

UNIVERSIDAD DE LAS CIENCIAS INFORMÁTICAS

Facultad 6



**Módulo para la Gestión de Perfiles de Metadatos
Geográficos Basados en la Norma ISO 19115 Core en el
Sistema SyGMe.**

**TRABAJO DE DIPLOMA PARA OPTAR POR EL TÍTULO DE INGENIERO EN
CIENCIAS INFORMÁTICAS**

AUTOR: Yacel Cambara Denis

TUTOR: Ing. Liset García Padrón

CO-TUTORES: Dr.C. Jorge Sergio Menéndez Pérez

Ing. Armando Batista Pineda.

La Habana

“Año 54 de la Revolución”

2012.



“El solo hecho de caminar, necesariamente no significa avanzar, por eso para mí cada paso dado ha sido el resultado de un análisis que extiende una propuesta diferente.....”

Dedico este trabajo de diploma con mucho cariño a las personas más importantes de mi vida, a mi mamá Delmis y a mi papá Eddys, que han sido los máximos protagonistas de este sueño hecho realidad, por brindarme siempre su apoyo y su confianza en los buenos y en los malos momentos. A mi madre por esa persona preocupada en el sentido más amplio de la palabra de todos mis problemas, por confiar ciegamente en mí. A mi padre, por enseñarme a salir siempre adelante por difíciles que sean los obstáculos, por ser el espejo de sencillez y de modestia en el cual me miro cada día para ser mejor persona. A ustedes les debo la vida.

A mi hermano Joise, del cual me siento muy orgulloso, quiero que vea en este triunfo el ejemplo de dedicación y abnegación que siempre he querido ser para él.

A mi abuela María, y a mi tía Odalis, por brindarme siempre su confianza y apoyo, por ver siempre en mí a un hijo.

A toda mi familia en general, sin excepción de ningunos, tanto la familia Cambara como la Familia Denis.

A Nieves, alias “La Mora”, por ser mi mamá habanera, siempre que he necesitado su apoyo no ha escatimado esfuerzos para brindármelo.

Quiero agradecer a todas las personas con la cuales he compartido durante toda mi vida.

A mi amigo y hermanazo Raudel Ávila Pazos, por ser mí yunta de todos los tiempos, mi amigo y hermano de travesuras, no habrá distancia que se interponga en esta amistad.

A Raudel Ávila Lozada, por ser esa escuela en la cual siempre se aprende algo de la vida.

A todos mis profesores de las enseñanzas precedentes, en especial, al profe Isidoro Pantoja Rodríguez, al profe Valentín Trabas Suárez y la Profe Mariela Travieso Téllez.

A todos mi compañeros de aula de las enseñanzas precedentes.

A todo el colectivo de Profesores de la cátedra de la DAA-FAR de la Academia de las FAR, General “Máximo Gómez Báez”.

A mi tutora, por todo el apoyo brindado.

A mi co-tutor, el Dr. Jorge Sergio Menéndez, por su interés en enseñarme las buenas prácticas de la Metodología de la Investigación Científica, y por su nivel de profundidad en cada revisión que me hacia del documento.

Al profe Armando por la ayuda brindada.

A mis amigas y amigos más allegados que durante estos cinco años han sido merecedores de mi afecto, donde quiera que esté, nunca los voy a olvidar, a ustedes les debo parte de mi vida.

A todos mis compañeros que durante estos cinco años hemos compartidos buenos y malos momentos.

A todo el equipo de desarrollo del proyecto GeneSIG.

A la Universidad de las Ciencias Informáticas por brindarme las condiciones necesarias para formarme como Ingeniero.

Al estado cubano por darme la oportunidad de estudiar en un centro de excelencia de forma gratuita.

DECLARACIÓN DE AUTORÍA

Yo, Yacel Cambara Denis, con carnet de identidad 88051933105, declaro que soy el autor principal del resultado que expongo en la presente memoria titulada, **Módulo para la Gestión de Perfiles de Metadatos Geográficos Basados en la Norma ISO 19115 Core en el Sistema SyGMe**”, para optar por el título de Ingeniero en Ciencias Informáticas, y autorizo al departamento de Geoinformática de la Universidad de las Ciencias Informáticas a hacer uso del mismo en su beneficio. El presente trabajo fue desarrollado individualmente en el transcurso de los años 2011-2012.

Y para que así conste, firmo la presente declaración jurada de autoría en Ciudad de la Habana a los 20 días del mes de junio del año 2012.

Yacel Cambara Denis

Autor

Ing. Liset García Padrón.

Tutor

Tutor: Ing.Liset García Padrón

- Profesión: Ingeniero en Ciencias Informáticas.
- Categoría docente: Instructor Recién graduado.
- Año de graduado: 2010.
- Correo electrónico: lpadron@uci.cu

Co-Tutor:Dr.C: Jorge Sergio Menéndez Pérez.

- Profesión: Graduado de Ingeniero en Radiodirección de Tropas Coheteriles Antiaéreas en el Instituto Técnico Militar “José Martí”. Graduado de Mando y Estado Mayor de Defensa Antiaérea (DAA) en la Unión de Repúblicas Socialista Soviética (URSS) en 1989.Graduado de Máster en Ciencias Pedagógicas Militares y Doctor en Ciencias Pedagógicas en la Academia de las Fuerzas Armadas Revolucionarias “General, Máximo Gómez Báez”, Orden: Antonio Maceo Grajales.
- Categoría docente: Profesor Auxiliar.
- Año de graduado: 1979.
- Correo electrónico: smenendez@uci.cu

Co-Tutor: Ing. Armando Batista Pineda.

- Profesión: Ingeniero Informático
- Categoría docente: Instructor
- Año de graduado: 2006.
- Correo electrónico: armandobp@uci.cu

RESUMEN

La Universidad de las Ciencias Informáticas (UCI), está inmersa en el desarrollo de sistemas informáticos que les permite a los estudiantes vincular lo aprendido en clases con la producción. Como parte de la ejecución de estos proyectos un equipo de trabajo del Centro de Geoinformática y Señales Digitales (GEYSED), está inmerso en la construcción de una plataforma para el desarrollo de Sistemas de Información Geográfica, que lleva por nombre GeneSIG. Dicha plataforma tiene integrado el catálogo de mapas LiberMaps, el cual maneja la seguridad sobre datos y funcionalidades, permite realizar la edición dinámica de los objetos de un mapa. LiberMaps, está integrado con el Sistema de Gestión de Metadatos Geográficos (SyGMe), permitiendo esto, mayor organización de los datos contenidos en los mapas. Actualmente en el proceso de gestión de Metadatos Geográficos, el SyGMe implementa la norma ISO19115 Core. Varias instituciones u organismos identificados como usuarios potenciales de SyGMe, manejan recursos con diferencias en la información, acorde a las particularidades de cada negocio, problema cuya solución la constituye, la gestión de perfiles de Metadatos Geográficos utilizando la norma ISO19115 Core para la creación de dichos perfiles. Para ello, se llevó a cabo un estudio de los procesos de gestión de perfiles de Metadatos Geográficos y de las tendencias actuales en el mundo de la informática. El sistema está desarrollado sobre un ambiente Web con tecnologías libres en su mayoría. Teniendo en cuenta la metodología seleccionada: RUP, se documentó todo el proceso generando los artefactos correspondientes a cada flujo de trabajo.

PALABRAS CLAVES

Ambiente Web, Gestión, Mapa, Metadatos Geográficos, Perfiles, Sistema informático, Tecnologías libres.

Tabla de Contenidos.

INTRODUCCIÓN	1
CAPÍTULO 1: Fundamentación Teórica	6
Introducción	6
1.1 Sistema categorial empleado en la investigación	6
1.2 Estado del arte	8
1.3 Análisis de otras soluciones existentes	16
1.4 Conclusiones	18
CAPÍTULO 2: Tendencias y Tecnologías	19
Introducción	19
2.1 Metodologías de Desarrollo de Software	19
2.2 Lenguaje Unificado de Modelado	21
2.3 Servidor Web	22
2.4 Lenguajes de Programación Web.....	23
2.5 Sistemas Gestores de Bases de Datos	25
2.6 Herramientas CASE	27
2.7 Framework	29
2.8 Entorno Integrado de Desarrollo	29
2.9 Apache JMeter	29
2.10 Conclusiones Parciales	30
CAPÍTULO 3: Modelación de la Solución Propuesta	31
Introducción	31
3.1 Modelo de dominio	31
3.2 Modelo del Sistema.....	32

3.3 Diagrama de Casos de Uso del Sistema	37
3.4 Descripción de los actores del sistema	38
3.5 Descripción de los Casos de uso del Sistema	38
3.6 Conclusiones Parciales	43
CAPÍTULO 4: Construcción y Validación de la Solución Propuesta.....	44
Introducción	44
4.1 Diseño.....	44
4.2 Patrones de Diseño.....	47
4.3 Diagramas de Clases del Diseño.....	48
4.4 Diseño de la Base de Datos	49
4.5 Modelo de Despliegue	51
4.6 Modelo de Implementación	52
4.7 Pruebas al Sistema.....	55
4.8 Conclusiones	56
CONCLUSIONES.....	58
RECOMENDACIONES.....	59
REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	60
GLOSARIO DE TÉRMINOS.....	67

Tabla de Figuras

Figura 1: Relaciones entre paquetes UML.....	9
Figura 2: Elementos del núcleo de la norma ISO19115	10
Figura 3: Paquetes de metadatos de la norma ISO 19115-2 y su relación con la norma ISO 19115	12
Figura 4: Elementos del Núcleo Español de Metadatos (NEM)	14
Figura 5: Elementos de metadatos de INSPIRE	15
Figura 6: Elementos de metadatos de ISO 19115 WISE	16
Figura 7: Disciplinas, Fases e Iteraciones de la Metodología RUP	25
Figura 8: Diagrama de Clases del Modelo de Dominio	32
Figura 9: Diagrama de Casos de Usos del Sistema	38
Figura 10: Paquete de JS comunes a todos los CU	46
Figura 11: Estructura del Módulo para la Gestión de Perfiles Dinámicos de Metadatos Geográficos en el Sistema SyGMe	46
Figura 12: Diagrama de Clases del Diseño CU: "Gestionar Perfiles"	49
Figura 13: Diagrama de Paquete Modelo del Caso de Uso: "Gestionar Perfiles"	49
Figura 14: Diagrama de Clases Persistentes. Paquete Información del perfil del Metadato Geográfico	50
Figura 15: Modelo Entidad Relación. Paquete Perfil del Metadato Geográfico	51
Figura 16: Diagrama de Despliegue.....	52
Figura 17: Diagrama de Componentes. Vista General	53
Figura 18: Diagrama de Componentes. Paquete Modelo	53
Figura 19: Diagrama de Componentes. Paquete Ext.	54

Figura 20: Diagrama de Componentes. Paquete Módulos.....	54
Figura 21: Diagrama de Componentes. Paquete Módulo	55

INTRODUCCIÓN.

Desde la antigüedad, los mapas han sido manipulados por las personas para representar el medio donde viven. Un mapa, no es más que una representación gráfica y métrica de una porción de territorio sobre una superficie en el espacio. En la actualidad, el uso de los mapas, engloba muchos campos en el orden económico, político, militar y social, es por esto, que se han convertido en una herramienta esencial a la hora de tomar decisiones en muchas de estas áreas.

La cartografía, reconocida por muchos, como la más científica de las artes y la más artística de las ciencias, ha formado parte de una de las tres formas de comunicación inventadas por la humanidad: el idioma, la música y los mapas.

Con el acelerado desarrollo de las tecnologías de la información, surgieron los primeros sistemas computacionales, especializados en el tratamiento de imágenes cartográficas, pues era de gran complejidad representar digitalmente los mapas en aquellas máquinas, que requerían de prestaciones de hardware que permitían almacenar gran cantidad de datos. Ya en los años 80 del siglo XX, los sistemas comerciales de información geográfica eran más eficientes, al lograr una capacidad que permitiría su rápida aceptación.

Los notables avances tecnológicos alcanzados al culminar el siglo anterior, dieron lugar, al surgimiento de los Sistemas de Información Geográfica (SIG), constituyendo estos, un paso trascendental en el uso y manejo de la información geográfica, lográndose una mayor interoperabilidad en cuanto a la manipulación de los datos espacialmente georreferenciados. Un SIG, no es más que la integración de usuario, hardware y software, que permite gestionar y analizar información geográfica. Su uso, se ha diversificado y en la actualidad, se pueden encontrar sistemas de este tipo en muchas empresas o instituciones no ligadas directamente al estudio o desarrollo de las ciencias geográficas. Con el devenir del tiempo, estos sistemas, se convierten en herramientas necesarias e imprescindibles en la toma de decisiones a los niveles empresariales, políticos, e incluso institucionales.

El avance en el desarrollo de los SIG y los logros obtenidos en otros campos de la ciencia, han hecho que cuestiones como, la complejidad, calidad y diversidad de los datos geográficos, crezcan aceleradamente, por lo que se hizo necesario crear métodos que permitieran agrupar todos estos elementos de forma tal, que se lograra un manejo eficiente de los datos.

Uno de los principales componentes que son necesarios para la construcción de un SIG, lo constituyen los Metadatos Geográficos. *“Los metadatos son información documentada a través de herramientas de*

tecnologías de la información, que mejoran la comprensión, tanto técnica como comercial de los datos y de los procesos relacionados con ellos” [Seiner, 2000], la locución latina (sic).

Hoy, el concepto de metadato, debe ser asimilado como un término más amplio, que permite pensar la producción de recursos digitales bajo un enfoque de trabajo colaborativo y que coloca en una posición participativa a todos los grupos de profesionales implicados en su desarrollo. Otros autores, amplían el concepto de “dato sobre el dato”, al afirmar, que los metadatos, también *“deben incluir información sobre el contexto, contenido y control. De este modo, se alcanzan objetivos como describir, identificar y definir un recurso para recuperar, filtrar e informar sobre Licenciamiento y condiciones de uso, autenticación y evaluación, preservación e interoperabilidad.” [Caplan, 2004], la locución latina (sic).*

Actualmente, la Organización Internacional de Estandarización (ISO, por sus siglas en inglés), implementa la Norma ISO 19115 para la documentación de la información geográfica, esta norma define subconjuntos de elementos, denominados perfiles, con el objetivo de crear estándares de Metadatos Geográficos para negocios específicos, ejemplo de estos lo constituye la creación de los perfiles: ISO19115 Core, ISO19115 WISE, ISO19115 INSPIRE y ISO19115 NEM.

Los especialistas cubanos se adentran cada vez más en el mundo tecnológico contemporáneo, inmersos en el desarrollo de sistemas computacionales que permiten darle solución a estas necesidades. La Universidad de las Ciencias Informáticas (UCI), como principal centro de capacitación para el desarrollo de software en el país, contribuye al fortalecimiento de este propósito, de suma importancia para la nación. Contar con herramientas de este tipo, implica un ahorro considerable de dinero, por concepto de importación de software para el país, contribuyendo esto, al desarrollo de la economía, y de la sociedad en general.

Como parte de la ejecución de estos proyectos, un grupo de desarrollo del departamento de Geoinformática, perteneciente al centro de Geoinformática y Señales Digitales (GEYSED), está inmerso en la implementación de una plataforma para el desarrollo de SIG que lleva por nombre, GeneSIG. El mismo, surge por la necesidad de contar con un producto soberano, que sirva como soporte al desarrollo de aplicaciones de SIG en entornos Web con tecnologías libres y tiene como premisa fundamental, realizar la representación geoespacial de la información asociada a negocios específicos, realizando análisis sobre dicha información.

La plataforma GeneSIG, necesitaba contar con una solución que le permitiese procesar información referente a los Metadatos Geográficos, de esta forma, surge el Sistema para la Gestión de Metadatos Geográficos (SyGMe), como un módulo del catálogo de mapas LiberMaps.

Actualmente, se hace necesario disponer de un módulo dentro del SyGMe, que les permita a los usuarios el manejo de recursos con diferencias en la información acorde a las particularidades de un negocio. La solución a este problema la constituye la gestión de perfiles para Metadatos Geográficos basados en la norma ISO19115 Core. Dicha norma, implementada en la versión actual de SyGMe, es amplia, compleja y general, de modo que es difícil su implementación, los usuarios de SyGMe deben invertir más tiempo del necesario en el proceso de gestión de los Metadatos Geográficos al tener que interactuar con los elementos de la norma que no utilizan, implicando además, un mayor esfuerzo físico y psicológico, provocando en general, mala experiencia en el uso del sistema. Con el desarrollo de la presente investigación, se debe lograr que el SyGMe permita gestionar perfiles de Metadatos Geográficos basados en la norma ISO19115 Core para la creación de dichos metadatos.

Por lo anteriormente expresado, se decidió realizar la presente investigación identificando como **problema a resolver**: ¿Cómo contribuir a mejorar la experiencia de los usuarios del sistema SyGMe que requieren un modo particular de utilizar la norma ISO 19115 Core según sus necesidades?

A partir del problema expuesto, se define como **objeto de estudio**: Los procesos asociados a la creación de perfiles basados en la norma ISO 19115 Core.

El **objetivo general** de la investigación consiste en: Desarrollar un módulo para la gestión de perfiles basados en la norma ISO 19115 Core en el sistema SyGMe.

El **campo de acción**, lo constituye, La gestión de perfiles de Metadatos Geográficos basados en la norma ISO 19115 Core en sistemas informáticos sobre entornos Web.

Se plantea como **idea a defender** en el diseño de la presente investigación la siguiente: El desarrollo de un módulo para SyGMe, que permita la gestión de perfiles basados en la norma ISO 19115 Core, debe contribuir a mejorar la experiencia de los usuarios del sistema.

Para dar cumplimiento al objetivo general de la presente investigación se definieron las siguientes **tareas investigativas**:

- Caracterización de la situación problemática de la investigación.
- Identificación de las soluciones existentes a partir de un análisis del estado del arte.
- Selección y argumentación de las tendencias y tecnologías actuales a utilizar en el proceso.
- Realización del modelado del negocio.

- Identificación de los requisitos funcionales y no funcionales.
- Confección del modelo de casos de uso del sistema.
- Elaboración del modelo de diseño.
- Elaboración del modelo de implementación.
- Implementación de los casos de uso definidos a partir de los requisitos funcionales.
- Validación de la solución, mediante la aplicación de las pruebas de carga y estrés.

Para llevar a cabo el desarrollo estas tareas, se utilizarán los siguientes **métodos científicos**:

Métodos Teóricos:

Modelación: para representar todo el proceso de la gestión de perfiles de Metadatos Geográficos basados en la norma ISO19115 Core en el sistema SyGMe y así tener una visión general del posible resultado.

Análisis histórico - lógico: para el análisis de los procesos de gestión de perfiles de Metadatos Geográficos asociados a la norma ISO19115 y de las tendencias actuales en el desarrollo de sistemas informáticos de este tipo.

Análisis y síntesis para realizar una revisión bibliográfica de todos los temas relacionados con la gestión de perfiles de Metadatos Geográficos, y hacer una recopilación de la bibliografía a utilizar en la presente investigación.

Métodos Empíricos:

Observación: Llevada a cabo durante todo el proceso de investigación, para así identificar todo lo relacionado con el dominio del problema y arribar a conclusiones que permitan modelar y aplicar la solución que se propone.

Entrevista: Este método, se utiliza en la fase inicial, en el levantamiento de requisitos, donde se realizará una serie de preguntas pertinentes y necesarias a los trabajadores del Grupo Empresarial de GeoCuba, para captar todos los requisitos funcionales y no funcionales que debe tener el sistema.

Se espera como **posibles resultados** de de la presente investigación, contar con un módulo que permita la gestión de perfiles de Metadatos Geográficos, basados en la norma ISO 19115 Core en el SyGMe.

