

Resumen

El presente proyecto de tesis, tiene por objeto el análisis del marco tecnológico relacionado con la integración de sistemas informáticos legados, además de esto, se revisaran algunas técnicas para la exposición de servicios, esto con objetivo de establecer una arquitectura orientada a servicios que puede ser implementada en el Programa para el Manejo del Agua y Suelo (PROMAS), y que pueda permitir la integración a la misma de varios sistemas informáticos que han sido creados y que se encuentran todavía en funcionamiento.

Para poder cumplir este objetivo, es necesario el análisis de los principales sistemas informáticos con el fin de extraer las características principales y agruparlos de acuerdo a estas, una vez realizada esta agrupación es necesario también el análisis de algunas de las técnicas que existen actualmente para poder llevar a cabo esta integración.

Una vez identificadas estas técnicas, es necesario también el establecimiento de una metodología a seguir para la exposición de futuros servicios, para esto se ha visto necesario la implementación de una arquitectura piloto que sea capaz de soportar algunos de los servicios que son considerados como vitales en las actividades diarias del Programa.

Al final de la implementación del mencionado piloto, se podrá disponer de una arquitectura orientada a servicios que sea capaz de incluir nuevos requerimientos y adaptarse fácilmente a los cambios tecnológicos que puedan presentarse.

Abstract

This thesis project aims to analyzing the technological framework related to the integration of legacy systems, in addition to this, we will review some techniques for exposing services in order to establish a service-oriented architecture that can be implemented in the Program for Land and Water Management (PROMAS), and can allow the integration of several systems that have been created and are still in operation.

To meet this objective it is necessary to analyze the main computer systems in order to extract the main features and group them according to these, once this group is also necessary to analyze some of the techniques currently exist to perform this integration.

Having identified these techniques, it is also necessary to establish a methodology for exposure of future services, for this has been necessary to implement a pilot architecture is capable of supporting some of the services that are considered vital daily activities program.

At the end of the implementation of that pilot may have a service-oriented architecture that is able to include new requirements and easily adapt to technological changes that may occur.

Índice

Resumen.....	1
Abstract.....	2
Capítulo 1: Introducción	11
1.1. Presentación del Problema	12
1.1.1. Alcance.....	13
1.1.2. Justificación	13
1.1.3. Objetivo General.....	13
1.1.4. Objetivos Específicos	14
1.2. Metodología	14
1.3. Estructura de la Tesis	17
Capítulo 2: Marco Tecnológico.....	20
2.1 Introducción: Estrategias de Integración de Sistemas	20
2.2 Opciones para la integración de sistemas empresariales	20
2.2.1 Integración de sistemas empresariales (EAI).....	21
2.2.2 Arquitecturas orientadas a servicios (SOA).....	25
2.3 ERP o planificación de recursos empresariales	29
2.4 Crítica y discusión	32
2.5 Resumen.....	34
Capítulo 3: Técnicas de migración de sistemas legados hacia una arquitectura orientada a servicios	36
3.1 Criterios para la comparación	36
3.2 Reemplazo de sistemas legados	37
3.3 Técnicas de empaquetamiento	37
3.3.1. Comparación	39
3.4. Técnicas de re-desarrollo o reingeniería.....	40
3.4.1. Comparación	42
3.5. Técnicas de migración	43
3.5.1. Comparación	45
3.6. Análisis de las técnicas de migración.....	46
3.7. Resumen.....	48
Capítulo 4: Integración de sistemas Informáticos legados del PROMAS.....	51
4.1. Metodología para la migración de sistemas legados hacia una plataforma orientada a servicios	51
4.2. Elementos a considerar en la integración de los sistemas legados y conformación de sistemas de información cooperativos.....	55
4.3. Comparación y agrupación de los sistemas informáticos legados.....	58

4.4. Resumen.....	63
Capítulo 5: Implementación de un caso de uso	66
5.1. Análisis de las aplicaciones legadas a modernizar	66
5.1.1. Clearinghouse	66
5.1.2. Servidor de mapas	67
5.2. Determinación de los sistemas legados y servicios a migrar	67
5.3. Análisis de los servicios	67
5.4. Clasificación de los sistemas y servicios.....	68
5.5. Migración de sistemas legados.....	68
5.5.1. Análisis del código.....	69
5.6. Arquitectura.....	69
5.7. Despliegue	70
5.8. Infraestructuras de Datos Espaciales.....	70
Capítulo 6: Conclusiones y recomendaciones	76
6.1. Conclusiones tecnológicas.....	77
6.2. Conclusiones metodológicas	78
6.3. Recomendaciones	78
Bibliografía	81

Índice de Ilustraciones

Figura 1 Grafico de resumen del proyecto del proyecto de tesis	15
Figura 2 Enfoque tradicional de la integración de sistemas	22
Figura 3 Arquitecturas Empresariales Integradas	24
Figura 4 Componentes identificados en el proceso de adopción de SOA	27
Figura 5 Enfoques de implementación de SOA	28
Figura 6 Metodología de migración de migración de sistemas legados.....	52
Figura 7 Especificación del WSDL para la exposición del servicio wms	69
Figura 8 Arquitectura de componentes del caso de uso	72
Figura 9 Interfaz de visualización web del catálogo de metadatos	73
Figura 10 Interfaz de despliegue de información cartográfica.....	74

Índice de Tablas

Tabla 1: Evaluación de las técnicas de integración de sistemas legados	32
Tabla 2: Comparación de los diferentes enfoques presentes en la técnica de empaquetamiento	40
Tabla 3: Comparación de los diferentes enfoques presentes en la técnica de re-desarrollo	43
Tabla 4: Comparación de los diferentes enfoques presentes en la técnica de migración	46
Tabla 5: Evaluación de las técnicas de migración de sistemas legados	47
Tabla 6: Ventajas y desventajas de las técnicas de modernización de software	49
Tabla 7: Agrupación de los factores a considerar en la integración de los sistemas legados	58
Tabla 8: Sistemas legados y su correspondiente descripción.....	59
Tabla 9: Comparación de las principales características de los sistemas legados	62
Tabla 10: CIS creados a partir de los sistemas legados	63



UNIVERSIDAD DE CUENCA

FACULTAD DE INGENIERIA

MAESTRÍA EN GERENCIA DE SISTEMAS DE INFORMACION

“ANÁLISIS, ESTUDIO Y SELECCIÓN DE UNA ARQUITECTURA ORIENTADA A SERVICIOS (SOA) A SER IMPLEMENTADA EN EL PROGRAMA PARA EL MANEJO DEL AGUA Y DEL SUELO (PROMAS). “

PROYECTO DE GRADUACIÓN PREVIO A LA OBTENCIÓN DEL GRADO DE MAGISTER EN GERENCIA DE SISTEMAS DE INFORMACION.

**AUTOR: ING. JAIME EDUARDO VEINTIMILLA REYES.
DIRECTOR: ING. MAURICIO ESPINOZA PhD.**

ABRIL DE 2012

CUENCA - ECUADOR

Jaime Eduardo Veintimilla Reyes, reconozco y acepto el derecho de la Universidad de Cuenca, en base al Art. 5 literal c) de su Reglamento de Propiedad Intelectual, de publicar este trabajo por cualquier medio conocido o por conocer, al ser este requisito para la obtención de mi título de Magister en Gerencia de Sistemas de Información. El uso que la Universidad de Cuenca hiciere de este trabajo, no implicará afección alguna de mis derechos morales o patrimoniales como autor.

Jaime Eduardo Veintimilla R.
0103458394

Jaime Eduardo Veintimilla Reyes, certifica que todas las ideas, opiniones y contenidos expuestos en la presente investigación son de exclusiva responsabilidad de su autor.

Jaime Eduardo Veintimilla R.
0103458394

AGRACEDIMIENTOS

Mi más sincero agradecimiento para mi esposa y mi hijo Martin por la paciencia, apoyo y cariño brindados durante todo este tiempo.

Agradezco también al Ing. Felipe Cisneros PhD. y a todo el personal del PROMAS, por la ayuda y predisposición durante el desarrollo de este proyecto.

Para el Ing. Mauricio Espinoza PhD. director de este proyecto de tesis y amigo, por todo el apoyo brindado.



Capítulo 1

INTRODUCCION



Capítulo 1: Introducción

Los sistemas informáticos han ido evolucionando de la mano con las necesidades de las empresas a lo largo del tiempo. Esto hace necesario que los cambios que puedan presentarse sean adoptados de una manera correcta y rápida por todos y cada uno de los sistemas que se vean involucrados.

La concepción de sistemas informáticos orientados a resolver problemas puntuales de un departamento u organización no se adapta a los modelos organizacionales actuales independientemente de si cumplen con los requerimientos iniciales, ya que la tendencia es desarrollar sistemas informáticos que se basen en arquitecturas compartidas y que puedan crecer sin ningún problema.

Hay que tener presente que la gran mayoría de organizaciones cuentan actualmente con sistemas que han sido legados¹ a lo largo del tiempo ya que modelos de diseño de aplicaciones anteriores se concentraban en el desarrollo de aplicaciones para solucionar ciertos problemas puntuales, y esto ha creado problemas cuando se presentan cambios en los procesos.

Una solución a todos estos problemas existentes con los sistemas legados es el de construir un ambiente de cooperación entre todos estos sistemas con el fin de mantener el uso de los mismos ya que el desarrollo de una nueva aplicación incluye muchos costos tanto de tiempo como de dinero (Santiago Comella-Dorda, 2008).

Distintos métodos se han utilizado para resolver este problema, entre los cuales se pueden mencionar los siguientes:

- a. Sustitución completa de los sistemas
- b. Reescritura automática de código
- c. Métodos de reingeniería de software

Existen muchos ejemplos de casos resueltos bajo estas perspectivas. Sin embargo, la mayoría de estos trabajos y estudios se centran en la necesidad de conseguir la interoperabilidad de cada uno de estos sistemas mediante la adecuación o sustitución de los sistemas para poder llegar a proveer esta capacidad; pero la forma de cómo llegar a obtener esta interoperabilidad y la metodología que se debe aplicar tanto para el desarrollo como para la gestión de los sistemas así construidos no han sido identificados.

En lo referente a la interoperabilidad entre sistemas legados, se pueden distinguir tres aspectos:

- La adecuación de los sistemas legados para darles la capacidad de intercambiar mensajes entre aplicaciones. (Interoperabilidad).

¹Sistemas informáticos que ha quedado anticuados pero continúan siendo utilizados por el usuario (típicamente una organización o empresa) y no se quiere o no se puede reemplazar o actualizar de forma sencilla.



- La articulación de un conjunto de servicios (mediante intercambio de mensajes) de acuerdo a las reglas del negocio.
- Las metodologías de trabajo necesarias para poder determinar cuáles serán los sistemas legados que deben ser adaptados.

Esta tesis tiene como principal objetivo el estudio de las técnicas existentes para la integración de sistemas legados, técnicas de exposición de servicios y el desarrollo de una metodología que permita establecer una plataforma basada en servicios, de forma que se pueda exportar todas las funcionalidades sin que sea modificada la lógica de la aplicación. Con este fin, dentro de la tesis se estudia el marco tecnológico necesario para sustentar este tipo de integración.

1.1. Presentación del Problema

El programa para el Manejo del Agua y el Suelo (PROMAS), fue creado en el año 1993 como centro de investigación de Ingeniería. A partir de su creación el PROMAS, se ha interesado en participar en varias áreas de la ingeniería, por lo cual ha ido concentrando fuerzas de trabajo interdisciplinarias, desde la Ingeniería Civil hasta el desarrollo de herramientas informáticas orientadas a optimizar la utilización de los recursos.

Desde su creación hasta el presente, se han desarrollado diferentes sistemas informáticos dedicados a solucionar problemas puntuales relacionados con los proyectos que se ejecutan en el Programa. El gran inconveniente es que la mayor parte de éstos sistemas informáticos han sido concebidos cada uno de una manera independiente, es decir, la arquitectura que disponen actualmente no permite la comunicación directa entre cada uno, haciendo imposible la comunicación o interacción de los mismos y más aún con terceros. Esta problemática hace que sea muy complicado satisfacer el conjunto de principios fundamentales, origen de los sistemas de información como son: flexibilidad, escalabilidad, interoperabilidad, productividad incremental, estandarización, rápida interconexión, reutilización, y bajo acoplamiento.

Una solución a los problemas antes mencionados es la adopción de SOA² con el fin de satisfacer un conjunto de necesidades y objetivos básicos que permitan ejercer de forma eficiente: i) la integración de diferentes fuentes de información, ii) la optimización y automatización de los procesos de negocio, iii) el establecimiento de una base común de servicios que favorezca reducciones de coste y un aseguramiento de la calidad y iv) un aumento de la agilidad de las áreas de TI dentro del PROMAS.

² SOA (Service Oriented Architecture o Arquitecturas orientadas a servicios)



1.1.1. Alcance

El presente proyecto de tesis, va encaminado a realizar un estudio de las técnicas existentes para la integración de sistemas legados, técnicas de exposición de servicios y el desarrollo de una metodología que permita establecer una plataforma basada en servicios que se pueda adaptar fácilmente con los diferentes sistemas informáticos que dispone el PROMAS.

Para esto, se deberá realizar un inventario de los principales sistemas informáticos que dispone el Programa, la selección de los sistemas más importantes y los correspondientes servicios que podrían exponerse en una plataforma orientada a servicios. Además se tiene que realizar un análisis de las principales técnicas que existen para la correcta exposición de servicios.

1.1.2. Justificación

El PROMAS ha empleado muchos recursos tanto humanos, tecnológicos y económicos en el desarrollo de sistemas informáticos, desde el inicio de sus actividades. Sin embargo y como se mencionó al inicio de esta sección, la mayoría de estos sistemas han sido desarrollados sin tomar en consideración aspectos como reutilización y abstracción de la tecnología. Esta situación ha provocado que sea muy complicado: la construcción de nuevos componentes software en un contexto distinto, la integración de distintos aplicativos, reducir el esfuerzo por cualquier cambio en la implementación, etc.

Con el desarrollo de este proyecto de tesis se pretende en primer lugar, llegar a obtener una infraestructura sólida que soporte la integración de los sistemas críticos de la organización. Además, el disponer de una arquitectura orientada a servicios que en adelante pueda asegurar que los sistemas informáticos existentes sean flexibles y fácilmente adaptables a los nuevos requerimientos presentes en el PROMAS.

Una justificación final para adoptar una arquitectura SOA dentro del PROMAS viene dada por la facilidad en el intercambio y transparencia de la información, mediante la asociación de todos los sistemas informáticos que provee la organización. Cabe destacar que este camino hacia una nueva categoría de software basada en servicios está completamente alineado con lo que está promoviendo el gobierno Ecuatoriano, referente al intercambio y transparencia de la información.

1.1.3. Objetivo General

- ✓ Estudiar la situación actual de los sistemas de la organización y seleccionar un conjunto de posibles servicios que se puedan exponer en una propuesta de arquitectura orientada a servicios para el PROMAS.



1.1.4. Objetivos Específicos

- ✓ Analizar la situación actual de los sistemas informáticos en el PROMAS.
- ✓ Estudiar y analizar mecanismos de integración de sistemas para el Programa para el Manejo del Agua y el Suelo que eviten una transición traumática hacia los nuevos paradigmas.
- ✓ Proponer los posibles servicios que se desean exponer de los principales sistemas informáticos.
- ✓ Implementar un sistema piloto que permita la adopción de SOA.

1.2. Metodología

La etapa inicial del proyecto tiene por objeto realizar un estudio sobre las diferentes técnicas de integración de sistemas informáticos legados que existen en la actualidad y determinar cuál de las opciones existentes es la que se puede aplicar a la realidad de los sistemas del PROMAS.

En segundo lugar se procederá a realizar un análisis y selección de la técnica más adecuada para la correcta migración de los sistemas informáticos legados hacia una plataforma orientada a servicios.

El siguiente paso es tomar como entradas a cada uno de los sistemas legados que dispone el PROMAS, todos estos sistemas serán analizados en detalle para poder obtener cada una de las funcionalidades más importantes. Una vez que se hayan definido todas estas entradas, se procede a la agrupación de sistemas en grupos, esto en base a la utilización de alguna de las metodologías que actualmente existen dentro de la literatura.

Una vez identificadas las familias de estos sistemas se procederá a la selección, creación y exposición de los servicios web, para esto se analizarán las principales técnicas existentes actualmente. Hay que tener presente que en este punto será posible establecer una arquitectura orientada a servicios que se considere la base para los sistemas informáticos que se desarrollen en un futuro.

En la figura 1 se ha incluido de una manera gráfica cada una de las fases que tiene la metodología a emplearse en el desarrollo del presente proyecto.

