

Universidad de las Ciencias Informáticas

FACULTAD 6



**Sistema de Información Geográfica para el análisis del
comportamiento de la red televisiva en la Universidad de las
Ciencias Informáticas**

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

Autora:

Melvin Inés Labrada Ray

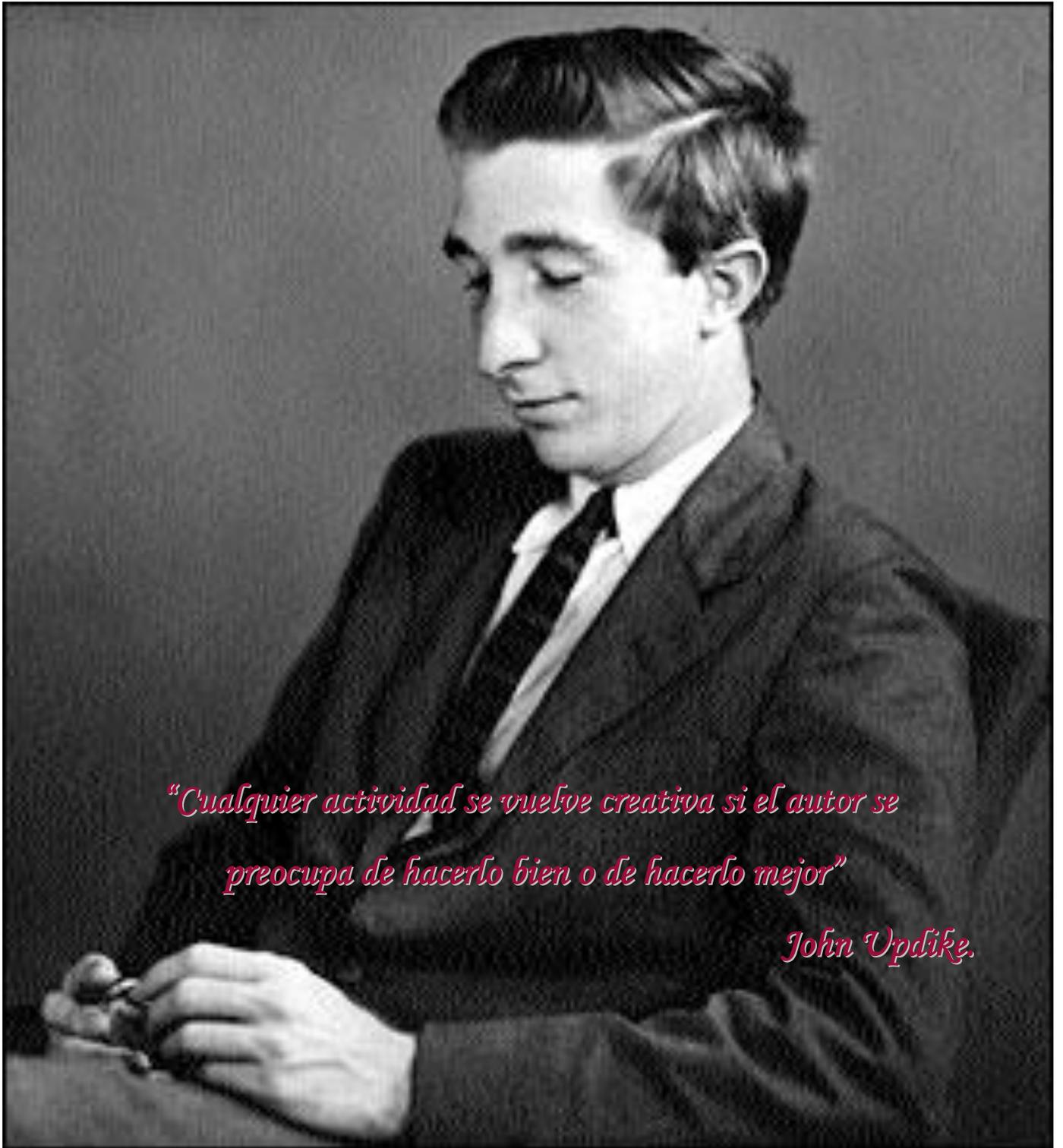
Tutores:

Msc. Manuel Enrique Puebla Martínez

Ing. Aimé Esther Guzmán Ramírez

La Habana, 2015

“Año 57 de la Revolución”



*“Cualquier actividad se vuelve creativa si el autor se
preocupa de hacerlo bien o de hacerlo mejor”*

John Updike.

DECLARACIÓN DE AUTORÍA

Yo, Melvin Inés Labrada Ray, declaro ser la autora de la presente tesis y reconozco a la Universidad de las Ciencias Informáticas los derechos patrimoniales de la misma, con carácter exclusivo.

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

Melvin Inés Labrada Ray
Firma de la Autora

MSc. Manuel Enrique Puebla Martínez
Firma del Tutor

Ing. Aimé Esther Guzmán Ramírez
Firma del Tutor

DATOS DE CONTACTO

Autora:

- Melvin Inés Labrada Ray
Universidad de las Ciencias Informáticas (UCI)
Correo Electrónico: milabrada@estudiantes.uci.cu

Tutores:

- MSc. Manuel Enrique Pueblos Martínez
Correo Electrónico: mpuebla@uci.cu
Profesión: Ingeniero en Ciencias Informáticas
- Ing. Aimé Esther Guzmán Ramírez
Correo Electrónico: aguzman@uci.cu
Profesión: Ingeniero en Ciencias Informáticas

AGRADECIMIENTOS

A mi mamá, quien es mi mayor tesoro. A ti mi faro, mi luz y salvavidas.

A mi papá porque es el mejor padre que pude haber deseado, gracias por tu apoyo, por animarme y darme fuerzas para continuar. Gracias a ti por tu amor incondicional, eres el mejor regalo que me dio la vida.

Lo que más agradezco por haber estudiado en esta universidad fue darme la oportunidad de conocer a mis amigas AnaC y Muñi. A ti AnaC agradezco por dejarme entrar en tu vida, por compartir momentos de alegría y tristeza; he encontrado en ti el verdadero significado de la amistad, te quiero mucho. A ti Muñi porque te quiero como la hermanita que nunca tuve.

A Lijandy por su amor, apoyo y compañía, te quiero mucho L.i.

A mis compañeros de curso de todos los tiempos y a mis compañeras de apto: 107105.

A todas aquellas personas que me donaron un poco de tiempo de máquina en sus PCs.

DEDICATORIA

Este trabajo va dedicado a mi familia, en especial a mi Abuela Inés, que Dios la tenga en la gloria.

A mis padres de quienes me siento muy orgullosa y a ellos debo lo que soy, los amo.

A mi hermano a quien adoro con el alma.

RESUMEN

La televisión es uno de los medios de comunicación con mayor presencia en la sociedad. La Universidad de las Ciencias Informáticas dispone de este servicio televisivo y la transmisión del mismo se realiza mediante una red de cables soterrada. Para potenciar la señal televisiva la universidad se auxilia de amplificadores para señales televisivas los cuales se encuentran distribuidos en los nodos televisivos, sin embargo cuando este se encuentra dañado también las zonas y otros nodos que dependen de su alimentación sufren dicha afectación. La presente investigación surge con el objetivo de desarrollar de un Sistema de Información Geográfica (SIG) para el análisis del comportamiento de la red televisiva en la Universidad de las Ciencias Informáticas. Para dar cumplimiento a esta tarea, se investigaron SIG que brindan soluciones similares al problema de la investigación. Se determinaron las tecnologías necesarias para la construcción del sistema, seguidamente se realizó la descripción y la construcción de la solución propuesta. Con el fin de garantizar la calidad que requiere el sistema se elaboraron pruebas para validar el correcto funcionamiento de las funcionalidades implementadas. Se obtuvo como resultado final un SIG que contribuye en el proceso de análisis del comportamiento de la red televisiva en la Universidad de las Ciencias Informáticas, el cual facilita la ubicación, gestión y análisis espacial de los nodos televisivos para la toma de decisiones en la Dirección de Gestión Tecnológica.

PALABRAS CLAVES:

Nodo televisivo, Red televisiva, Sistema de Información Geográfica.

ABSTRACT

Television is one of the media with greater presence in society. University of Information Sciences has this television transmission service and it is done through a network of underground cables. To enhance the university television signal amplifier helps to television signals which are distributed in television nodes, however, when it is too damaged areas and other dependent television nodes feeding suffer such involvement. This research began with the aim of developing a Geographic Information System (GIS) to analyze the behavior of the television network at the University of Information Sciences. To fulfill this task, GIS providing similar solutions to the investigation were investigated. Necessary for system construction technologies were determined, then the description and construction of the proposed solution was performed. In order to guarantee the quality required by the system tests were developed to validate the correct operation of the implemented features. It was obtained as a final result a GIS contributes in the process of analyzing the behavior of the television network at the University of Information Sciences, which facilitates the location, management and spatial analysis of television nodes for decision-making in the Directorate Technology Management.

KEYWORDS:

Television node, Television Network, Geographic Information System.

ÍNDICE GENERAL

AGRADECIMIENTOS	III
DEDICATORIA	IV
RESUMEN.....	V
PALABRAS CLAVES:.....	V
ABSTRACT.....	VI
ÍNDICE DE FIGURAS.....	X
ÍNDICE DE TABLAS	XI
INTRODUCCIÓN	1
CAPÍTULO 1: FUNDAMENTACIÓN TEÓRICA- METODOLÓGICA DE LA INVESTIGACIÓN	6
1.1 Conceptos asociados al dominio del problema.....	6
1.2 Características de los Sistemas de Información Geográfica (SIG).....	8
1.2.2 Componentes de un SIG	8
1.2.2 Clasificación de los SIG según el modelo de datos.....	10
1.3 Estudio de sistemas informáticos existentes.....	11
1.4 Conclusiones del capítulo.....	14
CAPÍTULO 2: TECNOLOGÍAS UTILIZADAS PARA EL DESARROLLO SISTEMA.....	15
2.1 Metodologías de desarrollo de <i>software</i>	15
2.1.1 Proceso Unificado Ágil (AUP)	15
2.2 Plataforma GeneSIG	17
2.2.1 CartoWeb.....	18
2.3 Lenguaje de Modelado	18
2.3.1 Lenguaje Unificado de Modelado (UML)	19
2.4 Herramienta CASE	19

*Sistema de Información Geográfica para el análisis del comportamiento de la red televisiva
en la Universidad de las Ciencias Informáticas*

2.4.1 Visual Paradigm.....	19
2.5 Servidor Web Apache v2.2	20
2.6 Servidor de Mapas: MapServer v6.0.....	20
2.7 Lenguajes de programación	20
2.8 Sistema Gestor de Base de Datos (SGBD)	23
2.9 Conclusiones del capítulo.....	24
CAPÍTULO 3: DESCRIPCIÓN DE LA SOLUCIÓN PROPUESTA	25
3.1 Modelo de dominio	25
3.1.1 Diagrama de clases del dominio	25
3.2. Requisitos Funcionales (RF).....	26
3.3 Requisitos No Funcionales (RNF)	28
3.4 Descripción del sistema propuesto	29
3.4.1 Descripción de los actores del sistema	29
3.4.2 Diagrama de casos de uso del sistema.....	30
3.4.3 Descripción de los casos de uso del sistema	31
3.5 Conclusiones del capítulo.....	36
CAPÍTULO 4: CONSTRUCCIÓN Y PRUEBAS DE LA SOLUCIÓN PROPUESTA.....	38
4.1 Arquitectura de software.....	38
4.1.2 Patrones arquitectónicos empleados	38
4.2 Modelo de Diseño.....	39
4.2.1 Diagrama de clases del diseño	41
4.2.2 Patrones de diseño	42
4.3 Diseño de la Base de Datos	44
4.3.1 Clases Persistentes	44

*Sistema de Información Geográfica para el análisis del comportamiento de la red televisiva
en la Universidad de las Ciencias Informáticas*

4.3.2 Modelo Entidad-Relación.....	45
4.4 Modelo de Implementación.....	46
4.4.1 Diagrama de Componentes	46
4.5 Modelo de Despliegue	47
4.6 Pruebas al sistema.....	48
4.6.1 Pruebas de Caja Negra.....	48
4.6.2 Resultados de las pruebas.....	55
4.7 Conclusiones del capítulo.....	55
CONCLUSIONES GENERALES.....	56
RECOMENDACIONES.....	57
BIBLIOGRAFÍA Y REFERENCIAS.....	58
GLOSARIO DE TÉRMINOS.....	65

ÍNDICE DE FIGURAS

Fig. 1.1 Herramientas técnicas para el análisis espacial	8
Fig. 1.2 Modelo vector y modelo ráster	11
Fig. 2.1 Ciclo de vida de AUP	16
Fig. 3.1 Diagrama de clases del dominio	26
Fig. 3.2 Diagrama de Casos de Uso del sistema	30
Fig. 4.1 Diagrama de Clases del Diseño: Gestionar nodo televisivo.....	42
Fig. 4.2 Diagrama de Clases Persistentes	45
Fig. 4.3 Modelo Entidad-Relación	46
Fig. 4.4 Diagrama de Componentes	47
Fig. 4.5 Diagrama de Despliegue	48

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 3.1 Descripción de los actores del sistema.....	29
Tabla 3.2 Descripción del CU Gestionar usuario	31
Tabla 4.1 Descripción de variables del CU Gestionar Nodo televisivo	49
Tabla 4.2 Diseño de casos de prueba del CU Gestionar Nodo televisivo	50
Tabla 4.3: No conformidades detectadas	55

INTRODUCCIÓN

Los medios de comunicación están presentes en la vida diaria, forman parte de la cultura y modifican, en ocasiones, las formas de percepción. Estos informan, entretienen y, de algún modo, educan a la sociedad. La televisión desde hace mucho tiempo ha sido uno de los principales medios de comunicación y entretenimiento del hombre, tal ha sido su impacto desde sus inicios que se ha convertido en parte de la vida de muchos.

En los primeros años solo las principales urbes de los países tecnológicamente más desarrollados (Londres, Berlín, París, Nueva York) contaban con esta novedad, pero a medida que iba creciendo su popularidad, fue ganando más terreno en el orbe con el paso del tiempo, alcanzando una difusión sin precedentes. (Estrada García de Loarca, 2005)

Cuba no quedó al margen de los avances tecnológicos que se desarrollaban en el mundo, por ello el 24 de octubre de 1950 la Unión Radio Televisión transmite la primera señal de televisión comercial por el Canal 4, desde el Palacio Presidencial, actual Museo de la Revolución (TV Cubana, 2013). Posteriormente inicia sus servicios regulares por el Canal 6 de CMQ Televisión, el 11 de marzo de 1951 (ICRT, 2014). Con ello la mayor de las Antillas, junto a Brasil y México, se convierte en pionera de las transmisiones televisivas en el área de América Latina y el Caribe. En 1957 cuando alrededor de 50 países tenían televisión, en Cuba ya se contaba con 7 años de experiencia (Asociación Cultural Amigos de Cuba Albacete, 2012).

A pesar de que Cuba es un país bloqueado hace más de 50 años, nunca ha descartado la posibilidad de desarrollarse, según avanza la tecnología, de acuerdo con sus posibilidades. Como fruto de este interés surge en el 2002 la Universidad de las Ciencias Informáticas (UCI), primera universidad hija de la Batalla de Ideas. Desde sus inicios, la UCI ha perseguido el objetivo de ser la primera Ciudad Digital del país, por lo que se ha trabajado para ofrecer a sus estudiantes, profesores y trabajadores, en general, una amplia gama de servicios informatizados, entre ellos, como parte de la tecnología instalada, los servicios de televisión.

La transmisión de la televisión en la universidad se realiza mediante una red de cables soterrada que llega a todos los receptores de la institución e incluye, además de su programación televisiva, la programación de la Televisión Nacional. Esta transmisión sufre variadas interferencias en su viaje hacia su destino final y para ello la universidad se auxilia de amplificadores para señales televisivas que se encuentran dentro de

Sistema de Información Geográfica para el análisis del comportamiento de la red televisiva en la Universidad de las Ciencias Informáticas

nodos televisivos ubicados en diferentes locales; dichos nodos representan la conexión o unión de la red televisiva, por lo que si un nodo se encuentra afectado por cualquier índole, los nodos asociados a él también sufrirán su condición. La entidad encargada de transmitir a toda la comunidad universitaria dichos servicios televisivos, es la Dirección de Comunicación Institucional (antes conocida por DTU: Dirección de Televisión Universitaria ahora DIRCOM) conformada por distintos departamentos.

Debido a la amplia infraestructura tecnológica, entre equipos y periféricos, con que cuenta la universidad, que sufren una explotación diaria y se ven afectados por roturas o desperfectos, se crea la Dirección de Gestión Tecnológica (DGT), entidad encargada de darle solución a los problemas de infraestructura tecnológica. Dicha dirección está conformada por cuatro grupos especializados, que son los encargados de todas las ramas del soporte técnico: Asistencia Técnica (GAT), Redes, Televisión y Telefonía, integrados por técnicos y especialistas que le dan solución a los problemas que se presenten.

La DGT, utiliza documentos en formato duro donde se representa, de manera textual, la ubicación de los nodos televisivos dentro de la universidad y las áreas o edificaciones que comprenden, así como la dependencia y conexión que existe entre cada uno de ellos. Entonces, analizar el comportamiento de estos medios se hace engorroso por la cantidad de documentación que se debe consultar para conocer las diferentes situaciones o fallas que se han presentado en cada uno de dichos nodos, limitando su control y el conocimiento constante y actualizado del comportamiento de los mismos. La forma en que la DGT controla estos recursos es mediante inventarios en formato duro, por lo que esta información puede extraviarse, deteriorarse con el paso del tiempo o duplicarse a la hora de realizar los informes con lo referente a la situación de los recursos.

Por otra parte, cuando ocurre una afectación en la señal televisiva, puede ser por el mal estado en que se encuentra el cable o por la baja transmisión de la señal, los técnicos encargados de darle solución a las incidencias, revisan la aplicación GATServer¹ para consultar los reportes registrados. Los reportes son tomados de manera independiente, por lo tanto si ocurren varias incidencias de este tipo en una misma zona no se tiene en cuenta que pueda existir una conexión entre ellos, pues pertenecen a la misma área comprendida por un nodo de televisión, siendo este el que se encuentra dañado. Esto provoca que se retrase la solución de la afectación y la generación excesiva de reportes.

¹ Herramienta que gestiona el proceso de los problemas tecnológicos en la UCI y que tiene como alcance el área de servicios técnicos, es decir, sólo es utilizado por el personal de la DGT.

Sistema de Información Geográfica para el análisis del comportamiento de la red televisiva en la Universidad de las Ciencias Informáticas

Toda esta situación trae consigo la generación excesiva de documentos, además de posibilitar la ocurrencia de errores y la obtención de resultados de análisis incorrectos a la hora de realizar informes relativos al estado de los nodos televisivos por parte de los directivos de la DGT. Hay que tener en cuenta también que para los técnicos novatos en este trabajo, al tener poco conocimiento de las áreas donde se encuentran ubicados los nodos televisivos, se les hace engorroso situarlos, debido a la poca familiarización con el terreno de la universidad.

Basado en lo anteriormente se plantea como **problema de investigación** la carencia de un sistema informático imposibilita la representación espacial de la ubicación y el estado de los nodos televisivos de la Universidad de las Ciencias Informáticas.