Capítulo 1. Fundamentación Teórica: Se realizará un estudio del estado del arte, analizando las diferentes soluciones existentes en el mundo.

Capítulo 2. Tendencias y Tecnologías: Se identificarán y argumentarán las diferentes tendencias y tecnologías actuales a utilizar en la construcción de la solución, a partir del estudio de las mismas.

Capítulo 3. Modelación de la Solución Propuesta: Se obtendrá el modelo de dominio o modelo de negocio según corresponda y se realizará un levantamiento de los requisitos funcionales y no funcionales del sistema. Además, se identificarán los actores y los Casos de Usos (CU) del sistema, así como la forma en que estos interactúan los Diagramas de Casos de Usos (DCUS), realizando además la descripción textual de los (CU).

Capítulo 4. Construcción y Validación de la Solución Propuesta: Se confeccionarán los diagramas de clases del diseño para cada CU identificado en el Modelo de Sistema, de manera que se definan las colaboraciones de clases, que pueden ser agregadas en paquetes y subsistemas. Se elaborará el diagrama por el cual se guiará la implementación del sistema y se identificarán subsistemas y componentes.

CAPÍTULO 1: Fundamentación Teórica

Introducción

En el presente capítulo, el autor hace énfasis en los aspectos que permiten argumentar teóricamente el objeto de estudio abordado en la investigación, entre los cuáles se asocian los conceptos de Metadatos Geográficos, qué es un Mapa y cómo se definen las normas. Se expone el sistema categorial empleado en la investigación. Se hace además, un análisis de las normas internacionales que rigen el proceso de gestión de Metadatos Geográficos y los perfiles asociados a estas normas, así como su uso en nuestro país. Se realiza un breve acercamiento analítico relacionado con los sistemas gestores de Metadatos Geográficos existentes en el contexto internacional.

1.1. Sistema categorial empleado en la investigación

Para posibilitar un mejor entendimiento de los elementos que forman parte de esta investigación, es necesario que se conozcan algunos de los conceptos elementales que se asocian al dominio del problema.

Información geográfica.

La información geográfica es un conjunto de datos acerca de algún suceso, hecho o fenómeno, que organizados en un contexto determinado, tienen su significado, cuyo propósito puede reducir la incertidumbre o incrementar el conocimiento acerca de algo [Thompson, 2008]. Como tal, información geográfica es un conjunto de datos espaciales que brindan conocimientos sobre algún suceso o hecho de carácter geográfico.

Dato espacial.

Es la información contenida sobre un mapa referente a un punto en el espacio (coordenadas x, y, z), además de poseer características como color, forma y otras, el dato espacial guarda información referente a un recurso específico dentro de un mapa.

Sistema de Información Geográfica.

Un Sistema de Información Geográfica (SIG) ,es la integración de hardware, software y usuarios que mediante procedimientos diseñados para soportar la captura, el manejo, la manipulación, el análisis, modelado y despliegue de datos espacialmente referenciados, permiten la solución de problemas complejos del manejo y planeamiento territorial [David Rhind,1994].

Actualmente los SIG permiten resolver problemas puntuales en esferas como: El transporte, las redes hidráulicas, los recursos minerales, la telefonía móvil, entre otras.

Infraestructura de Datos Espaciales.

La Infraestructura de Datos Espaciales (IDE) está formada por un grupo de entidades que definen e implementan una serie de estrategias o políticas a seguir, que permiten optimizar la producción y gestión de información geográfica, con el objetivo de facilitar tanto el acceso, como su uso para la toma de decisiones [Bohórquez, 2005].

Normas.

La Real Academia Española (RAE), plantea, que las normas se definen como reglas o estándares que se deben seguir, o a las que se deben ajustar las conductas, tareas y actividades [RAE, 2001].

Una norma, se puede ver como un hilo conductor en la realización de una de una acción determinada, viéndolo desde el punto de vista de la presente investigación, se afirma que una norma es el establecimiento de un conjunto de datos geográficos que permiten describir un recurso geográfico teniendo en cuenta las particularidades de un negocio específico.

ISO.

La Organización internacional de Normalización (ISO, por sus siglas en inglés), es una federación internacional de organismos de normalización (Organismos miembros de ISO). El trabajo de preparación de las normas internacionales se suele realizar a través de los comités técnicos de ISO. [CTN50, 2008]

Las Normas Internacionales se proyectan de acuerdo con las reglas establecidas en la Parte 2 de las Directivas ISO/CEI. [CTN50, 2008].

Catálogo de mapas.

La Real Academia Española, plantea, que un catálogo, es una relación ordenada de elementos en la que se involucran documentos, personas, objetos y otros elementos que están relacionados entre sí. [RAE, 2008].

Se define, que un catálogo de mapas, es una relación ordenada de mapas, que posibilita facilitar su búsqueda en caso de ser necesitada.

Mapa.

Un mapa, es una representación gráfica y métrica de una porción de territorio sobre una superficie bidimensional, que por lo general suele ser plana, aunque también, puede ser esférica como en el caso de los globos terráqueos [Definición ABC, 2011].

Metadato Geográfico.

Un Metadato geográfico, es un conjunto de información que identifica diferentes aspectos relacionados a grupos de datos, o a datos específicos. Describe aspectos de los datos geospaciales como son: calidad, actualización, referencia geoespacial, autor, entre otras. Constituyen información sobre la forma y el contenido de los recursos informativos. La primera y más extendida definición a nivel mundial que se le dio al término Metadato, fue: «Datos que describen datos». [Oliva Santos, 2006].

Los metadatos, recogen un cúmulo de información de datos espaciales respondiendo al quién, qué, cuándo, por qué y cómo surgen los mismos. Se considera que un Metadato es importante, cuando están soportados por bases de datos y disponibles en Servicios de Consulta de Información Geográfica.

Perfil de Metadatos Geográficos.

Se define que un perfil de Metadatos Geográficos, es un conjunto de datos que representan un subconjunto de una norma determinada para el procesamiento de información geográfica, estos responden a las diferencias en el tratamiento de la información geográfica, según las particularidades de una entidad.

1.2. Estado del arte.**Normas internacionales.**

En el ámbito internacional se han establecido normas o estándares a seguir para la gestión de Metadatos Geográficos, con el propósito de brindar una estructura para describir o caracterizar cada uno de los datos geográficos que se referencian. Dichas normas han sido aprobadas por especialistas en la materia, que forman parte de un grupo de trabajo de organizaciones de normalización.

La ISO, como organización especializada en los procesos de normalización, a través de su familia ISO 19100 define normalizaciones para metadatos geográficos [Sánchez Maganto, 2008].

Normas ISO para metadatos geográficos.

En el contexto actual, el uso de la información geográfica crece aceleradamente, accediendo cada vez a esta, un mayor número de usuarios con diferentes propósitos. En su mayoría, esta información no cuenta con datos que la representen como su autor, modo de identificación, fecha, entre otros elementos, por lo que se hacía imprescindible contar con una herramienta que permitiera tener una estructura bien organizada para facilitar su documentación y su gestión.[Sánchez Maganto, 2008].

ISO 19115: Metadatos geográficos.

La norma ISO19115, brinda una colección de términos para un conjunto significativo de datos, como son: las categorías de las clasificaciones del recurso, los formatos, los medios de almacenamiento, los tipos de fechas, el estado de progreso de la información, las restricciones de acceso y el uso de datos.

Esta norma de metadatos es muy abarcadora, contiene cierta cantidad de elementos de metadatos, unos obligatorios y otros opcionales. En ella se definen 27 listas controladas, a partir de las cuales, se especifican los posibles valores que pueden tomar determinados campos.

Los Metadatos Geográficos se representan mediante paquetes de Lenguajes de Modelación Universal (UML, por sus siglas en inglés), estos paquetes, son un conjunto de herramientas que permiten, modelar, analizar y diseñar, sistemas informáticos guiados por el paradigma: orientados a objetos.

Como se muestra en la figura 1, dentro de cada componente, se pueden encontrar una o más entidades (clases UML), que pueden estar especificadas o generalizadas, y cada una de ellas, se pueden relacionar con otras, dentro del mismo componente.

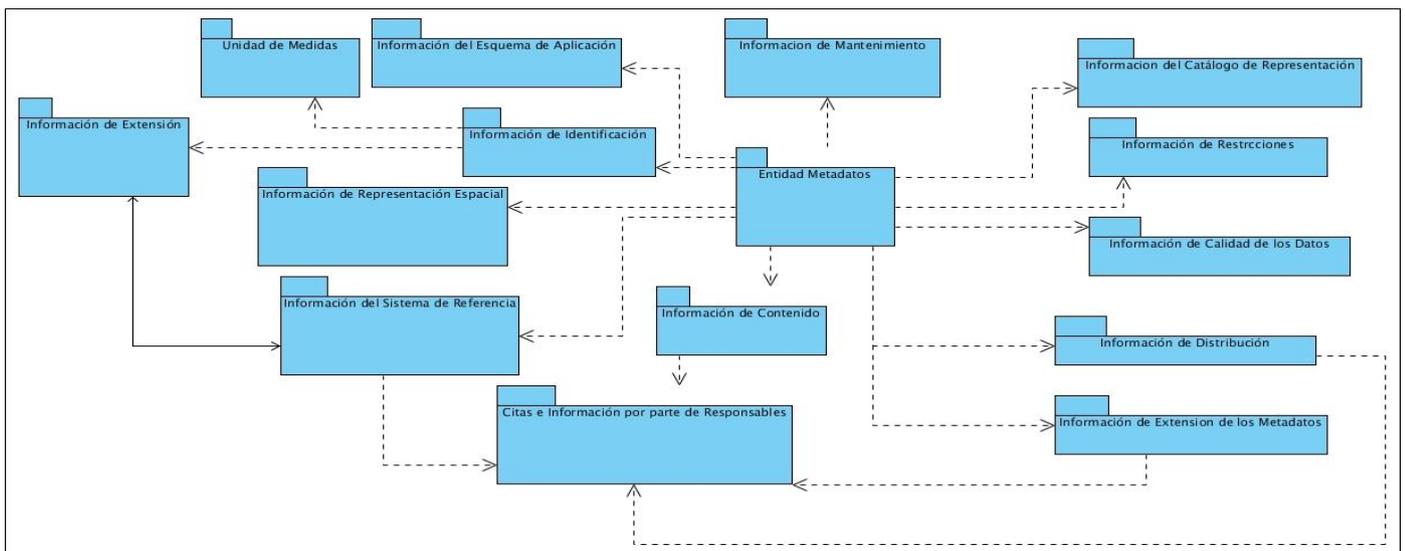


Figura 1: Relaciones entre paquetes UML

La norma en cuestión, a pesar de ser muy extensa, posee un “conjunto mínimo” de metadatos que se denomina núcleo o Core de la norma, que es de obligatoria implementación para todas las aplicaciones de metadatos (desde mapas en formato papel a datos en formato digital, como imágenes de satélite, modelos digitales del terreno, entre otros) [Sánchez Maganto, 2008].

Al utilizar todos sus elementos (condicionales, opcionales y obligatorios), se incrementa la interoperabilidad de los datos y posibilita a los usuarios un mejor entendimiento. Con la creación de perfiles de metadatos asociados a esta norma, se logra que el usuario gestione la información de acuerdo a un negocio específico, dándole la opción de excluir paquetes, o descriptores específicos dentro de los paquetes que conforman la norma, según las necesidades de la institución que se identifique como usuario potencial del sistema.

Elementos Obligatorios del Núcleo ISO	Elementos Opcionales del Núcleo de ISO
<ul style="list-style-type: none"> • Título del Conjunto de Datos • Fecha de Referencia • Idioma del Conjunto de Datos • Categoría del tema • Resumen descriptivo • Fecha de los Metadatos 	<ul style="list-style-type: none"> • Parte responsable del Conjunto de Datos • Resolución espacial del conjunto de datos • Formato de Distribución • Extensión vertical y temporal • Tipo de representación espacial • Sistema de Referencia • Linaje • Recurso en línea • Identificador del Fichero de Metadatos • Norma de Metadatos • Versión de la Norma de Metadatos
Elementos Condicionales del Núcleo de ISO	
<ul style="list-style-type: none"> • Localización geográfica de los Datos • Conjunto de caracteres del Conjunto de Datos • Idioma de los Metadatos • Conjunto de caracteres de los Metadatos • Punto de contacto para los Metadatos 	

Figura 2: Elementos del núcleo de la norma ISO19115.[Sánchez Maganto, 2008].

ISO 19115-2: Metadatos para imágenes y datos en malla.

El desarrollo de las normas de metadatos, se ha basado en una primera fase, en describir principalmente los datos vectoriales, mientras que actualmente, se encuentra centrado en una segunda fase dedicada a describir las imágenes, datos ráster y coberturas. Dentro de este apartado, se localiza la norma ISO 19115-2 [Sánchez Maganto, 2008].

En el caso de los metadatos de los productos ráster e imágenes, es necesario aplicar por un lado la norma ISO 19115, ampliándola con los paquetes de metadatos comunes definidos para la Información

Geográfica y por otro, la ISO 19115-2, aplicándola para describir en detalle la información ráster. De este modo, se podrá obtener un metadato completo en lo referente a la información ráster y que cumplirá ambas normativas. [Sánchez Maganto, 2008].

El principal objetivo de la extensión de la norma ISO 19115, es incluir los elementos de metadatos necesarios para definir correctamente los productos ráster e imágenes, en lo referente a la calidad de los datos, la representación espacial, el contenido de los datos y la información sobre la adquisición de los datos. Esta norma, está subdividida en paquetes de metadatos correspondientes a:

- **Información sobre Calidad de los datos:** Este conjunto de metadatos, amplía la información referente a la calidad de los datos, incluyendo algunos componentes para definir en profundidad todas las características del producto final. Estos son:

- Resultado de la Cobertura o Producto final.
- Extensión del Linaje.
- Resolución Nominal.
- Procesado.
- Extensión de los Pasos del Proceso.
- Extensión de la Fuente.

- **Información de la Representación Espacial:** Este componente, incluye una extensión para las imágenes Georrectificadas, que permite documentar los puntos de control y una extensión para las imágenes Georreferenciables, que permite documentar información para geolocalizar la imagen.

- **Información del Contenido:** Este componente contiene un apartado destinado a documentar la información sobre las longitudes de onda recogidas por las distintas bandas y otro destinado a extender la descripción de la imagen o cobertura.

- **Información de Adquisición:** Dicho componente incluye varios apartados con el fin de documentar detalladamente la información sobre el método de adquisición de los datos:

- Identificación del instrumental.
- Información del objetivo.

Perfiles de aplicación de la norma ISO 19115.

El diseño general elaborado por ISO19115 consta de 409 elementos. Para muchas instituciones involucradas en este campo, resulta difícil a la hora de adoptarlo como guía para la descripción de Recursos de Información Geográfica. Dado este inconveniente, frecuentemente se usan los perfiles de ISO19115 que sin obviar las reglas de este estándar, sintetizan de forma detallada el diseño general de ISO19115. Estos perfiles responden a necesidades particulares de una entidad con una infraestructura basada en la gestión de información geográfica.

Núcleo Español de Metadatos.

La ISO 19115 NEM (Núcleo Español de Metadatos), establece un conjunto mínimo de metadatos recomendados para la descripción de recursos relacionados con la Información Geográfica (serie o producto completo, hojas o unidades, etc.), En España. Este conjunto de elementos definidos dentro del perfil se caracteriza por ser:

- **Consolidado:** Ha sido aprobado por el Consejo Superior Geográfico, órgano superior, consultivo y de planificación del Estado en el ámbito de la cartografía que depende del Ministerio de Fomento, en el que están representados los productores de datos geográficos digitales de referencia de ámbito nacional, autonómico y local.
- **Consensuado:** Es el resultado de un amplio consenso, a partir de opiniones, comentarios y aportaciones de un grupo abierto de expertos en materia de metadatos, pertenecientes a organizaciones e instituciones de diferentes ámbitos regionales: nacional, autonómico y local.
- **Estable:** No se irán incorporando nuevos ítems conforme vayan surgiendo iniciativas en el mundo de los metadatos, sino que se mantendrá razonablemente invariable.
- **No restrictivo:** No pretende que se implemente directamente tal y como se define, sino que cada organismo o institución en función de sus necesidades y la finalidad que persiga, añada otros elementos que considere necesarios. [Sánchez Maganto, 2008].

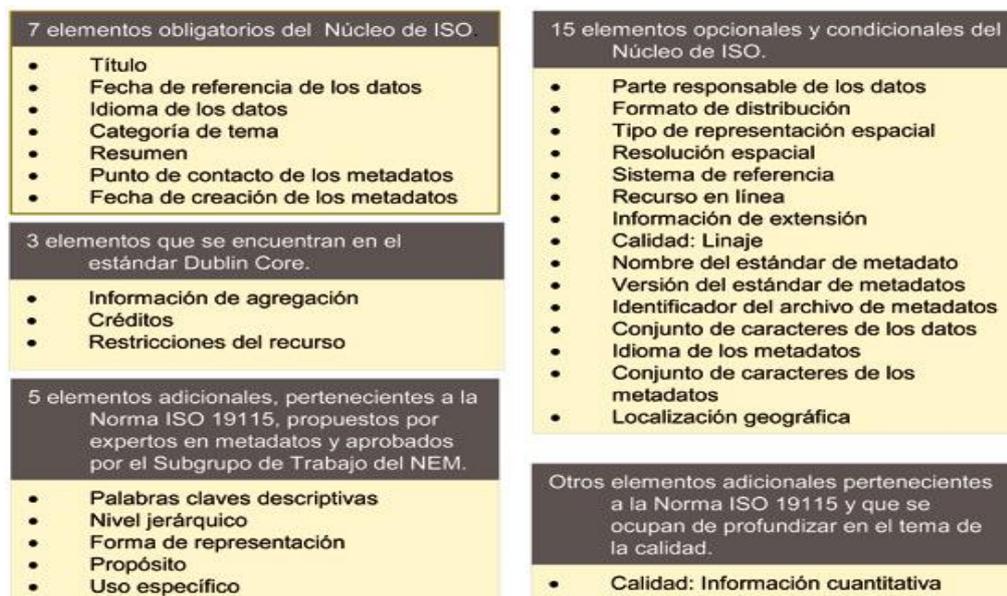


Figura 4: Elementos del Núcleo Español de Metadatos (NEM) [Sánchez Maganto, 2008].

ISO 19115 INSPIRE.

Uno de los elementos claves de INSPIRE, es la estandarización y homogenización de los metadatos de datos espaciales de las administraciones públicas de los estados miembros de la Unión Europea (UE), que alimentarán la infraestructura. Las especificaciones a emplear para tal fin están recogidas en sus Reglas de Implementación (IR).

Ha de considerarse además, que la conformidad con ISO no garantiza el cumplimiento estricto de INSPIRE, y viceversa, por lo que se han examinado punto a punto los temas a incluir según la Directiva. Además, todo lo que sea obligatorio según ISO, aunque quizá no para INSPIRE, debe tomarse en consideración en la generación de la plantilla de exportación XML INSPIRE [Sánchez Maganto, 2008].

Este perfil incluye un conjunto de elementos de metadatos geográficos como se muestra en la siguiente figura.

