia y dentro de ellos resaltan funcionalidades específicas que son vistos como necesidades por parte del cliente. Tales necesidades se relacionan en la tabla 2 y con más detalles en el Anexo C.

Tabla 2: Listado de principales necesidades del cliente.

Necesidad
Gestión de datos de las Refinerías
Apoyo a la evaluación de los datos de gestión
Consulta y Reporte de los datos de gestión
Consulta de los resultados de un periodo
Seguimiento de las operaciones diarias

Planificación de Paradas de Plantas
Gestión automatizada de los planes de producción
Control de acceso a la información
Almacenamiento de los datos históricos de la gestión y los resultados de evaluación

Consideraciones finales del capítulo

Se identifican soluciones informáticas que se utilizan en el área de Refinación de PDVSA, las actividades y procesos beneficiados con estas soluciones y el nivel de homogeneidad de los mismos. Se verifica que la integración de los procesos de Control de Gestión se realiza manualmente, lo que implica el riesgo de introducción de errores.

Se determina además que la extensión geográfica y la distribución lógica de los actores del negocio, tanto humanos como sistemas informáticos, le incorpora riesgos de seguridad y mayor atención a la disponibilidad y velocidad.

La falta de homogeneidad provoca que el cliente tenga que homologar el negocio para que la solución propuesta pueda ser aplicada de manera uniforme a lo largo del circuito de refinación.

El próximo capítulo presenta los aspectos arquitectónicos a tener en cuenta para la realización del diseño. Se especifican desde las herramientas a utilizar hasta el modelo de despliegue que debe seguirse para la explotación del producto final, en una estructura de documento acorde al marco arquitectónico de “4+1 vistas”.

Capítulo 3. Modelo de Arquitectura de Software (AS) del sistema SACGIR.

Este capítulo expone la arquitectura propuesta a través del marco arquitectónico “4+1 vistas”. Se presenta el organigrama general de la arquitectura a través de los estilos seleccionados. Además describen las herramientas a utilizar y un análisis de calidad esperada del producto a desarrollar.

La arquitectura del sistema influye en la organización estructural de la solución, rendimiento del sistema, patrones de diseño e implementación utilizados, grado de extensibilidad y reutilización de componentes, solidez y mantenibilidad. El diseño arquitectónico no se limita a describir las características internas de la solución, también describe cuál será la disposición idónea para la utilización de la misma una vez terminada, cuál debe ser el organigrama del equipo de proyecto que acometa el desarrollo, así como las herramientas a utilizar para ello [Jacobson y otros, 1999; Pressman, 2002; Sommerville, 2005].

3.1 Propuesta de herramientas

En este epígrafe se mencionan las herramientas de modelación y desarrollo que se definen para utilizarse en el proyecto SACGIR, con las cuales se maximizó el uso de herramientas bajo principios de software libre.

3.1.1 Herramientas de modelado

La Ingeniería de Software establece principios sólidos para obtener software confiable y eficiente [Pressman, 2002]. No solo establece los métodos y procedimientos, sino también las herramientas. El producto ingenieril es un conjunto de modelos de representación del Análisis y Diseño, los cuales deben realizarse en un lenguaje común para los integrantes del equipo y mediante herramientas informáticas de apoyo al proceso. Se utilizan las siguientes:

- Lenguaje de Modelado: UML 2.1
- Herramienta CASE: Visual Paradigm, versión: Enterprise Edition

3.1.2 Herramientas de desarrollo

Entre las premisas que se tienen en cuenta en el presente diseño arquitectónico se encuentra la necesidad de soberanía tecnológica [SACGIR Visión, 2006]. Para ello se utilizan tecnologías de desarrollo que sigan los mismos principios:

- Lenguaje de Programación PHP5, framework CAKEPHP.
- Gestor de Base de Datos PostgreSQL.
- Ambiente de Desarrollo Integrado: Eclipse, con el plugin PDT para desarrollo con php5.

3.2 Organigrama de la Arquitectura.

La arquitectura de software basa la definición general de la estructura de la solución aplicando uno o varios estilos arquitectónicos [Sommerville, 2005]. Los desarrolladores y arquitectos de sistema pueden visualizar la forma general en que se organizan los componentes y la interrelación entre ellos solo con conocer cuáles son los estilos aplicados en el diseño.

La Arquitectura de Software propuesta utiliza dos estilos arquitectónicos: estilo de arquitectura por capas y estilo de arquitectura centrada en los datos. El primero organiza en 3 capas las estructuras estáticas de acuerdo a sus responsabilidades, el segundo se evidencia mediante una base de datos central donde las funcionalidades de negocio se ejecutan a través de actualizaciones de la misma.

3.2.1 Visión general de la Arquitectura

La figura 1 presenta una vista general del sistema basado en el estilo por capas. Pueden identificarse la capa de Modelo de datos, la capa de Control y la capa de Interfaz de usuario; lo que permite cumplir con el patrón Modelo Vista Controlador (ver Anexo B).

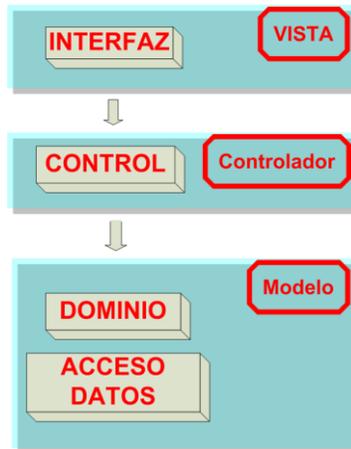


Figura 1: Vista general, estilo por capas

En la figura 2 se visualiza el flujo del control a través de las capas dentro del patrón Modelo Vista Controlador. Para identificar si el estilo seleccionado es factible, se siguen las siguientes preguntas propuestas por Sommerville: ¿Cómo se transfiere y comparte el control dentro del sistema? ¿Cuál es la topología del control? ¿Cómo se comunican los datos entre los componentes? ¿Cómo interactúan los componentes funcionales dentro del sistema? ¿Cómo interactúan los componentes de control y los componentes funcionales?

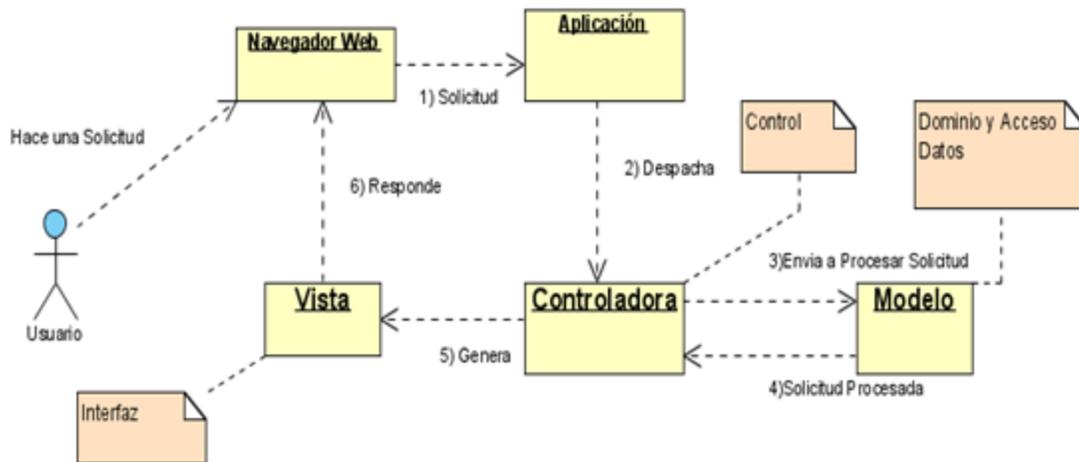


Figura 2: Flujo de control a través de la estructura de capas del patrón Modelo-Vista-Controlador aplicado al sistema.

Las responsabilidades para cada capa son las siguientes:

Capa Vista:

- Interfaz: El usuario interactúa con el sistema a través de la interfaz
- Control de los roles de usuario para la aceptación de peticiones.
- Captura de datos para la conformación de solicitudes al servidor.
- Reajuste basado en los datos que llegan desde la capa de Control.

Capa Controlador:

- Control: la capa controladora recibe por parte de los objetos de la interfaz-vista la notificación de la acción solicitada por el usuario
- Control de los roles de usuario para la ejecución de peticiones.
- Recepción de peticiones realizadas por la capa Interfaz y lo entrega a la capa de Negocio.