Se define como **objeto de estudio** el proceso de representación y análisis espacial de las redes televisivas por cable. Delimitando el **campo de acción** en los sistemas de información geográfica en el proceso de representación y análisis espacial de las redes televisivas por cable en la Universidad de las Ciencias Informáticas.

El **objetivo general** en el que se basa la investigación es desarrollar un sistema de información geográfica para el análisis del comportamiento de la red televisiva de la Universidad de las Ciencias Informáticas, a partir de las ubicaciones y estado de los nodos televisivos en las diferentes áreas de la universidad.

Con el fin de guiar la investigación se definieron las siguientes preguntas científicas:

1. ¿Cómo representar espacialmente la ubicación de los nodos televisivos?
2. ¿Cómo representar espacialmente la dependencia entre los nodos televisivos?
3. ¿Cuáles son las áreas que se verían afectadas en caso de fallar el funcionamiento de un nodo?

Para darle solución al objetivo general de la investigación, a partir de las preguntas científicas definidas se especifican las siguientes **tareas de la investigación**:

1. Analizar los tipos de sistemas informáticos para la representación y análisis espacial de las redes televisivas, con el fin de seleccionar el adecuado para el desarrollo de la propuesta de solución.

Sistema de Información Geográfica para el análisis del comportamiento de la red televisiva en la Universidad de las Ciencias Informáticas

2. Identificar y caracterizar los sistemas informáticos existentes en Cuba y el mundo para la representación y análisis espacial de las redes televisivas por cable, con el fin de obtener referencias para la confección de la solución propuesta.
3. Seleccionar la metodología, tecnologías y herramientas para guiar y construir la propuesta de solución.
4. Diseñar la solución propuesta.
5. Implementar el sistema para el análisis del comportamiento de la red televisiva en la UCI.
6. Probar el sistema para la verificación del cumplimiento de las funcionalidades.

Se aplicaron los siguientes **métodos científicos** para desarrollar la investigación:

Métodos teóricos:

- ✓ Analítico-Sintético: Se utilizó con el objetivo de analizar los diferentes tipos de sistemas informáticos para la representación y análisis espacial de la información, así como el estudio de las metodologías, tecnologías y herramientas seleccionadas, con el fin de sintetizar los elementos más importantes que contribuyen al desarrollo de la investigación. Además, sirvió para analizar los sistemas existentes con características similares a la solución que se propone en la presente investigación.
- ✓ Histórico-Lógico: Permitió realizar un estudio de la trayectoria evolutiva de los sistemas informáticos existentes para la representación y análisis espacial de la información seleccionado.

Métodos empíricos:

- ✓ Entrevista: Se aplicó con el objetivo de recopilar información con el personal de la DGT en la UCI para conocer las características de los nodos televisivos.
- ✓ Observación: Se utilizó para entender cómo se trabaja sobre la plataforma GeneSIG.

Se espera como **resultado** un sistema de información geográfica para el análisis del comportamiento de las redes televisivas en la UCI, el informe de investigación y los artefactos asociados al proceso de desarrollo.

El presente trabajo de investigación está estructurado en 4 capítulos:

CAPÍTULO 1: FUNDAMENTACIÓN TEÓRICO – METODOLÓGICA DE LA INVESTIGACIÓN. Contempla los conceptos asociados al dominio del problema que contribuyen a su mejor entendimiento, un estudio del objeto de estudio, así como, una presentación del estado de arte en el mundo de las aplicaciones que responden al objetivo general.

CAPÍTULO 2: TECNOLOGÍAS UTILIZADAS PARA LA CONFECCIÓN DEL SISTEMA. Está centrado en las tendencias y las tecnologías que se utilizan para el desarrollo de los Sistemas de Información Geográfica, se realiza un análisis de las metodologías que se manejan en el mundo para el desarrollo de *software* de forma general, las herramientas CASE, el lenguaje de modelado y lenguajes de programación para la construcción de la solución propuesta.

CAPÍTULO 3: DESCRIPCIÓN DE LA SOLUCIÓN PROPUESTA. En este capítulo se realiza el modelo de dominio, así como la enumeración de los requisitos funcionales y no funcionales del sistema. Los funcionales se agrupan mediante diagramas de casos de uso del sistema y se realiza una descripción textual de los mismos.

CAPÍTULO 4: CONSTRUCCIÓN Y PRUEBAS DE LA SOLUCIÓN PROPUESTA. Por último, este capítulo trata sobre la construcción de la solución propuesta. Se realiza el modelo del diseño, el modelo de datos, de despliegue y los diagramas de componentes, además de establecer los patrones arquitectónicos. Finalmente, se realizan las pruebas de software al sistema, por cada caso de uso, para verificar si la solución cumplió o no, con las funcionalidades implementadas.

CAPÍTULO 1: FUNDAMENTACIÓN TEÓRICA- METODOLÓGICA DE LA INVESTIGACIÓN

Este capítulo está enfocado en los principales conceptos que contemplan el diseño teórico de la investigación. Además, se realiza un análisis de las posibles soluciones existentes a nivel mundial sobre el proceso de representación y análisis espacial de las redes televisivas por cable.

1.1 Conceptos asociados al dominio del problema

Para lograr una mejor comprensión del problema, se describen a continuación un conjunto de conceptos a partir del análisis de la literatura asociado al dominio del problema, con el objetivo de lograr un mejor entendimiento de la investigación.

Red televisiva por cable

La televisión por cable, es un sistema de servicios de televisión que se brinda a los consumidores a través de señales de radiofrecuencia que se transmiten a los televisores fijos a través de cables coaxiales o fibras ópticas. Surge por la necesidad de llevar señales de televisión y radio, hasta el domicilio de los consumidores, sin necesidad de que estos deban disponer de diferentes equipos receptores, como por ejemplo las antenas. (López Ayala, 2014)

La red de televisión por cable también conocida como red de CATV², no es más que un tipo de red de telecomunicación y se define como el conjunto de elementos que forman la infraestructura necesaria para establecer una comunicación, es decir, permite la interconexión entre dos equipos terminales (Associació Catalana d'Enginyeria Sense Fronteras, 2006). Estas redes utilizaban cable coaxial en toda su extensión desde sus inicios, hoy día son llamadas redes HFC³ pues combinan tanto fibra óptica como cable coaxial.

Estructura de las redes de televisión por cable:

Una red de televisión por cable está compuesta básicamente por una cabecera de red, la red troncal, la red de distribución, y el último tramo de acometida al hogar del abonado (Andreula, 2015). Su topología es en árbol, en donde a partir de un nodo cabecera se recopilan todos los canales de los enlaces terrestres o

² Por sus siglas en inglés: *Community Antenna Television (Televisión por cable)*. Servicio que ofrece transferencia de imágenes de televisión a domicilios abonados.

³ HFC: *Hybrid Fibre Coaxial (Híbrido de Fibra y Coaxial)*. En Telecomunicaciones, es un término que define una red que incorpora tanto fibra óptica como cable coaxial para crear una red de banda ancha. (Franco, 2012)

producción propia, para ser transmitidos por la red. La red de distribución se encarga del transporte de la señal desde la cabecera hasta los puntos de distribución conectados a los diferentes abonados (Franco, 2012). A continuación se describe la estructura de la red televisiva cableada:

La cabecera. Es el órgano central desde donde se gobierna todo el sistema. Suele disponer de una serie de antenas que reciben los canales de TV y radio de diferentes sistemas de distribución (satélite, microondas, etc.), así como de enlaces con otras cabeceras o estudios de televisión y con redes de otro tipo que aporten información susceptible de ser distribuida a los abonados a través del sistema de cable. (Andreula, 2015)

La red troncal. Es la encargada de repartir la señal compuesta generada por la cabecera a todas las zonas de distribución que abarca la red de cable. (Andreula, 2015)

La red de distribución. La red de distribución o secundaria conecta un nodo primario con varios nodos secundarios a través de anillos con arquitectura en estrella. (Andreula, 2015)

La acometida. Esta es la que llega a los hogares de los abonados y es sencillamente el último tramo antes de la base de conexión, en el caso de los edificios es la instalación interna. (Andreula, 2015)

Representación y análisis espacial de la información

El análisis espacial, se centra en el estudio, de manera separada, de los componentes del espacio, definiendo los elementos que lo constituyen y la manera como estos se comportan bajo ciertas condiciones. Sus principales objetivos son:

- Identificar los componentes del espacio, y
- Utilizar un procedimiento o un conjunto de procedimientos que permitan comprender, la funcionalidad de algunos de esos componentes espaciales.

Para realizar el análisis espacial de la información se hace uso de herramientas técnicas las cuales cumplen con los dos objetivos del análisis espacial, mencionados anteriormente, en cuanto a que sirven para identificar los componentes del espacio y se centran en el procesamiento o tratamiento de datos. La Figura 1.1 muestra una clasificación en cuatro grupos de las herramientas técnicas utilizadas para el análisis espacial.



Fig. 1.1 Herramientas técnicas para el análisis espacial⁴.

Dentro de las herramientas para el análisis espacial más utilizadas se encuentran los Sistemas de Información Geográfica pues cumplen con los dos objetivos del análisis espacial, ya que son el resultado del modelamiento basado en los procesos de captación de información, abstracción de la misma y representación del mundo real, estableciendo las relaciones entre los componentes del espacio. Permiten además, construir un modelo con patrones futuros de comportamiento. (Madrid Soto, y otros, 2005)

1.2 Características de los Sistemas de Información Geográfica (SIG)

La revolución digital de finales del siglo pasado permitió que la información geográfica se volviera más accesible para la mayoría de las personas. *“Gracias a los SIG, complejos procesos de análisis de información espacial que requerían gran cantidad de tiempo, recursos y expertos se han reducido, situación que ha sido corroborada por otras ciencias, convirtiéndose en herramientas indispensables para el desarrollo de campos tan disímiles como la medicina, la arqueología, la sociología y todas las disciplinas que utilicen alguna variable con expresión en el espacio geográfico”* (Peña, 2006).

1.2.2 Componentes de un SIG

⁴ Elaboración propia basada en (Madrid Soto, y otros, 2005).

Sistema de Información Geográfica para el análisis del comportamiento de la red televisiva en la Universidad de las Ciencias Informáticas

Un SIG está formado por un conjunto de componentes físicos y lógicos (*hardware* y *software*). Posee la capacidad de ingresar, almacenar, analizar, gestionar y transmitir datos espacialmente referenciados, con objetivos específicos que posibilitan el modelado de la realidad creando imágenes semejantes a lo existente, permitiendo el estudio de la realidad en toda su complejidad, análisis y gestión. A continuación se detallan los elementos que conforman esta clase de sistemas (Fig. 1.2).

Equipos (*Hardware*):

El *hardware* es equipo tecnológico donde opera el SIG. Hoy en día, los SIG se pueden ejecutar en una gran variedad de plataformas, que pueden variar desde servidores (computadora central) a computadoras de escritorio o laptop que se utilizan en las configuraciones de red o individuales. Mediante el *hardware*, el usuario interactúa directamente con el sistema, al permitir llevar a cabo las distintas operaciones SIG de entrada y salida de información.

Programas (*Software*):

El *software* actúa como soporte lógico que organiza, dirige y da consistencia a todo el sistema. Los programas de SIG proveen las funciones y las herramientas que se requieren para almacenar, analizar y desplegar información geográfica. Los componentes más importantes son:

- Herramientas para la entrada y manipulación de la información geográfica.
- Un sistema de administración de base de datos.
- Herramientas que permitan búsquedas geográficas, análisis y visualización.
- Interfaz gráfica para el usuario para acceder fácilmente a las herramientas.

Datos

El componente más importante de un SIG son los datos. Los datos geográficos y tabulares relacionados pueden colectarse en la empresa, en terreno o bien adquirirlos a quien implementa el sistema de información, así como a terceros que ya los tienen disponibles. El SIG integra los datos espaciales con otros recursos de datos y puede incluso utilizar los administradores de base de datos (DBMS) más comunes para organizar, mantener y manejar los datos espaciales y toda la información geográfica.

Recurso humano

Sistema de Información Geográfica para el análisis del comportamiento de la red televisiva en la Universidad de las Ciencias Informáticas

La tecnología SIG está limitada si no se cuenta con el personal adecuado que opere, desarrolle y administre el sistema, y llevar a cabo los planes de desarrollo para aplicarlos a los problemas del mundo real. Entre los usuarios de SIG se encuentran los especialistas técnicos, que diseñan y mantienen el sistema para aquellos que los utilizan diariamente en su trabajo. Y es que un SIG solamente tiene sentido en el contexto de una organización, entendida como la estructura que establece procedimientos, líneas de información, puntos de control, y otros mecanismos que aseguren el presupuesto, mantengan una elevada cualidad de los trabajos realizados y garanticen las necesidades de la organización (Longley, y otros, 2005).

Metodología y Procedimientos

Para que un SIG tenga éxito, este debe operar de acuerdo a un plan bien diseñado y estructurado y acorde con las reglas de la empresa o institución, que son los modelos y prácticas operativas características de cada organización.

1.2.2 Clasificación de los SIG según el modelo de datos

Los Sistemas de Información Geográfica facilitan el trabajo, ya que separan la información en capas temáticas y las almacena de forma independiente, haciendo más rápida y sencilla la tarea final de relacionar la información existente para la obtención de resultados. Éstos pueden ser clasificados atendiendo al modelo de datos con que se procesa la información, el modelo vector y el modelo ráster. (Ver Fig. 1.3). A continuación se detallan dichos modelos.

Modelos para el funcionamiento de un SIG:

- Modelo ráster: Los datos ráster son una abstracción de la realidad, representan ésta como una malla o rejilla de celdas o píxeles. Cada superficie a representar se divide en filas y columnas, formando dicha malla. Cada celda de la rejilla guarda tanto las coordenadas de la localización como el valor temático. (The University of Melbourne, 2001)
- Modelo vector: Los datos vectoriales constan de líneas o arcos, definidos por sus puntos de inicio y fin, y puntos donde se cruzan varios arcos, los nodos. La localización de los nodos y la estructura topológica se almacena de forma explícita. En este modelo, los datos geográficos se representan en forma de coordenadas. (The University of Melbourne, 2001)

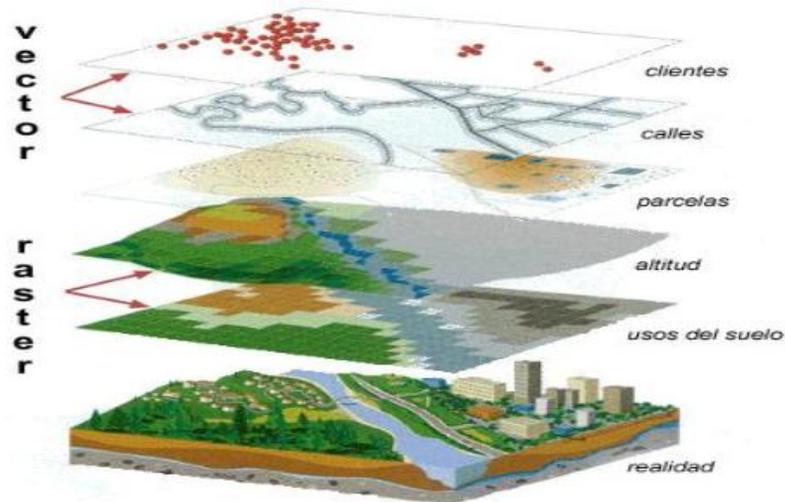


Fig. 1.2 Modelo vector y modelo ráster⁵.

En resumen los SIG son sistemas que integran el *hardware*, el *software*, personas e información geográfica cuya principal función consiste en analizar, manipular, gestionar, capturar, almacenar y exponer datos espacialmente referenciados. Además, brindan la posibilidad a cualquier usuario de resolver problemas de planificación, gestión y toma de decisiones sobre una situación dada, en un lugar determinado a partir de su visualización. Contribuyen al estudio de la distribución y monitoreo de recursos de todo tipo, como eventos naturales y actividades diarias en las que es necesario el manejo de grandes masas de información geográficamente referenciadas.

1.3 Estudio de sistemas informáticos existentes

Durante el proceso de investigación se pudo identificar que existen herramientas con características y funcionalidades similares a las que se necesitan para desarrollar la propuesta de solución. Cada una de ellas cumple una función determinada dentro del marco, entorno o empresa en el que está establecida. A continuación se describen algunos de estos sistemas para realizar el análisis de sus potencialidades, así como sus principales deficiencias.

SIG aplicado en Transmisión de Señales de Radio y Televisión

⁵ Tomado de (Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación, 2006)

Sistema de Información Geográfica para el análisis del comportamiento de la red televisiva en la Universidad de las Ciencias Informáticas

El SIG aplicado en Transmisión de Señales de Radio y Televisión, es una herramienta utilizada en la República de Guatemala para realizar un análisis general de la audiencia y teleaudiencia que posee una repetidora en particular, y una mejor planificación para la localización de futuras antenas repetidoras, tomando en cuenta la potencial población que recibiría la señal que se desea transmitir. Anteriormente para realizar estas actividades se requería la contratación de empresas encuestadoras y el trabajo de campo para calcular un posible universo de potenciales radioescuchas en cierta región del país. Esta herramienta se remite a presentar el área o región de influencia (o recepción) a partir de la propagación de la onda emitida por una antena Radial o Televisiva. Eliminando posibles dudas con el término antena repetidora, aclarar que éste hace referencia precisamente a una antena que se encarga o posibilita la propagación de la señal de televisión. (ESRI, 2014)

De este sistema de información geográfica se toma como punto de referencia, para la confección de la solución propuesta, la utilización de botones para posicionar una antena en el mapa. Además, este SIG posibilita representar el área de propagación de la antena repetidora.

El sistema no se puede utilizar porque fue desarrollada en *Avenue®* y los mapas con los que cuenta la misma en *PC ARC/INFO 3.4.2*. La digitalización cuenta con mapas de la República de Guatemala en proyección UTM de lugares como carreteras, poblaciones, lagos, ríos y aeropuertos. Además, se utilizó la capa de Curvas de Nivel que viene incluida en *Digital Chart of the World®*. Por otra parte, es válido señalar que se creó con el objetivo de analizar la audiencia y la teleaudiencia que posee una antena repetidora en particular.

Aplicación de herramientas GIS para la optimización de Redes de Telecomunicación

Este sistema de información geográfica surge en la Universidad de Oviedo, España, con la finalidad de optimizar el espacio a la hora de establecer una red de telecomunicaciones de manera que sea lo más respetuosa posible con el entorno, con el fin de reaprovechar al máximo posible los postes eléctricos ya instalados. La disminución en el número de postes eléctricos a instalar conllevará una disminución del impacto ambiental que toda la infraestructura necesaria para su ubicación puede provocar.

El diseño del sistema está pensado para que de forma sencilla distintas personas puedan acceder, a la vez, a una misma base de forma rápida y fiable sin necesidad de conocimientos específicos. El sistema permite también realizar nuevas inserciones o modificaciones, de forma que, por ejemplo, después de una nueva reubicación, los datos sean trasladados de forma inmediata al sistema. (Martínez Huerta, y otros, 2008)

Sistema de Información Geográfica para el análisis del comportamiento de la red televisiva en la Universidad de las Ciencias Informáticas

El sistema es de gran utilidad a la hora de planificar rutas de acceso a una estación o nodo determinado, ya sea para mantenimiento o por averías. El fin de este proyecto consiste en evitar la masificación de los postes eléctricos, reaprovechando las estaciones para distintos usos y compañías, evitando, de esta manera, el impacto ambiental que la multiplicidad conlleva, contribuyendo así a un desarrollo sostenible. Además el sistema puede ser utilizado para indicar la dirección a orientar la antena receptora desde cualquier emplazamiento. Asimismo se puede realizar un rediseño de las orientaciones y los postes con el fin de considerar efectos de impacto visual e incluso de radiaciones recibidas. (Martínez Huerta, y otros, 2008)

Dadas las características antes expuestas se opta por tomar como referencias para la confección de la solución propuesta, las funcionalidades correspondientes a la gestión, localización e identificación de las estaciones de telecomunicaciones.