<p>Identificación</p> <ul style="list-style-type: none"> • Título del recurso • Resumen del recurso • Tipo del recurso • Localizador del recurso • Identificador único de recursos • Recurso acoplado • Lengua del recurso 	<p>Clasificación de Datos y Servicios Espaciales</p> <ul style="list-style-type: none"> • Categoría temática • Tipo de servicio de datos espaciales
<p>Localización Geográfica</p> <ul style="list-style-type: none"> • Rectángulo geográfico envolvente 	<p>Palabra Clave</p> <ul style="list-style-type: none"> • Valor de la palabra clave • Vocabulario controlado de origen
<p>Calidad y Validez</p> <ul style="list-style-type: none"> • Linaje • Resolución espacial 	<p>Referencia Temporal</p> <ul style="list-style-type: none"> • Extensión temporal • Fecha de publicación • Fecha de la última revisión • Fecha de creación
<p>Constricciones Relacionadas con el Acceso y el Uso</p> <ul style="list-style-type: none"> • Condiciones aplicables al acceso y el uso • Restricciones del acceso público 	<p>Conformidad</p> <ul style="list-style-type: none"> • Especificación • Grado de conformidad
<p>Metadatos sobre Metadatos</p> <ul style="list-style-type: none"> • Punto de contacto de los metadatos • Fecha de los metadatos • Lengua de los metadatos 	<p>Organizaciones Responsables del Establecimiento, Gestión, Mantenimiento y Distribución de los Conjuntos y Servicios de Datos Espaciales</p> <ul style="list-style-type: none"> • Parte responsable • Función de la parte responsable

Figura 5: Elementos de metadatos de INSPIRE. [Sánchez Maganto, 2008].

ISO 19115 WISE.

WISE, fue desarrollado por la Comisión Europea en documentos como “WISE GIS guidance document” (2008), con la participación directa de técnicos de la Confederación Hidrográfica del Duero.

En 2002, dentro del marco europeo, se definió el primer perfil de metadatos de WISE (Water Information System for Europe), sujeto a un proceso continuo de mejoras, basado en su uso y en la norma ISO19115 existente en esa fecha. En el año 2008, el perfil fue sometido a un proceso de transformaciones a partir de los trabajos realizados por un grupo de expertos y personas implicados en la Directiva Marco del agua. Este grupo ha contribuido al desarrollo y conocimiento de todas las materias referentes al agua y su normativa dentro de la Unión Europea mediante la guía GIS-WISE 2008 (Geography Information System Water Information System of Europe,2008).[Sánchez Maganto, 2008].

Elementos obligatorios del Núcleo de ISO	Elementos opcionales y condicionales del Núcleo de ISO
<ul style="list-style-type: none"> • Punto de contacto del metadato • Fecha de creación • Título del conjunto de datos • Fecha de referencia del conjunto de datos • Resumen descriptivo • Versión de la Norma de Metadatos • Idioma del conjunto de datos 	<ul style="list-style-type: none"> • Identificador del Fichero de Metadatos • Norma de Metadatos • Parte responsable del Conjunto de Datos • Tipo de representación espacial • Idioma del metadato • Conjunto de caracteres de los Metadatos • Conjunto de caracteres del Conjunto de Datos • Resolución espacial del conjunto de datos • Categoría del tema • Extensión vertical y temporal • Formato de Distribución

Figura 6: Elementos de metadatos de ISO 19115 WISE. [Sánchez Maganto, 2008].

Ámbito de Cuba.

Dentro del proceso de automatización del conocimiento geológico en el país, la Oficina Nacional de Recursos Minerales creó un perfil de Metadatos Geográficos que se encuentra adjunto al documento **“Procedimientos para la Documentación del Metadato”**. En el año 2007, la Empresa Geominera Oriente Sur, publicó una versión corregida de dicho procedimiento, haciéndose un análisis de contenido del metadato para el conjunto de datos geológicos.

Dicho perfil fue desarrollado siguiendo los estándares de la norma ISO 19115.TC211, puesta en vigor en el año 2003 por el Comité Técnico número 211 de la ISO, con el objetivo de hacer análogas otras normas de metadatos geológicos que se habían desarrollado con anterioridad, además de pretender llegar a un acuerdo internacional sobre metadatos geoespaciales.

1.3. Análisis de otras soluciones existentes

En la actualidad se han desarrollado disímiles herramientas que permiten crear metadatos, atendiendo a las normas existentes (incluyendo extensiones y perfiles), presentados en los epígrafes anteriores.

Existen herramientas como el **CatMDEdit**, especializada en la edición de Metadatos Geográficos que facilita la documentación de recursos, haciendo especial énfasis en la descripción de los recursos de información geográfica. Es una herramienta de código abierto. Esta herramienta, desarrollada en Java, es multiplataforma (Windows, Linux, Mac, etc.), proporciona soporte a distintos idiomas, y permite la

creación de metadatos de acuerdo a distintos perfiles de ISO 19115 (XML según el esquema definido por ISO/TS 19139) y Dublin Core (ISO 15836). [**Sánchez Maganto, 2008**].

También existe la herramienta, **ME** (ISO Metadato Editor) 4.0: desarrollada por el INTA (Instituto Nacional de Técnicas Aeroespaciales) que permite la creación de Metadatos Geográficos según la normas ISO 19115 y presenta la posibilidad de validar archivos XML según el esquema definido por ISO/TS 1913 [**Sánchez Maganto, 2008**].

Es posible mencionar además al **MetaD**, programa gratuito de edición y exportación de metadatos desarrollado por el ICC, para dar soporte a la IDE de Cataluña. Esta aplicación, persigue como objetivo, la creación de Metadatos Geográficos de forma guiada, de manera que les facilite a los usuarios crearlos, editarlos, mantenerlos y exportarlos. Se trata de un subconjunto del estándar ISO 19115, con su implantación ISO 19139, destinado a describir la información geográfica. [**Universidad Politécnica de Madrid, 2008**].

Otra de las aplicaciones existentes es **Geonetwork**, la cual es una aplicación de código abierto. Posee un entorno estándar, concebido para permitir el acceso a información georreferenciados, productos cartográficos y metadatos relacionados procedentes de diversas fuentes, exaltando el intercambio de información espacial entre organizaciones y usuarios. Permite la edición en línea de los metadatos con un poderoso sistema de plantillas, la recolección periódica de datos y la creación de metadatos usando un editor en línea. La aplicación, permite cargar archivos XML, así como importar o exportar archivos que contienen metadatos. Aplica las normas de metadatos ISO19139 (19115 y 19119), DublinCore. Permite además la publicación de los Metadatos Geográficos [**Colectivo de autores, Universidad Politécnica de Madrid, 2008**].

Otra de las aplicaciones mencionadas en el procesamiento de Metadatos Geográficos es **ArcCatalog**, la misma, organiza y maneja toda la información de un SIG como los mapas, globos, conjuntos de datos, modelos, metadatos, y servicios. Incluye la búsqueda y hallazgo de información geográfica; el registro, visualización, manejo de metadatos, definición, exportación e importación de esquemas de una base de datos espacial, la búsqueda y descubrimiento de datos SIG en las redes locales y la Web. Los usuarios utilizan ArcCatalog para organizar, encontrar, y manipular, los datos geográficos, así como para obtener datos que usan los metadatos basados en normas establecidas. Fue desarrollada en una versión atrasada de la norma ISO 19115, por lo que los metadatos creados no son compatibles con otras herramientas que utilizan la versión actualizada del estándar. [**Sánchez Maganto, 2008**].

Enraemed, es una aplicación basada en la tecnología cliente-servidor que permite desarrollar, archivar y distribuir los registros de metadatos de acuerdo a la norma y los estándares de metadatos; ISO 19115:2003, FGDC, DublinCore y GILS. Para el almacenamiento de los registros de metadatos utiliza una base de datos SQL Server. Soporta la búsqueda y localización de los registros de metadatos, proporciona herramientas para tesauros y un mapa para ayudar al proceso de catalogación. También es posible configurar la aplicación para distintos usuarios. Este software, fue desarrollado originalmente por una asociación de las principales instituciones de Etiopía relacionadas con la generación, almacenamiento y difusión de datos relativos a los recursos naturales y el medio ambiente. [Geoportal, 2011].

Luego de haber analizado las herramientas anteriores, especializadas en la gestión y publicación de Metadatos Geográficos, se llega a la conclusión de que CatMDEdit, es la aplicación más idónea para la gestión de Metadatos Geográficos, especialmente en la gestión de perfiles asociados a estos. Además de que es una herramienta libre y multiplataforma.

1.4. Conclusiones Parciales.

Luego de realizado el análisis del estado del arte y una breve valoración de las principales características de la aplicaciones existente en el contexto internacional, relacionada con los procesos de gestión y catalogación de metadatos Geográficos, es posible concluir que CatMDEdit constituye una de las aplicaciones más completa para los procesos de gestión y publicación de Metadatos Geográficos, ya que implementa las principales normas que se involucran en el proceso de creación de los metadatos. Además, se tuvo en cuenta que es una aplicación de código abierto, como parte de la política que establece el centro UCID para la migración al software libre. Se recomienda para el proceso de publicación, utilizar Geonetwork, por lo que en otra versión del sistema se implementará un componente para la publicación, guiado por esta herramienta (Geonetwork). Además se hizo un análisis de las distintas normas y perfiles que existen para la creación de metadatos. Después de haber hecho un análisis del estado del arte, se define la norma ISO 19115 Core dentro de SyGMe, como estándar utilizar para la implementación del módulo para la gestión de perfiles asociados a dicha norma, debido a que esta define el conjunto mínimo de metadatos requeridos para soportar todo el rango de aplicaciones de los mismos.

CAPÍTULO 2: Tendencias y Tecnologías

Introducción

En el desarrollo temático del presente capítulo, se explica detalladamente toda la composición del flujo de trabajo llevado a cabo en la investigación, haciendo énfasis en la metodología de desarrollo de software a usar. En el mismo se caracterizan además, una serie de herramientas y tecnologías definidas por los especialistas del equipo de trabajo, por lo tanto, se debe ser consecuente con el Sistema Gestor de Base de Datos (SGBD), la programación del lado del cliente, Servidor Web, metodología, herramienta CASE, entre otras tecnologías para la elaboración de la solución propuesta.

2.1 Metodologías de Desarrollo de Software.

Dentro del proceso de desarrollo de software, existen varias metodologías, lo que no todas responden a las características puntuales de un proyecto, por lo que es necesario ser objetivo a la hora de seleccionar una metodología, para llevar a cabo el desarrollo de un producto de software.

Utilizando la metodología adecuada se logra la organización del trabajo a desarrollar y planificación de tiempo de entrega del producto final. Al tener una metodología bien realizada se pueden obtener mejores resultados, clientes satisfechos y mayor motivación para el equipo de trabajo.

Las metodologías y estándares utilizados en el desarrollo de software, proporcionan las guías para poder conocer todo el camino a recorrer desde antes de empezar la implementación, con lo cual se asegura la calidad del producto final, así como también el cumplimiento en la entrega del mismo en el tiempo estimado. [Chacón, 2006].

Rational Unified Process.

Rational Unified Process (RUP, por sus siglas en ingles), ha agrupado las actividades en grupos lógicos definiéndose nueve flujos de trabajo principales como se muestra en la figura 7. Los seis primeros son conocidos como flujos de ingeniería y los tres últimos, como de apoyo.

Se seleccionó esta metodología, para llevar a cabo el desarrollo de la presente investigación, debido a que la misma, mantiene una estricta documentación de los artefactos que se generan a lo largo del proceso de desarrollo del software.

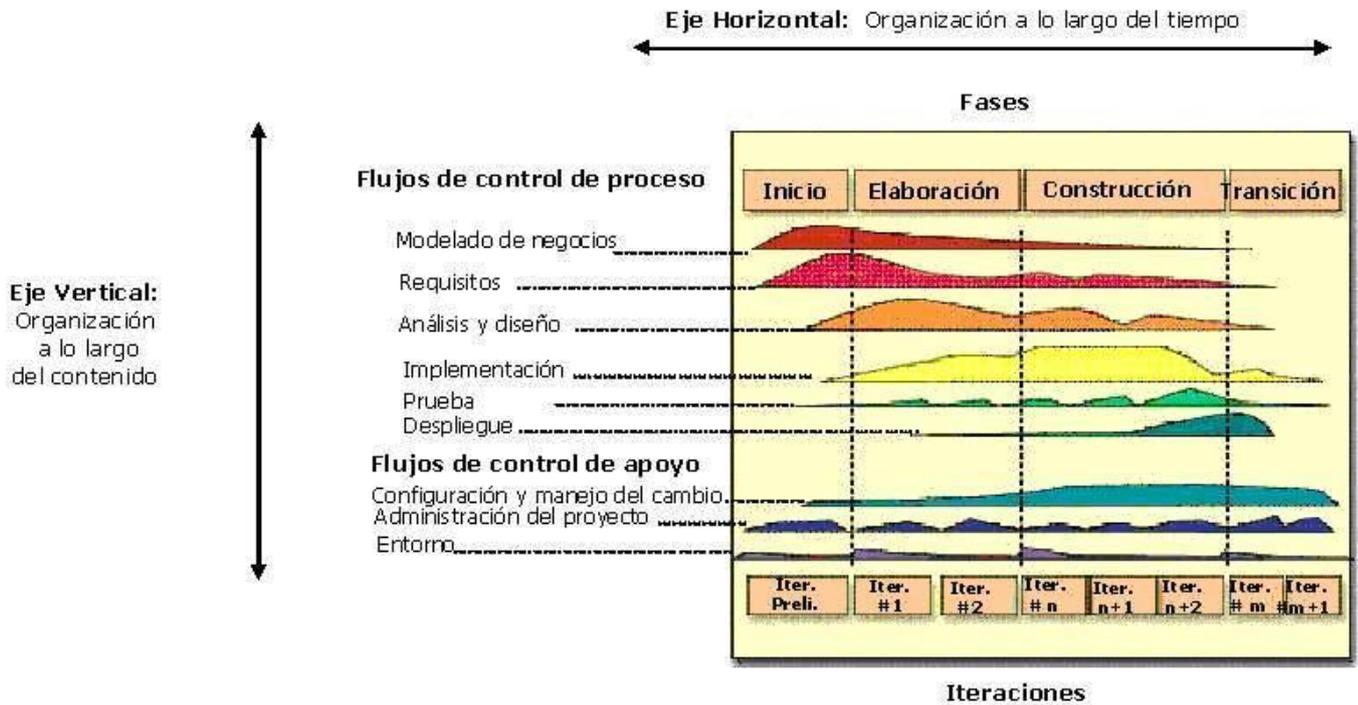


Figura 7: Disciplinas, Fases e Iteraciones de la Metodología RUP [Chacón, 2006].

Los verdaderos aspectos definitorios del Proceso Unificado se resumen en tres frases clave: dirigido por casos de uso, centrado en la arquitectura, e iterativo e incremental. Esto es lo que hace único al Proceso Unificado.

- **Dirigido por Casos de Uso:** Indica que el proceso va guiado especialmente por los casos de uso, estos son las necesidades del cliente convertidos en requerimientos del sistema.
- **Centrado en la Arquitectura:** Es la concesión entre el cliente y el equipo de trabajo, que describe los elementos más importantes en el desarrollo del software.
- **Iterativo e Incremental:** El proceso de desarrollo debe llevarse a cabo a través de las fases y los flujos de trabajo de manera iterativa, de modo que cada artefacto que se vaya generando pueda irse refinando a lo largo del proceso de desarrollo de manera iterativa, hasta lograr un producto final con calidad. [Chacón, 2006].

El Proceso Unificado se repite a lo largo de una serie de ciclos que constituyen la vida de un sistema. Cada ciclo concluye con una versión del producto para los clientes. Estos ciclos constan de cuatro fases: inicio, elaboración, construcción y transición. Cada fase se subdivide a su vez en iteraciones, como las explicadas anteriormente.

- **Inicio:** fase de comienzo donde se determina la visión del proyecto.
- **Elaboración:** su objetivo es determinar la arquitectura óptima.
- **Construcción:** persigue como objetivo llegar a obtener la capacidad operacional inicial.
- **Transición:** donde se pretende llegar a obtener la liberación del proyecto.

El Proceso Unificado, establece un marco de trabajo que integra todas estas facetas. Este marco de trabajo, sirve también como paraguas bajo el cual, los fabricantes de herramientas y desarrolladores puedan construir herramientas que soporten la automatización del proceso entero, de cada flujo de trabajo individualmente, de la construcción de diferentes modelos y de la integración del trabajo a lo largo del ciclo de vida y a través de todos los modelos. [**Jacobson y otros autores, 2000**].

2.2 Lenguaje Unificado de Modelado.

El Lenguaje Unificado de Modelado (UML, por sus siglas en inglés), prescribe un conjunto de notaciones y diagramas estándar para modelar sistemas orientados a objetos, y describe la semántica esencial de lo que estos diagramas y símbolos significan.

Sus funciones básicas, son las de visualizar, especificar, construir y documentar. Mediante este lenguaje se puede modelar, lo mismo, sistemas de software, hardware, u organizaciones del mundo real.

El lenguaje de modelado pretende unificar la experiencia pasada sobre técnicas de modelado, e incorporar las mejores prácticas actuales en un acercamiento estándar. UML incluye conceptos semánticos, notación, y principios generales. Tiene partes estáticas, dinámicas, de entorno y organizativas. Está diseñado para ser utilizado en herramientas interactivas de modelado visual que tengan generadores de código así como generadores de informes.

La especificación de UML no define un proceso estándar pero está pensado para ser útil en un proceso de desarrollo iterativo. Pretende dar apoyo a la mayoría de los procesos de desarrollo existentes. Incluye todos los conceptos que se consideran necesarios para utilizar un proceso moderno iterativo, basado en construir una sólida arquitectura para resolver requisitos dirigidos por casos de uso. [**Jacobson y otros autores, 2000**].

Es un lenguaje de modelado que visualiza, especifica y documenta de forma gráfica el desarrollo de un sistema de software, empleando una terminología común que permite una mejor comprensión tanto a

los desarrolladores como a los clientes. Este modelo se encuentra compuesto por tres clases de bloques de construcción: elementos, relaciones y diagramas, conformando entre sí el modelado.

2.3 Servidor Web.

Un servidor Web puede ser considerado como un programa que implementa el protocolo HTTP (HyperText Transfer Protocol, por sus siglas en inglés). Este protocolo, está diseñado para transferir lo que se denomina hipertextos, páginas Web o páginas HTML (HyperText Markup Language): textos complejos con enlaces, figuras, formularios, botones y objetos incrustados como animaciones o reproductores de música. [Fernández, 2008].

Es un programa que se ejecuta continuamente en un ordenador, manteniéndose a la espera repeticiones por parte de un cliente (un navegador Web) y que responde a estas peticiones adecuadamente, mediante una página Web que se exhibirá en el navegador o mostrando el respectivo mensaje si se detectó algún error.

Servidor HTTP Apache.

El Apache HTTP Server Project, es un esfuerzo para desarrollar y mantener una fuente abierta, servidor HTTP para sistemas operativos modernos, incluyendo UNIX y Windows NT. El objetivo de este proyecto es proporcionar un servidor seguro, eficiente y extensible, que proporcione servicios HTTP en sintonía con los estándares HTTP actuales. El servidor HTTP Apache es un proyecto de la Fundación de Software Apache. [Apache, 2011].

La licencia bajo la cual el software de la fundación Apache es distribuido, es una parte distintiva de la historia de Apache HTTP Server y de la comunidad de código abierto. La Licencia Apache permite la distribución de derivados de código abierto y cerrado a partir de su código fuente original. [Apache, 2011].

Puede ser ejecutado en una multitud de Sistemas Operativos, lo que lo hace prácticamente universal. Es un servidor altamente configurable de diseño modular ya que es muy sencillo ampliar las capacidades del mismo. Permite personalizar la respuesta ante los posibles errores que se puedan dar en el servidor, esto es posible al configurar Apache para que ejecute un determinado script cuando ocurra un error inconcreto. Presenta un alto nivel de configuración en la creación y gestión de registros (logs), pues permite la creación de ficheros de log a medida del administrador, de este modo se puede tener un mayor control sobre lo que sucede en el servidor. [Apache, 2011].