Capa Modelo:

- Dominio: contiene la lógica y reglas de Negocio
- Control de los roles de usuario para en contraste con las reglas del negocio.
- Ejecuta las peticiones realizadas por la capa de Control.
- Realiza peticiones a la capa de acceso a datos.
- Acceso a Datos: incorpora los procedimientos necesarios para el acceso y control de los datos
- Control de los roles de usuario para la consulta de datos del sistema.
- Almacenamiento de la información del sistema.

3.2.2 Módulos del sistema

La solución final está compuesta por un solo subsistema. En éste la lógica del negocio está representada en un total de cinco módulos. Cada uno se desarrolla cumpliendo los estilos seleccionados:

- Módulo Administración de usuarios
- Módulo de Gestión
- Módulo de Reportes
- Módulo de Control
- Módulo de Planificación

3.2.2.1 Responsabilidades de cada módulo

Módulo Administración:

- Gestionar los de nomencladores. Ejemplo. Lista Refinerías, Lista de crudos, etc.
- Gestionar los datos de Roles de usuarios y la autenticación según el nivel de privilegios.

Módulo de Gestión:

- Gestionar toda la información que entra, se procesa, modifica, elimina y sale del sistema.
- Gestionar los datos referentes a la producción en el negocio.

Módulo de Reportes:

- Visualizar la información que se genera de estos reportes.
- Módulo de Control:
- Evaluar el comportamiento de los indicadores.

Módulo de Planificación

- Gestionar la planificación en el área de refinación

3.3 Vista de datos

El sistema cuenta con 53 tablas [SACGIR Entidad-Relación, 2006] para la persistencia de datos. Todas las tablas son arquitectónicamente significativas para el sistema.

Se propone PostgreSQL como gestor de bases de datos debido a que es Software Libre, con funcionalidades para el tratamiento y seguridad de grandes volúmenes de datos.

La utilización del *Framework* de desarrollo CakePHP ofrece facilidades en el manejo de los datos al aportar clases que implementan el patrón ActiveRecord, aunque restringe en la utilización de Vistas, y Triggers declarados en la Base de Datos.

3.4 Marco arquitectónico

El siguiente epígrafe presenta las 4+1 vistas esenciales para diseño arquitectónico seleccionado, destinadas a una mejor comprensión del sistema, organizar el desarrollo y fomentar la reutilización de código. Las vistas mencionadas son:

- Vista de casos de uso.
- Vista lógica.
- Vista de Procesos
- Vista de despliegue
- Vista de implementación.

3.4.1 Vista de caso de uso

El proceso de ingeniería de requerimientos arrojó un total de 64 Casos de Uso, de los cuales 48 resultaron arquitectónicamente significativos [SACGIR Análisis, 2006] (ver resumen en Anexo D). A partir de estos se comienza el diseño y posterior implementación de la primera iteración de la solución. La tabla 3 muestra la distribución por módulos en el sistema:

Tabla 3: Cantidad de Casos de Uso del sistema por módulos.

Módulo	Cantidad de Casos de Uso
Gestión	27
Control	2
Reportes	11
Administración	8

3.4.2 Vista lógica

La vista lógica permite representar los elementos principales del dominio del problema a través de abstracciones y las relaciones entre ellas [Billy, 2004]. En la figura 3 se pueden identificar la Gestión, el Control, la Planificación, el Reporte la Administración y la Seguridad [SACGIR Análisis, 2006].

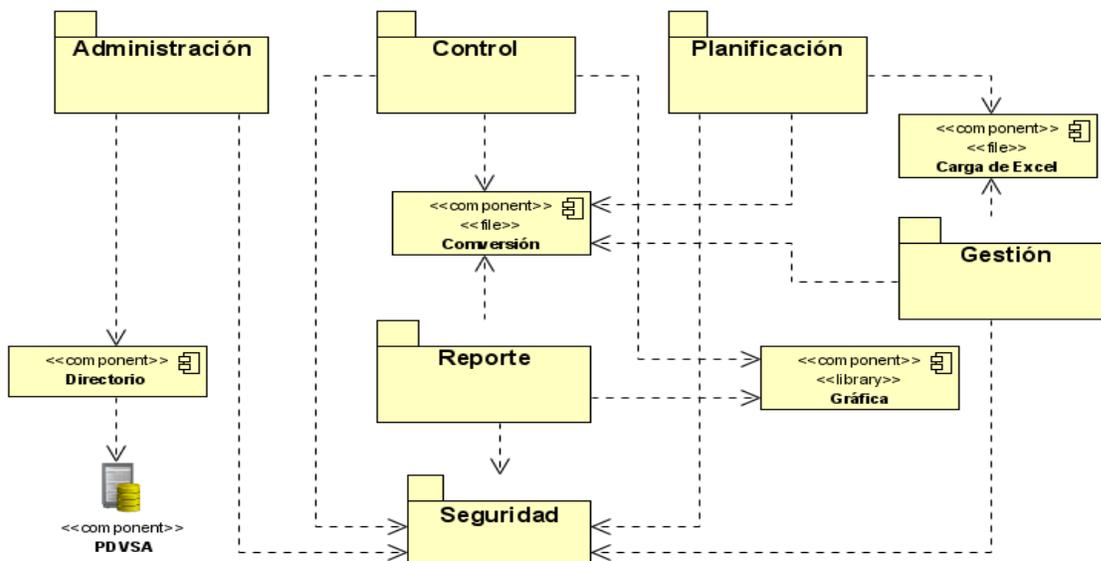


Figura 3: Diagrama de vista lógica del sistema

3.4.3 Vista de procesos

El sistema se basa en la arquitectura cliente-servidor que ofrece la plataforma Web, donde cada instancia del sistema en el cliente es independiente de la ejecución de otra pero es manejado a través del cliente Web. La concurrencia de utilización del servidor Web y de la Base de Datos se maneja de manera implícita por los propios servidores. El sistema no cuenta con tareas que requieran ejecutarse periódicamente sin la intervención del cliente.

Por tanto no se requiere una Vista de Procesos.

3.4.4 Vista de implementación

La vista de implementación describe la estructura estática de los componentes del sistema. Para dar a conocer esta estructura se utiliza el diagrama de implementación, figura 4. La tabla 4 describe los elementos del diagrama.

3.4.4.1 Diagrama de Clases del sistema

Las clases del sistema, en el lenguaje php5, se encuentran distribuidas colocando cada una en archivos diferentes. Localizadas según su responsabilidad en el modelo de paquetes, bajo una estructura de carpetas del sistema de archivos similar al diagrama de la figura 4.

La descripción de las clases se realiza en el del Modelo de Diseño del Sistema, separado en un documento por cada módulo [SACGIR Diseño, 2007].

