

UNIVERSIDAD DE LAS CIENCIAS INFORMÁTICAS

Facultad#6



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

**TÍTULO: Desarrollo de un Sistema de Información Geográfica en
dispositivos móviles para el turismo en Cuba**

AUTOR: Jorge Raúl Chao Cribeiro

TUTOR: Ing. Odiel Estrada Molina

La Habana, día 19 del mes de Junio del año 2012

“Año 54 de la Revolución”



“Al mundo no le importará tu autoestima. El mundo esperará que logres algo, independientemente de que te sientas bien o no contigo mismo.....”

Declaración de autoría

Ciudad de La Habana, junio, 2012

“Año 54 de la Revolución”

Yo: Jorge Raúl Chao Cribeiro declaro que soy el único autor de este trabajo y autorizo a la Universidad de las Ciencias Informáticas (UCI) a hacer uso del mismo en su beneficio.

Para que así conste firmo la presente a los ____ días del mes de _____ del 2012.

Jorge Raúl Chao Cribeiro.

Ing. Odiel Estrada Molina.

FIRMA DEL AUTOR

FIRMA DEL TUTOR

Autor:

Nombre: Jorge Raúl.

Apellidos: Chao Cribeiro.

Correo electrónico: jrchao@estudiantes.uci.cu

Tutor:

Nombre: Odiel.

Apellidos: Estrada Molina.

Graduado de Ingeniero en Ciencias Informáticas en el año 2010 en la Universidad de Las Ciencias Informáticas.

Categoría Docente: Recién Graduado en Adiestramiento.

Dirección de la institución: Carretera de San Antonio de los Baños Km 2 ½. Torrens. La Habana, Cuba

Correo electrónico: ostrada@uci.cu

Dedicatoria

A mi madre y mi abuela por todo el apoyo y el cariño de estos años. Por confiar en mí y darme la oportunidad de tenerlas.

Agradecimientos

Agradecer primero que todo a mi mamá y mi abuela por ser especiales para mí. A mi mamá por hacer papel de madre y padre, por echar para adelante ella sola. Gracias a ellas soy lo que soy hoy en día.

A Oliannis, una persona muy especial en mi vida, gracias por estos años y por los que vendrán. Creo que nada de esto sería posible sin tí....

A Alain y Lilianne por toda su ayuda, sin ellos sería prácticamente imposible todo esto.

A todas mis amistades, las de la LENIN, las de la UCI, las que están y las que no.

A mi papá por todos sus consejos y por darme su ejemplo siempre. A mi hermano que le sirve de ejemplo. A toda la familia por su apoyo y preocupación.

A mi tutor por guiarme durante todo este tiempo.

A los que se preocuparon en algún momento por mí y por cómo me sentía. A los que me criticaron y a los que me ayudaron, a los que no lo hicieron; sin todos ellos sería imposible ser quien soy.

La Dirección Nacional de Turismo necesita contar con un sistema que facilite la localización de sus instalaciones ubicadas a lo largo del territorio nacional, y que permita la obtención de los datos socioeconómicos asociados a dichas instalaciones representados sobre el mapa de un dispositivo celular. Actualmente existen sitios Web que brindan información de este tipo, pero solo pueden ser accedidos desde un ordenador, por lo que resulta imposible consultarla en cualquier momento.

Por lo antes expuesto surge la necesidad de desarrollar un Sistema de Información Geográfica para dispositivos celulares, enfocado principalmente en las ventajas de la telefonía móvil. Para su elaboración se realizó un estudio sobre los Sistemas de Información Geográfica sobre el protocolo WAP existentes actualmente a nivel mundial, así como las tecnologías actuales sobre el desarrollo de plataformas para celulares y desarrollo de Sistemas de Información Geográfica. Este trabajo pretende resolver esta problemática brindando una aplicación de calidad, basada en el uso de tecnologías libres.

Palabras claves: dispositivos celulares, Protocolo WAP, Sistemas de Información Geográfica.

Introducción	1
Capítulo I: Fundamentación Teórica	5
1.1. Introducción.....	5
1.2. Conceptos asociados al dominio del problema.....	5
1.3. Sistemas de Información Geográfica sobre el protocolo WAP	9
1.3.1. Antecedentes	9
1.3.2. Aplicaciones de los Sistemas de Información Geográfica.....	11
1.3.3. Funcionalidades de los Sistemas de Información Geográfica.....	12
1.3.4. Componentes de un Sistema de Información Geográfica	13
1.3.5. Como funciona un Sistema de Información Geográfica	13
1.4. Protocolo WAP y su aplicación en la tecnología celular	14
1.5. Dispositivos móviles en los que se puede representar un SIG.....	16
1.6. Análisis de otras soluciones existentes	17
1.7. Conclusiones.....	19
Capítulo II: Tendencias y tecnologías actuales a desarrollar	20
2.1. Introducción.....	20
2.2. El Proceso Unificado de Desarrollo de Software (RUP) como base en el desarrollo de la solución.	20
2.3. El Lenguaje Unificado de Modelado (UML) como soporte de la modelación de la solución propuesta.....	21
2.4. Herramienta CASE	22
2.5. Servidor de mapas	23
2.6. Lenguajes de programación	24
2.7. Módulo PHP MapScript.....	25
2.8. Sistema gestor de base de datos	25
2.9. Entorno de desarrollo	27
2.10. Tecnologías basadas en el Lenguaje PHP. WURFL y WALL	28
2.11. Servidor Web	30
2.12. Arquitectura de software.....	30
2.13. Conclusiones	31
Capítulo III: Presentación de la solución propuesta	32

3.1	Introducción.....	32
3.2	Descripción del Modelo de Negocio y del Modelo de Dominio.....	32
3.2.1	Eventos principales de entorno	33
3.2.2	Glosario de Términos del Dominio	33
3.2.3	Diagrama de clases del Modelo de Dominio	35
	Descripción del diagrama.	35
3.3	Levantamiento de requisitos	35
3.3.1	Requisitos funcionales del sistema.....	35
3.3.2	Requisitos no funcionales del sistema.....	36
3.4	Descripción del Sistema Propuesto.....	38
3.4.1	Descripción de los actores	38
3.5	Diagrama de Casos de Uso del Sistema	38
3.6	Descripciones textuales de Casos de Uso del Sistema.....	39
3.6.1	Descripción Textual del Caso de Uso Buscar lugar de interés turístico	39
3.6.2	Descripción Textual del Caso de Uso Visualizar información	41
3.7	Conclusiones.....	43
	Capítulo IV: Construcción de la solución propuesta	44
4.1	Introducción.....	44
4.2	Patrones de diseño	44
4.2.1	Patrones para asignar responsabilidades (GRASP)	44
4.2.2	Patrones de diseño (GOF)	46
4.3	Modelo de diseño.....	47
4.3.1	Diagrama de clases del diseño	47
4.3.2	Diagrama de clase del diseño del Caso de Uso Buscar lugar de interés turístico	48
4.4	Modelo de Datos	48
4.4.1	Modelo Entidad-Relación 1: BD SIGRutas	49
4.5	Modelo de Implementación.....	49
4.5.1	Diagrama de Componentes.....	50
4.5.2	Modelo de Despliegue	52
4.6	Prueba del sistema propuesto.....	53
4.7	Diseño de Casos de Prueba de Caja Negra.	53
4.8	Diseño de pruebas	55
4.9	Relevancia del sistema desarrollado.....	58

Índice de contenido

4.10 Conclusiones.....	59
Conclusiones Generales.....	60
Recomendaciones.....	61
Bibliografía	62
Glosario.....	66

Índice de Figuras

Fig. 1 Arquitectura WAP	15
Fig. 2 Modelo de Dominio	35
Fig. 3 Diagrama de Casos de Uso del Sistema	38
Fig. 4 Diagrama de clase del diseño del Caso de Uso Buscar lugar de interés turístico	48
Fig. 5 Modelo Entidad-Relación BD SIGRutas	49
Fig. 6 Vista general del diagrama de componentes	50
Fig. 7 Vista Detallada: Paquete Modelo	50
Fig. 8 Vista detallada: Paquete Vista	51
Fig. 9 Vista detallada: Paquete Controlador	51
Fig. 10 Modelo de Despliegue	52

Índice de Tablas

Tabla 1 Descripción de actores	38
Tabla 2 Descripción del Caso de Uso Buscar lugar de interés turístico	40
Tabla 3 Descripción del Caso de Uso Visualizar información	42
Tabla 4 Descripción de clases.....	47
Tabla 5 Diseño de Caso de Prueba de Caja Negra del Caso de Uso: Buscar lugar de interés turístico	56
Tabla 6 Descripción de Variable del Caso de Uso Buscar lugar de interés turístico	57
Tabla 7 Matriz de Datos. Buscar lugar de interés turístico	58

Introducción

Desde el surgimiento de Internet y con el desarrollo alcanzado hasta la actualidad en las ciencias computacionales y de la comunicación, la tecnología se ha globalizado permitiendo la modernización de la sociedad con lo cual ha aumentado considerablemente el flujo de información, haciéndose cada vez más necesario representar de manera eficiente los datos; siendo fundamental para esto el desarrollo de sistemas que gestionen adecuadamente la información disponible. Es por ello que el uso de las Tecnologías de la Información y las Comunicaciones (TIC) constituye un factor esencial en el avance de cualquier sociedad.

Cuba ha reconocido la importancia que tienen las TIC, y actualmente se encuentra en un proceso de informatización y automatización, aplicándose en diferentes sectores de la sociedad como: la salud, los servicios y la educación. La implementación de sistemas que procesan la información y la representan de una forma más entendible dando solución a una problemática, constituyen uno de los principales aportes de las TIC, que a la vez contribuyen al ahorro de tiempo, recursos y al progreso socioeconómico del país.

Desde su surgimiento, la Universidad de las Ciencias Informáticas ha sido verdadera protagonista de los logros informáticos obtenidos en el país. En Cuba muy pocas empresas se dedican al desarrollo de *software*, lo cual convierte a la UCI en una de las principales empresas productoras de *software* del país.

En la actualidad se está perfeccionando el proceso administrativo en diversos sectores de Cuba, como parte de estos se encuentra el Turismo. El mismo constituye una de las principales fuentes de ingreso de divisa al país y un renglón esencial en el desarrollo de la economía. A continuación se muestran datos que apoyan esta afirmación.

La industria turística cubana ingresó en 2011 mil 738 millones 91 mil CUC (moneda convertible de circulación nacional), lo cual significó 11,9 por ciento más que en el 2010, según la Oficina Nacional de Estadísticas e Información (ONEI). Los ingresos a las entidades del sector provinieron, en esencia, de actividades de alojamiento, comercio minorista, gastronomía, transporte y recreación. En ese período arribaron al país dos millones 716 mil 317 personas, en su mayoría turistas, lo que representó 7,3 puntos porcentuales por encima de lo registrado el año precedente.

Según datos de la ONEI, los países mayores emisores de visitantes fueron Canadá, Inglaterra, Italia, España, Alemania y Francia. Por regiones geográficas las estadísticas muestran que el 42,4 por ciento

de las personas que llegaron a Cuba en el 2011 procedió de América del Norte, 9,8 de Europa Occidental, el 8,7 de Europa Meridional y el resto de otras zonas. Más de un millón de visitantes oscilaban entre 25 y 44 años de edad. Casi la mitad de las personas que arribaron a la isla caribeña lo hicieron por motivos de ocio, recreo o vacaciones. Otros llegaron para realizar negocios, contactos profesionales, participar en eventos o en busca de servicios de salud. (1)

El 90 % los turistas poseen dispositivos móviles, ya sean teléfonos celulares o tabletPC. El uso de la telefonía móvil en Cuba es escaso, se podría decir que apenas existe debido a la falta de tecnología que enfrentamos. Hoy en día los teléfonos móviles en Cuba se utilizan solo para realizar llamadas y enviar mensajes de texto, sus otras funciones no están habilitadas. Debido a las disímiles funcionalidades de los teléfonos celulares, se ha demostrado últimamente que estos son más utilizados que las computadoras debido a su fácil manejabilidad y comodidad. Aunque en Cuba el acceso a la Web es mínimo; solo disponible en centros de trabajo, educativos y escasos puntos destinados a este fin; es necesario desarrollar aplicaciones para dispositivos móviles debido a su usabilidad y portabilidad.

Uno de los objetivos de la dirección de Turismo es proveer la mayor información posible a los clientes nacionales y extranjeros que están presentes en el país garantizando el máximo disfrute de las instalaciones turísticas ubicadas a lo largo de todo el territorio nacional. A pesar de la existencia de las Oficinas de Información y sitios Web, que brindan orientación al público, la dirección de Turismo no cuenta hoy en día con un sistema centralizado orientado a dispositivos móviles que brinde información rápida y de fácil acceso a las personas sobre sus múltiples opciones turísticas, así como los servicios y ofertas que ofrecen cada una de ellas, lo cual permita escoger fácilmente la mejor y más cercana opción disponible para su disfrute. Actualmente esto constituye uno de los principales problemas que afronta la directiva de dicha entidad, lo cual influye claramente en la afluencia de turistas a algunas de sus instalaciones y por ende en la satisfacción de los mismos.

Debido a la situación problemática que se plantea anteriormente se define el siguiente **problema a resolver**: ¿Cómo facilitar el acceso desde dispositivos móviles a información sobre la localización geográfica y datos asociados de centros cubanos de interés para el turismo? EL **objeto de estudio** de la investigación se encuentra enmarcado en los: Sistemas de información Geográfica en dispositivos móviles, teniendo como **campo de acción**: Sistemas de Información Geográfica para el Ministerio del Turismo en dispositivos móviles.

Por lo que se define que el **objetivo general** de esta investigación es: Desarrollar un Sistema de Información Geográfica para dispositivos móviles, que permita la localización y visualización de información socioeconómica de centros turísticos en Cuba.

Si se desarrolla una aplicación informática para dispositivos móviles, se garantizará que los usuarios puedan visualizar y acceder de forma satisfactoria a las principales funcionalidades del Sistema de Información Geográfica desarrollado, siendo esta la **idea a defender** de este trabajo.

Para darle cumplimiento al objetivo trazado se determinó que las **tareas de la investigación** estarían encaminadas a:

1. Caracterizar el estado del arte de los Sistemas de Información Geográfica, centrándose en los desarrollados para dispositivos móviles.
2. Identificar los principales objetivos turísticos en Cuba, que servirán de base para el negocio del proyecto de tesis.
3. Identificar las principales herramientas *Open-Source* y estándares que soportan el protocolo WAP.
4. Analizar y seleccionar la metodología de desarrollo de *software* y herramientas a utilizar en el desarrollo de la aplicación.
5. Realizar el análisis y diseño de la aplicación informática sobre protocolo WAP.
6. Implementación del Sistema de Información Geográfica.
7. Realizar el modelo de pruebas al sistema informático implementado.

Es por ello que se considera como **posibles resultados** del presente trabajo:

1. Los principales documentos y artefactos asociados al proceso de desarrollo, definidos por la metodología escogida de acuerdo al expediente 2.0.
2. Implementación del Sistema de Información Geográfica para dispositivos móviles, que permita realizar búsquedas personalizadas y la visualización de objetivos geoespaciales, así como el cálculo de distancia y las funcionalidades básicas de un sistema de este tipo.

Para el desarrollo de estas tareas se definió utilizar los siguientes métodos científicos: teóricos y empíricos.