Este servidor es uno de los mayores triunfos de software libre, permite la creación y publicación de documentos PHP, de la misma forma que se hace en Internet con una estabilidad y eficacia ampliamente comprobada. Es un servidor Web flexible, rápido y eficiente, continuamente actualizado y adaptado a los nuevos protocolos (HTTP 1.1). Implementa los últimos protocolos, aunque se base en el HTTP 1.1. Readapta a diferentes entornos y necesidades, con los diferentes módulos de apoyo y con la API (Interfaz de Programación de Aplicaciones) de programación de módulos.

2.4 Lenguajes de Programación Web

Un lenguaje de programación es una construcción mental del ser humano para expresar programas. Está constituido por un grupo de reglas gramaticales, un grupo de símbolos utilizables, un grupo de términos monosémicos (es decir, con sentido único) y una regla principal que resume las demás, todas estas son utilizadas por el programador a través de las cuales crea un programa o subprograma. **[Enciclopedia Libre Universal en Español, 2011].**

Es necesario el uso de diferentes lenguajes de programación para el desarrollo del sistema, siguiendo los patrones de arquitectura cliente-servidor de las aplicaciones Web. Se requerirá un lenguaje que gestione las peticiones realizadas al servidor, así como la lógica del negocio y la comunicación con la base de datos. Además, se deberá contar con un lenguaje que gestione la interfaz de usuario y el modo en que se visualizará la información final al usuario.

Lenguajes del lado del servidor.

Lenguaje PHP.

Es un lenguaje de script interpretado en el lado del servidor, utilizado para la generación de páginas Web dinámicas, similares al ASP (Active Server Pages) de Microsoft o el JSP (Java Server Pages) de Sun, embebido en páginas HTML y ejecutadas en el servidor. Es el más conocido y usado de los lenguajes de programación Web de servidor. Ha crecido en soporte y en funciones y ahora viene con varias decenas de librerías para funciones matemáticas, de bases de datos, entre otras. En este momento, se encuentra en una fase de consolidación tras unos cuantos años de éxito, y la fase expansiva ha sido más bien dejada atrás para madurar en aspectos más relacionados con la integración de sus partes entre sí.

El modo de operación del PHP es el siguiente:

- El Navegador realiza una petición al servidor (se escribe la URL).

- Después el servidor ejecuta el código PHP solicitado y retorna el código HTML generado al Navegador.
- Por último, el Navegador muestra la respuesta del servidor.

Al ser un lenguaje libre dispone de una gran cantidad de características que lo convierten en la herramienta ideal para la creación de páginas Web dinámicas:

- Soporte para una gran cantidad de bases de datos: MySQL, PostgreSQL, Oracle, MS SQL Server, SybaseSQL, Informix, entre otras.
- Integración con varias librerías externas, permite generar documentos en PDF (documentos de Acrobat Reader) hasta analizar código XML.
- Ofrece una solución simple y universal para las paginaciones dinámicas de la Web de fácil programación.
- Perceptiblemente más fácil de mantener y poner al día que el código desarrollado en otros lenguajes.
- Soportado por una gran comunidad de desarrolladores, como producto de código abierto, PHP goza de la ayuda de un gran grupo de programadores, permitiendo que los fallos de funcionamiento se encuentren y reparen rápidamente. [Rodas, 2007].

Programación del lado del cliente

ExtJs

Es una librería Javascript ligera y de alto rendimiento, compatible con la mayoría de navegadores para crear páginas Web y aplicaciones dinámicas.

ExtJs es un framework de JavaScript para interfaces avanzadas. Con el tiempo y la experiencia, sea mejorado y desarrollado, integrándole un sinnúmero de librerías para infinidad de problemas al programar en la Web. Entre las principales actividades que se hacen se encuentran: mensajes de advertencia, listas desplegables, validación de campos en formularios, entre otras. Con su uso, se hace más fácil la programación. Existe un balance entre Cliente – Servidor. La carga de procesamiento se distribuye, permitiendo que el servidor, al tener menor carga, pueda manejar más clientes al mismo tiempo.

Garantiza además la eficiencia de la red, ya que el tráfico de red puede disminuir al permitir que la aplicación elija que información desea transmitir al servidor y viceversa, sin embargo la aplicación que haga uso de la pre-carga de datos puede que revierta este beneficio por el incremento del tráfico. [Sencha Solutions, 2008].

JavaScript.

Es un lenguaje de programación del lado del cliente, ya que es el navegador el que soporta la carga de procesamiento. Este lenguaje es utilizado para crear pequeños programas que luego son insertados en una página Web y en programas más grandes, orientados a objetos mucho más complejos. Con JavaScript podemos crear diferentes efectos e interactuar con nuestros usuarios [Angel, 2006].

Gracias a su compatibilidad con la mayoría de los navegadores modernos, es el lenguaje de programación del lado del cliente más utilizado. Permite darle efectos dinámicos a las páginas Web

Herramientas

Las herramientas de programación, son aquellas que permiten realizar aplicativos, programas, rutinas, utilitarios y sistemas para que la parte física del computador u ordenador funcione y pueda producir resultados. En la actualidad existen múltiples herramientas de programación en el mercado, tanto para analistas expertos como para analistas inexpertos [sitio web Programación, 2011).

2.5 Sistemas Gestores de Bases de Datos

Un Sistema Gestor de Base de Datos (SGBD), es una colección de programas cuyo objetivo es servir de interfaz entre la base de datos, el usuario y las aplicaciones. Se compone de un lenguaje de definición de datos, de un lenguaje de manipulación de datos y de un lenguaje de consulta. Un SGBD, permite definir los datos a distintos niveles de abstracción y manipular dichos datos, garantizando la seguridad e integridad de los mismos.

Las características de un SGBD son:

- **Independencia:** La independencia de los datos consiste en la capacidad de modificar el esquema (físico o lógico) de una base de datos, sin tener que realizar cambios en las aplicaciones que se sirven de ella.
- **Seguridad:** La información almacenada en una base de datos puede llegar a tener un gran valor. Los SGBD deben garantizar que esta información se encuentre segura frente a usuarios malintencionados

que intenten leer información privilegiada; frente a ataques que deseen manipular o destruir la información; o simplemente, ante las torpezas de algún usuario autorizado pero despistado. Normalmente, los SGBD disponen de un complejo sistema de permisos a usuarios y grupos de usuarios, que permiten otorgar diversas categorías de permisos.

- **Integridad:** Se trata de adoptar las medidas necesarias para garantizar la validez de los datos almacenados. Es decir, se trata de proteger los datos ante fallos de hardware, datos introducidos por usuarios descuidados, o cualquier otra circunstancia capaz de corromper la información almacenada.
- **Respaldo y recuperación:** Los SGBD deben proporcionar una forma eficiente de realizar copias de respaldo de la información almacenada en ellos, y de restaurar a partir de estas copias los datos que se hayan podido perder [González, 2000].

PostgreSQL9.0

PostgreSQL es un motor de bases de datos, que tiene prestaciones y funcionalidades equivalentes a muchos gestores de bases de datos comerciales. Permite métodos almacenados, restricciones de integridad, vistas, entre otros [Guía Ubuntu, 2010].

Es el sistema de gestión de bases de datos de código abierto de mayor auge del mercado. Sus características técnicas lo hace una de las bases de datos más robustas de cuantas existen. Su desarrollo comenzó hace más de quince años, y durante este tiempo, estabilidad, potencia, robustez, facilidad de administración e implementación de estándares han sido las características que más se han tenido en cuenta durante su desarrollo. PostgreSQL funciona muy bien con grandes cantidades de datos y una alta concurrencia de usuarios accediendo a la vez al sistema, elementos que se tuvieron en cuenta para la selección de dicho lenguaje.

A continuación se exponen algunas de las características generales más importantes de **PostgreSQL:**

- Integridad referencial.
- Tablespaces.
- Replicación asíncrona
- Copias de seguridad en caliente (Online/hot backups).
- Unicode

- Juegos de caracteres internacionales.
- Multi-Versión Concurrency Control (MVCC)
- Acceso encriptado vía SSL [Martínez, 2009].

2.6 Herramientas CASE.

Se puede definir a la herramienta CASE (Computer Aided Software Engineering), como un conjunto de programas y ayudas que dan asistencia a los analistas, ingenieros de software y desarrolladores durante todos los pasos del ciclo de vida de desarrollo de un Software. Como se conoce, los estados en el ciclo de vida de desarrollo de un Software son: investigación preliminar, análisis, diseño, implementación e instalación. [Instituto Nacional de Estadísticas e Informática, 2011].

CASE se define también como un conjunto de métodos, utilidades y técnicas que facilitan la automatización del ciclo de vida del desarrollo de sistemas de información, completamente o en alguna de sus fases; la sigla genérica para una serie de programas y una filosofía de desarrollo de software que ayuda a automatizar el ciclo de vida de desarrollo de los sistemas; una innovación en la organización, un concepto avanzado en la evolución de tecnología con un potencial efecto profundo en la organización. Se puede ver a CASE como la unión de las herramientas automáticas de software y las metodologías de desarrollo de software formales [Instituto Nacional de Estadísticas e Informática, 2011].

Visual Paradigm es una herramienta UML profesional que soporta el ciclo de vida completo del desarrollo de software: análisis y diseño orientados a objetos, construcción, pruebas y despliegue. El software de modelado UML ayuda a una rápida construcción de aplicaciones de calidad, mejores y a un menor coste. Permite dibujar todos los tipos de diagramas de clases, código inverso, generar código desde diagramas y generar documentación. La herramienta UML CASE también proporciona abundantes tutoriales de UML, demostraciones interactivas de UML y proyectos UML. [Instituto Nacional de Estadísticas e Informática, 2011]

Características.

- Soporte de UML versión 8.0.
- Diagramas de Procesos de Negocio - Proceso, Decisión, Actor de negocio.
- Documento Modelado colaborativo con CVS (Sistema de versiones concurrentes) y Subversión.

- Interoperabilidad con modelos UML2.
- Código a modelo.
- Código a diagrama.
- Ingeniería inversa Java, C++.
- Generación de código.
- Modelo a código, diagrama a código.
- Editor de Detalles de Casos de Uso.
- Diagramas de flujo de datos.
- Generador de informes para generación de documentación.
- Distribución automática de diagramas. [**Visual Paradigm International, 2011**].

2.7 Framework

Un framework simplifica el desarrollo de una aplicación mediante la automatización de algunos de los patrones utilizados para resolver las tareas comunes. Además, un framework proporciona estructura al código fuente, forzando al desarrollador a crear código más legible y más fácil de mantener. Por último, un framework facilita la programación de aplicaciones, ya que encapsula operaciones complejas en instrucciones sencillas. [**Fabien Potencie y otros, 2008**].

Framework Symfony.

Symfony es un completo framework diseñado para optimizar, gracias a sus características, el desarrollo de las aplicaciones Web. Para comenzar, separa la lógica de negocio, la lógica de servidor y la presentación de la aplicación Web. Proporciona varias herramientas y clases encaminadas a reducir el tiempo de desarrollo de una aplicación Web compleja. Por otra parte, automatiza las tareas más comunes, permitiendo al desarrollador dedicarse por completo a los aspectos específicos de cada aplicación. El resultado de todas estas ventajas es que no se debe reinventar la rueda cada vez que se crea una nueva aplicación Web. Está *desarrollado* completamente con PHP 5. Es compatible con la mayoría de los gestores de bases de datos, como MySQL, PostgreSQL, Oracle y SQL Server de Microsoft. Se puede ejecutar tanto en plataformas *nix (Unix, Linux, etc.) como en plataformas

Windows. Todo lo anterior hace de Symfony un robusto framework que cada vez es más utilizado en el desarrollo de sistemas para la Web [**Fabien Potencier y otros, 2008**].

2.8 Entorno Integrado de Desarrollo

Un Entorno de Desarrollo Integrado (Integrated Development Environment, IDE, por sus siglas en inglés) permite editar, compilar, ejecutar y depurar programas de una forma cómoda y ágil. [**Sun Forte, 2011**].

Los IDEs pueden funcionar con varios lenguajes de programación, estos proveen un marco de trabajo amigable para la mayoría de los lenguajes de programación.

NetBeans7.0

NetBeans es una herramienta para que los programadores puedan escribir, compilar, depurar y ejecutar programas. Está escrito en Java pero puede servir para cualquier otro lenguaje de programación. Existe además un número importante de módulos para extender el NetBeans IDE.

NetBeans IDE es un producto libre y gratuito sin restricciones de uso. Todas las funciones del IDE son provistas por módulos. Cada módulo provee una función bien definida, tales como el soporte de Java, edición, o soporte para el sistema de control de versiones. NetBeans permite crear aplicaciones Web con PHP 5, un potente depurador (debugger) integrado y además viene con soporte para Symfony, un gran framework Modelo Vista Controlador escrito en PHP. [**Sitio Oficial de NetBeans, 2011**].

2.9 Apache JMeter2.3.4

JMeter es una aplicación de Apache Jakarta de código abierto. Es una aplicación de escritorio hecha en Java que está diseñada para probar el rendimiento, tanto en recursos estáticos y dinámicos (archivos, Servlets, scripts de Perl, objetos Java, bases de datos y consultas, servidores FTP y mucho más). Esta herramienta permite la captura de las peticiones hechas desde el cliente hacia el servidor y su capacidad de respuesta, con el fin de realizar las pruebas de rendimiento al sistema, específicamente de carga y estrés. A través de una batería de pruebas, JMeter permite diagnosticar si la respuesta que ofrece el objeto sometido a estudio es la adecuada. Varias baterías de prueba pueden ejecutarse de forma simultánea gracias al carácter multihilo de la aplicación. Se puede utilizar para simular una carga pesada en un servidor, red o un objeto y poner a prueba su resistencia, o para analizar el rendimiento general en diferentes tipos de cargas. Tras finalizar el proceso, quedarán reflejados en una gráfica los datos obtenidos de la función que es sometida a prueba. [**Apache, 2011**].

2.10 Conclusiones.

En calidad de conclusiones parciales, en el capítulo se analizaron un conjunto de tecnologías y herramientas a utilizar durante el desarrollo de la solución propuesta, de esta forma se ha fundamentado la selección de estas para el desarrollo de la misma. Se seleccionaron los framework Symfony para el lenguaje del lado del servidor y ExtJs del lado del cliente, en los cuales se utilizan como lenguaje de programación, PHP y Java Script respectivamente. Para llevar a cabo la implementación del sistema se seleccionó el IDE NetBeans 7.0, el sistema gestor de base de datos PostgreSQL en su versión 9.0 y Apache como servidor de aplicaciones Web. La metodología que guiará el proceso de desarrollo será RUP, donde quedará documentado todo el trabajo realizado en la ingeniería del software y se generarán los artefactos correspondientes a cada ciclo de vida del proyecto. Se utilizará la herramienta CASE: Visual Paradigm para el modelado y el lenguaje UML a emplear para dicho propósito. El sistema será sometido a un plan de pruebas de carga y estrés con la versión 2.3.4 de la herramienta Apache JMeter que permitirá simular y comprobar cómo se comportará la aplicación una vez desarrollada ante un número de usuarios haciendo peticiones u operaciones sobre ella, también permitirá saber su nivel de ruptura y dará a conocer a los desarrolladores y administradores del sistema el máximo de usuarios máximos que pueden estar interactuando a la vez. El correcto empleo de estas tecnologías y herramientas, contribuyen a obtener un software con calidad. Luego de explicarse las tecnologías y herramientas para desarrollar el presente proyecto, se está en condiciones de realizar la modelación de la solución propuesta.

CAPÍTULO 3: Modelación de la Solución Propuesta.

Introducción

El objetivo que se persigue en el presente capítulo es, develar los principales conceptos del entorno, a través del modelo de dominio, así como la descripción textual de cada uno de estos conceptos. También se especifican los requisitos funcionales (RF) y no funcionales (RNF) que el sistema debe cumplir y se representa la solución propuesta mediante el diagrama de casos de uso del sistema, la descripción de los actores y los casos de uso detallados.

3.1 Modelo de dominio.

El módulo para la Gestión de Perfiles Basados en la Norma ISO 19115 Core en el Sistema SyGMe, que se va a desarrollar, ha sido concebido como un producto para comercializar a cualquier cliente o entidad. Debido a esto, se hace difícil definir procesos de negocio bien estructurados que permitan construir un modelo de negocio completo, por lo tanto se decidió realizar un modelo de dominio.

Un modelo de dominio captura los tipos de objetos más importantes en el contexto del sistema. Los objetos del dominio representan las "cosas" que existen, o los eventos que suceden en el entorno en el que trabaja el sistema. [Jacobson y otros, 2000].

Se concluye que un modelo de dominio es una representación lógica de los elementos con que interactúa el usuario una vez que use la aplicación.

El objetivo fundamental que se persigue al realizar el modelo de dominio, es comprender y describir las clases más importantes dentro del contexto del sistema. Este consiste en una representación visual en forma de diagrama del entorno real del proyecto. Además, ayuda a los usuarios a mantener una terminología común, lo que les permite compartir el conocimiento con un esfuerzo mínimo.

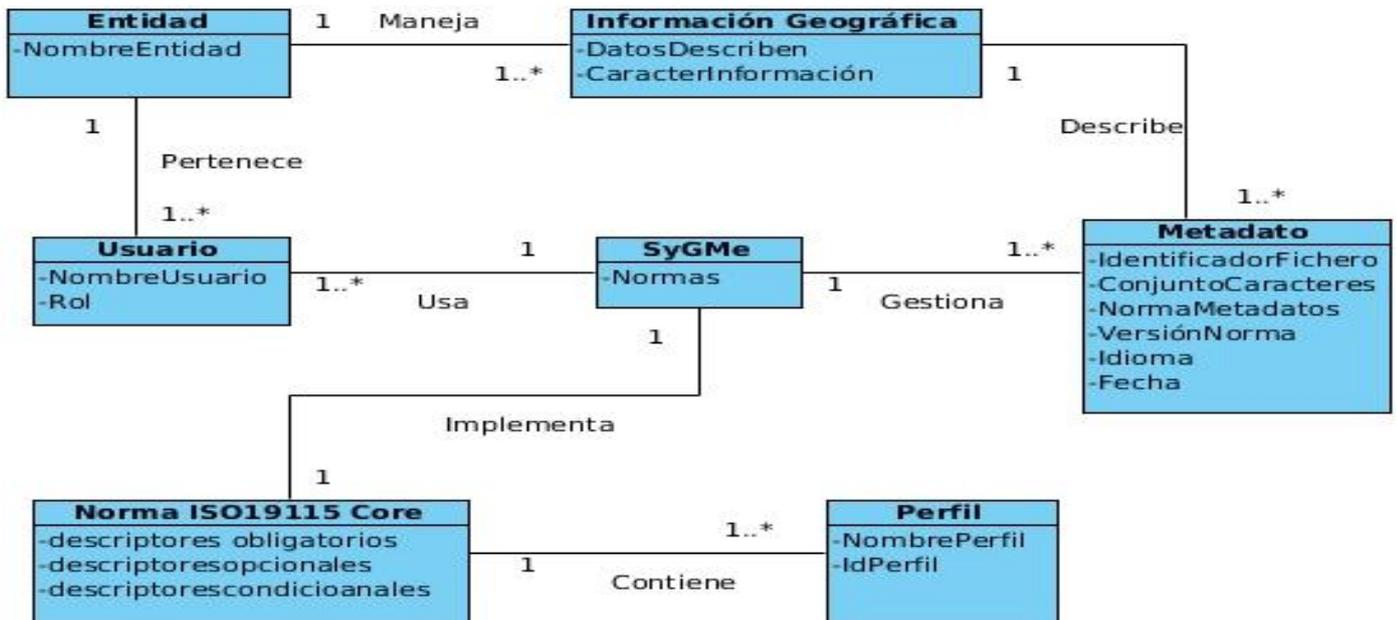


Figura 8: Diagrama de Clases del Modelo de Dominio.

Breve descripción del Modelo de Dominio.

