

UNIVERSIDAD DE LAS CIENCIAS INFORMÁTICAS
Facultad #6

*Trabajo de Diploma para optar por el
título de Ingeniera en Ciencias
Informáticas*

Título: SIG-MES: Análisis del sistema para la representación geográfica de los Centros Universitarios del Ministerio de Educación Superior Cubana.

Autora: Olaidis Ávila Bárzaga

Tutora: Ing. Aylín Estrada Velazco

Co- Tutor: Ing. Yoenis Pantoja Zaldívar

Ciudad de la Habana, 27 de Junio del 2011
"Año 53 de la Revolución"

Declaración de Autoría.

DECLARACIÓN DE AUTORÍA

Declaro ser Olaidis Ávila Bárzaga única autora del presente trabajo de diploma y autorizo al departamento de Geoinformática, de la facultad 6 de la Universidad de las Ciencias Informáticas a hacer uso del mismo en su beneficio. Para que así conste firmo la presente a los 27 días del mes de Junio del año 2011.

Olaidis Ávila Bárzaga

Ing. Aylín Estrada Velazco

Dedicatoria.

DEDICATORIA

Dedico este trabajo de diploma en especial:

.....A mis padres por confiar en mí y brindarme todo su apoyo, todo lo que he hecho es para ellos.

.....A mi hermano por su confianza, a mi hermana.

.....A mis abuelos, tíos, primos.

.....A mi novio por su amor y compañía.

Agradecimiento.

AGRADECIMIENTO

Agradezco a todas las personas que han llenado mi vida de alegría y cariño.

A mi mamá que es lo más importante que tengo en la vida. Por su comprensión, amor, preocupación.

A mi papá por ser un ejemplo para mí, por su carácter, respeto, perseverancia y por ser la persona fuerte en la que me he apoyado en los momentos difíciles.

A mi hermano que adoro con todo mi corazón, a mi hermana, abuelos, tíos, primos, vecinos. Todos ellos han estado siempre apoyándome y haciéndome sentir especial al sentirse orgullosos de mi

A mi familia en general por ser tan especial y unida.

A mi novio por estar siempre a mi lado, compartiendo los buenos y malos momentos vividos en los años de universidad.

A la profesora Aylín Estrada por ser realmente especial como tutora y por ser una excelente persona.

Por su apoyo incondicional, su paciencia y la confianza que depositó en mí y en mi trabajo.

A TODOS los compañeros y amigos que he tenido a lo largo de la carrera, que hicieron que mi estancia en la universidad fuese inolvidable, siempre estarán presentes en mi corazón.

Sin todas estas bellas personas hubiera sido imposible llegar hasta donde estoy.

Ellas hicieron posible que me convirtiese en una mejor persona, a todos agradezco lo que soy.

Resumen.

RESUMEN

En la actualidad las Tecnologías de la Información y las Comunicaciones (TIC) han evolucionado de forma considerable. Este avance tecnológico ha propiciado que la arcaica representación geográfica utilizada por el hombre desde tiempos muy remotos se convirtiera en una importante herramienta aplicable a cualquier rama social. En Cuba se trabaja en base a lograr la informatización de la sociedad por lo que el uso de los Sistemas de Información Geográfica (SIG) es de gran importancia para el cumplimiento de este objetivo. Los SIG permiten la visualización de los datos obtenidos en un mapa digital con el fin de tener una mayor validez y control de la información gestionada. El Ministerio de Educación Superior (MES) es uno de los más desarrollados informáticamente, esto se debe a que es el principal impulsor del desarrollo tecnológico en el país.

Con el desarrollo del presente trabajo de diploma se realizó el análisis del Sistema de Información Geográfica para referenciar geográficamente la información relacionada con los centros universitarios de Cuba. Como resultado del proceso de análisis se generó toda la documentación técnica necesaria para establecer un mejor entendimiento entre el cliente y el equipo de desarrollo. Se realizó también una descripción de la planificación de tiempo y esfuerzo del proyecto, así como de los costos y beneficios que reporta su elaboración.

Palabras Claves

TIC, SIG, MES, representación, información, análisis

ÍNDICE

INTRODUCCIÓN.....	1
CAPÍTULO I FUNDAMENTACIÓN TEÓRICA.....	5
1.1 INTRODUCCIÓN.....	5
1.2 CONCEPTOS ASOCIADOS A LA INVESTIGACIÓN.....	5
1.3 TENDENCIAS DE LOS SISTEMAS DE INFORMACIÓN GEOGRÁFICA.....	6
1.4 DESCRIPCIÓN GENERAL DEL OBJETO DE ESTUDIO DE LA INVESTIGACIÓN.....	7
1.5 DESCRIPCIÓN DE LA SOLUCIONES EXISTENTES.....	8
1.5.1 SISTEMA DE INFORMACIÓN GEOGRÁFICA DEL SECTOR EDUCATIVO (SI-GEO).....	9
1.6 METODOLOGÍA DE DESARROLLO.....	9
1.6.1 PROCESO UNIFICADO DE RATIONAL (RUP).....	10
1.6.1.1 LENGUAJE UNIFICADO DE MODELADO (UML).....	12
1.7 HERRAMIENTAS CASE PARA LA MODELACIÓN.....	13
1.7.1 VISUAL PARADIGM (VP).....	13
1.8 CARACTERÍSTICAS DEL ROL DE ANALISTA.....	14
1.8.1 TENDENCIA Y TÉCNICAS DEL ROL.....	14
1.8.2 ARTEFACTOS QUE SE OBTENDRÁN.....	15
1.9 HERRAMIENTA PARA LA GESTIÓN DE REQUISITOS.....	16
1.9.1 RATIONAL REQUISITEPRO.....	16
1.10 HERRAMIENTAS DE ESTIMACIÓN.....	16
1.10.1 ESTIMAC.....	17
1.11 CONCLUSIONES PARCIALES.....	17
CAPÍTULO II: ANÁLISIS DEL SISTEMA PROPUESTO.....	18
2.1 INTRODUCCIÓN.....	18
2.2 MODELO DE DOMINIO.....	18
2.2.1 DESCRIPCIÓN DEL DIAGRAMA DE CLASES DEL DOMINIO.....	19
2.2.2 EXPLICACIÓN DE LAS CLASES DEL DOMINIO.....	19
2.3 ESPECIFICACIÓN DE LOS REQUISITOS DEL SOFTWARE.....	20
2.3.2 REQUISITOS FUNCIONALES.....	21
2.3.3 REQUISITOS NO FUNCIONALES.....	25
2.4 DEFINICIÓN DE ACTORES.....	29

Resumen.

2.5	DEFINICIÓN DE LOS CASOS DE USOS DEL SISTEMA.....	29
2.6	MATRICES DE TRAZABILIDAD.....	30
2.9	DESCRIPCIONES TEXTUALES DE LOS CASOS DE USO DEL SISTEMA.....	33
2.10	ANÁLISIS DE LA SOLUCIÓN PROPUESTA.....	50
2.10.1	DIAGRAMAS DE CLASES DEL ANÁLISIS.....	51
2.10.2	DIAGRAMAS DE COLABORACIÓN DEL ANÁLISIS.....	53
2.11	CONCLUSIONES PARCIALES.....	58
CAPÍTULO III: ESTUDIO DE FACTIBILIDAD Y VALIDACIÓN DEL SISTEMA PROPUESTO.....		59
3.1	INTRODUCCIÓN.....	59
3.2	ESTUDIO DE FACTIBILIDAD DEL SISTEMA.....	59
3.2.1	TÉCNICA APLICADA PARA LA ESTIMACIÓN DE ESFUERZO, TIEMPO Y COSTO.....	60
3.3	VALIDACIÓN DE REQUISITOS.....	61
3.3.1	TÉCNICAS DE VALIDACIÓN DE REQUISITOS.....	61
3.3.2	TÉCNICAS DE VALIDACIÓN DE REQUISITOS APLICADAS.....	62
3.4	CONCLUSIONES PARCIALES.....	66
CONCLUSIONES.....		67
RECOMENDACIONES.....		68
BIBLIOGRAFÍA.....		69

Introducción.

INTRODUCCIÓN

Ha transcurrido un largo camino desde que aparecieron los primeros indicios de representación de la información hasta la actualidad y durante este proceso han ocurrido muchos avances en su desarrollo. Sus inicio datan desde hace unos 15.000 años, donde en las paredes de las cuevas los hombres de Cromañón pintaban los animales que cazaban, asociando estas dibujos con trazas lineales que, se cree, cuadraban con las rutas de migración de esas especies. Si bien este ejemplo es simplista en comparación con las tecnologías actuales, una imagen asociada con un atributo de información, imita a elementos de los Sistemas de Información Geográfica modernos.

A medida que la sociedad ha venido desarrollándose, con ella se han incrementado un grupo de necesidades que han incidido de forma directa en el desarrollo de las tecnologías y junto con estas los Sistemas de Información Geográfica. La revolución digital de finales del siglo XX permitió que la información geográfica se volviera más accesible para la mayoría de las personas, permitiendo analizar hechos y oportunidades, resolver problemas y conflictos utilizando información proveniente de un rango amplio de disciplinas.

Ya a principio del siglo XXI el rápido crecimiento en los diferentes sistemas de información geográfica se ha consolidado, restringiéndose a un número relativamente reducido de plataformas. Los usuarios comenzaron a exportar el concepto de visualización de datos SIG a Internet. Años más tarde, tuvo lugar la expansión de desarrollo de software SIG de código libre. Estos sistemas, a diferencia de los software comerciales, suelen abarcar una gama más amplia de sistemas operativos, permitiendo ser modificados para llevar a cabo tareas específicas.

La evolución de los Sistemas de Información Geográfica en la actualidad ha tenido un desarrollo considerable en todas las ramas de la sociedad. Los SIG resultan de gran importancia debido a que ayudan a optimizar el proceso de toma de decisiones tanto de entidades como de negocios. Permiten además relacionar información de cualquier tipo con una localización geográfica. Los ejemplos de utilización de los SIG son virtualmente ilimitados.

- ✓ Instituciones gubernamentales o empresas de mercadeo pueden relacionar información demográfica de censos con mapas políticos.
- ✓ Médicos y hospitales pueden relacionar mapas de enfermedades con condiciones de salubridad.

Introducción.

- ✓ Autoridades y legisladores pueden relacionar mapas de lugares donde se cometieron crímenes con patrones de criminalidad.
- ✓ Personal de servicios de emergencia puede relacionar mapas de áreas de riesgo con información sobre inundaciones o incendios forestales.

Debido a las grandes ventajas que proporciona el uso de las tecnologías, en Cuba se está trabajando sobre la base de la informatización de la sociedad. El uso de las tecnologías SIG sería muy importante en el cumplimiento de este propósito y se utilizara para el desarrollo de las diferentes ramas sociales como son: la salud, el deporte, la agricultura, la pesca, educación, etc. Debido a las múltiples ventajas que presenta la aplicación de estos sistemas, el MES no ha querido quedarse atrás en cuando al uso de esta tecnología.

El Ministerio de Educación Superior de Cuba, cuenta con una red de 68 centros universitarios de los cuales maneja un gran cúmulo de información. Para gestionar los datos de los centros universitarios, es necesario hacerlo por vías tradicionales tales como dirigirse a cada uno de ellos, solicitarla por teléfono, por correo (electrónico o postal), por fax entre otros. A los directivos del MES, a diferentes escalas, se les dificulta el trabajo con la información asociada a las universidades debido a que es un proceso complejo por la cantidad de información que se maneja. Este proceso se ejecuta manualmente ocasionando lentitud en la obtención de los resultados, poniendo en riesgo la exactitud de las valoraciones y dificultando la toma de decisiones inmediatas. Su complejidad proviene de no contar con un mecanismo que permita referenciar geográficamente en un mapa estos datos y realizar un análisis de los mismos de forma global, evaluando el comportamiento de diferentes variables.

Por la situación planteada se decidió iniciar en el departamento de Geoinformática perteneciente a la Facultad 6 de la Universidad de las Ciencias Informáticas, una alternativa que ofrezca al ministerio una solución a sus necesidades. El análisis de todo el proceso relacionado con la solución de dicho problema se hace necesario para establecer un mejor entendimiento entre el cliente y los desarrolladores.

Basándose en los argumentos descritos se ha identificado el siguiente **problema científico**: ¿Cómo obtener la representación técnica del Sistema de Información Geográfica del Ministerio de Educación Superior Cubano, de forma tal que permita crear su diseño?

Introducción.

Para dar solución al problema planteado se define como **objeto de estudio**: Los Sistemas de Información Geográfica. Para establecer las fronteras de la investigación se plantea como **campo de acción**: El proceso de análisis de datos para la representación de información de los centros universitarios del Ministerio de Educación Superior Cubana.

Toda la información planteada permite concebir como **objetivo general**: Proponer el análisis del Sistema de Información Geográfica para la representación de información de los Centros Universitarios del Ministerio de Educación Superior Cubano.

Para dar cumplimiento al objetivo trazado para el desarrollo de la investigación se plantea como **idea a defender** que al realizar el análisis del sistema de información geográfica para la educación superior permitirá generar toda la documentación técnica necesaria para su diseño.

Para cumplimentar la investigación científica se definieron un conjunto de tareas las cuales permitirán dar cumplimiento al objetivo planteado.

1. Caracterizar los Sistemas de información Geográfica.
2. Caracterizar las tecnologías a utilizar.
3. Caracterizar las actividades asociadas al rol de analista.
4. Confeccionar el modelo de dominio.
5. Definir los requisitos funcionales y no funcionales.
6. Diseñar las funcionalidades del sistema.
7. Realizar el estudio de factibilidad del sistema.

Para lograr obtener los conocimientos necesarios que hagan posible el cumplimiento del objetivo propuesto en el trabajo, se lleva a cabo una investigación en la que se utilizan los métodos científicos existentes como son:

Métodos Teóricos:

- ✓ **Analítico-Sintético**: El uso de este método ha permitido identificar y analizar los elementos y términos más importantes dentro del campo de los Sistemas de Información Geográfica.
- ✓ **Histórico-Lógico**: Este método se ha usado para realizar el análisis de los conceptos y evolución de soluciones existentes relacionadas con los sistemas de información geográfica.

Introducción.

- ✓ **Modelación:** Este método se utilizó para la modelación de diagramas teniendo en cuenta la metodología de desarrollo de software seleccionada.

Métodos Empíricos:

- ✓ **Entrevista:** Para el desarrollo de este método se han entrevistado a especialistas cartógrafos y dirigentes del MES quienes han aportado elementos significativos a la investigación.

La presente investigación queda estructurada de la siguiente forma:

Capítulo 1: Fundamentación teórica.

En este capítulo se fundamenta el por qué es necesario desarrollar la investigación y se hace un análisis detallado de todos los aspectos relacionado con los Sistemas de Información Geográfica. Se realiza un estudio de las soluciones existentes que se asemejan al análisis que se pretende proponer. Se seleccionan la metodología y herramientas que serán utilizadas para el desarrollo de la solución propuesta. Además se describen de forma general las características, tendencias y técnicas que deben estar presentes en el rol de analista para desarrollar la investigación.

Capítulo 2: Análisis del sistema propuesto.

En el desarrollo de este capítulo se realiza la descripción de la solución propuesta a través del modelado del dominio y sistema. Se especifican los requisitos funcionales (RF), los no funcionales (RNF) y los casos de usos (CU). Se confeccionan los diagramas de clases del análisis y los de colaboración.

Capítulo 3: Estudio de factibilidad y validación del sistema.

En este capítulo se realiza la planificación de esfuerzo, tiempo y costo que serán empleados en la investigación, además de la validación de las funcionalidades del sistema y la revisión de los artefactos generados.

Fundamentación Teórica.

CAPÍTULO I FUNDAMENTACIÓN TEÓRICA

1.1 INTRODUCCIÓN

En el presente capítulo se abordan los temas que tienen relación con la fundamentación teórica de la investigación. Se detallan todos los conceptos asociados al dominio del problema. Se hace una descripción general y actualizada de los Sistemas de Información Geográfica. Además se describe toda la información relacionada con el objeto de estudio haciendo uso de conceptos y definiciones asociados. Se analizan soluciones existentes tanto nacionales como internacionales. Se hace referencia a las características del rol de analista, plataformas tecnológicas necesarias para modelar la solución y el lenguaje de modelo desde la perspectiva del rol de analista.

1.2 CONCEPTOS ASOCIADOS A LA INVESTIGACIÓN

Usuario: Persona que pertenezca al colectivo de trabajadores del Ministerio de Educación Superior que necesite trabajar o consultar algún tipo de información incluida en un mapa.

Información de las universidades: Es un conjunto organizado de datos procesados referentes al aspecto social y económico de las universidades del país.

Ministerio de Educación Superior: Es la institución encargada de dirigir la Educación Superior en Cuba, creada con el objetivo de aplicar la política educacional en el nivel de la enseñanza superior y dirigirla metodológicamente. Este Ministerio tiene 68 instituciones de nivel superior que incluye 3150 sedes universitarias municipales.

Mapa: Es una representación gráfica y métrica de una porción de territorio generalmente sobre una superficie bidimensional pero que puede ser también esférica. Un mapa que tenga propiedades métricas significa que ha de ser posible tomar medidas de distancias, ángulos o superficies sobre él y obtener un resultado aproximadamente exacto. Los mapas utilizan dos tipos de formatos, el raster y el vectorial.

Información: Es un conjunto de datos acerca de algún suceso, hecho o fenómeno, que organizados en un contexto determinado tienen su significado, cuyo propósito puede ser el de reducir la incertidumbre o incrementar el conocimiento acerca de algo (Thompson, 2008).

Fundamentación Teórica.

Sistema de Información Geográfica: Un Sistema de Información Geográfica es una integración organizada de hardware, software y datos geográficos diseñada para capturar, almacenar, manipular, analizar y desplegar en todas sus formas la información geográficamente referenciada con el fin de resolver problemas complejos de planificación y gestión (Thompson, 2008).

Información geográfica: Es un conjunto de datos espaciales, los cuales brindan una información de algún hecho o fenómeno (Thompson, 2008).

Cartografía digital: La cartografía digital es el procedimiento que transforma la información geográfica de los mapas de papel a coordenadas digitales. Es la ciencia que se encarga del estudio y elaboración de los mapas geográficos y territoriales de diferentes dimensiones lineales. De acuerdo a los mapas básicos, el campo de la cartografía se puede dividir o separar en dos categorías generales: la Cartografía general y la Cartografía temática (Rico, marzo del 2000).

La cartografía general: Implica los mapas que se construyan para una audiencia general y contengan así una variedad de características. Se utiliza para representar áreas del terreno que muestran los elementos naturales (curvas de nivel, aguas, red hídrica), elementos artificiales, humanos o culturales, como son las redes de transporte y los centros poblados. También muestran fronteras políticas, como pueden ser los límites de las ciudades, de los municipios o de los departamentos (Rico, marzo del 2000).

La cartografía temática: Es la rama de la cartografía que es utilizada por otras ciencias para representar gráficamente sobre un plano los objetos y fenómenos del universo. Implican los mapas de temas geográficos específicos, orientados hacia audiencias específicas. La finalidad de la cartografía temática es representar a través de actividades técnicas, científicas, tecnológicas y artísticas el mundo real, los fenómenos y los objetos del universo sobre un plano. Además busca resaltar un objeto o fenómeno específico que caracteriza a una determinada rama de la ciencia (Rico, marzo del 2000).

1.3 TENDENCIAS DE LOS SISTEMAS DE INFORMACIÓN GEOGRÁFICA

El tratamiento geográfico de la información ha cobrado un auge vertiginoso a escala mundial en la actualidad, cada día con mayores posibilidades de aplicación gracias a la aparición y desarrollo de los Sistemas de Información Geográfica. Estos SIG tienen gran importancia ya que su uso favorece a todas las ramas de la sociedad.