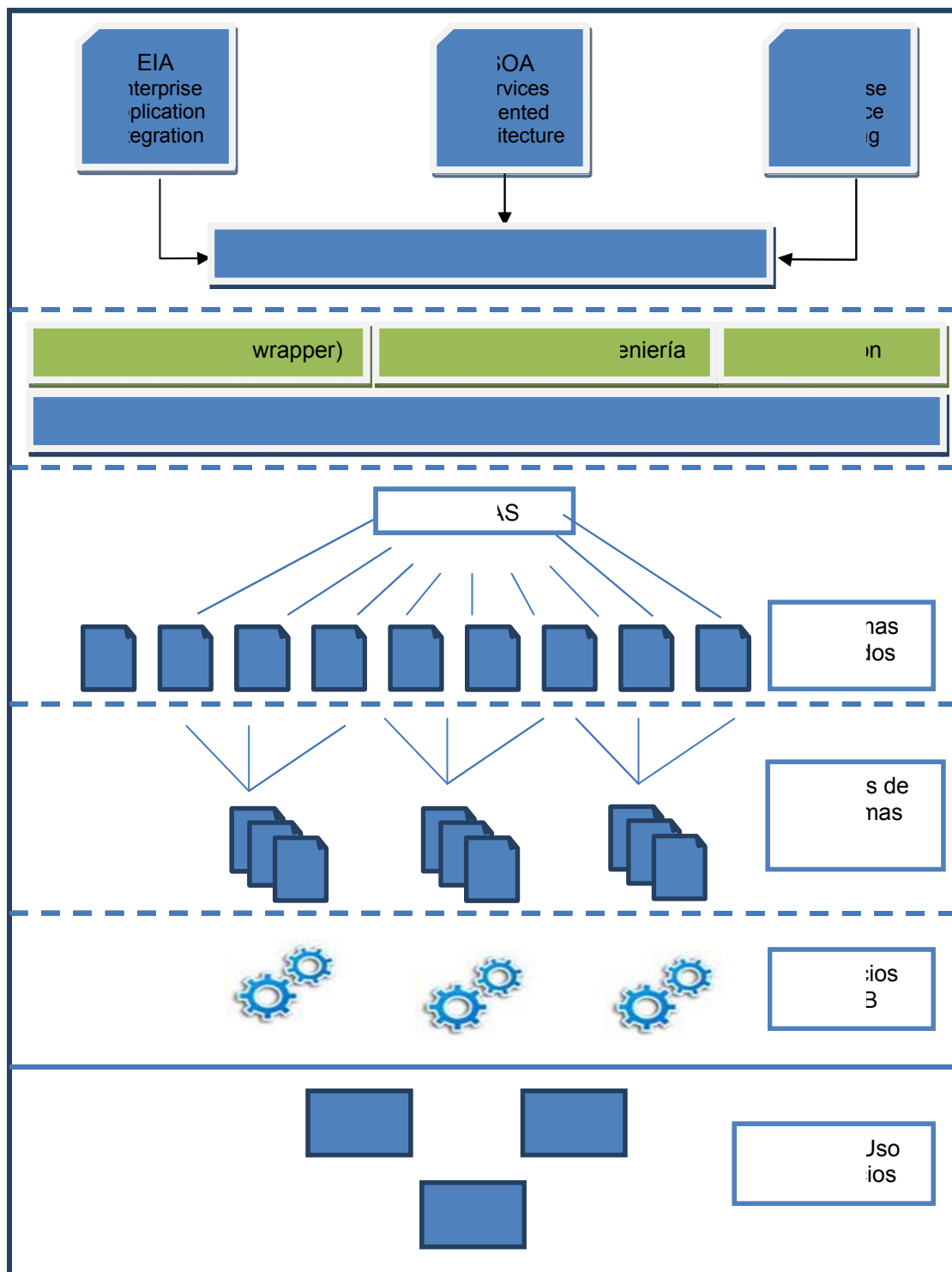


Figura 1 Grafico de resumen del proyecto del proyecto de tesis

Como proceso final se incluye el desarrollo de un caso de uso con el fin de validar todo el proceso mencionado en esta tesis y el resultado de esto es la exposición de varios servicios web que permitan hacer mucha más rápida y sencilla la manera en la que se utilizan los sistemas en el PROMAS.



1. **Técnicas de Integración de servicios:** Son un conjunto de técnicas que permiten hacer que los sistemas informáticos legados puedan ser integrados en una sola plataforma orientada a servicios. Una vez que todos estos sistemas estén integrados es mucho más fácil el incorporar nuevos componentes o agregar nuevas funcionalidades. Las principales técnicas a tratar en este proyecto de tesis son:
 - a. Integración de sistemas empresariales (EIA por sus siglas en Ingles o Enterprise Application Integration).
 - b. Integración en base a una arquitectura orientada a servicios (SOA por siglas en inglés o Services Oriented Architecture).
 - c. Planificación de recursos empresariales (ERP por sus siglas en inglés o Enterprise Resource Planning).

2. **Técnicas de migración de sistemas legados:** Una vez identificada la técnica que se utilizará para realizar la integración de los sistemas, es necesario definir las técnicas que se utilizarán para la correcta migración de los servicios de cada uno de los sistemas legados, para esto se han identificado las siguientes técnicas:
 - a. Empaquetamiento o wrapper
 - b. Redesarrollo o reingeniería
 - c. Migración

3. **Entradas:** Se consideran entradas a cada uno de los sistemas informáticos que se encuentran actualmente en funcionamiento en el PROMAS. Todos estos sistemas son los que se pretende llevarlos hacia una arquitectura orientada a servicios. Se realizará un análisis en detalle de las funcionalidades que posee cada uno de los sistemas informáticos con el fin de determinar aquellos que puedan ser migrados a una arquitectura basada en servicios.

4. **Clasificación en base a grupos de sistemas:** En base a los sistemas informáticos identificados anteriormente, se emplearán metodologías para poder llegar a obtener las clasificaciones de los sistemas que dispongan características comunes. Estas metodologías serán analizadas en detalle en el capítulo 4.

5. **Servicios WEB:** Teniendo como fase previa la agrupación de sistemas en familias, se tendrá claramente definidas cada una de las características que deberá tener cada una de estas familias de sistemas, con esto, se procederá a la selección y creación de los servicios web que ofrecerán estas funcionalidades pero de una manera diferente. Para



lograr esto se analizarán algunas técnicas especializadas las cuales se encuentran detalladas en el capítulo 4.

6. **Caso de Uso:** Con el fin de validar el presente proyecto, se ha procedido a la implementación de un caso de uso para la migración de algunos sistemas legados hacia una nueva arquitectura orientada a servicios.

1.3. Estructura de la Tesis

Los capítulos restantes de esta tesis están organizados en seis capítulos de acuerdo al siguiente esquema:

En el capítulo 2 se describe el marco tecnológico y conceptual que soporta este trabajo de tesis, el mismo que incluye una revisión de la literatura respecto a las técnicas más utilizadas para la integración de sistemas legados. Las técnicas a ser consideradas son:

- EAI o Integración de sistemas empresarias
- SOA o arquitecturas orientadas a servicios
- ERP o sistemas informáticos orientados a la planificación de recursos

Como resultado del análisis de este capítulo, se podrá identificar cuál de las técnicas mencionadas es la que más se acerca a la realidad de los sistemas legados del PROMAS y la que permitirá poder alcanzar la integración.

En el capítulo 3, se hará un análisis de las principales técnicas para la migración de los sistemas legados, las mismas que permitirán exponer los servicios de los principales sistemas informáticos legados. Las técnicas a mencionar son las siguientes:

- Reemplazo del sistema
- Empaquetamiento o wrapper
- Redesarrollo o reingeniería
- Migración

De las técnicas antes mencionadas se deberá seleccionar una para la correcta exposición de los servicios que formarán parte de la arquitectura identificada en el capítulo 2.

En el capítulo 4, se presenta una especificación sobre los elementos que se deben considerar al momento de realizar una integración de sistemas legados. En base a estos elementos, se realizará una agrupación de los diferentes sistemas con el objetivo de obtener sistemas con características similares y poder determinar la forma en la cual se deben integrar los mismos.



Para poder determinar las características de los sistemas legados que existen actualmente en el PROMAS, en el anexo 1, se ha incluido una descripción detallada de cada uno de ellos, identificando sus principales funcionalidades y una breve descripción. Una vez realizada la agrupación, se procederá a realizar la selección de los sistemas informáticos más importantes desde el punto de vista de funcionalidades y necesidades actuales. Para poder hacer llevar a cabo esta fase, se ha procedido a realizar una investigación sobre las principales técnicas utilizadas actualmente.

Además, se ha incluido un conjunto de pasos metodológicos a seguir para la correcta exposición de servicios extraídos de los sistemas legados.

En el capítulo 5, se ha realizado la implementación de un caso de uso a partir de los datos obtenidos en los capítulos anteriores. El mencionado caso de uso trata de exponer algunos servicios web tales como:

- Wms o Web map service
- Wfs o web feature service
- Wcs o web coverage service
- Y un servicio adicional para el intercambio de metadatos cartográficos.

Estos servicios son usados comúnmente para exponer información de tipo cartográfica (wms, wfs, wcs) y de metadatos cartográficos.

En el capítulo 6, se ha incluido las conclusiones obtenidas durante el desarrollo del presente proyecto y de igual manera se presentan un conjunto de recomendaciones a ser aplicadas con el objetivo de lograr una plataforma flexible y que sea fácilmente adaptable a los cambios futuros dentro de la organización.



Capítulo 2

Marco Tecnológico



Capítulo 2: Marco Tecnológico

El crecimiento y los cambios en el mercado como resultado del proceso de globalización que se está viviendo, demuestra que muchas compañías están comprometidas en el uso de Sistemas de Información y aplicaciones empresariales integradas para incrementar su eficiencia y proveer un retorno en la inversión. El PROMAS como fue mencionado en el capítulo anterior es un ejemplo de este tipo de organizaciones que requieren desarrollar sistemas que utilicen tecnología de punta en conjunto con las más comunes y antiguas infraestructuras tecnológicas (sistemas legados).

Es por este motivo que en este capítulo realizamos un análisis de las diferentes estrategias de integración de sistemas. Dicho análisis permitirá identificar el modelo de integración más adecuado para la organización.

2.1 Introducción: Estrategias de Integración de Sistemas

La integración de sistemas legados tiene por objetivo reducir el número de plataformas informáticas necesarias para el correcto funcionamiento de los sistemas que forman parte de una organización. Además, con la utilización de la integración se podrá proporcionar a la plataforma la flexibilidad suficientemente para que pueda adaptarse a los posibles cambios (Almohalla, 2006).

Las principales estrategias de integración que se han podido identificar en la literatura son principalmente dos:

- Opciones para la integración de sistemas empresariales
- ERP³ o planificación de recursos empresariales

2.2 Opciones para la integración de sistemas empresariales

Dentro de las opciones para la integración de sistemas empresariales, se han podido identificar dos modelos importantes:

- a. Integración de sistemas empresariales (EAI por sus siglas en inglés Enterprise Application Integration).
- b. Arquitecturas orientadas a servicios (SOA Service Oriented Architecture por sus siglas en inglés).

³Los sistemas de planificación de recursos empresariales, o ERP (por sus siglas en inglés, Enterprise Resource Planning) son sistemas de información gerenciales que integran y manejan muchos de los negocios asociados con las operaciones de producción y de los aspectos de distribución de una compañía en la producción de bienes o servicios.



2.2.1 Integración de sistemas empresariales (EAI)

Son un conjunto de tecnologías que posibilita la integración de datos, sistemas y procesos para soportar procesos de negocio punto a punto⁴, con el fin de aumentar la capacidad de una empresa para adaptarse al cambio (Accenture, 2006). Dentro de una organización un proceso de negocio es un conjunto de tareas relacionadas lógicamente llevadas a cabo para lograr un resultado. Cada proceso de negocio tiene sus entradas, funciones y salidas. Las entradas son requisitos que deben tenerse en cuenta antes de que una función pueda ser aplicada. Cuando una función es aplicada a las entradas de un método, tendremos ciertas salidas resultantes.

“EIA es el proceso de conectar las aplicaciones unas con otras para intercambiar información operativa o financiera. Cuando dichos sistemas no pueden compartir su información efectivamente, se crean cuellos de botella que requieren de la intervención humana en la forma de toma de decisiones o en el ingreso mismo de la información. Con una arquitectura EAI correctamente implementada, las organizaciones pueden enfocar la mayoría de sus esfuerzos en la creación de competencias que generen valor, en lugar de enfocarse en la coordinación de labores operativas” (Wikipedia, 2011).

Las definiciones descritas anteriormente coinciden en que EAI es un término de computación de negocios para los planes, métodos y herramientas dirigidas a la modernización, consolidación y coordinación de las aplicaciones informáticas de una empresa. “Si la integración se aplica sin seguir un enfoque estructurado de EAI, las conexiones punto a punto crecen al interior de la organización resultando en una masa disforme que es difícil de mantener” (Wikipedia, 2011).

Esto se denota normalmente como el espagueti, en alusión al equivalente en programación: el código espagueti.

Una vez definido lo que entendemos por EAI y antes de describir los objetivos y las características principales de una arquitectura basada en la integración de sistemas empresariales, a continuación describimos brevemente el modelo tradicional usado para la integración de sistemas.

2.2.1.1 Enfoque tradicional de la integración de sistemas

Típicamente la integración de sistemas se realiza de una manera puntual y a medida, es decir que las aplicaciones se tienen que adaptar a una arquitectura ya definida, lo que provoca que los sistemas resultantes presenten los siguientes problemas:

- Reutilización limitada, es decir, los procedimientos y métodos de los cuales está compuesto un sistema son diseñados para resolver una tarea puntual y definida.

⁴ Los sistemas punto a punto permiten que las computadoras sean tanto clientes como servidores al mismo tiempo.

- Integración invasiva, es decir, cuando se tiene que realizar cambios en el sistema sin tener en cuenta los efectos que podrían presentarse con los otros sistemas informáticos.
- Escalabilidad limitada, ya que un sistema al estar diseñado para realizar tareas específicas, se podrían hacer cambios mínimos y esto puede comprometer de gran manera el correcto funcionamiento y su calidad.

En la figura 2 se puede observar la manera en la cual se realiza una integración de sistemas de la manera tradicional, en la cual los servidores se encuentran interconectados dependiendo de la necesidad o del proceso de negocio que se pretenda implementar, lo mismo sucede con los usuarios internos, usuarios externos y clientes o proveedores. Este tipo de interconexión padece de los problemas planteados anteriormente.

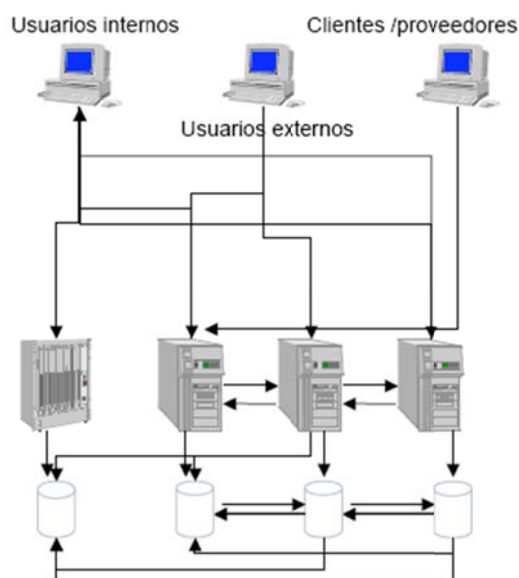


Figura 2 Enfoque tradicional de la integración de sistemas

Usando un enfoque tradicional, es posible identificar diferentes niveles de integración. En (Almohalla, 2006), el autor distingue al menos dos escalas de integración:

Integración de datos: Se relaciona directamente con la manera en la cual se van a poder vincular o integrar los datos que se generan y se utilizan en un sistema. Los sistemas que son integrados usando este enfoque, hacen uso de varios tipos de almacenes de datos, los cuales tienen que ser compartidos por varias aplicaciones. Además la integración de datos puede llegar a requerir una carga de datos directa hacia una base de datos, ya sea por interfaces nativas o por otras aplicaciones, pero esto no incluye una alteración de la lógica de negocio.

Integración de procesos: Este tipo de integración se centra en la interacción no invasiva de procesos comunes sin importar las aplicaciones o fuentes de datos que hacen uso de los mencionados procesos.



2.2.1.2 Objetivos de la Integración EAI

La integración de sistemas informáticos se ha convertido en un punto clave cuando se requiere que varias aplicaciones interactúen y sean capaces de adaptarse a nuevos requerimientos sin necesidad de cambiar la lógica. Estos factores clave coinciden con algunos de los objetivos que plantea la integración EAI: para lograr esto, se han podido identificar los siguientes objetivos (Almohalla, 2006):

- Conectar sistemas aislados y heterogéneos dentro de una empresa o entre varias, y posibilitar su funcionamiento como un único sistema.
- Conectar usuarios, aplicaciones, sistemas y datos en tiempo real o diferido (batch).
- Simplificar el desarrollo de una arquitectura de interfaces y reducir su coste de mantenimiento.
- Mantener las reglas de negocio, direccionamiento traducciones de datos y mensajes hacia el exterior de los sistemas para gestionar procesos de negocio.

2.2.1.3 Características de una arquitectura EAI

Una arquitectura que posee sus sistemas informáticos integrados usando EAI, principalmente posee un control centralizado de los procesos sobre varias aplicaciones.

La interacción entre sistemas permite además la reducción del número de interfaces mediante la utilización de mensajes y asociaciones de datos que son reutilizables por varios procesos. La integración se realiza en tiempo real o batch, permitiendo obtener aplicaciones totalmente desacopladas.

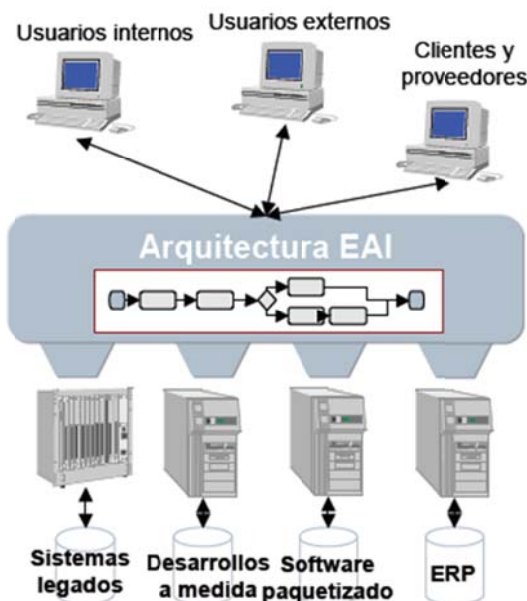


Figura 3 Arquitecturas Empresariales Integradas

En la figura 3 se puede ver una arquitectura típica EAI que permite la integración de los diferentes sistemas informáticos que posee una determinada organización, estos sistemas se ven unificados mediante una capa en la que se encuentra implementada el bus de servicios de la empresa (ESB por sus siglas en inglés Enterprise Service Bus).

“ESB, consiste en un modelo de arquitectura de software que proporciona servicios fundamentales para arquitecturas complejas a través de un sistema de mensajes (el bus)” (Wikipedia, 2011).

Beneficios derivados de la integración

La integración de aplicaciones permite obtener sistemas altamente utilizables y optimizados, en base a esto se pueden extraer algunos beneficios de la utilización de este tipo de integración (Almohalla, 2006):

- Permite aprovechar la infraestructura existente, los sistemas y el conocimiento.
- Dota a la organización de TI de capacidad de respuesta ante cambios en el negocio.
- Minimiza el impacto en el entorno actual.
- Estandariza la plataforma de sistemas y el proceso de desarrollo de aplicaciones.
- Proporciona un sistema robusto de comunicaciones.



- Reduce los costes de integración, desarrollo y operación

2.2.2 Arquitecturas orientadas a servicios (SOA)

En esta sección describimos, la segunda opción de integración de sistemas empresariales; una arquitectura orientada a servicios.

La arquitectura orientada a servicios (en inglés Service Oriented Architecture), es un concepto de arquitectura de software que define la utilización de servicios para dar soporte a los requisitos del funcionamiento de una determinada empresa. Esta alternativa de integración, permite la creación de sistemas de información altamente escalables que reflejan el negocio de la organización, a su vez brinda una forma bien definida de exposición e invocación de servicios (comúnmente pero no exclusivamente servicios web), lo cual facilita la interacción entre diferentes sistemas propios o de terceros (Wikipedia, 2011).