Los Métodos Teóricos:

- ✚ **Analítico-sintético**, para analizar y comprender la teoría y documentación relacionada con los SIG, permitiendo así, extraer los elementos más coherentes e importantes.
- ✚ **Histórico-lógico**, permite realizar un análisis histórico sobre los SIG, posibilitando el análisis de la trayectoria de estos sistemas para una mejor comprensión de los mismos.
- ✚ **Modelación**, el cual se pone en práctica a la hora de realizar el análisis y diseño de la aplicación para el mejor entendimiento de las funcionalidades del sistema a través de diagramas y modelos.

Los Métodos Empíricos:

- ✚ **Observación**, este método es de suma importancia ya que permitirá distinguir a partir de la situación real que se investiga, cómo se desarrolla el proceso que constituye los SIG para móviles, es decir para realizar un registro visual de lo que ocurre en el entorno del problema.

El presente trabajo de diploma consta de **4 capítulos**:

Capítulo 1. Fundamentación Teórica: Contiene toda la teoría de la investigación, que en detalle sustenta la presente investigación, se hará un estudio del estado del arte del tema y se especificarán algunos conceptos asociados a la misma.

Capítulo 2. Tecnologías y herramientas: Se identificarán y se argumentarán las diferentes tendencias y tecnologías actuales a utilizar en la construcción de la solución, a partir del estudio de las mismas. Además de fundamentar la elección de las herramientas que se utilizarán para dar cumplimiento a los objetivos propuestos.

Capítulo 3. Presentación de la solución propuesta: Se presenta el modelo de dominio, los requisitos tanto funcionales como no funcionales, así como la descripción de los casos de usos y los actores del sistema.

Capítulo 4. Construcción de la solución propuesta: Se confeccionan los diagramas de clases del diseño para cada CU identificado en el Modelo de Sistema, diagrama de componentes, y se realiza el diseño del Modelo de Datos. Se realizan los diseños de casos de pruebas y las pruebas de Caja Negra.

Capítulo I: Fundamentación Teórica

1.1. Introducción

En este capítulo se realiza una breve reseña de todo lo relacionado al tema de los Sistemas de Información Geográfica en la actualidad, así como las utilidades que brindan a los dispositivos celulares. Se explican los conceptos de mayor importancia, que desde el punto de vista ayudan a comprender de forma más clara la situación problemática planteada.

1.2. Conceptos asociados al dominio del problema

Para lograr un mejor entendimiento de los temas que serán abordados en la investigación, se hace necesario mencionar a continuación un conjunto de conceptos asociados a dichos temas.

Información

Es un conjunto de datos acerca de algún suceso, hecho o fenómeno, que organizados en un contexto determinado tienen su significado, cuyo propósito puede ser el de reducir la incertidumbre o incrementar el conocimiento. (2)

De alguna manera, se manejó siempre, la idea de que la información es un "agente activo", un principio universal que especifica el significado de las cosas e indica, mediante códigos, los modelos del pensamiento humano. Este hecho condujo a pensar que la información estaba relacionada únicamente con los seres humanos. Aunque es así en cierta forma, algunos especialistas consideran que todos los seres vivos emplean información del medio para su supervivencia. (3)

Por lo tanto, se puede resumir que la información es un fenómeno que aporta significado o sentido a las acciones, ya que mediante códigos y conjuntos de datos, forma los modelos de pensamiento humano.

Sistema de Información Geográfica

Los SIG (también GIS, en su acrónimo inglés) son una integración organizada de *hardware*, *software* y datos geográficos diseñado para capturar, almacenar, manipular, analizar y desplegar en todas sus formas la información geográficamente referenciada con el fin de resolver problemas complejos de planificación y gestión. (4)

También puede definirse como un modelo de una parte de la realidad referido a un sistema de coordenadas terrestre y construido para satisfacer unas necesidades concretas de información. En el

Capítulo 1 - Fundamentación teórica

sentido más estricto, es cualquier sistema de información capaz de integrar, almacenar, editar, analizar, compartir y mostrar la información geográficamente referenciada.

En un sentido más genérico, son herramientas que permiten a los usuarios crear consultas interactivas, analizar la información espacial, editar datos, mapas y presentar los resultados de todas estas operaciones. (5)

De los conceptos planteados anteriormente se puede resumir, que los SIG no son más que un sistema de *hardware*, *software* y procedimientos diseñados para apoyar la captura, manipulación, análisis, modelado y exhibición de datos espacialmente referenciados, para resolver problemas complejos de planificación y de gerencia.

Datos espaciales

Un dato espacial puede entenderse como la representación de un objeto en dos o tres dimensiones, la cual tiene atributos inherentes al espacio; por lo que, por sí mismo, cuenta con los atributos de dimensión y de localización. (6)

Es un dato que además de tener características como color, forma y tamaño posee también una ubicación en el espacio. Son informaciones sobre la localización y las formas de un objeto geográfico y las relaciones entre ellos. Un dato espacial es una variable asociada a una localización en el espacio, por tanto, se refieren a entidades o fenómenos que cumplen los siguientes principios básicos:

- ✚ Tienen posición absoluta: Sobre un sistema de coordenadas (x, y, z).
- ✚ Tienen una posición relativa: Frente a otros elementos del paisaje (topología: incluido, adyacente, cruzado, entre otros).
- ✚ Tienen una figura geométrica que las representan (punto, línea, polígono).
- ✚ Tienen atributos que lo describen (características del elemento o fenómeno). (7)

Georreferencia

Asignar coordenadas geográficas a un objeto o estructura el concepto aplicado a una imagen digital implica un conjunto de operaciones geométricas que permiten asignar a cada pixel de la imagen un par de coordenadas (x, y) en un sistema de proyección. En resumen, es asignar coordenadas geográficas a un objeto o estructura. (8)

Capítulo 1 - Fundamentación teórica

Mapa

El concepto de mapa proviene del término latín *mappa*. Se trata de una representación gráfica y métrica de una porción de territorio sobre una superficie bidimensional, que por lo general suele ser plana, aunque también puede ser esférica como en el caso de los globos terráqueos. (9)

Capa

Es una unidad básica de agrupación de varios mapas que comparten algunas características comunes en forma de temas relacionados con los objetos contenidos en un mapa. (10)

Cartografía

Se conoce como cartografía a la ciencia que se dedica al estudio y a la elaboración de mapas que sirven para la navegación, para la ubicación del ser humano, etc. La palabra cartografía viene del griego y significa 'la escritura de mapas'.

La palabra cartografía tiene su origen en los vocablos *charta* del latín que significa papel que sirve para comunicarse o carta y *grapho* del griego que significa descripción, estudio o tratado. La cartografía es la rama del grafismo que se ocupa de los métodos e instrumentos utilizados para exponer y expresar ideas, formas y relaciones en un espacio bidimensional o tridimensional. La cartografía parte del principio de que los seres vivos, los fenómenos físicos y sus interrelaciones ocurren en un contexto temporal y espacial y que por lo tanto es posible mapearlos.

La cartografía es una ciencia que existe hace siglos y que siempre fue de gran utilidad para la ubicación geográfica y espacial del ser humano, permitiéndole realizar todo tipo de viajes que, eventualmente, hicieron que pudiera unir todo el globo terráqueo. (11)

Cartografía digital

Es el procedimiento que transforma la información geográfica de los mapas de papel a coordenadas digitales.

Formato raster

Los datos raster están basados en una retícula uniforme de celdas denominadas *píxeles*. Las celdas pueden ser identificadas individualmente por su fila y columna. Cada celda es por definición una unidad homogénea atendiendo a los atributos que se estén teniendo en cuenta. (12)

Capítulo 1 - Fundamentación teórica

Los datos raster son una abstracción de la realidad, representan ésta como una rejilla de celdas o píxeles, en la que la posición de cada elemento es implícita según el orden que ocupa en dicha rejilla. En el modelo raster el espacio no es continuo sino que se divide en unidades discretas. Esto le hace especialmente indicado para ciertas operaciones espaciales como por ejemplo las superposiciones de mapas o el cálculo de superficies. (13)

Formato vectorial

Los datos vectoriales están basados en la codificación de líneas, puntos y/o polígonos. (12)

Define objetos geométricos (puntos, líneas y polígonos) mediante la codificación explícita de sus coordenadas. Los puntos se codifican en formato vectorial por un par de coordenadas en el espacio, las líneas como una sucesión de puntos conectados y los polígonos como líneas cerradas (formato orientado a objetos) o como un conjunto de líneas que constituyen las diferentes fronteras del polígono (formato Arco/nodo). (14)

Dispositivos móviles

También conocidos como computadora de mano, "*Palmtop*" o simplemente *Handheld* son de pequeño tamaño, con algunas capacidades de procesamiento, móviles o no, con conexión permanente o intermitente a una red, con memoria limitada, diseñados específicamente para una función, pero que pueden llevar a cabo otras funciones más generales. (15)

Dispositivos inalámbricos

(En inglés "*wireless*") es aquel que es capaz de comunicarse o acceder a una red sin cables, por ejemplo, un teléfono móvil, paginadores, comunicadores de bolsillos o Asistentes Personales Digitales (PDA). Este tipo de dispositivos se comportan como si estuvieran directamente conectados a una red mediante un cable, dando la impresión al usuario de que los datos están almacenados en el propio dispositivo. (16)

Dispositivos celulares

Se le denomina celular debido a que el sistema de comunicación que está basado en una división geográfica dentro de la cual se encuentran grupos (células), conformadas de varias antenas de telecomunicaciones. Anteriormente estos dispositivos solamente tenían la función de enviar y recibir llamadas telefónicas, mientras que en algunos casos tenían la función de enviar Sistema de Mensajes

Capítulo 1 - Fundamentación teórica

Cortos (SMS). Sin embargo, actualmente integran una gran gama de funciones que los hace verdaderos dispositivos multifunciones y en gran medida también microcomputadoras. (17)

Protocolo WAP

WAP es como su nombre indica un protocolo para aplicaciones sin cable. Es decir, el WAP es el resultado de los Fóruns de WAP que se realizan para proporcionar a la industria las especificaciones tecnológicas para el desarrollo de aplicaciones y servicios que operen bajo las redes de comunicaciones sin cable. WAP especifica los protocolos de redes para aparatos de comunicaciones sin cable como son los teléfonos móviles, las agendas personales o PDA, etc. (18)

1.3. Sistemas de Información Geográfica sobre el protocolo WAP

Para el desarrollo de la investigación se concretó como objeto de estudio “Sistemas de información Geográfica para dispositivos móviles”.

Para personalizar un SIG en un dispositivo celular, es preciso profundizar en el estudio, no sólo de los SIG y de los dispositivos móviles, sino también de la telefonía digital y sus tecnologías asociadas.

1.3.1. Antecedentes

Aunque los SIG se empezaron a generalizar a partir de la década de los 80, su gestación y desarrollo se remonta dos décadas atrás. Entre los años 1960 y 1964 se desarrolló el *Canadian Geographic Information System* (C.G.I.S.), con el objeto de gestionar los bosques y superficies marginales de Canadá. Bajo una estructura raster y vectorial que combinaba la cartografía con los datos necesarios para la gestión forestal, se realizaban estudios sobre volumen maderable y también, se plasmaban los informes de explotación para la administración forestal del país. Este sistema ha ido evolucionando y sigue en uso en la actualidad.

Ian McHarg en los años 60 desarrolla su obra *Design with nature* (19), en la cual plantea la metodología SIG. Es un método manual (superposiciones transparentes de matrices binarias), con el cual formula el concepto de análisis de capacidad sobre susceptibilidad, de gran importancia en el futuro desarrollo de las capacidades analíticas de estos sistemas.

Entre las décadas de los 60 y 70 y como estudio y desarrollo de los conceptos de *McHarg*, tiene lugar el desarrollo de los SIG raster o matriciales. En esta línea se desarrollan en el laboratorio de la Universidad de *Harvard* los sistemas SYMAP y GRID; y en la Universidad de *Yale* el *Map Analysis Package* (MAP) de gran trascendencia posterior. En general, se caracterizan por ser sencillos y

Capítulo 1 - Fundamentación teórica

económicos, sin capacidad para manejar atributos y sólo son aplicables a espacios muy compartimentados.

En los años 70 el laboratorio de *Harvard* desarrolla ODYSSEY, que es un SIG vectorial con superposición de polígonos mediante geometría coordinada. Buena parte de los investigadores de estos laboratorios son los responsables del desarrollo y auge en los años 80 de los SIG entendidos como productos industriales. Es el momento del avance de los SIG vectoriales (implantación de ARC/INFO por parte de ESRI).

En la actualidad se ha podido apreciar la consolidación del SIG como industria; caracterizado por una progresiva integración de sistemas raster y vectoriales y por el aumento de la importancia de las comunicaciones entre sistemas y la interfaz de usuario, así como por el uso de herramientas de programación tipo "visual" basadas en la metodología de "Orientación a objetos" (OO).

Los nuevos campos de innovación de los SIG son la integración en sistemas de soporte de decisiones, los llamados sistemas de sobremesa (divulgación de la cartografía y de la Información Geográfica). (20)

1.3.1.1. Importancia de los Sistemas de Información Geográfica

Los Sistemas de Información Geográfica se han convertido, gracias al desarrollo de los medios informáticos, en una potente herramienta de apoyo a la gestión de recursos naturales, constituyéndose durante los últimos veinte años en una de las herramientas de trabajo más importantes para investigadores, analistas y planificadores. (21)

Se puede decir que los SIG han alcanzado una importancia relevante a nivel mundial. Se han convertido en una de las herramientas fundamentales en el proceso de toma de decisiones tanto de las entidades como de los negocios, debido a que son sistemas que brindan la posibilidad de almacenar, manipular y llevar a cabo el tratamiento geográfico de la información, permitiendo mayor eficiencia en el desarrollo de sistemas que gestionen datos geográficos y grandes volúmenes de información.

1.3.2. Aplicaciones de los Sistemas de Información Geográfica

Los SIG brindan gran cantidad de información y soluciones en distintos campos de la actividad humana. Son utilizados en redes de infraestructura de servicios públicos, tales como agua potable, desagüe, electricidad, teléfono, transporte.

En la industria petrolera sirven para la realización de inventario de pozos, la evaluación de caminos de acceso a la infraestructura de campo petrolero y en la minería dan ubicación a los recursos minerales especificando los mayores yacimientos así como la información del terreno en cuestión. También son de gran ayuda en la agricultura y protección ambiental, en este punto las aplicaciones son diversas, por ejemplo: administración del uso de la tierra, evaluación y monitoreo de los recursos forestales, monitoreo de la deforestación, análisis de impacto ambiental, estudios de capacidad de uso mayor de los suelos, ubicación de suelos apropiados para determinados cultivos y evaluación de cosechas.

Las aplicaciones de un SIG son amplias y continúan aumentando: sirven para la elaboración de mapas (temáticos, locacionales, en relieve) y composiciones cartográficas al añadir gráficos y tablas enlazados con los mapas, crea mapas activos (*hot-linking*) con posibilidades infinitas para las multimedia (videos, fotos, animaciones) y la web. Ofrecen información para decidir una localización óptima o el mejor emplazamiento de cualquiera instalación o inversión por grande y compleja que ésta sea, ayuda en la realización de estudios de mercado (*geomarketing*) y en el planeamiento estratégico para mejorar los servicios de las empresas; se utiliza en el trazado de rutas o *routing* (comerciales, de emergencia en el caso de policía y bomberos, red de alcantarillado, etc.).