Fundamentación Teórica.

A nivel internacional se refleja que entre el 80 y el 90 % de toda la información involucrada en la toma de decisiones de los gobiernos tiene una componente geoespacial. Basado en la estimación anterior hoy se extiende notablemente el uso de los Sistemas de Información Geográfica. Se orientan no sólo al gobierno, sino también al sector empresarial, como herramienta para controlar los activos territorialmente distribuidos de una entidad, y hasta para asistir a cualquier ciudadano en sus trámites o necesidades informativas cotidianas (Fung, septiembre 2008).

Todas las expectativas creadas sobre los SIG están presentes en Cuba a pesar de sus correspondientes limitaciones y paradojas. De la gran cantidad de estos sistemas que existen en estos momentos a nivel mundial, solamente unos pocos son conocidos y utilizados en nuestro país. Existen SIG creados y desarrollados por empresas españolas, holandesas, brasileñas, y de muchos otros países que pueden adquirirse con sus licencias. Pero la gran parte de los especialistas cubanos prefieren los productos de las compañías de EE.UU, que se dedican al desarrollo de software para SIG, por las funcionalidades y la calidad presente en estos. Los sistemas diseñados y creados en Estados Unidos, que son adquiridos en Cuba por distintas vías, no tienen licencia de utilización de usuario debido a que las compañías estadounidenses no están autorizadas a vender este tipo de software a los cubanos (Silva, noviembre 2005).

La Universidad de las Ciencias Informáticas quiere convertirse en prototipo de ciudad universitaria digital y de sociedad de información en Cuba (Luis Lamela Fung, 2008). En dicha universidad se han desarrollado algunos Sistemas de Información Geográfica, con diferentes fines y para variadas ramas de la sociedad, que brindan al usuario información importante dependiendo del SIG que esté siendo consultado.

1.4 DESCRIPCIÓN GENERAL DEL OBJETO DE ESTUDIO DE LA INVESTIGACIÓN

La investigación está centrada en el objeto de estudio: Los Sistemas de Información Geográfica. Un SIG es un sistema de computador capaz de mantener y usar datos con localizaciones exactas en una superficie terrestre. Tiene como objetivo resolver problemas complejos de planeación y administración. Es una herramienta de análisis de información. Dicha información debe tener una referencia espacial y debe conservar una inteligencia propia sobre la topología y representación (Aronoff, A. 1987).

Fundamentación Teórica.

Un SIG almacena información sobre el mundo como una colección de niveles temáticos que pueden relacionarse por el concepto de la geografía. Es una integración de campos que brindan conjuntamente ideas generadas en los campos de la agricultura, ecología, fotogrametría, topografía y cartografía, computación, economía, matemáticas, sensores remotos, zoología y muchas otras (Aronoff, A. 1987).

Los primeros SIG fueron desarrollados para resolver problemas de información concerniente a un proyecto específico; se caracterizaban por un reducido número de usuarios (CHEN, 2001). De los SIG de escritorio, evolucionaron hasta convertirse en los SIG para la sociedad. Estos últimos se caracterizan por soportarse en sólidas tecnologías informáticas, el uso de Internet para la salida de resultados y el número ilimitado de usuarios. Los usuarios pueden ser desde conocedores de gran parte de los procesos que soportan la información consultada hasta los que simplemente se concentran en obtener el dato que necesitan.

Esta evolución ha estado marcada por varios aspectos: Uno de ellos es la necesidad de los usuarios de articular mayor cantidad de información que pudiera encontrar la lógica del mundo real o del mundo enmarcado en un departamento o una empresa. Otro aspecto que contribuyó a esta evolución fueron los avances en las TIC que permiten disminuir la movilidad de los usuarios porque encuentran muchas respuestas a sus requisitos en la Web (Avila, mayo 2008).

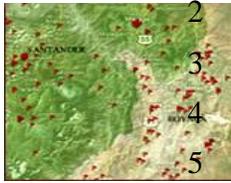
1.5 DESCRIPCIÓN DE LA SOLUCIONES EXISTENTES

En la bibliografía consultada no se encontraron evidencias de la existencia de un SIG aplicado directamente a la educación superior y muy pocos están dirigidos al sector educativo de forma general. Actualmente Cuba no cuenta con un SIG que facilite a los directivos un análisis global acerca de los temas referentes al sector educacional.

Un tema al cual se le atribuye gran importancia globalmente es a la aplicación de los SIG en la educación pero como medio de enseñanza-aprendizaje, para ilustrar y ejemplificar fenómenos que se evidencian en algunas asignaturas. Ejemplo de estos medios son: ArcExplorer Java Edition for Education, Leoworks 3.0, ILWIS 3.4. En el siguiente epígrafe se brinda una breve descripción de la solución existente encontrada.

Fundamentación Teórica.

1.5.1 SISTEMA DE INFORMACIÓN GEOGRÁFICA DEL SECTOR EDUCATIVO (SI-GEO)



Este es un aplicativo de soporte a la gestión de información y toma de decisiones, aplicando tecnologías y estándares que garantizan la interacción con diferentes sistemas y usuarios. Este SIG permite de forma general tener estadísticas claras, confiables y oportunas, que facilitan conocer el estado de la educación en el país. Este es un mecanismo que les muestra a los ciudadanos las condiciones de la educación nacional. Gracias a este sistema los usuarios pueden ubicar las escuelas y colegios del país en Internet y relacionar esta información con datos de las principales vías de comunicación en el territorio nacional, los accidentes geográficos y otros detalles del mapa (SI-GEO, 2008). El SI-GEO es el único ejemplo encontrado de la aplicación de los SIG en la educación y se utiliza en Chile. Este sistema no puede ser usado por el MES cubano debido a que no cuenta con funcionalidades que permitan referenciar geográficamente los centros universitarios específicamente, ni la visualización de la información asociada a estos.

1.6 METODOLOGÍA DE DESARROLLO

Las metodologías de desarrollo de software imponen un trabajo disciplinado sobre el desarrollo de software con el fin de hacerlo más predecible y eficiente. Estas metodologías conforman un conjunto de procedimientos, técnicas y ayuda a la documentación para el desarrollo de productos de software. En ellas se van indicando paso a paso todas las actividades a realizar para lograr un buen producto informático, indicando además qué personas deben participar en el desarrollo de dichas actividades y el rol que debe ocupar cada una de ellas. Igualmente definen la información que se debe producir como resultado de una actividad y la necesaria para comenzarla (Murcia, 2008).

En la actualidad existen un gran número de propuestas que definen este marco de trabajo. Se habla de metodologías tradicionales o robustas, ágiles pero las experiencias indican que no existe una receta mágica y no se trata simplemente de seleccionar una de las propuestas y seguirla. Se hace necesario entender los procesos de desarrollo, tener pleno dominio de factores como el tiempo con el que se cuenta, presupuesto y sobre todo cual metodología se ajusta más al entorno y a lo que se desea desarrollar. Durante la investigación del presente trabajo se estableció que la metodología correcta para el desarrollo del SIG_MES es el Proceso Unificado de Rational. Esta selección se debe a que RUP guía el proceso de desarrollo de software de forma organizada y estructurada. Además genera una gran cantidad de artefactos bien documentados, lo que posibilita establecer un

Fundamentación Teórica.

entendimiento común entre los clientes y el equipo de desarrollo. A continuación se describen las características fundamentales de esta metodología.

1.6.1 PROCESO UNIFICADO DE RATIONAL (RUP)

El Proceso Unificado de Desarrollo es un marco de trabajo genérico que se especializa en una gran variedad de sistemas de software, en distintas áreas de aplicación, tipos de organizaciones, niveles de aptitud y tamaños de proyecto. Es un proceso, que en su modelación define como principales elementos: trabajadores que conforman el (quién); actividades que representan el (cómo); artefactos que son los productos tangibles del proyecto que concretan el (qué); y el flujo de actividades que precisan la secuencia de actividades el (cuándo) (Ivar Jacobson, 2000). Las características esenciales que se destacan en el ciclo de vida de RUP son:

- ✓ **Dirigido por casos de uso:** orientan el proyecto a la importancia para el usuario y lo que este quiere. Los casos de uso representan los requisitos funcionales y fuerzan a pensar en términos de importancia para el usuario. Estos casos de uso no sólo son una herramienta para especificar los requisitos del sistema, también guían todo el desarrollo de software.
- ✓ **Centrado en la arquitectura:** realiza la toma de decisiones que indica cómo tiene que ser construido el sistema y en qué orden.
- ✓ **Es iterativo e incremental:** divide el desarrollo en mini proyectos donde los casos de uso y la arquitectura cumplen su objetivo de manera más depurada.

Además, está compuesto por nueve flujos de trabajo y cuatro fases que son su fundamento estructural, cada una de ellas con un número variable de iteraciones como se muestra en la Figura 1 y la Figura 2.

Fundamentación Teórica.

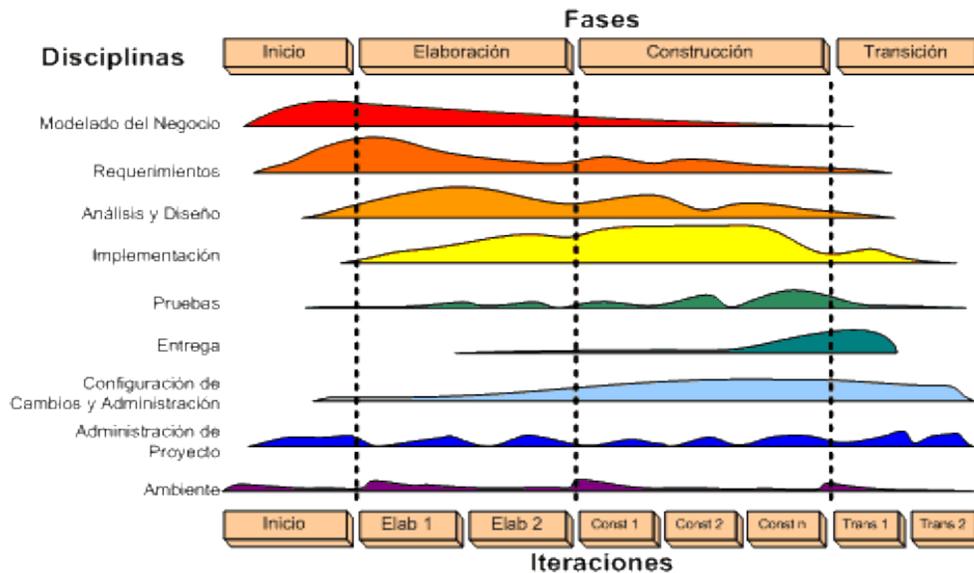


Figura 1: Flujos de Trabajo y Fases de la Metodología RUP.

Flujos de Trabajo:

- ✓ Modelamiento del negocio: Este flujo se realiza para fomentar el entendimiento entre clientes y desarrolladores para idear en conjunto las necesidades del negocio que se quieren automatizar.
- ✓ Requisitos: Se realiza entre desarrolladores y clientes para definir lo que el sistema debe hacer y debe cumplir.
- ✓ Análisis y Diseño: Se describe y define cómo se implementará el sistema, centrándose de forma general en la visión que se tiene de la arquitectura.
- ✓ Implementación: Se crea el producto, asegurando que cumpla con lo establecido por el cliente y los desarrolladores en los flujos iniciales.
- ✓ Pruebas: Se realizan las pruebas pertinentes (de software y de hardware) al producto para asegurar la buena calidad de este al ser entregado.
- ✓ Despliegue: El producto se hace llegar a sus usuarios finales y junto con esto la instalación.
- ✓ Administración de configuración y cambios: Su objetivo es mantener la integridad de todos los artefactos que se crean en el proceso, así como su actualización.
- ✓ Administración de proyectos: El objetivo de este flujo es lograr un balance en la gestión de los objetivos, riesgos y restricciones para desarrollar un producto que cumpla con las restricciones solicitadas por los usuarios.

Fundamentación Teórica.

- ✓ Ambiente: Se facilita una guía para la configuración del ambiente apropiado para la instalación del proyecto.

Fases:

- ✓ Concepción: En esta fase se establece la visión y el alcance del proyecto, además las partes interesadas deben realizar la estimación de tiempo y costo.
- ✓ Elaboración: En esta etapa se analiza el dominio del problema para establecer una arquitectura base sólida para el desarrollo exitoso del proyecto.
- ✓ Construcción: En esta etapa el objetivo es llegar a obtener la capacidad operacional inicial, así como desarrollar y probar el producto.
- ✓ Transición: El objetivo fundamental es llegar a obtener la liberación del proyecto.

RUP guía a los equipos de proyecto en cómo administrar el desarrollo iterativo de un modo controlado mientras se balancean los requisitos del negocio, el tiempo al mercado y los riesgos del proyecto. El Proceso Unificado de Desarrollo define qué entregables producir, cómo desarrollarlos y también provee los patrones para el diseño de los mismos. Para la selección de esta metodología se tuvieron en cuenta dos aspectos fundamentales dentro de la investigación. Primero que solo llega hasta la fase de análisis por lo que se debe generar toda la documentación necesaria para garantizar que sea desarrollado un SIG con las especificaciones del cliente. Segundo que el cliente no forma parte del equipo de desarrollo. Una de las características notables que tiene esta metodología es que utiliza UML como lenguaje de modelado para la representación de los diagramas. A continuación se describen las características de dicho lenguaje.

1.6.1.1 LENGUAJE UNIFICADO DE MODELADO (UML)

Es un lenguaje visual orientado al modelado de sistemas. Facilita un vocabulario controlado por reglas y símbolos, con el fin de que todos los empleados de un proyecto obvien las ambigüedades y la dispersión conceptual. Dispone de un repertorio de unidades (clases, acciones, objetos, estados y casos de uso). La gramática define reglas de combinación que forman otras unidades más complejas (diagramas y modelos) y tiene una determinada escala de abstracción. Ofrece un estándar para describir un modelo del sistema. Incluye aspectos conceptuales tales como procesos de negocio, funciones del sistema y aspectos como expresiones de lenguajes de programación, esquemas de bases de datos y componentes reutilizables (Ivar Jacobson, 2000). Su representación gráfica permitió visualizar, especificar, construir y documentar el sistema. Para

Fundamentación Teórica.

la modelación de este lenguaje existe un paquete de herramientas case que permiten la ayuda, en todos los aspectos, durante el ciclo de vida de desarrollo de un software.

1.7 HERRAMIENTAS CASE PARA LA MODELACIÓN

Las herramientas CASE permiten organizar y manejar la información de un proyecto informático, mejorando así la comunicación entre sus participantes. Por esta razón se puede decir que representan una forma a través de la cual se pueden modelar los procesos de negocio.

1.7.1 VISUAL PARADIGM (VP)

Visual Paradigm es una Suite de herramientas CASE profesionales que utiliza UML como lenguaje de modelado. Este sistema está dotado de productos o módulos que facilitan todo el trabajo de confección de un software durante su ciclo de vida (Paradigm., 2008).

Otras de las características que brinda Visual Parading son:

- ✓ Modelado de procesos de negocio.
- ✓ Requisitos de gestión.
- ✓ Mapeo objeto-relacional capa generación.
- ✓ Generación de código e Ingeniería Inversa.
- ✓ Colaboración de los equipos (cliente).
- ✓ Generación de informes en formato PDF, MS Word, HTML, etc.
- ✓ Importación y exportación a XML e imagen.
- ✓ Forma Editor, diseña su propia forma.
- ✓ Es compatible con varias plataformas como Microsoft Windows (98, 2000, XP, o Vista), Linux, MacOS X, Solari o Java.
- ✓ Es una herramienta gratis.
- ✓ Se integra con algunas herramientas de este lenguaje como: Eclipse, Netbeans, Jbuilder, Oracle, entre otras.

VP ofreció a la investigación la posibilidad de representar de forma gráfica los diagramas, modelos e interfaces, permitiendo ver el sistema desde diferentes perspectivas. En dicha herramienta se destacan la robustez, usabilidad y portabilidad, características que hacen que el desarrollo de la investigación se realice con eficiencia y calidad. Por todo lo expuesto se considera que Visual Paradigm es la herramienta correcta para la modelación de SIG_MES debido a que con su uso se pueden generar todos los artefactos necesarios para el desarrollo de la investigación.

Fundamentación Teórica.

1.8 CARACTERÍSTICAS DEL ROL DE ANALISTA

Teniendo en cuenta la metodología seleccionada, los analistas cumplen un rol vital en el proceso de desarrollo. Ellos son los responsables de investigar, planear, coordinar y recomendar opciones de software para cumplir los requisitos del usuario. En los flujos de trabajo definidos por RUP, el analista juega un papel protagónico ya que es el encargado de realizar la mayoría de los artefactos y la documentación que se generan en estos flujos.

1.8.1 TENDENCIA Y TÉCNICAS DEL ROL

El análisis de un producto se lleva a cabo teniendo en cuenta objetivos como:

Identificar las necesidades del cliente: Es el primer paso del análisis del sistema. En este proceso el analista se reúne con el cliente y/o usuario e identifican las metas globales, se analizan las perspectivas del cliente, sus necesidades y requisitos, sobre la planificación temporal y presupuestal, líneas de mercadeo y otros puntos que puedan ayudar a la identificación y desarrollo del proyecto.

Estudiar viabilidad del sistema: Es determinar cualquier posibilidad de infracción, violación o responsabilidad legal en que se podría incurrir al desarrollar el sistema.

Realizar el análisis técnico y económico: Se evalúan los principios técnicos del sistema y al mismo tiempo se recoge la información adicional sobre el rendimiento, fiabilidad, características de mantenimiento y productividad para determinar si es factible o no continuar la aplicación.

Modelar la arquitectura del sistema: Los modelos se concentran en lo que debe hacer el sistema no en como lo hace, estos modelos pueden incluir notación gráfica, información y comportamiento del sistema. Todos los sistemas basados en computadoras pueden modelarse como transformación de la información empleando una arquitectura del tipo entrada y salida.

Especificaciones del sistema: Es un documento donde se describe la función y rendimiento de un sistema y las dificultades que estarán presente durante su desarrollo.

Para lograr estos objetivos se requiere tener un gran conocimiento y dominio del Hardware y el Software, así como de la Ingeniería humana (Manejo y Administración de personal), y administración de base de datos. Además un analista de sistemas para ser exitoso debe poseer cuatro habilidades (Ivar Jacobson, 2000):

Fundamentación Teórica.

- ✓ **Analítica:** permiten entender a la organización y sus funciones, las cuales le ayudan a identificar oportunidades, analizar y resolver problemas.
- ✓ **Técnica:** ayudan a entender el potencial y las limitaciones de las tecnologías de la información. El analista de sistemas debe ser capaz de trabajar con varios lenguajes de programación, hardware de computadoras, Sistemas Operativos y plataformas.
- ✓ **Gerencial:** ayudan a administrar proyectos, recursos, riesgos, y cambio.
- ✓ **Interpersonal:** ayudan a trabajar con los usuarios finales así como con analistas, programadores, y otros profesionales de los sistemas, es decir, son un enlace entre el equipo de desarrollo y los usuarios.

1.8.2 ARTEFACTOS QUE SE OBTENDRÁN

Para el rol de analista, el Proceso Unificado de Desarrollo de Software genera un grupo de artefactos y su explicación. Los artefactos que se obtendrán con el desarrollo del SIG_MES son:

Modelo de Dominio: Se conceptualizan términos, entidades y las relaciones entre ellas, para un mejor entendimiento del contexto del problema.

Requisitos Funcionales y No Funcionales: Se hace un levantamiento de los requisitos tanto funcionales como los no funcionales para dejar bien claro de lo que quiere el usuario, lo que se puede automatizar y lo que no, para que este quede satisfecho con el producto.

Diagrama de CU del Sistema: Se hace con el objetivo de vincular los actores, casos de usos y las relaciones que existen entre ellos.