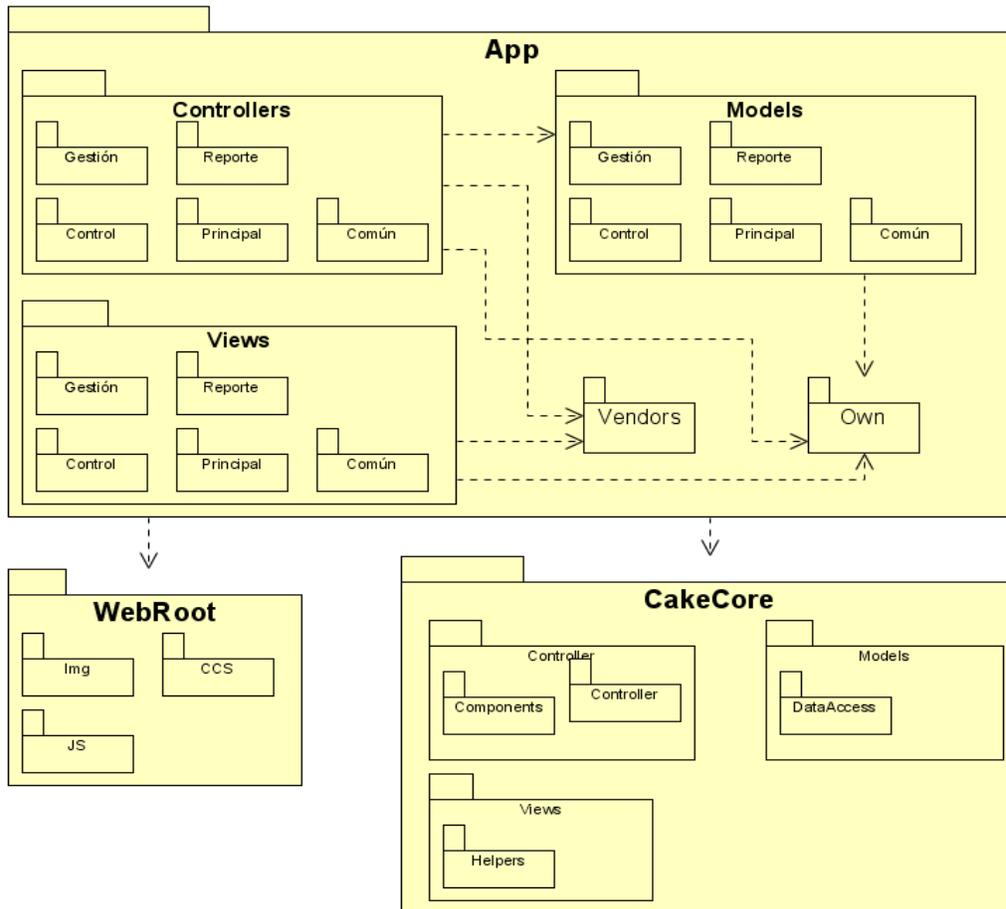


Figura 4: Diagrama de implementación

Tabla 4: Descripción de los elementos del diagrama de implementación.

Paquete	Descripción
App	El paquete contiene las clases del negocio.
Views	El paquete contiene las clases Interfaz (vistas) del sistema separadas en los sub paquetes “Gestión”, “Control”, “Reporte”, “Principal”, “Común”.
Controllers	El paquete contiene las clases controladoras del sistema

	separadas en los sub paquetes “Gestión”, “Control”, “Reporte”, “Principal”, “Común”.
Models	El paquete contiene las clases Modelo del sistema, separadas en los sub paquetes “Gestión”, “Control”, “Reporte”, “Principal”, “Común”. Se incluye un conjunto de clases para la representación de reglas y lógica del negocio.
Vendors	El paquete contiene las clases de apoyo al sistema que no forman parte de la lógica del negocio.
WebRoot	El paquete contiene los archivos de apoyo necesarios para el diseño gráfico de la interfaz de la aplicación web.
Img	El paquete contiene todas las imágenes que se utilizan en las interfaces del sistema.
CSS	El paquete contiene todos los estilos que se aplican en las interfaces del sistema.
JS	El paquete contiene las clases desarrolladas en Java script que se utilizan en las interfaces del sistema.
CakeCore	El paquete contiene las clases base del <i>framework</i> CakePHP.
Views	El paquete contiene las clases base que ofrece el <i>framework</i> para el trabajo con la capa de interfaz del patrón Modelo-Vista-Controlador. Se incluyen las clases “Helpers” (facilitadores de diseño web)

Controllers	El paquete contiene las clases base que ofrece el <i>framework</i> para el trabajo con la capa de Control del patrón Modelo-Vista-Controlador. Se incluye la clase Controller y otras Componentes (clases) de apoyo al proceso de control.
Models	El paquete contiene las clases base que ofrece el <i>framework</i> para el trabajo con la capa de Acceso a Datos del patrón Modelo-Vista-Controlador. Se incluyen las clases de acceso a datos de PostgreSQL y clases con funcionalidades de acceso a datos característicos y relevantes del <i>framework</i> CakePHP

3.4.5 Vista de despliegue

La vista de despliegue se centra en la relación que existe entre los componentes de software desarrollados y el hardware subyacente donde se ejecuta [Billy, 2004]. El diagrama de despliegue muestra una visión global que se complementa con la descripción de cada uno de los nodos del mismo.

3.4.5.1 Diagrama de despliegue

El diagrama de despliegue, figura 5, muestra las relaciones físicas entre los componentes hardware y software en el sistema. Es un conjunto de nodos unidos por conexiones de comunicación. Un nodo puede contener instancias de componentes software, objetos y procesos.

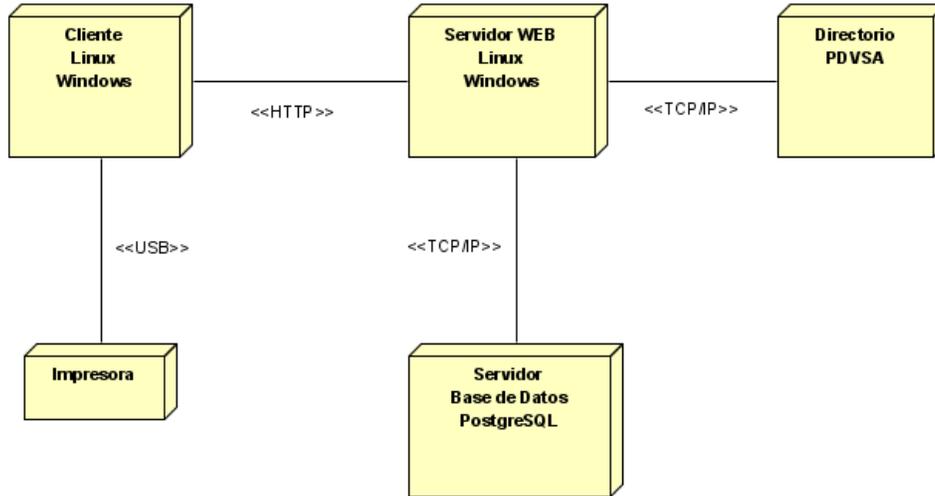


Figura 5: Diagrama de despliegue.

Servidor Web



Subsistemas de Implementación.

En este nodo se ejecutan todas las funcionalidades del servidor Web, entre ellas se encuentra la construcción de interfaces de usuarios, el procesamiento de datos, y el control de flujo.

Capa Presentación

Capa de Control

Capa de Modelo

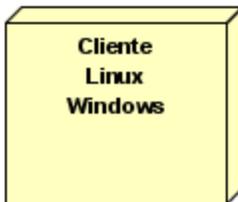
Servidor de Bases de Datos



Subsistemas de Implementación.

En este nodo estará ejecutándose el servidor PostgreSQL. La lógica del tratamiento de los datos no se implementará en este nodo, sino en el servidor Web en la misma aplicación.

Cliente Web



Permite la representación de la Capa Presentación en el cliente a través de Javascript y HTML.

En el caso de nuestro proyecto, el cliente ya tiene establecido la configuración de las redes de datos en la empresa. Por lo que el sistema solamente haría uso de las mismas para su ejecución.

Protocolos TCP/IP y HTTP

Se utilizan los protocolos de comunicación mencionados debido a que el sistema se desarrolla sobre tecnología Web siguiendo los estándares para la misma.

Se aplica en la comunicación Cliente/Servidor de la plataforma Web.

Protocolos TCP/IP y HTTP

Se utilizan los protocolos de comunicación mencionados debido a que el sistema se desarrolla sobre tecnología Web siguiendo los estándares para la misma.

3.5 Análisis de calidad del producto

Entre las ventajas que ofrecen las aplicaciones Web se encuentra la portabilidad, pues permiten que el cliente opere en varios Sistemas Operativos sin necesidad de modificar el código que se encuentra en el servidor. El sistema se implementa sobre el lenguaje de programación PHP, lo que resulta provechoso para realizar una migración de Sistemas Operativos.

El sistema está diseñado para soportar el aumento de la cantidad de usuarios que lo utilicen. La implementación de una capa de Servicios Web para compartir información del sistema aumenta la extensibilidad del sistema. Además el diseño del negocio es abierto y configurable, dando la posibilidad de extensibilidad de los datos manejados, tales como indicadores de producción, sin implicar la reprogramación directa del código.

Conclusiones

Los resultados obtenidos permiten concluir que:

1. A partir de la revisión del estado del arte se identificaron diferentes soluciones informáticas para el apoyo a procesos de Control de Gestión. La naturaleza de las mismas es muy variada [Info Edge, 2008], no se identificó una que presentara las siguientes características: software libre, cumplimiento de CMI acorde a Kaplan y Norton, funcionalidades web para usuarios distribuidos.
2. La utilización del marco arquitectónico de “4+1 vistas” facilita la interpretación de la arquitectura propuesta al estar relacionadas las vistas con los artefactos que se obtienen con la metodología RUP aplicada al desarrollo del producto.
3. La aplicación del estilo arquitectónico por capas mediante el *framework* cakephp facilita la reutilización y extensibilidad de la solución, mientras se sigue el paradigma de programación y diseño orientado a objetos.
4. La aplicación del estilo arquitectónico centrado en datos unido a la distribución por módulos de funcionalidades permitió la integración de los procesos de Control de Gestión a través de la solución propuesta.
5. El diseño del software [SACGIR Diseño, 2007] y finalmente la implementación del mismo con un producto funcional y validado por el grupo de calidad de la universidad [SACGIR Liberación, 2007] demuestran la veracidad de la propuesta de Arquitectura de Software.
6. El uso de tecnología de software libre para el desarrollo propicia que el producto final cumpla lo planteado en el documento “ESTÁNDARES ABIERTOS Y PATAFORMA OFICIAL DE DESARROLLO DE PDVSA” [SACGIR Visión, 2006].