Permiten crear inventarios de recursos naturales y humanos (catastros), la investigación de los cambios producidos en el medioambiente, la cartografía de usos del suelo y la prevención de incendios, etc. El mapa es una de las herramientas más eficientes para administrar, dar seguimiento e inventariar los recursos y elementos de la Planificación dentro de una ciudad. Los mapas aportan una representación pictórica de los recursos urbanos, la infraestructura existente y la zonificación que permite a los planificadores identificar los elementos que integran el paisaje de la ciudad. (22)

En la esfera del turismo también tienen grandes aplicaciones, ya que permiten la localización de hoteles, restaurantes, cafeterías y todo tipo de centros turísticos y recreativos dentro de un área determinada. Tal es el caso de Turismo de Córdoba, un SIG que permite posicionar ubicaciones y realizar consultas interactivas sobre un mapa virtual. Además de separar la información en diferentes capas temáticas, permitiendo trabajar con ellas de manera rápida y sencilla, resolviendo cuestiones de localización, rutas y diversa información. (23)

Capítulo 1 - Fundamentación teórica

También SERNATUR desarrollado por el Servicio Nacional de Turismo surgió debido a la necesidad de disponer de una herramienta que contribuyera a facilitar el área de planificación de servicios. Permite acceder a información sobre Atractivos Turísticos, Aéreas Turísticas, Circuitos turísticos, Proyectos de inversión, Comunas, Aeropuertos, Pasos fronterizos, Aéreas protegidas, Plazas de peaje, Localidades pobladas, Sendero de Chile, etc. (24)

1.3.3. Funcionalidades de los Sistemas de Información Geográfica

Los SIG están muy vinculados con diversas esferas de la sociedad debido a sus múltiples funcionalidades, entre ellas podemos mencionar:

- ✚ Entrada de Información: son las que nos permiten la introducción, edición y visualización de los datos geográficos. A priori esta función nos puede parecer banal en comparación con las demás, pero son de gran trascendencia, pues sin ellas resultaría imposible realizar ningún trabajo.
- ✚ Almacenamiento: una vez capturada la información geográfica, esta deberá ser almacenada de alguna forma. Las funciones de almacenamiento nos permitirán este proceso, que no implicará solamente al disco duro del ordenador, ya que a medida que vayamos desarrollando un SIG será necesario ir pasando información a otros dispositivos, así como crear copias de seguridad.
- ✚ Gestión: Capturada y almacenada la información geográfica, el siguiente paso a realizar será el de extraer de la base de datos del SIG las porciones de información espacial que interesan en cada momento. Para ello se utilizan las funciones de gestión, cuya finalidad esencial es permitir la independencia entre la organización física y lógica de los datos; es decir, la independencia entre la base de datos y los programas que la gestionan.
- ✚ Análisis Espacial: –sin duda las más representativas de los SIG– son las que en definitiva atribuyen valor a los datos geográficos, al revelarnos datos que de otra forma no conseguiríamos percibir.
- ✚ Salida o Representación Gráfica y Cartográfica de la Información: son las que permiten transferir los datos, imágenes o mapas contenidos en él a otro medio o soporte. (25)

Por estos motivos, se puede afirmar que los SIG constituyen una herramienta imprescindible para todas las personas que manipulan información geográfica.

1.3.4. Componentes de un Sistema de Información Geográfica

Los SIG para su buen funcionamiento necesitan de una serie de componentes:

Equipos (hardware): Computadores que operan el SIG. En la actualidad se pueden ejecutar en una gran variedad de plataformas: servidores (*servers*), computadores de escritorio (*desktop*), portátiles, Tablet-PC, PDA, en configuraciones de red o desconectados.

La red: Las comunicaciones a través de la red permiten la conexión e interoperabilidad de sistemas y equipos entre sí. La utilización de conexiones de alta velocidad para la transmisión de datos así como las nuevas arquitecturas orientadas a servicios ha abierto múltiples posibilidades al mundo de los SIG.

Programas (software): Los programas de SIG proveen de las herramientas y de la funcionalidad que son necesarias para el tratamiento de la información. Además, permiten la entrada y manipulación de datos, la administración de la base de datos (DBMS9), operaciones de búsqueda, análisis y visualización, etc. Los componentes principales del *software* de un SIG son:

- ✚ Herramientas para captura y manejo de la información geográfica.
- ✚ Sistema de manejo de Base de Datos.
- ✚ Herramientas para el soporte de consultas, análisis y visualización de los datos geográficos.
- ✚ Interfaz gráfica de usuario para el fácil acceso a las herramientas.

Un conjunto de datos geográficos: Probablemente el componente más importante del Sistema. De la calidad de los mismos dependerán en gran medida los resultados obtenidos. Los datos pueden proceder de la misma organización, adquirirse o incluso utilizarlos de terceros *on-line*, mediante la utilización de servicios Web estandarizados.

Recursos humanos: El personal adecuado que trabaje con el Sistema. Por una parte se requiere un perfil técnico que sepa utilizar las herramientas, desarrollar nuevas funcionalidades o administrar los datos. Es preciso además tener un buen conocimiento de los datos que se manejan y su naturaleza.

Organización y procedimientos: Todo SIG debería operar de acuerdo a una organización y unos métodos de funcionamiento acordados.

1.3.5. Como funciona un Sistema de Información Geográfica

Los SIG pueden utilizar dos tipos de información geográfica: el modelo raster y el modelo vectorial.

Capítulo 1 - Fundamentación teórica

Modelo raster: El modelo raster es un método para el almacenamiento, el procesado y la visualización de datos geográficos. Cada superficie a representar se divide en filas y columnas, formando una malla o rejilla regular. Cada celda ha de ser rectangular, aunque no necesariamente cuadrada.

Cada celda de la rejilla guarda tanto las coordenadas de la localización como el valor temático. La localización de cada celda es implícita, dependiendo directamente del orden que ocupa en la rejilla, a diferencia de la estructura vectorial en la que se almacena de forma explícita la topología. Las áreas que contienen idéntico atributo temático son reconocidas como tal, aunque las estructuras raster no identifican los límites de esas áreas como polígonos en sí.

Modelo vectorial: El modelo vectorial constituye una codificación de los datos geográficos en la que se representa una variable geográfica por su geometría, independientemente de su escala y son almacenados con un formato digital fácilmente convertible en un dibujo; las porciones del territorio y su representación digital suelen constituir una lista de coordenadas de puntos y vértices que definen la geometría de los elementos. Su codificación se realiza a través de una base de datos de tipo relacional asociada a la representación gráfica. (26)

1.4. Protocolo WAP y su aplicación en la tecnología celular

En 1997, tres compañías de telefonía móvil *Motorola*, *Nokia* y *Ericsson* y otra de *softwarePhone.com* crearon una empresa llamada WAP Fórum. Ésta debía desarrollar y poner en marcha el llamado WAP, un conjunto o pila de protocolos para dispositivos inalámbricos como los teléfonos móviles o los PDA. En el año 2000, el WAP Fórum se convirtió en *Open Mobile Alliance* y agrupaba ya a más de 300 empresas del sector de las telecomunicaciones.

Los esfuerzos combinados de éstas permitieron la mejora de la antigua tecnología GSM, añadiéndole un nuevo subsistema de conmutación de paquetes por radio (GPRS) que posibilitaba la transmisión eficiente de datos. Internet acababa de llegar a las pantallas de los móviles. (27)

WAP es un estándar que permite ofrecer a usuarios con dispositivos inalámbricos fácil acceso a toda la información disponible en Internet y a las aplicaciones y servicios que la misma ofrece. Cada día son mayores las exigencias de movilidad de los usuarios y actualmente necesitan más que coordenadas de longitud y latitud móvil. Ellos necesitan tener la capacidad de proveer y obtener direcciones calle por calle, obtener información relacionada de donde se encuentran ubicados en un momento determinado o la mejor ruta para llegar a un destino, reflejándose la información a través de mapas.

Capítulo 1 - Fundamentación teórica

Todo esto ya es posible gracias al desarrollo de tecnologías de localización inalámbricas que han podido converger con Internet y han podido ofrecer al usuario, independientemente del lugar donde se encuentre, toda esa información consolidada a través de servidores de navegación que usan WAP. (28)

Funcionamiento de WAP:

1. El usuario solicita la página WAP que desea ver.
2. El micro navegador del móvil envía la petición con la dirección (URL) de la página solicitada y la información sobre el abonado al *Gateway WAP* (*software* capaz de conectarse a la red de la telefonía móvil y a Internet).
3. El *Gateway* examina la petición y la envía al servidor donde se encuentra la información solicitada.
4. El servidor añade la información HTTP o HTTPS pertinente y envía la información de vuelta al *Gateway*.
5. En el *Gateway* se examina la respuesta del servidor, se valida el código de Lenguaje de Marcado Inalámbrico (WML) en busca de errores y se genera la respuesta que se envía al móvil.
6. El micro navegador examina la información recibida y si el código es correcto lo muestra en pantalla. (Ver Figura 1). (29)

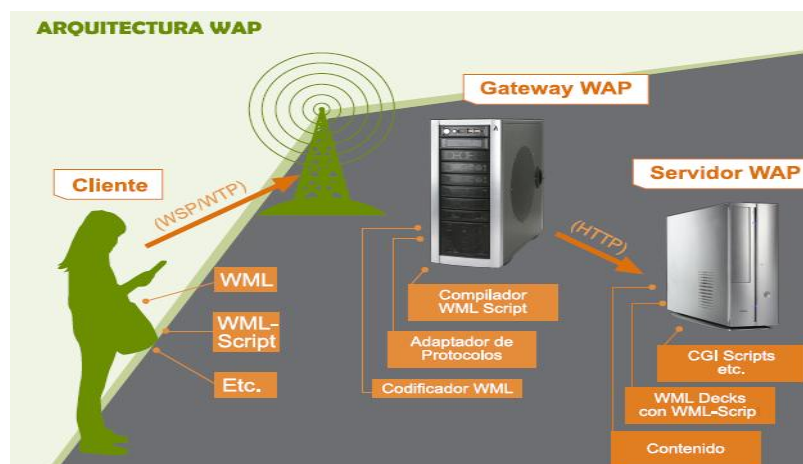


Fig. 1 Arquitectura WAP

Utilidades que brinda un SIG para dispositivos móviles:

- ✚ Asistir trabajos de campo y manejo de bases de datos.

Capítulo 1 - Fundamentación teórica

- ✚ Presenta alta gama de prestaciones para tareas en el campo y la ciudad.
- ✚ Consulta y edición de datos geográficos en cualquier lugar y circunstancia.
- ✚ Consulta y edición de mapas en forma digital.
- ✚ Posicionamiento en tiempo real sobre mapas e información existente o en proceso de relevamiento.
- ✚ Reemplaza mapas en papel, siendo compacto y pudiendo almacenar gran cantidad de información.
- ✚ Posibilita la toma de medidas en situaciones (posiciones, longitudes, superficies, direcciones, etc.).
- ✚ Permite añadir fotos tomadas con la propia cámara digital al mismo tiempo. (30)

1.5. Dispositivos móviles en los que se puede representar un SIG

Los Sistemas de Información Geográfica también han dado el salto a los dispositivos móviles (PDA, Pocket PC, *Smartphone*, teléfono celular, entre otros). Se orienta el estudio hacia los teléfonos celulares ya que en la tesis a desarrollar se definió que se trabajaría sobre estos dispositivos.

Los teléfonos móviles o celulares son dispositivos sofisticados que para comprimir y descomprimir señales digitales codificadas, tienen que procesar millones de cálculos por segundo, no obstante, están compuestos por sólo algunos componentes como son:

- ✚ Un micrófono microscópico.
- ✚ Una antena.
- ✚ Un altavoz.
- ✚ Una pantalla de cristal líquido o plasma.
- ✚ Un teclado.
- ✚ Una batería.
- ✚ Una placa de circuitos.

También se define al teléfono móvil o celular como dispositivo inalámbrico electrónico, que permite tener acceso a la red de telefonía celular o móvil. Se denomina celular debido a las antenas repetidoras que conforman la red, cada una de las cuales es una célula, si bien existen redes telefónicas móviles satelitales.

Su principal característica es su portabilidad, que permite comunicarse desde casi cualquier lugar, aunque su principal función es la comunicación de voz, como el teléfono convencional.

Capítulo 1 - Fundamentación teórica

Las ventajas que presenta un teléfono móvil son varias, entre ellas que ha sido muy extendido, sobre todo por ser más económico que otros dispositivos; es ligero y transportable y posee prestaciones de comunicación innatas.

El teléfono celular ha trascendido considerablemente de generación en generación tanto es así que ya permiten una mayor capacidad de datos y ya es posible desde un celular conectarse a Internet. Debido a estas ventajas, su integración con los Sistemas de Información Geográfica sería otro de los avances que tendría. (31)

1.6. Análisis de otras soluciones existentes

Son muchos los SIG que se encuentran hoy en día como por ejemplo SIG de Escritorio, SIG Móviles, SIG de Desarrollo, SIG de Servicios Web, entre otros. La investigación estará centrada en el análisis de diferentes soluciones que existen hoy a nivel internacional y nacional, relacionadas al tema de los SIG Móviles o GIS móvil.

ArcPad proporciona acceso a bases de datos, representación cartográfica, SIG e integración con GPS para los usuarios que trabajan sobre el terreno. Se puede ejecutar en dispositivos móviles, Tablet PC y equipos de escritorio.

Funcionalidades de ArcPad:

- ✚ Realizar recopilaciones de datos de campo fiables, precisas y validadas.
- ✚ Integrar GPS, telémetros y cámaras digitales en una recopilación de datos de SIG.
- ✚ Compartir datos empresariales con los trabajadores de campo para facilitar las actualizaciones y la toma de decisiones.
- ✚ Mejorar la productividad de una recopilación de datos de SIG. Mejorar la precisión de la base de datos de SIG y mantenerla más actualizada. (32)

SIGATEX es un proyecto de la Consejería de Cultura y Turismo de la Junta de Extremadura. El proyecto tiene varias fases que van encaminadas a un fin común, difundir el conocimiento sobre los recursos e infraestructuras turísticas de Extremadura. Además, se realiza la integración y geocodificación de toda la información de la Consejería susceptible de ser representada espacialmente. Es un portal que le permite al usuario generar rutas turísticas tanto en la Web como en su móvil, desarrollado bajo los principios de *software* libre. (33)

GvSIG Mini es una versión de *SIGATEX*. Es una aplicación de código abierto (*Open-Source*) con licencia GNU/GPL, diseñada para teléfonos móviles que permitan aplicaciones Java CLDC / MIDP y

Capítulo 1 - Fundamentación teórica

Sistema Operativo *Android* que permite la visualización y navegación sobre cartografía digital estructurada en *tiles* procedente de servicios web.

Es una aplicación que puede ser descargada y usada libremente, convirtiéndose en una plataforma para el desarrollo de nuevas soluciones y aplicaciones en el campo de las Localizaciones Basadas en Servicios (LBS). *GvSIG Mini* ha sido desarrollado por *Prodevelop*, S.L. Permite además la búsqueda de direcciones, consulta de puntos de interés, cálculo de rutas, etc. (34)

GvSIG Mobile es un SIG orientado a dispositivos móviles, ideal para proyectos de captura y actualización de datos en campo. Es una versión de *GvSIG Desktop* que se caracteriza por disponer de una interfaz amigable, siendo capaz de acceder a los formatos más comunes y cuenta con un amplio número de herramientas SIG y GPS ideales para trabajar con información de naturaleza geográfica.




Tiene como objetivo ampliar las plataformas de ejecución de *GvSIG Desktop* a una gama de dispositivos móviles, para dar respuesta a las necesidades de un creciente número de usuarios de soluciones móviles que desean hacer uso de un SIG en diferentes tipos de dispositivos.