No se utiliza porque, para su correcto funcionamiento, necesita *software* adicional como Autocad, de la casa del *software* Autodesk, lo que aumenta el costo de su implantación. La base de datos con la que trabaja es MS-Access. El soporte del sistema debe ser dado por Microstation J o superior con interfaces creadas para su utilización solamente en el sistema operativo Windows.

Software de diseño de redes de televisión por cable (CATV)

La herramienta de diseño de redes de televisión por cable (CATV) se caracteriza por poseer un conjunto de interfaces de fácil manejo y un aspecto atractivo para el usuario, bien sea el personal asignado a los procesos de diseño o cualquier otra persona con mínimos conocimientos sobre CATV podrá fácilmente navegar por las distintas opciones presentadas por la aplicación. La base para realizar un diseño con el *software* de diseño de redes de televisión por cable (CATV) son las capas cartográficas, el aplicativo permite cargar archivos de tipo *.shp, *.dwg, *.tiff. Como principal unidad de trabajo se utilizan los archivos con extensión *.shp. (Montaño Navisoy, y otros, 2007)

Con este sistema se puede obtener información precisa de diferentes puntos de apoyo, distancia entre elementos, posibles puntos de cruces de cables y dificultades. Además, ofrece una simbología referente a cada uno de los equipos y tipos de cables que conforman las redes HFC, determinando los parámetros de calidad de la señal, para finalmente entregar un plano que contenga todos estos elementos, además de un inventario de equipos y cables utilizados. (Montaño Navisoy, y otros, 2007)

Sistema de Información Geográfica para el análisis del comportamiento de la red televisiva en la Universidad de las Ciencias Informáticas

De este sistema se toma como referencia para la propuesta de solución que el diseño debe ser atractivo para el usuario, con una interfaz amigable y fácil de usar.

No se utiliza porque para instalar la aplicación es necesario contar con el *software* MapObject Runtime (Mo22rt.exe) y Setup_HFC.exe. Mo22rt, es el *software* que contiene las rutinas SIG utilizadas en el *software* y Setup_HFC es el aplicativo en sí. Se debe instalar Mo22rt antes de intentar ejecutar SetupCable.exe, pues el segundo necesita registrar en el sistema operativo bibliotecas para que el *software* opere correctamente, esto se puede hacer en cuantas máquinas desee.

1.4 Conclusiones del capítulo

Con la realización de este capítulo, se evidenció la necesidad de la creación de un sistema de información geográfica para analizar el comportamiento de la red televisiva en la UCI a partir de las ubicaciones y estado de los nodos televisivos de las diferentes áreas de la universidad. Además, con el estudio y análisis realizados de los diferentes sistemas existentes se tuvo un mejor conocimiento de las funcionalidades con las que debe contar un SIG para la representación y análisis espacial de las redes televisivas por cable en la universidad.

CAPÍTULO 2: TECNOLOGÍAS UTILIZADAS PARA EL DESARROLLO DEL SISTEMA

El contenido del presente capítulo aborda la argumentación de la metodología de desarrollo de *software* que se utilizará. Además se realiza una descripción de cada herramienta, así como del lenguaje de programación, el lenguaje de modelado y la herramienta CASE para la elaboración de los artefactos ingenieriles.

2.1 Metodologías de desarrollo de *software*

Una metodología de desarrollo de *software* es un conjunto de procedimientos y pasos que deben ser seguidos para desarrollar un producto de *software*. Tienen como principal objetivo aumentar la calidad del *software* que se produce en todas y cada una de sus fases de desarrollo. Se dividen en dos tipos, las **metodologías tradicionales o pesadas** y las **metodologías ágiles**. (Canós, y otros, 2013)

Las **metodologías tradicionales** han demostrado ser efectivas y necesarias en proyectos de gran tamaño (respecto a tiempo y recursos). Fueron pensadas para la generación exhaustiva de documentación durante todo el ciclo de vida de un sistema. Sin embargo, este enfoque no resulta ser el más adecuado para muchos de los sistemas que se desarrollan hoy día, donde el entorno es muy cambiante, y en donde se exige reducir drásticamente los tiempos de desarrollo pero manteniendo una alta calidad.

Ante las dificultades para utilizar metodologías tradicionales con estas restricciones de tiempo y flexibilidad, emergen en este escenario, las **metodologías ágiles** como una posible respuesta. Por estar especialmente orientadas para proyectos pequeños, ponen vital importancia en la capacidad de respuesta a los cambios, la confianza en las habilidades del equipo y a mantener una buena relación con el cliente. Las metodologías ágiles constituyen una solución a medida, aportando una elevada simplificación que a pesar de ello no renuncia a las prácticas esenciales para asegurar la calidad del producto.

2.1.1 Proceso Unificado Ágil (AUP)

La metodología AUP⁶ es una versión simplificada de RUP⁷. Es una metodología de desarrollo ágil que hereda algunas de las técnicas ágiles de XP⁸ y reteniendo parte de la formalidad de RUP. Se recomienda

⁶ Por sus siglas en inglés: Agile Unified Process.

⁷ Por sus siglas en inglés: Rational Unified Process

Sistema de Información Geográfica para el análisis del comportamiento de la red televisiva en la Universidad de las Ciencias Informáticas

la aplicación de esta metodología en equipos con menos de diez integrantes aunque cuenta con casos de éxito en proyectos de mayor envergadura (AMBYSOFT, 2014).

El Proceso Unificado Ágil consta de cuatro fases al igual que en RUP por las que atraviesa un proyecto, como se muestra en la Figura 2.2: Ciclo de vida de AUP. Dichas fases son: (Universidad Nacional Costa Rica, 2006)

- 1. Iniciación.** Identificar el alcance inicial del proyecto y la arquitectura para el sistema.
- 2. Elaboración.** Identificar y validar la arquitectura del sistema.
- 3. Construcción.** Construir el *software* desde un punto de vista incremental.
- 4. Transición.** Validar y desplegar el sistema en el entorno a utilizar.

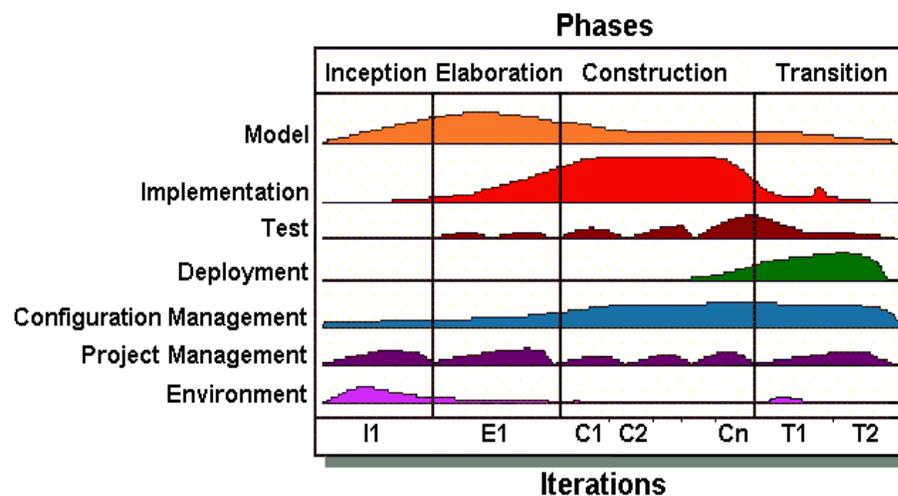


Fig. 2.1 Ciclo de vida de AUP⁹.

A lo largo de las cuatro fases, se desarrollan actividades relativas a siete disciplinas de manera iterativa. Las disciplinas de AUP son diferentes a las de RUP, se han mezclado modelación del negocio, requisitos, análisis y diseño en la disciplina de modelación y además, se unieron gestión de cambios y gestión de configuración en una sola disciplina; quedando de la forma siguiente:

- 1. Modelado.** Su objeto es entender la lógica de negocio de la aplicación, el dominio del problema del proyecto e identificar una solución viable para el dominio del problema.

⁸ Por sus siglas en inglés: eXtreme Programming

⁹ Tomado de (AMBYSOFT, 2014)

- 2. Implementación.** Transformar los modelos en código ejecutable y realizar pruebas básicas, en particular pruebas unitarias.
- 3. Pruebas.** Realizar una evaluación de los objetivos para asegurar la calidad. Esto incluye encontrar defectos, validar que el sistema funciona como fue diseñado y verificar que los requisitos se cumplen.
- 4. Despliegue.** Planear la entrega del sistema y ejecutar el plan para hacer que el sistema quede disponible para los usuarios finales.
- 5. Gestión de la configuración.** Gestionar el acceso a los artefactos del proyecto. Esto incluye, además de la traza de versiones de los artefactos, el control de cambios y la gestión de los mismos.
- 6. Gestión del proyecto.** Dirige las actividades que tienen lugar dentro del proyecto, incluyendo gestión de riesgos, dirección del personal y coordinación.
- 7. Entorno.** Apoyar el resto del esfuerzo asegurando que los procesos, métodos y herramientas están disponibles para el equipo cuando los necesitan.

Se decide utilizar la metodología AUP para guiar el ciclo de vida de la propuesta de solución, porque opta por un paradigma de trabajo con entregables, esenciales y específicos, de la solución final. Se aplica en entornos organizacionales no masivos o en equipos con una estructura jerárquica reducida. Además, se trata de un equipo de trabajo conformado únicamente por la autora de la investigación como responsable de las labores de análisis, diseño e implementación.

2.2 Plataforma GeneSIG

La plataforma GeneSIG, creada en el Centro de Desarrollo de Geoinformática y Señales Digitales (GEySED) de la UCI, de la cual es propietaria además XETID y la empresa Geocuba, surge por la necesidad que tiene la UCI de contar con un producto soberano que sirva como soporte al desarrollo de aplicaciones de SIG en entornos libres en el país. Tiene como objetivo fundamental realizar la representación geoespacial de la información. Sus funcionalidades permiten brindar servicios de georreferenciación y localización de los recursos, así como incluir datos y ubicar nuevos objetos sobre mapas que resulten de interés para la estructura funcional.

GeneSIG está implementada con herramientas y tecnologías libres, cumpliendo además con las especificaciones OpenGIS que establece el Consorcio Open Geospatial (por sus siglas en inglés, OGC), que garantizan la interoperabilidad global entre los SIG y rigiéndose por la política de migración a *software*

libre y de soberanía tecnológica que impulsa el país. Se creó aprovechando las ventajas que ofrece el *framework* CartoWeb, las cuales consisten en adaptar las funcionalidades de dicha herramienta a las condiciones necesarias para la creación de un SIG adaptado a cualquier situación.

Beneficios funcionales que ofrece la plataforma GeneSIG:

- Permitir la representación geoespacial de la información asociada a negocios específicos.
- Proporcionar servicios de acceso a la información geográfica, para su consulta, análisis y visualización, mediante una interfaz de usuario sencilla y de fácil manejo, que pueda ser utilizada por usuarios no especializados en tecnologías de SIG.
- Actualización de las bases de datos a través de un mecanismo de réplica consistente.
- Integración con la información ráster existente (imágenes de satélite, mapas escaneados, y otros) con información vectorial.

2.2.1 CartoWeb

CartoWeb es un *framework* escrito con el lenguaje PHP5, sobre el motor de UMN MapServer y es liberado bajo la GNU General Public License (GPL). Presenta una arquitectura altamente modular y escalable, orientada a objetos, lo que permite poder separar la lógica de un servidor (CartoServer) encargado del diálogo con MapServer y provisión de servicios, de un cliente (CartoClient) cuya misión es acceder mediante SOAP¹⁰ a los servicios proporcionados por servidores CartoWeb y renderizar de la manera apropiada la información hacia el cliente final. Se ejecuta de manera uniforme en tanto en las plataformas Unix como Windows. Muestra su verdadero poder cuando se asocia a PostgreSQL/PostGIS. (Camptocamp SA, 2008)

Funcionalmente, CartoWeb, brinda la posibilidad de ir añadiendo o desarrollando nuevos plugins en respuesta a las necesidades específicas. El principio es simple, los datos transmitidos se procesan por las funciones de CartoWeb, luego de ser transformados se disponen y se envían al navegador del cliente.

2.3 Lenguaje de Modelado

¹⁰ Protocolo de Acceso a Objetos Simples (del término en inglés SOAP: Simple Object Access Protocol).

“El Lenguaje Unificado de Modelado (UML) es un lenguaje para especificar, visualizar construir y documentar los artefactos de los sistemas de software, así como para el modelado del negocio y otros sistemas” (Larman, 1999).

2.3.1 Lenguaje Unificado de Modelado (UML)

Hoy en día, UML está consolidado como el lenguaje estándar en el análisis y diseño de sistemas de cómputo. Mediante UML es posible establecer la serie de requerimientos y estructuras necesarias para plasmar un sistema de *software* previo al proceso de escribir código. El UML se define como un “*lenguaje que permite especificar, visualizar y construir los artefactos de los sistemas de software...*” (Booch, 1997), “*se puede usar para modelar distintos tipos de sistemas: sistemas de software, sistemas de hardware, y organizaciones del mundo real*” (Popkin, 2008).

Su ventaja más destacada es la notable efectividad y productividad que se consigue en labores de diseño arquitectónico. Según (Rumbaugh, y otros, 2000) el Lenguaje Unificado de Modelado ayuda a los usuarios a entender la realidad desde un punto de vista tecnológico y la posibilidad de reflexionar antes de invertir grandes cantidades de dinero en proyectos que no estén seguros en su desarrollo, reduciendo el costo y el tiempo empleado en la construcción de los módulos que constituirán el *software*.

2.4 Herramienta CASE

Las herramientas CASE¹¹ se definen como “*Herramientas individuales para ayudar al desarrollador de software o administrador de proyecto durante una o más fases del desarrollo de software (o mantenimiento)*” según (Terry, y otros, 1990). En el libro “The CASE Experience”, Carma McClure, ofrece la siguiente definición: “*Una combinación de herramientas de software y metodologías de desarrollo*”.

2.4.1 Visual Paradigm

Visual Paradigm for UML Enterprise Edition (VP-UML EE) 8.0 es una herramienta de desarrollo de sistemas que utiliza UML como lenguaje de modelado. Está diseñada para una amplia gama de usuarios interesados en construir sistemas fiables con el uso del paradigma orientado a objetos, incluyendo actividades como ingeniería de *software*, análisis de sistemas y análisis de negocios (Rumbaugh, y otros, 2000). Tiene como ventajas la disponibilidad en múltiples plataformas entre ellas: Microsoft Windows (98,

¹¹ Ingeniería de *Software* Asistida por Computadora (Del término en inglés CASE: Computer Aided Software Engineering.)

2000, XP, o Vista), Linux, Mac OS X, Solaris; así como también brinda apoyo en cuanto a artefactos generados en las etapas de definición de requisitos y de especificación de componentes.

2.5 Servidor Web Apache v2.2

El servidor web Apache se ha ganado la confianza de muchos desarrolladores alrededor del mundo por su excelencia, configuración, robustez y estabilidad. Se caracteriza por su ejecución en varios sistemas operativos, lo que lo hace prácticamente multiplataforma; por ser un servidor de diseño modular altamente configurable, es muy sencillo ampliar sus capacidades incorporándole nuevos módulos (The Apache Software Foundation, 2012), esto le ha permitido incorporar nuevas extensiones entre las que se destaca PHP.

Permite personalizar la respuesta ante los posibles errores que se puedan dar en el servidor, es posible configurarlo para que ejecute un determinado script cuando ocurra un error en concreto. Es una tecnología gratuita, de código fuente abierto. Funciona de forma integrada con el MapServer v6.0 y con el PostgreSQL.

2.6 Servidor de Mapas: MapServer v6.0

MapServer es una plataforma de código abierto para construir aplicaciones de mapas interactivos para la web. Es compatible con las plataformas Windows, Linux, Mac OS X y más. Soporta programación con PHP, Java, y también formatos de datos ráster y vector PostGIS, Oracle Spatial, MySQL. Más allá de la navegación por los datos de un SIG, MapServer permite crear, "mapas de imágenes geográficas", es decir, mapas que pueden dirigir a los usuarios al contenido. MapServer es un proyecto de OSGeo, y es mantenido por un creciente número de desarrolladores de todo el mundo. (MapServer, 2014)

2.7 Lenguajes de programación

En el artículo *"Programming language paradigm & the main principles of object-oriented programming"*, de la revista *Centre for Research and Interdisciplinary Study*, Jan Bartonícek plantea que un *"lenguaje de programación es el llamado lenguaje "formal", creado para facilitar la comunicación entre la computadora y el programador. Se trata de un conjunto de comandos, cadenas de caracteres legibles por los programadores, que son traducibles al código de máquina; contiene la sintaxis, la gramática y la semántica. La sintaxis es un conjunto de reglas que define cómo los comandos tienen que estar dispuestos a tener sentido y ser correctamente traducible al código máquina. La gramática es un conjunto*

Sistema de Información Geográfica para el análisis del comportamiento de la red televisiva en la Universidad de las Ciencias Informáticas

de reglas del uso de diferentes símbolos de puntuación para dividir, y aclaran la sintaxis de un lenguaje particular, como son las comillas, puntos y comas, y otros símbolos. El último componente del lenguaje de programación es la semántica, un conjunto de significados asignado a cada dominio de la lengua y se utiliza para traducir adecuadamente el programa en código máquina”.

Resumiendo, un lenguaje de programación es una técnica de comunicación estandarizada para expresar las instrucciones a una computadora. Se trata de un conjunto de reglas sintácticas y semánticas utilizadas para definir los programas de ordenador. (Cueva, 1998)

Lenguaje de programación del lado del servidor: PHP 5

El lenguaje de programación del lado del servidor escogido es PHP en su versión 5, pues cuenta con abundante documentación lo que permite que sea más fácil aprenderlo. Además, es atendido por una amplia comunidad de desarrolladores que lo actualizan frecuentemente con extensiones y mejoras y además encuentran y reparan errores de funcionamiento del lenguaje. PHP viene con la capacidad para dar formato HTML, manipular fechas y horas, y gestionar las *cookies*¹² (Sklar, 2004). Este lenguaje está asociado con una extensa biblioteca que va creciendo conforme se realizan nuevas versiones, la cual permite la realización de disímiles tareas como la encriptación, el acceso a base de datos y el tratamiento de ficheros. Es un lenguaje multiplataforma que presenta un amplio soporte para la Programación Orientada a Objetos (Ledea, 2010). Soporta varios Sistemas Gestores de Base de Datos, como MySQL, Oracle y PostgreSQL. Está integrado por varias bibliotecas externas que permiten, entre otras cosas, generar documentos PDF y hacer análisis de código XML.

Lenguaje de programación del lado del cliente: JavaScript

Javascript es un lenguaje con muchas posibilidades, como la de crear diferentes efectos e interactuar con los usuarios. Utilizado para crear pequeños programas que luego son insertados en una página web y en programas más grandes, orientados a objetos mucho más complejos. Gran parte de la programación en este lenguaje está centrada en describir objetos, escribir funciones que respondan a movimientos del mouse, aperturas, utilización de teclas, cargas de páginas entre otros (Falla Aroche, y otros, 2014).