Descripción textual de cada CU del Sistema: Se hace una descripción de todos los casos de usos donde se explica su funcionamiento, la interacción del usuario con el sistema ejecutando esta funcionalidad.

Diagrama de Clases del Analisis: Se presenta mediante un sistema que denota el paquete de más alto nivel del modelo.

Diagrama de Colaboracion del Analisis: Utilizando el diagrama de clases del análisis describe de forma general mediante mensajes un posible resultado de las funcionalidades.

Fundamentación Teórica.

Glosario de términos: Se puede usar para definir términos comunes importantes que los analistas utilizan al describir el sistema.

1.9 HERRAMIENTA PARA LA GESTIÓN DE REQUISITOS

El problema principal referente a los requisitos es su manejo. Los requisitos pueden ser manejados fácilmente cuando se cuenta con una aplicación pequeña donde los requisitos no pasan de 20 o 30. Cuando los requisitos empiezan a superar la centena se pierde el control de su organización, y al no tener una buena organización de los requisitos, se pierde completamente su utilidad. No se puede contemplar de una manera rápida y eficiente si existen requisitos repetidos o requisitos contradictorios. Existen herramientas que facilitan el manejo y organización de los requisitos cuando se cuenta con una gran cantidad de estos. El Rational RequisitePro es una herramienta muy potente para el trabajo con los requisitos de un proyecto.

1.9.1 RATIONAL REQUISITEPRO

Rational RequisitePro es una herramienta fácil de usar que permite al autor del proyecto compartir sus requisitos utilizando métodos familiares de documentación mientras mejora las capacidades de la trazabilidad y el análisis de impacto con el uso de bases de datos. El resultado es una mejor comunicación y administración de requisitos para lograr completar proyectos a tiempo, con costos asequibles y alcanzando las expectativas. Un proyectos debe comenzar siempre con la administración de requisitos, mientras más efectiva sea la ejecución, mayor es la calidad del resultado y la satisfacción del cliente.

Esta herramienta permite la gestión de requisitos y casos de uso. Combina la interfaz conocida y fácil de utilizar de los documentos de Microsoft Word con potentes funciones de base de datos para conseguir la máxima eficacia en análisis y consulta de requisitos (G.S.I, 2000). Debido al análisis realizado se llega a la conclusión de que es factible el uso de la herramienta Rational RequisitePro para la gestión de requisitos en la investigación. La selección está basada en las ventajas que brindan su uso, la facilidad de su manejo, las mejoras en el trabajo en equipo. Además propicia una óptima comunicación entre el equipo de desarrollo y reduce el riesgo en el desarrollo del sistema.

1.10 HERRAMIENTAS DE ESTIMACIÓN

La gestión de los proyectos de software siempre comienza con la planificación y sus actividades. Lo primero antes de empezar el proyecto es hacer una estimación del mismo, es decir, el trabajo, el

Fundamentación Teórica.

esfuerzo, los recursos hardware y software que se necesitarán, el costo y el tiempo necesario para culminar el proyecto. Se determinan además tareas y tiempos que se deben cumplir, además de los responsables de que se cumplan. La estimación del proyecto determinará casi con exactitud el verdadero costo y esfuerzo persona-mes que se necesitan en su desarrollo. La herramienta seleccionada para realizar las estimaciones pertinentes al SIG_MES es el ESTIMAC.

1.10.1 ESTIMAC

Esta herramienta permite automatizar los cálculos necesarios para realizar la estimación de un proyecto informático. Fue realizado en la Universidad de las Ciencias Informáticas como apoyo a la actividad docente de la asignatura Ingeniería de Software. El ESTIMAC realiza las apreciaciones mediante el análisis de Puntos de Casos de Uso, método propuesto originalmente por Gustav Karner de Objectory AB, y posteriormente refinado por muchos otros autores. Se trata de un método de estimación del tiempo de desarrollo de un proyecto mediante la asignación de "pesos" a un cierto número de factores que lo afectan, para finalmente, contabilizar el tiempo total estimado para el proyecto a partir de esos factores (Brito, 2005-2006). Esta herramienta fue utilizada con el objetivo de estimar el esfuerzo, tiempo y costos empleados en el desarrollo de la investigación.

1.11 CONCLUSIONES PARCIALES

Con el desarrollo de este capítulo se puede concluir que a través del estudio de los principales conceptos y términos asociados al contexto del problema se logró un mayor entendimiento acerca del mismo. Se describió de forma general el objeto de estudio de la investigación para ampliar los conocimientos. Se analizaron soluciones existentes, con el objetivo de identificar en éstas características similares al sistema propuesto. Con el estudio de estas soluciones se concluyó que ninguna es factible para resolver el problema planteado por lo que se valida el objetivo general de la investigación. Se seleccionó como metodología de desarrollo de software RUP, que permitirá la generación organizada y documentada de los artefactos realizados por el analista. Se definió el uso de Visual Paradigm que utiliza UML para modelar, especificar, describir y documentar los artefactos desarrollados durante la investigación. Además se listaron los artefactos a generar por el analista haciendo uso de la metodología de desarrollo seleccionada. También se seleccionaron herramientas como el Rational RequisitePro para la gestión de requisitos y el ESTIMAC para la estimación del tiempo, costo y esfuerzo empleados en el desarrollo del sistema.

Análisis del Sistema Propuesto.

CAPÍTULO II: ANÁLISIS DEL SISTEMA PROPUESTO.

2.1 INTRODUCCIÓN

En el presente capítulo se conceptualizan los términos significativos que intervienen en el entorno del problema y las relaciones que existen entre estos a través de un modelo de dominio. Además se definen y enumeran los requisitos funcionales y los requisitos no funcionales. Se identifican los actores y casos de usos del sistema relacionando estos en el Diagrama de Casos de Usos del Sistema (DCUS). Se elaboraron también los diagramas de clases del análisis y colaboración.

2.2 MODELO DE DOMINIO

Para la realización del análisis del SIG_MES se modelaron los conceptos asociados al contexto del problema a través del modelo de dominio y no del modelo de negocio porque no se tienen bien definidos los procesos del negocio. A continuación se procederá a explicar cada uno de los conceptos que forman parte del mismo. El modelo de dominio captura los tipos de objetos más importantes que existen, teniendo como características que permite ayudar a los usuarios, clientes y desarrolladores a utilizar un vocabulario común. Este modelo tiene como objetivo lograr una mejor comprensión del contexto en que se realiza el sistema. En la Figura 3 se muestra el diagrama de clases del dominio.

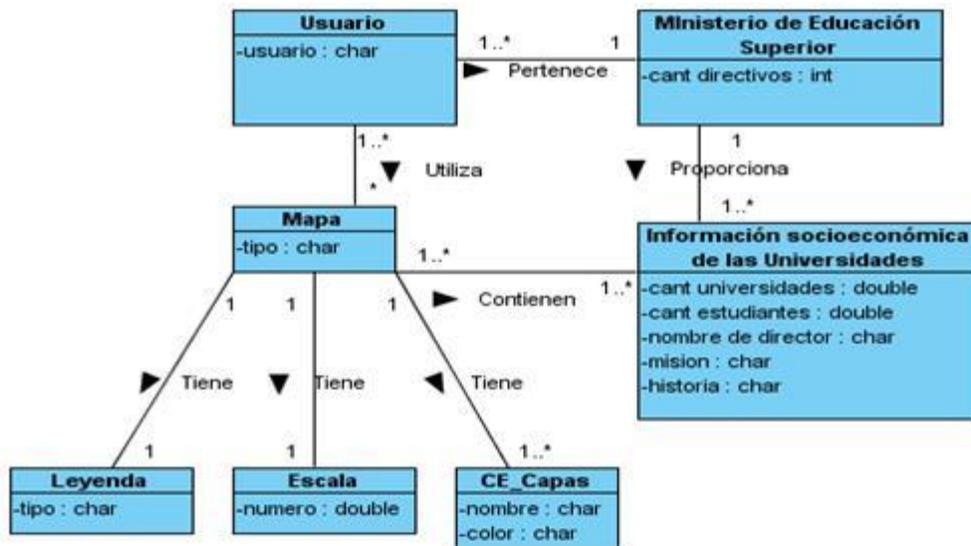


Figura 2: Modelo de dominio.

Análisis del Sistema Propuesto.

2.2.1 DESCRIPCIÓN DEL DIAGRAMA DE CLASES DEL DOMINIO

El Ministerio de Educación Superior tiene como objetivo dirigir, ejecutar y controlar la aplicación de la política del Estado y del Gobierno en cuanto a la educación superior en el país, así como dirigirla metodológicamente. El MES tiene la necesidad de referenciar geográficamente los centros universitarios para optimizar el proceso de toma de decisiones a diferentes escalas. Para satisfacer dichas necesidades es preciso hacerlo a través de un mapa donde se representará la información socioeconómica, la cual contendrá todos los datos económicos y sociales relacionados con las universidades del país.

Los mapas están conformados por capas, escalas representativas y leyendas las cuales permiten un mejor y fácil entendimiento de los mismos. Estos mapas serán utilizados por usuarios, que pueden ser cualquiera de los trabajadores pertenecientes al MES que requiera el análisis de determinada información referente a los centros de altos estudios.

2.2.2 EXPLICACIÓN DE LAS CLASES DEL DOMINIO

Escala: Es la relación entre la distancia que separa dos puntos en un mapa y la distancia real de esos dos puntos en la superficie terrestre. En los mapas, la escala puede expresarse de tres modos distintos: en forma de proporción o fracción, con una escala gráfica o con una expresión en palabras y cifras.

Leyenda: Explicación de los símbolos, los colores, las tramas y los sombreados empleados en un mapa; suele encontrarse a pie de página o en un recuadro, situado en sus márgenes o bien en su dorso. Los símbolos empleados en los mapas pueden llegar a contener un gran volumen de información, que por su facilidad de lectura permiten una rápida interpretación.

Capas: Es un tema perteneciente a un mapa que describe determinados fenómenos y cómo representarlos en una extensión geográfica. Cada SIG está conformado por uno o varios de esos temas, donde cada uno puede administrar información de forma independiente uno de otros. Cada tema cuenta con sus propias representaciones (puntos, líneas, polígonos, superficies, etc). Si estas capas independientes incluyen una referencia espacial, se superponen entre sí y se pueden combinar en una visualización de mapa común.

Análisis del Sistema Propuesto.

2.3 ESPECIFICACIÓN DE LOS REQUISITOS DEL SOFTWARE

En este flujo de trabajo se aborda una visión general del problema que se está resolviendo y las áreas clave de funcionalidad que se deben tratar en la solución. El flujo de requisitos da una perspectiva de qué es necesario hacer para dar respuesta a las solicitudes del usuario debido a que tiene como objetivo principal describir que hará el sistema. En el mismo se capturan los requisitos funcionales y los no funcionales. Se provee además una base para planificar el costo y la duración del proyecto.

2.3.1 TÉCNICAS DE CAPTURA DE REQUISITOS

Los analistas del sistema son los encargados de adquirir por diferentes vías de información, los datos necesarios para conformar los requisitos que luego se convertirán en funcionalidades del producto. Es de vital importancia que los analistas tengan un amplio conocimiento sobre el entorno de trabajo de la organización para la que se va a desarrollar el software. Este conocimiento facilita un mejor entendimiento y comprensión del negocio en el que está inmerso. Para mejorar las formas de obtención y recopilación de los requisitos surgieron las técnicas de captura de requisitos las cuales permiten realizar este proceso de una forma eficiente y segura. Las técnicas para la obtención de los requisitos pueden ser aplicadas desde las fases iniciales del desarrollo del sistema. Algunas de las técnicas conocidas y más usadas son:

- ✓ Las entrevistas.
- ✓ Los prototipos.
- ✓ Casos de uso.
- ✓ Forma de contrato.
- ✓ Objetivos medibles.
- ✓ Listas de verificación.
- ✓ Tormenta de ideas.
- ✓ Observación.
- ✓ Talleres con grupos para crear listas de requisitos.

En caso de ser necesario el analista empleará una combinación de estas técnicas para establecer los requisitos concretos, especificados por las personas implicadas, para producir un sistema que resuelva las necesidades del negocio. La técnica utilizada en la captura de los requisitos del SIG_MES fue la entrevista por ser esta una de las más eficientes y usadas debido

Análisis del Sistema Propuesto.

a los excelentes resultados que se obtienen de su aplicación. La técnica de entrevistas para obtener información tiene las siguientes ventajas (Días, 2005):

- ✓ Permite a los analistas presentar sus necesidades de forma directa y verificar en las respuestas recibidas, si las preguntas realizadas fueron interpretadas correctamente.
- ✓ Es una oportunidad que tiene el analista para conocer el grado de aceptación o resistencia que existe entre los usuarios hacia el sistema que se desea diseñar.

La entrevista consiste en establecer una comunicación entre las partes involucradas que en este caso serían el equipo de desarrollo y el MES. Con el objetivo de lograr resultados eficientes, las entrevistas son protagonizadas por personal bien documentado en el negocio. La entrevista realizada puede ser consultada en el Anexo 1.1.

2.3.2 REQUISITOS FUNCIONALES

Los requisitos funcionales especifican acciones, capacidades o condiciones que el sistema debe ser capaz de realizar, sin tomar en consideración ningún tipo de restricción física. Detallan el comportamiento de entrada y salida del sistema y surgen de la razón fundamental de la existencia del producto. A continuación se presentan los requisitos funcionales del SIG_MES, los cuales están estructurados en módulos para una mejor organización y análisis.

Módulo de Administración

RF1 Autenticar Usuarios: El sistema debe ser capaz de autenticar a los usuarios que tienen acceso al mapa. Los datos de entrada para la ejecución de este requisito son:

- ✓ Usuario (formato: alfabético, obligatorio: si).
- ✓ Contraseña (formato: alfabético, numérico, obligatorio: si).

El resultado para una autenticación exitosa debe mostrar el perfil correspondiente, el cual debe coincidir con los criterios de entrada. En caso de una autenticación no válida el sistema debe mostrar un mensaje de error.

- ✓ Datos erróneos (formato: alfabético).

RF2 Cambiar Contraseña: El sistema debe ser capaz de cambiar la contraseña de los usuarios que tienen acceso al mapa. Los datos de entrada para la ejecución de este requisito son:

Análisis del Sistema Propuesto.

- ✓ Usuario (formato: alfabético, obligatorio: si).
- ✓ Rol (formato: alfabético, obligatorio: si).
- ✓ Contraseña anterior (formato: alfabético, numérico, obligatorio: si).
- ✓ Contraseña nueva (formato: alfabético, numérico, obligatorio: si).

En caso de éxito el sistema debe mostrar un mensaje indicando que se ha cambiado correctamente su contraseña, en el caso contrario debe mostrar un mensaje de error.

- ✓ Mensaje (formato: alfabético).

Módulo de Navegación

RF3 Realizar Navegación: El sistema debe ser capaz de permitir realizar navegación en el mapa.

RF4 Acercar Mapa: El sistema debe ser capaz de acercar el mapa. Esta funcionalidad permite aumentar el tamaño del mapa y disminuye la escala, ubicando en el centro del mapa el punto en el que el usuario realizó la operación de Acercar.

RF5 Alejar Mapa: El sistema debe ser capaz de alejar el mapa. Esta funcionalidad disminuye el tamaño del mapa y aumenta la escala.

RF6 Recentrar Mapa: El sistema debe ser capaz de recentrar el mapa. Con este requisito se pretende que el usuario pueda recentrar una región previamente seleccionada al dar clic en el mapa, sin modificar su escala.

RF7 Ver Todo: El sistema debe ser capaz de permitir ver todo el mapa. Esta funcionalidad permite visualizar el mapa según la escala inicial de la aplicación.

RF8 Mover Mapa: El sistema debe ser capaz de mover el mapa. Con este requisito se pretende que el usuario pueda mover el mapa variando con el puntero del ratón la posición de la vista que se presenta.

RF9 Navegar a través del mapa de referencia: El sistema debe ser capaz de permitir al usuario navegar a través del mapa de referencia.

Análisis del Sistema Propuesto.

Módulo de Consulta Espacial

RF10 Ver Información Universidades: El sistema debe ser capaz de permitir ver información de las universidades. Esta funcionalidad tiene como objetivo que el usuario pueda consultar la información que está asociada a las universidades.

RF11 Visualizar Mapas: El sistema debe ser capaz de visualizar mapas de referencia. Este requisito se lleva a cabo con el objetivo de mostrar u ocultar el mapa de referencia.

Módulo de Localización

RF12 Localizar por Coordenadas: El sistema debe ser capaz de localizar por coordenadas un punto determinado en el mapa. Este requisito tiene como propósito localizar cualquier objeto del mapa de acuerdo a las coordenadas (x, y) proporcionadas y los datos que se requieren para su ejecución son:

- ✓ Longitud (formato: numérico, obligatorio: si).
- ✓ Latitud (formato: numérico, obligatorio: si).

RF13 Localizar Universidad: El sistema debe ser capaz de permitir al usuario localizar una universidad determinada en el mapa.

- ✓ Nombre de universidad (formato: alfabético, obligatorio: si).

Módulo de Edición

RF14 Editar Referencias Geográficas: El sistema debe ser capaz de permitir al usuario ubicar o adicionar un nuevo centro universitario al mapa.

Módulo de Análisis

RF15 Crear Mapas Temáticos: El sistema debe ser capaz de crear mapas temáticos a partir de los criterios introducidos por el usuario. Estos criterios de búsqueda son: total de estudiantes, total de profesores, cantidad de universidades, cantidad de sedes universitarias, entre otros. Con este requisito se pretende visualizar un mapa temático entrando los valores asociados a diferentes criterios de análisis los cuales son: Corocromáticas y Coropletas, Gráficas Dinámicas y Símbolo Proporcional.

Análisis del Sistema Propuesto.

RF16 Crear Gráficos: El sistema debe ser capaz de crear gráficos a partir de la información brindada en el mapa. Este requisito se lleva a cabo para que el usuario pueda crear un gráfico con la información específica que desea conocer.

RF17 Medir distancia: El sistema debe ser capaz de medir la distancia entre las universidades en el mapa. Un dato de entrada obligatorio para la ejecución del requisito es la:

- ✓ Unidad de distancia (formato: selección, obligatorio: si).

Esta funcionalidad devolverá el valor correspondiente a la distancia según la polilínea trazada por el usuario.

- ✓ Distancia (formato: alfanumérico).
- ✓ Distancia acumulada (formato: alfanumérico).

RF18 Calcular Superficie: El sistema debe ser capaz de calcular el área y perímetro de una región determinada en el mapa.

- ✓ Unidad de superficie (formato: selección, obligatorio: si).

Esta funcionalidad devolverá el valor correspondiente al área y perímetro de la región dibujada por el usuario.

- ✓ Superficie (formato: alfanumérico).
- ✓ Perímetro (formato: alfanumérico).

Módulo de Impresión

RF19 Exportar Mapa: El sistema debe ser capaz de exportar mapa. Con este requisito se quiere que el usuario pueda exportar un mapa o vista de éste a un fichero en formato pdf para su posterior impresión. Para darle formato a la selección por defecto se podrán modificar los valores correspondientes a las coordenadas, escala, formato, rótulo de la región del mapa a imprimir. Además el usuario puede definir la región que desea imprimir al seleccionar la opción seleccionar área libre y dibujar en el mapa la misma. Esta funcionalidad requiere los siguientes criterios de entrada:

- ✓ Coordenadas (formato: numérico, obligatorio: si).
- ✓ Rotación (formato: numérico, obligatorio: si).

Análisis del Sistema Propuesto.

- ✓ Escala (formato: numérico, obligatorio: sí).

Formato

- ✓ Tamaño (formato: alfanumérico, obligatorio: sí).
- ✓ Resolución (formato: numérico, obligatorio: sí).
- ✓ Orientación (formato: alfabético (vertical/horizontal), obligatorio: sí).