GvSIG Mobile es tanto un SIG como un cliente de Infraestructuras de Datos Espaciales para dispositivos móviles. Es, además, el primer cliente de estas características licenciado como *software* libre. (35)

Cuba no está ajena al desarrollo de aplicaciones de gestión para el manejo de la información espacial y geográfica, un ejemplo de esto es el proyecto *MovilMap1.0*, un Sistema de Información Geográfica creado por la Universidad de la Ciencias Informática basado en tecnología *Open-Source*.

MovilMap1.0 es una aplicación creada en nuestra universidad, la misma fue creada para resolver el principal problema que presenta *SIGUCI*; sólo es accesible a través de un ordenador, por lo que los usuarios de dicha institución no pueden consultar el *software* desde cualquier lugar de la universidad, ni tampoco en un determinado instante de tiempo. La aplicación está enfocada principalmente en las ventajas de la telefonía móvil y de los SIG.

Funcionalidades de MovilMap:

-  Seleccionar Capas.
-  Realizar Zoom (Zoom+, Zoom-).
-  Realizar paneo (Izquierda, Derecha, Arriba, Abajo).

Capítulo 1 - Fundamentación teórica

- ✚ Permite realizar localizaciones ya sea una persona, objetivo o estructura.
- ✚ Mostrar datos.

La investigación realizada sobre algunos SIG desarrollados por diversas empresas, identificados anteriormente, demuestra que en el caso de *ArcPad* es propietario y además no sigue la línea de integración del proyecto; aunque se identificaron algunas funcionalidades que servirían de base para la implementación del SIG propuesto. Por otra parte *SIGATEX* y *GvSIG Mini* son *software* libre para dispositivos móviles y están orientados al turismo, pero resulta muy difícil acceder a ellos debido a la poca tecnología con la que cuenta el país, ya que estas aplicaciones son de escritorio y además requieren Máquina Virtual de Java y Sistema Operativo *Android* para su uso. Sus funcionalidades son de gran utilidad y también serán tomadas en cuenta.

En el caso de *GvSIG Mobile*; esta es una plataforma libre que admite cualquier cartografía, por lo que puede ser adaptada a cualquier tipo de negocio, es una versión *Desktop* adaptada a dispositivos móviles. Aun así se tendrán en cuenta sus principales funcionalidades.

En el caso de *MovilMap 1.0* se puede utilizar como base para el desarrollo de la aplicación, sus funcionalidades básicas serán tenidas en cuenta a la hora de desarrollar otras nuevas. Su código es similar al que se utilizará y cumple con otra serie de condiciones que pueden ser de gran aporte a la aplicación que se desea desarrollar.

1.7. Conclusiones

En este capítulo se abordó la relación de diferentes conceptos que ayudarán a la comprensión de la investigación. Conjuntamente se realizó una descripción del objeto de estudio, tratando los aspectos más importantes relacionados con el tema. Se puede afirmar además que de las soluciones existentes estudiadas, todas pueden servir de ayuda a la hora de implementar el sistema; pero estas no son una solución de distribución gratuita, o no son factibles debido a la poca tecnología con la que contamos, quedando demostrada la necesidad de crear una aplicación de este tipo propia de nuestra universidad y que pueda ser puesta a disposición del país.

Capítulo II: Tendencias y tecnologías actuales a desarrollar.

2.1. Introducción

En este capítulo se explica breve y detalladamente el uso de las herramientas y tecnologías a utilizar para desarrollar el SIG para el turismo en Cuba en dispositivos móviles. Además se define la metodología para guiar el proceso de desarrollo del sistema, el lenguaje de modelado para facilitar el entendimiento del proceso a través de diagramas, y la herramienta de modelado que soporte dicho modelado. Se elige el lenguaje de programación, el gestor de base de datos a utilizar, las principales librerías así como el entorno de desarrollo donde se desarrollará la aplicación.

2.2. El Proceso Unificado de Desarrollo de Software (RUP) como base en el desarrollo de la solución.

Las metodologías de desarrollo de *software* se clasifican en dos grupos, las metodologías pesadas, que dentro de ellas se encuentra RUP y las metodologías ligeras/ágiles dentro de la cual se encuentra Programación Extrema o XP. Estas dos metodologías son las más utilizadas en el ámbito del desarrollo de *software*, ya que poseen características que hacen más fácil el proceso de desarrollo de *software*.

XP, se centra en las necesidades del cliente para lograr un producto de buena calidad en poco tiempo. Promueve el trabajo en equipo, preocupándose en todo momento del aprendizaje de los desarrolladores y estableciendo un buen clima de trabajo. Este tipo de método se basa en una realimentación continuada entre el cliente y el equipo de desarrollo con una comunicación fluida entre todos los participantes, también busca simplificar las soluciones implementadas.

Contradictorio a esta metodología se encuentra la metodología pesada RUP, que además de ser una de las tradicionales y más usadas posee numerosas ventajas pues se centra en la definición detallada de los procesos y tareas a realizar, en las herramientas a utilizar y requiere una extensa documentación, ya que pretende prever cualquier tipo de problema de antemano.

Además RUP determina las etapas y la documentación que es necesaria realizar durante el proyecto de creación del *software*. También posee tres aspectos que lo hace único los cuales se resumen en tres frases claves: dirigidos por casos de usos, centrado en la arquitectura, e iterativo e incremental.

(36)

Capítulo 2- Tecnologías y herramientas

- ✚ Dirigido por casos de uso: Los casos de uso reflejan lo que los usuarios futuros necesitan y desean, lo cual se capta cuando se modela el negocio y se representa a través de los requerimientos. A partir de aquí los casos de uso guían el proceso de desarrollo ya que los modelos que se obtienen, como resultado de los diferentes flujos de trabajo, representan la realización de los casos de uso (cómo se llevan a cabo).
- ✚ Centrado en la arquitectura: La arquitectura muestra la visión común del sistema completo en la que el equipo de proyecto y los usuarios deben estar de acuerdo, por lo que describe los elementos del modelo que son más importantes para su construcción, los cimientos del sistema que son necesarios como base para comprenderlo, desarrollarlo y producirlo económicamente. RUP se desarrolla mediante iteraciones, comenzando por los CU relevantes desde el punto de vista de la arquitectura. El modelo de arquitectura se representa a través de vistas en las que se incluyen los diagramas de UML.
- ✚ Iterativo e Incremental: Una iteración involucra actividades de todos los flujos de trabajo, aunque desarrolla fundamentalmente algunos más que otros.

Después de haber identificado las principales características de las metodologías RUP y XP se decidió utilizar **RUP** en la implementación del Sistema Información Geográfica, pues aunque parezca un proyecto a corto plazo se necesita de una completa documentación del mismo. Además tiene la particularidad de que en cada ciclo de iteración, se hace exigente el uso de artefactos, de esta forma, al finalizar el proyecto se contará con una exhaustiva información del mismo. Es una variante muy efectiva sobre todo para grupos de desarrollo como el de este trabajo con muy poca experiencia que deben adaptar una metodología a las necesidades del proyecto. No se podría elegir XP, porque el equipo de desarrollo no tiene experiencia en el trabajo con esta metodología y la misma precisamente se basa en la capacidad y madurez de los miembros del equipo.

2.3. El Lenguaje Unificado de Modelado (UML) como soporte de la modelación de la solución propuesta.

UML es un "lenguaje" para el modelado orientado a objetos. Se utiliza para definir un sistema de *software*; para detallar los artefactos en el sistema; para documentar y construir. Se puede utilizar en una gran variedad de formas para soportar una metodología de desarrollo de *software* (como RUP) pero no especifica en sí mismo qué metodología o proceso usar.

Con la modelación de los artefactos durante las primeras fases de ciclo de vida del *software*, se posibilita que en fases posteriores los implementadores tengan un mayor dominio y una mejor comprensión sobre qué es lo que se debe implementar, permitiendo tanto al cliente como a los

Capítulo 2- Tecnologías y herramientas

desarrolladores tener una representación real de los alcances y la factibilidad que puede o no llegar a tener el producto. (37)

Dada la selección de RUP como metodología de desarrollo de software, el lenguaje de modelado más eficiente y conveniente para utilizar es UML. Esta combinación de RUP con UML es la más utilizada para realizar el análisis, implementación y documentación de los sistemas orientados a objetos. Además el uso de UML como lenguaje de modelado del sistema facilitó visualizar de manera fácil y abstracta las funciones del mismo, los procesos de negocio y los esquemas de bases de datos con los cuales el sistema interactúa.

2.4. Herramienta CASE

En el mercado actual hay gran variedad de herramientas para el modelado con UML de *software* orientado a objetos por lo que se hace difícil escoger cual es la más adecuada, entre algunas de ellas se encuentran: *Argo UML*, *Poseidon for UML*, *Open Ameos*, *Visual Paradigm for UML*, *StarUML*, *Rational Software Modeler* (sucesor de *Rational Rose*), *Enterprise Architect*, *Umbrello UML Modeler*, *UML Designer*. Según un estudio realizado las mejores son *Rational Software Modeler* y *Visual Paradigm for UML*.

Ambas herramientas son muy potentes, soportan todos los diagramas de UML y además ayudan para la gestión de requisitos *software*, sin embargo, la que finalmente se seleccionó fue ***Visual Paradigm for UML*** por su estabilidad de ejecución en diferentes sistemas operativos y la facilidad de abrir y trabajar con un modelo UML utilizando el mismo programa sin importar el sistema operativo y sin afectar en absoluto el trabajo hecho; además destacar que esta herramienta guarda todo el modelo en un solo fichero, así de simple y basta con copiarse solo ese fichero y uno está seguro de que tiene todo el trabajo encapsulado en él. (38)

La utilización de esta herramienta ofrece un conjunto de ventajas que hace más factible el trabajo al equipo de desarrollo debido a que se encuentra disponible en diferentes versiones, así como puede ser utilizado en diversas plataformas y en varios idiomas. La forma en que se usa esta herramienta, es otra de sus ventajas, pues los diagramas se agrupan por clases, conjuntamente brinda la posibilidad de exportar los diagramas en formato de imagen. También sirve de mucha ayuda a la hora de realizar cambios que puedan presentarse en el desarrollo de la aplicación, puesto que permite ajustar muy rápido los modelos realizados, lo cual evita escribir código sin estudiar los cambios en el modelo. (38)

Capítulo 2- Tecnologías y herramientas

La principal ventaja por la que se utilizará *Visual Paradigm* en el transcurso de la aplicación es que soporta el ciclo de vida completo del desarrollo de *software*, análisis y diseño orientados a objetos, construcción, pruebas y despliegue, además que presenta licencia libre y comercial, es fácil de instalar y actualizar, compatible entre ediciones y ayuda a una rápida construcción de aplicaciones de calidad. Permite dibujar todos los tipos de diagramas de clases, código inverso, generar código desde diagramas y generar documentación.

Además se considera la herramienta de modelado más adecuada para trabajar en *software* libre. Fundamentalmente, se tiene en cuenta el proceso de migración hacia *software* libre en el que se encuentran el país. Al ser seleccionado el lenguaje de modelado UML, es conveniente tener en cuenta su vinculación con *Visual Paradigm* ya que este soporta las últimas versiones del UML. Teniendo en cuenta este aspecto, es importante resaltar que *Visual Paradigm* tiene abundantes tutoriales de UML y demostraciones interactivas.

2.5. Servidor de mapas

Entre los servidores de mapas que existen en la actualidad que permiten la representación de información geoespacial en el entorno Web se puede encontrar *GeoServer*, *Degree* o *MapServer*. Cada una de estas tecnologías de código abierto para la representación de información geoespacial, ofrece tanto ventajas como desventajas pero hasta el momento **MapServer** es la solución más estable y robusta, por los diversos servicios que implementa basado en estándares internacionales y sus niveles de rendimiento probado.

Las características principales de este servidor que fundamentan su selección como servidor de mapa son:

- ✚ Sencillez de configuración y administración.
- ✚ Gran velocidad de acceso a datos.
- ✚ Posee gran cantidad de formatos tanto vectoriales como raster. (39)

Teniendo en cuenta estas características que constituyen ventajas al desarrollo del sistema, se decidió utilizar este servidor de mapas en su versión 5.2.

También se tomó esta decisión porque en la universidad existe experiencia en el desarrollo de SIG manipulando el mismo. Otro de los motivos es que este servidor genera con gran calidad los ficheros que contienen las imágenes de los mapas que se utilizaran en el transcurso de la aplicación.

Capítulo 2- Tecnologías y herramientas

2.6. Lenguajes de programación

En el mundo del desarrollo de aplicaciones Web existen dos lenguajes de programación con numerosas ventajas en este campo, los cuales son: Java y PHP.

Java, de manera genérica, se trata de un lenguaje de programación orientado a objetos desarrollado por *Sun Microsystems* a principios de los años 90. Todo el desarrollo del lenguaje fue controlado por el *Java Community Process* por parte de *Sun* hasta que finalmente entre Noviembre de 2006 y Mayo de 2007, estos liberaron la mayor parte de sus tecnologías bajo licencia GNU GPL, por tanto se considera el lenguaje Java como *software libre*. (40)

Características del lenguaje Java:

- ✦ Java se enfoca en los datos (objetos) y en la manera de llegar a ellos (interfaces), no en las herramientas que se utilizan para manejarlos.
- ✦ Las aplicaciones se pueden ejecutar en cualquier sistema, siempre y cuando este sistema instrumente la máquina virtual de Java.
- ✦ Java es un lenguaje intérprete. El compilador de Java genera *bytecode* que son para la máquina virtual de Java (JVM – *Java Virtual Machine*), en vez de código nativo de máquina. (41)

PHP (acrónimo de PHP: *Hipertexto Preprocessor*), es un lenguaje de programación interpretado de alto nivel, embebido en páginas HTML y ejecutado en el servidor, diseñado originalmente para la creación de páginas Web dinámicas. Es de gran velocidad por lo que no requiere de muchos recursos del sistema y además se integra perfectamente con muchos servidores. Es libre y está disponible bajo la licencia GPL, es multiplataforma por lo que no tendrá ningún inconveniente al usarlo en cualquier computadora. Se caracteriza por la simplicidad de su código y por la amplia documentación que brinda. (42)

Una de las ventajas de PHP frente a Java sea en cuestión de rendimiento ya que el primero es mucho menos pesado, lo que produce una sensación al usuario de rapidez y mayor usabilidad. (43)

A diferencia de otros lenguajes de programación, PHP se creó específicamente para la generación de páginas Web, lo que significa que tareas comunes de programación en este campo como acceder a la información enviada en un formulario y conectarse a una base de datos, son a menudo más sencillas en PHP. A esto se añaden valores como el hecho de ser un proyecto de código abierto, gratuito y

Capítulo 2- Tecnologías y herramientas

multiplataforma, por lo que desde la aparición de la nueva versión, PHP 5, no ha hecho sino incrementar aún más su número de usuarios. (44)

Para el desarrollo de este sistema se ha escogido entre estos dos lenguajes, **PHP** en su versión 5, por las siguientes ventajas:

- ✚ Mayor compatibilidad con el sistema de gestión de contenidos actual.
- ✚ Requiere menos recursos (por ejemplo: RAM).
- ✚ Mayor protección frente a los fallos relativos a la seguridad de los *scripts* PHP.
- ✚ Programar es más sencillo gracias a las nuevas funciones.

Además el objetivo de esta versión es mejorar los mecanismos de Programación Orientada a Objetos (POO) para solucionar las carencias de las anteriores versiones. Esto constituye un paso necesario para conseguir que PHP sea un lenguaje apto para todo tipo de aplicaciones y entornos, incluso los más exigentes.

2.7. Módulo PHP MapScript

Se seleccionó el módulo PHP/MapScript porque permite la comunicación entre el lenguaje de programación PHP y las funciones del servidor de mapas MapServer. Permite utilizar funciones como MapObj para crear objetos de tipo mapa dada una cartografía con extensión .map y generar imágenes para mostrarlas a través de un visor.