Recomendaciones

El autor recomienda:

1. Realizar un análisis del problema en busca de una generalización de la solución que esté orientado a su aplicación para cualquier Sistema de Control de Gestión basado en Cuadro de Mando Integral.
2. Incorporar un módulo de administración de indicadores sobre plataforma de aplicación de escritorio que facilite y potencie la edición de las fórmulas de los mismos.
3. Que se evalúe la posible aplicación del estilo arquitectónico de flujo de datos a una segunda versión de la solución, puesto que se identificaron en el negocio actividades que se ejecutan intuitivamente una detrás de la otra. El comportamiento de flujo de trabajo pudiera ser contemplado así en el sistema.

Bibliografía

- Active Strategy*, 2008. [Disponible en: <http://www.activestrategy.com/> Consultado en julio del 2008
- AKS Labs. 2008. [Disponible en: http://www.strategy2act.com/measure_and_control.pdf Consultado en abril del 2008.
- ALEXANDER, MARY. Agosto de 1953. *How Petroleum Hydrocarbons Are Named*. Revista de Gas y petróleos, Agosto de 1953.
- ANTHONY, ROBERT, GOVINDARAJAN, VIJAY.2003 *Sistemas de Control de Gestión*. s.l. : Mc Graw Hill, 2003 . 8448121554 .
- Axsellit Technologies*. 2008. [Disponible en: <http://www.axsellit.com/> Consultado en febrero del 2008.
- BANDA, FREDDY. 2007. *El cuadro de mando integral en planes de desarrollo rural: una aplicación para construir una hipótesis de planificación en la comuna de negrete*. [Disponible en: <http://web.ebscohost.com/ehost/viewarticle?data=dGJyMPPp44rp2%2fdV0%2bnjisfk5le46a9Qt6uyUa6k63nn5Kx95uXxl6nrkewr61Krqa3OK%2bws024q7Q4v8OkjPDX7lvf2fKB7eTnfLujr022qLFOsa%2b1UKTi34bls%2bOGpNrgVfjY5j7y1%2bVVv8SkeeyzsUmzqq5JsKakfu3o63nys%2b585LzzhOrK45Dy&hid=13> Consultado en octubre de 2009.
- BARBERII, EFRAÍN E. 1985. *El Pozo Ilustrado*.3ra edición. Caracas : Lagoven S.A., 1985.
- BECKER, HILLARY. 2006. *La estrategia del océano azul y el cuadro de mando integral*. Folletos Gerenciales, 2006, Vol. 10, p1, 10p. [Disponible en: <http://web.ebscohost.com/ehost/viewarticle?data=dGJyMPPp44rp2%2fdV0%2bnjisfk5le46a9Qt6uyUa6k63nn5Kx95uXxl6nrkewr61Krqa3OK%2bws064qrQ4v8OkjPDX7lvf2fKB7eTnfLujr022qLFOsa%2b1UKTi34bls%2bOGpNrgVfjY5>

[j7y1%2bVVv8SkeeyzsE2zr69Jtqekfu3o63nys%2b585LzzhOrK45Dy&hid=4](http://www.willydev.net/descargas/prev/IntroArq.pdf)

Consultado en octubre de 2009.

BELTRÁN, JESÚS.1998. *Indicadores de Gestión Segunda Edición*. s.l. : 3R Editores, , 1998. 978-958-8017-00-6.

BILLY, CARLOS.2004. *Introducción a la Arquitectura de Software*. Buenos Aires. [Disponible en: <http://www.willydev.net/descargas/prev/IntroArq.pdf>

Consultado en Octubre de 2009.

BROOK, FP. 1975. *The Mythical Man Month: Essays on Software Engineering*. 1975. 0201835959.

BSCOL. 2007. [Disponible en: <http://www.bscol.com/> Consultado en mayo del 2007.

CASATE, R. 2007. *La dirección estaratégica en la sociedad del conocimiento. Parte I. El cuadro de Mando Integralcomo herramienta para la gestión*. Acimed. 2007. [Disponible en: http://bvs.sld.cu/revistas/aci/vol15_6_07/aci02607.htm Consultado en octubre de 2009.

Cetdir, Cujae. 2007. [Disponible en: <http://www.cujae.edu.cu/centros/cetdir/cetdir.htm> Consultado en julio del 2007.

Ciberconta. 2007a. [Disponible en: <http://ciberconta.unizar.es/LECCION/Cmando/010.HTM> Consultado en septiembre del 2007.

Ciberconta. 2007b. [Disponible en: <http://www.ciberconta.unizar.es/cv/maritzahernandeztorres.htm> Consultado en septiembre del 2007.

- DÁVILA, ANTONIO. 1999. *Nuevas herramientas de control: El Cuadro de Mando Integral*. septiembre de 1999. Disponible en:
<http://www.efecci.cl/mdsr/capit3/documentos/cuadmand.pdf>.
- DIJSKTRA, EDSGER. 1968. *Co-operating sequential processes*. New York : F. Genuys, 1968.
- DOMÍNGUEZ GIRALDO, GERARDO. 2001. *Indicadores de Gestión. Un enfoque Sistémico*. Medellín : Biblioteca Jurídica DIKE., 2001.
- FAYOL, H. 1961. *Administración industrial y general*. . s.l. : El ateneo, 1961. 950-02-3540-4.
- GRANDÍO, A. 1996. *Empresa, Mercado y Necesidades: una Síntesis en Ciencias Sociales*. ISBN: 84-8021-169-5 [Disponible en:
<http://www3.uji.es/~agrandio/tesis/Te0.htm> Consultado en octubre de 2009.
- GRANT, R, M.1998. *Contemporary Strategy Analysis* . Oxford. BlackWell.1998
Hyperion Group. 2007. [Disponible en: <http://www.hyperion.com/es> Consultado en abril del 2007.
- HINTZE, JORGE.1999. *Control y evaluación de gestión y resultados*.Buenos Aires. *Documentos TOP sobre Gestión Pública*. [Disponible en:
<http://www.top.org.ar/publicac.htm> .1999 .
- IEEE, COMPUTER SOCIETY. *Recommended Practice for Architectural Description of Software Systems*. s.l. : IEEE Std Septiembre de 2000. 1471-2000(2000).
- Info Edge*. 2008. [Disponible en: <http://ita.infoedge.com/cr-5102/review.asp> Consultado en abril del 2008.
- JACOBSON, IVAR y otros. 1999. *El Proceso Unificado de Desarrollo de Software*. s.l. : Addison Wesley, 1999.

- KAPLAN, ROBERT, NORTON, DAVID. 1992. *The Balanced Score Card - Measures that drive performance*. Boston. Harvard Business Review. Enero-Febrero de 1992.
- KAPLAN, ROBERT, NORTON, DAVID. 1996. *The Balanced Score Card: Translating strategy into action*. Boston. Harvard Business School pres. Review. 1996.
- KAPLAN, ROBERT, NORTON, DAVID. 2000. *Cómo utilizar el cuadro de mando integral: para implantar y gestionar su estrategia*. Barcelona: Harvard Business School Publishing, 2000.
- KAPLAN, ROBERT, NORTON, DAVID. 1997. *Cuadro de Mando Integral*. 2da edición. Barcelona. Editorial Gestión 2000.
- KAPLAN, ROBERT, NORTON, DAVID. 2002. *Cómo utilizar el cuadro de mando integral*. 2da. s.l. : HBS Press. 84-8088-504-1.
- KIM, W C, Mauborgne, R. 2005. *Blue Ocean Strategy*. Boston. Harvard Business School. 2005
- LAUDON, KENNETH Y LAUDON, JANE. *Sistemas de Información Gerencial: Organización y Tecnología de la Empresa*. s.l. : 6ta Edición Editorial Prentice Hall.
- LÓPEZ, A. 2004. *Balanced Score Card y Cuadro de Mando. Del diseño de la estrategia a la medición de los objetivos*. Santiago de Chile. Seminario taller Universidad de Zaragoza. 2004.
- LORINO, PHILIPPE. 1993. *El control de gestión estratégico: La gestión por actividades*. Editores Boixereu Marcombo, S.A. Barcelona. 1993.
- MORA, JOSÉ FERRATER. *Diccionario de Filosofía*. 1979-2009. [Disponible en: <http://www.filosofia.org/enc/fer/sistema.htm> Consultado en noviembre del 2007.