JavaScript es un lenguaje del lado del cliente que no requiere de compilación, es decir, es interpretado. Ha tenido influencias de múltiples lenguajes (Perl, Python) y fue diseñado con una sintaxis similar a la de

¹²Cookie (o galleta informática): es un paquete de datos que un navegador web almacena de forma automática en el ordenador de un usuario cuando este visita una página web.

Sistema de Información Geográfica para el análisis del comportamiento de la red televisiva en la Universidad de las Ciencias Informáticas

Java. La principal diferencia radica en que Java es un lenguaje orientado a objetos y JavaScript está basado en prototipos y es un lenguaje de scripting seguro y fiable. Es compatible con la mayoría de los navegadores como Netscape, Internet Explorer, Mozilla Firefox, entre otros. Para que interactúe con una página web evitando incompatibilidades, el World Wide Web Consortium (W3C) diseñó el estándar DOM (Modelo de Objetos del Documento).

ExtJs

ExtJS es un framework Javascript que permite construir aplicaciones web interactivas usando tecnologías como el DOM (Modelo de Objetos del Documento), AJAX, DHTML. Desarrollado por Sencha, fue construido originalmente como una extensión de la biblioteca YUI¹³ por Jack Slocum. En la actualidad puede usarse como extensión para las bibliotecas jQuery y Prototype. (Abreu Gesen, 2014)

Ext JS soporta todos los navegadores web más importantes, incluyendo: (Sencha Inc., 2014)

- FireFox 1.5+
- Safari 3+
- Chrome 3+
- Opera 9+
- Internet Explorer 6+

Ventajas que brinda ExtJS:

Existe un balance entre Cliente – Servidor. La carga de procesamiento se distribuye, permitiendo que el servidor, al tener menor carga, pueda manejar más clientes al mismo tiempo.

Comunicación asíncrona. En este tipo de aplicación el motor de renderizado puede comunicarse con el servidor sin necesidad de estar sujeto a un clic o una acción del usuario, dándole la libertad de cargar información sin que el cliente se dé cuenta.

¹³ Una serie de bibliotecas escritas en JavaScript para la construcción de aplicaciones interactivas. Por sus siglas en inglés: Yahoo User Interface

Eficiencia de la red. El tráfico de red puede disminuir al permitir que la aplicación elija que información desea transmitir al servidor y viceversa.

2.8 Sistema Gestor de Base de Datos (SGBD)

PostgreSQL

Muchos son los motores de datos existentes en el mercado, entre los que se halla PostgreSQL, un sistema gestor de base de datos relacional orientada a objetos, publicado bajo licencia BSD. Es un programa de código abierto, dirigido por una comunidad de desarrolladores llamada PGDG (PostgreSQL Global Development Group).

Dentro de las características principales que se pueden atribuir a este sistema se encuentra el soporte a los tipos de datos, cláusulas, funciones y comandos de tipo estándar SQL92/SQL99 y extendidos propios de PostgreSQL; posee buen sistema de seguridad mediante la gestión de usuarios, grupos de usuarios y contraseñas; buena escalabilidad ya que es capaz de ajustarse al número de CPU y a la cantidad de memoria disponible de forma óptima, soportando una mayor cantidad de peticiones simultáneas a la base de datos de forma correcta (Vázquez, 2012). Además, sirve de soporte a los lenguajes de programación más populares como PHP, C, C++, Java, entre otros. Permite el soporte para datos espaciales en un SIG mediante la extensión PostGIS, conjuntamente con la gestión de objetos geográficos, aspecto fundamental dadas las características de la aplicación que se desea desarrollar. Según (PostgreSQL, 2014) se puede considerar el gestor de base de datos de código abierto más avanzado que se puede utilizar hoy en día.

PostGis

“Con la finalidad de que la base de datos PostgreSQL soporte objetos geográficos se ha desarrollado el módulo PostGIS, convirtiéndola en una base de datos espacial que se puede utilizar en Sistemas de Información Geográfica” (Moreta, 2009).

PostGIS es el módulo espacial de PostgreSQL que permite la manipulación y almacenamiento de datos espaciales, es capaz de tratar grandes volúmenes de datos con escalabilidad y puede usarse, con adaptaciones, en cualquier plataforma. Es de código abierto, distribuido bajo la licencia GNU GPL.

Ha sido desarrollado por la empresa canadiense Refraction Research, especializada en productos de código abierto. PostGIS es hoy en día un producto veterano que ha demostrado versión a versión su

eficiencia. En relación con otros productos, ha demostrado ser muy superior a la extensión geográfica de la nueva versión de MySQL, y a juicio de muchos autores, es muy similar a la versión geográfica de la archiconocida Oracle. Un aspecto a tener en cuenta es que PostGIS ha sido certificado en el 2006 por el OGC lo que garantiza la interoperabilidad con otros sistemas también interoperables. (Iglesia, 2011)

2.9 Conclusiones del capítulo

Con la selección de la metodología AUP, se podrá guiar el proceso de desarrollo durante el ciclo de vida de la propuesta de solución, haciendo uso de las herramientas y tecnologías descritas, con el fin de obtener un diseño preciso, que será la base para la futura implementación.

CAPÍTULO 3: DESCRIPCIÓN DE LA SOLUCIÓN PROPUESTA

En este capítulo se realiza una descripción de la solución propuesta y los procesos del negocio. Se determinan los requisitos funcionales y no funcionales con los que debe cumplir el sistema, los diagramas de caso de uso del negocio y del sistema con sus respectivas descripciones, así como los actores que interactuarán con ellos, elaborándose una descripción de cada uno.

3.1 Modelo de dominio

Un modelo de dominio no es más que una representación visual de las clases conceptuales¹⁴ del mundo real en un dominio de interés (Larman, 1999), que captura los tipos más importantes de objetos que existen o los eventos que suceden en el entorno a analizar (Jacobson, y otros, 2000). Se emplea principalmente cuando la información tiene múltiples orígenes, ya que facilita el análisis y la comprensión. Además, permite, de manera visual, conocer los principales conceptos que se manejan en la entidad y los procesos que se desean informatizar.

En la presente investigación, se decidió realizar un modelo de dominio para representar el flujo y manejo de la información necesaria, en la Dirección de Gestión Tecnológica, para realizar el análisis del comportamiento de la red televisiva de la UCI. Esto posibilita que usuarios, clientes, desarrolladores e interesados en general, posean un vocabulario común para poder entender el contexto en el que se desea situar el desarrollo de la propuesta de solución.

3.1.1 Diagrama de clases del dominio

¹⁴ Una clase conceptual es una idea, cosa u objeto. (Larman, 1999)

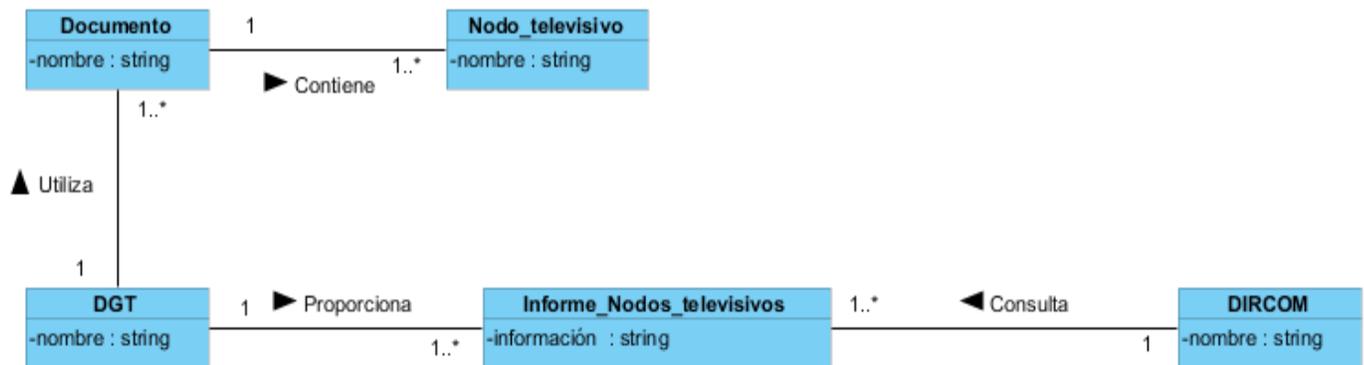


Fig. 3.1 Diagrama de clases del dominio.

Descripción del modelo del dominio

La DGT, utiliza documentos en formato duro donde se representa, de manera textual, la ubicación de los nodos televisivos dentro de la universidad y las áreas o edificaciones que comprenden, así como la dependencia y conexión que existe entre cada uno de ellos. A partir del análisis de los datos obtenidos de los documentos que contienen las diferentes situaciones que han presentado los nodos, la DGT proporciona a la DIRCOM un informe con toda esta información.

Descripción de las clases del modelo del dominio

DGT: Dirección de Gestión Tecnológica, entidad encargada de dar soporte técnico a los problemas en la infraestructura tecnológica en la UCI.

Documento: Documentos en formato .xls o .pdf que contienen la información de los nodos televisivos.

Nodo_televisivo: Local que sirve como punto de intersección, conexión o unión de la red televisiva.

Informe_Nodos Televisivos: Conjunto organizado de los datos procesados referentes a los nodos televisivos.

DIRCOM: Dirección de Comunicación Institucional. Entidad encargada de transmitir a toda la comunidad de la UCI el servicio televisivo.

3.2. Requisitos Funcionales (RF)

Los requisitos o requerimientos funcionales son condiciones o capacidades con los que debe cumplir el sistema, son acuerdos entre el cliente y los desarrolladores sobre lo que debe o no debe hacer el sistema (Jacobson, y otros, 2000).

Sistema de Información Geográfica para el análisis del comportamiento de la red televisiva en la Universidad de las Ciencias Informáticas

Como método de apoyo para la captura de requisitos se tuvo en cuenta la tormenta de ideas, herramienta de trabajo en grupo basada en la creatividad y exposición de ideas sobre el problema a resolver y su posible solución; donde ningún criterio deberá ser desechado. Estimula tanto los aportes creativos como las discusiones sobre las fallas o los errores en que podría incurrirse (González, 2008).

A continuación se muestran los requisitos funcionales del sistema:

- RF 1.** Acercar determinada región del mapa.
- RF 2.** Alejar determinada región del mapa.
- RF 3.** Modificar el centro del mapa.
- RF 4.** Visualizar todo el mapa.
- RF 5.** Realizar identificación puntual.
- RF 6.** Realizar identificación rectangular.
- RF 7.** Registrar un nodo de televisión.
- RF 8.** Modificar los datos asociados a un nodo televisivo.
- RF 9.** Eliminar un nodo de televisión previamente seleccionado.
- RF 10.** Establecer nodo padre de un nodo televisivo.
- RF 11.** Establecer estado de un nodo televisivo.
- RF 12.** Mostrar la lista de nodos televisivos en funcionamiento.
- RF 13.** Mostrar lista de nodos televisivos fuera de servicio.
- RF 14.** Mostrar lista de nodos televisivos.
- RF 15.** Habilitar capas del mapa.
- RF 16.** Deshabilitar capas del mapa.
- RF 17.** Tematizar nodo televisivo.
- RF 18.** Autenticar usuario.
- RF 19.** Cerrar sesión.

3.3 Requisitos No Funcionales (RNF)

Los requisitos no funcionales son propiedades o cualidades que el producto debe tener. Representan las características del producto.

➤ **RNF 1. Usabilidad**

El sistema solo será utilizado por aquellas personas que tengan relación con la información que se maneja y que tengan los conocimientos básicos en el manejo de computadoras. Las funcionalidades principales del sistema estarán orientadas con iconografía relevante a la función realizada para un mayor reconocimiento por parte del usuario.

➤ **RNF 2. Fiabilidad**

La información manejada por el sistema estará protegida de acceso no autorizado y divulgación. La información y las funcionalidades del sistema estarán disponibles, descontando el tiempo que se encuentre en mantenimiento; el usuario podrá acceder a ellas las 24 horas de los 7 días de la semana.

➤ **RNF 3. Eficiencia**

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.

➤ **RNF 4. Soporte**

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

➤ **RNF 5. Restricciones de diseño**

Diseño sencillo, donde no sea necesario mucho entrenamiento para utilizar el sistema.

➤ **RNF 6. Componentes comprados**

No se han comprado componentes para el desarrollo del *software*.

➤ **RNF 7. Interfaz**

RNF 7.1 Interfaz de usuario

Sistema de Información Geográfica para el análisis del comportamiento de la red televisiva en la Universidad de las Ciencias Informáticas

El sistema debe tener una apariencia profesional y un diseño gráfico sencillo, además de posibilitarle al usuario la configuración del entorno de trabajo.

RNF 7.2. Interfaz de *hardware*

Para las PCs clientes: se requiere tengan tarjeta de red, 128 MB de memoria RAM y un procesador de 512 MHz, como mínimo.

Para los servidores: se requiere tarjeta de red, el Servidor de Mapas debe tener como mínimo 1 GB de RAM y 1 GB de disco duro, el Servidor de base de datos debe tener como mínimo 1 GB de RAM además de un procesador de 1 GHz como mínimo.

RNF 7.3. Interfaz de *software*

Para las PCs clientes: un navegador como Mozilla Firefox 33.0 o superior, u otro navegador que cumpla con los estándares W3C¹⁵ como HTML¹⁶ o CSS¹⁷.

Para los Servidores: el Sistema operativo GNU/Linux Ubuntu Server 11.04 o 12.04. El Servidor Web Apache 2.0 o superior, con módulo PHP 5 configurado con la extensión pgsql incluida. Como Sistema Gestor de Base de Datos PostgreSQL 8.4 o superior. Debe contar con PostGis como extensión de PostgreSQL como soporte de datos espaciales, por otra parte MapServer 5.6 o superior con extensión PHP mapscript.

3.4 Descripción del sistema propuesto

3.4.1 Descripción de los actores del sistema

Los actores son personas, organizaciones o cualquier ente que interactúan directamente con la aplicación y están identificados con un rol en dependencia del papel que asuman dentro de la misma. Son los que se benefician con el caso de uso (en lo adelante CU).

Tabla 3.1 Descripción de los actores del sistema

Actor del sistema	Descripción
--------------------------	--------------------

¹⁵ El Consorcio World Wide Web (W3C) es una comunidad internacional donde las organizaciones miembros, personal a tiempo completo y el público en general trabajan conjuntamente para desarrollar estándares Web. (W3C, 2015)

¹⁶ Lenguaje de Marcas de Hipertexto (Del término en inglés HTML: HyperText Markup Language)

¹⁷ Hoja de estilo en cascada (Del término en inglés CSS: Cascading Style Sheets)

Administrador	El administrador es el usuario que se encarga de insertar, modificar o eliminar los nodos televisivos. Puede hacer uso en su totalidad de todas las funcionalidades que conforman la aplicación.
Consultor	Usuario que podrá realizar todas las funcionalidades correspondientes a la navegación, visualización e identificación.

3.4.2 Diagrama de casos de uso del sistema

Según (Pressman, 2002) los casos de uso son un conjunto de escenarios que identifican una línea de utilización para el sistema que va a ser construido y que facilitan una descripción de cómo el sistema se usará. Un CU es una secuencia de interacciones que se desarrollarán entre un sistema y sus actores en respuesta a un evento que inicia un actor principal sobre el propio sistema, ello permite definir cómo será el comportamiento de usuarios con respecto a la aplicación, lo que facilita el proceso de implementación del sistema.

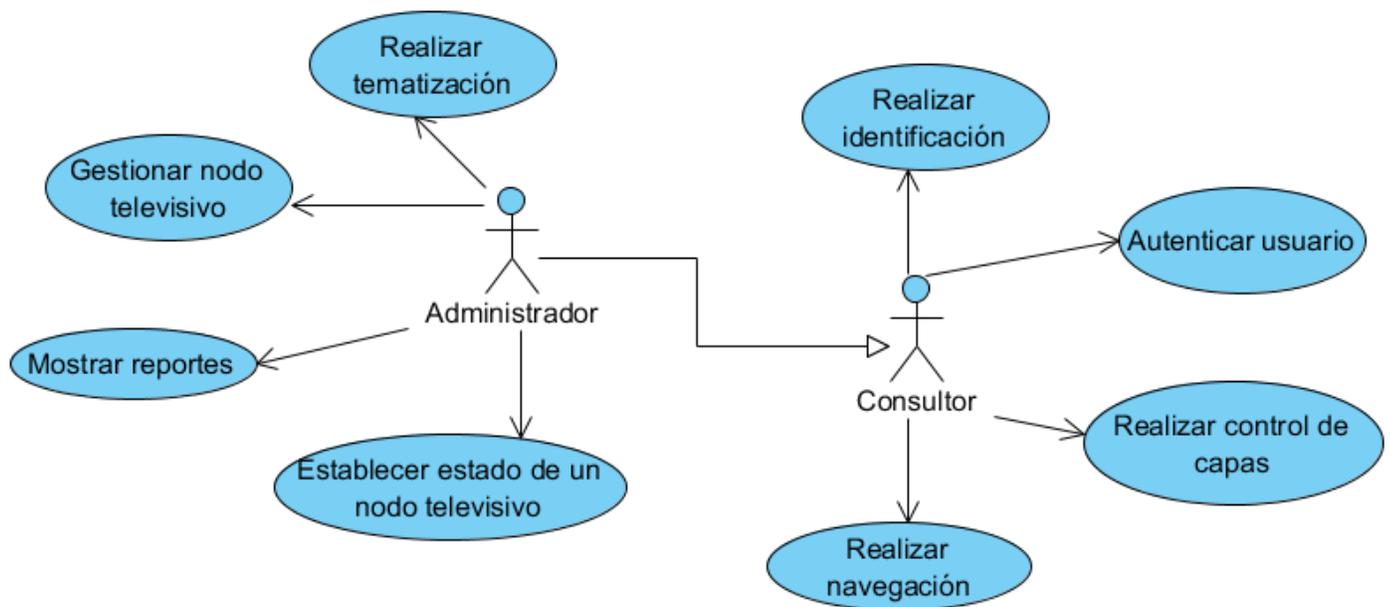
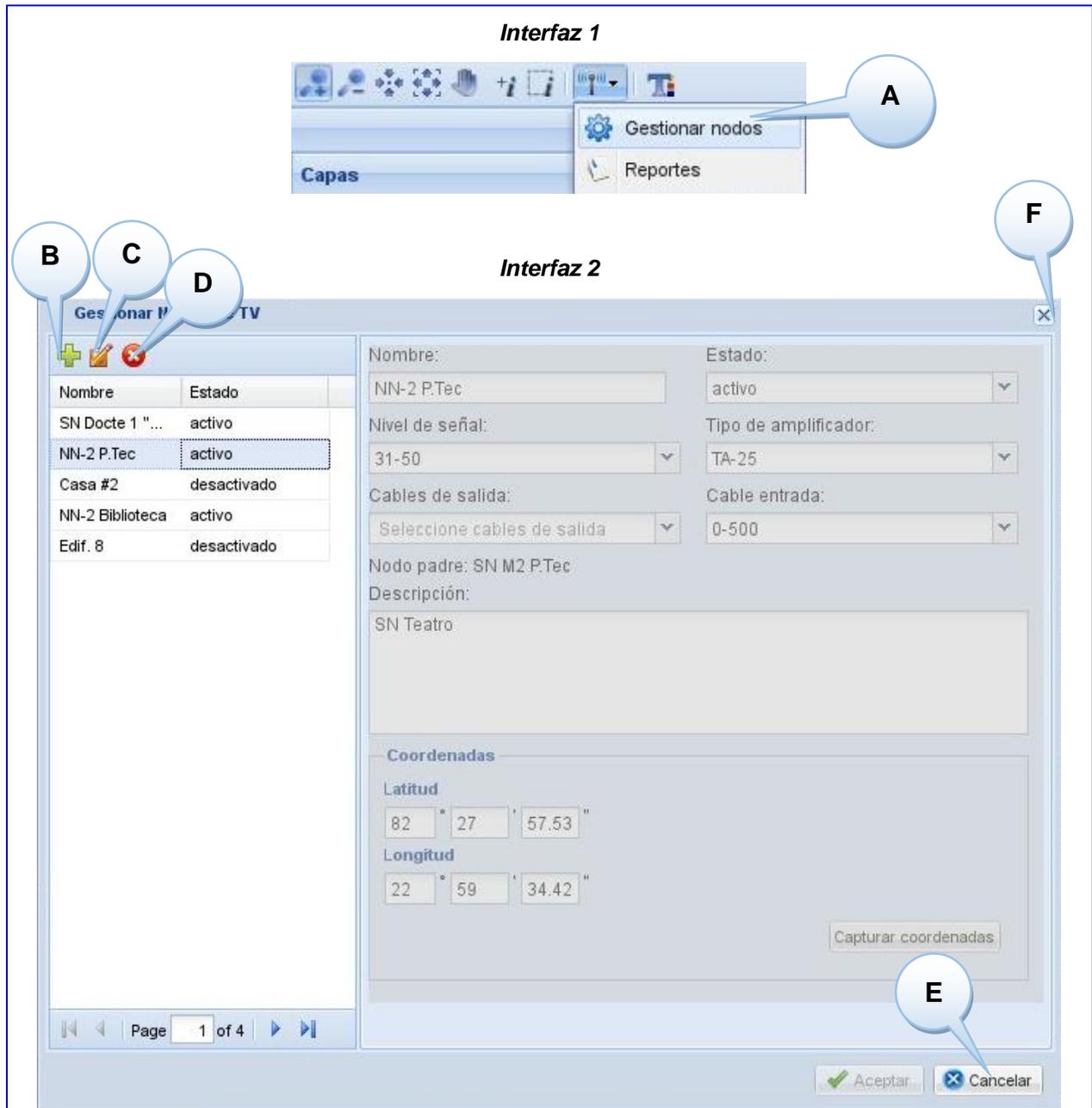


Fig. 3.2 Diagrama de Casos de Uso del sistema.