Rótulo

- ✓ Título (formato: alfanumérico, obligatorio: no).
- ✓ Nota (formato: alfanumérico, obligatorio: no).

Incluir

- ✓ Escala (formato: numérico, obligatorio: no).
- ✓ Mapa de referencia (formato: imagen, obligatorio: no).

RF20 Exportar Capas: El sistema debe ser capaz de exportar capas. Para la ejecución se necesita la entrada de diferentes datos como son:

- ✓ Localización (formato: numérico, obligatorio: si).
- ✓ Rotación (formato: numérico, obligatorio: si).
- ✓ Coordenadas (formato: numérico, obligatorio: si).
- ✓ Escala (formato: selección, obligatorio: si).
- ✓ Formato (formato: selección, obligatorio: si).
- ✓ Rótulo (formato: selección, obligatorio: si).

2.3.3 REQUISITOS NO FUNCIONALES

Los requisitos no funcionales son propiedades o cualidades que el producto debe tener. Debe pensarse en estas propiedades como las características que hacen al producto atractivo, usable, rápido o confiable. Estos requisitos sirven para que clientes y usuarios puedan valorar las características no funcionales del producto. Si se conoce que el mismo cumple con toda la funcionalidad requerida, los requisitos no funcionales, pueden marcar la diferencia entre un

Análisis del Sistema Propuesto.

producto bien aceptado y uno con poca aceptación. Por lo tanto la aplicación debe cumplir con las siguientes propiedades:

Requisitos de Usabilidad:

- ✓ El sistema podrá ser usado por personas con conocimientos básicos en el manejo de computadoras. Se emplearán componentes que indiquen al usuario el estado de los procesos que por su complejidad requieran de un tiempo de procesamiento apreciable.
- ✓ El software tendrá siempre visible la opción de Ayuda, lo que posibilitará un mejor aprovechamiento por parte de los usuarios de sus funcionalidades.

Requisitos de Seguridad:

- ✓ La herramienta de implementación a utilizar debe tener soporte para recuperación ante fallos y errores.
- ✓ Debido a la arquitectura que presenta el sistema, siendo más robusto al no tratarse de un sistema de gestión que requiera mantenimiento y optimización en el almacenamiento, se estima un tiempo promedio de 6 meses entre posibles fallas.
- ✓ El tiempo medio de reparación, en caso de un fallo es de 7 días.

Requisitos de Confiabilidad:

- ✓ La información manejada por el sistema estará protegida de acceso no autorizado y divulgación.

Requisitos de Rendimiento:

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

Requisitos de Soporte:

- ✓ La aplicación recibirá mantenimiento en el período de tiempo determinado por el equipo de desarrollo y los clientes.

Restricciones de Diseño:

- ✓ Diseño sencillo, con pocas entradas, donde no sea necesario mucho entrenamiento para

Análisis del Sistema Propuesto.

utilizar el sistema.

- ✓ El producto de software final debe diseñarse sobre una arquitectura cliente-servidor.
- ✓ Se deben emplear los estándares establecidos (diseño de interfaces, base de datos y codificación).
- ✓ Se debe lograr un producto altamente configurable y extensible, teniendo en cuenta que se desarrollará sobre la Plataforma GeneSIG, que constituye una plataforma de desarrollo para ser personalizada como aplicaciones a la medida, pudiéndose incorporar a ésta nuevas funcionalidades.

Requisitos de Documentación de Usuarios en Línea y Ayuda del Sistema:

- ✓ El software tendrá siempre la posibilidad de ayuda disponible para cualquier tipo de usuario, lo que le permitirá un avance considerable en la explotación de la aplicación en todas sus funcionalidades.

Requisitos de Interfaz de Usuario (interna):

El sistema debe:

- ✓ Brindar una interfaz gráfica de usuario integrada a las soluciones sanitarias capaz de manejar múltiples tipos de documentos en un único entorno de trabajo.
- ✓ Tener una apariencia profesional y un diseño gráfico sencillo.
- ✓ Posibilitarle al usuario la configuración del entorno de trabajo.
- ✓ Ser intuitivo.

Requisitos de Hardware:

Para las PCs clientes:

- ✓ Se requiere tengan tarjeta de red, al menos 10Mbps.
- ✓ Al menos 128 MB de memoria RAM.
- ✓ Se requiere al menos 100 MB de disco duro.
- ✓ Procesador 512 MHz como mínimo.

Para los servidores:

- ✓ Se requiere tarjeta de red, al menos 10Mbps.
- ✓ El Servidor de Mapas tenga como mínimo 2GB de RAM y 2GB de disco duro.
- ✓ El Servidor de BD tenga como mínimo 2GB de RAM y 10GB de disco duro.
- ✓ Procesador 3 GHz como mínimo.

Análisis del Sistema Propuesto.

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:

- ✓ Un Navegador como Mozilla Firefox, Internet Explorer, Safari u otro navegador que cumpla con los estándares W3C.
- ✓ Sistema operativo: GNU/Linux, Windows y Mac OS.

Para los Servidores:

- ✓ Sistemas operativos GNU/Linux o Windows Server 2000 o superior.
- ✓ Servidor Web Apache 2.0 o superior, con módulo PHP 5 configurado con la extensión pgsql incluida.
- ✓ PostgreSQL como Sistema Gestor de Base de Datos.
- ✓ PostGis como extensión de PostgreSQL como soporte de datos espaciales.
- ✓ PgRouting como extensión de PostgreSQL para análisis de rutas.
- ✓ MapServer 5.2.2 o superior, con extensión PHP mapscript.

Portabilidad

- ✓ El producto SIG_MES garantizará mediante su interfaz la configuración del entorno de trabajo mediante funcionalidades propias como ocultar y mostrar paneles, así como elementos para cambiar las vistas, las escalas y las capas que serán visibles en la interacción.
- ✓ El sistema debe ser multiplataforma, debe correr principalmente tanto en la plataforma Windows como en Linux.

Requisitos de Licencia

- ✓ De acuerdo a los tipos de licencias de los componentes y herramientas que se proponen a utilizar para el desarrollo del producto SIG_MES 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

- ✓ El sistema debe ajustarse y regirse por la ley, decretos leyes, decretos, resoluciones y

Análisis del Sistema Propuesto.

manuales (órdenes) establecidos, que norman los procesos que serán automatizados.

- ✓ La mayoría de las herramientas de desarrollo son libres y del resto, las licencias están avaladas.
- ✓ Como producto, SIG_MES se distribuye amparado bajo las normativas legales establecidas en el registro comercial emitido por las entidades jurídicas de la Universidad de las Ciencias Informáticas.

2.4 DEFINICIÓN DE ACTORES

Los actores del sistema son aquellas personas, entidades, sistemas o cualquier agente externo que interactúe con el sistema. Cada actor puede interactuar con uno o más casos de uso. La descripción del usuario se muestra en la Tabla 1.

Actor	Descripción
Usuario	Es cualquier directivo del Ministerio de Educación Superior, que desee utilizar las funcionalidades del sistema.

Tabla 1: Definición de los actores.

2.5 DEFINICIÓN DE LOS CASOS DE USOS DEL SISTEMA

Los casos de uso son descripciones de secuencias de acciones que ejecuta un sistema y que produce un conjunto de resultados observables para determinados actores. A continuación se exponen los casos de usos que fueron definidos.

Módulo de Administración

1. CUS Autenticar Usuario.
2. CUS Cambiar Contraseña.

Módulo de Navegación

3. CUS Realizar Navegación.

Módulo de Consulta Espacial

4. CUS Ver Información Universidad.
5. CUS Visualizar Mapa.

Análisis del Sistema Propuesto.

Módulo de Localización

6. CUS Localizar por Coordenadas.

7. CUS Localizar Universidad.

Módulo de Edición

8. CUS Editar Referencias Geográficas.

Módulo de Análisis

9. CUS Crear Mapa Temático.

10. CUS Crear Gráfico.

11. CUS Medir Distancia.

12. CUS Calcular Superficie.

Módulo de Impresión

13. CUS Exportar Mapa.

14. CUS Exportar Capas.

2.6 MATRICES DE TRAZABILIDAD

La trazabilidad de requisitos es considerada un proceso imprescindible para la adecuada gestión de requisitos. Se refiere a la documentación de la vida de cada uno de los requisitos, y debe permitir seguir su historial desde su formulación original hasta el momento actual. Cada cambio realizado debe por tanto ser documentado para conseguir dicha trazabilidad. Incluso la implementación de las características determinadas por los requisitos debe poder ser trazada. Los requisitos surgen de diversas fuentes: el cliente, el director, el usuario final, etc. Cada una de ellas tiene diferentes requisitos para el producto. Utilizando la trazabilidad, puede seguirse el historial de una característica implementada hasta las personas o grupos que la solicitaron durante la generación de los requisitos (Ibañes, 15 octubre 2003). Esto permite un rápido análisis en cada fase del proyecto para:

- ✓ Indicar el avance en el desarrollo de los requisitos.
- ✓ Indicar las dependencias entre los productos.
- ✓ Indicar los productos y requisitos afectados al evaluar un cambio.
- ✓ Herramienta para verificar si los productos desarrollados son consistentes con los requisitos.

Análisis del Sistema Propuesto.

- ✓ Tiene una relación entre requisitos funcionales y casos de uso.
- ✓ Se pueden configurar y dar seguimiento a las relaciones entre requisitos para verificar que los requisitos de alto nivel están representados dentro de las especificaciones detalladas de requisitos de software.
- ✓ Determinar la visión original y permitir una discusión controlada de los cambios en el alcance.
- ✓ Determinar qué elementos se verán afectados cuando se considera agregar un nuevo requisito o modificar uno ya existente.
- ✓ Verificar que el requisito contempla todo lo que el interesado solicitó.
- ✓ Verificar que la aplicación no implementa funcionalidades no demandadas por el cliente.

La matriz de trazabilidad se utiliza para comprobar si los casos de uso identificados satisfacen los requisitos especificados y la relación que tienen los actores con los casos de usos. En las Figuras 4 y la Figura 5 se ilustran las matrices de trazabilidad relacionadas con el sistema.

Relationship - direct only	RF1:...	RF2:...	RF3:...	RF4:...	RF5:...	RF6:...	RF7:...	RF8:...	RF9:...	RF10:...	RF11:...	RF12:...	RF13:...	RF14:...	RF15:...	RF16:...	RF17:...	RF18:...	RF19:...	RF20:...
CU1:...																				
CU2:...																				
CU3:...																				
CU4:...																				
CU5:...																				
CU6:...																				
CU7:...																				
CU8:...																				
CU9:...																				
CU10:...																				
CU11:...																				
CU12:...																				
CU13:...																				
CU14:...																				

Figura 3: Matriz de trazabilidad entre Requisitos Funcionales y Casos de Usos del Sistema.

Relationship - direct only	CU1:...	CU2:...	CU3:...	CU4:...	CU5:...	CU6:...	CU7:...	CU8:...	CU9:...	CU10:...	CU11:...	CU12:...	CU13:...	CU14:...
A1:...														

Figura 4: Matriz de trazabilidad entre Actores y Casos de Usos de Sistema.

Análisis del Sistema Propuesto.

2.7 DIAGRAMA DE PAQUETES

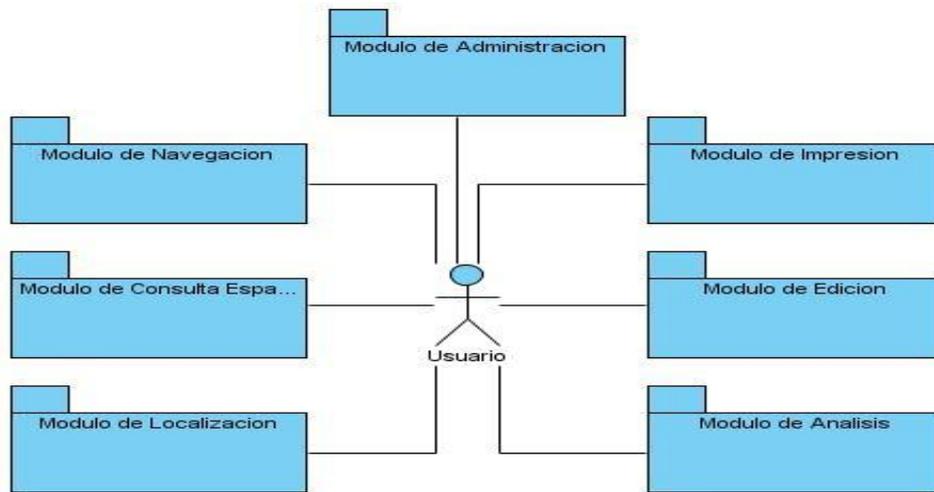


Figura 5: Diagrama de Paquetes.

2.8 DIAGRAMA DE CASOS DE USOS DEL SISTEMA

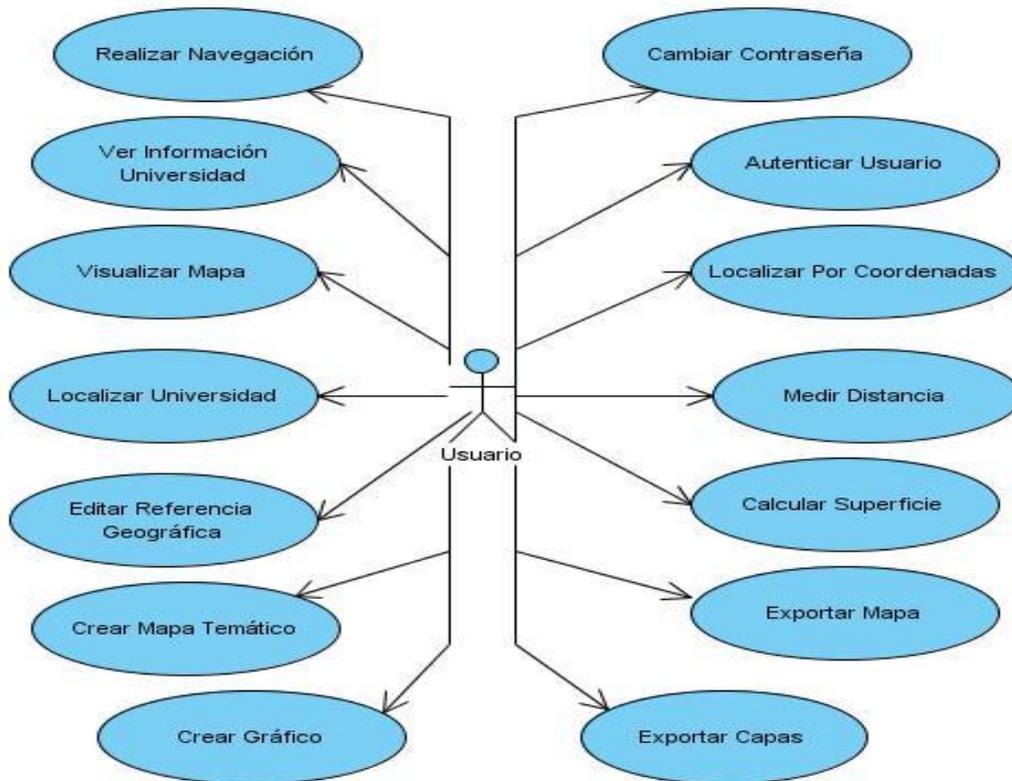


Figura 6: Diagrama de Casos de Usos del Sistema.

Análisis del Sistema Propuesto.

2.9 DESCRIPCIONES TEXTUALES DE LOS CASOS DE USO DEL SISTEMA

Módulo de Navegación

Tabla 2: Descripción del CUS_ Realizar Navegación

Caso de Uso:	Realizar Navegación.
Actores:	Usuario
Propósito	Este caso de uso se lleva a cabo con el objetivo de modificar la visualización inicial del mapa en la pantalla.
Resumen:	El caso de uso se inicia cuando el usuario desea mover, ampliar o recentrar el mapa y termina cuando el sistema muestra el mapa resultante en la pantalla.
Precondiciones:	
Referencias	RF 3, RF 4, RF 5, RF 6, RF 7, RF 8, RF 9
Prioridad	Crítico
Flujo Normal de Eventos	
Acción del Actor	Respuesta del Sistema
1. El usuario selecciona una de las opciones de navegación (que se muestra en la Interfaz 5): <ul style="list-style-type: none">- Alejar Mapa.- Acercar Mapa.- Recentrar Mapa.- Ver Todo.- Mover Mapa.	2. El sistema realiza la operación según la opción seleccionada por el usuario. <ul style="list-style-type: none">- Si seleccionó “Alejar Mapa.”, ver sección “Alejar Mapa.”.- Si seleccionó “Acercar Mapa.”, ver sección “Acercar Mapa.”.- Si seleccionó “Recentrar Mapa.”, ver sección “Recentrar Mapa.”.

Análisis del Sistema Propuesto.

<p>-Navegar a través del Mapa de Referencia.</p>	<ul style="list-style-type: none"> - Si seleccionó “Ver Todo”, ver sección “Ver Todo”. - Si seleccionó “Mover Mapa”, ver sección “Mover Mapa”. - Si seleccionó “Navegar a través del Mapa de Referencia”, ver sección “Navegar a través del Mapa de Referencia”.
	<p>3. El sistema procesa la información según la acción realizada por el usuario y actualiza la visualización del mapa.</p>

Prototipo de Interfaz



Sección “Acercar Mapa”

Acción del Actor	Respuesta del Sistema
<p>1. El usuario selecciona la opción Acercar Mapa (A) y dibuja un punto con un clic la región específica del mapa que desea visualizar.</p>	<p>2. El sistema realiza la operación de Acercar Mapa seleccionada por el usuario aumentando el zoom y disminuyendo la escala puntualmente, es decir, coge las coordenadas (x, y) y mueve al centro del mapa el punto donde dio clic disminuyendo al doble la escala.</p>
	<p>3. El sistema procesa la información a partir de la acción realizada por el usuario y actualiza la visualización del mapa.</p>

Análisis del Sistema Propuesto.

Flujos Alternos	
Acción del Actor	Respuesta del Sistema
<p>1.1. El usuario selecciona la opción Acercar Mapa y dibuja un rectángulo, cuando hace clic en un punto del mapa y arrastra el puntero hasta formar el rectángulo que ocupa la región que desea visualizar.</p>	<p>2.1. El sistema comprueba que el rectángulo sea menor que el extend (dimensión de representación de un mapa en la pantalla) del mapa.</p>
	<p>2.2. El sistema captura las coordenadas y envía al servidor del mapa una petición de una nueva imagen del área seleccionada y se redimensiona el extend del mapa moviendo al centro de la pantalla todos los objetos que quedaron dentro del rectángulo dibujado.</p>
Sección “Alejar Mapa”	
Acción del Actor	Respuesta del Sistema
<p>1. El usuario selecciona la opción del Alejar Mapa (B) y marca un punto en el mapa.</p>	<p>2. El sistema realiza la operación de Alejar Mapa seleccionada por el usuario disminuyendo el zoom y aumentando la escala puntualmente, es decir, coge las coordenadas (x, y) y mueve al centro del mapa el punto donde dio clic aumentando al doble la escala.</p>
	<p>3. El sistema procesa la información a partir de la acción realizada por el usuario y actualiza la visualización del mapa.</p>
Sección “Recentrar Mapa”	
Acción del Actor	Respuesta del Sistema

Análisis del Sistema Propuesto.