MapScript expone las funcionalidades de MapServer a varios lenguajes de *scripting*, esto reduce el tiempo de programación para los desarrolladores que quieren añadir capacidades de mapeo a una aplicación. En lugar de crear un método personalizado para el mapeo, la API MapScript proporciona algunas herramientas de gran alcance que son robustas y listas para usar.

2.8. Sistema gestor de base de datos

Existen muchos sistemas gestores de base de datos como son: Oracle, DB2, PostgreSQL, MySQL, entre otros. (45)

DB2 es una marca comercial, propiedad de IBM, bajo la cual se comercializa un Sistema Gestor de Base de Datos (SGBD). DB2 versión 9 es un motor de base de datos relacional que integra XML de manera nativa, lo que IBM ha llamado *pureXML*, que permite almacenar documentos completos dentro del tipo de datos XML para realizar operaciones y búsquedas de manera jerárquica dentro de éste, e

Capítulo 2- Tecnologías y herramientas

integrarlo con búsquedas relacionales. La automatización es una de sus características más importantes, ya que permite eliminar tareas rutinarias y permitiendo que el almacenamiento de datos sea más ligero, utilizando menos *hardware* y reduciendo las necesidades de consumo de alimentación y servidores.

DB2 Express-C es la versión gratuita soportada por la comunidad de DB2 que permite desarrollar, implementar y distribuir aplicaciones que no usen las características avanzadas de las versiones comerciales de DB2. Esta versión de DB2 puede ser concebida como el núcleo de DB2, las diferentes ediciones incluyen las características de Express-C más funcionalidades específicas.

Oracle es un sistema de gestión de base de datos relacional (RDBMS por el acrónimo en inglés de *Relational Data Base Management System*). Se considera como uno de los sistemas de bases de datos más completos. La tecnología Oracle se encuentra prácticamente en todas las industrias alrededor del mundo. A continuación se señala información general sobre este SGBD:

- ✚ Género: RDBMS.
- ✚ Sistema Operativo: Multiplataforma.
- ✚ Licencia: Privativa.

PostgreSQL es un sistema multiplataforma y de código abierto, Está orientado a objetos e incluye herencia entre tablas e incorpora una estructura de datos array. PostgreSQL es un gestor de base de datos objeto-relacional. Esta estrategia permite obtener una mejor respuesta en ambientes de grandes volúmenes. Tiene una serie de bibliotecas escritas en JavaScript para la construcción de aplicaciones interactivas. Brinda también, soporte nativo para los lenguajes más populares del medio: PHP, C, C++, Perl, Python, Java/JDBC, Ruby, entre otros. Además se puede afirmar que el sistema insignia en el ámbito de las bases de datos del *software* libre es PostGIS, él módulo para PostgreSQL. Este módulo proporciona a PostgreSQL la capacidad no solo de almacenar información geoespacial, sino de realizar operaciones de análisis geográfico.

MySQL surge con el objetivo de que cumpla el estándar SQL, *Structure Query Language* (Lenguaje de Consulta Estructurado). SQL es un lenguaje de programación para trabajar con base de datos relacionales. MySQL es un interpretador de SQL, es un servidor de base de datos, que permite crear base de datos y tablas, insertar datos, modificarlos, eliminarlos, ordenarlos, hacer consultas y realizar muchas operaciones.

Capítulo 2- Tecnologías y herramientas

A modo de resumen se puede plantear que MySQL administra bases de datos. Es multihilo por lo que puede realizar varias tareas a la vez y es también multiusuario, lo que le permite satisfacer de forma simultánea, las necesidades de varios usuarios que comparten los mismos recursos. Es un *software* de código abierto por lo que cualquier persona puede usarlo y modificarlo. (46)

Finalmente el sistema gestor de base de datos seleccionado fue PostgreSQL, el cual es más maduro que MySQL en cuanto al manejo de datos espaciales. Debido a cuestiones legales y sobre todo económicas, no se consideró el uso de Oracle, ya que su licencia es privativa. DB2 tampoco fue seleccionado ya que su versión libre (DB2 Express-C) no permite desarrollar, implementar y distribuir aplicaciones que usen las características avanzadas de las versiones comerciales de DB2. Además fue importante para esta selección, la valoración de la existencia de la extensión PostGIS que es la que permite el trabajo con datos espaciales en los SIG.

Las características de PostGIS, permiten el uso de objetos GIS, al mismo tiempo incluyen soporte para índices GiST basados en R-Tree y funciones básicas para el análisis de objetos GIS. Con PostGIS se puede usar todos los objetos que aparecen en la especificación OpenGIS como puntos, líneas, polígonos, multilíneas, multipuntos y colecciones geométricas. También es la alternativa de *software* libre más avanzada y de alto rendimiento, otra de las características que lo hace imprescindible en esta investigación es la integración de muchas de sus funciones con el servidor de mapas que se utilizará para el desarrollo de la aplicación MapServer. (47)

2.9. Entorno de desarrollo

En la selección del Entorno de Desarrollo Integrado (IDE), se identificaron varios indicadores que determinarían su elección, como: su privacidad en cuanto al uso o no de licencias, ventajas de acuerdo al completamiento de código, lenguajes que soporta, existencia de documentación y la creación de aplicaciones compatibles con teléfonos móviles. Los IDE que se identificaron fueron el Eclipse y NetBeans.

El IDE NetBeans, es un reconocido entorno de desarrollo integrado disponible para Windows, Mac, Linux y Solaris.

El proyecto NetBeans está formado por un IDE de código abierto y una plataforma de aplicación que permite a los desarrolladores crear con rapidez aplicaciones Web, empresariales, de escritorio y móviles utilizando la plataforma Java, así como Java FX, PHP, JavaScript y Ajax, Ruby y *Ruby on Rails, Groovy and Grails* y C/C++.

Capítulo 2- Tecnologías y herramientas

El proyecto de NetBeans está apoyado por una comunidad de desarrolladores dinámica y ofrece documentación y recursos de formación exhaustivos, así como una amplia selección de complementos de terceros. NetBeans IDE dispone de soporte para crear interfaces gráficas de forma visual, desarrollo de aplicaciones Web, control de versiones, colaboración entre varias personas y creación de aplicaciones compatibles con teléfonos móviles.

Sus funciones son: Editor de código sensible al contenido. Con soporte para autocompletar el código, coloreado de etiquetas, autotabulación y uso de abreviaturas para varios lenguajes de programación.

Algunas de las ventajas que posee NetBeans:

- ✚ Posee una interfaz sencilla e intuitiva, característica fundamental en un IDE.
- ✚ Posee todas las herramientas para crear aplicaciones profesionales ya sean de escritorio, empresariales, Web y móviles, no solo en Java sino también en C/C++ y Ruby.
- ✚ Permite hacer diagramas utilizando la notación de UML. (48)

Eclipse, es una plataforma de *software* de código abierto independiente y una de las ventajas principales que posee es que tiene una gran comunidad de usuarios extendiendo constantemente las aplicaciones. (49)

Eclipse facilita enormemente las tareas de edición, compilación y ejecución de programas durante su fase de desarrollo. Además es una aplicación libre, disponible en la red para su descarga e incluida ya en muchas distribuciones de Linux. Este entorno de desarrollo incluye una serie de características únicas como la refactorización de código, el código de actualizaciones automáticas e instalaciones. Permite a los desarrolladores crear aplicaciones de escritorio para diversos Sistemas Operativos.

Después de identificar las principales características que presenta cada uno de estos IDE, se seleccionó a **NetBeans** como editor de PHP, pues ofrece un eficiente auto-completado de código, marcado de error de PHP, plantillas, macros, control de versiones. Además es multiplataforma, de código abierto lo que se corresponde con el objetivo principal de este proyecto y permite la creación de aplicaciones compatibles con teléfonos móviles.

2.10. Tecnologías basadas en el Lenguaje PHP. WURFL y WALL

Dentro de las tecnologías basadas en Lenguaje PHP se encuentran WURLF (Archivo de Recursos Universal Móviles) y WALL (Librería de Abstracción Móvil), las cuales permiten un mejor trabajo en el desarrollo de aplicaciones Web para dispositivos móviles.

Capítulo 2- Tecnologías y herramientas

WURFL (*Wireless Universal Resource File*)

WURFL, es un fichero XML sostenido por un proyecto de código abierto donde se detallan las características y capacidades de la gran mayoría de dispositivos móviles existentes en el mercado. En este fichero se proporcionan características como, por ejemplo: características generales del dispositivo (modelo, marca), características de la pantalla (ancho, alto, filas, columna), capacidad de procesamiento de imágenes (soporte para gif, flash lite, colores de pantalla). Además permite conocer el tamaño máximo de url que puede procesar.

En base a cualquiera de estas características se puede decidir qué mostrar en una Web, redireccionar al usuario a una página específica o que lenguaje de marcado utilizar. Al ser un fichero XML permite trabajar desde distintos lenguajes de programación: java, PHP, Ruby, Perl, Python, .net, entre otros. Además existen ya librerías para muchos de estos lenguajes. Éste proyecto es código abierto y está destinado a desarrolladores que trabajan con tecnología WAP. (50)

WALL (*Wireless Abstraction Library*)

WALL es una colección de etiquetas de código abierto en Java que brinda un marcado universal para dispositivos inalámbricos. Estas etiquetas permiten transformar dinámicamente un marcado para WML y XHTML, para adaptarse a los dispositivos móviles de los usuarios; en la que cada etiqueta mostrará las capacidades de WURFL y averiguará la mejor manera de hacer que el dispositivo realice la solicitud HTTP.

Su objetivo es identificar la estructura común entre los diferentes márgenes y crear las etiquetas que se convierten en cada una de esas estructuras de forma dinámica. Una de las ventajas que presenta WALL es que es un marcado universal lo cual lo hará aceptable para cualquier dispositivo móvil. (51)

Otra de las tecnologías basadas en PHP es el **Framework WALL4PHP**, un *framework* muy recomendado para desarrolladores de aplicaciones Web en móviles por el número de información útil que se puede encontrar en su interior y en relación con los diferentes modelos de teléfonos móviles. WALL4PHP es una aplicación de WALL, creado originalmente por *Luca Passani* para la plataforma Java; para PHP. El objetivo principal de WALL es el de generar un lenguaje de marcado generalizado que ayuden alas aplicación Web, para que estas sean compatibles con el modelo más disponibles en el mercado. Con el fin de aumentar su compatibilidad con Tera-WURFL, una versión actualizada de la biblioteca se mantiene en el sitio de Tera-WURFL. (52)

2.11. Servidor Web

Un servidor Web es un programa que se ejecuta continuamente en un computador, manteniéndose a la espera de peticiones de ejecución que le hará un cliente o un usuario de Internet. El servidor Web se encarga de contestar a estas peticiones de forma adecuada, entregando como resultado una página Web o información de todo tipo de acuerdo a los comandos solicitados. (53)

Para el desarrollo del sistema se ha seleccionado como servidor Web **Apache**, pues brinda varias ventajas dentro de las que se encuentra fundamentalmente que es de código abierto, presenta una estructura modular, es multiplataforma, extensible y su facilidad de encontrar ayuda y soporte para este servidor. Pero uno de los aspectos más importantes que posee es su integración con el servidor de mapas MapServer y con PostgreSQL8.2. También permite personalizar la respuesta ante los posibles errores que se puedan dar en el servidor. Es posible configurar el Apache para que ejecute un determinado *script* cuando ocurra un error en concreto. Tiene una alta configurabilidad en la creación y gestión de *logs*. Permite la creación de ficheros *log* para tener un mayor control sobre lo que sucede en el servidor. Además, actualmente es el servidor Web más utilizado en todo el mundo, debido a que es el más adecuado para PHP.

2.12. Arquitectura de software

El patrón que se seleccionó para el desarrollo del *software* fue el **Modelo Vista Controlador** (MVC), éste es un patrón de arquitectura de *software* que separa los datos de una aplicación, la interfaz de usuario, y la lógica de control en tres componentes distintos. El patrón MVC está presente frecuentemente en aplicaciones Web, donde la vista es la página HTML y el código que provee de datos dinámicos a la página, el controlador es el Sistema de Gestión de Base de Datos y el modelo es el modelo de datos. (54)

- ✚ **Modelo:** Encapsula los datos y las funcionalidades. El modelo es independiente de cualquier representación de salida y/o comportamiento de entrada.
- ✚ **Vista:** Muestra la información al usuario. Obtiene los datos del modelo. Pueden existir múltiples vistas del modelo. Cada vista tiene asociado un componente controlador.
- ✚ **Controlador:** Reciben las entradas, usualmente como eventos que codifican los movimientos o pulsación de botones del ratón, pulsaciones de teclas, etc. Los eventos son traducidos a solicitudes de servicio ("*service requests*" en el texto original) para el modelo o la vista. El usuario interactúa con el sistema a través de los controladores. (55)

Capítulo 2- Tecnologías y herramientas

Las Vistas y los Controladores conforman la interfaz de usuario. Un mecanismo de propagación de cambios asegura la consistencia entre la interfaz y el modelo. La separación del modelo de los componentes vista y del controlador permite tener múltiples vistas del mismo modelo. Si el usuario cambia el modelo a través del controlador de una vista, todas las otras vistas dependientes deben reflejar los cambios. Por lo tanto, el modelo notifica a todas las vistas siempre que sus datos cambien. Las vistas, en cambio, recuperan los nuevos datos del modelo y actualizan la información que muestran al usuario. (55)

Ventajas del MVC:

- + Clara separación entre interfaz, lógica de negocio y de presentación.
- + Sencillez para crear distintas representaciones de los mismos datos.
- + Reutilización de los componentes. (55)

Debido a las ventajas antes mencionadas se decide hacer uso de este patrón de arquitectura para lograr una mejor organización en el desarrollo de la aplicación.

2.13. Conclusiones

Durante la confección del presente capítulo, se realizó un estudio y caracterización de las herramientas y tecnologías que pueden ser utilizadas para desarrollar un SIG. Además se ha establecido, que de la correcta selección de las herramientas a utilizar, dependen las decisiones a tomar en el proyecto, logrando soluciones que cubran las necesidades iniciales del mismo. Esto posibilita la continuidad de la investigación, permitiendo el modelamiento e implementación de la aplicación mediante el uso de las mismas. Se ha tenido en cuenta para la selección, las que son más factibles en el desarrollo de Sistemas de Información Geográfica para dispositivos móviles. Además se tuvo en cuenta, que dentro de lo posible, fueran las más utilizadas, para garantizar un mayor éxito en el desarrollo del sistema.

Capítulo 3- Presentación de la solución propuesta

Capítulo III: Presentación de la solución propuesta

3.1 Introducción

En este capítulo se realiza la descripción de la solución propuesta para obtener una noción en general del Sistema de Información Geográfica para el turismo cubano en dispositivos celulares. Para ello se describe todo lo referente al modelo de dominio en el cual se analizan todas las entidades y conceptos presentes en el entorno donde se aplica el medio. Se especifican los requisitos funcionales y los no funcionales que cumple dicho sistema. Se expone en forma de diagramas los casos de usos referentes a estos requisitos, así como sus descripciones.

3.2 Descripción del Modelo de Negocio y del Modelo de Dominio.

Modelo de Negocio.