Se tiene una entidad, interesada en el procesamiento de información geográfica a la cual pertenecen uno o varios usuarios, para dicho propósito los usuarios usan el SyGMe en el proceso de gestión de Metadatos Geográficos, dicho sistema, en su versión actual, implementa la norma ISO19115 Core que posee descriptores obligatorios, condicionales y opcionales, la misma es larga por lo que se hace difícil su implementación, esta contiene un conjunto de perfiles que permiten crear un metadato más sintetizado, de forma tal que responda a las particularidades de la entidad en el proceso de gestión de los Metadatos Geográficos.

3.2. Modelo del Sistema.

A continuación se presentarán los artefactos fundamentales del flujo de trabajo, enmarcado en la Fase de Inicio, se definirán los requisitos funcionales y no funcionales, se describirán los actores y los casos de uso del sistema.

Requisitos Funcionales.

Un requisito se puede definir como una condición o capacidad que un usuario necesita para resolver un problema o lograr un objetivo.

El propósito fundamental de los requisitos es guiar el desarrollo hacia el sistema correcto. Esto se consigue mediante una descripción de los requisitos funcionales, que son condiciones o capacidades que el sistema debe cumplir, suficientemente buena como para que pueda llegarse a un acuerdo entre el cliente y los desarrolladores sobre que debe y que no debe hacer el sistema. [Jacobson, y otros, 2000].

A continuación se exponen los requisitos funcionales que debe cumplir la solución que se propone se propone.

El sistema debe permitir:

RF1. Eliminar descriptores opcionales y condicionales del paquete, “**Datos generales de cada metadato**”.

RF2. Eliminar descriptores opcionales y condicionales del paquete, “**Información del Responsable de cada metadato**”.

RF3. Eliminar descriptores opcionales y condicionales del paquete, “**Información de contacto de los responsables de cada metadato**”.

RF4. Eliminar descriptores opcionales y condicionales del paquete, “**Información del sistema de referencia de cada metadato**”.

RF5. Eliminar descriptores opcionales y condicionales del paquete, “**Información de las menciones de cada metadato**”.

RF6. Eliminar descriptores opcionales y condicionales del paquete, “**Información de Identificación de Datos de cada metadato**”.

RF7. Eliminar descriptores opcionales y condicionales del paquete, “**Información de RS_Identificador**”.

RF8. Eliminar descriptores opcionales y condicionales del paquete, “**Información de Extensión de Elemento Geográfico**”.

RF9. Eliminar descriptores opcionales y condicionales del paquete, “**Información de Extensión de Elemento Temporal**”.

RF10. Eliminar descriptores opcionales y condicionales del paquete, “**Información de Extensión de Elemento Vertical**”.

RF11. Eliminar descriptores opcionales y condicionales del paquete, “**Información de Distribución de cada metadato**”.

RF12. Eliminar descriptores opcionales y condicionales del paquete, “**Información sobre Calidad de los Datos de cada metadato**”.

RF13. Eliminar descriptores opcionales y condicionales del paquete, “**Información de MD_Identificador**”.

RF14. Adicionar Perfil.

RF15. Eliminar Perfil.

RF16. Modificar Perfil.

RF17. Eliminar paquetes condicionales y opcionales de la norma ISO19115 Core.

RF18. Restaurar paquetes condicionales y opcionales de la norma ISO19115 Core.

RF19. Restaurar descriptores opcionales y condicionales de la norma ISO19115 Core.

Requisitos no Funcionales.

La eficiencia y calidad de la solución propuesta en el diseño de la presente investigación, no sólo depende de las capacidades o condiciones que debe cumplir el sistema, sino que también procura ser más atractivo al cliente, contando con una aplicación de fácil manipulación, segura y rápida. Los requisitos no funcionales (RNF) especifican propiedades del sistema, como restricciones del entorno o de la implementación, rendimiento, dependencias de la plataforma, facilidad de mantenimiento, extensibilidad y fiabilidad.

A continuación se exponen los requisitos no funcionales que el subsistema propuesto debe cumplir.

Requisitos de Usabilidad.

RNF1. El sistema podrá ser usado por personas con conocimientos básicos en el manejo de computadoras.

RNF2. Se emplearán componentes que indiquen al usuario el estado de los procesos que por su complejidad requieran de un tiempo de procesamiento apreciable.

Requisitos de Fiabilidad.

RNF3. El sistema debe estar disponible todo el tiempo para sus usuarios, descontando el tiempo en que se encuentre en mantenimiento.

Requisitos de Eficiencia.

RNF4. El tiempo de respuesta estará dado por la cantidad de información a procesar, entre mayor cantidad de información mayor será el tiempo de procesamiento.

RNF5. Al igual que el tiempo de respuesta, la velocidad de procesamiento de la información, la actualización y la recuperación dependerán de la cantidad de información que tenga que procesar la aplicación.

Restricciones de diseño.

RNF6. El producto de software final debe diseñarse sobre una arquitectura cliente-servidor.

RNF7. Se deben emplear los estándares establecidos (diseño de interfaces, base de datos y codificación del código fuente).

Requisitos para la documentación de usuarios en línea y ayuda del sistema.

RNF8. El software tendrá siempre la posibilidad de ayuda disponible, lo que le permitirá un avance considerable en la explotación de la aplicación en todas sus funcionalidades.

Requisitos de Interfaz de usuario.

RNF9. El sistema debe tener una apariencia profesional y un diseño gráfico sencillo.

RNF 10. El sistema debe ser intuitivo.

Requisitos de Hardware

Para las PCs clientes:

RNF 11. Se requiere tengan tarjeta de red.

RNF 12. Al menos 512 MB de memoria RAM (Memoria Aleatoria de Random).

RNF 13. Se requiere al menos 1GB libre en el disco duro, para ser instalado.

RNF14. Se requiere de un procesador de 512 MHz de velocidad como mínimo.

Para los servidores:

RNF15. Se requiere tarjeta de red.

RNF16. El Servidor de Mapas debe tener como mínimo 2GB de RAM y 2GB libre en el disco duro.

RNF17. El Servidor de BD tenga como mínimo 2GB de RAM y 2GB de disco duro.

RNF18. Se requiere de un procesador 3 GHz de velocidad como mínimo.

Requisitos de Software

La construcción de la aplicación funcionará bajo los conceptos de arquitectura cliente/servidor. Por tanto, el servidor del usuario final debe tener como requisitos mínimos de software:

Para las PCs clientes:

RNF19. Se requiere un Navegador como Mozilla Firefox 3.5.5 u otro navegador que cumpla con los estándares W3C.

RNF20. Se requiere un Sistema operativo: GNU/Linux, Windows o Mac OS.

Para los Servidores:

RNF21. Se requiere Sistemas operativos GNU/Linux o Windows Server 2000 o superior.

RNF22. Se requiere un Servidor Web Apache 2.0 o superior, con módulo PHP 5 configurado con la extensión pgsql incluida.

RNF23. Se requiere PostgreSQL 9.1 o inferior a este, como Sistema Gestor de Base de Datos.

Requisitos de Licencia.

RNF24. De acuerdo a los tipos de licencias de los componentes y herramientas que se proponen a utilizar para el desarrollo del Módulo para la Gestión de Perfiles de Metadatos Geográficos basados en la norma ISO19115 Core, se puede catalogar legalmente esta arquitectura de modelo libre, permitiendo la utilización, modificación y distribución de las mismas por terceros sin necesidad de obtener la autorización de sus respectivos titulares.

Requisitos legales, de derecho de autor y otros.

RNF25. El sistema debe ajustarse y regirse por la ley, decretos leyes, resoluciones y manuales (órdenes) establecidos, que norman los procesos que serán automatizados.

RNF26. La mayoría de las herramientas de desarrollo son libres, las licencias están avaladas.

RNF27. Como producto, el Sistema de Gestión de Metadatos Geográficos (SyGMe) se distribuye amparado bajo las normativas legales establecidas en el registro comercial emitido por las entidades jurídicas de la Universidad de las Ciencias Informáticas.

Estándares Aplicables.

RNF28. El sistema será desarrollado bajo estándares internacionales como la normativa ISO19115.

3.3 Diagrama de Casos de Uso del Sistema

Al definirse los requisitos funcionales con que debe cumplir el sistema, es preciso en función de sus características, y siempre apoyados en los patrones existentes para este propósito, concebir el Diagrama de Casos de Uso del Sistema (DCUS).

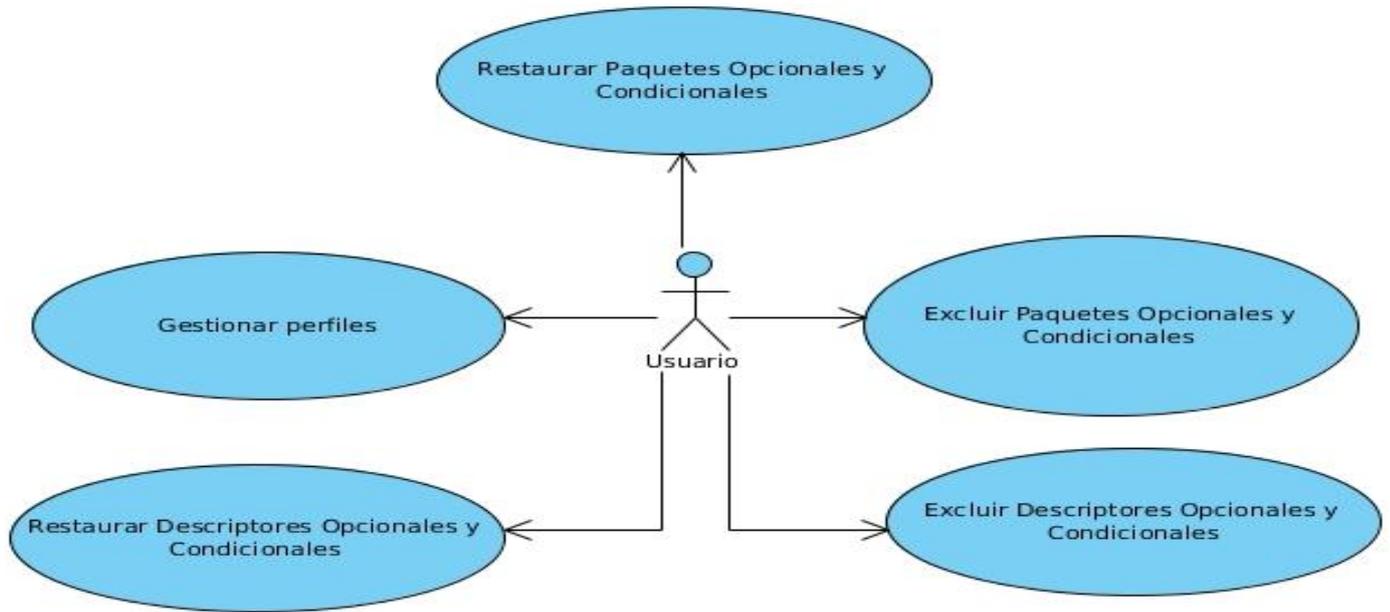


Figura 9: Diagrama de Casos de Usos del Sistema.

3.4. Descripción de los actores del sistema.

Actor	Descripción
Usuario	Responsable de la gestión de perfiles para Metadatos Geográficos basados en la norma ISO19115 Core, a partir de los descriptores que conforman la misma. Puede excluir cada uno de estos descriptores atendiendo al carácter de los mismos (obligatorios, condicionales u opcionales), solo puede excluir los que son opcionales y condicionales. Finalmente el usuario guarda la información proporcionada, en caso de algún error puede cancelar la operación.

3.5. Descripción de los Casos de uso del Sistema.

Un caso de uso es una descripción de la secuencia de interacciones que se producen entre un actor y el sistema, cuando el actor usa el sistema para llevar a cabo una tarea específica. Expresa una unidad coherente de funcionalidad.

A continuación se presenta la descripción del Caso de Uso: **“Gestionar Perfil”**

Caso de Uso:	“Gestionar Perfil”.	
Actores:	Usuario	
Resumen:	El caso de uso comienza cuando el usuario selecciona la opción: “Perfiles de Metadatos” y finaliza cuando el usuario introduce los datos del perfil, haciendo clic en el botón guardar.	
Precondiciones:	-	
Referencias	RF14,RF15,RF16	
Prioridad	Secundario	
Flujo Normal de Eventos		
“Gestionar Perfiles.”		
Acción del Actor	Respuesta del Sistema	
1. El caso de uso comienza cuando el usuario accede a la sección “Perfiles de Metadatos”	2. El sistema muestra la información de los perfiles que se encuentran registrados, y ofrece las opciones de Añadir Perfil, Eliminar Perfil y Cambiar Nombre. Ver interfaz 1	
3. a) El usuario escoge la opción Añadir Perfil haciendo clic sobre el botón “Añadir Perfil”. Sección 1. b) El usuario escoge la opción Eliminar Perfil seleccionando el/los perfiles(s) que desea eliminar haciendo clic sobre el botón “Eliminar Perfil”. Sección 2. c) El usuario escoge la opción cambiar nombre, seleccionando el perfil que desea cambiarle el nombre haciendo clic sobre el botón cambiar		

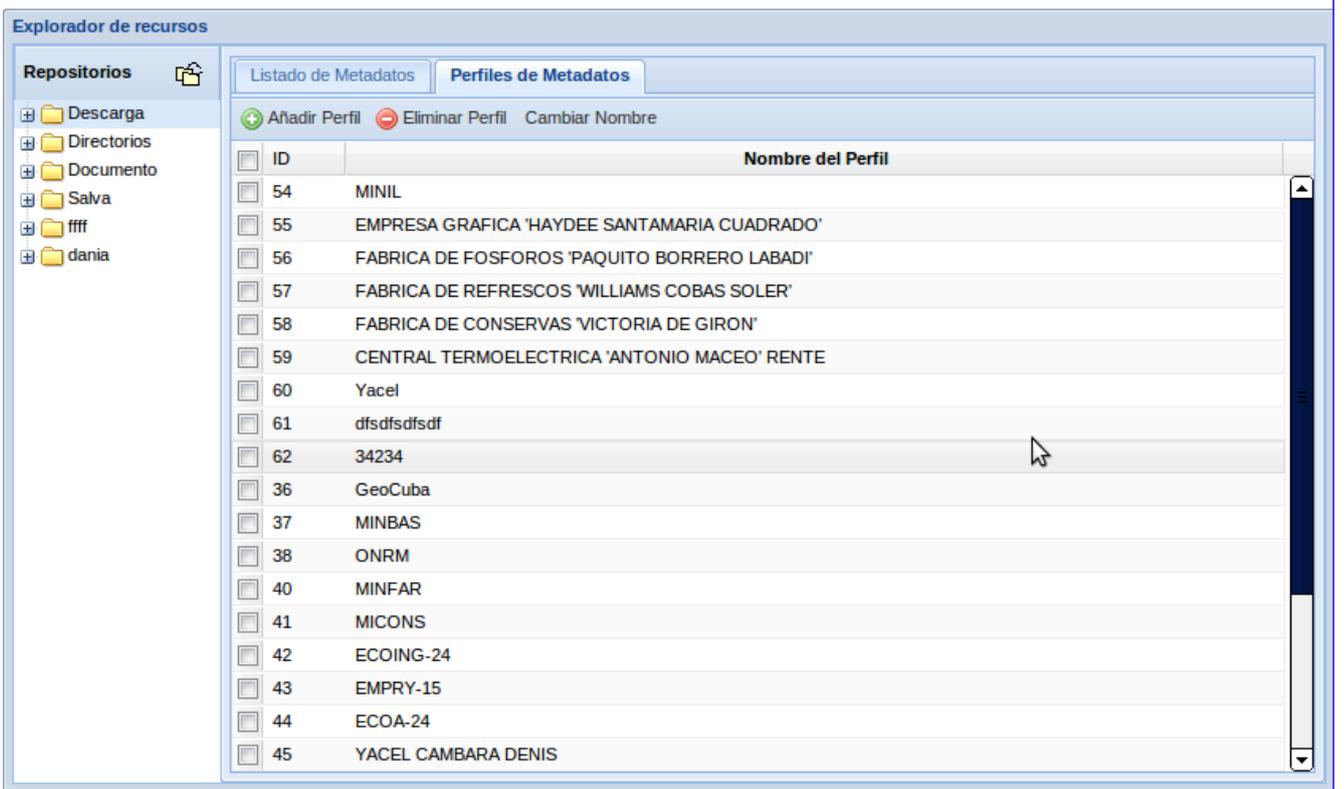
nombre.	
Sección 1: Añadir Perfil	
Acción de Actor	Respuesta del Sistema.
	4. El sistema muestra el formulario de Insertar perfil. (Ver Interfaz 2)
5. El usuario introduce los datos en el formulario	6. El sistema verifica que todos los campos del formulario hayan sido llenados.
	7. El sistema crea el perfil.
Flujo Alternativo de los Eventos.	
	7. El sistema encuentra campos vacíos y muestra el Mensaje: "Formulario no Válido".

Sección 2: Eliminar Perfil	
Acción de Actor	Respuesta del Sistema
2. El usuario selecciona uno o varios perfiles	3. El sistema verifica que haya al menos un perfil seleccionado.
	4. El sistema elimina los perfiles seleccionados y a su vez toda la información asociada a él
Flujo Alternativo de Eventos.	
	3. Si no hay ningún perfil seleccionado, el sistema muestra el mensaje: "Debe elegir al menos un perfil".
Sección 3: Eliminar Perfil	
Acción de Actor	Respuesta del Sistema
2. El usuario selecciona un perfil y luego va a la opción Cambiar Nombre.	3. El sistema verifica que haya un perfil seleccionado.
	4. El sistema muestra la ventana Cambiar Nombre del Perfil. Ver Interfaz 3
5. El usuario entra los datos	6. El sistema verifica que todos los campos del formulario hayan sido llenados.
	7. El sistema modifica el nombre del perfil seleccionado.
Flujo Alternativo de Eventos.	

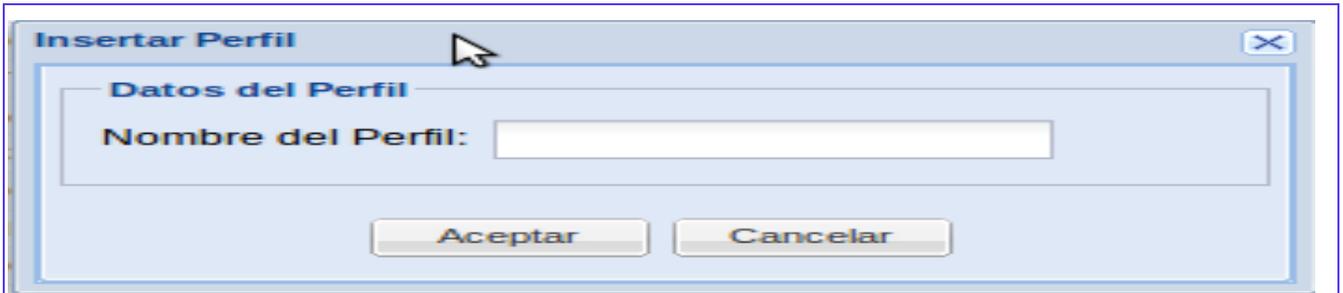
	<p>3. Si no hay un perfil seleccionado, el sistema muestra el mensaje “Debes elegir un perfil para modificar”.</p>
	<p>4. Si el usuario no entra los datos correctamente, el sistema muestra el mensaje “Formulario no válido”</p>

Prototipo de Interfaz

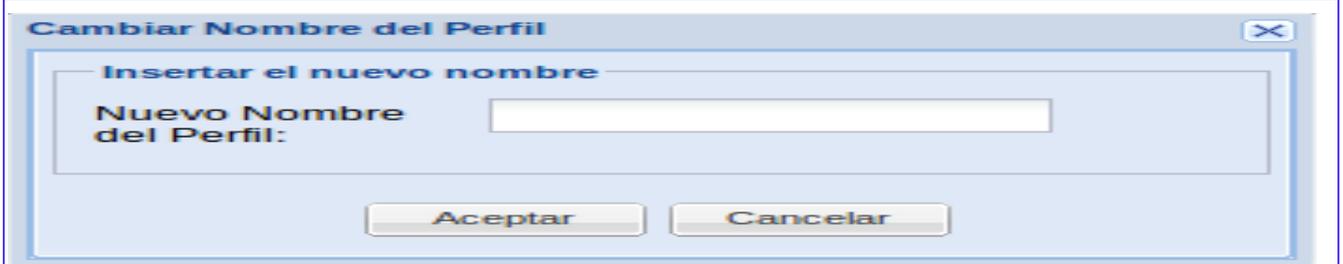
Interfaz 1



Interfaz 2



Interfaz 3



Poscondiciones Se guardan los datos.