Supone toda una metodología de diseño capaz de alinear la infraestructura de TI (Tecnologías de Información) con los procesos de negocio (objetivos que persigue la organización y la forma en la cual se cumple cada uno) sobre la base de los servicios compartidos en red (Computing-es, 2004).

La utilización de SOA, permite el desarrollo de aplicaciones altamente escalables lo cual facilita la interacción directa entre varios sistemas propios e incluso de terceros, esto en base a la generación de servicios bien definidos.

SOA incluye:

- Una arquitectura con estándares abiertos
- Evolución de la programación orientada a objetos, de procedimiento, y de datos centrados a los enfoques de implementación de soluciones.
- La integración de aplicaciones basado en estándares de comunicación tales como: XML, SOAP, REST.
- Un conjunto de principios arquitectónicos y patrones tales como modularidad, y encapsulación.

2.2.2.1 Objetivos que persigue SOA

SOA, al ser una arquitectura orientada a servicios, pretende asegurar que los sistemas que sean desarrollados basándose en sus principios cumplan los siguientes objetivos:

- Reducir los gastos de integración: mediante el reemplazo del software heredado en un corto plazo.



- Incrementar la reusabilidad: tratando de reducir la redundancia y mejorando los tiempos de respuesta.
- Fortalecer las organizaciones mediante la utilización de un control basado en procesos flexibles.
- Incrementar la agilidad mejorando la competitividad mediante la utilización de una innovación constante y rápida.

2.2.2.2 Cuando no aplicar SOA

SOA provee una arquitectura orientada a servicios la cual resulta especialmente útil cuando los objetivos de la empresa en donde se trate de implementar esta solución están en constante cambio. Esta flexibilidad de cambios obliga a que la, la arquitectura de soporte y sobre todo sea capaz de adaptarse sin ningún problema a los mismos.

Este tipo de arquitecturas no se recomienda para todas las organizaciones, se debe tener claro cuando se puede aplicar y cuando no es recomendable hacerlo. El siguiente es un listado de casos en los que no se debe aplicar:

- Cuando los requerimientos del negocio están estables, es decir, no cambian.
- Cuando el entorno de TI (Tecnologías de Información) es homogéneo.
- Cuando un requerimiento particular de rendimiento busca eficiencia sobre flexibilidad.

2.2.2.3 Pasos para la adopción de SOA

Para la adopción de SOA, se deben tener en cuenta algunos factores de partida como son: *componentes principales para el negocio* y los *componentes principales para TI*.

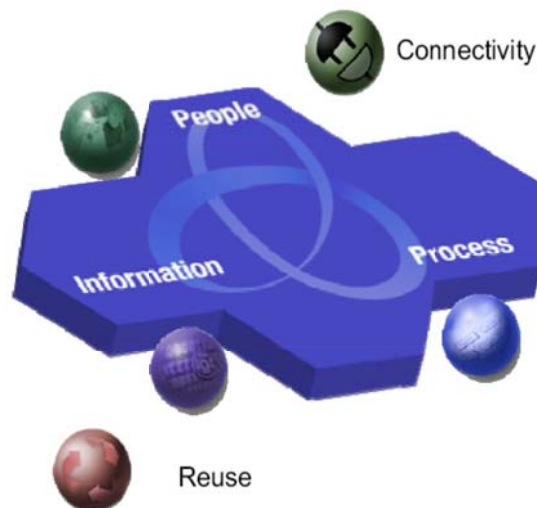


Figura 4 Componentes identificados en el proceso de adopción de SOA

En la figura 4 se puede observar claramente la relación presente entre los componentes de negocio (personas, información y procesos) y los componentes de TI (conectividad y reusabilidad) los cuales serán explicados brevemente a continuación:

En los componentes principales para el negocio podemos distinguir:

- **Personas:** que sean capaces de interactuar con aplicaciones y servicios de información que soporten los procesos de negocio.
- **Información:** que facilite la aceleración del despliegue de la innovación de modelos de negocio con procesos reusables además de la creación de aplicaciones flexibles entre los múltiples procesos a través de la empresa y sus diferentes socios.
- **Procesos:** que permitan el acceso a fuentes de datos complejas, heterogéneas y que disponga de servicios reutilizables para facilitar el descubrimiento y publicación de la información.

Los componentes principales de las Tecnologías de Información (TI):

- **Conectividad:** de servicios SOA, diseñados para ayudar a simplificar el ambiente de TI con más seguridad, confiabilidad y escalabilidad.
- **Reusabilidad:** La reutilización de servicios existentes incluye la utilización de cualquier servicio que haya sido creado anteriormente y que pueda ayudar con sus funcionalidades a la creación de uno nuevo. Habilitando y navegando la herencia lógica como componentes de servicios reusables.

2.2.2.4 Beneficios de la utilización de SOA

Los beneficios que puede obtener una organización que adopte SOA son (Ali, 2011):

- Mejora en los tiempos de realización de cambios en procesos.
- Facilidad para evolucionar a modelos de negocios basados en tercerización.
- Facilidad para abordar modelos de negocios basados en colaboración con otros entes (socios, proveedores).
- Poder agregar nuevos servicios sin tener que modificar considerablemente la estructura del mismo.
- Facilidad para la integración de diferentes tecnologías.

2.2.2.5 Enfoques de implementación SOA

Existen tres tipos de enfoques para la implementación de SOA: enfoque orientado a servicios, enfoque de orientación iterativa a procesos/servicios de negocio y enfoque con orientación a procesos puramente (ver figura 2.4).

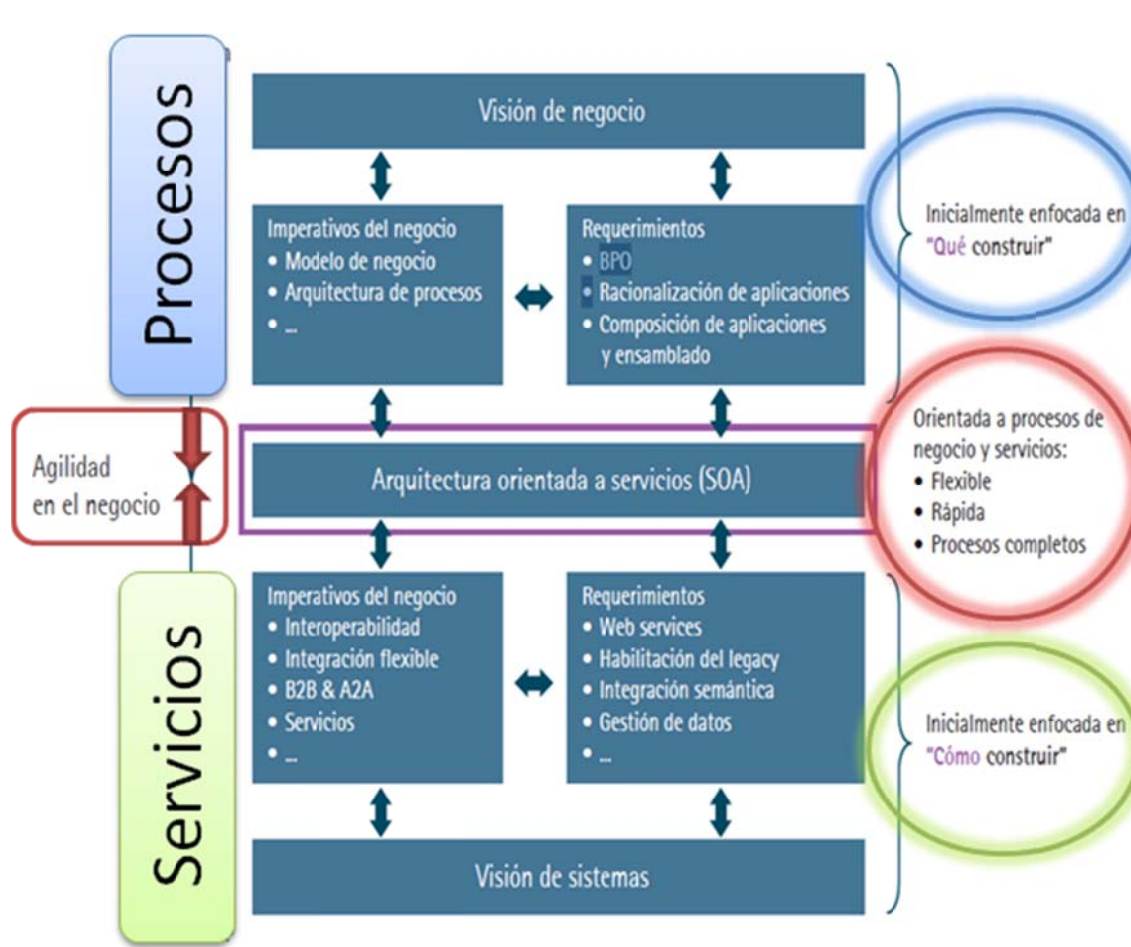


Figura 5 Enfoques de implementación de SOA

Como se puede observar en la figura 5, el enfoque orientado a los procesos parte desde un punto de vista en donde se incluye las funcionalidades que



deben estar presentes en la lógica de negocio, mientras que el enfoque orientado a servicios/procesos prioriza la visión de los sistemas informáticos.

A continuación explicamos brevemente cada uno de estos enfoques:

- El enfoque con orientación a los servicios: Se centra en el establecimiento de una buena base de servicios integral que sea capaz de extenderse desde un departamento hacia toda la empresa.
- El enfoque de orientación iterativa a procesos/servicios: se centra exclusivamente en procesos que negocio que tengan alta rentabilidad económica para la empresa. La evolución del número de servicios estará alineada con la evolución del número de procesos claves.
- El enfoque de orientación a procesos se centra exclusivamente en la creación de procesos de negocio que puedan abarcar desde un departamento hasta toda la empresa con un inventario de servicios reducido.

2.3 ERP o planificación de recursos empresariales

ERP es el término definido por Gartner para anunciar la nueva dimensión adquirida por aquellos sistemas (capaces de representar una nueva generación de soluciones integradas de gestión, que aporten las características y funcionalidades de un CRM⁵ (Customer Relationship Management) y SCM⁶ (Software Configuration Management), dentro de la misma aplicación (I World, 2011).

Los sistemas ERP son sistemas complejos y algunas compañías no saben ajustarse a ellos, lo cual es un problema considerable ya que además existen muy pocos expertos y su implantación en la empresa resulta cara. Además, es necesario tener empleados capaces de controlar y dar mantenimiento al sistema ERP.

2.3.1 Objetivos que persigue la utilización de los ERP

Los principales objetivos de los sistemas ERP son:

- Optimización de todos los procesos de la empresa.
- Acceso de toda la información de forma precisa, segura, rápida y verdadera (integridad de datos).

⁵ CRM: Sistemas informáticos de apoyo a la gestión de las relaciones con los clientes, a la venta y al marketing

⁶ SCM: Gestión de configuración de software es una especialización de la Gestión de configuración a todas las actividades en el sector del desarrollo de software.



- Facilidad de compartición de información entre todas las secciones y componentes de la organización para mayor eficiencia.
- Eliminación de datos y operaciones ya no necesarias para el correcto funcionamiento, optimización, y renovación de los servicios.

El propósito más importante en un ERP, es dotar a los clientes del negocio con respuestas rápidas y eficientes a sus problemas, así como un inmejorable manejo de información, que sea lo suficientemente útil para que permita la toma de decisiones y la disminución de los costes totales de operación.

2.3.3 Beneficios de la utilización de los ERP

Varios son los beneficios que se esperan en una implementación de un ERP, aquí algunos de ellos (Monografias.com, 2008):

- Permite obtener un solo sistema para manejar muchos de sus procesos comerciales.
- Integración entre las funciones de las aplicaciones.
- Reduce los costos de gerencia.
- Incrementa el retorno de inversión.
- Fuente de Infraestructura abierta.

2.3.4 Funcionamiento y tipos de ERPs

Los sistemas ERP se organizan por medio de módulos, los cuales se conectan a distintas bases de datos, según lo que se requiera para cada departamento. En la literatura se pueden distinguir dos tipos de ERP, los de propietario y los de código abierto.

- ERP propietario: los de propietario son hechos por empresas con fines de lucro que venden sus software y los implementan a las empresas que lo soliciten a un elevado costo, para poder utilizarlos se necesita obtener una licencia, más el costo de la implementación del software en la empresa (Gestiopolis.com, 2011).
- ERP de código abierto: estos son hechos por comunidades de programadores que sin fin de lucro, distribuyen sus ERP sin costo alguno, aunque esto no signifique que sea del todo gratuito, ya que la implementación genera un costo en la empresa y es necesario de una persona capacitada que lo realice (conocidos como “partners”).

El trabajo más duro de un ERP es el desarrollo del mismo, pues aunque existan los mismos ERP's para diferentes empresas, esto no significa que las empresas realicen cosas similares, esto ocurre porque cada empresa es diferente y por lo tanto necesita de un desarrollo personalizado de los distintos módulos que más utilice la empresa o simplemente la empresa se deberá adaptar al sistema.



El segundo factor a considerar en el proceso de utilización de un ERP dentro de una empresa, es la integración del mismo; son realmente muy pocas las empresas que logran integrar estos sistemas desde el inicio de la misma, es por esto que la implementación dura más tiempo del esperado, pero el verdadero éxito del ERP radica en lo siguiente, una vez que el sistema ha sido correctamente implementado, es mucho más fácil el desarrollo de nuevos módulos, departamentos y sistemas como lo es el caso de empresas donde cambien constantemente sus productos, zonas de venta, insumos etc.

2.3.5 Ventajas de los ERP

Como se ha mencionado anteriormente, la principal ventaja de los ERP es la gestión en tiempo real de la información, una ventaja que las empresas agradecen mucho por su fuerte interacción con la logística de información y productos, la cadena de abastecimiento, estadísticas financieras, y otras áreas que utilizan información que cambia constantemente.

La correcta implementación de los ERP repercute en el aumento de productividad de todos los departamentos, así como el mejor aprovechamiento del tiempo, donde antes se necesitaba tiempo para llevar un informe de un departamento a otro, ahora ese tiempo es utilizado en otras funciones.

2.3.6 Desventajas de los ERP

“Aunque los sistemas ERP puedan generar un incremento de productividad, para muchas empresas es casi imposible pagar el costo de las licencias, implementación y sobre todo del mantenimiento del mismo”. (ERP, 2010).

Además del costo, el tiempo que sugiere la implementación es un problema para las empresas, este problema empieza por la rigidez que tienen los ERP, es difícil que una empresa en particular desarrolle su propio sistema, los ERP que son sistemas genéricos, tienen que ser adaptados a las empresas desde su estructura principal.

Se necesita instruir a los trabajadores de cada módulo que se vaya a asignar, la especialización de los trabajadores genera un costo y tiempo que tiene que emplear la persona para hacer un cambio en su estructura operativa, lamentablemente la resistencia al cambio presenta un problema muy grande en este punto.

Relación con la Planeación en Proceso

El flujo de información dentro de los ERP puede influir en las decisiones de producción dentro de un día, semana o año, ya que la información y estadísticas están siempre a la mano, además la producción se basa en la cantidad de insumos con la que se cuenta, los ERP manejan eficientemente los insumos, a través de la logística de información se puede tener lo que se quiera cuando se necesite y producir lo que se quiera.



Dentro de la planeación de procesos, los ERP tienen su mayor influencia en la gestión de las bases de datos de manufactura y de producción, según la empresa y los módulos, son suficientemente capaces de crear entornos de estimación de datos y guardar la información que se necesite en estos departamentos.

2.4 Crítica y discusión

A continuación se efectúa un análisis de las diferentes técnicas de integración de sistemas descritas en las secciones previas. Dicho análisis pretende identificar la técnica de integración más adecuada, tomando en consideración algunos factores clave como son: costos, mejora en la atención a los clientes, facilidad de implementación, etc.

El cuadro siguiente resume los puntos principales que contrastan las ventajas y desventajas de cada técnica de integración de sistemas en el contexto de la empresa que forma parte del estudio de esta tesis (PROMAS).

Cuadro de Evaluación: Técnicas de Integración de sistemas

Temas	ERP	SOA	EAI
Costo	Muy Alto, sólo se justifica si apoya todas las estrategias de negocio de la organización.	Medio o Bajo dependiendo de las características de los sistemas a integrar	Medio
Estrategia de Negocio	Apoya especialmente las operaciones internas de la organización: producción, facturas, contabilidad, administración de recursos humanos, etc.	Muy útil para facilitar las operaciones externas de la organización: servicios al cliente	Útil para facilitar las operaciones internas y externas de la organización:
Incremento de productividad	Cambia radicalmente la forma de administrar, operar, manejar y controlar.	Se pueden utilizar estándares internacionales para su uso	Puede apoyarse en estándares
Mejorar atención a clientes	Ayuda en el proceso	Permite fácilmente integrar nuevas tecnologías	Apoya parcialmente
Integración	Nace integrado y sin costuras	Se puede resusar los sistemas legados para efectuar la integración	Se puede resusar los sistemas legados para efectuar la integración

Tabla 1: Evaluación de las técnicas de integración de sistemas legados

En la tabla 1 se ha incluido una evaluación de las técnicas de integración mediante la utilización de los criterios más comunes entre las tres técnicas y que se detallan a continuación:



El costo de implementar un ERP es muy alto ya que no se reutilizan los sistemas legados que están en funcionamiento, la mayoría de estos sistemas sirven más que nada para identificar los procesos que se llevan actualmente en la organización. Además este tipo de sistemas suelen ser usados especialmente para apoyar las tareas internas de la organización como son el manejo de facturas, contabilidad, administración, etc. Sin embargo en el caso de este proyecto de tesis la mayoría de sistemas que existen en el PROMAS apoyan más que nada a procesos que tienen estrecha relación con el cliente pues es un objetivo de la organización publicar y difundir la información que se genera en los distintos proyectos. A pesar de que existen sistemas para apoyar el proceso de administración y gestión de la organización eso no es el principal objetivo en este momento.

Respecto al incremento de productividad se podría decir que a pesar de que un sistema ERP ofrece las mejores alternativas de productividad para el caso concreto del PROMAS, no es muy útil ya que no está enfocado a los procesos internos de la organización.

En cuanto a la mejora a los cliente un sistema ERP en el PROMAS puede ayudar pero NO permitiría cumplir con el objetivo de ofrecer la información geográfica, suelos, etc. a los clientes pues NO son los objetivos del ERP. Adicionalmente, con la utilización de la técnica de SOA, se podría obtener una plataforma que permita agregar nuevas tecnologías en caso de ser necesario, mientras que con EAI se podría obtener esto de una manera parcial.