El Modelo de Negocio es una labor de los analistas de procesos de negocio, quienes tienen la misión de entender cómo funciona el negocio. Estos modelan el mismo a través de diagramas de actividades donde se refleja la secuencia de pasos que se llevan a cabo, las personas beneficiadas con las acciones realizadas y las que realizan las actividades. El Modelado del Negocio tiene como objetivos:

- ✚ Comprender la estructura y la dinámica de la organización en la cual se va a implantar el sistema.
- ✚ Comprender los problemas actuales de la organización e identificar las mejoras potenciales.
- ✚ Asegurar que los consumidores, usuarios finales y desarrolladores tengan un entendimiento común de la organización.
- ✚ Derivar los requerimientos del sistema que va a soportar la organización. (56)

En resumen, el objetivo del Modelo de Negocio (*Model of Business*) es describir los procesos existentes u observados, con el propósito de comprenderlos. Se especifican aquí qué procesos del negocio soportará el sistema. Además de identificar los objetos del negocio implicados, este modelo establece las competencias que se requieren de cada proceso, sus trabajadores, sus responsabilidades y las operaciones que llevan a cabo.

Modelado del Dominio.

En el Modelo de Negocio se incluye toda la organización, sus relaciones, sus procesos, todo. Sin embargo, el Modelo de Dominio se centra en una parte del negocio, la relacionada con el ámbito del proyecto. En este contexto el término dominio representa una parte del negocio. El Modelo de Dominio

Capítulo 3- Presentación de la solución propuesta

ayuda a comprender los conceptos que utilizan los usuarios, los conceptos con los que trabajan y con los que deberá trabajar la aplicación. El proceso para su elaboración tiene tres pasos. En primer lugar identificar las Clases Conceptuales, después dibujarlas en un Diagrama de Clases y finalmente añadir Relaciones y Atributos. (56)

Resumiendo, se llama “Modelo de Dominio” a la representación visual de los conceptos u objetos que nos interesa, sus características y las relaciones entre dichos conceptos. Es el mecanismo fundamental para comprender el dominio del problema y para establecer conceptos comunes. Es un diccionario visual del dominio del problema.

Teniendo en cuenta todo lo explicado anteriormente y debido a que no se tienen bien definidas las fronteras del negocio para la aplicación a desarrollar, se decide realizar un Modelo de Dominio. El Modelo de Dominio es empleado principalmente cuando la información tiene múltiples orígenes. Esto se realiza con el fin de lograr una mejor comprensión de la estructura de la organización. En este modelo se representan los tipos de objetos más importantes que existen en el entorno donde estará el sistema. Se representa en UML con un Diagrama de Clases en el que se representan las clases conceptuales, asociaciones entre las clases conceptuales y atributos de la clase conceptuales. Seguidamente se presenta el diagrama de clases del dominio para la aplicación a desarrollar en esta investigación. Además se procederá a explicar cada uno de los conceptos que conforman al mismo.

3.2.1 Eventos principales de entorno

El cliente puede ser aquella persona que necesita acceder a la aplicación. La misma consume un registro de datos que almacena toda la información socioeconómica. Además la aplicación utiliza una cartografía referente al mapa de Cuba, que está compuesto por varias capas, cada una de ellas representan elementos de una misma geometría, como pueden ser puntos, líneas o polígonos. Los mapas se agrupan por capas independientes y contienen además la escala y leyenda para una mejor comprensión por parte de los usuarios.

3.2.2 Glosario de Términos del Dominio

Usuario

Persona que necesite consultar algún tipo de información incluida en un mapa acerca de instalaciones de turismo.

Capítulo 3- Presentación de la solución propuesta

+ Oficina de Turismo

Oficina perteneciente al Ministerio de Turismo encargada de brindar servicio de información a los clientes cubanos y extranjeros, rigiendo todos los procesos de esta índole.

+ Mapa

Es una representación gráfica y métrica de una porción de territorio sobre una superficie bidimensional, generalmente plana, pero que puede ser también esférica como ocurre en los globos terráqueos. El que el mapa tenga propiedades métricas significa que ha de ser posible tomar medidas de distancia, ángulos o superficies sobre él y obtener un resultado aproximadamente exacto. Base mediante la cual se obtiene todo el flujo de datos necesario para realizar las funcionalidades del SIG-Turismo.

+ Leyenda

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

+ Escala

Relación entre la distancia que separa dos puntos en un mapa y la distancia real de esos dos puntos en la superficie terrestre. En los mapas, la escala puede expresarse de tres modos distintos: en forma de proporción o fracción, con una escala gráfica o con una expresión en palabras y cifras. Cuanto mayor es la escala, más se aproxima al tamaño real de los elementos de la superficie terrestre. Los mapas a pequeña escala generalmente representan grandes porciones de la Tierra y, por tanto, son menos detallados que los mapas realizados con escalas más grandes. Es la relación matemática entre las dimensiones en el mapa, carta o plano y la superficie terrestre que representa.

+ Capa

Las capas son una forma de organizar la información temática para la elaboración de los SIG. Son transparencias colocadas a criterio del autor para facilitar la manipulación de la información. El sistema permite activar o no las capas disponibles e incluso variar su orden de acuerdo al orden de prioridad o posible combinación que se le puede dar a la información disponible.

+ Información Socioeconómica

Es un conjunto organizado de datos procesados referentes al aspecto social y económico de cualquier lugar de interés del país. En el contexto de esta investigación se refiere a un conjunto de datos

Capítulo 3- Presentación de la solución propuesta

ubicados en la Base de Datos del sistema que contiene la información socioeconómica de cada una de las instalaciones turísticas del país.

3.2.3 Diagrama de clases del Modelo de Dominio

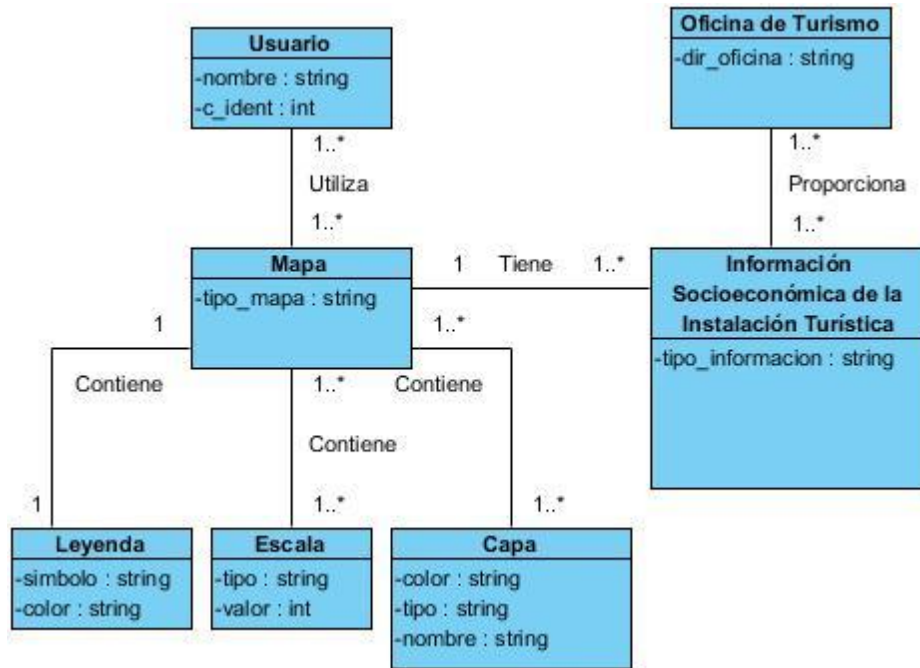


Fig. 2 Modelo de Dominio

Descripción del diagrama.

En este diagrama se representa la interacción entre las clases conceptuales identificadas. Las Oficinas de Turismo proporcionan toda la información socioeconómica de sus instalaciones, la cual es agregada en los mapas. Estos están compuestos por varias escalas representativas, leyendas que permiten un mejor entendimiento de los mismos y las capas. Los usuarios que acceden al sistema son los que utilizan estos mapas.

3.3 Levantamiento de requisitos

3.3.1 Requisitos funcionales del sistema

Los requisitos funcionales son capacidades o condiciones que el sistema debe cumplir. Se mantienen invariables sin importar con qué propiedades o cualidades se relacionen. A continuación se exponen los requisitos funcionales que la aplicación a desarrollar debe tener.

Capítulo 3- Presentación de la solución propuesta

RF1- Buscar lugar de interés turístico.

RF2- Mostrar localización geográfica.

RF3- Mostrar datos de objetivo.

RF4- Calcular distancia lineal.

RF5- Visualizar mapa.

RF6- Visualizar escala del mapa.

RF7- Disminuir tamaño del mapa.

RF8- Aumentar tamaño del mapa.

RF9- Desplazar mapa hacia arriba.

RF10- Desplazar mapa hacia abajo.

RF11- Desplazar mapa hacia la derecha.

RF12- Desplazar mapa hacia la izquierda.

3.3.2 Requisitos no funcionales del sistema

Los requisitos no funcionales son propiedades o cualidades que el producto debe tener.

RNF1- Usabilidad

- El sistema está creado para ser usado por personas que posean un dispositivo celular y que posean conocimientos mínimos sobre el uso de estos dispositivos.

RNF2- Fiabilidad

- El sistema debe estar disponible todo el tiempo para sus usuarios, descontando el tiempo en que se encuentre en mantenimiento.
- La información será visible para el usuario pero no podrá ser descargada.
- El período entre fallos recuperables, como por ejemplo fallos en el servidor principal no debe exceder las 24 horas.

Capítulo 3- Presentación de la solución propuesta

RNF3- Soporte

- Cualquier cambio ocurrido en la aplicación ya sea agregar otras funcionalidades al sistema, es deber del líder de proyecto asegurarse que se realice la actualización en el servidor.

RNF4- Restricciones de diseño

- El producto de *software* final debe diseñarse sobre una arquitectura modelo-vista-controlador.

RNF5- Interfaz

Interfaces de usuario

- El sistema debe darle al usuario la opción de volver atrás.
- Los botones utilizados en la aplicación deben tener un tamaño moderado y su nombre debe ser entendible para el usuario.

RNF6- Requisitos de hardware

Para los servidores

- Se requiere tarjeta de red con las siguientes características:
 - Velocidad de conexión. (10/100/1000) Megabits por segundo.
 - Tipo de conexión (ISA, PCI, PCMCIA, USB, Inalámbrica)
 - Indicadores de estado (LED) (Conexión, actividad de la red)
 - Soporte Full-duplex (para doblar la velocidad de comunicación)
- El Servidor de Mapas debe poseer como mínimo 1GB de RAM y 40GB de disco duro o más.
- El Servidor de BD debe poseer 1GB de RAM y 40GB de disco duro o más.

RNF7- Requisitos de software

Para los servidores

- Sistemas operativos GNU/Linux (distribución +versión)
- Servidor Web Apache 2.0 o superior, con módulo PHP 5 configurado con la extensión pgsql incluida.
- PostgreSQL v8.4 como Sistema Gestor de Base de Datos.
- PostGIS como extensión de PostgreSQL como soporte de datos espaciales.
- MapServer v5.5 o superior, con extensión PHP MapScrip.

Capítulo 3- Presentación de la solución propuesta

RNF8- Requisitos de licencia

Las licencias de las herramientas que se van a utilizar para el desarrollo del SIG son legalmente libres, permitiendo la utilización, modificación y distribución de las mismas por terceros sin necesidad de obtener la autorización de sus respectivos titulares.

RNF9- Requisitos Legales, de Derecho de Autor y otros

El software deberá ser registrado en el Centro Nacional de Derecho de Autor (CENDA).

3.4 Descripción del Sistema Propuesto

3.4.1 Descripción de los actores

Un actor no es parte del sistema en desarrollo, es un agente externo que interactúa con el mismo en pos de obtener un resultado esperado. El sistema cuenta con los actores que se especifican a continuación:

Actor	Descripción
Usuario.	Es la persona que utiliza las funcionalidades del sistema.

Tabla 1 Descripción de actores

3.5 Diagrama de Casos de Uso del Sistema

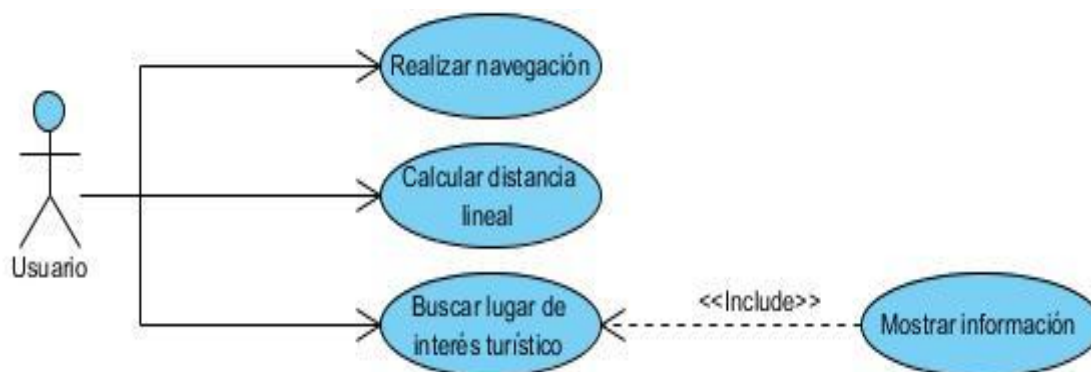


Fig. 3 Diagrama de Casos de Uso del Sistema

Capítulo 3- Presentación de la solución propuesta

3.6 Descripciones textuales de Casos de Uso del Sistema

3.6.1 Descripción Textual del Caso de Uso Buscar lugar de interés turístico

Objetivo	Este caso de uso se lleva a cabo con el objetivo de buscar un lugar de interés turístico.	
Actores	Usuario.	
Resumen	El caso de uso se inicia cuando el usuario desea buscar un objetivo específico. El caso de uso termina cuando el sistema muestra el resultado en la pantalla del dispositivo móvil.	
Complejidad	Alta.	
Prioridad	Crítico.	
Precondiciones	El usuario debe seleccionar la opción Buscar Objetivo.	
Poscondiciones	El sistema visualiza el resultado según la opción seleccionada por el actor.	
Flujo de Eventos		
Flujo Básico Buscar Objetivo		
Actor	Sistema	
1. El caso de uso inicia cuando el actor selecciona la opción Buscar Objetivo (<i>Ver Interfaz [1]</i>).	2. El sistema muestra un cuadro de texto para la entrada del dato a buscar.	
3. El actor entra el dato que desea buscar y presiona en el botón Buscar (<i>Ver Interfaz [2]</i>).	4. El sistema valida los datos y muestra todas las coincidencias encontradas (<i>Ver Interfaz [3]</i>).	
	5. El caso de uso termina cuando el sistema realiza la acción seleccionada por el usuario.	

Capítulo 3- Presentación de la solución propuesta

Prototipo de Interfaz	
Interfaz X	
Flujo Alterno	
Nº 4: Existe error en la entrada de datos.	
Acción	Sistema
	4.1 El sistema muestra un mensaje de error “Existe error en la entrada de datos”.
4.2 El usuario selecciona la opción Volver.	4.3 Vuelve a la acción 2 del flujo normal de los eventos.
Flujo Alternos	
Nº 4: No se encontraron coincidencias.	
Acción	Sistema
	4.1 El sistema procesa los datos y muestra un mensaje “No se encontraron coincidencias”.
4.2 El usuario selecciona la opción Volver	4.3 Vuelve a la acción 2 del flujo normal de los eventos.
Relaciones	CU Visualizar Información.
Requisitos funcionales	no
Asuntos pendientes	

Tabla 2 Descripción del Caso de Uso Buscar lugar de interés turístico

Capítulo 3- Presentación de la solución propuesta

3.6.2 Descripción Textual del Caso de Uso Visualizar información

Objetivo	Este caso de uso se lleva a cabo con el objetivo de visualizar información asociada a un objetivo.
Actores	Usuario.
Resumen	El caso de uso se inicia cuando el usuario desea conocer la información asociada a un objetivo específico. El caso de uso termina cuando el sistema muestra el resultado en la pantalla del dispositivo móvil.
Complejidad	Alta.
Prioridad	Critico.
Precondiciones	Se haya cumplido el CU Buscar lugar de interés turístico.
Poscondiciones	El sistema visualiza el resultado según la opción seleccionada por el actor.
Flujo de Eventos	
Flujo Básico Visualizar Información	
Actor	Sistema
1. El caso de uso inicia cuando el sistema muestra las coincidencias encontradas como resultado de la búsqueda y el usuario selecciona un objetivo. (Ver Interfaz [X]).	2. El sistema muestra una ventana con dos botones: Mostrar Datos y Localizar.