1. El usuario selecciona la opción Recentrar el mapa (C) y marca un punto en el mapa de la región que desea recentrar.	2. El sistema obtiene las coordenadas (x, y) del punto donde el usuario hizo clic y lo traslada al centro de la pantalla sin cambiar la escala del mapa.
	3. El sistema procesa la información a partir de la acción realizada por el usuario y actualiza la visualización del mapa.
Sección “Ver Todo”	
Acción del Actor	Respuesta del Sistema
1. El usuario selecciona la opción Ver Todo (D).	2. El sistema visualiza el mapa según el extend inicial de la aplicación.
Sección “Mover Mapa”	
Acción del Actor	Respuesta del Sistema
1. El usuario selecciona la opción Mover Mapa (E) y da clic en un punto determinado y arrastra el puntero.	2. El sistema visualiza un nuevo centro de pantalla a donde se movería el mapa. No varía la escala de representación del mapa.
	3. El sistema procesa la información a partir de la acción realizada por el usuario y actualiza la visualización del mapa.
Sección “Navegar a través del Mapa de Referencia”	
Acción del Actor	Respuesta del Sistema

Análisis del Sistema Propuesto.

<p>1. El usuario hace clic en un punto del mapa de referencia (F).</p>	<p>2. El sistema calcula las coordenadas cambiantes y las convierte, le envía al servidor mover al centro de pantalla el punto seleccionado sin modificar la escala.</p> <p>En el mapa de referencia el sistema va mostrando en un rango de escala determinado un rectángulo equivalente al extend visualizado y, muestra el área de visualización con un rectángulo, cuando se excede de esta escala muestra una cruz que apunta hacia el nuevo centro del mapa visualizado.</p>
	<p>3. El sistema procesa la información a partir de la acción realizada por el usuario y actualiza la visualización del mapa.</p>
Poscondiciones	El sistema visualiza el mapa a partir de la acción realizada por el usuario.

Módulo de Localización

Tabla 3: Descripción del CUS_Localizar Universidad.

Caso de Uso:	Localizar Universidad
Actores:	Usuario
Propósito	Este caso de uso se lleva a cabo con el objetivo de localizar una universidad de interés en el mapa.
Resumen:	El caso de uso se inicia cuando el actor desea realizar la localización de una universidad, y termina cuando el sistema muestra en el mapa dicha universidad.
Precondiciones:	El actor debe de estar autenticado

Análisis del Sistema Propuesto.

Referencias	RF 13
Prioridad	Secundario.
Flujo Normal de Eventos	
Acción del Actor	Respuesta del Sistema
1. El actor hace clic en el botón “Localizar Universidad”. Ver interfaz 10.	2. El sistema muestra la ventana localización la cual visualiza un formulario donde el usuario ingresará el nombre de la universidad o sede universitaria que desea visualizar.
3. El actor ingresa el nombre de la universidad, escoge el nivel de zoom y presiona el botón “Aceptar”. Interfaz 11.	4. El sistema procesa la información, realiza las conversiones necesarias y devuelve la visualización de la universidad solicitada.
Prototipo de Interfaz	
	
Interfaz 10	
	
Interfaz 11	
Flujos Alternos	

Análisis del Sistema Propuesto.

Acción del Actor	Respuesta del Sistema
5. El actor hace clic en el botón "Cancelar".	6. El sistema cierra la ventana.
Poscondiciones	Se muestra la ubicación en el mapa de la universidad seleccionada.

Módulo de Análisis

Tabla 4: Descripción del CUS_Crear Mapa Temático.

Caso de Uso:	Crear Mapa Temático.
Actores:	Usuario
Propósito	Este caso de uso se lleva a cabo con el propósito de poder visualizar un mapa temático entrando los valores asociados a los Criterios de análisis.
Resumen:	El caso de uso se inicia cuando el usuario desea realizar una tematización de una universidad introduciendo los valores correspondientes a los criterios de análisis, y termina visualizándose el mapa temático.
Precondiciones:	
Referencias	RF 15
Prioridad	Crítico
Flujo Normal de Eventos	
Acción del Actor	Respuesta del Sistema
1. El usuario selecciona la opción "Tematizar" que se muestra en la Interfaz 13.	2. El sistema muestra la ventana "Tipo de tematización", donde muestra tres opciones. Si seleccionó "Corocromático y Coropleta", ver

Análisis del Sistema Propuesto.

	<p>sección “Corocromático y Coropleta”.</p> <ul style="list-style-type: none"> - Si seleccionó “Gráficas Dinámicas”, ver sección “Gráficas Dinámicas”. - Si seleccionó “Símbolo Proporcional”, ver sección “Símbolo Proporcional”.
3. El usuario presiona el botón “Cargar”.	4. El sistema muestra la tematización según la selección del usuario.

Prototipo de Interfaz



Interfaz 13

Sección “Corocromático y Coropleta”

Acción del Actor	Respuesta del Sistema
1. El usuario hace clic en el botón “Cargar”. (Ver Interfaz 14)	2. El sistema muestra la ventana “Análisis Temático” la cual posee un combobox “Criterios de análisis”(A) que le permite al usuario especificar el criterio que desea analizar. Posee además la opción “Clases definidas por el usuario” (B), permitiendo que si el usuario quiere modificar los intervalos que se muestran en el “Editor de resultados”(C), pueda insertar el valor con la cantidad de intervalos que desea se muestren. En dicho editor se visualizan los estilos y valores para realizar la tematización.

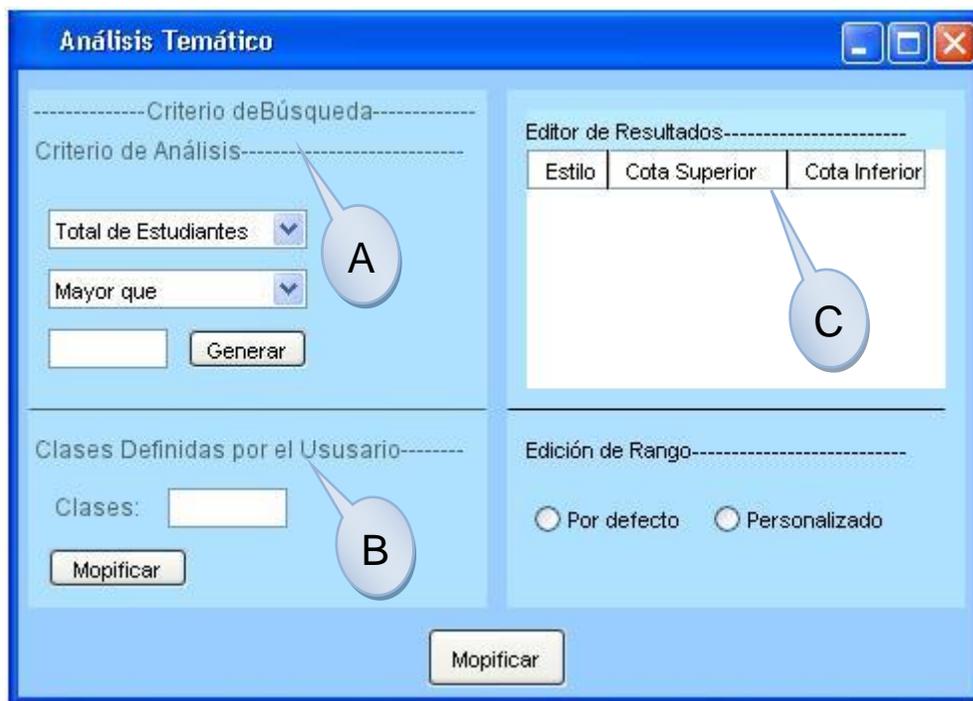
Análisis del Sistema Propuesto.

	(Ver Interfaz 15)
<p>3. El usuario especifica el criterio de análisis: “total de estudiantes”, “total de profesores”, “total de estudiantes extranjeros”, “cantidad de carreras”, “cantidad de asignaturas pregrado”, “cantidad de cursos posgrados”, “cantidad de facultades”, “cantidad de profesores por categoría”, “cantidad de trabajadores”, “cantidad de universidades”, “cantidad de sedes universitarias”.</p>	<p>4. El sistema muestra el combobox “Operadores” con los valores: “mayor que “ “menor que” “Igual a”</p>
<p>5. El usuario selecciona el operador que desee: “mayor que“, “menor que” o “igual a”.</p>	<p>6. El sistema muestra el textbox “valor” para insertar el valor numérico a tener en cuenta en el criterio de análisis. Habilita dos radiobutton que permiten seleccionar si la edición de rangos será por defecto o personalizado y habilita además el botón “Generar”.</p>
<p>7. El usuario introduce los valores requeridos y hace clic en el botón “Generar”.</p>	<p>8. Se muestran los resultados de la búsqueda en el “Editor de resultados” en tres columnas: Estilo, Cota inferior y Cota superior. El sistema habilita el botón “Mapificar”.</p>
<p>9. El usuario presiona el botón “Mapificar”.</p>	<p>10. El sistema muestra la tematización especificada.</p>
Prototipo Interfaz	

Análisis del Sistema Propuesto.



Interfaz 14



Interfaz 15

Flujos Alternos

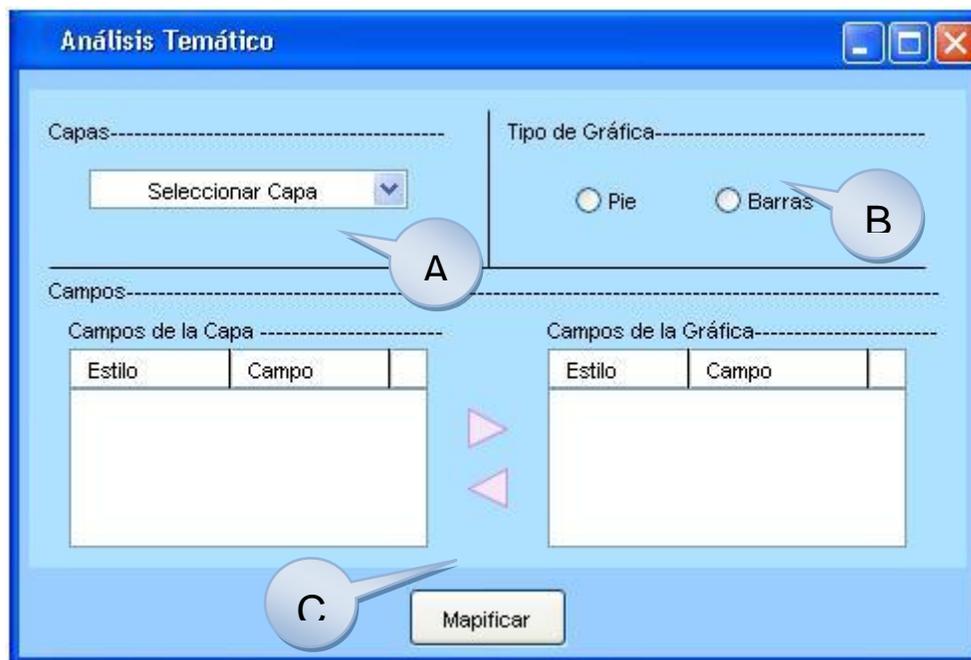
Análisis del Sistema Propuesto.

Acción del Actor	Respuesta del Sistema
7.1 El usuario no introduce los valores requeridos.	8.1 El sistema mantiene deshabilitado el botón "Mapificar"
Sección "Gráficas Dinámicas"	
Acción del Actor	Respuesta del Sistema
1. El usuario hace clic en el botón "Cargar". (Ver Interfaz 16)	2. El sistema muestra la ventana "Análisis temático" que posee un combobox donde el usuario selecciona la capa que desea tematizar (A). Tiene también dos radiobutton que permiten seleccionar el tipo de gráfica: pastel o barra (B). Muestra además el datagrid "Campos de la capa" el cual muestra todos los campos que posee la capa, y el datagrid "Campos de la gráfica" para que el usuario indique los campos que desea graficar (C).
3. El usuario realiza un clic sobre una de las capas indicadas en "Campos de la capa" y dando clic en una de las flechas la posiciona en el "Campos de la gráfica". Esta acción puede repetirla mientras queden capas disponibles.	4. El sistema comprueba que el usuario haya indicado los campos que desea graficar.
5. El usuario presiona el botón "Mapificar", Ver Interfaz 17.	6. Se obtiene la tematización con las características especificadas.
Prototipo de Interfaz	

Análisis del Sistema Propuesto.



Interfaz 16



Interfaz 17

Flujos Alternos

Acción del Actor

Respuesta del Sistema

Análisis del Sistema Propuesto.

3.1 El usuario selecciona menos de dos capas.

5.1 El sistema muestra un aviso indicando que no ha seleccionado campos suficientes para graficar.

Sección “Símbolo Proporcional”

Acción del Actor	Respuesta del Sistema
1. El usuario hace clic en el botón “Cargar”. (ver interfaz 18)	2. El sistema muestra la ventana “Análisis Temático” que posee un combobox donde el usuario selecciona la capa que desea tematizar (A). Permite además seleccionar los criterios de análisis mediante un combobox “Atributos” y uno “Color” (B). Permite especificar el tipo de símbolo a utilizar. círculo, cuadrado, triángulo y compuesto (C).
3. El usuario selecciona el atributo que desee analizar.	4. El sistema habilita el botón “Mapificar”
5. El usuario selecciona el color de representación y presiona el botón “Mapificar”, Ver Interfaz 19.	6. El sistema muestra la tematización especificada.

Prototipo de Interfaz

Análisis del Sistema Propuesto.



Interfaz 18



Interfaz 19

Flujos Alternos

Análisis del Sistema Propuesto.

Acción del Actor	Respuesta del Sistema
5.1 El usuario no especificó el color de representación. Presiona el botón "Mapificar".	6.1 El sistema señala que el valor es requerido y no se produce la tematización.
Poscondiciones	Se crea un mapa temático a partir de los valores especificados por el usuario.

Módulo de Impresión

Tabla 5: Descripción del CUS_Exportar Mapa.

Caso de Uso:	Exportar Mapa.
Actores:	Usuario
Propósito	Este caso de uso se realiza con el objetivo de exportar un mapa o vista de éste a un fichero en formato pdf. Incluye la configuración de la página y demás elementos para garantizar la posterior impresión.
Resumen:	Este caso de uso se inicia cuando el usuario desea exportar un mapa o vista de éste a un fichero en formato pdf, definiéndose las opciones de tamaño, escala y resolución para dicho formato, y termina cuando el sistema exporta el mapa en dicho formato.
Precondiciones:	
Referencias	RF19, RF20
Prioridad	Crítico
Flujo Normal de Eventos	
Acción del Actor	Respuesta del Sistema
1. El usuario selecciona la opción "Exportar	2. El sistema muestra una ventana donde brinda al usuario las dos vías existentes para exportar.

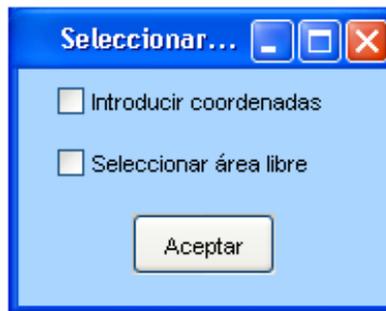
Análisis del Sistema Propuesto.

<p>PDF” que se muestra en la interfaz 25.</p>	<p>Interfaz 26.</p> <p>Si seleccionó “Introducir Coordenadas”, ver sección “Introducir Coordenadas”.</p> <p>- Si seleccionó “Seleccionar Área Libre”, ver sección “Seleccionar Área Libre”.</p>
<p>3. El usuario selecciona la opción deseada y presiona el botón “Aceptar”.</p>	<p>4. El sistema exporta el mapa según la selección del usuario.</p>

Prototipo de Interfaz



Interfaz 25



Interfaz 26

Flujos Alternos

Acción del Actor	Respuesta del Sistema
<p>3.1 El usuario presiona el botón “Aceptar” sin haber seleccionado ninguna de las opciones para exportar.</p>	<p>4.1 El sistema muestra un mensaje de error.</p>

Análisis del Sistema Propuesto.

Sección "Introducir Coordenadas"

Acción del Actor	Respuesta del Sistema
1. El usuario selecciona la opción "Introducir coordenadas" y hace clic en el botón aceptar.	2. El sistema muestra la ventana "Exportar Mapa", Interfaz 27, que posee varios criterios, los cuales permiten seleccionar el área que va a ser exportada.
3. El usuario introduce los valores correspondientes como son las coordenadas, rotación, escala, formato, rótulo y da clic en el botón "Exportar".	4. El sistema almacena los datos y exporta el mapa a fichero pdf.

Prototipo de Interfaz



Interfaz 27

Sección "Seleccionar Área Libre"

Acción del Actor	Respuesta del Sistema
------------------	-----------------------

Análisis del Sistema Propuesto.

1 El usuario selecciona la opción “Seleccionar área libre” para seleccionar la región que el desee con el trazado del puntero y da clic en el botón “Exportar”. Ver Interfaz 27.	5. El sistema centra el área de la región dibujada por la capa temporal y lleva el ángulo de rotación de la misma a 0.
Flujos Alternos	
Acción del Actor	Respuesta del Sistema
3.1 El usuario hace clic en el botón Restaurar.	4.1 El sistema centra el área de la región dibujada por la capa temporal y lleva el ángulo de rotación de la misma a 0.
Poscondiciones	El sistema exporta el mapa a formato pdf.

En este epígrafe se muestran las descripciones de cuatro de los casos de usos que tienen una prioridad crítica dentro de la investigación. Las demás descripciones pueden ser consultadas en el Anexo 1.2.

2.10 ANÁLISIS DE LA SOLUCIÓN PROPUESTA

El modelo del análisis especifica el comportamiento funcional del sistema y se interesa más por describir qué debe hacer el sistema, que cómo lo va a hacer, por lo que centra su proceso en los requisitos funcionales. En el modelado del análisis no se define ningún término relacionado con la implementación del sistema (lenguaje de programación, plataforma, componentes prefabricados o reutilizables), debido a que el objetivo del análisis es comprender perfectamente los requisitos funcionales del software en un lenguaje técnico, sin precisar, cómo se implementa la solución.

Características del modelo del análisis.

- ✓ Está descrito con el lenguaje del desarrollador.
- ✓ Muestra la vista interna del sistema.
- ✓ Estructurado por clases y paquetes estereotipados.
- ✓ Utilizado fundamentalmente por los desarrolladores para comprender cómo debería diseñarse e implementarse el sistema.

Análisis del Sistema Propuesto.

- ✓ No debería contener redundancias e inconsistencias entre requisitos.
- ✓ Sirve como una primera aproximación al diseño.
- ✓ Cada una de las clases del análisis representa el análisis de un caso de uso.

2.10.1 DIAGRAMAS DE CLASES DEL ANÁLISIS

Los Diagramas de clases del análisis están compuestos por clases del análisis que se relacionan entre sí. Las clases del análisis siempre acoplan en uno de tres estereotipos básicos: de interfaz, de control o de entidad. Estos tres estereotipos están estandarizados en UML y se utilizan para ayudar a los desarrolladores a distinguir el ámbito de las diferentes clases. En este epígrafe se visualizan los diagramas de clases del análisis de los cuatro casos de usos descritos en el epígrafe 2.9. Los restantes diagramas pueden ser consultados en el Anexo 1.3.

Diagrama de Clases de Análisis del Caso de Uso Realizar Navegación.