- MULLINS, L J, 1993. *Management and organizational behavior*. 3ra edición. London Pitman Publishing. 1993
- MUÑOZ, LUIS. 2003. *El Sistema de Control de Gestión en la práctica. Un soporte básico de la información empresarial*. s.l. : Gestión2000, 2003.
- O'REGAN, GERARD. 2008. *A brief history of Computing*. Londres. Springer. 2008. ISBN: 978-1-84800-083-4
- Palladium Group*. 2009a. [Disponible en: <http://www.thepalladiumgroup.com/events/TrainingSeminars/> Consultado en enero del 2009.
- Palladium Group*. 2009b. [Disponible en: <http://www.thepalladiumgroup.com/pages/welcome.aspx/> Consultado en enero del 2009.
- PDVSA. 2007. [Disponible en: <http://www.pdvsa.com/> Consultado en octubre del 2007.
- PHP Net.2007. [Disponible en: <http://www.php.net/manual/es/> Consultado en abril del 2007.
- PM Express, 2008. [Disponible en: <http://www.pm-express.com/> Consultado en julio del 2008
- PRESSMAN, ROGER. *Ingeniería del Software, un enfoque práctico [5ta edición]*. s.l. : Mc Graw Hill.
- Procos AG, 2008. [Disponible en: <http://www.procos.com/> Consultado en julio del 2008
- Programación PHP*.2007. [Disponible en: <http://www.programacionphp.net/recursos-manuales.html> Consultado en abril del 2007.

- ROHM, H. 2002. *Improved public sector results with a Balanced Score Card: Nine steps to success*. Washington DC. US Foundation for Development Measurement. 2002.
- SACGIR ANÁLISIS. 2006. *Modelo de Análisis, proyecto SACGIR*. UCI, Facultad 9, Polo Petrosoft.
- SACGIR DISEÑO. 2007. *Modelo de diseño, proyecto SACGIR*. UCI, Facultad 9, Polo Petrosoft.
- SACGIR ENTIDAD-RELACIÓN. 2006. *Modelo Entidad-Relación de la base de datos diseñada para el proyecto SACGIR*. UCI, Facultad 9, Polo Petrosoft.
- SACGIR VISIÓN. 2006. *Documento Visión, proceso de concepción del proyecto SACGIR*. UCI, Facultad 9, Polo Petrosoft.
- SACGIR LIBERACIÓN. 2007. *Compendio de actas de liberación emitidas por CALISOFT (UCI) a favor del proyecto SACGIR*. UCI, Facultad 9, Polo Petrosoft.
- SALDÍAS, JUAN R. *Sistemas de Control de Gestión. Análisis para organizaciones sin fines de lucro*. Universidad de Concepción : Chile . ISSN 0717-9103.
- SMITH, D R, SUTHERLAND, A.2002. *Institutionalizing impact orientation:building a performance management approach that enhances the impact orientation of research organization* . Chatham: Natural Resources Institute.
- SOLDEVILLA, PILAR. 2000. *El control de gestión de las empresas no lucrativas: el caso de los colegios de economistas de España. Tesis doctoral*. España : s.n., 2000. ISBN 84-699-85167.
- SOMMERVILLE, IAN. 2005. *Ingeniería de software*. Séptima edición. PEARSON Educación, Madrid. ISBN: 84-7829-074-5
- StrategicMap.2008. [Disponible en: <http://www.strategymap.com.au/> Consultado en febrero del 2008.

- TRULLENQUE, F. 2000. *Balanced Score Card, nuevo enfoque de implementación estratégica*. Revista Estrategia Financiera. No 162 pp 4-14. 2000
- WALDRON, KEITH. 2004. *Performance Assessment of Public Sector Scientists*. BlackWell Publishing. 2004.
- WILBUR, NELSON. 1958. *Petroleum Refinery Engineering, 4ta edición*. s.l. : McGraw-Hill Book Company, 1958.

ANEXOS

Anexo A. Definiciones, Acrónimos y Abreviaturas

Consolidación: Es el resumen de información variada en un solo dato que representa todos los anteriores. Los datos consolidados permiten una visión general de las entidades que emiten los valores base.

CUN: Caso de Uso Negocio.

BSC: siglas en ingles de “Balanced Score Card”, en español: Cuadro de Mando Integral.

Gestión: Referente al tratamiento directo de los datos, ejecuta el transporte y actualización de los mismos. Es el soporte para la realización de los procesos de Control y Planificación.

Control: Proceso que permite conocer si los objetivos y lineamientos de la empresa se están cumpliendo. Se basa en estudios sobre los datos que la Gestión recupera de la producción. Dependiendo del nivel organizacional se realizan diferentes acciones a partir de la evaluación de los datos, tales acciones pueden ser preventivas o reactivas.

Planificación: Proceso de ajuste de los lineamientos de la empresa basado en los resultados que emite el control. Para la toma de decisiones la planificación es decisiva puesto que se vuelve la vía para su ejecución.

Software Libre: Sistema informático que no plantea restricciones para el acceso a los códigos originales que lo desarrollaron, lo cual del permite al cliente el estudio y modificación del mismo para uso propio. El Software Libre no debe verse como Software gratis, puesto que la entrega del producto puede ser cobrado al usuario aunque se le facilitan las fuentes del sistema si el mismo lo solicita;

Negocio: Referente a la empresa, entidad, área u organización que se está estudiando o a la que se le está prestando el servicio informático. El negocio establece las reglas que deben seguirse en el mismo.

PIMS: Sistema para la realización de los planes de producción, permite modelar el posible comportamiento de Refinación basado en un gran número de variables de comportamiento de entrada.

Transferencias de Productos entre Refinerías: Referente al envío de productos entre las refinerías de un mismo complejo o circuito. Cuando se realiza una consolidación deben tenerse en cuenta las transferencias debido a que pudieran acarrear información duplicada, los valores de recibo de una refinería serían los mismos que los de envío de la otra y no deben evaluarse como dos valores separados.

xls: Es el formato de datos del sistema Microsoft Excel. Con grandes facilidades de tablas de cálculos, obtención de gráficas, entre otros.

pdf: Es el formato de Acrobat Reader, con ventajas en la representación, protección y transporte de información en la red.

SOA: Patrón de Arquitectura que aprovecha las facilidades de comunicación inter plataformas de los servicios web flexibilizando la portabilidad del sistema y la reutilización de sus componentes.

Directorio Activo: Es la plataforma de definición de usuarios definida por los sistemas operativos Windows. Es altamente integrable a nuevos sistemas y aplicaciones, permitiendo la reusabilidad de la definición de los usuarios del Dominio.

Rational Unified Process: (en español, Proceso Unificado de Desarrollo) Metodología de desarrollo de software muy difundido por su flexibilidad y

facilidades de configuración para diferentes tipos de problemáticas. Es centrado en la arquitectura, orientado por casos de uso, iterativo e incremental.

Mechurrios: Se refiere a la llama constante que se forma en la boca de la chimenea de salida de gas residuo en un proceso de refinación de hidrocarburos.

Javascript: Lenguaje de programación utilizado en la parte del cliente de una aplicación web para potenciar las funcionalidades de la misma. No logra acceso a almacenamiento ni comunicación directa con el servidor, sino a través de llamadas a otras páginas web locales.

Requisito: Condición o capacidad que debe cumplir un sistema.

Requisito Funcional: Requisito que especifica una acción que debe ser capaz de realizar el sistema, sin considerar restricciones físicas; requisito que especifica comportamiento de entrada/salida de un sistema.

Requisito no funcional: Requisito que especifica propiedades del sistema, como restricciones del entorno o de implementación, rendimiento, dependencias de la plataforma, mantenibilidad, extensibilidad o fiabilidad.