Finalmente en cuanto a la integración el sistema ERP nace integrado, lo que haría que se tengan de dejar de un lado todos los sistemas legados que están actualmente siendo utilizados, lo cual no es una opción para el PROMAS.

La integración de los sistemas mediante la utilización de un ERP, no es factible, ya este tipo de aplicaciones se pueden utilizar con éxito en organizaciones que tengan claramente definidos los estándares con los cuales van a operar. Adicionalmente, el costo de inversión que se tiene que realizar con la implementación de este tipo de sistemas es elevado, partiendo de los valores que se implica el adquirir la licencia y el posterior entrenamiento que tiene que tener el personal que va a encargarse de su correcto funcionamiento.

La integración de los sistemas a partir de la integración de sistemas empresariales (EAI), no se ve aplicable ya que es una primera generación en el proceso de integración y además se deben establecer cierto tipo de estándares para la correcta comunicación entre los diferentes sistemas informáticos legados que existe. Adicionalmente una integración mediante EAI, requeriría una inversión considerable desde el punto de vista de tiempos y recursos ya que tendría que implementar un bus de comunicación de información al cual se comuniquen cada uno de los sistemas anteriores.

Por último, una integración de sistemas legados mediante SOA, se ve factible, ya que esta no requiere mucha inversión ya sea de tiempo o de recursos, ya que se puede utilizar técnicas como las que serán analizadas en el siguiente



capítulo , las cuales permiten exponer servicios de una manera fácil, rápida y con poca inversión.

2.5 Resumen

En el presente capítulo se han establecido criterios claves que se utilizaran en los posteriores capítulos, se ha podido definir algunas de las técnicas existentes para la integración de sistemas. Además se ha podido establecer claramente cuál de las estrategias para la integración de sistemas se adapta mejor para llegar a alcanzar los objetivos de esta tesis (SOA).

Se ha identificado las características principales de una arquitectura orientada a servicios, los objetivos que se tienen que tener presente antes de realizar la migración y además los parámetros sobre los cuales no se debe aplicar o tratar de migrar las aplicaciones existentes.

Para la correcta utilización de una arquitectura orientada a servicios, es necesario tener claro los conceptos de servicios, la interacción de tiene cada uno, la visibilidad de los mismos. Además se debe tener establecidas reglas o políticas para la correcta interacción de los servicios con los usuarios que consumen los mismos.



Capítulo 3

Técnicas de migración de sistemas legados hacia una arquitectura orientada a servicios



Capítulo 3: Técnicas de migración de sistemas legados hacia una arquitectura orientada a servicios

Una arquitectura orientada a servicios (SOA) puede ser visto como un modelo flexible para conexiones de componentes separados en respuesta a los cambios en la organización. SOA se centra en el intercambio de información entre los mayores componentes, separando las interfaces de la aplicación de la implementación interna (Asil A. Almonaies, 2010).

Existen muchas características de SOA que hace que la modernización de sistemas legados sea atractiva, incluyendo: acoplamiento, abstracción de la lógica subyacente, agilidad, flexibilidad, reusabilidad, autonomía y reducción de costos. El propósito principal para la adopción de SOA, como fue analizado en el capítulo anterior, es mejorar la comunicación entre los diferentes componentes de una organización.

En este proyecto de tesis se analizarán algunas de las técnicas existentes para la modernización de los sistemas legados hacia una arquitectura orientada a servicios. Se han dividido los enfoques en cuatro categorías:

- Reemplazo de sistemas legados
- Redesarrollo o reingeniería
- Empaquetado
- Migración

Para poder comparar los diferentes enfoques de integración de sistemas usando SOA, se propone un marco de comparación que toma en consideración diferentes criterios. Estos criterios nos permiten comparar diferentes trabajos de la literatura con el objeto de identificar la alternativa más viable para nuestros propósitos.

3.1 Criterios para la comparación

Para poder realizar la comparación entre los diferentes enfoques se ha tomado en consideración los siguientes criterios:

- **Estrategia de modernización:** reemplazo, re-desarrollo o reingeniería, empaquetado y migración.
- **Tipo de sistema legado:** la clase de sistema legado para poder determinar qué clase de técnica aplicar.
- **Grado de complejidad:** Tiempo/costo y complejidad del método.
- **Profundidad de análisis:** Estrategia a utilizar para obtener un conocimiento completo del sistema legado.



- **Adaptabilidad de los procesos:** Cómo los procesos se adaptan a los sistemas legados con el fin de minimizar las modificaciones requeridas.
- **Soporte de herramientas:** Hasta qué grado es un proceso automatizado y si es que una herramienta es propuesta o implementada.
- **Grado de cobertura:** Si es que el enfoque es una estrategia completa para la migración a SOA o sólo se especifica para cierta parte de la modernización.
- **Validación de Madurez:** Ha sido el enfoque propuesto aplicado y validado.

3.2 Reemplazo de sistemas legados

Aunque reemplazar no es una técnica, puede tener sentido retirar la aplicación y reemplazarla con un paquete nuevo o reescribir completamente el sistema legado basándose en los lineamientos que dispone la plataforma a implementar. Dos posibles razones son: i) si las reglas de la aplicación están completamente claras y el sistema legado incluye tecnologías obsoletas o ii) que presenten dificultad al momento de mantener las mismas (Aversano, 2001)

Una organización puede escoger la técnica de reemplazo, si el empaquetamiento, rediseño y migración incluyen costos que no pueden ser justificados. Reescribir una aplicación desde el inicio es verdaderamente costoso, riesgoso y además consume mucho tiempo.

El reemplazar una aplicación puede incluir dos riesgos significativos: i) el mantenimiento del nuevo sistema el cual no tendrá tanta familiaridad como la que tenía el sistema que fue reemplazado; y ii) la falta de garantía de que el nuevo sistema va a ser tan funcional como el original. Dados estos riesgos y el objetivo de reutilización de los sistemas orientados a servicios, en muchos de los casos se considera que la estrategia de reemplazo para código legado tiende a ser una solución poco deseable para la migración a SOA. Para nuestro caso particular consideramos que el reemplazo de los sistemas legados existentes no es una alternativa viable por los riesgos citados anteriormente.

3.3 Técnicas de empaquetamiento

El empaquetamiento provee una nueva interface SOA a los componentes legados, haciendo fácilmente accesible a otros componentes de software. Es una técnica de tipo caja negra, ya que trata de ocultar la complejidad del sistema. Las técnicas de empaquetamiento son utilizadas cuando resulta muy caro el tener que volver a re codificar un sistema. La utilización de este tipo de técnicas es relativamente pequeña, puede ser reutilizada y es bastante rápida.



Si los sistemas legados tienen una influencia de alto nivel y una calidad buena en el código desarrollado, este tipo de técnicas es una buena opción. El problema fundamental que presenta este tipo de técnicas es el de que no permite la solución de los problemas como el mantenimiento y actualización de los sistemas.

En la literatura existen algunos trabajos que usan técnicas de empaquetamiento para modernizar sus sistemas legados. A continuación describimos brevemente las principales características de los trabajos que consideramos más relevantes:

Ejemplos:

Sneed (Sneed H. , 2005) (Sneed H. , 2006) En estos estudios se presenta un método que permite el mantenimiento de los códigos legados dentro de un ambiente SOA. El código legado es recubierto por una capa de XML la cual permite hacer uso de sus funciones individuales y ofrecer éstas como servicios web. Los segmentos de código que se encargan de representar a tal o cual servicio son identificados mediante la utilización de herramientas para clustering y flujo de datos. Los nuevos componentes son creados utilizando los segmentos antes mencionados, a estos se les asigna un interface WSDL y un framework SOAP⁷ es utilizado para empaquetar el componente. Finalmente se crea un proxy para poder enlazar los nuevos servicios hacia la nueva arquitectura SOA.

Canfora (Canfora, 2006) Propone un método para hacer que las funcionalidades interactivas de un sistema legado estén disponibles como servicios web mediante el empaquetado de las mismos en una interface SOA. Este método provee una interface requerimiento / respuesta, donde un cliente invoca a un servicio usando mensajes de requerimiento y el mismo es respondido con los resultados requeridos.

Stroulia (Stroulia E. E.-R., 2002) (Stroulia E. E.-R., 2000) especifica un esquema de procesamiento de los sistemas legados usando el método CelLEST⁸. Las interacciones del usuario son procesados mediante una ingeniería inversa y los segmentos específicos de las tareas de esta interacción son empaquetados en una interfaz que es accesible en la web.

El proceso consta de 3 pasos:

1. Recolectar los datos sobre la interacción del usuario, utilizando instrumentos especializados.

⁷ SOAP: es un protocolo estándar que define cómo dos objetos en diferentes procesos pueden comunicarse por medio de intercambio de datos XML

⁸ CelLEST: es un método establecido por (Stroulia E. E.-R., 2002) y está encaminado a la exposición de servicios mediante la técnica de empaquetado o wrapper.



2. La ingeniería inversa del comportamiento dinámico de la interfaz del sistema en términos de las pantallas que se presentan para el usuario y la navegación a través de ellos.
3. Analizar la especificación de tareas y las rutas de navegación para extraer un modelo de las tareas del usuario.

En Sneed y Sneed (Sneed H. S., 2003), una interfaz es construida empaquetando la ejecución y navegación de los sistemas legados para un navegador web estándar. Los bloques de código individual son empaquetados y reutilizados como un servicio web utilizando un proceso de siete pasos:

1. Funciones de minería
2. Funciones de empaquetamiento
3. Esquemas de creación XML
4. Servidor de generación de código auxiliar
5. Generación de clases de clientes
6. Servidor de enlaces
7. Emparejamiento de servicios web.

3.3.1. Comparación

En la tabla 2 se puede ver un resumen de cada una de las técnicas anteriormente detalladas

Ref.	Tipo de sistema legado	Grado de complejidad	Profundidad del análisis	Adaptabilidad del proceso	Herramienta de apoyo	Grado de cobertura	Nivel de Madurez
(Sneed H., 2005) (Sneed H., 2006)	Programas legados	NA	Depende de las reglas de negocio en el código legado	Extracción del código	Automatizada	Completa	Casos de estudio
(Stroulia E. E.-R., 2002)	Código independiente	Depende la aplicación legada	Interacciones de usuario con los sistemas legados	Modelo del comportamiento de la interfaz de los sistemas y usuarios	Semi automatizada	Completa	Casos de estudio
(Canfora, 2006)	Sistemas legados interactivos	NA	Casos de uso de los sistemas legados	NA	Manual	Completa	Casos de estudio (correo al cliente)



(Sneed H. S., 2003)	Bloques de código individuales	NA	NA	NA	Automatizada	Completa	Casos de estudio
---------------------	--------------------------------	----	----	----	--------------	----------	------------------

Tabla 2: Comparación de los diferentes enfoques presentes en la técnica de empaquetamiento

Todas las técnicas tienen ventajas y desventajas, sin embargo el acercamiento presentado por (Canfora, 2006) es fundamentalmente manual lo cual hace hasta cierto punto compleja la utilización del mismo ya que depende principalmente de las dimensiones del sistema legado, además hay que considerar que no existe un análisis a profundidad del sistema ya que solo la interfaz del mismo es expuesta como servicio web.

3.4. Técnicas de re-desarrollo o reingeniería

El término re-desarrollo se refiere a un enfoque de reingeniería. Reingeniería consiste en analizar y adaptar una aplicación con el objetivo de representarla en una nueva forma. Un proceso de reingeniería puede incluir procesos como:

- Ingeniería inversa
- Reestructuración
- Rediseño
- Re implementación

Los siguientes enfoques se centran en la utilización de la ingeniería inversa para poder asociar la funcionalidad SOA a los diferentes sistemas legados que pueda existir. Existen tres problemas frecuentes en la reingeniería orientada a servicios:

- Identificación de servicios
- Empaquetamiento de servicios
- Despliegue de servicios

La identificación de servicios de un sistema legado, no es una tarea fácil de realizar, para poder realizar la correcta migración.

La reingeniería de software puede jugar un papel muy importante en la migración de los sistemas legados hacia un ambiente orientado a servicios.

Es comúnmente aplicada a sistemas que disponen de las siguientes características:

- Los sistemas legados necesitan ser migrados a un ambiente redistribuido y pueden ser empaquetados y expuestos como servicios web.



- Los sistemas tienen embebida una funcionalidad reutilizable y confiable y además con una importante lógica de negocios.
- Algunos de los componentes de un sistema legado son más fácilmente cambiables que todo el sistema completo.
- Las funcionalidades embebidas son fácilmente expuestas como servicios independientes.
- Los componentes objetivos necesitan ser ejecutados en diferentes plataformas.
- Algunos de los componentes pueden ser reemplazados gradualmente sin afectar al servicio consumidor.

Ejemplos:

(Chung, 2005) Describe un proyecto en el cual se realiza la reingeniería hacia una arquitectura orientada a servicios de un sistema llamado Bertie3 y obteniendo un sistema llamado SoBertie (Service-OrientedBertie) que provee las características del sistema original pero incluyendo adicionalmente las funcionalidades de un sistema orientado a servicios. Como producto de este proyecto surgió la metodología llamada Service-Oriented Software Reengineering (SoSR).

La metodología SoSR es una síntesis de las mejores prácticas, es una arquitectura centralizada y orientada a servicios. Se conceptualiza a partir de un modelo de tres servicios-participantes, 4 +1 modelo de vista⁹, y un gráfico RACI¹⁰.

(Distante, 2006), presenta un enfoque holístico para rediseñar los sistemas legados para el Web usando Ubiquitous Web Application Design Framework (UWA) y una versión extendida del Modelo de diseño transaccional (UWAT+), el cual consiste en el diseño de tecnologías de recuperación para los sistemas legados y métodos de diseño hacia adelante para sistemas basados en Web.

⁹ El modelo 4+1 describe la arquitectura del software usando cinco vistas concurrentes: vista lógica, vista de procesos, vista física y vista de desarrollo. Estas vistas son utilizadas para poder describir los sistemas desde diferentes puntos de vista como: la de los usuarios finales, desarrolladores o administradores de proyectos.

¹⁰ RACI: La matriz de la asignación de responsabilidades (RACI por las iniciales de los tipos de responsabilidad) se utiliza generalmente en la gestión de proyectos para relacionar actividades con recursos (individuos o equipos de trabajo)



El proceso usado para producir el diseño conceptual UWA/UWAT+ de la nueva aplicación se basa en tres pasos principales:

- Obtención de los requerimientos
- Ingeniería inversa
- Ingeniería hacia adelante

(Chen, 2005), utiliza un análisis de características para el apoyo de la reingeniería orientada a servicios. El análisis de características incluye la identificación de las características de los sistemas y la identificación de la implementación que debe ser ejecutada.

El autor utiliza una librería MIS (Management Information System) en un campus digital como caso de estudio. MIS es analizada utilizando una técnica top-down del dominio de descomposición y una análisis de características; muchos servicios son identificados con sus respectivas características a los largo del proceso. La implementación de los servicios identificados es entonces generada por una herramienta de empaquetado de servicios web.

(Cuadrado, 2008)Propone un sistema para recuperar las arquitecturas de sistemas legados con el fin de identificar el plan necesario para poder llegar a la modernización de la aplicación. Esto consiste en la utilización de un enfoque de caja blanca basado en la modificación del código legado existente, utiliza un proceso de tres pasos: recuperación de la arquitectura, creación de un plan de evolución y ejecución del plan.

El soporte de la recuperación de la arquitectura permite la creación de la documentación apropiada. La creación de un plan de evolución consiste en cuatro fases:

- Selección de la arquitectura
- Definición de los ciclos de evolución
- Planeación de los ciclos
- Revisión preliminar de la factibilidad.

El proceso está completo cuando se logra la ejecución completa del plan.

3.4.1. Comparación

La tabla 3 resume las características de los enfoque de re-desarrollo utilizando los criterios de comparación establecidos. Para estas técnicas es difícil identificar el grado de adaptabilidad de los procesos. Mientras cada uno de las técnicas utiliza un enfoque diferente para poder identificar el código legado.



Ref.	Tipo de sistema legado	Grado de complejidad	Profundidad del análisis	Adaptabilidad del proceso	Herramienta de apoyo	Grado de cobertura	Nivel de Madurez
(Chung, 2005)	Programa de derivación lógica	Moderado	Dependiente	NA	SI	Completa	Idea propuesta
(Chung, 2005)	Sistema legado interactivo	Moderado	Software de ingeniería inversa	Software de ingeniería inversa	SI	Completa	Caso de estudio
(Distante, 2006)	Aplicación de escritorio de windows	Consumo de tiempo	Recuperación de diseño y métodos de diseño hacia adelante	Transacciones web y modo de navegación	SI	Completa	Caso de estudio
(Chen, 2005)	Ambiente técnico	Dependiente	Identificación de código fuente	NA	SI	Completa	Caso de estudio
(Cuadrado, 2008)	Dependiente	Dependiente	Descripción detallada del sistema legado	NA	Eclipse y Omondo UML	Completa	Caso de estudio

Tabla 3: Comparación de los diferentes enfoques presentes en la técnica de re-desarrollo

3.5. Técnicas de migración

En las técnicas de migración, el código legado es identificado, desacoplado, y extraído usando enfoques parecidos a los utilizados en las técnicas de empaquetado y re-desarrollo. Las interfaces de usuario son reestructuradas para ser compatibles con la estructura de SOA. Las técnicas de migración incorporan re-desarrollo y empaquetado y el objetivo es producir un sistema con un diseño compatible con SOA. No siempre se puede distinguir con claridad los enfoques de migración de los de las técnicas de empaquetado y re-desarrollo.

En los trabajos que detallamos a continuación, se utilizará el término migración cuando se refiera a un enfoque en el cual se pretende mover el sistema legado y su núcleo hacia un nuevo medio ambiente.

Ejemplos:

(Aversano, 2001) Presenta un caso de estudio en el cual un sistema desarrollado en COBOL es migrado hacia una arquitectura web basada en servicios. Los sistemas legados son divididos en una interface de usuario y



servidor (lógica de aplicación y base de datos). La interface de usuario es migrada a una interface web usando ASP¹¹, VBscript¹² y un enfoque MORPH¹³ el cual ha sido utilizado para la asociación de los nuevos componentes web.

El servidor es empaquetado e integrado en un sistema con capacidades web y con la utilización de DLLs (Dynamic Load Libraries)¹⁴ escritas en MicrofocusObject COBOL, cargadas dentro del IIS (Microsoft Internet Information Server) y accedidas a través de las paginas ASP.