3.4.3 Descripción de los casos de uso del sistema

Tabla 3.2 Descripción del CU “Gestionar nodo televisivo”

Caso de Uso:	Gestionar nodo televisivo.	
Actores:	Administrador	
Propósito:	Este caso de uso se lleva a cabo con el objetivo de agregar nuevos nodos televisivos al sistema, así como modificar o eliminar los ya existentes.	
Resumen:	El caso de uso se inicia cuando el administrador selecciona la opción correspondiente y termina cuando el sistema guarda los datos correspondientes a dicha acción.	
Precondiciones:	El administrador tiene que estar autenticado en la aplicación.	
Referencias:	RF 3, RF 4, RF 5.	
Prioridad:	Crítico	
Flujo Normal de Eventos		
Acción del Actor	Respuesta del Sistema	
1. El caso de uso inicia cuando el administrador selecciona la opción para gestionar los nodos televisivos (A). Ver Interfaz 1.	2. El sistema muestra una ventana con las acciones que el administrador puede realizar. Ver Interfaz 2. - Si selecciona “Adicionar” (B), ver sección “Adicionar nodo televisivo”. - Si selecciona “Modificar” (C), ver sección “Modificar nodo televisivo”. - Si selecciona “Eliminar” (D), ver sección “Eliminar nodo televisivo”.	
	3. El caso de uso termina cuando el sistema procesa la información según la acción realizada por el administrador y guarda los datos.	
Prototipo de Interfaz		



Sección “Adicionar nodo televisivo”

Acción del Actor	Respuesta del Sistema
1. El administrador selecciona la opción “Adicionar” (B). Ver Interfaz 2.	2. El sistema da la posibilidad de que se introduzcan los datos del nuevo nodo televisivo

Sistema de Información Geográfica para el análisis del comportamiento de la red televisiva en la Universidad de las Ciencias Informáticas

	a agregar.
3. El administrador introduce los datos correspondientes y presiona el botón "Aceptar" (G). Ver Interfaz 3.	4. El sistema procesa la información y muestra un mensaje indicando que el nodo televisivo fue adicionado.

Interfaz 3

Interfaz 4



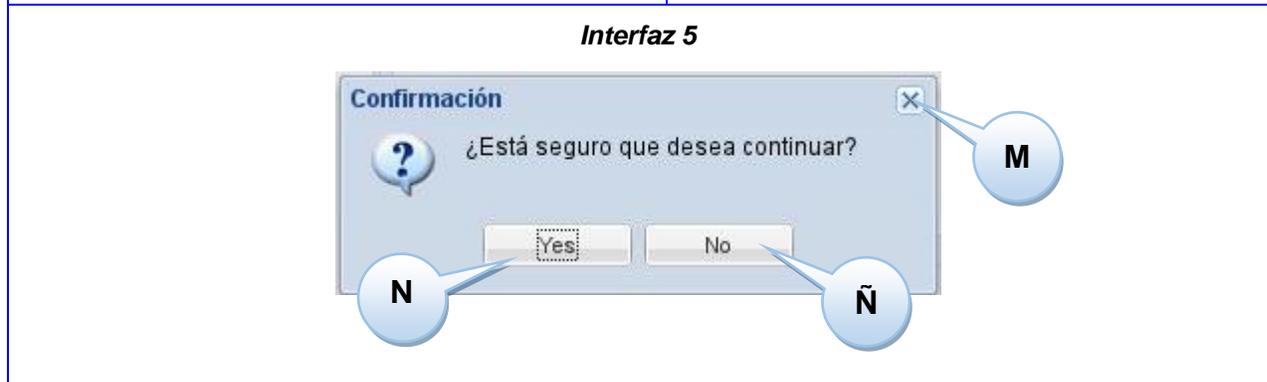
Flujos Alternos	
Acción del Actor	Respuesta del Sistema
1. El administrador presiona el botón “Cancelar” (E). Ver Interfaz 2.	2. El sistema oculta la ventana “Gestionar Nodo televisivo”.
1. El administrador cierra la ventana “Gestionar Nodo televisivo”. (F). Ver Interfaz 2.	2. El sistema oculta la ventana “Gestionar Nodo televisivo”.
3. El administrador presiona el botón “Cancelar” (J). Ver Interfaz 3.	4. El sistema deshabilita el formulario diseñado para introducir los datos del nuevo nodo televisivo.
3. El administrador deja campos blancos.	4. El sistema no habilita el botón “Aceptar”.
5. El administrador presiona el botón “Capturar coordenadas” (H). Ver Interfaz 3.	6. El sistema oculta la ventana “Gestionar Nodo televisivo”, dejando visible solamente la parte de las coordenadas y el mapa. Ver Interfaz 4.
7. El administrador marca en el mapa el punto donde desea ubicar el nodo televisivo y presiona el botón “Aceptar” (K). Ver Interfaz 4.	8. El sistema muestra nuevamente la ventana “Gestionar Nodo televisivo”, la cual contiene las coordenadas seleccionadas en los campos “Longitud” y “Latitud”.
7. El administrador cierra la ventana “Coordenadas” (L). Ver Interfaz 4.	8. El sistema muestra nuevamente la ventana “Gestionar Nodo televisivo”.
Sección “Modificar nodo televisivo”	

*Sistema de Información Geográfica para el análisis del comportamiento de la red televisiva
en la Universidad de las Ciencias Informáticas*

Acción del Actor	Respuesta del Sistema
1. El administrador selecciona la opción "Modificar" (C). Ver Interfaz 2.	2. El sistema da la posibilidad de escoger el nodo televisivo a modificar.
3. El administrador selecciona el nodo televisivo.	4. El sistema habilita los campos del nodo televisivo para que puedan ser modificados.
5. El administrador modifica los datos y presiona el botón "Aceptar" (G). Ver Interfaz 3.	6. El sistema procesa la información y muestra un mensaje indicando que los datos fueron modificados.
Flujos Alternos	
Acción del Actor	Respuesta del Sistema
3. El administrador cierra la ventana "Gestionar Nodo televisivo" (F). Ver Interfaz 2.	4. El sistema oculta la ventana "Gestionar Nodo televisivo".
3. El administrador presiona el botón "Cancelar" (E). Ver Interfaz 2.	4. El sistema oculta la ventana "Gestionar Nodo televisivo".
5. El administrador deja campos en blanco.	6. El sistema muestra un mensaje indicando que hay campos vacíos.
7. El administrador presiona el botón "Capturar coordenadas" (H). Ver Interfaz 4.	8. El sistema oculta la ventana "Gestionar Nodo televisivo", dejando visible solamente la parte de las coordenadas y el mapa. Ver Interfaz 4.
7. El administrador marca en el mapa el punto donde desea ubicar el nodo televisivo y presiona el botón "Aceptar" (K). Ver Interfaz 4.	8. El sistema muestra nuevamente la ventana "Gestionar Nodo televisivo", la cual contiene las coordenadas seleccionadas en los campos "Longitud" y "Latitud".
7. El administrador cierra la ventana "Coordenadas" (L). Ver Interfaz 4.	8. El sistema muestra nuevamente la ventana "Gestionar Nodo televisivo".
Sección "Eliminar nodo televisivo"	
Acción del Actor	Respuesta del Sistema
1. El administrador selecciona el nodo televisivo que	

Sistema de Información Geográfica para el análisis del comportamiento de la red televisiva en la Universidad de las Ciencias Informáticas

desea eliminar de la lista.	
2. El administrador selecciona la opción “Eliminar nodo televisivo” (D). Ver Interfaz 2.	3. El sistema muestra un mensaje para que el especialista confirme la eliminación.
4. El administrador presiona el botón “Si” (N). Ver Interfaz 5.	5. El sistema procesa la información y muestra un mensaje indicando que los datos fueron eliminados.



Flujos Alternos

Acción del Actor	Respuesta del Sistema
1. El administrador presiona el botón “Cancelar” (E). Ver Interfaz 2.	2. El sistema oculta la ventana “Gestionar Nodo televisivo”.
1. El administrador cierra la ventana “Gestionar Nodo televisivo” (F). Ver Interfaz 2.	2. El sistema oculta la ventana “Gestionar Nodo televisivo”.
4. El administrador presiona el botón “No” (Ñ). Ver Interfaz 5.	5. El sistema oculta el mensaje de confirmación y mantiene el nodo televisivo registrado en el sistema.
4. El administrador cierra la ventana de confirmación (M). Ver Interfaz 5.	5. El sistema oculta el mensaje de confirmación y mantiene el nodo televisivo registrado en el sistema.
Poscondiciones:	El sistema actualiza el registro de nodos televisivos según las acciones del administrador.

3.5 Conclusiones del capítulo

*Sistema de Información Geográfica para el análisis del comportamiento de la red televisiva
en la Universidad de las Ciencias Informáticas*

Una vez identificado cómo se realiza el flujo de información a partir del modelo de dominio generado, la definición de los requisitos funcionales y no funcionales, permitirán guiar el desarrollo del sistema, dándole paso a la construcción de la solución propuesta.

CAPÍTULO 4: CONSTRUCCIÓN Y PRUEBAS DE LA SOLUCIÓN PROPUESTA

En este capítulo se aborda todo lo relacionado con el diseño del sistema propuesto, realizando la descripción de los patrones que serán utilizados durante el proceso de implementación. Además se muestran los diagramas correspondientes al diseño, dando una vista lo más cercana posible de lo que es la implementación. Se presentará el modelo de despliegue del sistema y cómo estarán distribuidos los recursos que interactúan con el mismo. Por último se realizan las pruebas para la obtención de las no conformidades.

4.1 Arquitectura de software.

La IEEE 1471-2000, define como Arquitectura de *software* a “*la organización fundamental de un sistema encarnada en sus componentes, las relaciones entre ellos y el ambiente y los principios que orientan su diseño y evolución*”. La arquitectura de *software* constituye un modelo relativamente pequeño y comprensible de cómo será estructurado el sistema y cómo trabajan juntos sus componentes, por esta razón se le considera un elemento fundamental para la creación de sistemas informáticos (Bass, et al., 2003). Se caracteriza por incluir los componentes del *software*, las propiedades visibles externamente de esos componentes y las relaciones entre ellos (Pressman, 2002).

4.1.2 Patrones arquitectónicos empleados

Un patrón arquitectónico expresa un esquema de organización estructural para sistemas de *software*. Proporciona un conjunto de subsistemas predefinidos, especifica sus responsabilidades e incluye reglas y guías para organizar las relaciones entre ellos.

La Plataforma GeneSIG se utiliza para el desarrollo de la propuesta de solución. Dicha plataforma, emplea la arquitectura orientada a objeto y la arquitectura basada en componentes, las cuales se argumentan a continuación:

Patrón de arquitectura basada en componentes:

Este patrón se caracteriza fundamentalmente por su modularidad, reusabilidad y compatibilidad. El sistema será diseñado sobre la arquitectura basada en componentes, pues el framework CartoWeb también cumple con dicho patrón arquitectónico. La estructura del mismo está compuesta por plugins, los

cuales se dividen en dos grupos, los core-plugins y los plugins. Para cada funcionalidad del sistema se crea un plugin, los cuales emplean como base a los core-plugins, proporcionando ventajas en cuanto a la organización y reutilización de códigos. Esto permite que la arquitectura del sistema sea flexible y fácil de personalizar, ya que posibilita agregar o modificar plugins sin que se vea afectado el resto de los componentes.

Este patrón tiene por filosofía la utilización de componentes prefabricados, es por ello que una de sus principales características es la reusabilidad. Su premisa es que los componentes cumplan con alta cohesión y bajo acoplamiento. (Reynoso, y otros, 2004)

Patrón de Arquitectura Orientada a Objetos:

Los componentes de este estilo son los objetos, o más bien instancias de los tipos de datos abstractos; se basan en principios OO (Orientada a Objetos): encapsulamiento, herencia y polimorfismo. Los objetos son asimismo las unidades de modelado, diseño e implementación, y sus interacciones son el centro de las incumbencias en el diseño de la arquitectura y en la estructura de la aplicación. En general la distribución de objetos es transparente. *“En estudios arquitectónicos sobre estilos, esta arquitectura aparece relativamente relacionada a las arquitecturas basadas en componentes”* (Reynoso, y otros, 2004).

4.2 Modelo de Diseño

El modelo de diseño es un modelo de objetos que describe la realización física de los casos de uso centrándose en cómo los requisitos funcionales y no funcionales, junto con otras restricciones relacionadas con el entorno de la implementación tienen impacto en el sistema a considerar (Jacobson, y otros, 2004). En esta etapa lo más importante es la elaboración de los diagramas de clases del diseño.

A continuación se expone la representación de uno de los diagramas de clases de diseño correspondiente al caso de uso “Gestionar nodo televisivo”. Para un mejor entendimiento del diagrama, se especifican los siguientes elementos y se realiza su posterior descripción:

Clase index.php: Tiene como propósito controlar la realización del CU en sí, recibe las peticiones realizadas por el cliente, gestiona las mismas y manda a construir la ClientPage.

Clase Client: Contiene todos los archivos específicos de PHP del lado de CartoClient y permite la interacción entre la index.php y la CartoClient.

Sistema de Información Geográfica para el análisis del comportamiento de la red televisiva en la Universidad de las Ciencias Informáticas

Clase CartoClient.: Integra y recoge todos los datos y funciones realizadas por cada una de las .js que intervienen en el caso de uso. En ella se define una serie de variables globales que emplea la aplicación.

Clase PluginManager: Se utiliza para gestionar la base de plugins.

Clase ClientPlugin: Contiene las interfaces necesarias para los plugins del lado del cliente.

Clase ServerPlugin: Proporciona la base de herramientas para el desarrollo de plugins.

Clase ServerContext: Es la contenedora de la información común que se utiliza por la parte cliente y la servidora, empleando la información seleccionada como un objeto para un fácil manejo de los datos.

Clase MapObj: Es donde se definen los métodos, funciones y lenguaje para el intercambio de datos con el servidor de mapa MapServer.

Clase BD: Se encarga de establecer la conexión con el servidor de base de datos para procesar los objetos a editar.

Clase Common: Es la encargada de administrar las conexiones a la BD para ejecutar las consultas a la misma satisfactoriamente, esto incluye tratamiento de los datos.

Clase PgsqI: Gestiona desde php las funciones de postgresql.

Clase CwSerializable: Se encarga de serializar todas aquellas clases que pueden ser serializadas, con el objetivo de transferir objetos a través de SOAP, permitiendo la comunicación entre el Client y el Server del plugin.

Clase Serverlocations: Es la clase servidora, la cual tiene como principal función la conexión con la base de datos para efectuar los cambios requeridos y enviar las respuestas necesarias al Clientlocations.

Clase Clientlocations: Recoge y selecciona de las .js contenidas en el paquete JS, toda la información correspondiente a los datos a procesar, entrados a través de los formularios, y los envía al Serverlocations.

Clase Requestlocations: Se encarga de transportar los datos recogidos en Clientlocations desde la interfaz y transportarlos a la clase Serverlocations.

Clase Resultlocations: Se encarga de transportar los datos generados en Serverlocations a la clase Clientlocations.

Clase AJAXHelper: Tiene como propósito enviar las respuestas de los plugins “AJAX”, para alimentar a los plugins que responden a las peticiones del usuario.

Clase index.html: Es la encargada de mostrar en el mapa la información necesaria para la gestión de los usuarios.

AJAXPluing.GestionarNodoTv: Es la encargada de gestionar el pedido y de las respuesta a las peticiones del usuario por ajax.

FormDatosNodoTvModificar: Esta clase es la controladora de la interfaz FormDatosUsuarioModificarUI.

FormDatosNodoTvModificarUI: Tiene como objetivo mostrar los datos necesarios para modificar los usuarios existentes en el sistema.

FormDatosNodoTvAdicionar: Esta clase es la controladora de la interfaz FormDatosUsuarioAdicionarUI.

FormDatosNodoTvAdicionarUI: Tiene como objetivo mostrar los datos necesarios para adicionar usuarios al sistema.