3.6. Conclusiones Parciales

Con el desarrollo del presente capítulo, se generaron los principales artefactos de los primeros flujos de trabajo propuestos por RUP: Modelamiento del Negocio y Requisitos. Se realizó el modelo de dominio, el cual permitió un mejor entendimiento del entorno del sistema. Se realizó un levantamiento de requisitos obteniendo 19 requisitos funcionales y 28 requisitos no funcionales, se realizó el Diagrama de Casos de Uso del Sistema, describiendo al Actor y Casos de Uso que formaron parte de este, todo esto permite contar con una documentación organizada de las restricciones requeridas completándose la Vista de Casos de Uso. De esta forma queda modelado el módulo para la gestión de perfiles de Metadatos Geográficos basados en la norma ISO19115 Core y se crean las condiciones para pasar a la fase de construcción del mismo.

CAPÍTULO 4: Construcción y Validación de la Solución Propuesta.

Introducción.

En el presente capítulo se muestran los principales artefactos del diseño de la solución propuesta, como son el diagrama de clases del diseño del caso de uso “**Gestionar Perfil**”, el modelo de datos, el modelo de despliegue y el modelo de implementación. Teniendo en cuenta los frameworks definidos para implementar la aplicación se explica brevemente su funcionamiento para un mejor entendimiento de la solución, así como los patrones de diseño que se utilizan en la construcción de la misma.

4.1. Diseño

El modelo de diseño, es el conjunto de objetos que describe la realización física de los casos de uso, centrándose en cómo los requisitos funcionales y no funcionales, junto con otras restricciones relacionadas con el entorno de implementación, tienen un impacto en el sistema a considerar. Además, el modelo de diseño sirve de abstracción de la implementación del sistema. Este está muy ligado al lenguaje de programación que se emplee por lo que a continuación se realiza una descripción general del funcionamiento de los frameworks utilizados: Symfony y ExtJs, para un mejor entendimiento del flujo descrito en los diagramas de diseño.

Descripción general del funcionamiento del Symfony y ExtJs.

Symfony, está basado en un patrón clásico del diseño Web conocido como arquitectura Modelo Vista Controlador (MVC), que está formado por tres niveles: el modelo, la vista y el controlador. Symfony toma lo mejor de la arquitectura MVC y la implementa, propiciando que el desarrollo de aplicaciones sea rápido y sencillo.

En Symfony, la capa del controlador, que contiene el código que liga la lógica de negocio con la presentación, está integrada por los componentes controlador frontal y las acciones. El controlador frontal es el único punto de entrada a la aplicación. Carga la configuración y determina la acción a ejecutarse. Las acciones contienen la lógica de la aplicación, verifican la integridad de las peticiones y preparan los datos requeridos por la capa de presentación.

El controlador frontal es un componente que sólo tiene código relativo al MVC, por lo que no es necesario crear uno, ya que Symfony lo genera de forma automática. Las acciones son el corazón de la aplicación, puesto que contienen toda la lógica de la aplicación. Estas utilizan el modelo y definen variables para la vista. Cuando se realiza una petición web en una aplicación Symfony, la URL define

una acción y los parámetros de la petición. Son métodos con el nombre `executeNombreAccion` de una clase llamada `nombreModuloActions` que hereda de la clase `sfActions` y se encuentran agrupadas por módulos. La clase que representa las acciones de un módulo se encuentra en el archivo `actions.class.php`, en el directorio `actions` del módulo.

Las clases de la capa del modelo también se generan automáticamente, en función de la estructura de datos de la aplicación. El componente que se encarga por defecto de gestionar el modelo en Symfony es una capa de tipo ORM (object/relational mapping) realizada mediante el proyecto Propel. En las aplicaciones Symfony, el acceso y la modificación de los datos almacenados en la base de datos se realiza mediante objetos; de esta forma nunca se accede de forma explícita a la base de datos. Este comportamiento permite un alto nivel de abstracción y una fácil portabilidad.

Por último, la lógica de la vista se puede transformar en un archivo de configuración sencillo, sin necesidad de programarla. La vista se encarga de producir las páginas que se muestran como resultado de las acciones. Esta transforma el modelo en una página Web que le permite al usuario interactuar con ella. Contiene tres partes fundamentales, el layout (es la plantilla global), el complemento de las acciones (llamado plantillas) y las páginas con sus formularios.

El layout contiene el código HTML que es común en todas las páginas, para no tener que repetirlo en todas ellas. El contenido de la plantilla se integra en el layout. El complemento de las acciones o plantillas son las encargadas de con los resultados de la acción, insertarse en el cuerpo del layout y generar finalmente la página Web resultado de la petición de un usuario. Las Páginas Clientes y Formularios son las páginas que se generan finalmente y con las que el usuario interactúa. [**Potencier, y otros, 2008**].

Para el desarrollo de las interfaces del Módulo para la Gestión de Perfiles de Metadatos Geográficos basados en la norma ISO19115 Core en el sistema SyGMe, se utiliza EXTJS que es una librería de Javascript que incorpora la tecnología AJAX para construir aplicaciones complejas con mayor eficiencia, ello influye en el diseño de la aplicación por tanto es preciso detallar la forma en que interactúa EXTJS y Symfony. La utilización de la librería se expresa a través de un paquete que representa todos los componentes de la propia librería, el paquete `ExtJs`.

En cada caso de uso se utilizan un número de ficheros JS comunes a todos, encargados de configurar algunos elementos generales del funcionamiento de la aplicación. Al mismo tiempo, en cada caso de uso se utilizan otros ficheros JS específicos, los cuales contienen la configuración para las acciones de

cada uno de estos en particular. El paquete de JS comunes del que hacen uso todos los CU queda representado en la siguiente figura.

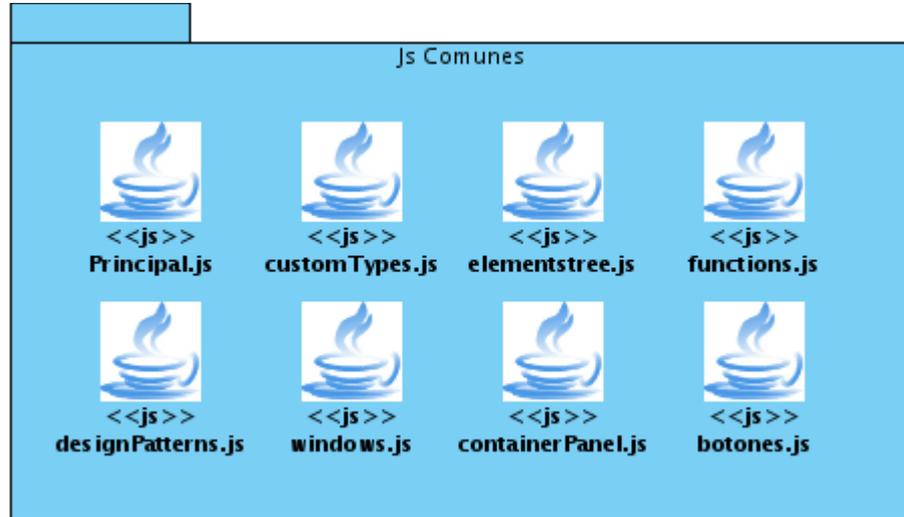


Figura 10: Paquete de JS comunes a todos los CU.

La estructura general del Módulo para la Gestión de Perfiles de Metadatos Geográficos basados en la norma ISO19115 Core en el sistema SyGMe, puede apreciarse a través del siguiente Diagrama de Paquetes:

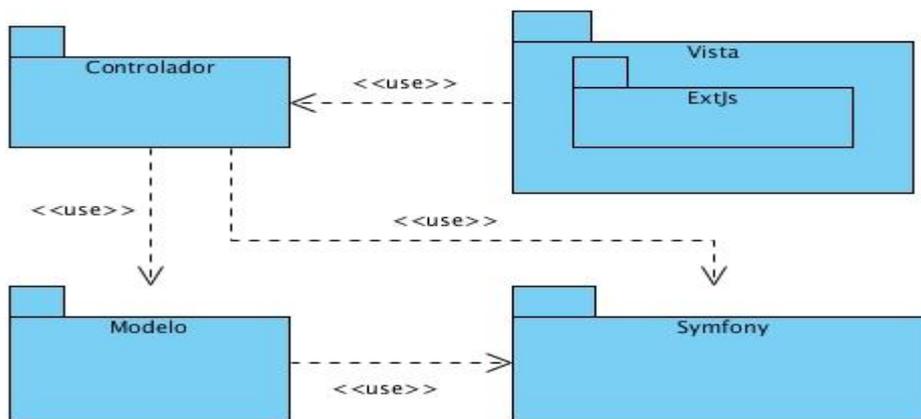


Figura 11: Estructura del Módulo para la Gestión de Perfiles Dinámicos de Metadatos Geográficos en el Sistema SyGMe.

4.2. Patrones de Diseño.

Los patrones de diseño son soluciones simples y elegantes a problemas específicos y comunes del diseño orientado a objetos. No son fáciles de entender, pero una vez entendido su funcionamiento, los diseños serán mucho más flexibles, modulares y reutilizables. [Jacobson, y otros, 2000] Symfony implementa un conjunto de patrones de diseño los cuales se describen en este epígrafe, así como los patrones empleados con JavaScript en la interfaz gráfica del sistema.

Patrones GRASP implementados en Symfony.

Experto

Este es uno de los más utilizados, puesto que Propel en este caso es la librería externa que utiliza Symfony para realizar su capa de abstracción en el modelo, encapsula toda la lógica de los datos y son generadas las clases con todas las funcionalidades comunes de las entidades.

Alta Cohesión

Symfony permite asignar responsabilidades con una alta cohesión, por ejemplo la clase Actions tiene la responsabilidad de definir las acciones para las plantillas y colabora con otras para realizar diferentes operaciones, instanciar objetos y acceder a las propiedades, es decir, está formada por diferentes funcionalidades que se encuentran estrechamente relacionadas proporcionando que el software sea flexible frente a grandes cambios.

Controlador.

Todas las peticiones Web son manejadas por un solo controlador frontal, que es el punto de entrada único de toda la aplicación en un entorno determinado. Cuando el controlador frontal recibe una petición, utiliza el sistema de enrutamiento para asociar el nombre de una acción y el nombre de un módulo con la Reentrada por el usuario.

Bajo Acoplamiento.

La clase Action hereda solamente de sfActions para lograr un bajo acoplamiento de clases.

Tipos de patrones GOF que implementa Symfony.

En la categoría Creacionales:

Instancia única (Singleton):

Garantiza la existencia de una única instancia para una clase y la creación de un mecanismo de acceso global a dicha instancia. En el controlador frontal hay una llamada a `sfContext::getInstance()`. En una acción, el método `getContext()`, es un objeto muy útil que guarda una referencia a todos los objetos del núcleo de Symfony.

Fábrica abstracta (Abstract Factory).

Permite trabajar con objetos de distintas familias de manera que las familias no se mezclen entre sí haciendo transparente el tipo de familia concreta que se esté usando. Cuando el frameworks necesita por ejemplo crear un nuevo objeto para una petición, busca en la definición de la factoría el nombre de la clase que se debe utilizar para esta tarea.

En la categoría Estructurales:

Objeto compuesto (Composite)

Permite tratar objetos compuestos como si se tratase de uno simple. Sirve para construir objetos complejos a partir de otros más simples y similares entre sí, gracias a la composición recursiva y a una estructura en forma de árbol. Esto simplifica el tratamiento de los objetos creados, ya que al poseer todos ellos una interfaz común, se tratan todos de la misma manera. [Rabaix, 2008].

Patrones implementados en la vista de la aplicación.

Fachada (Facade).

La fachada brinda una interfaz sencilla que hace de intermediaria entre un cliente y una interfaz o grupo de interfaces más complejas. En esta aplicación sirve de intermediario entre la interfaz gráfica y los controladores de Symfony de forma tal que hace el código más legible y por ello puede reducir la dependencia de código externo, ya que la mayoría del código lo usa la fachada, permitiendo así más flexibilidad en el desarrollo del sistema [Rabaix, 2008].

4.3. Diagramas de Clases del Diseño.

Dentro de los artefactos que genera el modelo de diseño se encuentra el Diagrama de Clases del Diseño, en el cual se muestran un conjunto de clases, interfaces y colaboraciones, así como las relaciones entre sí. Se realiza cada diagrama por caso de uso identificado, estos diagramas son importantes pues visualizan, especifican y documentan modelos estructurales, lográndose una muestra

amplia y confiable del sistema previo a su implementación. En este epígrafe se muestra el diagrama de clases del diseño del Caso de Uso: "Gestionar Perfiles"

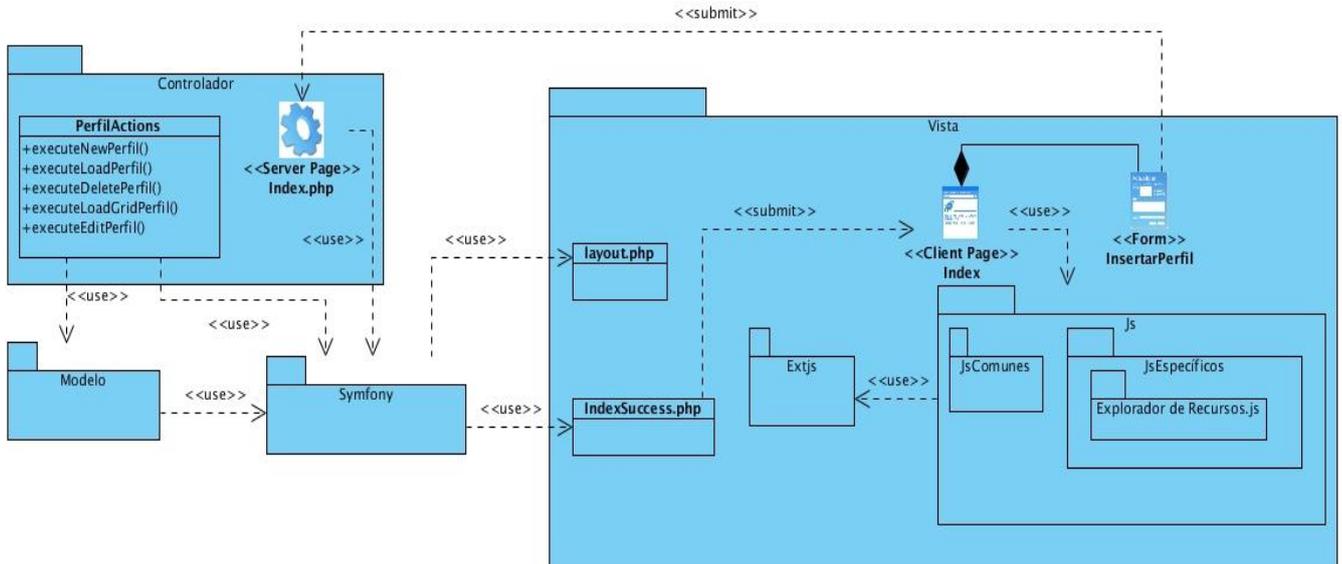


Figura 12: Diagrama de Clases del Diseño CU: "Gestionar Perfiles".

Paquete Modelo del Caso de Uso: "Gestionar Perfiles".

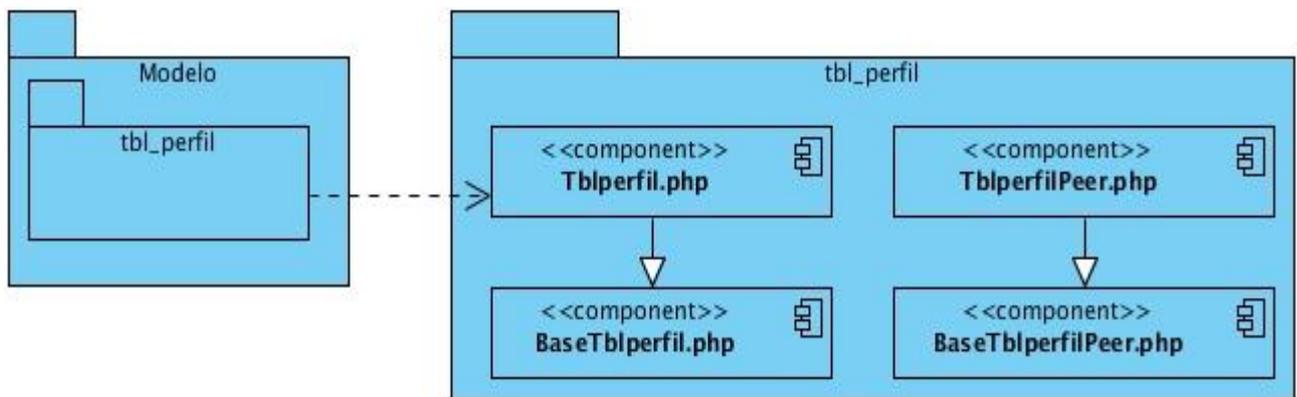


Figura 13: Diagrama de Paquete Modelo del Caso de Uso: "Gestionar Perfiles".

4.4. Diseño de la Base de Datos.

Una base de datos correctamente diseñada, permite obtener acceso a información exacta y actualizada. Para modelar el diseño de la base de datos primeramente se realiza el diagrama de

clases persistentes a partir de las clases del diseño que tienen un carácter permanente y luego se lleva a cabo la realización del modelo de datos del sistema. Un Modelo de Datos se puede definir como un conjunto de conceptos, reglas y convenciones bien definidos que permiten aplicar una serie de abstracciones a fin de describir y manipular los datos de un cierto mundo real que se desea almacenar en la base de datos.

A continuación se presenta el diagrama de clases persistentes y el modelo entidad-relación correspondiente a la entidad metadato, para una mejor visualización y comprensión de los mismos.

Diagrama de Clases Persistentes.