(O'Brien, 2005) Presenta una estrategia que identifica el uso de componentes legados como servicios. La reconstrucción arquitectural es usada para identificar las dependencias entre componentes para la migración de servicios y así obtener una organización con un mejor entendimiento para los procesos que la conforman.

(Lewis G. M., 2006) (Lewis G. M., 2005)Y (Smith, 2007) Discuten una técnica de migración llamada: The Service-Oriented Migration and Reuse Technique (SMART) que ayuda a las organizaciones a analizar sistemas legados para decidir las funcionalidades que podrán ser expuestas como servicios en una arquitectura orientada a servicios.

SMARTS considera las iteraciones específicas que se van a requerir para llegar a alcanzar SOA y algunos de los cambios que se tienen que hacer en los componentes legados. Esto incluye un rango amplio de información acerca de los componentes legados, el objetivo SOA, y los servicios potenciales para producir una estrategia de migración de servicios como su primer artefacto.

(Zhang Z. Y., 2004) Proponen un enfoque de reingeniería que aplica un algoritmo de agrupación jerárquica para poder entender el código legado con el fin de extraerlos para una construcción orientada a servicios web. La técnica de agrupación es utilizada para extraer servicios independientes desde el código fuente. La técnica soporta el empaquetamiento y la identificación de servicios, transformando al código legado funcional en servicios web.

(Zhang J. C., 2004) Discute un proyecto centrado en el desarrollo y diseño de una autenticación de tipo PTA¹⁵ (Pass-Through Authentication) para servicios

¹¹ ASP: Active Server Pages (ASP), también conocido como ASP clásico, es una tecnología de Microsoft del tipo "lado del servidor" para páginas web generadas dinámicamente, que ha sido comercializada como un anexo a Internet Information Services (IIS).

¹² VBscript: (abreviatura de Visual Basic Script Edition) es un lenguaje interpretado por Windows Scripting Host de Microsoft. Su sintaxis refleja su origen como variación del lenguaje de programación Visual Basic

¹³ MORPH es una técnica en la cual se toma un sistema ya existente y en base a los atributos del mismo se trata de generar uno nuevo.

¹⁴ Dll: Una biblioteca de enlace dinámico o más comúnmente DLL (sigla en inglés de dynamic-link library) es el término con el que se refiere a los archivos con código ejecutable que se cargan bajo demanda de un programa por parte del sistema operativo.

¹⁵ PTA: es un mecanismo mediante el cual si un cliente intenta unirse a un servidor de directorio y si la credencial de usuario no está disponible localmente, el servidor intenta verificarla credencial de otro servidor de directorio externo o un servidor de paso en nombre del cliente.



web enfocado a aplicaciones de pago electrónico. La aplicación es un sistema en línea de pago síncrono y asíncrono que puede ser ejecutado en tiempo real o en tareas que serán procesadas por lotes. Aunque este enfoque expone lógica de negocios en código legado como servicios, la preocupación principal no es lograr una arquitectura SOA sino de exponer los sistemas legados como servicios web.

(Cetin, 2007) Propone una técnica de migración híbrida, direccionando los aspectos de comportamiento y los aspectos de la arquitectura de los procesos de migración. El método consiste en seis aspectos:

1. Modelo de los requerimientos de la empresa
2. Analizar los sistemas legados existentes
3. Asociar los componentes legados hacia el modelo de los requerimientos de la empresa y la identificación de los servicios.
4. Diseño de una arquitectura de servidor híbrida.
5. Definir los niveles de los acuerdos de los servicios.
6. Implementar y desplegar los servicios.

La idea principal es la integración de los sistemas legados a la capa de presentación, la cual requiere la reinención de la tecnología web 2.0 en el nivel empresarial.

(Marchetto, 2009) Presenta un enfoque paso a paso para Java, donde un servicio web candidato es migrado hacia un nuevo servicio web en cada paso de la migración. El objetivo del enfoque es obtener una implementación preliminar de servicios web del sistema original.

3.5.1. Comparación

La tabla 4 resume los enfoques de migración de acuerdo a los criterios de comparación. Cada una de las técnicas de migración utiliza un método diferente para lograr el resultado. Todas las técnicas proveen un caso de estudio para dar soporte excepto para la que hace mención de la técnica SMART.

Ref.	Tipo de sistema legado	Grado de complejidad	Profundidad del análisis	Adaptabilidad del proceso	Herramienta de apoyo	Grado de cobertura	Nivel de Madurez
------	------------------------	----------------------	--------------------------	---------------------------	----------------------	--------------------	------------------



(Aversano, 2001)	Programa de COBOL	ND	Estático y análisis	Programas legados esenciales no modificados	SI	Completa	Proyecto piloto
(O'Brien, 2005)	Sistema independiente	ND	Reconstrucción de arquitectura	Información en sistemas legados reunida, código legado no cambiado	SI	Identificación y reutilización de los componentes legados como servicios	Caso de estudio en código c++
(Lewis G. M., 2005)	Programa independiente	Depende de los sistemas legados	Reconstrucción de arquitectura y análisis detallado hacia SOA	Características de los sistemas legados, arquitectura y código unificado	SI	Completa	Conjunto de directrices
(Zhang Z. Y., 2004)	Programa orientado a objetos	ND	Agrupación jerárquica para identificar servicios	El análisis del dominio es utilizado para identificar la lógica del negocio	SI	Completa	Caso de estudio
(Zhang J. C., 2004)	Sistema legado de pago en línea	ND	Sistema legado original integrado en un sistema objetivo	ND	ND	Completa	Caso de estudio
(Cetin, 2007)	Programa independiente	ND	El sistema legado esta analizado	Si un cambio es necesario, los componentes son modificados o reemplazados	SI	Completa	Caso de estudio
(Marchetto, 2009)	Aplicación de Java	Moderado	Diagrama de casos de uso de UML	La estructura puede ser cambiada si es necesario	SI	Completa	Caso de estudio

Tabla 4: Comparación de los diferentes enfoques presentes en la técnica de migración

3.6. Análisis de las técnicas de migración

Como se ha podido observar a lo largo de este capítulo, existen diferentes técnicas descritas en la literatura que pueden apoyar el proceso de modernización de un sistema legado. Para determinar la opción más conveniente para el PROMAS se ha tomado en consideración algunos de los criterios de comparación introducidos al inicio de este capítulo y la correspondiente agrupación de sistemas informáticos legados que será especificada con mayor detalle en el capítulo 4. Del análisis efectuado a los sistemas legados que dispone el PROMAS se ha podido identificar al menos dos grandes grupos de sistemas legados: i) sistemas orientados a objetos que están descritos en lenguajes de tercera generación como JAVA, .NET, etc. Y que usan una arquitectura en tres capas y ii) sistemas de escritorio de los



cuales no siempre se dispone el código fuente o están desarrollados en lenguajes de programación básicos como pascal, cobol, etc.

Mayores detalles de las características de estos sistemas serán introducidos en el capítulo 4.

Ref.	Tipo de sistema legado	Grado de complejidad	Costo	Soporte de herramientas	Validación de Madurez
Reemplazo	Sistemas Orientados a Objetos	Tiempo alto para la implementación del nuevo sistema	Alto	NO	El sistema tendría una madurez mínima, ya que ha sido recién implementado
	Sistemas de Escritorio	Tiempo alto para la implementación del nuevo sistema	Alto	NO	El sistema tendría una madurez mínima, ya que ha sido recién implementado
Empaquetado	Sistemas Orientados a Objetos	Depende de la complejidad del sistema, pero comúnmente el tiempo es bajo	Bajo	SI	La madurez estaría garantizada ya que ha tenido un tiempo considerable de utilización
	Sistemas de Escritorio	Depende de la complejidad del sistema, pero comúnmente el tiempo es medio	Medio	NO	La madurez estaría garantizada ya que ha tenido un tiempo considerable de utilización
Redesarrollo	Sistemas Orientados a Objetos	Depende de la complejidad del sistema, pero comúnmente el tiempo es medio	Alto	NO	La madurez estaría garantizada a medias
	Sistemas de Escritorio	Depende de la complejidad del sistema, pero comúnmente el tiempo es alto	Bajo	NO	La madurez estaría garantizada a medias
Migración	Sistemas Orientados a Objetos	Depende de la complejidad del sistema, pero comúnmente el tiempo es medio	Bajo	SI	Dependerá de la forma en la que se realice la migración
	Sistemas de Escritorio	Depende de la complejidad del sistema, pero comúnmente el tiempo es bajo	Bajo	Si	La madurez, estaría garantizada

Tabla 5: Evaluación de las técnicas de migración de sistemas legados

Si bien existen algunas técnicas para la integración de sistemas legados, su aplicación va a depender de algunos factores los cuales fueron analizados en punto 3.1 de presente capítulo y de los cuales, los más representativos han sido analizados en la tabla 5.

En el caso de la técnica que hace referencia al reemplazo de los sistemas, esta NO se podría aplicar al PROMAS, ya que existen muchos sistemas que son legados y el reemplazo de todos obligaría a que se deba incluir una inversión fuerte, la cual no sería viable ya que el Programa no puede destinar muchos



recursos económicos y además tener que establecer tiempos considerablemente grandes para su desarrollo.

La técnica de empaquetamiento o wrapper, se aplicaría parcialmente, ya que existen algunos sistemas a los cuales se la puede aplicar, principalmente a los que forman del grupo basado en una tecnología de tres capas u orientada a objetos ya que presentan un grado de complejidad bajo y el costo también es bajo. Además existen otros sistemas que no son susceptibles de este empaquetamiento ya que poseen una tecnología monolítica o de escritorio y el costo de utilización de esta técnica sería sumamente mayor.

En lo que tiene que ver con la técnica de re-desarrollo o reingeniería, se puede aplicar a algunos de los sistemas legados, pero al tener un nivel de complejidad medio-alto, se hace complejo el optar por este tipo de técnica de migración, además que el costo que incurre al tratar de migrar los sistemas con tecnología de tres capas es alto y de cierta manera permite obtener costos bajos en los sistemas de escritorio. Al utilizar esta técnica también se puede ver que el grado de madurez de los sistemas resultantes se verá comprometido ya que al tener que desarrollar nuevamente una aplicación, esta tiene que ser validada nuevamente, es por estas razones que esta técnica NO podrá ser empleada.

La técnica de migración se podría considerar como una opción ideal para la migración de los sistemas informáticos legados que disponen de una tecnología monolítica o que simplemente son desarrollados para ser aplicaciones de escritorio, ya que el nivel de complejidad se ve reducido, el costo también es bajo, y el nivel de madurez también se encuentra garantizado ya que la aplicación ya ha pasado por numerosas pruebas durante el proceso de implementación.

En base al análisis anterior se podría concluir que al haber dos grupos de sistemas, se deberá emplear una técnica específica para la migración de cada uno de estos. Para los sistemas con tecnologías de tres capas u orientados a objetos se utilizara la técnica de empaquetado, mientras que para los sistemas de escritorio o que disponen de una tecnología monolítica se deberá utilizar una técnica de migración.

3.7. Resumen

Cuando se escoge una estrategia, una variedad de aspectos se introducen al juego. La tabla 6 resume un conjunto inicial de fortalezas y debilidades para cada una de las estrategias analizadas en el presente capítulo y que servirán como base para escoger la técnica de migración más adecuada para nuestros propósitos. Otros posibles aspectos que deben ser considerados incluyen el tipo de organización que es propietaria del software y las partes interesadas que van a utilizar esos sistemas.



Estrategia	Ventajas	Desventajas
Reemplazo	Reduce el mantenimiento Mejora las funciones de negocio	Consumo de tiempo Costoso Necesidad de recursos con experiencia
Empaquetado	Rápido	Inflexible Mantenimiento difícil
Redesarrollo	Incrementa la agilidad Flexibilidad Reducción de costos	Necesita el código fuente Necesita los requerimientos originales
Migración	Ambiente estable Disponibilidad de Herramientas	Consumo de tiempo Necesidad de recursos con experiencia Necesita el código fuente

Tabla 6: Ventajas y desventajas de las técnicas de modernización de software

Dos o más estrategias de modernización pueden ser combinadas para lograr los objetivos requeridos, de esta forma se puede minimizar las desventajas y aprovechar las fortalezas de cada una de las estrategias. No siempre es fácil reutilizar los componentes de código legado y exponer éstos como servicios.

En algunas situaciones, exponer el código legado como servicios puede incluir un alto riesgo y un alto costo en lugar de reemplazarlo con uno nuevo proyecto que incluya una arquitectura SOA. No existe una solución perfecta al problema de la modernización de los sistemas legados. La estrategia seleccionada depende enteramente de los objetivos que busque la arquitectura SOA, el presupuesto disponible, los recursos y el tiempo necesario para completar el proyecto. Algunos de estos factores han sido tomados en consideración al momento de elegir la mejor estrategia de modernización de los sistemas legados que posee el PROMAS.



Capítulo 4

Integración de Sistemas Informáticos legados del PROMAS



Capítulo 4: Integración de sistemas Informáticos legados del PROMAS

En el presente capítulo se establecerá una metodología para la exposición de los servicios que van a formar parte de la plataforma que se pretende implementar en el PROMAS, además se procederá a analizar los elementos necesarios y principales que se deben tener en consideración al momento de integrar sistemas. En el anexo 1 se ha incluido una descripción a detalle de cada uno de los sistemas informáticos que dispone el PROMAS, de cada uno de estos sistemas se extraerán las características principales y sus correspondientes funcionalidades y en base a esto se podrá crear una tabla comparativa de cada uno de los mencionados sistemas.

4.1. Metodología para la migración de sistemas legados hacia una plataforma orientada a servicios

En esta sección se describe la metodología a usar para lograr los objetivos de la investigación. Los pasos que se describen a continuación están inspirados en los diferentes trabajos analizados de la literatura (ver Capítulo 3), para migrar los sistemas legados hacia una arquitectura orientada a servicios. En particular se ha tomado como base los pasos metodológicos identificados en las técnicas de empaquetado y migración, las cuales en mi opinión son las más adecuadas para modernizar los sistemas existentes en el PROMAS.

El objetivo de la presente metodología es la migración de los diferentes sistemas legados que existen actualmente en el PROMAS hacia una plataforma orientada a servicios para lograr esto se han definido ocho pasos fundamentales a seguir los cuales se pueden visualizar en la figura 6.

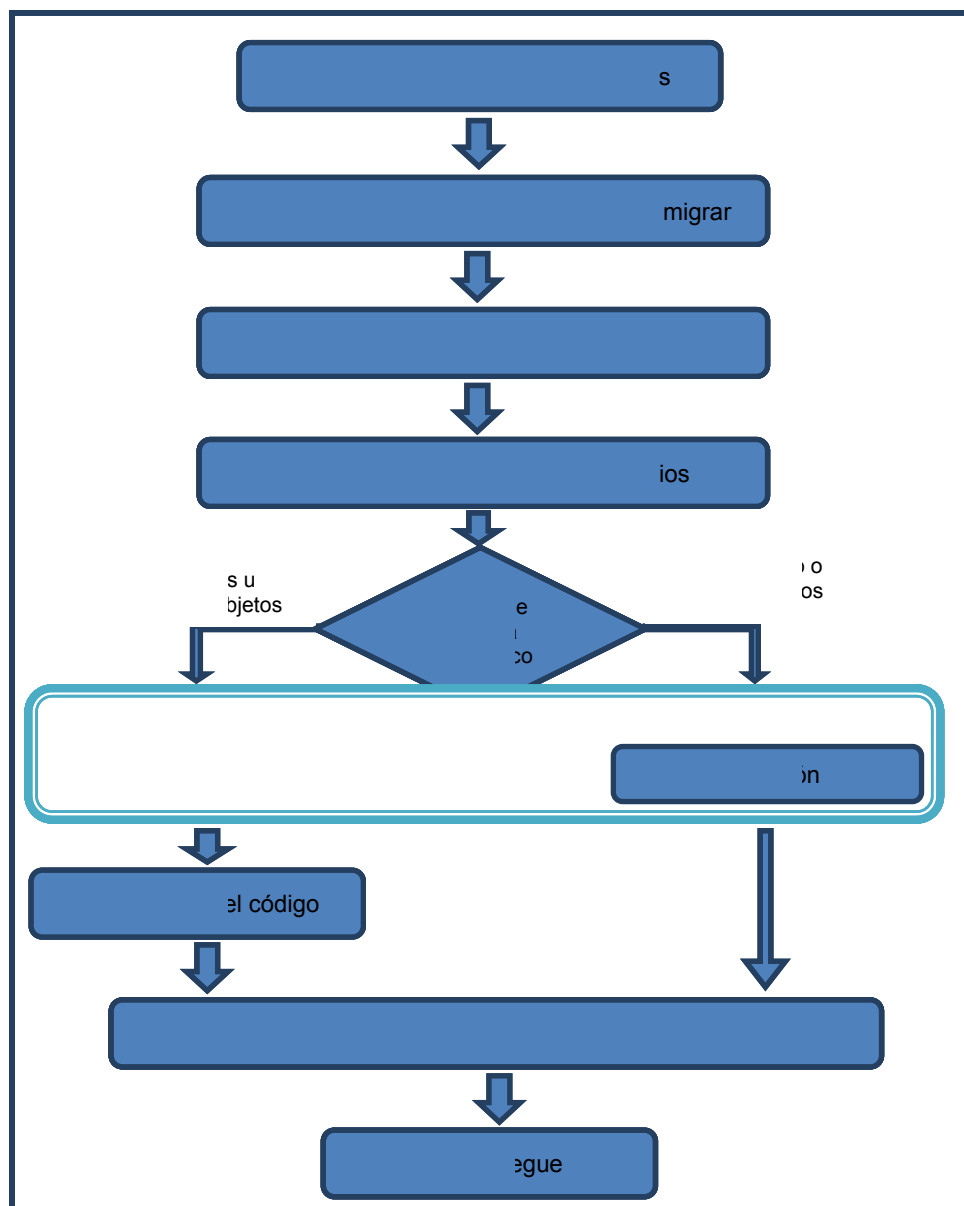


Figura 6 Metodología de migración de migración de sistemas legados

1. Análisis de los sistemas legados: El análisis de los sistemas legados existentes permitirá obtener una visión completa de las funcionalidades que disponen cada uno de ellos. Como insumos para esta fase, se toman a todos los sistemas informáticos disponibles, y como resultados se podrá obtener un listado completo de todas las funcionalidades que disponen los mismos.

2. Determinar los sistemas y servicios a migrar: Una vez realizado el análisis de los sistemas existentes (fase 1), se podrá realizar una selección de los sistemas más importantes para la organización (en base a los objetivos de



negocio que disponga) y de estos poder identificar los servicios que son necesarios exponer.