Proceso de negocio: Conjunto total de actividades necesarias para producir un resultado de valor perceptible y medible para un cliente.

Cliente: Persona, organización o grupo de personas que encarga o solicita la construcción de un sistema.

Anexo B. Patrón Modelo-Vista-Controlador (MVC)

El Patrón Modelo Vista Controlador fue introducido inicialmente en la comunidad de desarrolladores de Smalltalk-80. Según Patrones Orientados a la Arquitectura del Software, es uno de los Sistemas de Patrones de Arquitectura más extendido en el mundo.

Importancia

MVC se encuentra en muchos de los diseños de aplicaciones reconocidas por sus interfaces sofisticadas, dando razones para apostar por su aplicación. La lógica de una interfaz de usuario cambia con más frecuencia que los almacenes de datos y la lógica de negocio. Si en contraposición con MVC se realiza un diseño ofuscado (mezclar los componentes de interfaz y de negocio), la consecuencia sería que al necesitar cambiar la interfaz, se debe modificar también los componentes de negocio, dando lugar a mayor esfuerzo y la posible introducción de errores.

Elementos del patrón

Como se muestra en la figura 6, el patrón divide la aplicación interactiva en 3 capas, para ello utiliza las siguientes abstracciones:

Modelo (Model): Encapsula los datos y las funcionalidades. El modelo es independiente de cualquier representación de salida y/o comportamiento de entrada.

Vista (View): Intercambia la información con el usuario. Pueden existir múltiples vistas del modelo. Cada vista tiene asociado un componente controlador.

Controlador (Controller): Recibe las entradas, traducidas a solicitudes de servicio para el modelo.

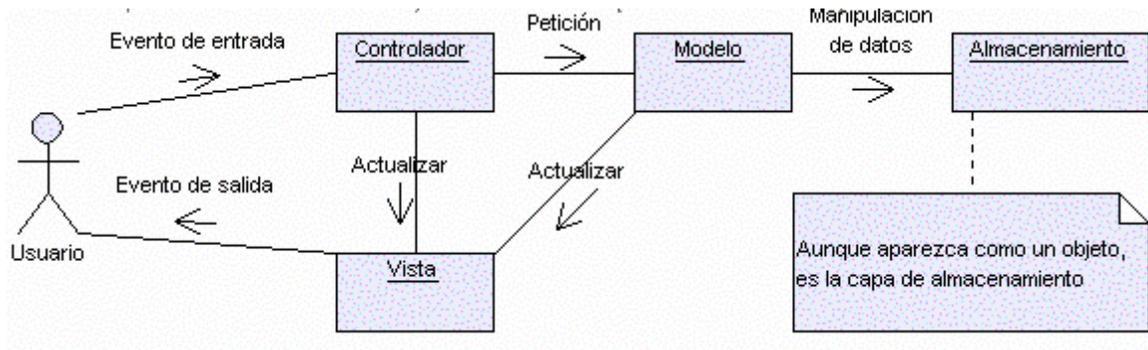


Figura 6: Descripción de sus responsabilidades

El **modelo** es el responsable de:

Acceder a la capa de almacenamiento de datos. Lo ideal es que el modelo sea independiente del sistema de almacenamiento (definido así en el sistema). Definir además las reglas de negocio.

El **controlador** es responsable de:

Recibir los eventos de entrada y comunicar las acciones que ellos derivan a la capa de Modelo.

Las **vistas** son responsables de:

Recibir datos del modelo a través del Controlador para mostrar al usuario.

Anexo C. Descripción General del Negocio

1. La figura 7 muestra el mapa de procesos de la Gerencia de Planificación y Gestión de Refinación de PDVSA.

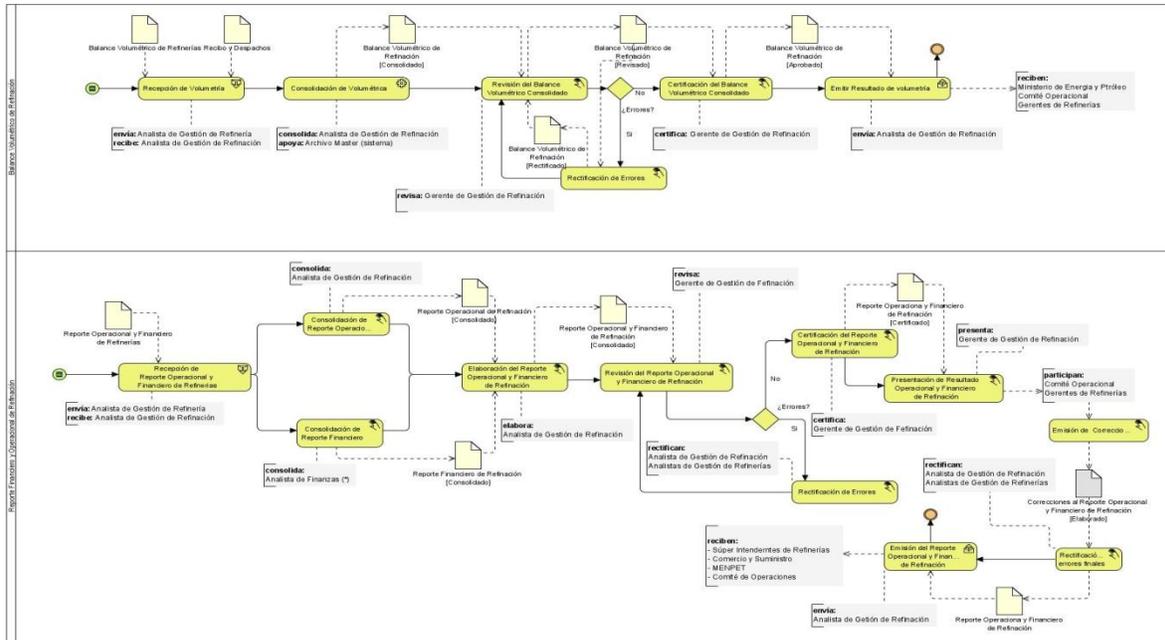


Figura 7: Mapa de procesos

2. En la tabla 5 se listan las principales necesidades del cliente, el grado de prioridades, la solución informática actual y una posible solución a partir del nuevo software.

Tabla 5: Especificación de principales necesidades del cliente.

Necesidad	Prioridad	Interesado	Solución Actual	Soluciones Propuestas
Gestión de datos de las Refinerías	Alta	Todos	A través del SIM (alimentado manualmente en más de una refinería)	Conectar el sistema al SIM, hasta que el SIMP esté activo en todas las refinerías
Apoyo a la evaluación de los datos de gestión	Alta	Analistas de Economía	A través de documentos en Excel alimentados manualmente.	Ofrecer a través del sistema las vistas necesarias para que los analistas puedan consultar y evaluar los indicadores
Consulta y Reporte de los datos de gestión	Normal	Todos	A través del SIM, usando los documentos en Excel que él exporta. Mediante presentaciones en Power Point.	Ofrecer funcionalidades que satisfagan las necesidades de consulta de información aplicando filtros y vistas personalizadas.
Consulta de los resultados	Alta	Comité Operacional	Presentación en Power Point	Permitir una vista de "paseo" configurable

de un periodo				para la consulta organizada de todos los indicadores, tanto operacionales como financieros.
Seguimiento de las operaciones diarias	Alta	Analistas de Gestión, Gerentes	A través de documentos en Excel no homologados	Permitir la consolidación de la información diaria de las Refinerías y ofrezca herramientas para el seguimiento de las unidades de proceso, las operaciones en puerto, entre otras.
Planificación de Paradas de Plantas	Alta	Analistas de Planificación de Paradas de Plantas	A través de documentos en Excel,	Brindar herramientas de planificación de Paradas de Plantas, que además permita la consulta de los planes y su uso en el seguimiento de las paradas de unidades de procesos.
Gestión automatizada	Normal	Analistas de Gestión	Los planes se obtienen en el	Capturar a través del sistema los planes de

de los planes de producción			sistema PIMS, pero su gestión se efectúa a través de herramientas realizadas en Excel.	producción desde archivos exportados por el PIMS y los integre en la Base de Datos propia
Control de acceso a la información	Normal	Todos	Manualmente, a través del correo, en algunos casos se exporta en formato de imágenes para evitar la modificación de los datos	Incluir roles de usuarios y facilitar la configuración de los mismos para el control de acceso. Además, llevar un registro de todas las operaciones que se realicen y los datos que se consulten.
Almacenamiento de los datos históricos de la gestión y los resultados de evaluación	Normal	Todos	Los datos de la gestión se almacenan en el SIM. Los resultados de evaluación se almacenan en las presentaciones de Power Point, de forma manual.	Almacenar todos los datos en la Base de Datos del Sistema. Con posibilidades de ser consultados en cualquier momento.