Capítulo 3- Presentación de la solución propuesta

3. El usuario selecciona la acción que desea realizar. (Ver Interfaz [2]).	4. Si selecciona la acción: - Mostrar Datos, ver sección Mostrar Datos. - Localizar, ver sección Localizar.
	5. El caso de uso termina cuando el sistema realiza la acción seleccionada por el usuario.
Prototipo de Interfaz	
Interfaz X	
Sección “Mostrar Datos”	
Actor	Sistema
1. El usuario selecciona la acción Mostrar Datos.	2. El sistema muestra una ventana con los datos asociados al objetivo especificado.
Prototipo de interfaz	
Interfaz	
Sección “Localizar”	
Actor	Sistema
1. El usuario selecciona la acción Localizar.	2. El sistema muestra una ventana con los datos asociados al objetivo especificado.
Prototipo de interfaz	
Interfaz	
Relaciones	
Requisitos funcionales	no
Asuntos pendientes	

Tabla 3 Descripción del Caso de Uso Visualizar información

Capítulo 3- Presentación de la solución propuesta

Las descripciones de los Casos de Uso Calcular distancia lineal y Realizar navegación pueden ser consultadas en el Anexo 1.

3.7 Conclusiones

En este capítulo se planteó la propuesta de solución para el SIG del turismo cubano en dispositivos celulares, tomando la decisión de realizar el modelo de dominio ya que no se pudieron identificar los procesos de negocios bien estructurados. Este modelo permitió representar los principales objetos relacionados con el entorno donde funcionará el sistema. Se especificó de manera detallada las responsabilidades con la que debe cumplir el sistema a través del levantamiento de requisitos. Se concluyó este capítulo, con la generación de una serie de diagramas que son fundamentales para garantizar la continuidad de la investigación. Por tales motivos se determinó que se puede comenzar la implementación del sistema para cumplir con los objetivos planteados desde un inicio y darle respuesta a la situación problemática planteada.

Capítulo 4- Construcción de la solución propuesta

Capítulo IV: Construcción de la solución propuesta

4.1 Introducción

En el presente capítulo se realiza la construcción del sistema propuesto. Para ello se presenta una muestra de los principales artefactos del diseño de la solución propuesta como son: el diagrama de clases del diseño, el modelo de datos, el modelo de despliegue y el modelo de implementación. Además se describen los patrones de diseño utilizados en el desarrollo del SIG.

4.2 Patrones de diseño

Un patrón de diseño es una solución efectiva a problemas que surgen con el desarrollo de aplicaciones informáticas relacionados con el diseño de interfaces. Un patrón de diseño debe tener como características principales que debe ser reusable para que así pueda ser adaptable a distintas situaciones y la otra que su efectividad se haya demostrado.

Los patrones de diseño, ayudan en el aprendizaje al programador inexperto, facilitan diseños mucho más flexibles, modulares y reutilizables. Contribuyen a describir las interfaces, identificando sus elementos principales y las relaciones existentes entre ellas.

4.2.1 Patrones para asignar responsabilidades (GRASP)

Los patrones GRASP describen los principios fundamentales de diseño para la asignación de responsabilidades. Constituyen un apoyo para la enseñanza que ayuda a entender el diseño de objeto esencial y aplica el razonamiento para el diseño de una forma sistemática, racional y explicable. Estos patrones no compiten con los patrones de diseño sino que sirven de guía para encontrar los patrones de diseño. (57)

Para la construcción del Sistema de Información Geográfica del turismo cubano para dispositivos celulares se definió utilizar los siguientes patrones GRASP:

Patrón Experto: Para determinar que clase debe asumir una responsabilidad a partir de la información que posee. Además permite conservar el encapsulamiento, ya que los objetos se valen de su propia información para realizar los que se le oriente.

Capítulo 4- Construcción de la solución propuesta

Ventajas

- ✚ Se conserva el encapsulamiento de la información, ya que los objetos utilizan su propia información para llevar a cabo las tareas. Normalmente, esto conlleva un bajo acoplamiento, lo que da lugar a sistemas más robustos y más fáciles de mantener.
- ✚ Se distribuye el comportamiento entre las clases que contienen la información requerida, por lo tanto, se estimula las definiciones de clases más cohesivas y “ligeras” que son más fáciles de entender y mantener. (58)

Patrón Creador: Para guiar la asignación de responsabilidades relacionadas con la creación de objetos, tarea muy frecuente en los sistemas orientados a objetos. El diseño bien asignado permitirá soportar un bajo acoplamiento, una mayor claridad, el encapsulamiento y la reutilización. El propósito fundamental de este patrón es encontrar un creador que se debe conectar con el objeto producido en cualquier evento. Al escogerlo como creador, se da soporte al bajo acoplamiento.

Patrón Alta Cohesión: Este patrón define que una clase tiene responsabilidades moderadas en un área funcional y colabora con otras clases para llevar a cabo las tareas. Una clase con alta cohesión tiene un número relativamente pequeño de métodos, con funcionalidad altamente relacionada, y no realiza mucho trabajo. Colabora con otros objetos para compartir el esfuerzo si la tarea es extensa. Además es ventajosa porque es relativamente fácil de mantener, entender y reutilizar.

Ventajas

- ✚ Se incrementa la claridad y facilita la comprensión del diseño.
- ✚ Se simplifican el mantenimiento y las mejoras. (58)

Patrón Bajo Acoplamiento: Este patrón asigna una responsabilidad para mantener el bajo acoplamiento que no es más que tratar de que una clase no dependa de muchas otras, así esa clase no tendrá muchas dependencias, facilitando la reutilización.

Este patrón no puede verse separado del patrón Experto y del patrón Alta Cohesión.

Ventajas

- ✚ No afectan los cambios en otros componentes.
- ✚ Fácil de entender de manera aislada.
- ✚ Conveniente para reutilizar. (58)

Capítulo 4- Construcción de la solución propuesta

Patrón Controlador: Para manejar y controlar los eventos del sistema. Con la utilización de este patrón se logra separar la lógica de negocio de la capa de presentación. De esta manera se logra un mayor control sobre el sistema y se favorece la reutilización de código.

4.2.2 Patrones de diseño (GOF)

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 interacción o interfaces. Un patrón de diseño es una solución a un problema de diseño. Para que una solución sea considerada un patrón debe poseer ciertas características. Una de ellas es que debe haber comprobado su efectividad resolviendo problemas similares en ocasiones anteriores. Otra es que debe ser reutilizable, lo que significa que es aplicable a diferentes problemas de diseño en distintas circunstancias.

Para la construcción del Sistema de Información Geográfica del turismo cubano para dispositivos celulares se definió utilizar los siguientes patrones GOF:

Singleton: es un tipo de patrón creacional que asegura que una clase tiene una única instancia y provee un medio de acceso global a dicha instancia. (58)

Ventajas

- ✚ El acceso a la “*InstanciaÚnica*” está más controlado.
- ✚ Se reduce el espacio de nombres (frente al uso de variables globales).
- ✚ Permite refinamientos en las operaciones y en la representación, mediante la especialización por herencia de “Solitario”.
- ✚ Es fácilmente modificable para permitir más de una instancia y, en general, para controlar el número de las mismas (incluso si es variable). (58)

Controlador Frontal: Es un patrón de diseño que se basa en usar un controlador como punto inicial para la gestión de las peticiones. El controlador gestiona estas peticiones, y realiza algunas funciones como: comprobación de restricciones de seguridad, manejo de errores, mapear y delegación de las peticiones a otros componentes de la aplicación que se encargarán de generar la vista adecuada para el usuario. (58)

Ventajas

- ✚ Se tiene centralizado en un único punto la gestión de las peticiones.
- ✚ Se aumenta la reusabilidad de código.

Capítulo 4- Construcción de la solución propuesta

✚ Se mejora la gestión de la seguridad. (58)

4.3 Modelo de diseño

El modelo de diseño es el 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 implementación, tienen un impacto en el sistema a considerar.

4.3.1 Diagrama de clases del diseño

Dentro de los artefactos que genera el modelo de diseño se encuentra el Diagrama de Clases del Diseño, en el cual se muestran un conjunto de clases, interfaces y colaboraciones, así como las relaciones entre sí. En este epígrafe se muestra el diagrama de clases del diseño del Caso de Uso Buscar lugar de interés turístico, los restantes diagramas pueden ser consultados en los Anexos.

Clases	Descripción
SP	Representa una página servidora.
CP	Representa una página cliente.

Tabla 4 Descripción de clases

Capítulo 4- Construcción de la solución propuesta

4.3.2 Diagrama de clase del diseño del Caso de Uso Buscar lugar de interés turístico

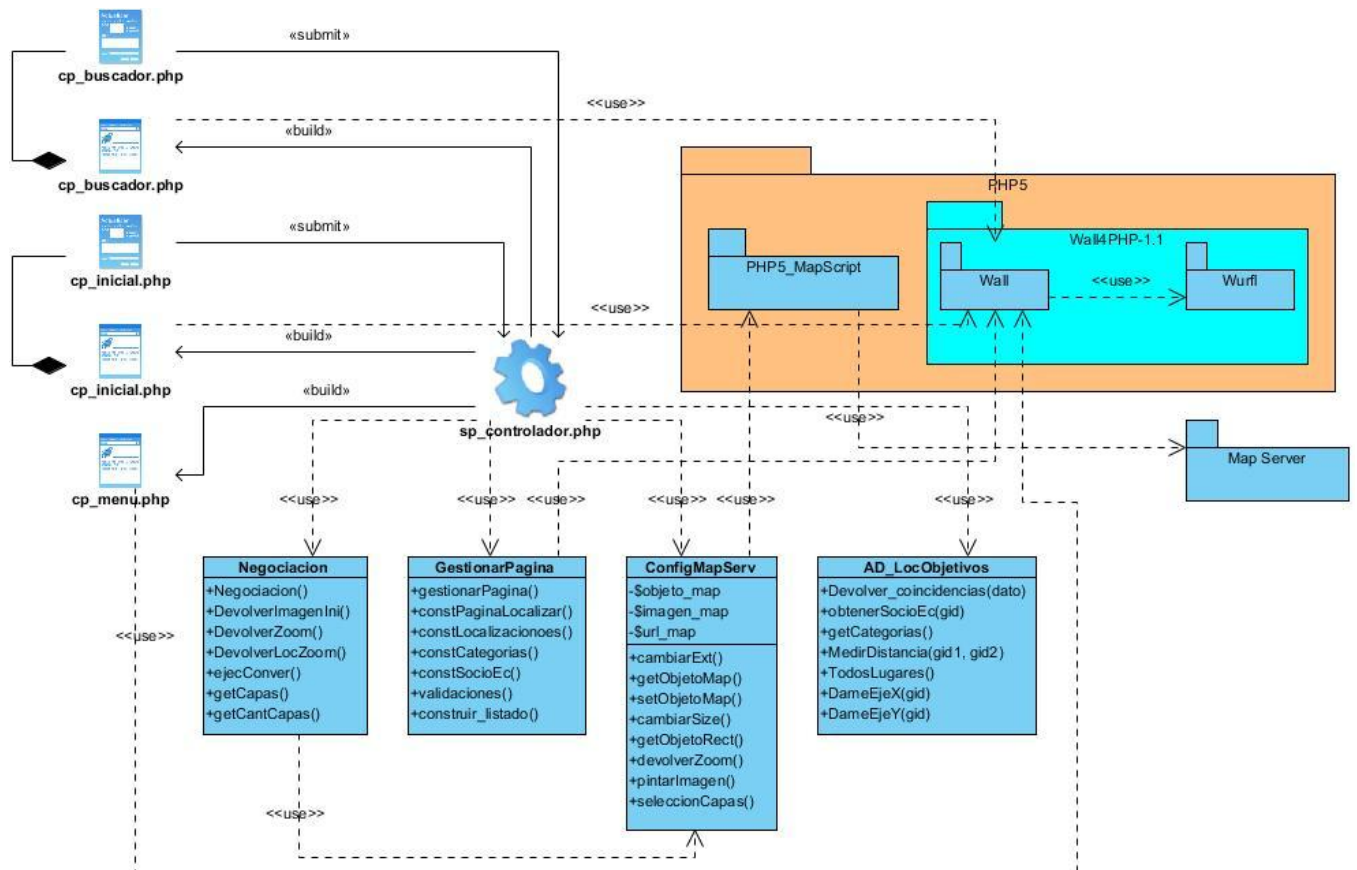


Fig. 4 Diagrama de clase del diseño del Caso de Uso Buscar lugar de interés turístico

4.4 Modelo de Datos

Un Modelo de Datos se puede definir como un conjunto de conceptos, reglas y convenciones bien definidos que permiten aplicar una serie de abstracciones a fin de describir y manipular los datos de un cierto mundo real que se desea almacenar en la base de datos. A continuación se presenta el modelo entidad-relación de la base de datos utilizada para el manejo de información socioeconómica y geográficamente referenciada, con el objetivo de alcanzar una mejor visualización y comprensión de los mismos.

Capítulo 4- Construcción de la solución propuesta

4.4.1 Modelo Entidad-Relación 1: BD SIGRutas

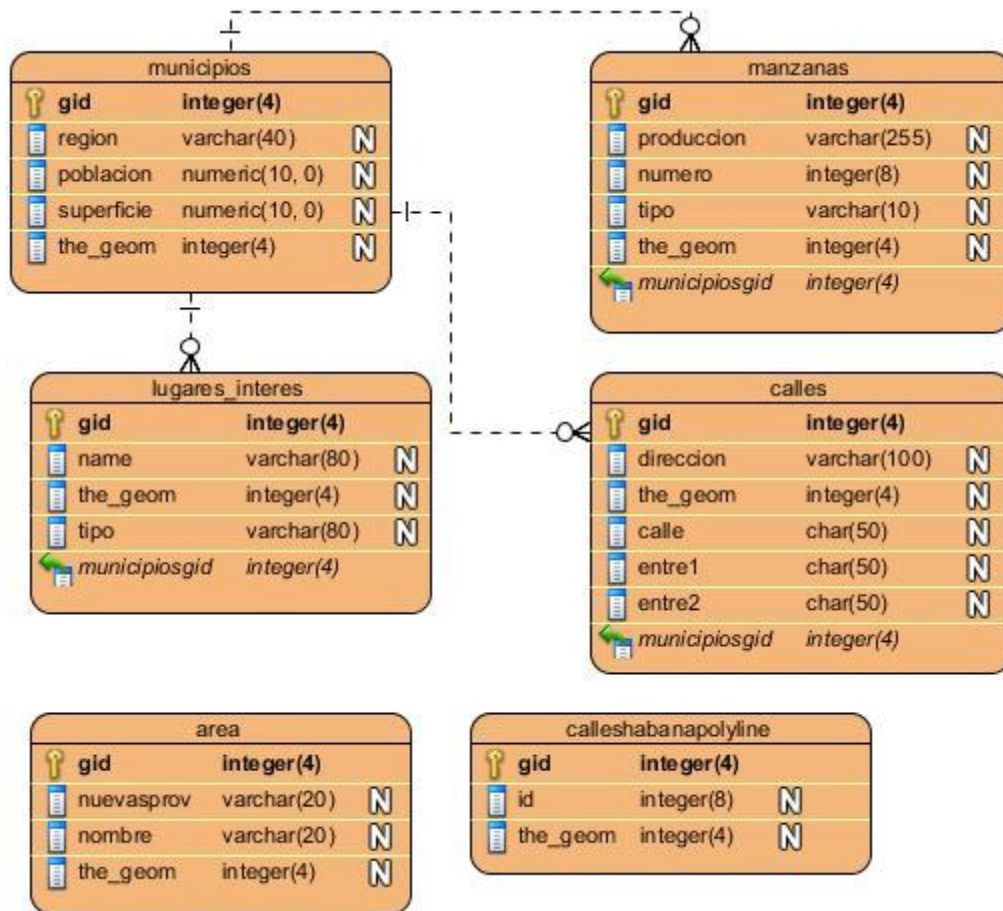


Fig. 5 Modelo Entidad-Relación BD SIGRutas

4.5 Modelo de Implementación

El modelo de implementación describe cómo los elementos del modelo de diseño se implementan en términos de componentes. Describe también cómo se organizan los componentes de acuerdo con los mecanismos de estructuración y modularización disponibles en el entorno de implementación y en el lenguaje o lenguajes de programación utilizados y cómo dependen los componentes unos de otros.