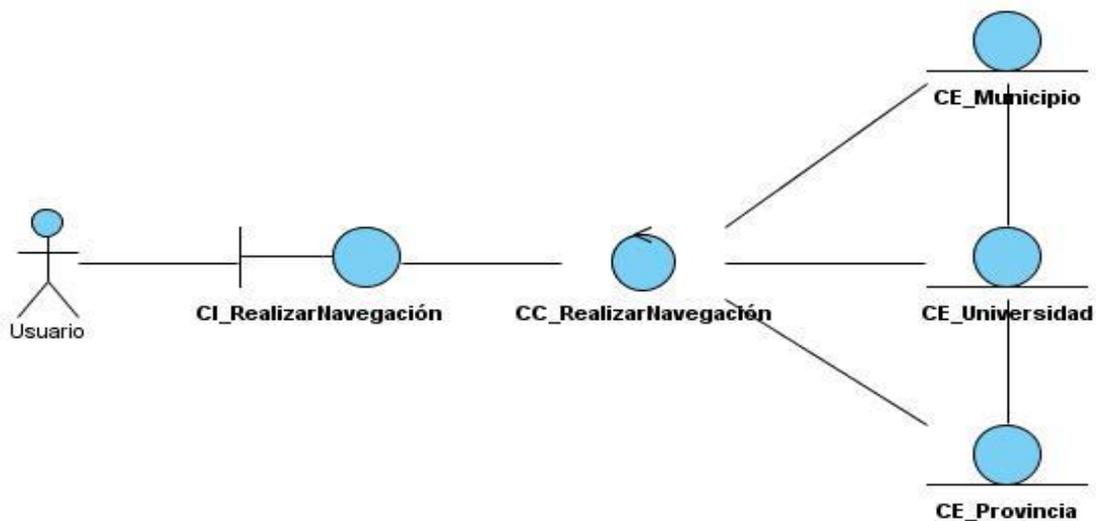


Figura 7: Realizar Navegación.

Análisis del Sistema Propuesto.

Diagramas de Clases de Análisis del Caso de Uso Localizar Universidad

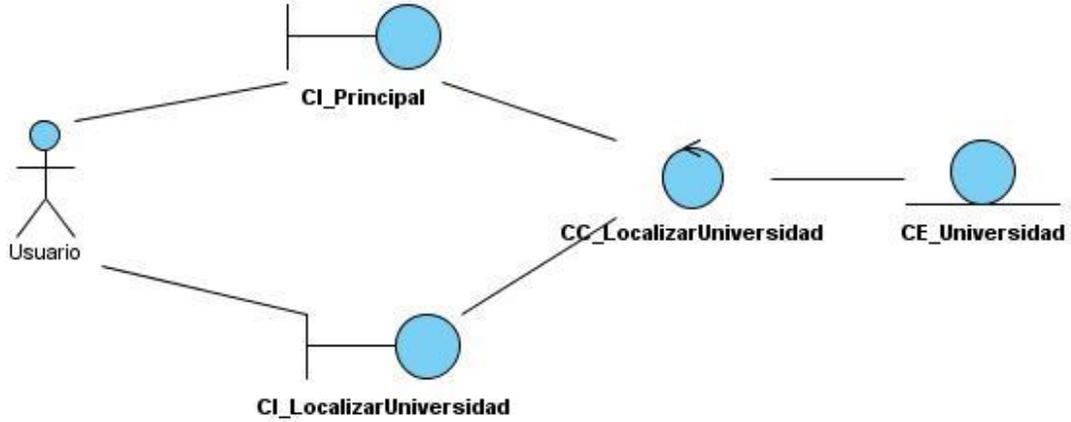


Figura 8: Localizar Universidad.

Diagramas de Clases de Análisis del Caso de Uso Crear Mapa Temático

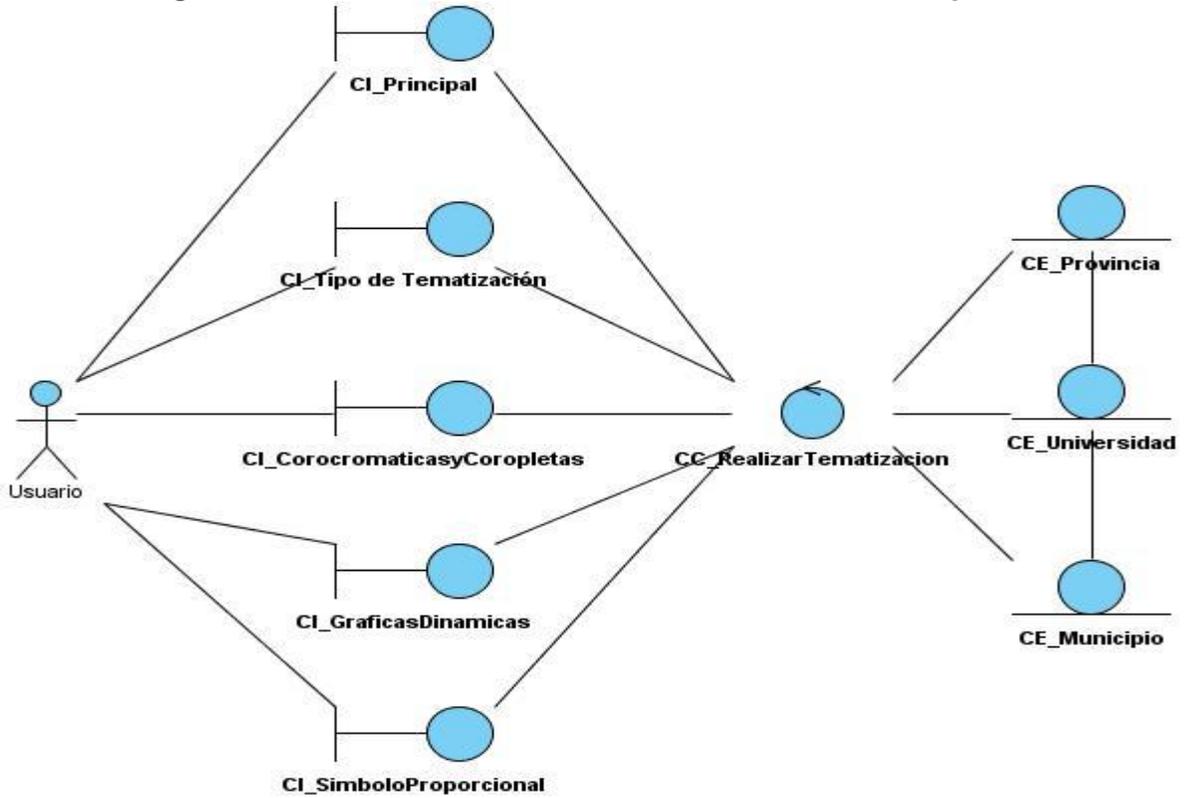


Figura 9: Uso Crear Mapa Temático.

Análisis del Sistema Propuesto.

Diagramas de Clases de Análisis del Caso de Uso Exportar Mapa

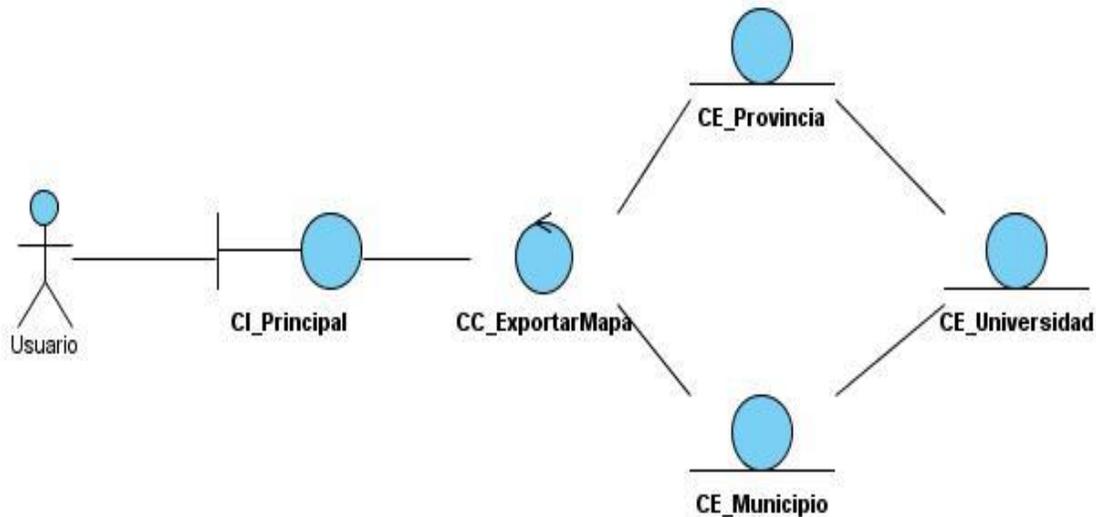


Figura 10: Exportar Mapa.

2.10.2 DIAGRAMAS DE COLABORACIÓN DEL ANÁLISIS

Se recomienda que para las actividades realizadas en el análisis se utilice colaboración y no secuencia, debido a que el objetivo fundamental es identificar requisitos y funcionalidades sobre los objetos y no identificar secuencias de iteraciones detalladas. En los diagramas de colaboración del análisis se muestran las interacciones entre objetos creando enlaces entre ellos y añadiendo mensajes a estos enlaces. En este epígrafe se visualizan los diagramas de colaboración del análisis de los cuatro casos de usos descritos en el epígrafe 2.9. Los restantes diagramas pueden ser consultados en el Anexo 1.4.

Análisis del Sistema Propuesto.

Diagrama de Colaboración del Análisis para el diagrama de clases del Análisis Realizar Navegación: (Escenario Acercar)

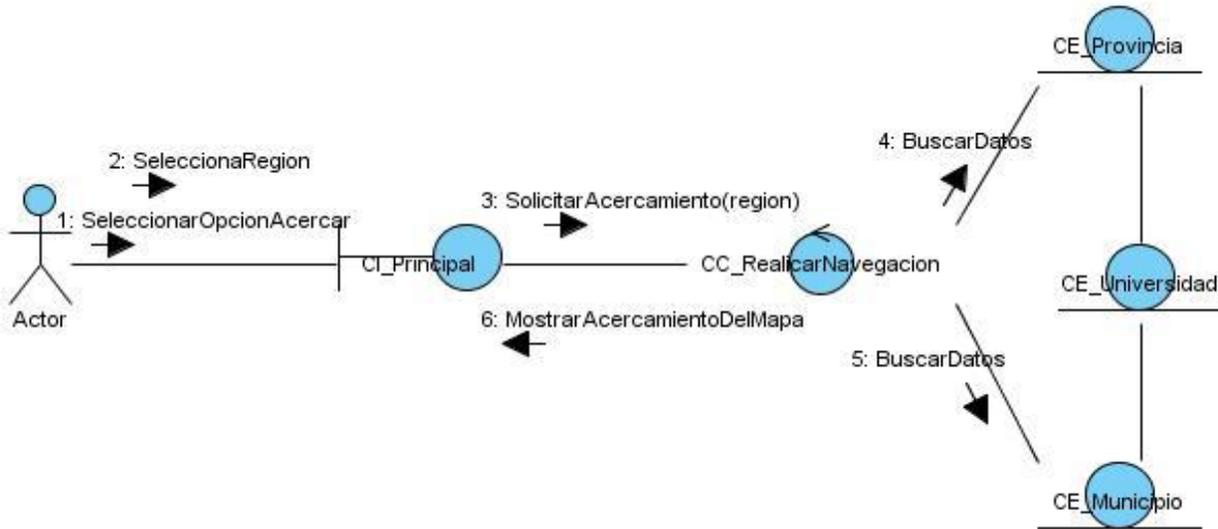


Figura 11: Realizar Navegación (Escenario Acercar).

Diagrama de Colaboración del Análisis para el diagrama de clases del Análisis Realizar Navegación: (Escenario Alejar)

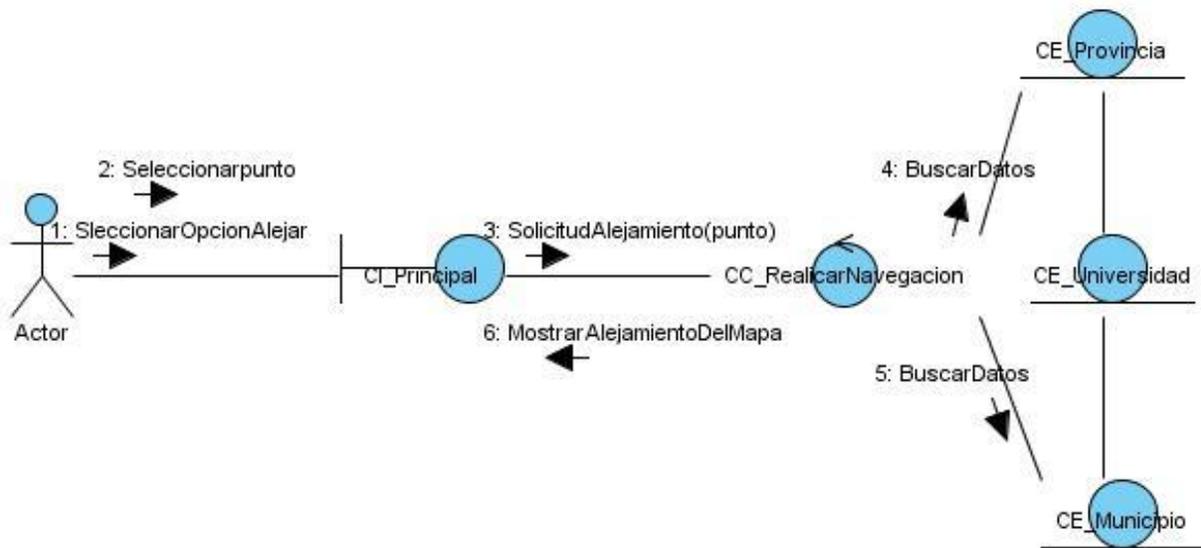


Figura 12: Realizar Navegación (Escenario Alejar).

Análisis del Sistema Propuesto.

Diagrama de Colaboración del Análisis para el diagrama de clases del Análisis Realizar Navegación: (Escenario Ver Todo)

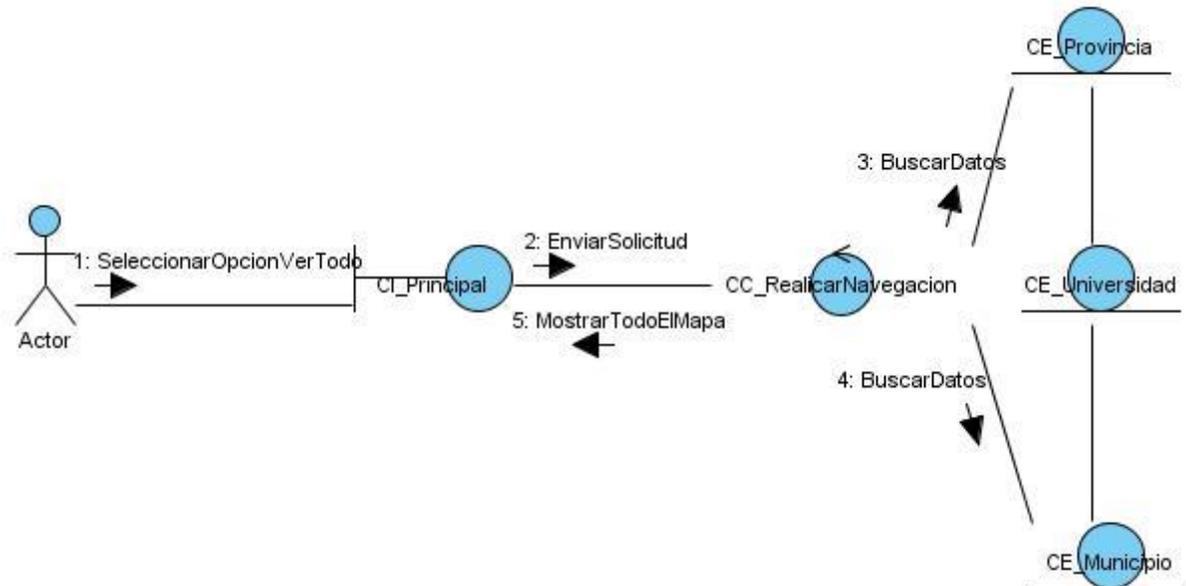


Figura 13: Realizar Navegación (Escenario Ver Todo).

Diagrama de Colaboración del Análisis para el diagrama de clases del Análisis Realizar Navegación: (Escenario Mover Mapa)

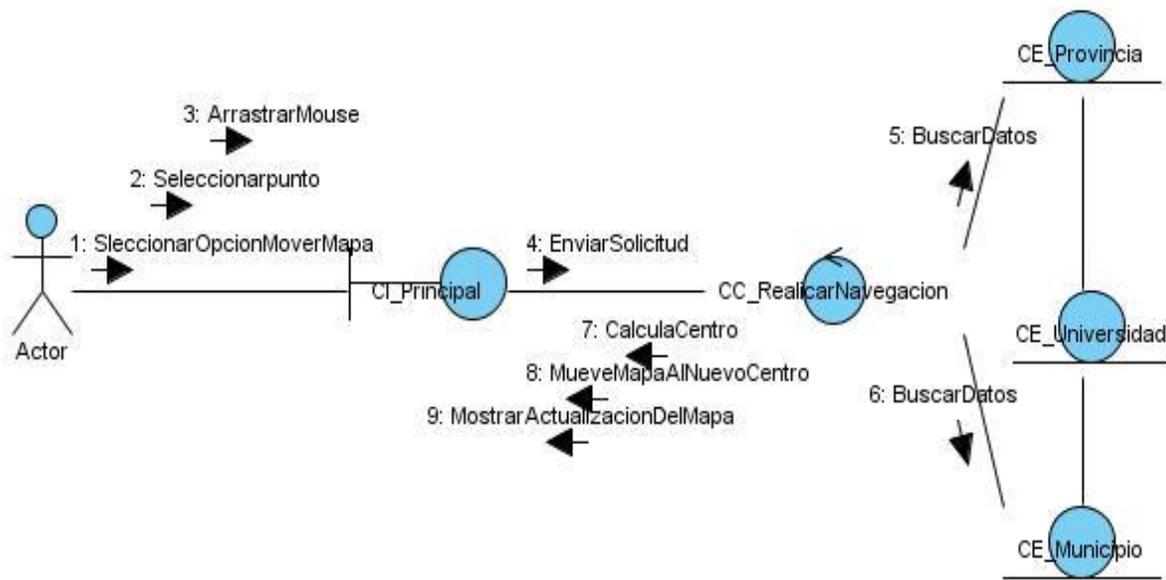


Figura 14: Diagrama Realizar Navegación (Escenario Mover Mapa).

Análisis del Sistema Propuesto.

Diagrama de Colaboración del Análisis para el diagrama de clases del Análisis Realizar Navegación: (Escenario Navegar en Mapa de Referencia)

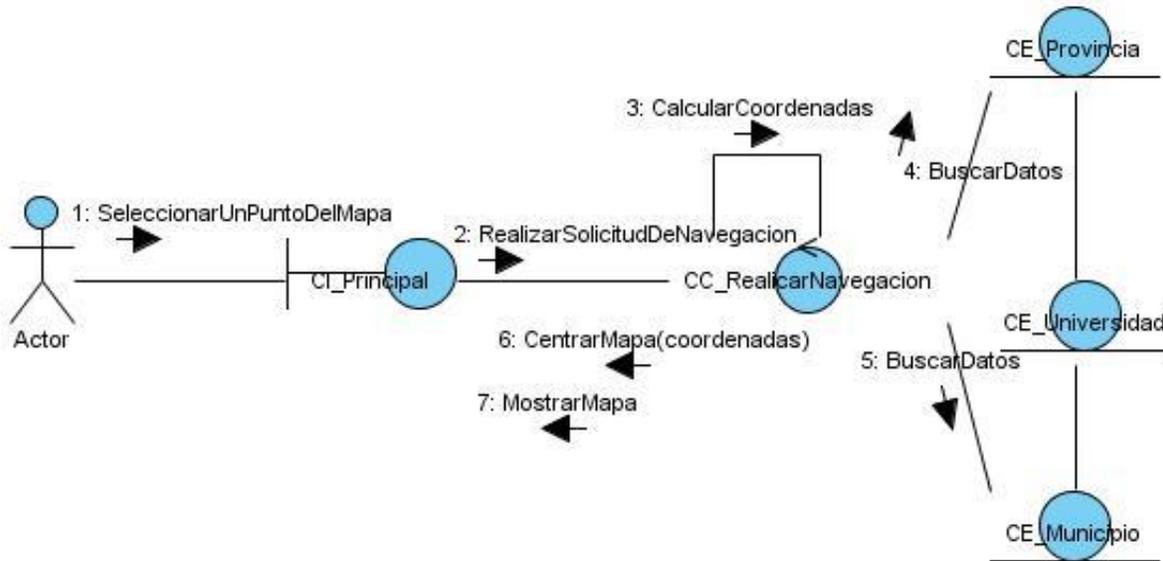


Figura 15: Realizar Navegación (Escenario Navegar en Mapa de Referencia).