3. Análisis de los servicios: En esta fase se tomarán como entrada los sistemas y sus correspondientes servicios y se procederá a realizar un análisis de cada uno de los servicios identificados con el objetivo de determinar cómo podrían interactuar cada uno y además establecer algunos de los pasos a realizar para la correspondiente exposición de los mismos.

4. Clasificación de sistemas y servicios: Cuando se haya completado la fase tres, se podrá realizar una clasificación o agrupación de los diferentes sistemas informáticos. Esta clasificación se podrá realizar en base a las características y a los servicios que se deberán exponer, además se han establecido algunos criterios, los mismos que se encuentran especificados en la sección 4.2 del presente capítulo. Principalmente se han podido identificar 2 tipos de sistemas legados existentes en el PROMAS: sistemas informáticos basados en tres capas y sistemas informáticos legados de escritorio o con tecnología monolítica.

5. Decisión en base al tipo de sistema informático legado: Dependiendo del tipo de sistema informático identificado (tres capas o de escritorio), se deberá continuar con la metodología. En el caso de que sea un sistema basado en una tecnología de tres capas, se deberá continuar con la fase de empaquetado. Mientras que si se trata de un sistema informático de escritorio se deberá continuar con la fase de migración. Estas sub fases se han podido identificar en base al análisis de las diferentes técnicas de migración de sistemas legados realizado en el capítulo 3.

6. Migración de sistemas informáticos legados: La integración de los sistemas legados se podrá hacer dependiendo del tipo de sistema. Si se trata de un sistema informático que se base en una tecnología de tres capas se deberá utilizar una técnica de integración de empaquete. Mientras que si se trata de un sistema informático de escritorio se deberá aplicar una técnica de migración.

Empaquetado: Esta fase tiene por objeto trabajar sobre los sistemas informáticos de tres capas o que dispongan de una tecnología orientada a objetos. Se deberán aplicar cada uno de los conceptos identificados en el capítulo tres, además se debe tener en cuenta que cuando se aplique una técnica de empaquetado, la misma deberá incluir una fase de análisis de código, esto con el fin de determinar la manera en la cual se va a establecer este empaquete del sistema. Para el caso de uso especificado en el capítulo 5, se ha empleado una capa de XML la cual permite hacer uso de sus funciones individuales y ofrecer éstas como servicios web.

Migración: Si se trata de un sistema informático de escritorio o simplemente una aplicación monolítica se deberá utilizar la técnica de migración (analizada en el capítulo 3), la cual se utiliza cuando una aplicación legada debe incluir criterios tanto de re-desarrollo como de empaquetado.



6.1 Análisis de código: Si se ha realizado una técnica de empaquetado para la migración de los sistemas legados, es necesario también que se aplique esta fase, ya que cuando se aplica la mencionada técnica, también se debe aplicar un análisis de código con el objeto de determinar la forma en la que se va a realizar el empaquetado del sistema.

7. Arquitectura: En esta fase se tendrá que establecer la arquitectura que se va a utilizar para los sistemas integrados y además se deberá establecer la forma en la que se van a exponer los servicios.

8. Despliegue: Esta fase incluye el empaquetado o migración, personalización de los sistemas legados y desarrollo de nuevos servicios. El desarrollo de nuevos servicios no requiere que estos sean implementados usando un lenguaje común en una plataforma común desde que son abstraídos por los componentes.

La implementación y despliegue de los servicios, puede hacerse mediante la utilización de las diferentes tecnologías que existen en la actualidad, desde la tecnología Web 1.0, 2.0, etc.

Una vez identificado el proceso metodológico que será usado para la migración de los sistemas legados existentes en el PROMAS y antes de aplicar la metodología en un caso de uso particular (ver capítulo 5), a continuación se efectúa un profundo análisis de los sistemas existentes con el objetivo de:

1. Identificar aquellos sistemas que pueden interoperar con otros a través del intercambio de mensajes entre aplicaciones.
2. Identificar grupos de sistemas que compartan características similares y que por tanto puedan i) ser aplicadas técnicas similares de migración y ii) conformar grupos de sistemas colaborativos.
3. Identificar aquellos sistemas que por sus características son más susceptibles de ser modernizados a una plataforma orientada a servicios. Es decir establecer prioridades de modernización.

Este análisis es imprescindible dado que muchos de los sistemas, a causa de su diseño, construcción y tecnologías que los sustentan, suelen no estar aptos para interoperar con otros de una manera fluida que permita apoyar un “proceso de negocio”, el cual requiera el concurso de varias aplicaciones especializadas para su realización completa, minimizando la necesidad de intervención humana para hacer de nexo o transporte de información entre algunos programas



En el caso particular del PROMAS éste análisis permitirá identificar además aquellos sistemas que son susceptibles de formar nuevos sistemas de información cooperativos.

4.2. Elementos a considerar en la integración de los sistemas legados y conformación de sistemas de información cooperativos.

Un sistema de información cooperativo (Cooperative Information System (CIS)) se define (en términos genéricos) como un conjunto de componentes de sistemas actuando en forma cooperativa sobre un conjunto diverso de computadores que pertenecen a una red para, cooperando entre ellos mediante el aporte de mecanismos de software, datos, restricciones y reglas de negocios, resolver un conjunto de problemas pertenecientes al dominio de la Organización (De María, 2002).

La interacción de los sistemas legados y CIS presenta algunas particularidades que deben ser objeto de estudio. La mayoría responde a problemas de tecnología informática, otras se deben a la gestión y administración de recursos informáticos, tecnológicos y humanos que, requieren particular atención debido a que pueden ser determinantes tanto en relación a la factibilidad técnica del proyecto, al éxito de su desarrollo y puesta en marcha, como a su sustentación en fase de producción (De María, 2002).

En base a una investigación de la literatura relacionada con los problemas que pueden presentarse durante la integración de sistemas, se ha podido llegar a la identificación del siguiente listado de factores que deberían ser considerados antes de efectuar la migración. Algunos autores que han tratado con este tipo de problemas son. (De María, 2002), (Esma Yahia, 2012), (Jarke Matthias, 2010):

- Distribución y heterogeneidad
- Reutilización
- Documentación del sistema y funcionamiento
- Impacto de los cambios realizados
- Riesgos de alterar el funcionamiento del sistema legado
- Derechos de uso y autenticación de los usuarios
- Seguridad y privacidad de los datos
- Integridad transaccional
- Capacidad de adaptación
- Administración y gestión
- Alto consumo de recursos de hardware



Distribución y heterogeneidad

Las aplicaciones que integran CIS, no tienen por qué residir en un mismo equipo ni en el mismo local físico. Estas aplicaciones pueden operar sobre arquitecturas en las cuales la diversidad está constituida por la combinación de una cantidad de elementos: hardware, sistemas operativos, lenguajes de programación, herramientas para administrar los datos, soporte para comunicaciones, etc.

Reutilización

Los servicios extraídos de los sistemas legados, son unidades independientes que cumplen con objetivos específicos dentro del sistema al que pertenecen, dichos servicios pueden ser utilizados desde otros sistemas para componer operaciones mucho más complejas. A medida que se vayan utilizando estos servicios, y si es que se requiere que existan modificaciones, es necesario administrar las versiones de software y gestionar las configuraciones. Por tratarse de componentes tienen la capacidad de ser utilizados desde distintos sistemas y para establecer operaciones grandes en el ámbito del CIS.

Documentación del sistema y funcionamiento

La falta de documentación, la ausencia de personas que comprendan el funcionamiento de un sistema, la vigencia de un sistema o de alguna de sus partes con respecto a las necesidades de la empresa pueden ser factores que impidan la realización del proceso de integración o simplemente se conviertan en problemas o errores.

Impacto de los cambios realizados

Hasta el advenimiento del CIS, los cambios que se producen en un sistema normalmente no afectaban a los sistemas restantes. Hay que tener en cuenta un mecanismo de administración de versiones y notificación de nuevas funcionalidades, de forma tal que se puede preservar el funcionamiento del CIS, y a la vez permitir acompañar el proceso de cambios.

Riesgos de alterar el funcionamiento del sistema legado

La pertenencia a un CIS no debe afectar al funcionamiento interno de cada sistema legado participante. Cada sistema deberá seguir respondiendo a las necesidades para las cuales fue concebido inicialmente.

Este riesgo debe tenerse en cuenta tanto al momento de realizar la adaptación inicial de los sistemas legados, como a la hora de aceptar o no cambios solicitados sobre servicios exportados al CIS. Cambiar la funcionalidad de un servicio, implica cambiar el sistema legado que lo implementa y por tanto debe ser validado por los usuarios del sistema legado y realizado por los técnicos responsables del mismo.



Derechos de uso y autenticación de usuarios

En un CIS, cada sistema comúnmente dispone de mecanismos de seguridad que aseguran el acceso a las funcionalidades únicamente al personal autorizado, esto hace que cada sistema pueda gestionar individualmente los niveles de seguridad que se necesiten conforme a sus requerimientos y su entorno operativo.

Para poder acceder a las funcionalidades del sistema, se deberá autenticar una sola vez y mediante procesos internos se deberá incluir mecanismos que permitan obtener una sincronización en el acceso al resto de sistemas legados que estén formando parte de un CIS.

Seguridad y privacidad de los datos

El ambiente operativo de CIS supone la utilización de transmisión de datos en entornos que pueden ser públicos, privados o mezcla de ambos. En tal sentido es necesario, ocuparse de la seguridad y privacidad de los datos.

Cada uno de los sistemas que participan de la integración de datos tienen que disponer de mecanismos que sean capaces de asegurar la privacidad y seguridad de los datos que se vayan a intercambiar internamente o externamente entre cada uno de los sistemas.

Integridad transaccional

Como resultado de la ejecución de una operación macro, en el entorno de un CIS, todos y cada uno de los sistemas que lo componen o forman parte del mismo, deberán disponer de mecanismos encargados de asegurar la integridad de los datos que se procesados por cada uno de los mencionados sistemas. Estos sistemas deberán ser capaces de ser deshacer (rollback) transacciones en caso de se presente algún error o falla, esto con el fin de asegurar la integridad de los datos.

Adaptar los sistemas legados

Para poder lograr la integración de los sistemas legados a un entorno de "Application to Application" (A2A) y por lo tanto a un CSI, es necesaria la existencia de los llamados "adaptadores" que permiten el correcto funcionamiento entre cada uno los mencionados sistemas. Estos mecanismos de adaptación, deberán asegurar las funcionalidades de los sistemas tanto internamente como externamente.

Administración y gestión

El estudio de los modelos operativos necesarios para un adecuado funcionamiento del CIS durante su ciclo de vida reviste tanta importancia como los aspectos señalados anteriormente.



Por naturaleza el CIS está compuesto por sistemas independientes que se gestionan en forma autónoma y que responden a intereses sectoriales. La integración de estos, se realiza en base a sistemas independientes que se gestionan de forma autónoma, la integración de los mismos es una tarea que requiere conformar equipos de trabajo, fijar metas comunes, acordar estándares, construir un equipo de dirección, asegurar un control de calidad al nivel de la integración y la administración de cambios.

Alto consumo de recursos de hardware

La ejecución del sistema podría generar un alto consumo de recursos y en algunas ocasiones que los recursos de hardware se vean afectados por su alto requerimiento, esto hace que el rendimiento se vea reducido notablemente.

En la Tabla 7 se ha generado un resumen de los principales factores a considerar para la integración de los sistemas informáticos legados:

Datos Generales	Rendimiento	Arquitectura	Usabilidad
Nombre	Alto consumo de recursos de hardware	Adaptar los sistemas legados	Administración y gestión
Autor (es)	Seguridad y privacidad de los datos	Integridad transaccional	Documentación del sistema y funcionamiento
Plataforma	Derechos de uso y autenticación de usuarios	Riesgos de alterar el funcionamiento del sistema legado	
Base de datos		Impacto de los cambios realizados	
Tecnología		Reutilización	
		Distribución y heterogeneidad	

Tabla 7: Agrupación de los factores a considerar en la integración de los sistemas legados

4.3. Comparación y agrupación de los sistemas informáticos legados

Con el objetivo de poder hacer una comparación y posterior agrupación de los sistemas en grupos, en la presente sección se procederá a crear una tabla resumen que incluye todos y cada uno de los sistemas informáticos y sus correspondientes valores para los parámetros descritos en la sección 3.9.

La tabla 8 incluye cada uno de los sistemas legados disponibles en el PROMAS, y además se ha incluido una pequeña descripción del mismo.



Sistema	Descripción
SigCatastro	Sistema informático que permite la recaudación y mantenimiento de la información catastral del Municipio de El Pan.
Ceres PLUS	Sistema informático que posibilita a un administrador de riego el manejo automatizado de la información.
Ceres PRO	Sistema informático que posibilita a usuarios técnicos determinar con certeza ciertos parámetros de riego, cultivos y clima.
Saqua	Sistema informático que permite la administración de los sistemas de agua potable rural.
Sistema de Predicción de caudales	Sistema informático que permite la predicción de caudales utilizando redes neuronales en la cuenca del río Paute
Sirem	Sistema informático encargado de mantener un catálogo de metadatos sobre los datos cartográficos.
Clearinghouse	Sistema informático que permite la búsqueda de metadatos cartográficos en varias computadoras dentro de una misma red.
EDAMHI	Sistema informático orientado al mantenimiento de información Edafológica, Hidrológica y meteorológica generada en el Programa.

Tabla 8: Sistemas legados y su correspondiente descripción.



En la Tabla número 9, se puede ver una comparación entre los sistemas informáticos legados y sus características más importantes desde el punto de vista de la integración de sistemas. El objetivo principal de la creación de esta tabla es la de poder agrupar sistemas que dispongan características similares y así establecer los mecanismos más apropiados para la integración.

Características Generales						Arquitectura					Rendimiento			Usabilidad		
SISTEMA	Autor(es)	Plataforma	Base de datos	Utilizado	Tecnología	Distribución y heterogeneidad	Reutilización	Capacidad de adaptación	Impacto de los cambios realizados	Riesgos de alterar el funcionamiento del sistema legado	Integridad transaccional	Alto consume de recursos de hardware	Seguridad y privacidad de los datos	Derechos de uso y autenticación de los	Documentación del sistema y funcionamiento	Administración y gestión
SigCatastro	Mauricio Espinoza y Lucia Lupercio	Visual Basic 6.0	Microsoft Access	✓	Monolítica				✓	✓						✓
Ceres PLUS	Mauricio Espinoza y Lucia Lupercio en su primera versión.	Visual Basic 6.0	Microsoft Access	✓	Monolítica		✓		✓	✓	✓		✓			✓
	Jaime Veintimilla en la versión actual.	Visual Basic .Net 2005	Microsoft Access	✓	Monolítica		✓	✓			✓		✓		✓	✓
Ceres PRO	Mauricio Espinoza y Pablo Vanegas	Visual Basic 6.0	Microsoft Access		Monolítica				✓	✓	✓		✓			✓
	Andrés Sarmiento, Víctor Goyo y José Ochoa	Visual Basic .Net 2005	Microsoft Access		Monolítica	✓	✓	✓			✓		✓		✓	✓

MAESTRIA EN GERENCIA DE SISTEMAS DE INFORMACION - II EDICION

Saqua	Mauricio Espinoza, Lucía Lupercio, René Estrella y Jaime Veintimilla.	Visual Basic 6.0	Microsoft Access	✓	Monolítica					✓	✓					✓
Sistema de Predicción de caudales	Jaime Veintimilla y Fausto Palacios en su primera versión	Visual Studio .Net 2002 C#	Sql Server	✓	Tres capas, bases de datos distribuidas	✓	✓	✓			✓	✓	✓	✓	✓	✓
	Adriana Reinoso y Karina Jimbo en la versión actual	Visual Studio .Net 2005 C#	Oracle	✓	Tres capas, bases de datos distribuidas	✓	✓	✓			✓	✓	✓	✓	✓	✓
Sirem	Daniela Espinoza y Katherine Coronel	Java y JSP	Oracle	✓	Tres capas, bases de datos distribuidas	✓	✓	✓	✓	✓	✓		✓	✓	✓	✓
Clearinghouse	Camila Castro y Karol Guzmán	Java y JSP	Oracle	✓	Tres capas, bases de datos distribuidas	✓	✓				✓		✓	✓	✓	✓
Servidor de mapas	Adriana Espinoza y Paola Gavilanes	Java y JSP	Mysql	✓	Tres capas, bases de datos distribuidas	✓	✓			✓	✓		✓	✓	✓	✓
EDAMHI	Alexón Cevallos y Juan Pablo Cedeño en su primera versión	Java y JSP	Oracle	✓	Tres capas, bases de datos distribuidas	✓	✓	✓		✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓



	Jaime Veintimilla en su versión actual	Java y JSP	Postgresql	✓	Tres capas, bases de datos distribuidas	✓	✓	✓		✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓
--	--	------------	------------	---	---	---	---	---	--	---	---	---	---	---	---	---

Tabla 9: Comparación de las principales características de los sistemas legados



A partir de la tabla anterior, se ha podido identificar dos tipos de grupos de sistemas informáticos en base a la tecnología utilizada; el primer grupo incluirá todos aquellas aplicaciones que han sido desarrolladas mediante la utilización de un modelo de tres capas u orientado a objetos; el segundo grupo incluirá todas aquellos sistemas que han sido desarrollados utilizando una tecnología monolítica o de escritorio.

Se ha realizado esta agrupación utilizando el mencionado criterio, ya que la tecnología en la que está desarrollado un sistema influye de gran manera en la técnica que se deberá utilizar al momento de llevar a cabo la migración. Adicionalmente se han creado algunos CIS, los cuales se encuentran descritos en la tabla 10 a continuación:

No. CIS	Descripción	Sistemas que lo conforman
1	Sistemas orientados a la publicación de información cartográfica mediante servicios web.	Servidor de mapas, Clearinghouse.
2	Sistemas orientados al manejo de la información sobre las administradoras de riego y datos de catastro de cada uno de las mencionadas administradoras.	Ceres Pro, Ceres Plus, Sigcastro
3	Sistemas orientados al manejo de la información de agua como: caudales, metadatos y administración de sistemas de agua potable.	EDHAMI, Predicción de caudales, SIREM, SAQUA

Tabla 10: CIS creados a partir de los sistemas legados

Con el objetivo de validar la metodología se ha decidido implementar un caso de uso el cual va a exponer los servicios del CIS 1 (esto debido a la importancia y necesidad que tiene el mismo para el PROMAS) que lo conforman los sistemas de que se ven especificados en la tabla 10. Adicionalmente, el detalle de la mencionada implementación se puede revisar en el siguiente capítulo.