4.2.1 Diagrama de clases del diseño

Los diagramas de clases son diagramas de estructura estática que muestran las clases del sistema y las relaciones entre ellas; muestran lo que el sistema puede hacer y cómo puede ser construido. Cuando se crea un diagrama de clases, se está modelando una parte de los elementos y relaciones que configuran la vista de diseño del sistema. A continuación se describe el diagrama de clase del diseño:

Sistema de Información Geográfica para el análisis del comportamiento de la red televisiva en la Universidad de las Ciencias Informáticas

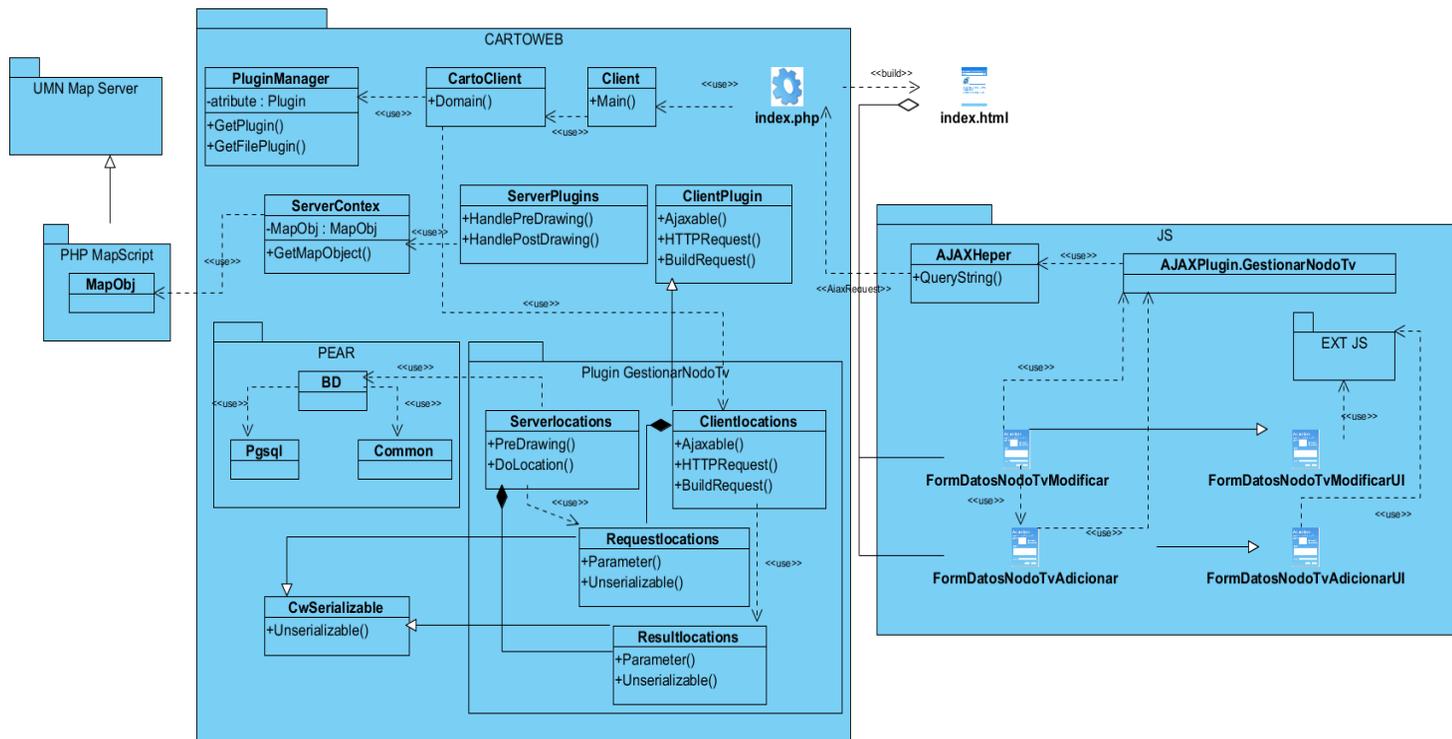


Fig. 4.1 Diagrama de Clases del Diseño: Gestionar nodo televisivo.

La clase `index.php` construye la pág. `index.html` que contiene un formulario que utiliza la clase `FormDatosNodoTvModificar` y `FormDatosNodoTvAdicionar` los cuales heredan de sus respectivas Interfaces de Usuario (UI por sus siglas en inglés User Interface) que implementan los componentes `ExtJS`. Las clases envían los datos hacia el servidor a través de la clase `AjaxHelper`, donde se evidencia el patrón `Command`, el cual permite manejar las peticiones de UI hacia el servidor. Los datos cuando llegan al servidor utilizan la clase `PluginManager` para ver cuál plugin maneja la petición y se instancia a través de la clase `CartoClient`. Los datos llegan a través de la clase cliente del plugin (`ClientLocations`) que utiliza un objeto de tipo `Request` para crear la petición y enviársela al servidor. El servidor (`ServerLocations`) si necesita comunicarse con la base de datos lo hace a través de la clase `BD` que se encuentran en el paquete `PEAR`, y si necesita acceder al mapa lo hace mediante la clase `ServerContext` usando el método `+GetMapObject()` donde se evidencia el patrón `Singleton`, el cual garantiza la instancia única del mapa durante la ejecución de la aplicación. Cuando termina la ejecución del servidor construye el objeto de tipo `Result` para enviar los datos al cliente y éste se los envía a la UI.

4.2.2 Patrones de diseño

Sistema de Información Geográfica para el análisis del comportamiento de la red televisiva en la Universidad de las Ciencias Informáticas

Los patrones de diseño son la base para la búsqueda de soluciones a problemas comunes en el desarrollo de *software* y otros ámbitos referentes al diseño de interfaces, o sea, un patrón de diseño es una solución a un problema de diseño. Expresan esquemas para definir estructuras de diseño (o sus relaciones) con las que construir sistemas de *software*. Éstos facilitan la reutilización de arquitecturas y diseños de *software*.

Un patrón de diseño identifica: clases, instancias, roles, colaboraciones y la distribución de responsabilidades. De forma general, se clasifican en dos grupos: Patrones de Principios Generales para Asignar Responsabilidad (GRASP: General Responsibility Assignment Software Patterns, por sus siglas en inglés) y Patrones de Diseño Pandilla de los Cuatro o Gang-of-Four (GoF) (Larman, 1999). Para el desarrollo del producto, se hace uso de patrones pertenecientes a ambos grupos. Seguidamente, se argumenta al respecto.

➤ **Patrones GoF empleados:**

Command (Acción): Este patrón se utiliza en el proceso de petición de una información cualquiera al sistema por un cliente, mediante la Interfaz Gráfica de Usuario (GUI); puesto que en el sistema propuesto el usuario interactúa constantemente con las GUI, por ende se hace uso de este patrón de diseño, convirtiéndose esta característica en una de las más primordiales. Permite encapsular las peticiones a través de un objeto, lo que permite realizar operaciones como gestionar las acciones de dicho objeto. Este patrón es utilizado en la clase *AjaxHelper*, la cual se encarga de manejar las peticiones desde la interfaz de usuario y el servidor.

Singleton (Solitario): Este patrón garantiza el acceso único a una clase mediante una única instancia. De esta forma se controla el acceso a las clases. Esta propiedad se evidencia en el framework CartoWeb con el empleo del objeto “mapa” el cual es único en toda la ejecución de la aplicación, pues se evita que no se cree cada vez que se hace un envío de datos en la aplicación.

➤ **Patrones GRASP empleados:**

Experto: Se emplea para asignar una responsabilidad a la clase que posee la información necesaria para cumplir con la responsabilidad (Larman, 1999). Dentro del sistema se utiliza este patrón en clases que deben ser las encargadas de proporcionar los datos cargados de una fuente de datos así como modificar

los mismos. En la solución de la aplicación informática se puede evidenciar en la clase *Resultlocations*, ya que es la entidad que contiene toda la información concerniente a un nodo televisivo.

Creador: Es usado para asignar a la clase B la responsabilidad de crear una instancia de clase (Larman, 1999). Dentro del sistema se evidencia su uso en los casos de la instanciación cuando se le solicita información a la clase *Clientlocations* y esta se encarga de crear instancias de la clase *Requestlocations*. De igual forma la clase *Serverlocations* crea instancias de la clase *Resultlocations*.

Bajo acoplamiento: Se utiliza para asignar las responsabilidades de modo que se mantenga bajo acoplamiento (Larman, 1999). Este patrón se utiliza en la asignación de responsabilidades a clases de manera que un cambio en una de estas genere poco cambio en otras. En el diseño de la solución propuesta, se muestra que no existen dependencias fuertes entre las clases, permitiendo así que al producirse una modificación en alguna de estas, se tenga la mínima repercusión posible en el resto de las clases y pueda ser reutilizado el código.

Alta cohesión: Se emplea para asignar las responsabilidades de modo que se mantenga una alta cohesión (Larman, 1999). Se da una alta cohesión funcional cuando los elementos de un componente colaboran para producir algún comportamiento bien definido, permitiendo a las clases con responsabilidades estrechamente relacionadas que no realicen un trabajo enorme. En el diseño de la solución existen las clases clientes y las clases servidoras, las cuales se encargan de realizar cada una su función, esto permite que las clases no estén saturadas y que se garantice a través de la asignación de responsabilidades, que el sistema presente alta cohesión en sus clases.

4.3 Diseño de la Base de Datos

Para lograr un buen diseño de la base de datos es necesario seguir un conjunto de pasos que comienzan con definir las clases persistentes, refinarlas y clasificarlas junto a sus atributos, lo que permitirá realizar el diagrama de clases persistentes y posteriormente la conversión de las clases al modelo entidad-relación. A continuación se presentan los diagramas correspondientes al modelo entidad-relación y al modelo de clases persistentes de base de datos que se emplean para el manejo de la información del sistema.

4.3.1 Clases Persistentes

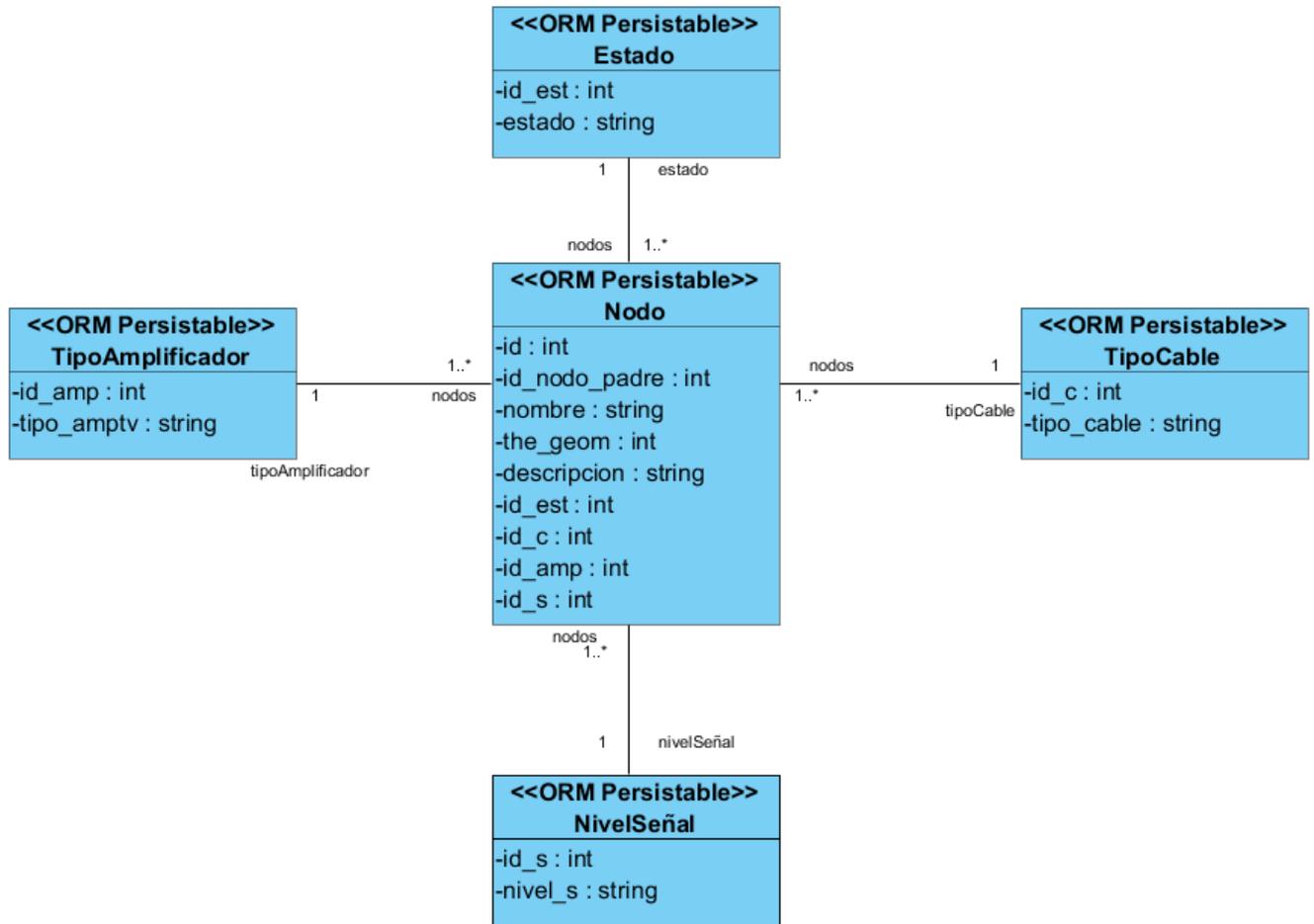


Fig. 4.2 Diagrama de Clases Persistentes.

4.3.2 Modelo Entidad-Relación

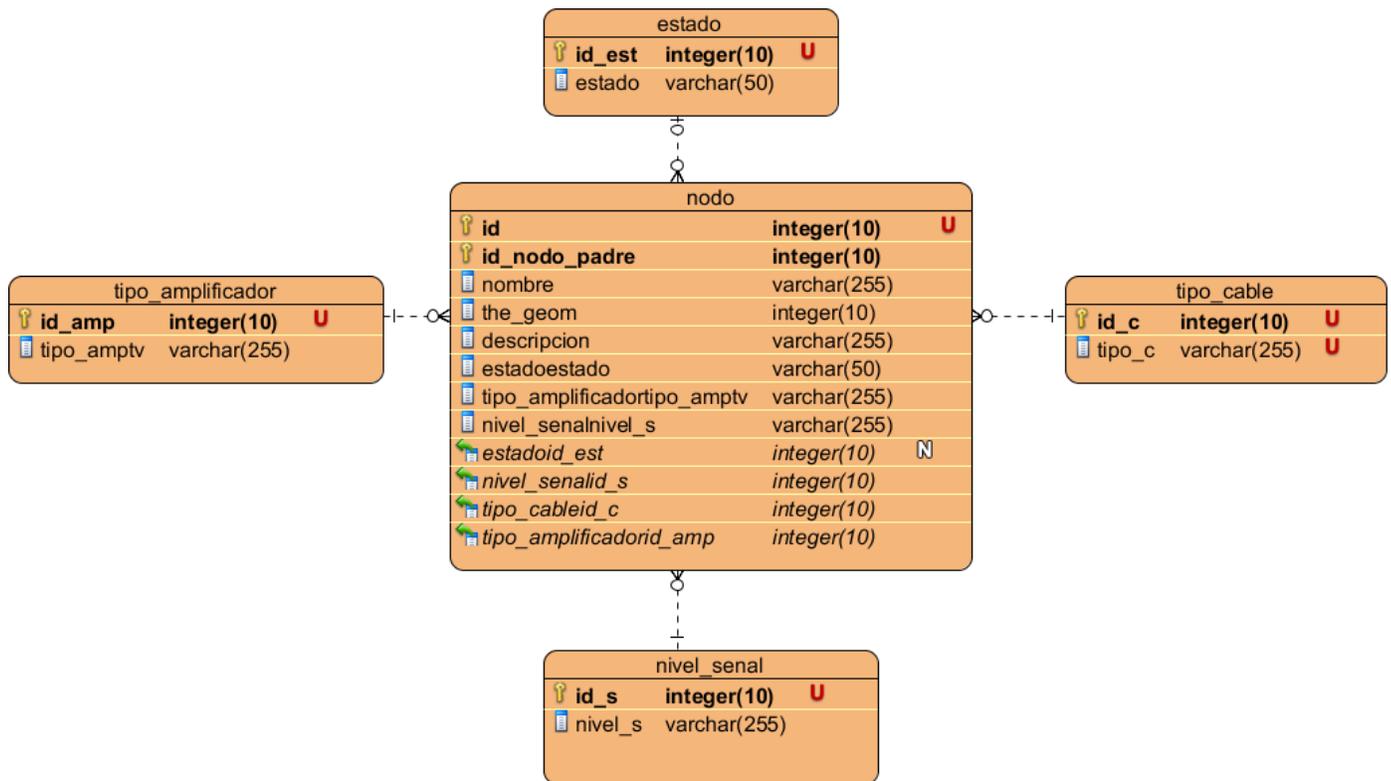


Fig. 4.3 Modelo Entidad-Relación.

4.4 Modelo de Implementación

La implementación describe cómo los elementos del modelo de diseño se implementan en términos de componentes. Define una jerarquía de subsistemas de implementación que contiene componentes e interfaces. Describe además cómo se organizan los componentes de acuerdo con los mecanismos de estructuración y modularización disponibles en el entorno de implementación. (Jacobson, y otros, 2004)

4.4.1 Diagrama de Componentes

Los diagramas de componentes son usados para estructurar el modelo de implementación en términos de subsistemas de implementación y mostrar las relaciones entre los elementos de implementación. Según Pressman en su libro *“Software Engineering. A Practitioner’s Approach”* plantea que un componente es una parte física de un sistema: módulo, BD, programa ejecutable, etc., éste diseño consiste en convertir el diseño de datos, interfaces y arquitectura en un *software* operacional. Con este diseño se proporciona un medio para evaluar el funcionamiento de las estructuras de datos, interfaces y algoritmos.

Seguidamente se muestra el diagrama de componentes del sistema.

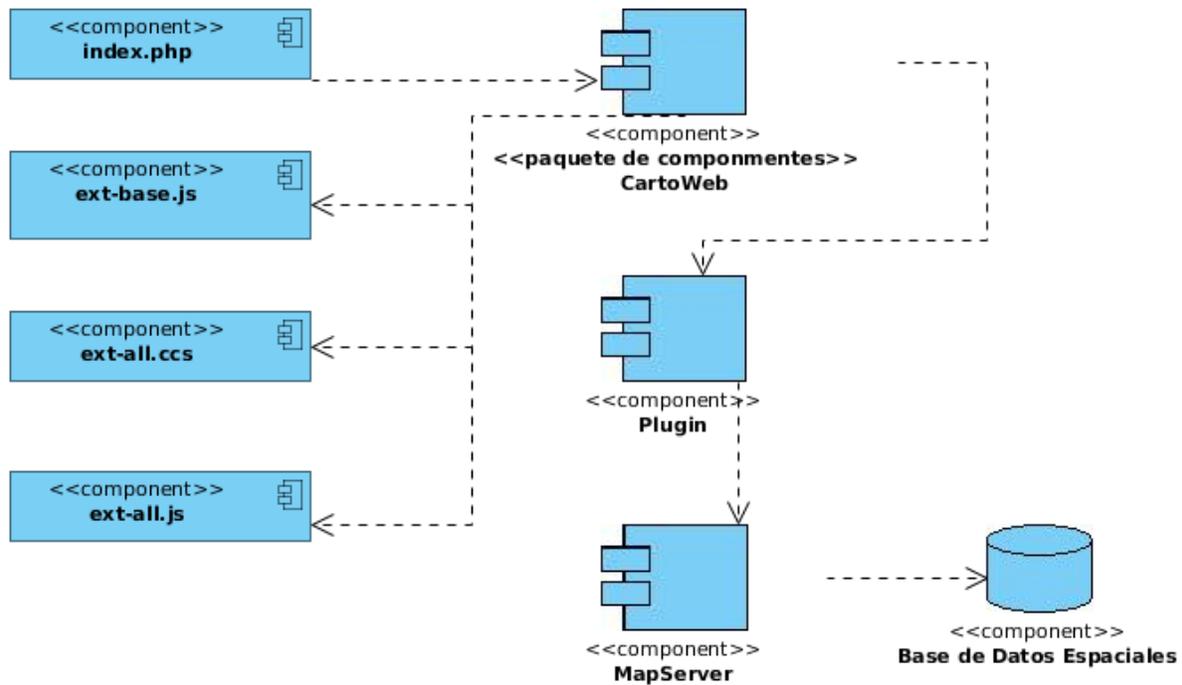


Fig. 4.4 Diagrama de Componentes.