Diagrama de Colaboración del Análisis para el diagrama de clases del Análisis Realizar Navegación: (Escenario Recentrar Mapa)

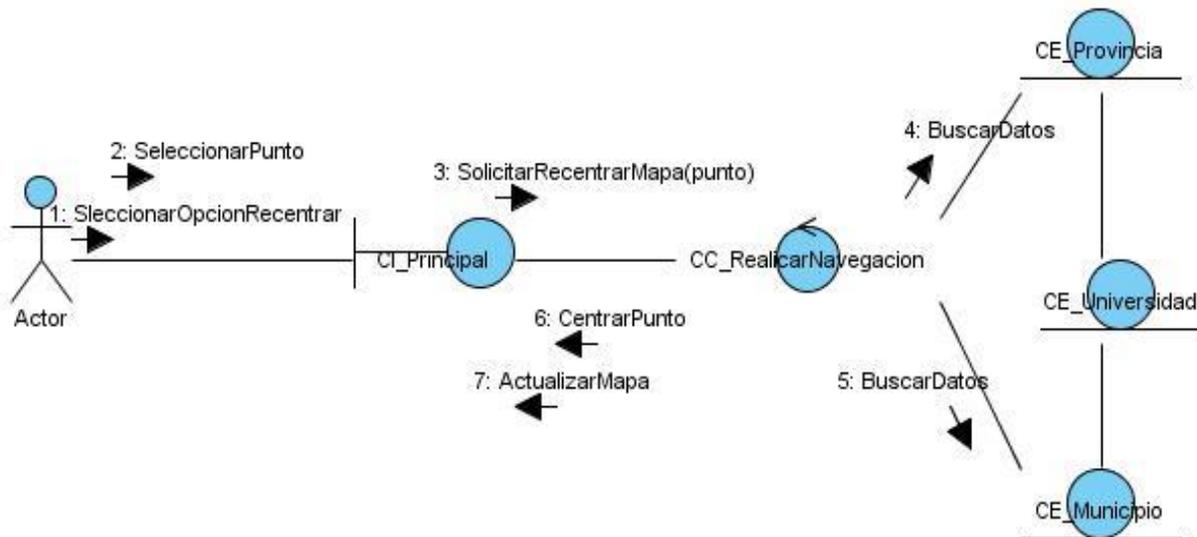


Figura 16: Realizar Navegación (Escenario Recentrar Mapa).

Análisis del Sistema Propuesto.

Diagrama de Colaboración del Análisis para el diagrama de clases del Análisis Localizar Universidad

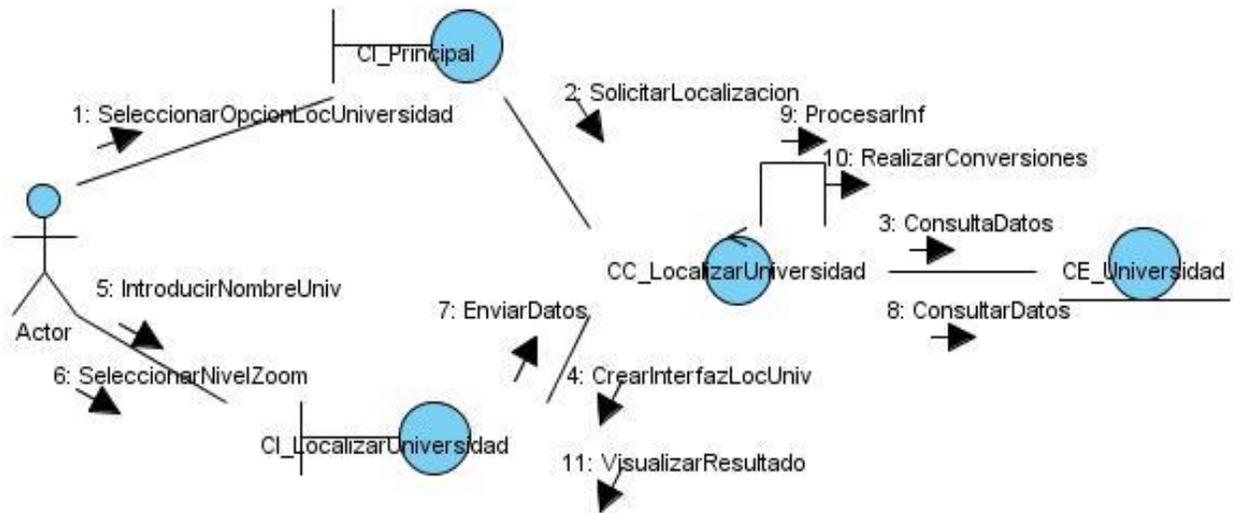


Figura 17: Localizar Universidad.

Diagrama de Colaboración del Análisis para el diagrama de clases del Análisis Mapa Temático

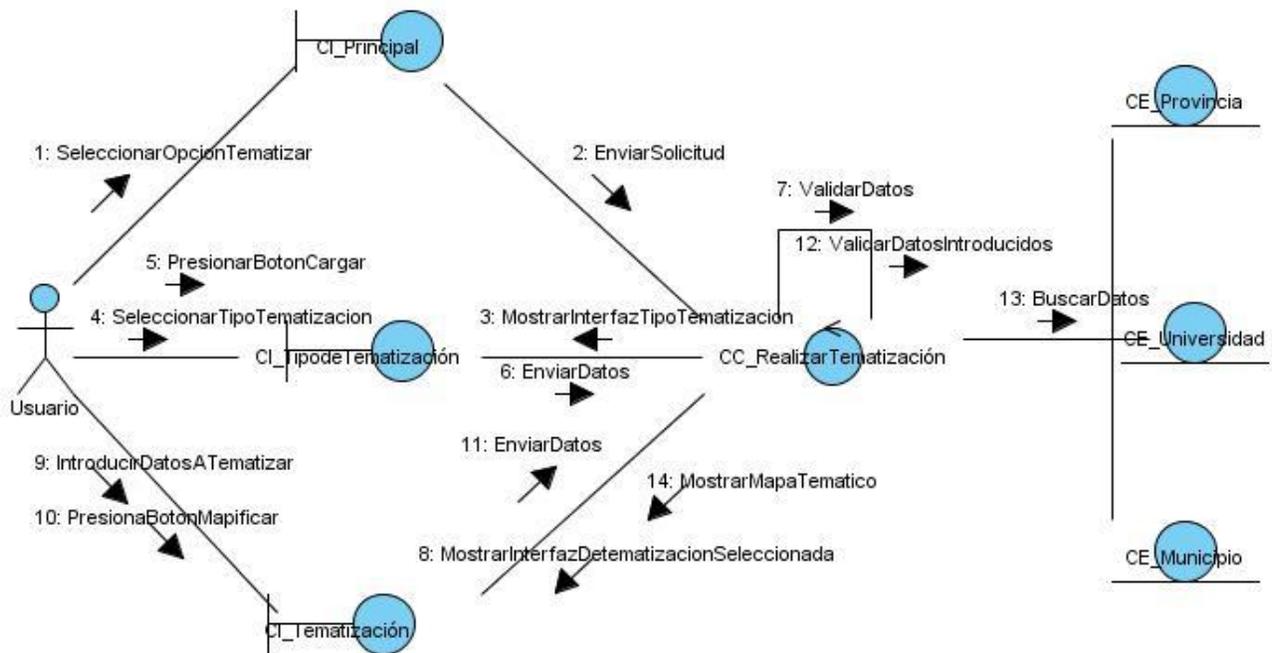


Figura 18: Mapa Temático.

Análisis del Sistema Propuesto.

Diagrama de Colaboración del Análisis para el diagrama de clases del Análisis Exportar Mapa

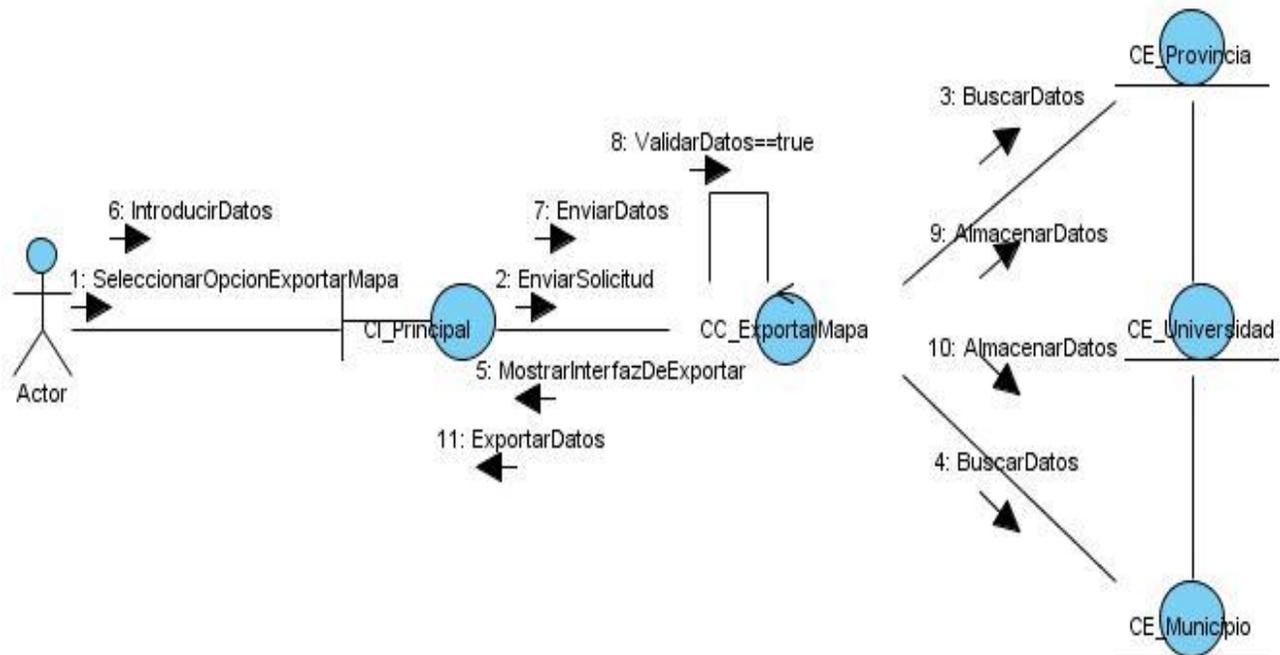


Figura 19: Exportar Mapa.

2.11 CONCLUSIONES PARCIALES

La investigación realizada en este capítulo permitió la creación del Modelo de Dominio así como la descripción detallada de sus clases y relaciones, permitiendo con esto la comprensión del ámbito del problema. La aplicación de la técnica de captura de requisitos entrevista permitió realizar la especificación de los requisitos, los cuales son de gran importancia por representar las necesidades del cliente. Se definieron los actores y casos de usos del sistema los cuales se relacionan en el modelo de casos de usos del sistema. Se realizaron las matrices de trazabilidad que se utilizaron para establecer la comunicación existente entre RF y CUS y actores y CUS. Se crearon los diagramas de clases de análisis y colaboración. Todos estos diagramas proporcionaron un amplio entendimiento de la interfaz externa del sistema para lo cual se hizo necesaria la identificación de las clases interfaces, controladoras y entidades relacionadas.

Estudio de factibilidad y Validación del sistema.

CAPÍTULO III: ESTUDIO DE FACTIBILIDAD Y VALIDACIÓN DEL SISTEMA PROPUESTO.

3.1 INTRODUCCIÓN

En el presente capítulo se realiza el estudio de factibilidad del sistema propuesto. Para determinar dicha factibilidad se utiliza el método Análisis de Puntos de Casos de Uso para la estimación del esfuerzo mediante la asignación de "pesos" a un cierto número de factores que lo afectan, para finalmente, contabilizar el tiempo total estimado para el proyecto a partir de esos factores. Este estudio tiene como objetivo definir si la elaboración de este sistema aporta beneficios o no a la Universidad de las Ciencias Informáticas haciendo uso de sus recursos actuales. Si al finalizar el proceso de factibilidad se demuestra que es viable la investigación, se procederá a realizar la validación de los requisitos funcionales. Dicha validación permite especificar que son los requisitos planteados y no otros los solicitados por el cliente.

3.2 ESTUDIO DE FACTIBILIDAD DEL SISTEMA

La realización del estudio de factibilidad es de gran importancia ya que permite determinar el nivel de utilidad que tendrá el sistema mucho antes de ser implementado. Esto quiere decir que mediante la aplicación de este estudio se podrá predecir si es factible o no realizar el sistema o si aportará beneficios o pérdidas a la universidad. En base a los resultados que sean obtenidos se decidirá si se procede a su estudio, diseño e implementación. Los aspectos tomados en cuenta para este estudio fueron clasificados en tres áreas, las cuales se describen a continuación:

Factibilidad Técnica: Se centra en las habilidades, experiencia y recursos. Permite realizar una evaluación de las tecnologías y herramientas informáticas disponibles. Además de evaluar si la tecnología existente cumplía con las especificaciones necesarias para ponerla en función del desarrollo de la investigación.

Factibilidad Económica: Se enfoca en los costos y beneficios del sistema. Está relacionado con el capital disponible a invertir en el desarrollo de la investigación. Además de determina los recursos más significativos que intervienen en todo el proceso investigativo. Para concluir se hace una evaluación donde se analiza el equilibrio existente entre costo-beneficio.

Estudio de factibilidad y Validación del sistema.

Factibilidad Operativa: Se encarga de las estructuras, procesos y personas. Permite predecir si se pondrá en marcha el sistema propuesto aprovechando los beneficios que ofrecerá tanto a los usuarios que interactúan de forma directa con el sistema o no. Esta área es responsable del correcto funcionamiento del sistema.

3.2.1 TÉCNICA APLICADA PARA LA ESTIMACIÓN DE ESFUERZO, TIEMPO Y COSTO

La investigación se apoyó en el uso de la herramienta ESTIMAC 1.0 como se especificó en el Capítulo I para llevar a cabo el estudio de factibilidad requerido. Para lograr la aplicación del método Análisis de Puntos de Casos de Uso de forma satisfactoria es necesaria la identificación previa de los actores y casos de uso, así como una breve descripción de cada uno de ellos para definir el esfuerzo que representará calcularlos.

Para una estimación más completa de la duración total del proyecto, se añadió a la estimación del esfuerzo obtenida por los Puntos de Casos de Uso, las estimaciones de esfuerzo de las demás actividades relacionadas con el desarrollo de software. Para ello se puede tener en cuenta el criterio que plantea la distribución del esfuerzo entre las diferentes actividades de un proyecto, según las aproximaciones de la Tabla 6:

Actividad	Porcentaje	Horas- Hombres
Análisis	10.00 %	230.91
Diseño	20.00 %	461.82
Programación	40.00 %	923.63
Pruebas	15.00 %	346.36
Sobrecarga (otras actividades)	15.00 %	346.36
Total	100 %	2309.073

Tabla 6: Esfuerzo del Proyecto.

Suponiendo que una persona trabaje 8 horas por día, y un mes tiene 24 días laborables, la cantidad de horas trabajadas en un mes son 192. En esta investigación teniendo en cuenta que el análisis será efectuado por una sola persona, la duración estimada de las actividades realizadas por el analista, será de dos meses. Si para el desarrollo de las demás fases trabajaran 6 personas, 3 de ellas profesores y 3 estudiantes, se estima que su duración será de seis meses. Basándose en las estimaciones realizadas se puede concluir que el desarrollo del sistema en su

Estudio de factibilidad y Validación del sistema.

totalidad será realizado en ocho meses incurriendo en un costo por gasto salarial de 20031.18 pesos aproximadamente.

Para realizar la estimación del costo del sistema propuesto fue necesario tener conocimiento de la tarifa horaria de los salarios de cada uno de los integrantes del equipo de desarrollo, además de las herramientas a utilizar para lograr un mayor grado de aproximación al costo real que tendrá el sistema realizado. Esta información se obtiene como resultado del uso de dos áreas del estudio de factibilidad: la factibilidad técnica y la económica. Las herramientas y programas seleccionados para el desarrollo del sistema están en su mayoría soportados por tecnologías libres de acuerdo con los requisitos del cliente. Esto permitió una disminución considerable en los gastos de la investigación.

Por todo el análisis realizado con relación a la estimación del esfuerzo, costo y tiempo empleados en la investigación se puede concluir que es factible desarrollar el sistema teniendo en cuenta la importancia social que tiene este SIG para el desarrollo educacional en Cuba. Además del ahorro en términos de sustitución de importaciones que significa no tener que adquirirlo en el mercado internacional.

3.3 VALIDACIÓN DE REQUISITOS

Los requisitos una vez definidos necesitan ser validados. La Validación de Requisitos es una actividad que tiene como misión demostrar que la definición de los requisitos especifica realmente el sistema que el usuario necesita o el cliente desea. Examina el cumplimiento de las características de la especificación de requisitos. Además revisa que no se haya omitido ninguno, que no sean ambiguos, inconsistentes o redundantes. Garantiza también que todos los requisitos presentes en el documento de especificación sigan los estándares de calidad. Este tipo de validación es muy importante pues de ella depende que no existan elevados costos de mantenimiento para el software desarrollado.

3.3.1 TÉCNICAS DE VALIDACIÓN DE REQUISITOS

Las técnicas de validación de requisitos son métodos para establecer los requisitos exactos de las personas implicadas, para producir un sistema que resuelva las necesidades del negocio. Existen diferentes Técnicas de validación de requisitos entre las que se encuentran:

Estudio de factibilidad y Validación del sistema.

Listas de Chequeo: Es una técnica muy fácil de utilizar. Consiste en la lectura y corrección de la documentación o modelado de la definición de requisitos. Con ello solamente se puede validar la correcta interpretación de la información transmitida (Mercedes, 2002).

Auditorías: La revisión de la documentación con esta técnica consiste en un observación de los resultados contra una lista de chequeo predefinida o definida al inicio del proceso (Mercedes, 2002).

Prototipos: Algunas propuestas se basan en obtener de la definición de requisitos, prototipos que sin tener la totalidad de la funcionalidad del sistema, permitan al usuario hacerse una idea de la estructura de la interfaz del sistema con el usuario. Esta técnica tiene el problema de que el usuario debe entender que lo que está viendo es un prototipo y no el sistema final (Mercedes, 2002).

Generación de casos de prueba: Este método tiene como objetivo comprobar la verificabilidad de los requisitos. Consiste en la definición de casos de prueba que permitan verificar el cumplimiento de los requisitos funcionales.

3.3.2 TÉCNICAS DE VALIDACIÓN DE REQUISITOS APLICADAS

Para el desarrollo del proceso de validación de la presente investigación fue necesario hacer uso de la combinación de las técnicas de validación de requisitos Auditorías y Prototipos.

La técnica Auditoría es utilizada haciendo uso de las listas de chequeo. Estas listas consisten en una serie de preguntas a realizar y aspectos a considerar, que tienen como objetivo apoyar o corregir los documentos y artefactos que se generan en el transcurso de la investigación. Dicha auditoría fue realizada por el departamento de Calidad de la facultad 6. Como resultado de la aplicación de esta técnica fueron identificadas cuatro no conformidades, 3 Medias y 1 Alta, las cuales fueron resueltas a partir de la aplicación de las acciones correctivas. Estas listas de chequeo pueden ser visualizadas y consultadas en el Anexo 1.5.