4.4. Resumen

En el presente capítulo, se ha incluido la metodología a seguir para lograr la migración de los sistemas legados hacia una nueva plataforma orientada a servicios, además se ha realizado una descripción completa de cada uno de los sistemas informáticos considerados como principales disponibles en el PROMAS (Anexo 1), de cada uno de ellos se ha extraído las características más relevantes y las correspondientes funcionalidades, con toda esta información se procedió a generar una tabla comparativa para posteriormente poder identificar los más idóneos para formar parte de la integración y su correspondiente migración hacia una arquitectura orientada a servicios. Además, se ha agrupado los sistemas en base a la tecnología que disponen, y esta ha permitido identificar dos categorías:



- Sistemas desarrollados en tres capas u orientados a objetos
- Sistemas monolíticos o de escritorio.

Adicionalmente se ha realizado un análisis sobre los elementos que se deben considerar al momento de realizar la migración de los mencionados sistemas hacia la plataforma basada en servicios. Además se ha incluido la creación de algunos Sistemas de Información Cooperativos (CIS), de los cuales se procederá a migrar hacia una plataforma orientada a servicios al número 1 ya que este es de vital importancia para el PROMAS debido a que maneja información que utilizada muy frecuentemente.



Capítulo 5

Implementación de un caso de uso



Capítulo 5: Implementación de un caso de uso

En el presente capítulo tratara la implementación de una arquitectura de servicios piloto al interior del PROMAS, dicha arquitectura pretende soportar la modernización de los sistemas legados existentes.

Los sistema legados que van a ser migrados son: Clearinghouse y el servidor de mapas y que pertenecen al CIS 1. Los mencionados sistemas tienen por objeto el mantenimiento de información de metadatos cartográficos el primero y el segundo, el acceso, almacenamiento y visualización de datos de tipo cartográfico. Se ha seleccionado estos sistemas ya que en el trabajo diario del PROMAS se maneja mucha información de este tipo y se considera como primordial a los sistemas relacionados con este tipo de información.

Para la implementación de este piloto, se va a emplear la metodología establecida en el capítulo 4. Y como se pudo ver en el anexo 1 los sistemas antes mencionados pertenecen al grupo de sistemas que disponen de una arquitectura de tres capas o que poseen una tecnología orientada a objetos.

El objetivo de la modernización de estos sistemas es el obtener un conjunto de servicios web que permitan proveer información de tipo cartográfica y de metadatos a los usuarios y clientes del PROMAS.

5.1. Análisis de las aplicaciones legadas a modernizar

Como punto de partida en el proceso de modernización de sistemas informáticos se ha decidido utilizar los sistemas que se encargan de la gestión de la información cartográfica, ya que este tipo de información es considerado un pilar en la gestión diaria del PROMAS, en base a esto, los sistemas son los siguientes:

- Clearinghouse
- Servidor de Mapas

5.1.1. Clearinghouse

El sistema Clearinghouse, es el encargado de realizar la gestión de toda la información relacionada con los metadatos, una descripción completa del sistema en mención se encuentra en el anexo 1. Si bien la arquitectura que dispone actualmente el sistema en mención, está orientada a la web, es necesario que adicionalmente se pueda tener la opción de permitir conexiones de clientes a través de servicios web con el fin de poder intercambiar la información con otras organizaciones.

Las interfaces de usuario que dispone el sistema, deberán ser modificadas de cierta manera ya que han sido diseñadas específicamente para solo un



estándar de metadatos el FGDC¹⁶ que fue muy popular a inicios del año 2000. Actualmente existen muchos estándares de los principales se han extraído los que son generados por la ISO¹⁷ y que son los más populares en la actualidad. Si bien la aplicación en mención permite el intercambio de los metadatos existentes en el servidor, se ve limitada únicamente a que los clientes que puedan consumir la información deben estar en la misma red de computadores, es decir, no se lo puede realizar desde la Internet.

5.1.2. Servidor de mapas

El sistema llamado servidor de mapas, es el encargado de realizar la gestión de toda la información cartográfica que se produce en el PROMAS. La arquitectura sobre la cual está desarrollada esta aplicación, permite una interacción desde un ambiente web, una descripción detallada del presente sistema que encuentra en el anexo 1.

La interface web de visualización de mapas es un poco limitada ya que se tienen los controles básicos para el despliegue de la información, además la base de datos que utiliza no permite el almacenamiento de objetos geoespaciales. Otro limitante que presenta el sistema en mención es que únicamente se puede tener acceso a la información cartográfica mediante un navegador, es decir, no se puede obtener la información a través de servicios web.

5.2. Determinación de los sistemas legados y servicios a migrar

Como se indicó anteriormente los sistemas informáticos a migrar son: i) clearinghouse y ii) servidor de metadatos. Estos sistemas poseen una tecnología que se basa en la programación orientada a objetos y adicionalmente dispone una distribución en tres capas.

Los servicios a formar parte de la arquitectura deberán ser:

- Servicio de intercambio de información cartográfica
- Servicio de intercambio de metadatos.

5.3. Análisis de los servicios

Como se indicó en la fase anterior, son necesarios algunos servicios que permitan exponer la información cartográfica que posee el PROMAS y adicionalmente se debe disponer de un servicio que permita la exposición de la información de los metadatos cartográficos. En base a esto, se ha podido definir más precisamente los siguientes servicios:

¹⁶ FGDC: Estándar establecido para la creación de los metadatos.

¹⁷ ISO: La Organización Internacional de Normalización o ISO (del griego, ἴσος (*isos*), 'igual'), nacida tras la Segunda Guerra Mundial (23 de febrero de 1947), es el organismo encargado de promover el desarrollo de normas internacionales de fabricación, comercio y comunicación para todas las ramas industriales a excepción de la eléctrica y la electrónica



- Wms¹⁸ o Web map service
- Wfs¹⁹ o web feature service
- Wcs²⁰ o web coverage service
- Y un servicio adicional para el intercambio de metadatos cartográficos.

Estos servicios deberán ser expuestos en base a la utilización de los estándares actuales definidos por la ISO y utilizando los parámetros de intercambio que son especificados para el intercambio de este tipo de información.

5.4. Clasificación de los sistemas y servicios

Los sistemas informáticos que se pretenden modernizar poseen una tecnología orientada a objetos y un desarrollo basado en tres capas, en base a esto, se puede indicar que la técnica de migración a emplear será la de empaquetado, ya que esta permite lograr esto de una manera mucho más fácil.

5.5. Migración de sistemas legados

Como se mencionó en la fase anterior la técnica a utilizar es la técnica de empaquetado y por ende también se tiene que realizar un análisis del código con el objeto de determinar la forma en la cual se va a empaquetar los sistemas.

Para hacer posible esta migración, los sistemas antes mencionados han sido empaquetados utilizando el lenguaje de programación JAVA y mediante la librería llamada AXIS. Esta librería proporciona una herramienta que lee el archivo WSDL (Web Service Definition Language)²¹ y en base a este, se genera las clases de JAVA necesarias para establecer la conexión con el servicio e invocarlo de forma simple y transparente.

En la figura 7, se puede ver una especificación de los parámetros del WSDL que dispone el servicio wms. Cabe indicar que dichos parámetros son definidos

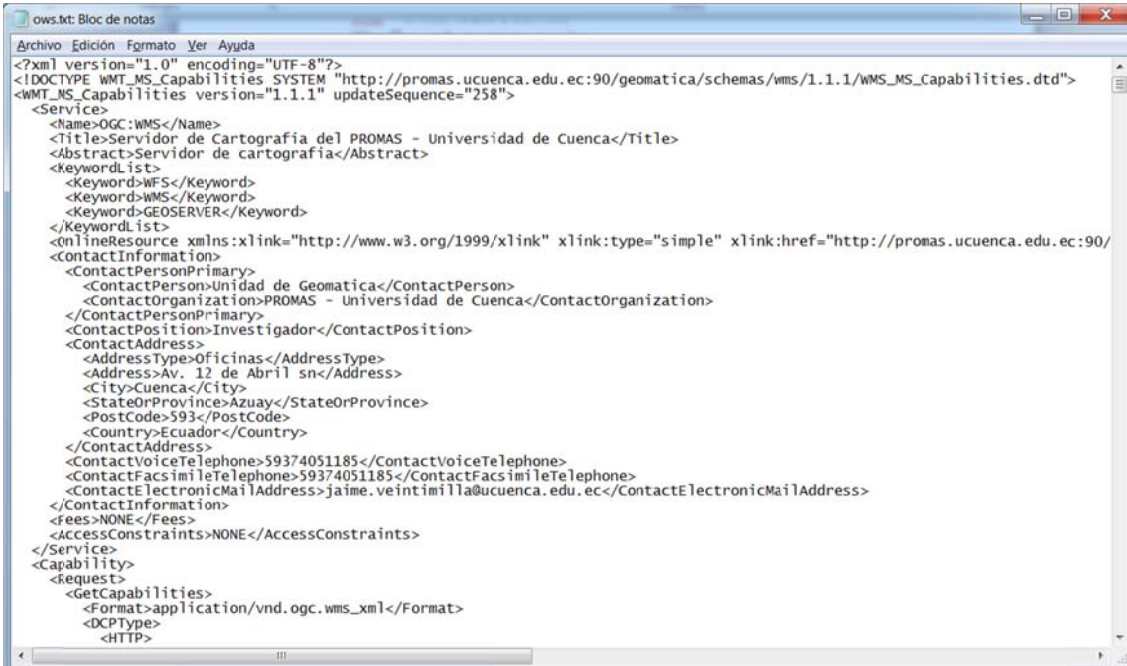
¹⁸ WMS: El servicio Web Map Service (WMS) definido por el OGC (Open Geospatial Consortium) produce mapas de datos referenciados espacialmente, de forma dinámica a partir de información geográfica.

¹⁹ WFS: Web Feature Service o WFS del Consorcio Open Geospatial Consortium o OGC es un servicio estándar, que ofrece una interfaz de comunicación que permite interactuar con los mapas servidos por el estándar WMS, como por ejemplo, editar la imagen que nos ofrece el servicio WMS o analizar la imagen siguiendo criterios geográficos.

²⁰ WCS: La interfaz estándar Web Coverage Service (WCS) o Servicio de Cobertura Web de Open Geospatial Consortium proporciona una interfaz que permite realizar peticiones de cobertura geográfica a través de la web utilizando llamadas independientes de la plataforma. Las coberturas son objetos (o imágenes) en un área geográfica.

²¹ WSDL: Describe la interfaz pública a los servicios Web. Está basado en XML y describe la forma de comunicación, es decir, los requisitos del protocolo y los formatos de los mensajes necesarios para interactuar con los servicios listados en su catálogo. Las operaciones y mensajes que soporta se describen en abstracto y se ligan después al protocolo concreto de red y al formato del mensaje.

por OGC(Open Geospatial Consortium)²² y son tomados como un estándar por las principales aplicaciones SIG (Sistemas de Información geográficos) que se encuentran actualmente en el mercado y otros que son de libre distribución.



```
ows.txt: Bloc de notas
Archivo Edición Formato Ver Ayuda
<?xml version="1.0" encoding="UTF-8"?>
<!DOCTYPE WMT_MS_Capabilities SYSTEM "http://promas.ucuenca.edu.ec:90/geomatica/schemas/wms/1.1.1/WMT_MS_Capabilities.dtd">
<WMT_MS_Capabilities version="1.1.1" updateSequence="258">
  <Service>
    <Name>OGC:WMS</Name>
    <Title>Servidor de Cartografía del PROMAS - Universidad de Cuenca</Title>
    <Abstract>Servidor de cartografía</Abstract>
    <KeywordList>
      <Keyword>WFS</Keyword>
      <Keyword>WMS</Keyword>
      <Keyword>GEOSERVER</Keyword>
    </KeywordList>
    <OnlineResource xmlns:xlink="http://www.w3.org/1999/xlink" xlink:type="simple" xlink:href="http://promas.ucuenca.edu.ec:90/>
    <ContactInformation>
      <ContactPersonPrimary>
        <ContactPerson>Unidad de Geomatica</ContactPerson>
        <ContactOrganization>PROMAS - Universidad de Cuenca</ContactOrganization>
      </ContactPersonPrimary>
      <ContactPosition>Investigador</ContactPosition>
      <ContactAddress>
        <AddressType>Oficinas</AddressType>
        <Address>Av. 12 de Abril sn</Address>
        <City>Cuenca</City>
        <StateOrProvince>Azuay</StateOrProvince>
        <PostCode>593</PostCode>
        <Country>Ecuador</Country>
      </ContactAddress>
      <ContactVoiceTelephone>59374051185</ContactVoiceTelephone>
      <ContactFacsimileTelephone>59374051185</ContactFacsimileTelephone>
      <ContactElectronicMailAddress>jaime.veintimilla@ucuenca.edu.ec</ContactElectronicMailAddress>
    </ContactInformation>
    <fees>NONE</Fees>
    <AccessConstraints>NONE</AccessConstraints>
  </Service>
  <Capability>
    <request>
      <GetCapabilities>
        <Format>application/vnd.ogc.wms_xml</Format>
        <DCPType>
          <HTTP>
```

Figura 7 Especificación del WSDL para la exposición del servicio wms

En este archivo WSDL, se encuentran parámetros como: título, un resumen sobre la utilidad del servicio, datos sobre el contacto, tipos que formato de imagen que soporta (para la visualización de los mapas), sistemas de coordenadas, etc.

De igual manera se ha procedido a establecer los WSDL para cada uno de los servicios que se van a exponer (wfs, wcs y catálogo de metadatos).

5.5.1. Análisis del código

Dentro del análisis del código, se ha podido identificar las necesidades específicas para el correcto empaquetamiento de las aplicaciones antes mencionadas. Se emplearán algunos archivos xml para establecer los parámetros necesarios para el intercambio.

5.6. Arquitectura

Para el establecimiento de la arquitectura orientada a servicios, se han establecido las reglas necesarias (parámetros establecidos por los servicios wms, wfs, wcs y de intercambio de metadatos) para que los clientes y los profesionales del PROMAS puedan tener acceso a toda la información generada.

²² OGC: Su fin es la definición de estándares abiertos e interoperables dentro de los Sistemas de Información Geográfica y de la World Wide Web.



5.7. Despliegue

Una vez establecida la arquitectura, y además empaquetadas las aplicaciones, es necesario identificar los pasos que se deben realizar para poder exponer los servicios:

- Devolver metadatos del nivel de servicio. (archivos xml con las reglas de conexión y las características de cada uno de los mapas a visualizar)
- Devolver un mapa cuyos parámetros geográficos y dimensionales han sido bien definidos.
- Devolver información de características particulares mostradas en el mapa (opcionales).

Una vez realizada esta exposición de servicios, el PROMAS podrá disponer de una base para el establecimiento de una arquitectura orientada a servicios (SOA) y que además estaría estableciendo los pasos iniciales para la creación de una Infraestructura de datos espaciales (IDE). Este tipo de Infraestructuras, es deseable en la mayoría de instituciones que persiguen objetivos parecidos a los del PROMAS.

5.8. Infraestructuras de Datos Espaciales

Una infraestructura de datos espaciales (Ide) integra datos de diferente índole, principalmente datos, metadatos, servicios e información de tipo geográfico para promover el intercambio de los mismos con otras IDEs.

Una IDE es el conjunto "tecnologías, políticas, estándares y recursos humanos para adquirir, procesar, almacenar, distribuir y mejorar la utilización de la información geográfica". Al igual como las carreteras y autopistas facilitan el transporte vehicular, las IDE facilitan el transporte de información geoespacial. Las IDE promueven el desarrollo social, económico y ambiental del territorio. (Wikipedia, 2011).

Un a IDE al igual que un sistema de información consta de varias capas: capa de datos (Base de datos o data warehouse), capa de negocios y la capa de aplicación. El objetivo que persigue es el de presentar de manera organizada la información de tipo cartográfico de cada organización, y demás ponerla a disposición de cualquier usuario mediante la utilización de internet y más aun de los servicios web.

Si bien la creación de una IDE no es el objetivo de este proyecto de tesis, se ha podido establecer algunos de los lineamientos que harán posible la implementación de la misma en un futuro.

Más precisamente para el desarrollo del caso de uso se ha tratado de basarse en la arquitectura que se puede observar en la figura 8, en la misma se pueden ver claramente la presencia de tres componentes principales, el primero que



hace referencia al Data warehouse (DW)²³, que está compuesto de toda la información que se va a exponer mediante los servicios web, el segundo componente que se puede apreciar es el que realiza la gestión de los procesos de negocio o se ha cargo de dar respuesta a los requerimientos que los clientes que consumen los servicios y por último el tercer componente que permite la interacción con los clientes desde una interfaz web.

²³ Data warehouse (DW): Es una base de datos utilizada para reportes y análisis de datos.