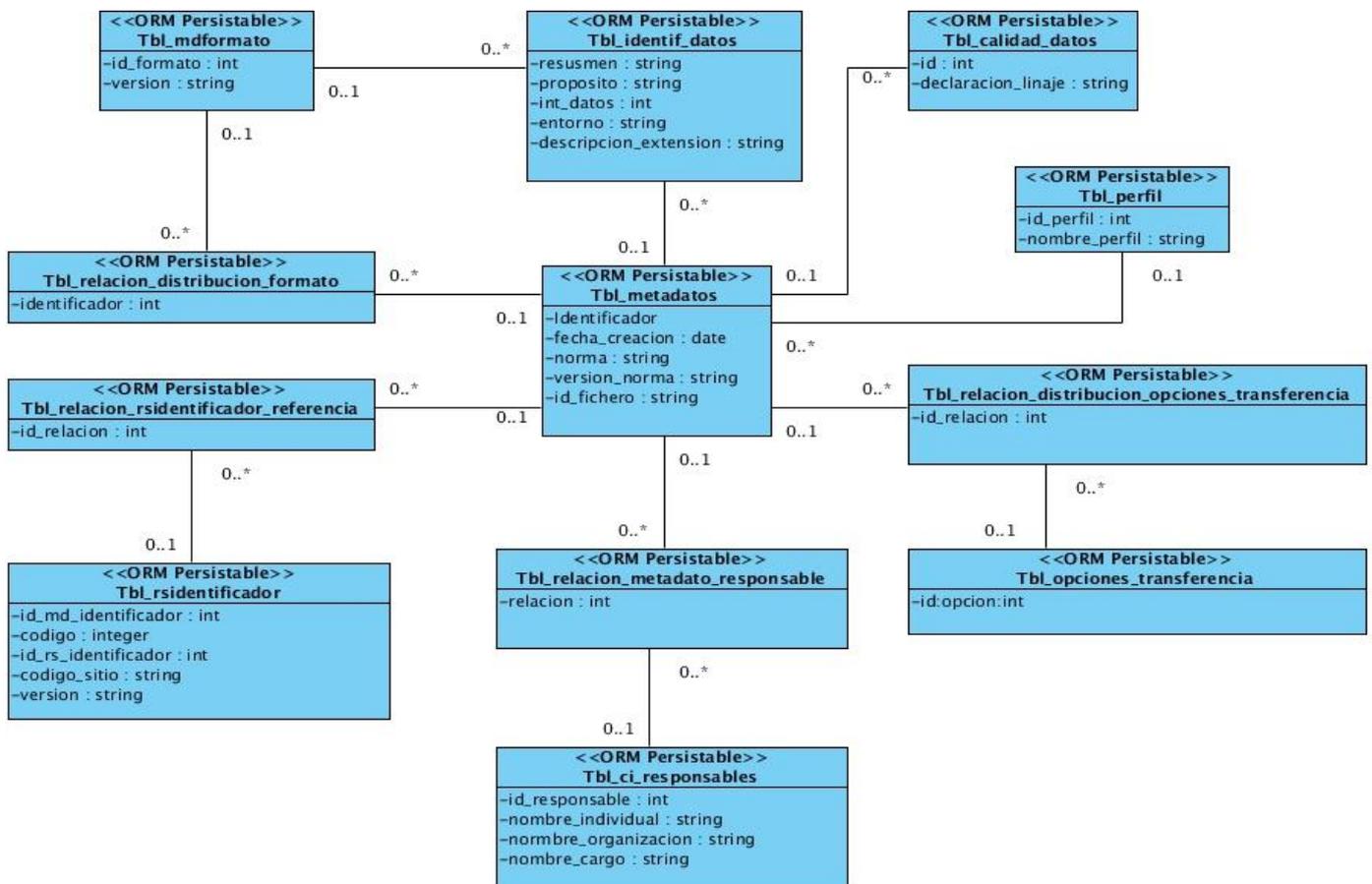


Figura 14: Diagrama de Clases Persistentes. Paquete Información del perfil del Metadato Geográfico.

Modelo Entidad-Relación.

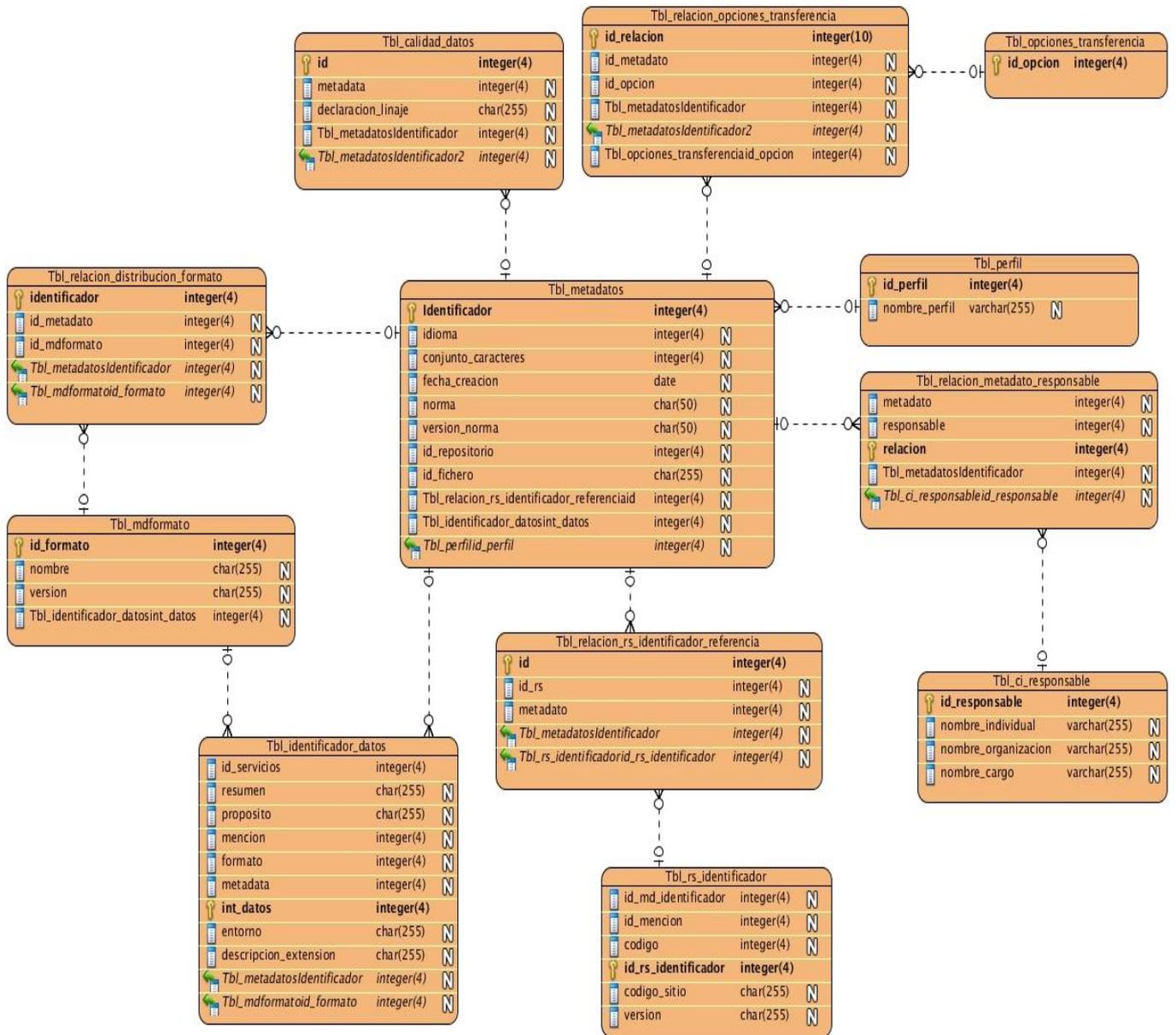


Figura 15: Modelo Entidad Relación. Paquete Perfil del Metadato Geográfico.

4.5. Modelo de Despliegue

El Modelo de Despliegue es un modelo de objetos que representa la disposición de las instancias de componentes de ejecución en instancias de nodos conectados por enlaces de comunicación. Los Diagramas de Despliegue muestran las relaciones físicas de los distintos nodos que componen un sistema y el reparto de los componentes sobre dichos nodos.

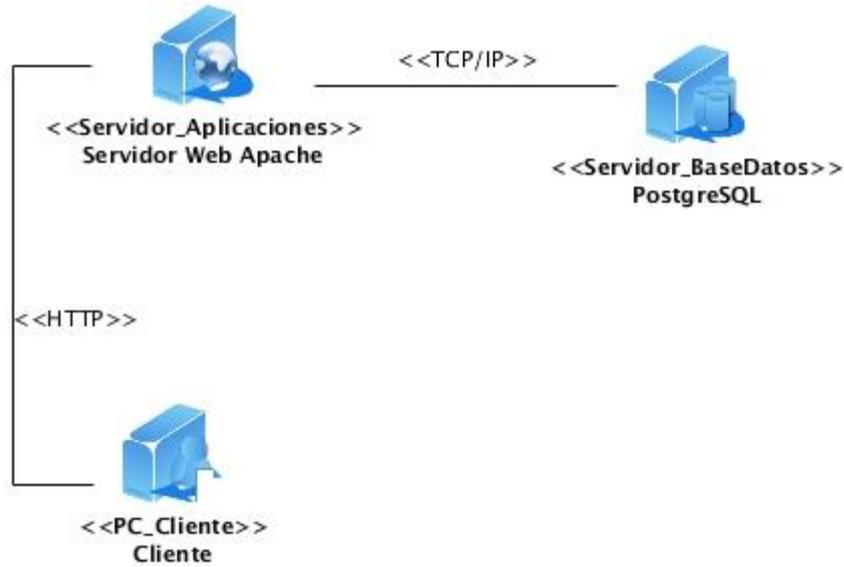


Figura 16: Diagrama de Despliegue.

4.6. Modelo de Implementación.

El modelo de implementación describe cómo los elementos del modelo de diseño se implementan en términos de componentes. Describe también cómo se organizan los componentes de acuerdo con los mecanismos de estructuración y popularización disponibles en el entorno de implementación y en el lenguaje o lenguajes de programación utilizados y cómo dependen los componentes unos de otros. A continuación se muestra una vista general del modelo de implementación del Módulo para la Gestión de Perfiles de Metadatos Geográficos basados en la norma ISO 19115 en el sistema SyGMe.

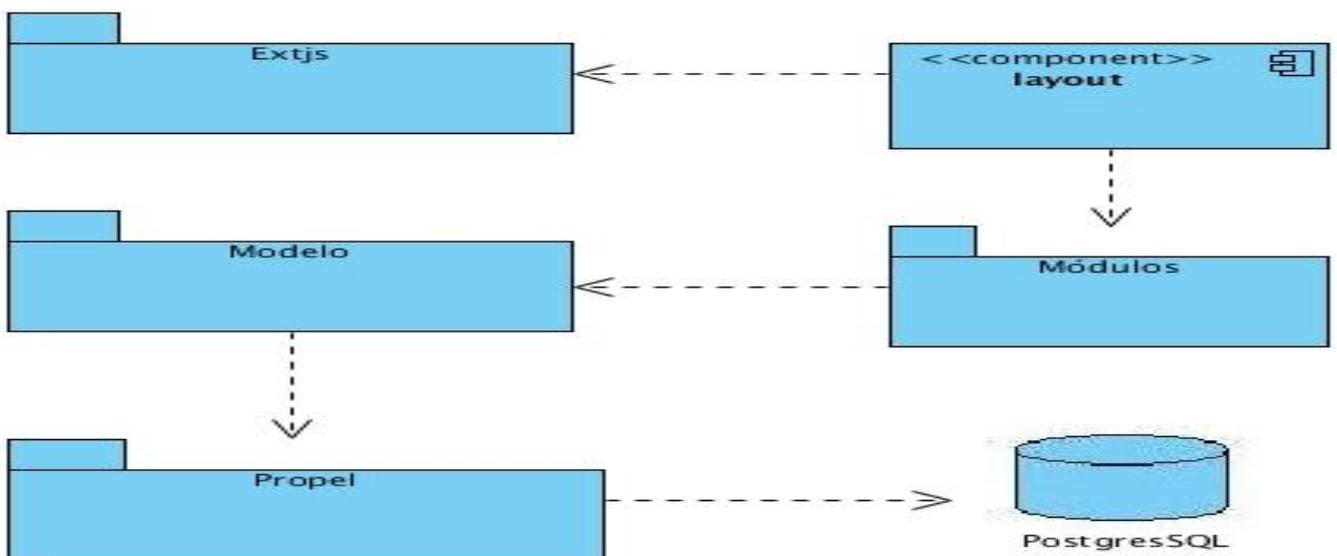


Figura 17: Diagrama de Componentes. Vista General.

Para una mayor comprensión del Diagrama de Componentes, se expone una vista detallada de los paquetes Modelo, Ext., Módulos y los componentes que contiene cada Módulo en particular.

Vista Detallada: Paquete Modelo.

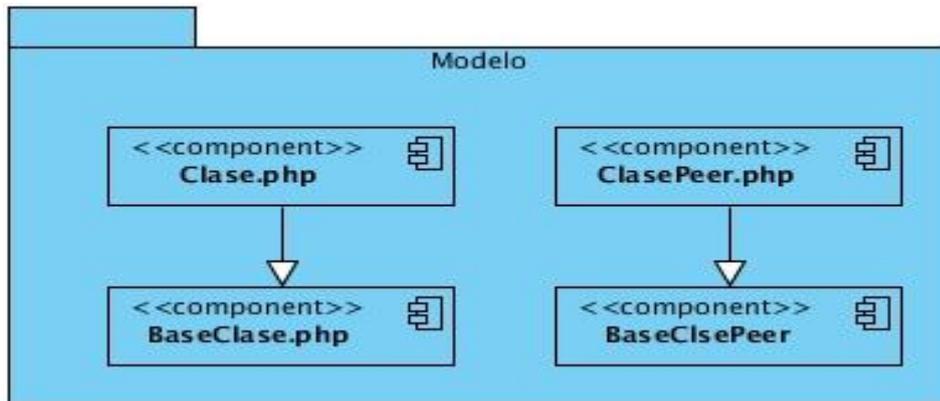


Figura 18: Diagrama de Componentes. Paquete Modelo.

Vista Detallada: Paquete Ext.

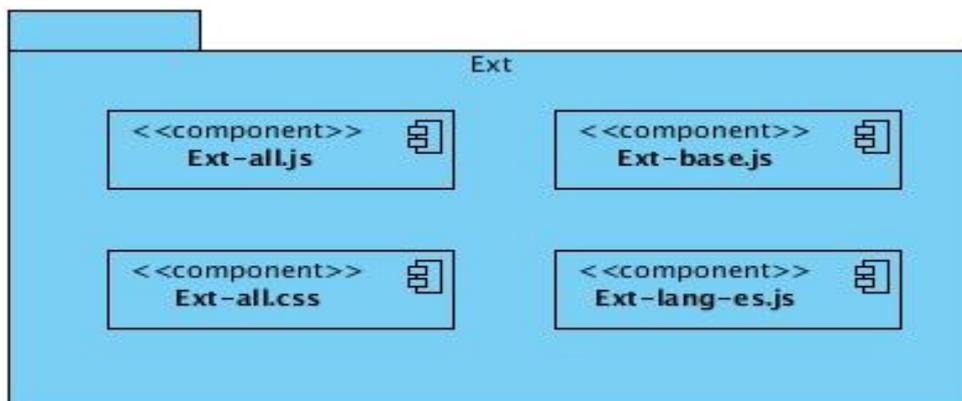


Figura 19: Diagrama de Componentes. Paquete Ext.

Vista Detallada: Paquete Módulos.

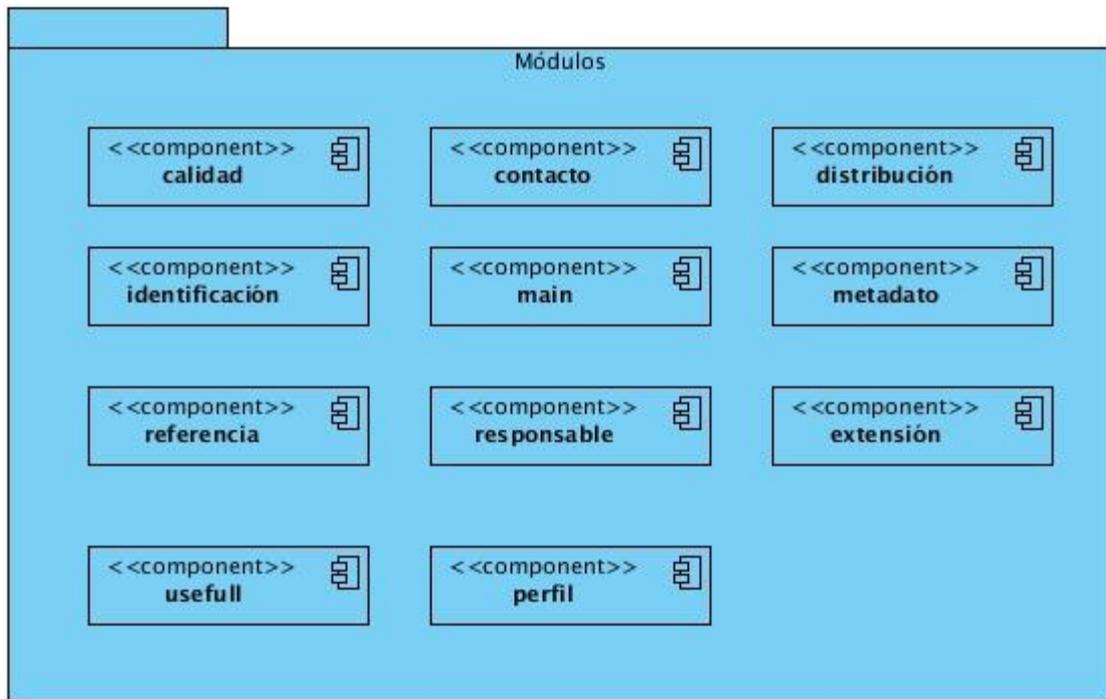


Figura 20: Diagrama de Componentes. Paquete Módulos.

Vista Detallada de cada Módulo

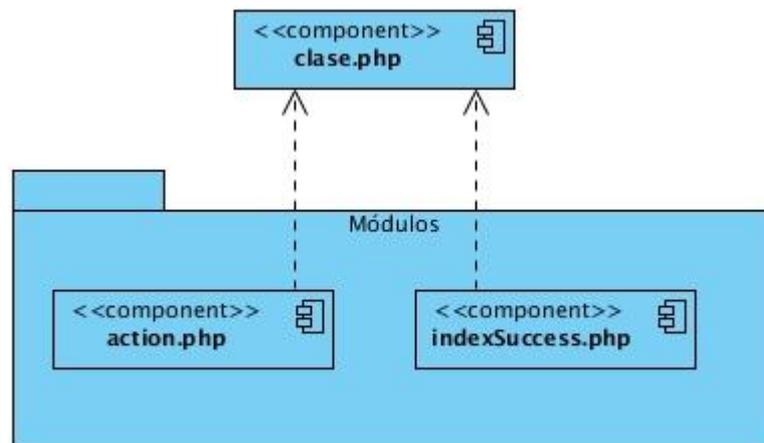


Figura 21: Diagrama de Componentes. Paquete Módulo.

4.7 Pruebas al sistema

Para asegurar y garantizar el correcto funcionamiento del sistema, se realizaron pruebas de software que fueron escogidas para determinar si el mismo cumple con los requerimientos propuestos inicialmente y con su función principal, brindar un servicio a un grupo de usuarios de manera eficiente y sin fallas o retrasos. Es importante mencionar que el rendimiento del sistema está estrictamente ligado con el hardware de la computadora que realizará la función de servidor, ya que éste determina el desempeño del mismo.

Pruebas de Carga y Estrés

Este tipo de pruebas permiten forzar el sistema al máximo punto para poder medir sus capacidades y las condiciones en las cuales trabaja, realizando una cantidad definida de peticiones y procesos. El tipo más sencillo de pruebas de rendimiento son las pruebas de carga, estas se realizan generalmente para observar el comportamiento de una aplicación bajo una cantidad de peticiones esperada. Esta carga puede ser el número esperado de usuarios concurrentes utilizando la aplicación y que realizan un número específico de operaciones durante el tiempo que dure la carga. Esta prueba puede mostrar los tiempos de respuesta de todas las transacciones importantes de la aplicación. Las pruebas de estrés se utilizan normalmente para romper la aplicación. Se va doblando el número de usuarios que se agregan a la aplicación y se ejecuta una prueba de carga hasta que se rompe. Este tipo de prueba se realiza para determinar la solidez de la aplicación en los momentos de carga extrema y ayuda a los desarrolladores a determinar si la aplicación rendirá lo suficiente en caso de que la carga real supere a la carga esperada.