Fuente: [SACGIR Análisis, 2006]

Anexo D. Modelo de Negocio

1. Actores del Negocio

Gerencia Crudos y Productos

Es el que inicia el caso de uso receptiona la información de la Gerencia de Comercio y Suministro, que se encarga de enviar la información de la refinería

Gerencia de Finanzas

Es quien envía los costo de crudos e insumos totales y el costo de procesamiento por Correo Electrónico iniciando así el caso de uso Recepcionar de costos Real

Evento Resultados de Refinación

Es la acción de recepción del listado de precios ventas y de mercado, El Balance Volumétrico Consolidado, además es la manera de conocer que se debe calcular el Margen Bruto y el Margen Neto.

Superintendente de Programación

El Superintendente de Programación de cada refinería envía antes de las 10 de la mañana diariamente el reporte operacional, que contiene una sección de comentarios donde aparecen aquellas plantas que están paradas ya sea programadas o no y en el caso de ésta última una explicación de la causa. Contiene además la carga cada una de las plantas que permiten confirmar la información sobre parada de planta informada, es decir si hay Parada Planta la carga debe bajar.

Comité de Evaluación de Parada de Planta

El equipo evaluador (Comité de Parada de Plantas) está conformado por la Gerencia de Planificación y Gestión de Refinación, la Gerencia de Estrategias

(Suministro y Logística) y un representante del Comité de Parada de Planta de Refinería, su función es conciliar y autorizar el plan de Paradas de Plantas de todas las Refinerías y en caso de ser necesario hacer modificaciones al Plan de Paradas de Plantas debe autorizarlas previa conciliación en el Sistema.

Superintendente de Programación

El Superintendente de Programación de cada refinería envía antes de las 10 de la mañana diariamente el reporte operacional, que contiene una sección de comentarios donde aparecen aquellas plantas que están paradas ya sea programadas o no y en el caso de ésta última una explicación de la causa. Contiene además la carga cada una de las plantas que permiten confirmar la información sobre parada de planta informada, es decir si hay Parada Planta la carga debe bajar.

Evento Recepción de Información

Es el Evento Recepción de Información encargado de iniciar los casos de usos:

- Realizar seguimiento de paradas y cargas a planta
- Evaluar el Indicador Paradas de Plantas.

Evento Reporte de resultados operacionales y financieros:

Una vez que se ha recibido de las refinerías el Reporte de resultados operacionales y financieros se procede a la evaluación y agrupamiento de este Indicador

2. Trabajadores del Negocio

Analista de Economía de Refinación de la Gerencia de Planificación y Gestión de Refinación.

Es la persona que se encarga de realizar el cálculo del Margen Bruto y la evaluación de este indicador para conocer su comportamiento, además es quien vela por que se cumpla con los Precios de Ventas en las refinerías a la hora de vender un producto determinado, se encarga de revisar los márgenes recibidos de las refinerías, es quien grafica y evalúa el Margen Bruto y el Margen Neto.

Superintendente de Economía de refinería

El la persona que se encarga de calcular el Margen Bruto de la Refinería y de cumplir con que se venda los productos al precio recibido del Analista de Economía de Refinación de la Gerencia de Planificación y Gestión de Refinación se encarga de enviar el Archivo de Exportaciones e Importaciones y el Margen Bruto de la Refinería.

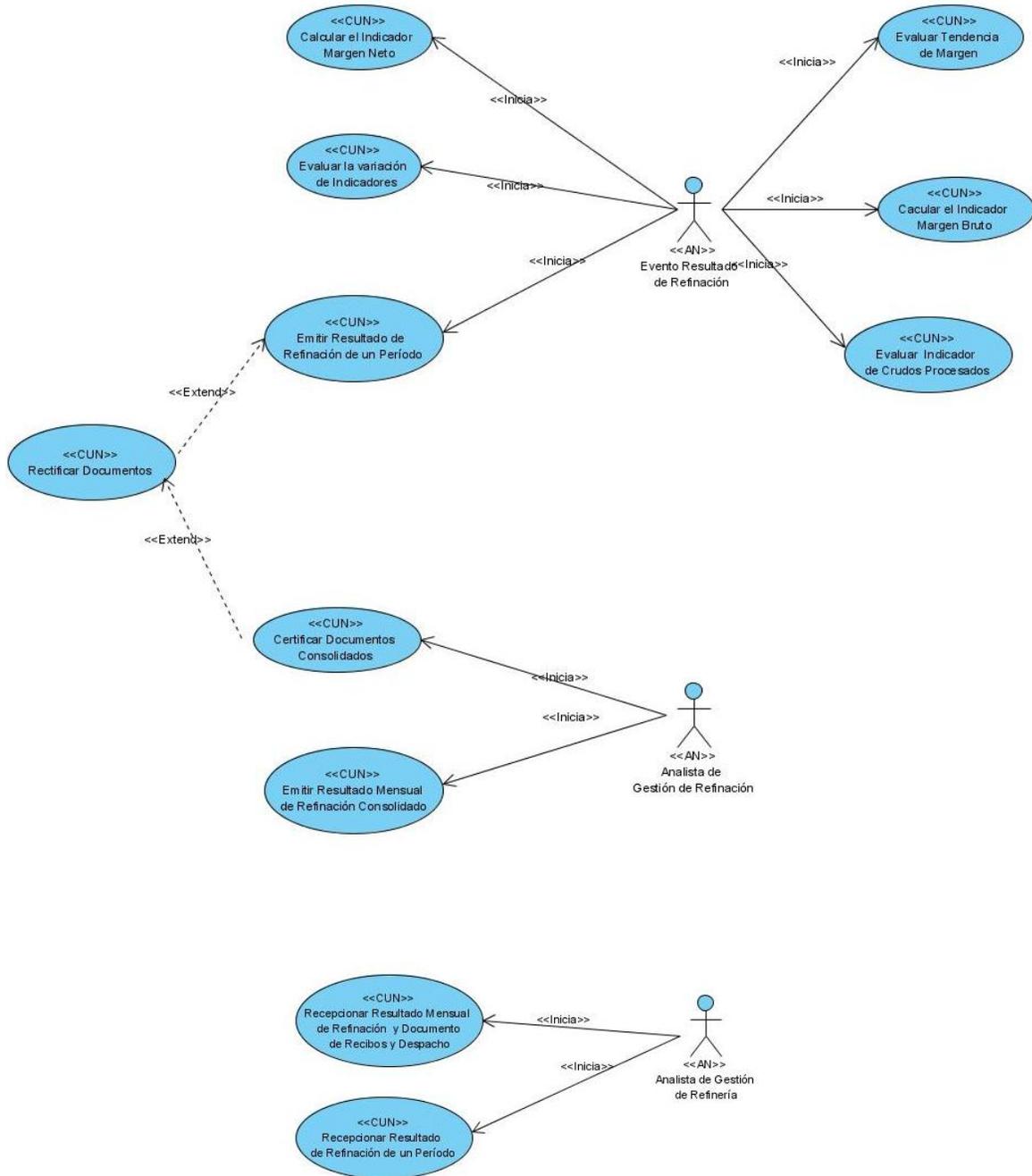
Analista de Parada de Planta de la Gerencia de Refinación