4.5 Modelo de Despliegue

El modelo de despliegue describe la distribución física del sistema, muestra cómo están distribuidos los componentes de *software* entre los nodos de cómputo (Jacobson y otros, 2000). A continuación se presenta en la Figura 4.5 el diagrama de despliegue, con el objetivo de representar los recursos de cómputo de la solución propuesta.

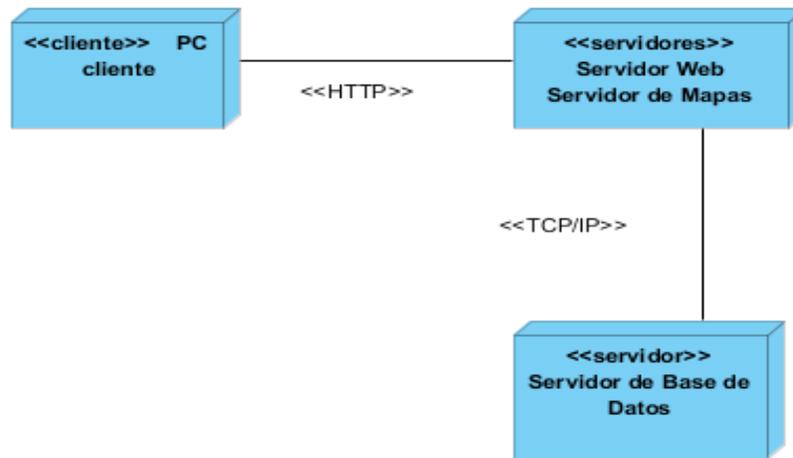


Fig. 4.5 Diagrama de Despliegue.

La comunicación de la PC cliente con el servidor web y de mapas se realiza mediante el protocolo de Transferencia de Hipertexto (HTTP). En el servidor web, Apache en el caso del sistema propuesto, es donde se ejecutarán tareas como la construcción de interfaces de usuarios y procesamiento de datos. Junto con el servidor web se encontrará el servidor de mapas, en este caso Mapserver. El protocolo TCP/IP se utiliza para interconectar los servidores de mapas y servidor web, que se encuentran alojados en la misma computadora, con el servidor de base datos donde se ejecutará el SGBD PostgreSQL con su extensión PostGIS.

4.6 Pruebas al sistema

El proceso de pruebas permite determinar el estado de la calidad de un producto *software*. En este proceso, se ejecutan pruebas dirigidas a componentes del *software* o al sistema de *software* en su totalidad, con el objetivo de medir el grado en que se cumple con los requerimientos del *software*.

Se propone, para encontrar los defectos que puedan afectar la calidad del sistema y validar el cumplimiento de los requisitos del mismo, el método de prueba caja negra, utilizando la técnica de partición equivalente. Es necesario tener en cuenta que las pruebas no pueden asegurar la ausencia de defectos; solo pueden demostrar que existen defectos en el *software*.

4.6.1 Pruebas de Caja Negra

Las pruebas de caja negra son realizadas sobre la base de la interfaz del *software* y apoyándose en los casos de prueba pretenden demostrar que las funciones definidas previamente como requisitos son

Sistema de Información Geográfica para el análisis del comportamiento de la red televisiva en la Universidad de las Ciencias Informáticas

operativas, que las entradas se aceptan de forma adecuada y que se produce el resultado correcto. Los datos se escogen atendiendo a las especificaciones del problema, sin importar los detalles internos del programa, a fin de verificar que el resultado sea correcto. Esta prueba examina algunos aspectos del sistema sin tener en cuenta la estructura interna del *software*, lo cual permite encontrar funciones incorrectas o ausentes, errores de interfaz, rendimiento, de inicialización y terminación, de estructuras de datos o en accesos a las bases de datos (Pressman, 2002).

Para la realización de las pruebas del sistema se seleccionó la técnica partición equivalente. Esta técnica es una de las más efectivas dentro del método de caja negra pues permite examinar los valores válidos e inválidos de las entradas existentes en el *software*. Consiste en dividir el dominio de entrada de un programa en clases de datos, dirigida por los casos de prueba lo que posibilita la reducción en número de clases de prueba a desarrollar. Cada una de estas clases de equivalencia representa a un conjunto de estados válidos o inválidos para las condiciones de entrada. A continuación se muestra la prueba realizada al sistema para el CU "Gestionar Nodo televisivo".

Nombre del caso de uso: Gestionar nodo televisivo.

Descripción general: Este caso de uso se lleva a cabo con el objetivo de adicionar nuevos nodos televisivos al sistema, así como modificar o eliminar los ya existentes. Se inicia cuando el usuario selecciona la opción correspondiente y termina cuando el sistema guarda los datos correspondientes a dicha acción.

Condiciones de ejecución: El usuario debe estar autenticado con el rol de administrador.

Sección (SC): SC 2 Adicionar Nodo televisivo

Tabla 4.1 Descripción de variables del CU Gestionar Nodo televisivo.

No	Nombre de campo	Clasificación	Valor Nulo	Descripción
1	Nombre	Campo de texto	No	Este campo no debe estar en blanco.
2	Nivel de señal	Lista desplegable	No	Este campo no debe estar en blanco.
3	Tipo de amplificador	Lista desplegable	No	Este campo no debe estar en blanco.

*Sistema de Información Geográfica para el análisis del comportamiento de la red televisiva
en la Universidad de las Ciencias Informáticas*

4	Cable de entrada	Lista desplegable	No	Este campo no debe estar en blanco.
5	Descripción	Campo de texto	Si	Este campo puede estar en blanco.
6	Latitud	Campo de texto	No	Este campo no debe estar en blanco.
7	Longitud	Campo de texto	No	Este campo no debe estar en blanco.
8	Nodo padre	Lista desplegable	No	Este campo no debe estar en blanco.
9	Estado	Lista	No	Este campo no debe estar en blanco.
10	Cables de salida	Lista desplegable	No	Este campo no debe estar en blanco.

Tabla 4.2 Diseño de casos de prueba del CU Gestionar Nodo televisivo.

Escenario	EC 2.1: Adicionar nodo televisivo satisfactoriamente.		
Descripción	El sistema adiciona el nodo televisivo, mostrando un mensaje que confirma dicha acción.		
Variables	Nombre	V	NN2 Biblioteca
	Nivel de señal	V	0-10
	Tipo de amplificador	V	CA-30
	Cable de entrada	V	RG-500
	Descripción	V	Atiende la manzana 14.
	Latitud	V	-82.35932692128504
	Longitud	V	23.151568791489364

*Sistema de Información Geográfica para el análisis del comportamiento de la red televisiva
en la Universidad de las Ciencias Informáticas*

	Nodo padre	V	NN1 Residencial
	Estado	V	Fuera de servicio
	Cables de salida	V	RG-11
Respuesta del sistema	El sistema adiciona el nodo televisivo, mostrando un mensaje que confirma dicha acción.		
Flujo central	<ul style="list-style-type: none"> • Seleccionar en la barra de herramientas la opción “Gestionar Nodo televisivo”. • Seleccionar la sección “Adicionar nodo televisivo”. • Llenar los datos correspondientes. • Seleccionar la opción “Aceptar”. 		
Escenario	EC 2.2: Se dejan campos en blanco.		
Descripción	El sistema resalta los campos que están en blanco de color rojo y mantiene desactivado el botón “Aceptar”.		
Variables	Nombre	Vacío	
	Nivel de señal	Vacío	
	Tipo de amplificador	V	TA-25
	Cable de entrada	V	RG-11
	Descripción	NA	
	Latitud	Vacío	
	Longitud	Vacío	
	Nodo padre	V	NN2 Edificio 123
	Estado	Vacío	

*Sistema de Información Geográfica para el análisis del comportamiento de la red televisiva
en la Universidad de las Ciencias Informáticas*

	Cables de salida	V	RG-500
Respuesta del sistema	El sistema resalta los campos que están en blanco de color rojo y mantiene desactivado el botón "Aceptar".		
Flujo central	<ul style="list-style-type: none"> • Seleccionar en la barra de herramientas la opción "Gestionar Nodo televisivo". • Seleccionar la sección "Adicionar nodo televisivo". • Llenar los datos correspondientes. Seleccionar la opción "Aceptar".		
Escenario	EC 2.3: Seleccionar la opción "Cancelar".		
Descripción	El sistema deshabilita el formulario que permite ingresar el nuevo nodo televisivo.		
Variables	Nombre	NA	
	Nivel de señal	NA	
	Tipo de amplificador	NA	
	Cable de entrada	NA	
	Descripción	NA	
	Latitud	NA	
	Longitud	NA	
	Nodo padre	NA	
	Estado	NA	
	Cables de salida	NA	
Respuesta del sistema	El sistema deshabilita el formulario que permite ingresar el nuevo nodo televisivo.		

*Sistema de Información Geográfica para el análisis del comportamiento de la red televisiva
en la Universidad de las Ciencias Informáticas*

Flujo central	<ul style="list-style-type: none"> • Seleccionar en la barra de herramientas la opción “Gestionar Nodo televisivo”. • Seleccionar la sección “Adicionar nodo televisivo”. • Seleccionar opción “Cancelar”. 		
Escenario	EC 2.4: Seleccionar la opción “Capturar coordenadas”.		
Descripción	El sistema oculta la ventana de “Gestionar Nodo televisivo”, mostrando solamente la ventana “Coordenadas” para que el usuario pueda obtener las coordenadas del mapa. Una vez estas hayan sido obtenidas mostrará nuevamente la ventana de “Gestionar Nodo televisivo” la cual contiene las coordenadas seleccionadas en los campos “Longitud” y “Latitud”.		
Variables	Nombre	NA	
	Nivel de señal	NA	
	Tipo de amplificador	NA	
	Cable de entrada	NA	
	Descripción	NA	
	Latitud	NA	
	Longitud	NA	
	Nodo padre	NA	
	Estado	NA	
	Cables de salida	NA	
Flujo central	<ul style="list-style-type: none"> • Seleccionar en la barra de herramientas la opción “Gestionar Nodo televisivo”. 		

*Sistema de Información Geográfica para el análisis del comportamiento de la red televisiva
en la Universidad de las Ciencias Informáticas*

	<ul style="list-style-type: none"> • Seleccionar la sección “Adicionar nodo televisivo”. • Selecciona la opción “Capturar coordenadas”. • Marca el punto deseado en el mapa. • Da clic izquierdo sobre el botón “Aceptar”. 		
Escenario	EC 2.5: Cerrar ventana “Coordenadas”.		
Descripción	El sistema muestra la ventana de “Gestionar Nodo televisivo” .		
Variables	Nombre	NA	
	Nivel de señal	NA	
	Tipo de amplificador	NA	
	Cable de entrada	NA	
	Descripción	NA	
	Latitud	NA	
	Longitud	NA	
	Nodo padre	NA	
	Estado	NA	
	Cables de salida	NA	
Respuesta del sistema	El sistema muestra la ventana de “Gestionar Nodo televisivo”.		
Flujo central	<ul style="list-style-type: none"> • Seleccionar en la barra de herramientas la opción “Gestionar Nodo televisivo”. 		

- Seleccionar la sección “Adicionar nodo televisivo”.
- Seleccionar la opción “Capturar coordenadas”. Presionar el botón “Aceptar”.
- Cerrar ventana “Coordenada” mediante la opción correspondiente (X).

4.6.2 Resultados de las pruebas

Para probar el correcto funcionamiento de la herramienta desarrollada, fueron realizadas tres iteraciones de pruebas. Se detectó un total de 10 no conformidades, 7 en la primera iteración, de las cuales 3 fueron de ortografía, 4 de funcionalidad. En la segunda iteración se detectaron 2 no conformidades de funcionalidad y 1 no significativa. En la tercera iteración no se detectaron no conformidades, por lo que no se hizo necesaria la realización de más iteraciones.

Tabla 4.3: No conformidades detectadas

No. de iteración	Total de No Conformidades	No proceden	Resueltas
1	7	0	7
2	3	0	3
3	0	0	0

4.7 Conclusiones del capítulo

En el presente capítulo concluyó la etapa de construcción y validación de la presente investigación, la cual arrojó como resultado la primera versión del sistema propuesto para dar solución al problema planteado. De igual modo, se obtuvo la documentación establecida por la metodología seleccionada, la cual facilitó el entendimiento del sistema y sirve como referencia para futuras investigaciones o para darle mantenimiento al *software*. El producto fue sometido a pruebas de caja negra que facilitaron la detección y corrección de no conformidades, lo cual permitió obtener un sistema apto para ser usado.

CONCLUSIONES GENERALES

Con la presente investigación se concluye que:

- Se desarrolló un sistema de información geográfica para el análisis del comportamiento de la red televisiva en la Universidad de las Ciencias Informáticas, a partir de las ubicaciones y el estado de los nodos televisivos, dándosele cumplimiento al objetivo general de la investigación.
- Se generaron artefactos ingenieriles, según la metodología de desarrollo seleccionada, que sirven como base para futuras labores de mantenimiento al sistema.
- La solución propuesta está en correspondencia con el proceso de migración al *software* libre que se ejecuta en Cuba actualmente, ya que se emplearon herramientas y tecnologías libres para su desarrollo.
- Las pruebas realizadas al sistema, basadas en el uso de la técnica de caja negra, demostraron que el mismo está apto para ser utilizado por la DGT y la DIRCOM.

RECOMENDACIONES

Se recomienda que:

- El sistema sea utilizado por la Dirección de Gestión Tecnológica de la universidad.
- Integrar la solución desarrollada al sistema de reportes GATServer.

BIBLIOGRAFÍA Y REFERENCIAS

Abreu Gesen, Pedro Jesús. 2014. CodeManía un espacio para escribir códigos. [En línea] 2014. [Citado el: 28 de abril de 2014.] <http://codemania.cubava.cu/2013/09/que-es-extjs/>.

ALEGSA. 2014. ALEGSA. [En línea] 2014. [Citado el: 8 de marzo de 2014.] <http://www.alegsa.com.ar/Dic/sistema%20informatico.php>.

Ambler, Scott W. 2014. Ambyssoft. *Agile Modeling Effective Practices for Extreme Programming and the Unified Process*. [En línea] 2014. [Citado el: 10 de junio de 2015.] <http://www.ambyssoft.com/books/agileModeling.html>.

Ambyssoft Inc. 2014. Ambyssoft. *The Agile Unified Process (AUP)*. [En línea] 2014. [Citado el: 29 de marzo de 2014.] <http://www.ambyssoft.com/unifiedprocess/agileUP.html>.

Andreula, Luis. 2015. Scribd. *SISTEMA DE TELEVISIÓN POR CABLE*. [En línea] Scribd Inc., 2015. [Citado el: 27 de abril de 2015.] <http://es.scribd.com/doc/213527257/Sistema-Television-Cable#scribd>.

Associació Catalana d'Enginyeria Sense Fronteras. 2006. *Tecnología para el Desarrollo Humano y acceso a los servicios básicos*. 2006. ISBN: 978-84-612-3114-0.

Asociación Cultural Amigos de Cuba Albacete. 2012. AlbaceteporCuba.com. *Apuntes sobre la Televisión Cubana*. [En línea] 2012. [Citado el: 19 de mayo de 2014.] http://www.albaceteporcuba.com/index.php?option=com_k2&view=item&id=193:apuntes-sobre-la-televisi%C3%B3n-cubana.

Bartonícek, Jan. 2014. *Programming language paradigm & the main principles of object-oriented programming*. Bulletin of the Centre for Research and Interdisciplinary Study, s.l. : CRIS, 2014, Vol. 2014 (06): págs. 93-99. ISSN 1805-5117.

Bass, L., P. Clements y Kazaman, R. 2003. *Software Architecture in Practice*. s.l.: Adison - Wesley, 2003.

Beck, K. *“Extreme Programming Explained. Embrace Change”*, Pearson Education, 1999. Traducido al español como: *“Una explicación de la programación extrema. Aceptar el cambio”*, Addison Wesley, 2000.

Biblioteca Digital. 2013. Biblioteca Digital. [En línea] 2013. [Citado el: 29 de octubre de 2013.] http://bibliotecadigital.ilce.edu.mx/sites/ciencia/volumen2/ciencia3/101/html/sec_7.html

Booch, G, Jacobson, I y Rumbaugh, J. 1997. *The UML specification documents*. . s.l.: Rational Software Corp, 1997.

Bravo, Javier Domínguez. 2000. *“Breve Introducción a la Cartografía y a los Sistemas de Información Geográfica (SIG)”*. Madrid: CIEMAT (Centro de Investigaciones Energéticas, Medioambientales y Tecnológicas), 2000. Informes Técnicos Ciemat. ISSN: 1135-9420.

Sistema de Información Geográfica para el análisis del comportamiento de la red televisiva en la Universidad de las Ciencias Informáticas

Canós, José H., Letelier, Patricio y Penadés, M^a Carmen . 2013. *Métodologías Ágiles en el Desarrollo de Software.* [En línea] Universidad Politécnica de Valencia, 2013. [Citado el: 22 de noviembre de 2013.] <http://polibuscador.upv.es>.

Camacho, Christian Fernando Mora. 2012. *Ampliación del cliente web para la plataforma de puntos de interés georeferenciados y construcción de un cliente móvil-aplicación a los recorridos de los buses de la UTPL.* Proyecto de fin de carrera previo a la obtención del título de Ingeniero en Sistemas Informáticos y Computación. Loja : UNIVERSIDAD TÉCNICA PARTICULAR DE LOJA, 2012.

Camptocamp SA. 2008. CartoWeb: Advanced Geographical Information System for the Web. [En línea] 2008. [Citado el: 25 de abril de 2014.] <http://cartoweb.org/>.

Castro Ruz, Fidel. 2004. *Discurso en el acto de clausura del VIII Congreso de la UJC.* Ciudad de La Habana : Oficina del Consejo de Estado de la República de Cuba, 2004.

Confederación de Empresarios de Andalucía. 2010. *Sistema de Información Geográfica, tipos y aplicaciones empresariales.* [En línea] 2010. [Citado el: 25 de octubre de 2013.] <http://sig.cea.es>.

Confederación de Empresarios de Andalucía. 2010. *Sistema de Información Geográfica, tipos y aplicaciones empresariales.* [En línea] 2010. [Citado el: 21 de noviembre de 2014.] http://sig.cea.es/aula_sig_preguntas_frecuentes.

Cruz Rojas, Orlando y Puig González, Claudio. 2009. *Sistema basado en casos para la asistencia al proceso de soporte y ayuda en la gestión de incidencias tecnológicas en la Universidad de Ciencias Informáticas.* Trabajo de Diploma para optar por el título de Ingeniero en Ciencias Informáticas. Ciudad de La Habana : Universidad de las Ciencias Informáticas, 2009.

Cueva Lovelle, Juan Manuel. 1999. *Introducción a UML. Lenguaje para modelar objetos.* 1999.