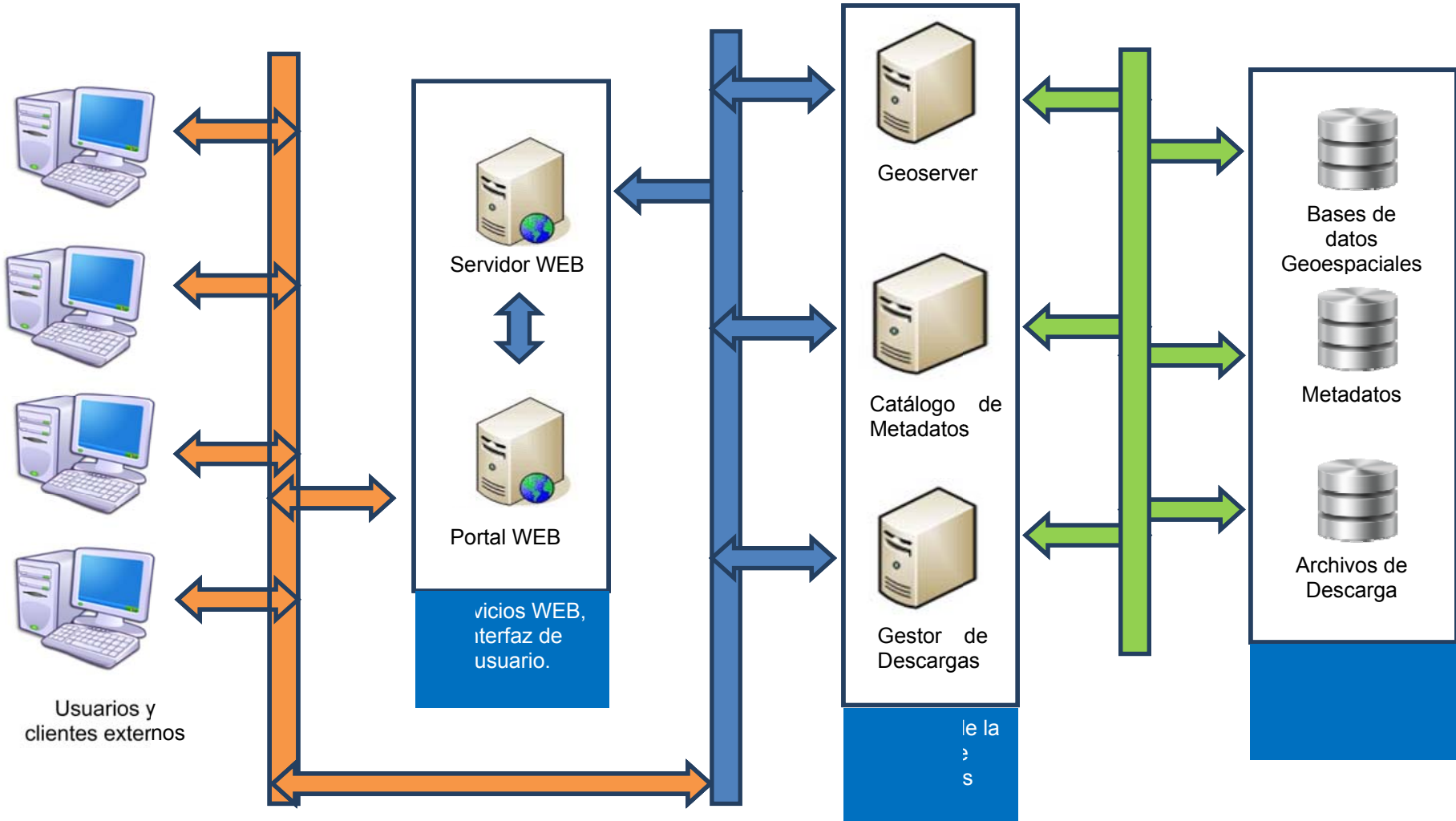


Figura 8 Arquitectura de componentes del caso de uso

En la figura 9, se puede ver la interfaz web que se ha creado para la exposición del catálogo de metadatos, adicionalmente a esto cabe indicar que existe un servicio web que permite el intercambio de la información relacionada con los metadatos y que está a completa disposición de usuario externos a través de la Internet.

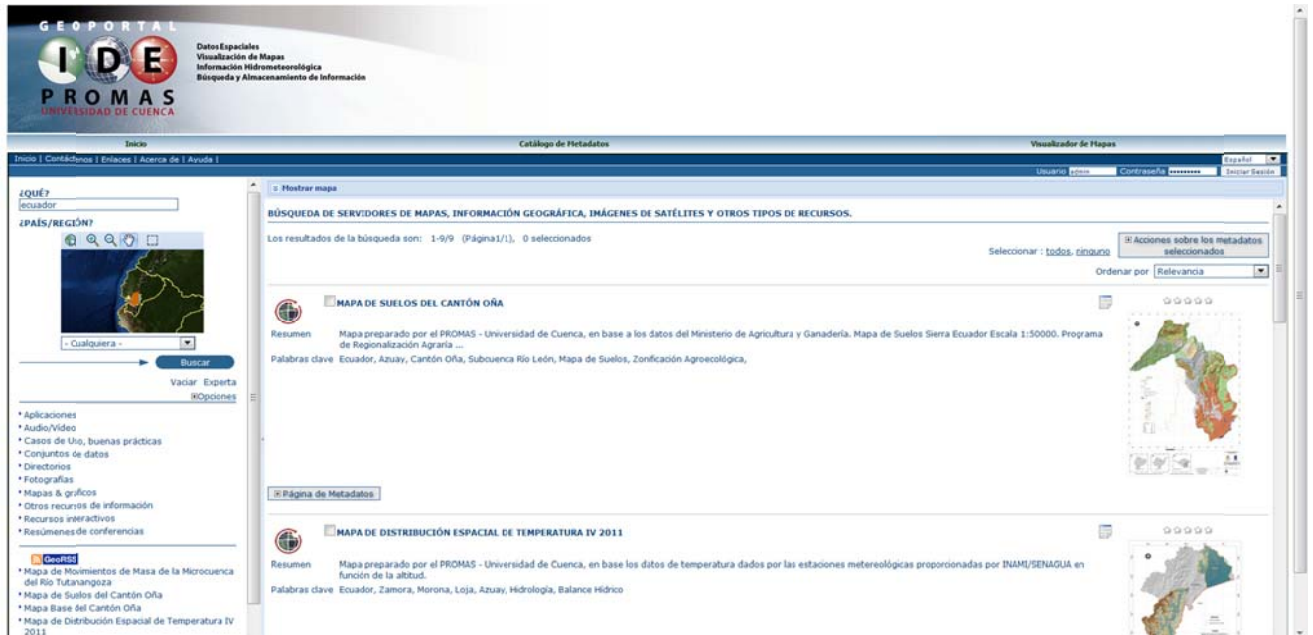


Figura 9 Interfaz de visualización web del catálogo de metadatos

Adicionalmente, y en la figura 10 se puede observar la interfaz que se ha creado para el servidor de mapas que tiene por objeto la visualización o despliegue de la información cartográfica que se encuentra almacenada en los servidores del PROMAS, cabe indicar que además de la interfaz, se han creado tres servicios web que responden a las solicitudes de usuarios externos. Estos servicios responden a los nombres de WMS, WFS y WCS.

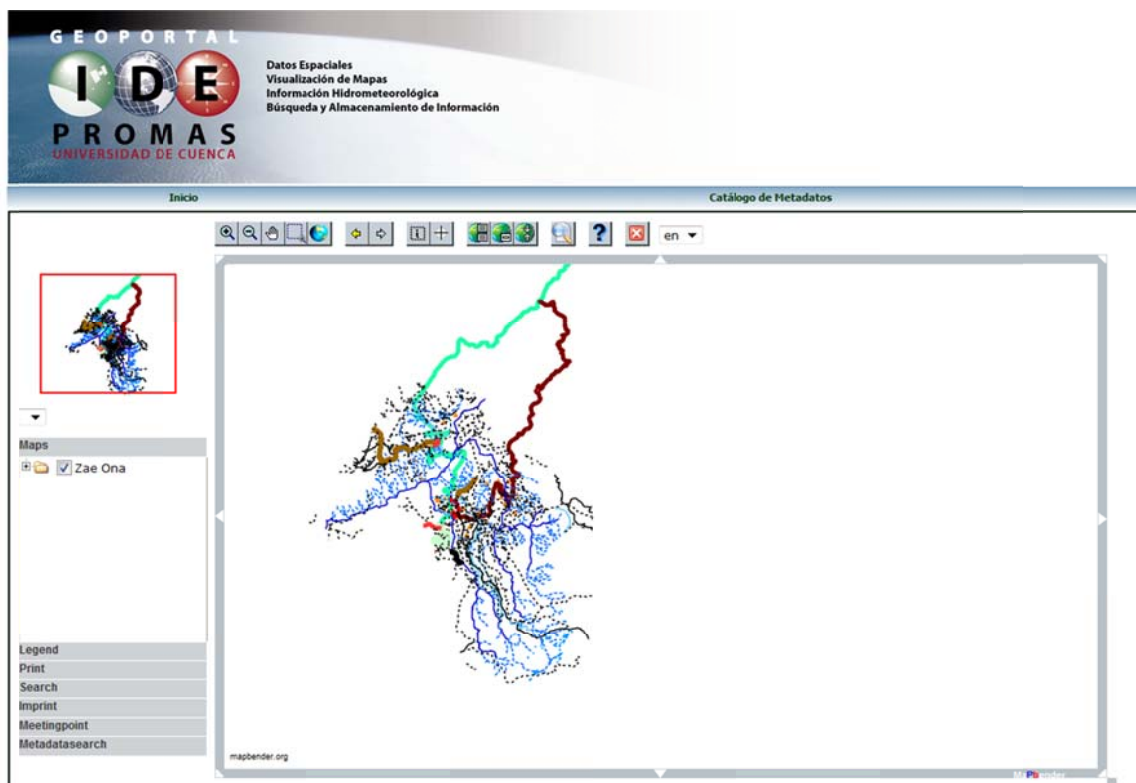


Figura 10 Interfaz de despliegue de información cartográfica



Capítulo 6

Conclusiones y recomendaciones



Capítulo 6: Conclusiones y recomendaciones

Una vez concluido el presente proyecto de tesis, se ha podido realizar un estudio completo de la situación actual de los sistemas informáticos legados que dispone el PROMAS. De éstos se han podido extraer las características más importantes con el objetivo de realizar agrupaciones con el fin de seleccionar los posibles servicios que se podrán exponer dentro de una arquitectura orientada a servicios que será la base para el desarrollo de futuros sistemas.

Adicionalmente, se han analizado los principales mecanismos de integración de sistemas legados, de entre los cuales se mencionó:

- Integración de varios sistemas empresariales (EIA)
- Arquitecturas orientadas a servicios (SOA)
- ERP o integración de especialistas

La utilización de la integración EIA, se ve como no factible dado, que el PROMAS no dispone de una arquitectura robusta y madura que soporte la utilización de un bus empresarial que permita el intercambio de información entre las diferentes aplicaciones.

La utilización de ERPs, tampoco se ve factible, ya que el manejo de este tipo de sistemas requiere una gran inversión, por una parte es necesario invertir en licencias de un sistema informático completamente nuevo y por otra el costo y sobre todo el riesgo que implica dejar de lado la utilización de los sistemas actuales que están en funcionamiento. Adicionalmente a esto, se requiere la inversión económica en el entrenamiento de personal que vaya a estar a cargo de la nueva aplicación.

Sobre la utilización de una arquitectura orientada a servicios, se identificó como la solución más factible de aplicar en una organización como el PROMAS, ya que no incurre en gastos muy elevados, se podrán seguir utilizando las aplicaciones existentes y se permitirá el establecimiento de una base robusta para el desarrollo de futuros sistemas informáticos.

Adicionalmente, se ha establecido una metodología que permite migrar los sistemas legados del PROMAS hacia una arquitectura orientada a servicios la cual se analizó en el capítulo 2 y se determinó que la más adecuada es la de SOA (Service Oriented Architecture).

Esta metodología toma como base los sistemas legados, de los cuales se identifica los servicios que pueden ser expuestos y se los migra hacia una arquitectura orientada a servicios (SOA) mediante las diferentes técnicas analizadas en el capítulo 3, que para el caso del PROMAS se reducen a: migración y empaquetado.



Como aporte de este proyecto de tesis, se ha logrado identificar algunos de los nuevos sistemas colaborativos que podrán ser implementados en base a un conjunto de sistemas existentes y que comparten características similares. Algunos de estos nuevos sistemas de información son considerados como básicos en las actividades diarias del PROMAS.

Como sistemas primordiales se ha identificado a los siguientes:

- Clearinghouse
- Servidor de mapas

De estos sistemas, se han podido identificar los siguientes servicios:

- Servicio para el intercambio de información del catálogo de metadatos.
- WMS, Servicio para el intercambio de información cartográfica, este servicio únicamente puede realizar la visualización de la información.
- WFS, Servicio que permite la edición de la información cartográfica que se encuentra en el servidor.
- WCS, Servicio que permite el intercambio de información relacionada con las coberturas cartográficas.

Una vez identificados los servicios descritos arriba, se ha procedido a la implementación de un sistema piloto que instancia todos los pasos o actividades de la metodología propuesta en esta tesis. El resultado de la integración de estos sistemas provee un sistema de información colaborativo que implementa una arquitectura orientada a servicios (SOA) y que posteriormente se tomará como base para el desarrollo de futuros sistemas que puedan basarse en esta tecnología.

6.1. Conclusiones tecnológicas

Desde el punto de vista tecnológico, el presente proyecto de tesis ha identificado diferentes grupos de sistemas que comparten funcionalidades comunes. Dichos sistemas son susceptibles de ser integrados en nuevos sistemas de información colaborativos que pueden estar basados en una arquitectura SOA, la misma que es capaz de exponer varios de los servicios que aportan cada uno de los sistemas legados que trabajan de forma independiente.

Para la modernización de los sistemas se ha identificado como mejor alternativa una técnica híbrida, la cual se basa en la utilización de técnicas de empaquetado o wrapping y técnicas de reingeniería. Esto se ha realizado en base al tipo de sistema y a las funcionalidades que se han identificado como



producto del análisis que se ha realizado a los sistemas legados que dispone el PROMAS.

La utilización de una técnica híbrida de modernización permite reducir las desventajas de las técnicas estudiadas y al mismo tiempo aprovechar sus fortalezas. Se ha optado por esta solución puesto que

De manera independiente, no existe una técnica que pueda solucionar completamente el problema de la integración de sistemas legados.

6.2. Conclusiones metodológicas

Como producto de este proyecto de tesis adicionalmente se ha podido establecer una estrategia metodológica para la correcta exposición de servicios de los sistemas legados que posee el PROMAS. La metodología en mención se encuentra completamente detallada en el capítulo 5. Dicha metodología permite el análisis de los diferentes sistemas legados que dispone el PROMAS, con esto poder agrupar a los mismos en un Sistema de Información Cooperativo (CIS). Adicionalmente y en base a esta agrupación la metodología permite exponer cada uno de los servicios de los sistemas legados.

Esta metodología está basada en la utilización de: i) estrategias de integración de sistemas (capítulo 2), ii) técnicas de migración de sistemas legados hacia una arquitectura basada en servicios (capítulo 3). Además, sus principales fortalezas son:

1. Se pueden crear CIS los cuales se pueden exponer en una plataforma orientada a servicios.
2. Se puede ejecutar cada uno de los pasos en un orden secuencial.
3. Se puede aplicar a cualquier tipo de sistema.

6.3. Recomendaciones

Al momento de desarrollar una arquitectura orientada a servicios se debe tener presente que la misma deberá estar vigente en la organización por varios años y por ende deberá estar preparada para soportar cambios sin la necesidad de realizar cambios radicales.

Para el correcto funcionamiento de la arquitectura que se está creando y además con el objeto de que todos los sistemas legados sean correctamente expuestos como servicios, es necesaria la creación de una cultura organizacional y fomentar el entrenamiento de personal entendido en el área para que sea capaz de dar soporte en cualquier momento.

Adicionalmente es recomendable la creación de una arquitectura que sea totalmente escalable y que pueda permitir el agregar nuevos servicios con el fin



de poder brindar soluciones a posibles necesidades que se presenten en la organización.

Para la integración exitosa de sistemas informáticos legados, es recomendable la utilización de varias técnicas de integración con el objetivo de aprovechar las ventajas que tienen cada una y además de tratar de minimizar las desventajas que también se encuentran implícitas.

Cuando se requiera agregar un nuevo servicio a la arquitectura que se ha creado, es recomendable seguir los pasos que se han establecido en la metodología que se encuentra detallada en el capítulo 5.

Si bien la metodología se adapta completamente al caso de uso implementado y más concretamente al CIS 1, es necesario determinar que la misma puede extenderse a los otros CIS creados, para lo cual se planea continuar con la migración de todos y cada uno de los servicios que forman parte de los CIS identificados en el capítulo 4.



Capítulo 7

Bibliografía



Bibliografía

ERP. (2010). Retrieved from ERP:

<http://jcvalda.wordpress.com/2011/06/26/sistema-erp-definicion-funcionamiento-ventajas-y-desventajas/>

I World. (2011). Retrieved from

<http://www.idg.es/iworld/articulo.asp?id=142527>.

Accenture. (2006). enterprise application integration.

Ali, H. K. (2011). *100 Soa Questions: Asked and answered*. Boston: Pearson Education Inc.

Almohalla, E. (2006). Estrategias de integración de. *Instituto de Empresa*.

Asil A. Almonaies, J. R. (2010). *Legacy System Evolution towards Service-Oriented Architecture*. Ontario.

Aversano, L. C. (2001). *Migrating legacy systems to the web: An experience report*.

Canfora, G. F. (2006). Migrating interactive legacy systems to web services.

Cetin, S. A. (2007). Legacy migration to service-oriented computing with mashups.

Chen, F. L. (2005). Feature analysis for service-oriented reengineering. 201-208.

Chung, S. Y. (2005). Service-oriented software reengineering: Bertie3 as web services. 837-838.

Cuadrado, F. G. (2008). A case study on software evolution towards service-oriented architecture. 1399 - 1404.

De María, J. A. (2002). *Integración de Aplicaciones encapsuladas para el desarrollo de Sistemas de Información Cooperativos*.

Distante, D. T. (2006). Towards a holistic approach to redesigning legacy applications for the web with uwat. 295-299.

Esmá Yahia, A. A. (2012). *Formal measures for semantic interoperability assessment in cooperative enterprise information systems*.

Gestiopolis.com. (2011). *Gestiopolis*. Retrieved from <http://www.gestiopolis.com/administracion-estrategia/erp-definicion-funcionamiento-ventajas-desventajas.htm>



- Jarke Matthias, J. M. (2010). *Cooperative Information Systems Engineering*.
- Lewis, G. M. (2005). Service-oriented migration and reuse technique (smart).
- Lewis, G. M. (2006). *Analyzing the reuse potential of migrating legacy components to a service-oriented architecture*.
- Marchetto, A. R. (2009). From objects to services: toward a stepwise migration approach for java applications.
- Monografias.com. (2008). *Monografias.com*. Retrieved from <http://www.monografias.com/trabajos29/beneficios-erp/beneficios-erp.shtml>
- O'Brien, L. S. (2005). *Supporting migration to services using software architecture reconstruction*.
- Santiago Comella-Dorda, G. A. (2008). Incremental Modernization of Legacy Systems.
- Smith, D. (2007). Migration of legacy assets to service-oriented architecture environments.
- Sneed, H. (2005). Wrapping legacy software for reuse in a SOA.
- Sneed, H. (2006). Integrating legacy software into a service oriented architecture.
- Sneed, H. S. (2003). Creating web services from legacy host programs.
- Stroulia, E. E.-R. (2000). Legacy systems migration in CelLEST.
- Stroulia, E. E.-R. (2002). From legacy to web through interaction modeling.
- Wikipedia. (2011, 12 18). *Wikipedia*. Retrieved 12 18, 2011, from http://es.wikipedia.org/wiki/Infraestructura_de_Datos_Espaciales
- Zhang, J. C. (2004). Migration to web services oriented architecture.
- Zhang, Z. Y. (2004). Incubating services in legacy systems for architectural migration.