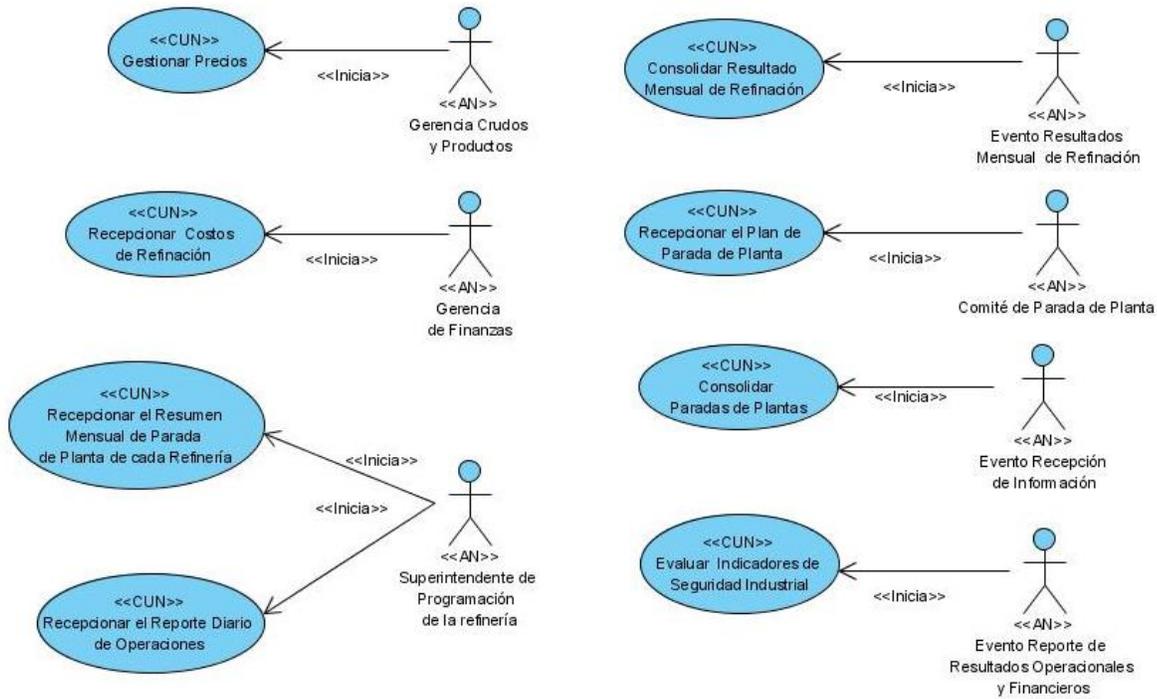
Es la persona encargada de recepcionar Reporte diario de Operaciones, el Plan de Parada de Planta y Consolidar las Paradas de Plantas

Analista de Gestión de Refinación de la Gerencia de Planificación y Gestión de Refinación.

Es quien revisa e incluye en el Reporte de resultados operacionales de un periodo los Indicadores de Seguridad.

3. Diagrama de Casos de Uso del Negocio





(continuación)

4. Especificación de los Casos de Uso

Para consultar la especificación completa de los casos de uso del negocio se propone revisar el modelo de Análisis del proyecto SACGIR [SACGIR análisis, 2006].

4.1 Proceso de Elaboración de Margen Bruto Real

CUN1- Gestionar Precios

Caso de Uso:	Gestionar Precios
Actores:	Gerencia Crudos y Productos
Trabajadores	Analista de Economía de Refinación de la Gerencia de Planificación y Gestión de Refinación. Superintendente de Economía de refinería
Resumen:	El caso de uso se inicia cuando se recibe de la Gerencia de Crudos y Productos, los Precio Reales y Precios de Mercado. Los Precios Reales se consolidan dando origen a los Precios Reales de Ventas, que se añaden al Archivo de Exportaciones e Importaciones que se recibe de la refinería, éste regresa a la refinería.

CUN2- Recepcionar Costos De Refinación

Caso de Uso:	Recepcionar Costos De Refinación
Actores:	Gerencia de Finanzas
Trabajadores	Analista de Gestión de Refinación de la Gerencia de Planificación y Gestión de Refinación.

Resumen:	El caso de uso se inicia cuando se recibe de la Gerencia de Finanzas los datos relacionados los Costos de Refinación. Para el cálculo del Margen Neto.
-----------------	--

CUN3. Calcular el Indicador Margen Bruto Real

Caso de Uso:	Calcular el Indicador Margen Bruto Real
Actores:	Evento Resultados de Refinación
Trabajadores:	Analista de Economía de Refinación de la Gerencia de Planificación y Gestión de Refinación.
Resumen:	El caso de Uso se inicia cuando se tiene el Balance Volumétrico Consolidado, los Precios Reales de Crudo y Producto, se hace un análisis de mercado con los precios enviados por la gerencia de Crudo y Producto que permiten conocer la situación de los precios reales con respecto a estos, luego se calcula el Margen Bruto, el Margen que se ha recibido de las refinarías se revisa y rectifica para su posterior incorporación en las diapositivas que contienen este Indicador y sus notas explicativas.

CUN4. Calcular Margen Neto

Caso de Uso:	Calcular Margen el Indicador Neto
Actores:	Evento Resultados de Refinación
Trabajadores	Analista de Economía de Refinación de la Gerencia de

	<p>Planificación y Gestión de Refinación.</p> <p>Analista de Gestión de Refinación de la Gerencia de Planificación y Gestión de Refinación.</p>
Resumen:	<p>El caso de uso se inicia una vez calculado el margen bruto, se le envía al Analista de Gestión de refinación y este que ha recibido previamente el Listado de costo de crudos e insumos totales y el costo de procesamiento.</p>

CUN5. Evaluar Tendencia de Margen

Caso de Uso:	<p>Evaluar Tendencia de Margen</p>
Actores:	<p>Evento Resultados de Refinación</p>
Trabajadores	<p>Analista de Economía de Refinación de la Gerencia de Planificación y Gestión de Refinación.</p>
Resumen:	<p>El caso de uso se inicia cuando se recibe ya calculado el margen bruto por el Analista de Economía de Refinación y el margen Neto ya calculado por el Analista de Gestión de Refinación se comparan el periodo analizado con igual periodo del año anterior, además se calcula la tendencia del margen bruto de cada refinería en el periodo analizado y se grafica cada resultado terminando así el caso de uso.</p>

4.2. Recepcionar, Consolidar, Emitir, Certificar y Rectificar

CUN1- Recepcionar Resultado Mensual de Refinación y Documento de Recibos y Despacho

Caso de Uso:	Recepcionar Resultado Mensual de Refinación y Documento de Recibos y Despacho
Actores:	Analista de Gestión de Refinería
Trabajadores	Analista de Gestión de Refinación
Resumen:	Las refinerías envían sus resultados volumétricos en un documento con los datos de: (Crudos Procesados, Productos en Inventario, Productos Recibidos, Productos Entregados, Productos Consumidos en Refinería, Volumen Producido, Productos Reprocesados) y el Documento de Recibos y Despacho de Productos (Notas Explicativas) que contiene información necesaria para la eliminación de transferencias. Este documento se archiva y se notifica a las refinerías de su recepción.

CUN2- Recepcionar Resultado de Refinación de un Período

Caso de Uso:	Recepcionar Resultado de Refinación de un Período
Actores:	Analista de Gestión de Refinería
Trabajadores	Analista de Gestión de Refinación
Resumen:	El Analista de Gestión de Refinería envía un documento

	<p>en formato PPT elaborado con la información de Resultados Mensual de Refinación, este documento contiene la información real y el plan de (Crudo, Insumos, Producción Obtenida, Costo, Paradas de Planta, Margen Bruto, Margen Neto, Indicadores de Seguridad, Presupuesto Operacional y de Inversiones, fuerza laboral e Inversión Social). En el documento se incluye la explicación de las variaciones del plan con respecto al real. Este documento se archiva y se notifica a las refinерías de su recepción.</p>
--	---

CUN3- Consolidar Resultado Mensual de Refinación

Caso de Uso:	Consolidar Resultado Mensual de Refinación.
Actores:	Evento Resultados Mensual de Refinación
Trabajadores	Analista de Gestión de Refinación Documento Master
Resumen:	El caso de uso se inicia cuando se reciben todos los documentos de las refinерías, la información se introduce por el Analista de Gestión en un Sistema, (Documento Master (Excel)) y este Sistema mediante un conjunto de fórmulas elimina las transferencias entre refinерías y elabora el consolidado. Se obtiene como resultado un documento consolidado de los resultados del Balance Volumétrico de Refinación.

CUN4- Emitir Resultado Mensual de Refinación Consolidado

Caso de Uso:	Emitir Resultado Mensual de Refinación Consolidado
Actores:	Analista de Gestión de Refinación
Trabajadores	Gerente de Gestión de Refinación
Resumen:	El caso de uso se inicia cuando el Analista de Gestión de Refinación solicita enviar el Resultado Mensual de Refinación Consolidado a los entes relacionados (Ministerio de Energía y Petróleo, Superintendente de Refinerías, Gerencia de Finanzas, Comercio y Suministro). El Gerente de Gestión de Refinación aprueba el Resultado Mensual Consolidado de Refinación y luego el Analista de Gestión de Refinación lo envía a los entes implicados.