La técnica Prototipo es un mecanismo utilizado para lograr la validación de los requisitos en una etapa previa al diseño. Empleado como medio para explorar nuevos requisitos y así ayudar a controlar su constante evolución. Esta técnica sirvió de gran ayuda para que los clientes

Estudio de factibilidad y Validación del sistema.

expresaran sus criterios basándose en el diseño de las interfaces y las funcionalidades del sistema. De esta manera el analista pudo cubrir las no conformidades de forma concreta. Para la aplicación de la técnica de prototipo se diseñaron los casos de pruebas funcionales basadas en los casos de usos. En la Tabla 7 se muestra el diseño de caso de prueba del CU Crear Mapa Temático. El diseño de casos de prueba de los restantes CU está documentado en el expediente de proyecto de SIG_MES en el repositorio del proyecto Aplicativo_SIG.

Secciones a probar en el Caso de Uso

Nombre de la sección	Escenarios de la sección	Descripción de la funcionalidad
SC 1: Corocromático y Coropleta.	EC 1.1: Introducir los valores requeridos.	Se crea un mapa temático a partir de los valores introducidos y seleccionados por el usuario.
	EC 1.2: No introducir los valores requeridos.	En caso de entrada errónea de los valores el sistema señala el campo requerido en color rojo para que el usuario introduzca un valor.
SC 2: Gráficas Dinámicas.	EC 2.1: Seleccionar dos capas o más.	Se obtiene la tematización con las características especificadas por la selección del usuario.
	EC 2.2: Seleccionar menos de dos capas.	El sistema muestra un aviso indicando que no ha seleccionado campos suficientes para graficar.
C 3: Símbolo Proporcional.	EC 3.1: Selección del atributo y color de representación.	El sistema muestra la tematización especificada.
	EC 3.2: No especificación del color de representación.	El sistema señala que el valor es requerido y no se produce la tematización.

Tabla 7: Secciones a Probar en el Caso de Prueba.

Estudio de factibilidad y Validación del sistema.

SC 1 Corocromático y Coropleta

Escenario	Respuesta del Sistema	Resultado de la Prueba	Flujo Central
EC 1.1: Introducir los valores requeridos.	El sistema muestra la tematización especificada.		<p>Seleccionar la opción Corocromático y Coropleta.</p> <p>Especificar criterio de análisis</p> <p>Seleccionar operador.</p> <p>Seleccionar la opción Rango entre e introduce los valores requeridos.</p> <p>Se muestran los resultados de la búsqueda en el “Editor de Resultados” y se presionar el botón Mapificar.</p>
EC 1.2: No introducir los valores requeridos.	El sistema señala el campo requerido en color rojo para que el usuario introduzca un valor.		<p>Seleccionar la opción Corocromático y Coropleta.</p> <p>El sistema valida los campos y señala de color rojo el que está incorrecto para que el usuario introduzca un valor.</p>

Tabla 8: SC 1 Corocromático y Coropleta.

SC 2 Gráficas Dinámicas

Escenario	Respuesta del Sistema	Resultado de la Prueba	Flujo Central
EC 2.1: Seleccionar dos capas o más.	Se obtiene la tematización con las características especificadas.		<p>Seleccionar opción Gráfica Dinámica.</p> <p>Seleccionar el tipo de gráfica.</p> <p>Seleccionar una de las capas indicadas en “Campos de la capa” y la arrastra hacia “Campos de la gráfica”.</p>

Estudio de factibilidad y Validación del sistema.

EC Seleccionar menos de dos capas.	2.2:	El sistema muestra un aviso indicando que no ha seleccionado campos suficientes para graficar.		El usuario selecciona menos de dos capas. El sistema muestra un aviso de error al usuario
---------------------------------------------	------	------------------------------------------------------------------------------------------------------------	--	--------------------------------------------------------------------------------------------------------

Tabla 9: SC 1 Gráficas Dinámicas.

SC 3 Símbolo Proporcional

Escenario	Respuesta del Sistema	Resultado de la Prueba	Flujo Central
EC 3.1: Selección del atributo y color de representación.	El sistema muestra la tematización especificada.		Selecciona la opción Símbolo Proporcional Selección del atributo a analizar. Seleccionar el color de representación
EC 3.2: No especificación del color de representación.	El sistema señala la falta de un atributo. No se produce la tematización.		No se especificó el color de representación. Presionar el botón "Mapificar".

Tabla 10: SC 1 Símbolo Proporcional.

Estudio de factibilidad y Validación del sistema.

3.4 CONCLUSIONES PARCIALES

Al finalizar el presente capítulo se obtuvo como resultado el análisis de la factibilidad del sistema donde se estimó el esfuerzo necesario para el desarrollo del mismo. A partir de dicho estudio de factibilidad se concluyó que para realizar el análisis del Sistema de Información Geográfica para el Ministerio de Educación Superior, donde trabaja una persona, es necesario contar con un tiempo aproximado de dos meses. Además se desarrolló la validación de los requisitos funcionales lo cual permitió que estos tuvieran la mayor calidad requerida. Para realizar dicha validación fueron aplicadas una combinación de técnicas como Prototipos y Auditorías, las cuales en conjunto permitieron detectar y corregir los errores cometidos en la elaboración de los artefactos del análisis.

Conclusiones.

CONCLUSIONES

El trabajo de diploma desarrollado es una contribución a la informatización del Ministerio de Educación Superior Cubano. Esta investigación favorecerá en gran medida la toma de decisiones y la exactitud de las valoraciones realizadas por parte de los directivos del MES. Además proporcionará seguridad a la información consultada por el usuario, así como la disponibilidad de esta. Por lo planteado se puede arribar a las siguientes conclusiones:

Con la realización del Análisis del sistema para la representación geográfica de los Centros Universitarios del Ministerio de Educación Superior Cubano, se obtuvo la representación técnica del SIG_MES cumpliéndose de esta forma el objetivo propuesto en la investigación.

Con la generación de toda la documentación técnica se sentaron las bases para el diseño e implementación del sistema, disminuyendo de esta manera los inconvenientes que se pudieran presentar para garantizar la calidad en la aplicación web.

Basados en la estimación de esfuerzo, tiempo y costo empleados en la investigación se determinó que es factible desarrollar el sistema teniendo en cuenta el impacto social que constituiría para el desarrollo educacional en Cuba. Además del ahorro que representaría no tener que adquirir este producto en el mercado internacional.

Recomendaciones.

RECOMENDACIONES

Teniendo en cuenta los resultados obtenidos en la investigación se recomienda:

- ✓ Realizar el diseño e implementación del sistema propuesto.
- ✓ Consultar la investigación realizada para desarrollar un SIG acorde con las especificaciones de los clientes.

Bibliografía.

BIBLIOGRAFÍA

- Aronoff, A. 1987.** *Geographical Information Systems: A management perspective*. Ottawa : WDL Pub., 1987, A. 1987.
- Avila, mayo 2008.** Revista Internacional de Ciencias de la Tierra. [En línea] mayo 2008. [Citado el: 2 de 12 de 2010.] http://www.mappinginteractivo.com/plantilla.asp?id_articulo=1518.
- Avila, Doris Mejia. 2008.** SISTEMAS DE INFORMACIÓN GEOGRÁFICA, INFRAESTRUCTURA DE DATOS ESPACIALES Y EDUCACIÓN. *mappinginteractivo*. [En línea] Mayo de 2008. [Citado el: 01 de 04 de 2011.] http://www.mappinginteractivo.com/plantilla-egeo.asp?id_articulo=1483.
- Bosque. 1992.** 1992.
- Brito, Henry Raúl González. 2005-2006.** *ESTIMAC v1.0*. 2005-2006.
- Cañada, T.R. 2006.** *Sistemas y análisis de la información geográfica*. España. : Alfaomega., 2006.
- CHEN. 2001.** 2001.
- Collaris, Remi-Armand. 2009.** Estimación del costo del software usando puntuación en casos de uso: clarificar las transacciones de casos de uso. [En línea] 15 de 03 de 2009. [Citado el: 01 de 04 de 2011.] http://www.ibm.com/developerworks/ssa/rational/library/edge/09/mar09/collaris_dekker/index.html.
- Cruz, María del Rosari. 205.** *Geografía en el aula de informática: El uso de la tecnología de los Sistemas de Información Geográfica*. Universidad Nacional de Luján, México : s.n., 205.
- Definición de cartografía - Qué es, Significado y Concepto. [En línea] [Citado el: 26 de 11 de 2010.]
- 2008.** Definición de sistema de información - Qué es - Significado y Concepto. [En línea] 2008. [Citado el: 3 de 12 de 2010.] <http://definicion.de/sistema-de-informacion/>.
- Días, Yerandi Marcheco. 2005.** *Cómo debe realizar una entrevista un analista de software*. 2005.
- Dra. María José Escalona Cuaresma, Dr. José Mariano González Romano. 2006/2007.** Metodología y Técnicas en Proyectos software para la Web. *www.lsi.us.es*. [En línea] 2006/2007. [Citado el: 01 de 04 de 2011.] <http://www.lsi.us.es/docencia/doctorado.php>.
- ECURED. [En línea] <http://www.ecured.cu/index.php/MINSAP>.
- EcuRed.** Encilopedia colaborativa y solidaria. [En línea] <http://www.ecured.cu/index.php/MINSAP>.
- Escalona, María José ; Koch, Nora; 2002.** e-amanecer. [En línea] diciembre de 2002. [Citado el: 9 de marzo de 2011.] <http://e-amanecer.com/licenciatura/docu/LSI-2002-4-1.pdf>.
- Escalona, María José. diciembre de 2002.** *Ingeniería de Requisitos en Aplicaciones para la Web*. Sevilla : s.n., diciembre de 2002.
- Fernández, Salomon Monrtesino y Lara. septiembre 2009.** *EDUSPACE*. septiembre 2009.
- Fung, Ing. Luis Lamela.. [Online] septiembre 2008. [Cited: 12 2, 2010.]. septiembre 2008.** Revista Internacional de Ciencia de la Tierra. [En línea] septiembre 2008. [Citado el: 2 de 12 de 2010.] http://www.mappinginteractivo.com/plantilla.asp?id_articulo=1518..
- G.C., Ordoñez. 2003.** *Sistemas de Información Geográfica*. España. : Alfaomega. , 2003.
- G.S.I. 2000.** Grupo de Soluciones Inova. [En línea] 2000. [Citado el: 26 de 02 de 2011.] <http://www.rational.com.ar/herramientas/requisitepro.html>.
- GeoInfo. 2008.** GeoInfo. [En línea] 2008. <http://www.geoinfo-int.com/htmls/sig.html..>
- Geomatica.com. [En línea] [Citado el: 25 de 11 de 2010.] <http://xn--geomtica-cza.com/geomatica-informacion.html>.

Bibliografía.

- Heit, M and A. 1991.***Geographical information Systems: Application in Natural Resources.* s.l. : Shortreid, 1991.
- Hernández, Sigifredo E. Badani. Septiembre 2002.***Métricas de estimación de tamaño Puntos de Caso de Uso.* Septiembre 2002.
- Ibañes, Joaquim. 15 octubre 2003.***Gestión de requisitos IV: trazabilidad.* 15 octubre 2003.
- IBM. 2005.** 2005.
- Ivar JACOBSON, BOOCH, Grady, RUMBAUGH, James. 2000.***El Proceso Unificado de Software.* 2000.
- Ivar Jacobson, Grady Booch y James Rumbaugh. 2000 .** El Proceso Unificado de Desarrollo de Software. *Pearson Educación, ISBN 84-7829-036-2.* [En línea] 2000 . [Citado el: 6 de 12 de 2010.] <http://www.diazdesantos.es/libros/jacobso>.
- JACOBSON, BOOCH. 1999.***El Proceso Unificado de Desarrollo de Software Volumen I.* 1999.
- Jaque, Miguel. 2007.** migueljaque.com. *migueljaque.com.* [En línea] 14 de 12 de 2007. [Citado el: 01 de 04 de 2011.] http://migueljaque.com/index.php/tecnicas/tecnicasmodnegocio/37-modelado_negocio/46-modelo-de-dominio?tmpl=component&print=1&page=.
- Javier Gutiérrez Puebla, Michael Gould. 1994.***SIG: Sistemas de Información Geográfica, Capítulo 3: Modelos y estructuras de datos espaciales, Capítulo 4 : SIG raster.* Madrid, España : Síntesis, 1994.
- Joly, F. 1979.***La Cartografía.* Barcelona : Editorial Ariel, 1979.
- Konstantin, Salitvech. 1981.***Cartografía.* Ciudad de la Habana : Pueblo y Educación, 1981. 255., 1981.
- L., Profesor: Yussef Farrán. 2000.***Estudio de Factibilidad.* Chile : s.n., 2000.
- LAGRAN., Profesor: Yussef Farrán. 2000.***Estudio de Factibilidad.* Chile : s.n., 2000.
- Larman, Craig. 1999.***UML y Patrones. Introducción al análisis y diseño orientado a objetos.* México : Prentice Ha, 1999. ISBN: 970-17-0261-1..
- Luis Lamela Fung, Rafael Rodríguez Puente. 2008.** Dialnet. [En línea] 2008. [Citado el: 2 de 12 de 2010.] <http://dialnet.unirioja.es/servlet/articulo?codigo=2710670>..
- M.J.Escalona, N. Koch. 2002.***Ingeniería de Requisitos.* Sevilla, España : s.n., 2002.
- Mercedes, Avda Reina. 2002.** e-amanecer.com. *e-amanecer.com.* [En línea] diciembre de 2002. [Citado el: 28 de 4 de 2011.] <http://e-amanecer.com/licenciatura/docu/LSI-2002-4-1.pdf>.
- Montero, Lidisy Hernández. 2010.***PLAN DE ESTIMACIÓN DE PROYECTO.* Universidad de las Ciencias Informáticas : s.n., 2010.
- Murcia, Universidad de. 2008.** [En línea] 2008. [Citado el: 11 de 1 de 2010.] <http://www.um.es/docencia/barzana/IAGP/lagp2.html>]..
- Núñez, M. H. . 2006.** Revista Cubana Higiene Epidemiología. [En línea] 2006. [Citado el: 25 de 11 de 2010.] http://bvs.sld.cu/revistas/hie/vol44_3_06/hie03306.htm.
- Ordóñez, José Armando.***Sistemas de Información Geográfica.* Universidad del Cauca, Facultad de Ingeniería Electrónica y Telecomunicaciones : s.n.
- OSRMT. 1.** OSRMT herramienta de gerencia de los requisitos. [En línea] 2006 de 11 de 1. [Citado el: 15 de 2 de 2011.] <http://www.osrmt.com>.
- Oviedo Álvarez, V. 2005.***Cartografía Temática.* Ciudad Habana: Facultad de Geografía, Universidad de la Habana. : s.n., 2005.

Bibliografía.

- Paez Moro Maribel, Martínez Fernández Pedro. 1996.** Metodología para la digitalización de los mapas elaborados en el marco del Proyecto PNUD. */noticias.universia.cl*. [En línea] 1996. [Citado el: 01 de 04 de 2011.] <http://noticias.universia.cl/ciencia-nn-tt/noticia/2010/11/25/754694/experto-sig-universidad-central-villas-cuba-expone-dcs.html>.
- Paradigm., Visual. 2008.** [En línea] 2008. [Citado el: 6 de 12 de 2010.] <http://www.visual-paradigm.com/product/vpuml/enterpriseedition.jsp>..
- Peralta Mario. 2001.** Centro de Ingeniería del Software e Ingeniería del Conocimiento (CAPIS). [En línea] 2001. [Citado el: 01 de 04 de 2011.] <http://www.itba.edu.ar/capis/webcapis/planma.html>.
- Peralta, Mario. 2001.** ESTIMACIÓN DEL ESFUERZO BASADA EN CASOS DE USO. [En línea] 2001. [Citado el: 01 de 04 de 2011.] <http://www.itba.edu.ar/capis/webcapis/planma.html>.
- Piedra, Ramón Martínez.** Organización Mundial de la Salud (OPS / OMS). [En línea] <http://ais.paho.org/sigepi/index.asp?xml=sigepi/funciones.htm>.
- PRESSMAN. 2005.** *Ingeniería del Software: Un enfoque práctico*. 2005.
- Pressman, Cap7. 2005.** *Ingeniería de Requisitos, Cap 7*. 2005.
- Pumain, Denise. 2005.** Fundamentos epistemológicos. [En línea] 2005. [Citado el: 6 de 12 de 2010.] http://www.hypergeo.eu/article.php3?id_article=265.
- Querétaro, Santiago de. 2005.** Procesos de la Ingeniería de Requisitos. [En línea] julio de 2005. [Citado el: 01 de 04 de 2011.] http://mena.com.mx/gonzalo/maestria/ingsoft/presenta/procesos_ir/.
- Quispe-Otazu, Rodolfo. 2007.** Blog de Rodolfo Quispe-Otazu . *Blog de Rodolfo Quispe-Otazu* . [En línea] Agosto de 2007. [Citado el: 29 de 4 de 2011.] <http://www.rodolfoquispe.org/blog/que-es-la-ingenieria-de-requisitos.php>.
- Raisz, E. 1983.** *Cartografía*. Madrid : Editorial Omega, 1983.
- Revista Electrónica Tropical. 2008.** [En línea] 6 de 03 de 2008. http://www.iit.jalisco.gob.mx/RET/E6/RET6_postg.pdf..
- Rico, José Lorenzo Herrero. marzo del 2000.** Cartografía digital y Espeleología. [En línea] marzo del 2000. [Citado el: 6 de 12 de 2010.] <http://www.tic.udc.es/~nino/blog/documentos/cartografia-digital.pdf>.
- Roldán A, I.E. 2003.** *Sistemas de información geográfica aplicados al manejo de los recursos naturales*. 2003.
- Schmidt, Martin. 2007.** *Using ArcExplorer Java Edition for Education (AEJEE) with MY NASA DATA*. 2007.
- Sevilla, Universidad de. 2005.** *Validación de Requisitos*. España : s.n., 2005.
- Shuurman. 2008.** LAS DOS CARAS DEL SIG. *orbemapa*. [En línea] 01 de abril de 2008. [Citado el: 01 de 04 de 2011.] <http://www.orbemapa.com/2008/04/las-dos-caras-del-sig.html>.
- SI-GEO. 2008.** Sistema de Información Geográfica para el sector educativo. [En línea] 2008. [Citado el: 2 de 12 de 2010.] <http://www.mineducacion.gov.co/1621/article-190792.html>.
- Silva, Dr. José Luis Batista. . . [Online] noviembre 2005. [Cited: 12 2, 2010]. noviembre 2005.** *Revista Internacional de Ciencias de la Tierra*. [En línea] noviembre 2005. [Citado el: 2 de 12 de 2010.] http://www.mappinginteractivo.com/plantilla-ante.asp?id_articulo=1051..
- 2009.** *Sistemas de Información Geográfica, Universidad de Costa Rica*. 2009.

Bibliografía.

tejada, Luis. 2007. Herramientas CASE para el proceso de desarrollo de Software. *babotejada.wordpress.com*. [En línea] 29 de Mayo de 2007. [Citado el: 01 de 04 de 2011.] <http://babotejada.wordpress.com/2007/05/29/6/>.

Thompson, Ivan. 2008. Definición de Información. [En línea] 10 de 2008. [Citado el: 3 de 12 de 2010.] <http://www.promonegocios.net/mercadotecnia/definicion-informacion.html>.

Unzurrunzaga, Carolina, Genoves, Patricia y Petruccelli, Mabel. . 2007. [En línea] 05 de 2007. <http://www.fahce.unlp.edu.ar/academica/Areas/geografa/Catedras/tcnicasdeanalisisespacial..>

Unzurrunzaga, et al. 2007. 2007.