ESRI. 2014. Environmental Systems Research Institute: The GIS Software Leader. *SIG aplicado en Transmisión de Señales de Radio y Televisión.* [En línea] 2014. [Citado el: 8 de abril de 2014.] <http://proceedings.esri.com/library/userconf/latinproc95/sti.pdf#page=1&zoom=auto,0,842>.

ESRI. 2014. Environmental Systems Research Institute: The GIS Software Leader. *LOS SIG EN LOS NEGOCIOS: HERRAMIENTAS DE APOYO A LA TOMA DE DECISIONES.* [En línea] 2014. [Citado el: 21 de noviembre de 2014.] <http://proceedings.esri.com/library/userconf/latinproc99/ponencias/ponencia31.html>.

Estrada García de Loarca, María del Rosario. 2005. *LA TELEVISIÓN EN GUATEMALA.* Maestría en Docencia Universitaria, Facultad de Humanidades. Guatemala: Universidad de San Carlos de Guatemala, 2005.

Facultad d'Informàtica de Barcelona. RETRO INFORMATICA. [En línea] [Citado el: 25 de octubre de 2013.] <http://www.fib.upc.edu/retro-informatica/avui/gis.html>.

Sistema de Información Geográfica para el análisis del comportamiento de la red televisiva en la Universidad de las Ciencias Informáticas

- Falla Aroche, Stephanie y Van Der Henst S. , Christ. 2014.** Maestros del Web. *¿Qué es Javascript?* [En línea] Platzi, 2014. [Citado el: 16 de Noviembre de 2014.] www.maestrosdelweb.com/editorial/%C2%BFque-es-javascript/.
- Fernández Madrigal, Juan Antonio. 2002.** Sistemas en Tiempo Real. [En línea] Universidad de Málaga, 2002. [Citado el: 16 de Noviembre de 2013.] www.isa.uma.es/personal/jafma/docencia/.../STR_interrupciones.pdf.
- Fornaris Ramírez, Leiber y León Companioni, Alain. 2012.** *Sistema para la representación geográfica de objetivos hidrográficos de precipitaciones*. Serie Científica de la Universidad de las Ciencias Informáticas, 2012, No. 3, Vol. 5: pág. 5-8.
- Fowler, M. 1996.** *Analysis Patterns: Reusable Object Models*. Reading, MA.:Addison-Wesley.
- Franco, Adolfo Villalva. 2012.** *PROPUESTA DE LA PRESTACIÓN DE SERVICIOS DE BANDA ANCHA MEDIANTE EL EMPLEO CONJUNTO DE TECNOLOGÍAS CATV Y PLC*. Tesis Final previo a la obtención del grado de Master en Telecomunicaciones. Guayaquil : Universidad Católica de Santiago de Guayaquil, 2012.
- González, Carlos D. 2014.** Curso Base de Datos PostgreSQL, SQL avanzado y PHP. [En línea] 2014. [Citado el: 27 de marzo de 2014.] <http://www.usabilidadweb.com.ar/postgre.php>.
- González, María del Carmen. 2008.** SciELO. *Tormenta de ideas: ¡Qué tontería más genial!* [En línea] 2008. [Citado el: 24 de abril de 2014.] http://scielo.sld.cu/scielo.php?pid=S1024-94352008000400011&script=sci_arttext&tlng=pt. ISSN 1024-9435.
- GUEVARA, Baílde García y SALGADO-SABEL, Antonio. 2010.** *Del paradigma de los croquis a la georreferencia automatizada (SIGP): historia y su aplicabilidad en la gestión de programas comunitarios e investigaciones en salud*. Universidad Central de Venezuela, Consejo de Desarrollo Científico y Humanístico, 2010.
- Gutiérrez Puebla, Javier y Gould, Michael. 1994.** *Sig: Sistemas de Información Geográfica*. Madrid: Editorial Síntesis, 1994. pág. 251. ISBN: 84-7738-246-8.
- Hernández León, Rolando Alfredo y Coello González, Sayda. 2011.** *EL PROCESO DE INVESTIGACIÓN CIENTÍFICA*. Ciudad de La Habana : Editorial Universitaria, 2011. ISBN 978-959-16-1307-3.
- Hernández Sampieri, Roberto, Fernández Collado, Carlos y Batista Lucio, María del Pilar. 2010.** *Metodología de la investigación*. 5ta. s.l. : McGraw-Hill Interamericana, 2010.
- IbéricaMultimedia. 2014.** Mantenimiento Informático Ordenadores Madrid. [En línea] 2014. [Citado el: 30 de abril de 2014.] <http://ibericamultimedia.com/secciones-mantenimiento-ordenadores/guia-mantenimiento-sistemas-informaticos/concepto-sistema-informatico>.
- ICRT. 2014.** Instituto cubano de radio y televisión. *Historia Institucional*. [En línea] 2014. [Citado el: 21 de mayo de 2014.] <http://www.icrt.cu/es/quienes-somos/historia-organizacional/>.
- IBM. developerWorks. RUP in the dialogue with Scrum.** [En línea] [Citado el: 22 de marzo de 2014.] <https://www.ibm.com/developerworks/rational/library/feb05/krebs/>.

Sistema de Información Geográfica para el análisis del comportamiento de la red televisiva en la Universidad de las Ciencias Informáticas

Iglesia, Carlos. 2011. sensagent. sensagent. [En línea] 2011. [Citado el: 23 de junio de 2014.] <http://dictionary.sensagent.com/postgis/es-es/>.

ISNTITUTO WASHINGTON Secundaria y Bachillerato. 2015. Representación del espacio geográfico. [En línea] 2015. [Citado el: 2 de abril de 2015.] <http://www.institutowashington.com/biblioteca-virtual/geografia/61-representacion-del-espacio-geografico>.

intef. 2014. Instituto Nacional de Tecnologías Educativas y de Formación del Profesorado. TEMA 1: Introducción a los Sistemas Informáticos. [En línea] 2014. [Citado el: 8 de marzo de 2014.] <http://guindo.pntic.mec.es/~pold0000/apuntes/ut01/tema01/tema01.htm>.

Jacobson, Ivar, Booch, Grady y Rumbaugh, James. 2000. El Proceso Unificado de Desarrollo de Software. [trad.] Miguel Angel Sicilia, Carlos Canal, Francisco Javier Duran Salvador Sanchez. Madrid: PEARSON EDUCACION, S.A, 2000. ISBN: 84-7829-036-2.

Larman, Craig. 1999. INTRODUCCIÓN AL ANALISIS Y DISEÑO ORIENTADO A OBJETOS. [trad.] Luz Maria Henández Rodriguez. s.l. : PRENTICE HALL, 1999. ISBN: 970-17-0261-1.

Ledea, Lilianne Martínez. 2010. Diseño de la arquitectura base del catálogo de mapas LiberMaps. Trabajo de Diploma para optar por el título de Ingeniero en Ciencias Informáticas. Ciudad de La Habana : Universidad de las Ciencias Informáticas, 2010.

Longley, A. Paul, y otros. 2005. Geographic Information Systems and Science. 2005.

López Ayala, Daniel Johnny. 2014. Documentación de la recepción y transmisión de señales analógicas de video. Técnico Superior Universitario en tecnologías de la información y comunicación área redes y telecomunicaciones. Querétaro : Universidad Tecnológica de Querétaro, 2014.

López Pérez, Francisco J. 1999. Sistema de almacenamiento de estado de los parámetros de funcionamiento de un amplificador de teledistribución. 2 119 706 España, 16 de junio de 1999. Patente de Invención.

Madrid Soto, Adriana y Ortiz López, Lina María. 2005. Análisis y síntesis en cartografía: algunos procedimientos. Bogotá: Universidad Nacional de Colombia, 2005. ISBN 9588063329.

MapServer. 2014. MapServer: open source web mapping. [En línea] 2014. [Citado el: 25 de abril de 2014.] <http://mapserver.org/>.

Martínez Huerta, G. M., Roqueñí Gutiérrez, N. y Rodríguez Montequín, J. V. 2008. APLICACIÓN DE HERRAMIENTAS GIS PARA LA OPTIMIZACIÓN DE REDES DE TELECOMUNICACIÓN. s.l. : Universidad de Oviedo. 2008.

Martin, J., and Odell, J. 1995. Object-Oriented Methods: A Foundation. Englewood Cliffs, NJ.: Prentice-Hall.

Sistema de Información Geográfica para el análisis del comportamiento de la red televisiva en la Universidad de las Ciencias Informáticas

- Martínez Meyer, Enrique. 2014.** *Los Sistemas de Información Geográfica como Herramienta para la Toma de Decisiones en Conservación.* Instituto de Biología Universidad Nacional Autónoma de México, 2014.
- Martín, Rafael Simón. 2011.** *Herramienta de monitoreo señales digitales para la plataforma de transmisión abierta para radio y televisión.* Trabajo de Diploma para optar por el título de Ingeniero. Universidad de las Ciencias Informáticas. La Habana: s.n., 2011.
- McClure, Carma. 1989.** *The CASE Experience.* s.l.: BYTE, 1989. pág. p.235.
- Microsoft SQL SERVER. 2013.** Microsoft SQL SERVER. [En línea] 2013. [Citado el: 2013 de diciembre de 5.] <http://technet.microsoft.com/es-es/library/bb933790.aspx>.
- Molpeceres, Alberto. 2002.** javaHispano: TU LENGUAJE, TU COMUNIDAD. *Proceso de desarrollo: RUP, XP, FDD.* [En línea] Asociación javaHispano, 15 de diciembre de 2002. [Citado el: 13 de marzo de 2014.] http://www.javahispano.org/antiguo_javahispano_org/2003/3/5/procesos-de-desarrollo.html.
- Montaño Navisoy, Juan Miguel y Moreno Pineda, Carlos Humberto. 2007.** *SOFTWARE DE DISEÑO DE REDES DE TELEVISION POR CABLE (CATV).* Trabajo de grado para optar al título de Ingeniero de Sistemas y telecomunicaciones. s.l. : UNIVERSIDAD DE MANIZALES, 2007.
- Moreta, Orlando Ramiro Erazo. 2009.** *Diseño e implementación de Mapa Interactivo utilizando Web Mapping y Base de Datos Espacial: Ciudad de Quevedo.* Tesis Doctoral. Quito: s.n., 2009.
- MySQL. 2014.** [En línea] 2014. [Citado el: 27 de marzo de 2014.] <http://www.mysql.com/>.
- NetBeans. 2013.** NetBeans. [En línea] 2013. [Citado el: 28 de abril de 2014.] <https://netbeans.org/features/index.html>.
- Olaya, Víctor. 2011.** *Sistemas de Información Geográfica.* 2011. Disponible en: http://wiki.osgeo.org/wiki/Libro_SIG.
- Oliveros, Lisandra Fuentes. 2012.** *DESARROLLO DE UNA HERRAMIENTA DE GESTIÓN DE ARCHIVOS CM AKE.* Trabajo de Diploma para optar por el título de Ingeniero. Universidad de las Ciencias Informáticas. La Habana: s.n., 2012.
- Otero, I. 1999.** *Paisaje, Teledetección y Sig.* Madrid: Fundación Conde del Valle de Salazar, 1999.
- Peña Llopis, Juan. 2006.** *Sistemas de información geográfica aplicados a la gestión del territorio.* s.l. : Editorial Club Universitario, 2006. ISBN: 84-8454-493-1.
- Peña Llopis, Juan. 2006.** *Sistemas de Información Geográfica aplicados a la gestión del territorio.* Revista de Geografía Norte Grande, 2006, Vol. 36: págs. 97-101.
- Popkin Software & Systems. 2008.** *Modelado de Sistemas con UML.* 2008.
- PostgreSQL. 2012.** PostgreSQL. *Características, limitaciones y ventajas.* [En línea] 2012. [Citado el: 27 de marzo de 2014.] <http://postgresql-dbms.blogspot.com/p/limitaciones-puntos-de-recuperacion.html>.

Sistema de Información Geográfica para el análisis del comportamiento de la red televisiva en la Universidad de las Ciencias Informáticas

PostgreSQL. 2014. PostgreSQL. *Documentation*. [En línea] 2014. [Citado el: 22 de marzo de 2014.] <http://postgresql.org/docs>.

Pressman, R. 2002. *Software Engineering. A Practitioner's Approach*. USA: s.n., 2002.

Programa Nacional Mapa Educativo. Encontrá tu escuela en el mapa. [En línea] Ministerio de Educación de la Nación de Argentina. [Citado el: 28 de noviembre de 2013.] <http://www.mapaeducativo.edu.ar/encontrar/pages/qsig>.

Quiroz Ortuño, Yuri. 2010. *Los SIG como herramienta para la toma de decisiones en la solución de problemas ambientales y dentro de la formación profesional en ciencias ambientales*. Temas de Ciencia y Tecnología, 2010, Vol. 14 (41): 33-40.

Real Academia Española. 2013. Diccionario panhispánico de dudas. [En línea] 2013. [Citado el: 21 de noviembre de 2013.] <http://lema.rae.es/dpd/?key=monitoreo>.

Real Academia Española ©. 2015. Real Academia Española. [En línea] 2015. <http://lema.rae.es/drae>.

Refsnes Data. 2014. W3Schools.com. *AJAX*. [En línea] 2014. [Citado el: 26 de abril de 2014.] <http://www.w3schools.com/ajax/default.ASP>.

Resource Book on Geoinformatics. s.l.: Indian Institute of Technology Delhi.

Reynoso, Carlos y Kicillof, Nicolás. 2004. *Estilos y Patrones en la Estrategia de Arquitectura de Microsoft Versión*. Buenos Aires: Universidad de Buenos Aires, 2004.

Rodrigues Silveira, Rodrigo. 2013. *Representación espacial y mapas*. s.l.: Centro de Investigaciones Sociológicas, 2013. ISBN: 9788474766189.

SANABRIA, JAVIER MANRIQUE. 2011. *CONCEPTOS DE SIG Y CARTOGRAFÍA*. Bogotá D.C.: s.n., 2011.

Sánchez, María A. Mendoza. 2004. *Informatízate. Metodologías De Desarrollo De Software*. [En línea] 7 de junio de 2004. [Citado el: 23 de marzo de 2014.] <http://www.informatizate.net>.

Sencha Inc. 2014. Sencha. *Ext JS*. [En línea] 2014. [Citado el: 27 de abril de 2014.] <http://www.sencha.com/products/extjs/>.

Schmuller, Joseph. *Aprendiendo UML en 24 horas*. s.l.: Prentice Hall.

de Smith, M J, Goodchild, M F y Longley, P A. 2009. *Geospatial Analysis: a Comprehensive Guide to Principles, Techniques and Software Tools*. Third Edition. UK: SPLINT, 2009.

Sharifi, A. 2004. *Spatial Decision Support Systems*. Department of Urban Regional Planning and GeoInformation Management ITC, 2004.

Sistema de Información Geográfica para el análisis del comportamiento de la red televisiva en la Universidad de las Ciencias Informáticas

- Sommerville, Ian. 2005.** *INGENIERÍA DEL SOFTWARE*. Madrid: PEARSON EDUCACIÓN, 2005. ISBN: 84-7829-074-5.
- Star, J. y Estes, J. . 1990.** *Geographic Information Systems: An Introduction*. s.l. : Prentice-Hall, 1990.
- Terry, B. y Logee, D. 1990.** *Terminology for Software Engineering and Computer-aided Software Engineering*. s.l.: Software Engineering Notes, 1990.
- The Apache Software Foundation. 2012.** Apache. *Apache License*. [En línea] 2012. [Citado el: 23 de marzo de 2014.] <http://www.apache.org/licenses/LICENSE-2.0.html>.
- The National Center for Geographic Information and Analysis. 2014.** NCGIA. *Human Cognition of the Spatial World*. [En línea] 2014. [Citado el: 23 de junio de 2014.] <http://www.ncgia.ucsb.edu/education/curricula/giscc/units/u006/u006.html>.
- The University of Melbourne. 2001.** *Introducción a los SIG*. [En línea] 2001. [Citado el: 25 de Noviembre de 2013.] http://www.geogra.uah.es/gisweb/1modulosespanyol/IntroduccionSIG/GISModule/GIST_Vector.htm.
- Torres Guerrero, Daniel Adrian. 2013.** *Toma de decisiones*. Universidad Militar Nueva Granada. Bogotá. 2013.
- TV Cubana. 2013.** Televisión Cubana. *1950, Cuba: Llegó la televisión*. [En línea] 2013. [Citado el: 20 de mayo de 2014.] <http://www.tvcubana.icrt.cu/index.php/seccion-historia/236-1950-cuba-llego-la-television>.
- Sklar, David. 2004.** *Learning PHP 5*. s.l. : O'Reilly, 2004.
- UNED. 2014.** UNED: Universidad Nacional de Educación a Distancia. *APLICACIÓN DE HERRAMIENTAS GIS PARA LA OPTIMIZACIÓN DE REDES DE TELECOMUNICACIÓN*. [En línea] 2014. [Citado el: 8 de abril de 2014.] <http://www.uned.es/ca-gijon/web/actividad/publica/entemu01/a16.PDF>.
- Universidad Nacional Costa Rica. 2006.** *Introducción al Agile UP*. [En línea] Copyright © Ambysoft Inc, 2006. [Citado el: 7 de junio de 2015.] <http://www.cc.una.ac.cr/AUP/html/overview.html>.
- Valle, Otto y Rivera, Otto.** *Monitoreo e Indicaciones*. Guatemala: Oficina Nacional en Guatemala.
- W3C. 2015.** W3C España. *Sobre el W3C (World Wide Web)*. [En línea] 2015. [Citado el: 2 de junio de 2015.] <http://www.w3c.es/Consortio/>.

GLOSARIO DE TÉRMINOS

API: Interfaz de programación de aplicaciones.

Amplificador: Es un dispositivo que utiliza energía para magnificar la amplitud de un fenómeno. Se encarga de captar una señal, y poder redirigirla hacia nuevo destino, amplificando las distancias que se tienen entre nodo y nodo, y extendiendo la transmisión de la señal.

Amplificador de señal: Estos pequeños aparatos aumentan la energía con la que se mueve la señal a través de la red eléctrica y permiten que llegue mejor a su punto de destino.

Cartografía: Es una disciplina que integra ciencia, técnica y arte, para representar la tierra sobre un mapa o plano cartográfico.

CSS: es un lenguaje utilizado en la presentación de documentos HTML. Un documento HTML viene siendo coloquialmente “una página web”. Entonces podemos decir que el lenguaje CSS sirve para organizar la presentación y aspecto de una página web.

Datos Espaciales: Los datos espaciales representan información sobre la ubicación física y la forma de objetos geométricos. Estos objetos pueden ser ubicaciones de punto u objetos más complejos como países, carreteras o lagos.

Georreferenciación: Es el posicionamiento en el que se define la localización de un objeto espacial en un sistema de coordenadas.

HTML: es un lenguaje de programación que se utiliza para el desarrollo de páginas de Internet. Se trata de la sigla que corresponde a HyperText Markup Language, es decir, Lenguaje de Marcas de Hipertexto, que podría ser traducido como Lenguaje de Formato de Documentos para Hipertexto.

OGC (Open GIS Consortium): Consorcio encargado de definir los estándares a seguir por los SIG. Es un consorcio internacional formado por alrededor de 256 empresas, organismos estatales y universidades, que participan en un proceso para el desarrollo de especificaciones de interface disponibles para el público en general.

Plugin: Es aquella aplicación que, en un programa informático, añade una funcionalidad adicional o una nueva característica al software. También se le conoce como complemento.