El funcionamiento y rendimiento del sistema están estrechamente ligados con los requerimientos de hardware, es necesario evidenciar algunos de los resultados que demuestran su vital importancia. Se definió en el grupo de hilos varias muestras que simulan una cantidad de usuarios interactuando simultáneamente. Se mostrarán a continuación los resultados arrojados por la herramienta JMeter para las pruebas al sistema.

Resultados de las Pruebas Realizadas.			
Acciones	# Muestras	Media	Error.
Cargando el perfil	1	10 ms	0.00%
Cargando el perfil	10	190 ms	0.00%

Cargando el perfil	50	590 ms	0.00%
Insertando el perfil	50	1100 ms	0.00%
Insertando el perfil	100	2150 ms	0.00%
Insertando el perfil	500	5990 ms	0.00%

En la tabla anterior se muestran los resultados de las acciones sometidas a prueba, estas, realizadas con la herramienta JMeter, brinda la información de cómo se comportará el sistema ante una cantidad determinada de usuarios que interactúan de forma simultánea, dando a conocer a los administradores y a los desarrolladores del sistema cuáles serán sus capacidades máximas aproximadas de cuantos usuarios a las vez pueden interactuar con este, también se conoce el tiempo de respuesta ante una acción determinada. Es válido resaltar que en la computadora de escritorio donde se realizaron las pruebas cumplía las funciones de cliente y servidor de aplicación Web y base de datos a la misma vez, por lo que los resultados arrojados están muy vinculados a las características de Hardware que presenta: Memoria 1.5 GiB, Procesador Intel(R) Pentium(R) 4

4.8. Conclusiones

Durante el desarrollo temático del presente capítulo, se llevaron a cabo los flujos de trabajo: Análisis y Diseño e Implementación. Como resultado de estos flujos, se generaron los artefactos pertinentes a cada uno de ellos como son el Modelo de Diseño, el cual permitió representar la estructura del Módulo para la Gestión de Perfiles Basados en la Norma ISO 19115 Core en el Sistema SyGMe, mostrando sus clases, atributos y las relaciones entre ellos. Se realizó el Modelo de Despliegue a través del cual se muestra la distribución física del sistema y sus conexiones. Mediante la realización del Modelo de Datos se logró describir los elementos que intervienen en el problema dado y la forma en que se relacionan estos elementos entre sí. Finalmente se expuso el Modelo de Implementación, donde se especificaron los distintos componentes creados para desarrollar la aplicación y la relación entre ellos, lográndose traducir el diseño en términos de componentes ejecutables. De esta forma se cuenta con la base principal en la cual apoyar la construcción del sistema.

CONCLUSIONES.

El uso de la información geográfica, así como su creación y distribución, ha crecido exponencialmente, haciéndose preciso documentarla para facilitar su organización y el acceso a la misma. En los últimos años ha surgido la necesidad de manejar los recursos geográficos con diferencias en la información acorde a las particularidades de cada negocio. La creación de perfiles de Metadatos Geográficos constituye la solución a dicha necesidad.

Durante el desarrollo temático de la presente investigación, se logró cumplir con el objetivo general propuesto: “Desarrollar un módulo para la gestión de perfiles basados en la norma ISO 19115 Core en el sistema SyGMe”. El mismo permite crear perfiles para Metadatos Geográficos, contribuyendo esto, a elevar el nivel de experiencia de las instituciones identificadas como usuarios potenciales de SyGMe.

El hecho de que el módulo esté desarrollado con una arquitectura web, posibilita explotar los beneficios de la red, minimizando los costos de hardware en las organizaciones cubanas. No obstante, el alcance del producto no debe limitarse a territorio nacional, ya que es potencialmente exportable tanto como solución independiente o integrada a un SIG.

El módulo fue desarrollado con herramientas multiplataforma, lo que permite que pueda ser desplegada sobre entornos libres, de esta forma se garantiza un producto con mayor tiempo de vida, más reutilizable y eficiente. Además, le permite al país contar con una herramienta propia que responda a los intereses de sus organizaciones, y que esté respaldada por un equipo de desarrollo cubano que pueda dar soporte y mantenimiento a esta solución, problema muy común en la comunidad de software libre.

Teniendo los elementos antes mencionados, y además que Cuba está inmersa en la creación de una Infraestructura de Datos Espaciales, contar con una herramienta para la creación de perfiles de Metadatos Geográficos propia es un reto y oportunidad, que posee un impacto social considerable, ya que, actualmente, no existe otra solución cubana similar. Esta además, ayuda en la informatización de las esferas socioeconómicas del país, que hoy se sustentan en software propietario para desarrollar estas tareas, y en peores casos, para suplir el trabajo manual de algunas entidades que presentan un deterioro en su productividad y desempeño, por la falta de sistemas que automaticen sus labores y apoyen la toma de decisiones, muchas veces de gran impacto en la sociedad.

RECOMENDACIONES

A partir de los resultados o beneficios que proporciona el presente trabajo investigativo y basándose en las experiencias acumuladas a lo largo del desarrollo de la misma, se proponen las siguientes recomendaciones:

- Continuar el desarrollo de los perfiles de Metadatos Geográficos en las demás normas que implementa SyGMe.
- Implementar el módulo para la creación de plantillas basados en los perfiles de Metadatos Geográficos.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

1. Cisneros Díaz, Luís R. y Duffatt Candeaux, Rafael. Julio de 1994. LOS SISTEMAS DE INFORMACIÓN GEOGRÁFICA SIG: DEFINICIÓN, CARACTERÍSTICAS, ESTADO ACTUAL Y TENDENCIAS DE DESARROLLO. s.l. : Mapping Interactivo. Revista Internacional de Ciencias de la Tierra., Julio de 2007.
2. IDEE. Portal IDEE. Infraestructura de Datos Espaciales de España. [En línea] [Citado el: 10 de octubre de 2011.] http://www.idee.es/show.do?to=pideep_que_es_INSPIRE.ES.
3. Maganto, Alejandra Sánchez y Ballari, Daniela. 2008. Mapping Interactivo. Revista Internacional de Ciencias de la Tierra. NORMAS SOBRE METADATOS (ISO 19115, ISO 19115-2, ISO 19139, ISO 15836). [En línea] Enero de 2008. [Citado el: 15 de octubre de 2011.] http://www.mappinginteractivo.com/plantilla-ante.asp?id_articulo=1455.
4. Manual de sistemas de información geográfica y cartografía digital. PUBLICACIÓN, DE LAS NACIONES UNIDAS. 2000. 79, Nueva York: Departamento de Asuntos Económicos y Sociales. División de Estadística, 2000, Vol. Serie F.
5. 25. Programa Geodato. 2007. Procedimiento para la Documentación del Metadato. s.l. s.l.: Geominera Oriente, 2007.
6. Real Academia Española. DICCIONARIO DE LA LENGUA ESPAÑOLA. Vigésima segunda edición. . [En línea] [Citado el: 20 de octubre de 2011.] <http://buscon.rae.es/drae/>.
7. Secretaría del CTN50. AENOR. FESABID. 2008. Información y documentación - Procesos de gestión de documentos - Metadatos para la gestión de documentos. Parte 1: Principios. ISO 23081-1:2006. 2. Madrid: s.n., 2008.
8. Thompson, Iván. 2008. Portal de Mercadotecnia. [En línea] Octubre de 2008. [Citado el: 20 de octubre de 2011.] <http://www.promonegocios.net/mercadotecnia/definicion-informacion.html>.
9. Caplan, Priscilla (2009). You call it corn; we call it syntax-independent metadata for document like objects. The Public Access Computer Systems Review, v. 4, n. 6. [Citado el: 20 de octubre de 2011.] <http://epress.lib.uh.edu/pr/v6/n4/capl6n4.html>
10. SEINER, 2000 Robert S. Seiner. Questions metadata can answer [documento pdf]. Computer Associates roducts, CAI, 14 de Julio de 2007. Disponible en:

11. http://www.cai.com/products/decisionbase/questions_metadata_can_answer.pdf [Citado el: 21 de octubre de 2011.].
12. 7. ENTORNO DE DESARROLLO INTEGRADO. Sun Forte. 2011. [En línea] 2011. [Citado el: 26 de octubre de 2011.] <http://www-gsi.dec.usc.es/~Alberto/pdf/practicassun/SunForte/ForteSun.pdf>.
13. Fabien Potencier, François Zaninotto. 2008. Guía Symfony. La guía definitiva. [En línea] 2008. [Citado el: 2 de Noviembre de 2011.] http://www.librosweb.es/symfony_1_2.
14. González, Francisco Ruiz. 2000. UNIVERSIDAD DE CASTILLA LA MANCHA. ESCUELA SUPERIOR DE INFORMÁTICA. [En línea] 2000. [Citado el: 6 de noviembre de 2011.] <http://www.cavsi.com/preguntasrespuestas/que-es-un-sistema-gestor-de-bases-de-datos-o-sgbd/>.
15. 13. INSTITUTO NACIONAL DE ESTADISTICA E INFORMATICA. 2011. [En línea] 2011. [Citado el: 8 de noviembre de 2011.] <http://www.inei.gob.pe/biblioineipub/bancopub/Inf/Lib5103/Libro.pdf>.
16. Jacobson, Ivar, Booch, Grady y Rumbaugh, James. 2000a. EL LENGUAJE UNIFICADO DE MODELADO. MANUAL DE REFERENCIA. [documento pdf]. Disponible en http://eva.uci.cu/file.php/158/Documentos/Bibliografia_general/Textos_Complementarios/El_Lenguaje_Unificado_de_Modelado/05_Parte_1_Antecedentes.pdf (consultado el 6 de diciembre del 2011).
17. 6. Jacobson, Ivar, Booch, Grady y Rumbaugh, James. 2000b. EL PROCESO UNIFICADO DE DESARROLLO DE SOFTWARE. La guía completa del proceso unificado. [documento 58 Referencias Bibliográficas pdf]. Disponible en UCISTORE: Universidad de las Ciencias Informáticas <ftp://10.0.0.22/documentacion/Ingenieria%20Software/RUP/books/El%20proceso%20unificado%20de%20desarrollo%20de%20software/El%20Proceso%20Unificado%20de%20Desarrollo%20de%20Software.pdf> (consultado el 10 de noviembre del 2011).
18. Maganto18. Martínez, Rafael. 2009. PostgreSQL-es.org. Portal en español sobre PostgreSQL. Sobre PostgreSQL. [En línea] 2009. [Citado el: 15 de noviembre de 2011.] http://www.postgresql-.org/sobre_postgresql.

19. Programación, Lenguajes de. 2011. Lenguajes de Programación > Herramientas de programación. [En línea] 2011. [Citado el: 8 de enero de 2012.] <http://www.lenguajes-de-programacion.com/herramientas-de-programacion.shtml>.
20. Rodas, Raúl Hinostraza. 2007. www.linuxcentro.net. Usuarios y Grupos en Linux. [En línea] 2007.[Citado el: 8 de enero de 2012.] <http://www.linuxcentro.net/linux/staticpages/index.php?page=CaracteristicasPHP>
21. Sencha Solutions. 2008. ExtJs. Documentación Ext. JS JavaScript Library. [En línea] Sencha Solutions, 2008. [Citado el: 8 de enero de 2012.] <http://extjs.com/deploy/dev/docs>.
22. Sitio Oficial de NetBeans. 2012. [En línea] Sitio Oficial de NetBeans, 2011. [Citado el: 8 de enero de 2012] http://netbeans.org/index_es.html.
23. Visual Paradigm International. 2011. Visual Paradigm. [En línea] 2011. [Citado el: 23 de Febrero de 2012.] <http://www.visual-paradigm.com/product/vpuml>.
24. Rhind, David.2008. Mapping Interactivo: Revista Internacional de Ciencias de la Tierra.Los Sistemas de Información Geográfica: Definición, Características, Estado Actual y Tendencias de Desarrollo. Por Luis R. Díaz Cisneros y Rafael Candeaux Duffatt [En línea] 23deoctubredel2011. [citado el 23 de Febrero de 2012]http://www.mappinginteractivo.com/plantilla-ante.asp?id_articulo=733.
25. Geoportal Sobre Metadatos de Información Geográfica, 2011. Grupo de Catalogadores de Información Geográfica: Instituto Nacional Geográfico, LatinGeo y otros. (en línea desde: 22 de octubre del 2010) http://metadatos.ign.es/metadatos/Que_son/Introduccion/ [citado el 23 de Febrero de 2012].
26. Geoportal Sobre Metadatos de Información Geográfica, 2011(a). Herramientas. Grupo de Catalogadores de Información Geográfica: Instituto Nacional Geográfico, LatinGeo y otros. (en línea desde: 8 de octubre del 2010) http://metadatos.ign.es/metadatos/Como_se_crean/2-b-herramientas/b-otras-herramientas [citado el 23 de Febrero de 2012].
27. Geoportal Sobre Metadatos de Información Geográfica, 2011(b). CatMDEdit. Grupo de Catalogadores de Información Geográfica: Instituto Nacional Geográfico, LatinGeo y otros. (en línea desde: 8 de octubre del 2010) http://metadatos.ign.es/metadatos/Como_se_crean/2-b-

- [herramientas/a-open-source/CatMDEdit/?searchterm=CatMDEdit](#) [citado el 23 de Febrero de 2012].
28. Geoportal Sobre Metadatos de Información Geográfica, 2011(c). Geonetwork. Grupo de Catalogadores de Información Geográfica: Instituto Nacional Geográfico, LatinGeo y otros. (en línea desde: 8 de octubre del 2010) http://metadatos.ign.es/metadatos/Como_se_crean/2-b-herramientas/a-open-source/geonetwork [consultado el 26 de febrero del 2012].
29. 25. Programa Geodato. 2007. Procedimiento para la Documentación del Metadato. s.l. s.l.: Geominera Oriente, 2007.
30. 32. Sencha Solutions. 2008. ExtJs. Documentación Ext. JS JavaScript Library. [En línea] 2008. [consultado el 26 de febrero del 2012.] <http://extjs.com/deploy/dev/docs>.
31. . González, Rubén Blanco y Pérez, Sergio Tobalina. 2005. Introducción a Rational Rose. s.l.: Facultad de Informática de Barcelona. Departamento de Lenguajes y Sistemas informáticos. Laboratorio de Ingeniería de Software., 2005.
32. Apache. 2007. Servidor web Apache. [En línea] 2007. [Citado el: 26 de febrero del 2012.] <http://www.apache.org>.
33. Bohorquez, Hanller Cueto y Valenzuela, Johan Ferney. 2005. Telecentro regional de Tecnologías Espaciales. Fundamentos de Infraestructura de Datos Espaciales - 01(FIDE -01). [En línea] 2005. [Citado el: 14 de noviembre de 2011.] <http://geoservice.igac.gov.co/moodle/course/info.php?id=23>.

Bibliografía

1. Bohórquez, Hanller Cueto y Valenzuela, Johan Ferney. Telecentro regional de Tecnologías Espaciales. Fundamentos de Infraestructura de Datos Espaciales -01(FIDE -01). [En línea] [Citado el: 17 de noviembre de 2011.] <http://geoservice.igac.gov.co/moodle/course/info.php?id=23>.

2. CE. 2008. COMISIÓN DE LAS COMUNIDADES EUROPEAS. REGLAMENTO (CE) No 1205/2008 DE LA COMISIÓN de 3 de diciembre de 2008 por el que se ejecuta la Directiva. 2008.
3. DICCIONARIO DE LA LENGUA ESPAÑOLA. Vigésima segunda edición. [En línea] [Citado el: 17 de noviembre de 2011.] <http://buscon.rae.es/draef/>.
4. Franco, Rodolfo. 2009. Universidad Distrital Francisco José de Caldas. [En línea] 11 de agosto de 2009. [Citado el: 17 de noviembre de 2011.] <http://www.udistrital.edu.co/comunidad/profesores/rfranco/metadatos.htm>.
5. IDEE. Portal IDEE. Infraestructura de Datos Espaciales de España. [En línea] [Citado el: 20 de noviembre de 2009.] http://www.idee.es/show.do?to=pideep_que_es_INSPIRE.ES.
6. Información y documentación - Procesos de gestión de documentos - Metadatos para la gestión de documentos. Parte 1: Principios. ISO 23081-1:2006. 2. Secretaría del CTN50. AENOR. FESABID. 2008. Madrid: s.n., 2008, Vol. 31.
7. Jacobson, Ivar, Booch, Grady y Rumbaugh, James. 2000. El Proceso Unificado de Desarrollo de Software. Madrid: Series Editors, 2000.
8. LOS SISTEMAS DE INFORMACIÓN GEOGRÁFICA SIG: DEFINICIÓN, CARACTERÍSTICAS, ESTADO ACTUAL Y TENDENCIAS DE DESARROLLO. Cisneros, Luís R. Díaz y Duffatt, Rafael Candeaux. Julio de 1994. s.l. :Mapping Interactivo. Revista Internacional de Ciencias de la Tierra., Julio de 1994, Vols. ISSN: 1.131-9.100, s.l.
9. Maganto, Alejandra Sánchez y Ballari, Daniela. 2008. Mapping Interactivo. Revista Internacional de Ciencias de la Tierra. NORMAS SOBRE METADATOS (ISO 19115, ISO 19115-2, ISO 19139, ISO 15836). [En línea] Enero de 2008. [Citado el: 20 de noviembre de 2011.] http://www.mappinginteractivo.com/plantilla-ante.asp?id_articulo=1455.

10. Manual de sistemas de información geográfica y cartografía digital. PUBLICACIÓN, DE LAS NACIONES UNIDAS. 2000. 79, Nueva York: Departamento de Asuntos Económicos y Sociales. División de Estadística, 2000, Vol. Serie F.
11. Potencier, Fabien y Zaninotto, François. 2008. Symfony la guía definitiva. 2008.
12. Programa Geodato. 2007. Procedimiento para la Documentación del Metadato. s.l. s.l.: Geominera Oriente Sur, 2007.
13. Sencha Solutions. 2008. ExtJs. Documentación Ext JS JavaScript Library. [En línea] 2008. [Citado el: 21 de diciembre de 2011.] <http://extjs.com/deploy/dev/docs>.
14. Thompson, Iván. 2008. Portal de Mercadotecnia. [En línea] Octubre de 2008. [Citado el: 15 de Noviembre de 2011.] <http://www.promonegocios.net/mercadotecnia/definicion-informacion.html>.
15. Zayas, Dr. Cs. Carlos Alvarez de. 1995. METODOLOGIA DE LA INVESTIGACION CIENTIFICA. Santiago de Cuba: CENTRO DE ESTUDIOS DE EDUCACION SUPERIOR "MANUEL F. GRAN", 1995.

NEM	Núcleo Español de Metadatos.
Orto-fotografías	Imagen a la que se le han corregido sus deformaciones geométricas.
ONRM	Oficina Nacional de Recursos Minerales.
ORM	Mapeo Objeto-Relacional, o en sus siglas en inglés: Object-Relational Mapping.
RUP	Proceso Unificado de Rational, o en sus siglas en inglés: Rational Unified Process.
RF	Requisito Funcional.
RNF	Requisito no Funcional.
SIG	Sistema de Información Geográfica.
SOA	Arquitectura Orientada a Servicios (en inglés Service Oriented Architecture).
URL	Localizador de Recurso Uniforme (en inglés Uniform Resource Locator), la dirección global de documentos y de otros recursos en la World Wide Web.
UML	Lenguaje Unificado de Modelado.
WISE	Sistema de Información Hidráulica para Europa, o en sus siglas en inglés: Water Information System for Europe.
XP	Programación Extrema, o en sus siglas en inglés: Extreme Programming.
XML	Lenguaje extensible de Marcado, o en sus siglas en inglés: Extensible Markup Language