(59)

Capítulo 4- Construcción de la solución propuesta

4.5.1 Diagrama de Componentes

A continuación se muestra una vista general del modelo de componentes del SIG-Turismo para dispositivos celulares.

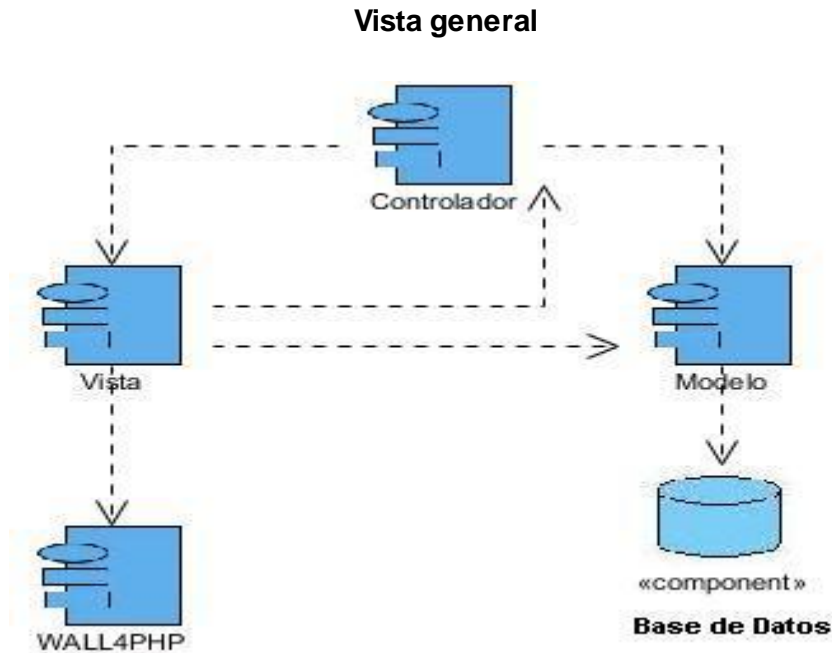


Fig. 6 Vista general del diagrama de componentes

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

Vista Detallada: Paquete Modelo

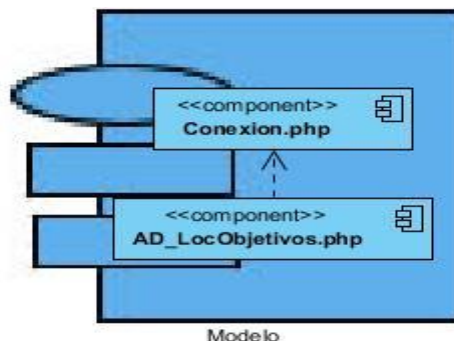


Fig. 7 Vista Detallada: Paquete Modelo

Capítulo 4- Construcción de la solución propuesta

Vista Detallada: Paquete Vista

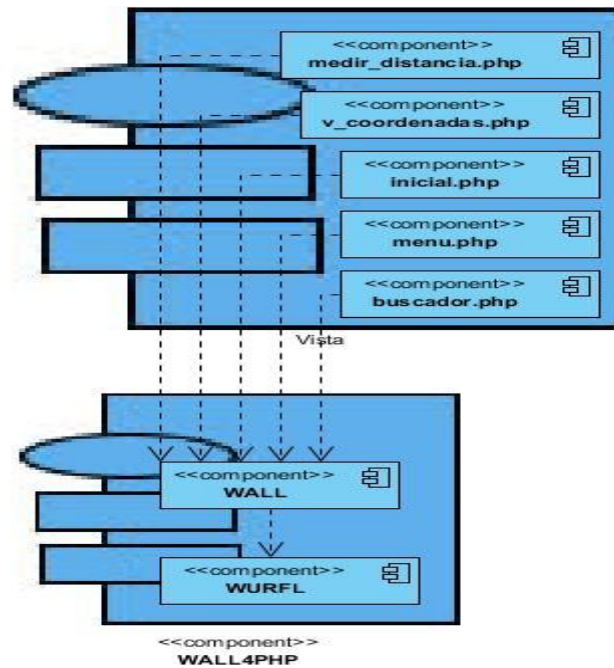


Fig. 8 Vista detallada: Paquete Vista

Vista Detallada: Paquete Controlador

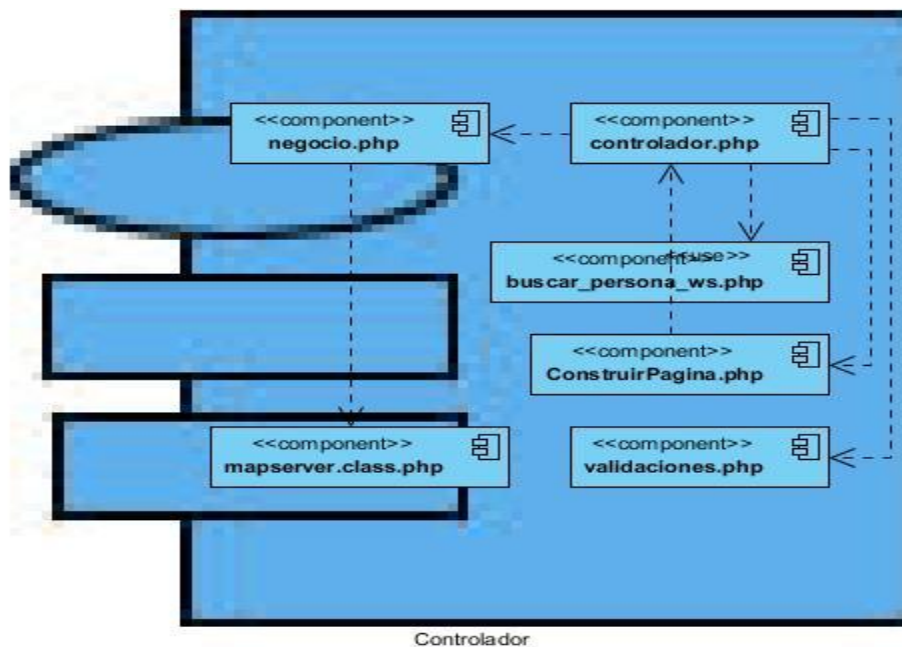


Fig. 9 Vista detallada: Paquete Controlador

Capítulo 4- Construcción de la solución propuesta

4.5.2 Modelo de Despliegue

El Modelo de Despliegue es un modelo de objetos que representa la disposición de las instancias de componentes de ejecución en instancias de nodos conectados por enlaces de comunicación. Los Diagramas de Despliegue muestran las relaciones físicas de los distintos nodos que componen un sistema y el reparto de los componentes sobre dichos nodos. El diagrama de despliegue correspondiente al SIG-Turismo para dispositivos móviles consta de un dispositivo celular, el cual le permite al usuario visualizar e interactuar con la aplicación a través del protocolo WAP, conectándose al servidor WAP donde se encuentra la aplicación. Este servidor es el encargado de responder las peticiones de los clientes con dispositivos celulares y a su vez está conectado al servidor de mapas (MapServer) por CGI al servidor de base de datos (PostgreSQL con extensión PostGIS) y por SOAP al servidor de servicios Web de la universidad para manipulación de datos referentes a personas y edificaciones.

El servidor de mapas es el encargado de administrar los mapas necesarios, para el funcionamiento correcto de la aplicación SIG-Turismo para dispositivos celulares, para esto se auxilia de una serie de consultas realizadas al servidor de base de datos. El servidor de base de datos es el encargado de manejar toda la información sobre la cartografía utilizada en la aplicación.

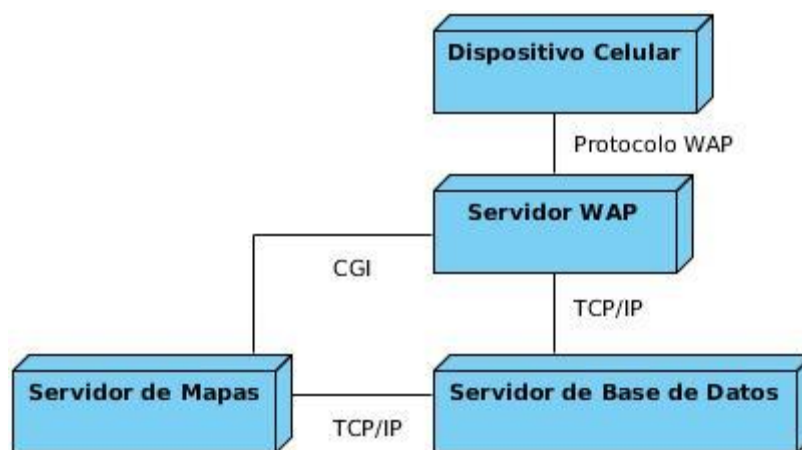


Fig. 10 Modelo de Despliegue

Capítulo 4- Construcción de la solución propuesta

4.6 Prueba del sistema propuesto

El principal objetivo que tiene la ingeniería de *software* es desarrollar un producto informático con calidad. Para dar cumplimiento a ello se le realiza al sistema un conjunto de pruebas llamadas pruebas de *software*. Estas se hacen con el objetivo de encontrar errores en el producto y de esta manera conocer si el mismo tiene calidad o no en correspondencia a los requisitos funcionales identificados. Las mismas pueden ser realizadas a lo largo del proceso de desarrollo del *software*, aunque por lo general se efectúan luego de haberse finalizada la implementación del sistema (60).

Las técnicas de prueba proporcionan distintos criterios para generar casos de prueba que provoquen fallos en los programas. Estas técnicas se agrupan en:

- ✚ **Prueba de Caja Blanca:** En la prueba de caja blanca, se analiza la estructura lógica del programa y para cada alternativa que pueda presentarse, los datos de prueba ideados conducirán a ella.
- ✚ **Prueba de Caja Negra:** En la prueba de la caja negra, los casos de prueba pretenden demostrar que las funciones del *software* son operativas, que la entrada se acepta de forma adecuada y que se produce una salida correcta.

Selección de la prueba:

Con el objetivo de garantizar la calidad del producto, demostrar que las funcionalidades del *software* son operativas, que la entrada de acepta adecuadamente y se produce una salida correcta, al sistema propuesto se le realizaron pruebas de caja negra.

4.7 Diseño de Casos de Prueba de Caja Negra.

El Método de la Caja Negra se centra en los requisitos fundamentales del *software* y permite obtener entradas que prueben todos los requisitos funcionales del programa. Con este tipo de pruebas se intenta encontrar:

- ✚ Funciones incorrectas o ausentes.
- ✚ Errores de interfaz.
- ✚ Errores en estructuras de datos o en accesos a las bases de datos externas.

Capítulo 4- Construcción de la solución propuesta

- ✚ Errores de rendimiento.
- ✚ Errores de inicialización y terminación. (61)

Estas pruebas se basan además en la especificación del programa o componente a ser probado para elaborar los casos de prueba, estos pretenden demostrar que la entrada o salida sea de forma correcta. Para confeccionarlos se llevan a cabo técnicas de pruebas las cuales facilitan que se compruebe el grado de cumplimiento de los requisitos funcionales:

- ✚ Particiones de Equivalencia.
- ✚ Análisis de Valores Límite.
- ✚ Métodos Basados en Grafos.
- ✚ Pruebas de Comparación.
- ✚ Análisis Causa-Efecto.

Métodos empleados en las pruebas de Caja Negra:

Métodos de prueba basados en grafos

- ✚ Partición Equivalente.
- ✚ Análisis de valores límite.
- ✚ Prueba de la tabla ortogonal.
- ✚ Adivinando el error.

Dentro de estos métodos se eligió el método Partición Equivalente y Análisis de valores límite.

- ✚ **Partición Equivalente:** Método de prueba de caja negra que divide el campo de entrada de un programa en clases de datos de los que se pueden derivar casos de prueba. Se dirige a la definición de casos de prueba que descubran clases de errores, reduciendo así el número total de casos de prueba que hay que desarrollar (61).
- ✚ **Análisis de valores límite:** Es una técnica de diseño de casos de prueba que completa a la partición equivalente. En lugar de seleccionar cualquier elemento de una clase de equivalencia, el AVL (árbol binario de búsqueda) lleva a la elección de casos de prueba en los extremos de la clase. En lugar de centrarse solamente en las condiciones de entrada, el AVL obtiene casos de prueba también para el campo de salida (61).

Capítulo 4- Construcción de la solución propuesta

4.8 Diseño de pruebas

Un caso de prueba se diseña según las funcionalidades descritas en los casos de usos. Este diseño se elabora previamente a realizar las pruebas exploratorias, o de interfaz como también pueden llamarse, se parte de la descripción de los casos de usos del sistema, como apoyo para las revisiones. Cada planilla de caso de prueba recoge la especificación de un caso de uso, dividido en secciones y escenarios, detallando las funcionalidades descritas en él y describiendo cada variable que recoge el caso de uso en cuestión, además quedan plasmadas las revisiones realizadas al caso de prueba; así como un registro de todo aquello que no satisface y corresponde a la calidad del *software*. (61)

Existen casos de pruebas para los diferentes métodos: Caja Negra y Caja Blanca. En el proceso de prueba en cuestión se hace uso del método Caja Negra. Para detallar el caso de uso se utiliza una tabla, donde se desglosa esta funcionalidad en secciones y a su vez estas en escenarios, para hacer más fructífera la ejecución de las pruebas. Esta tabla contiene los campos:

- ✚ **Nombre de la sección:** Se especifica el nombre de la sección [SC 1: Nombre de la sección].
- ✚ **Escenarios de la sección:** Se especifican los escenarios de cada sección [EC 1.1: Nombre del Escenario].
- ✚ **Descripción de la funcionalidad:** Se describe brevemente la funcionalidad del escenario.

Diseño de Casos de prueba del Caso de uso: Buscar lugares de interés turísticos

El siguiente es un ejemplo donde se detalla el caso de uso Buscar lugares de interés turístico del Sistema de Información Geográfica para celulares.

Nombre del CU: Buscar Objetivo.

Descripción General: El caso de uso se inicia cuando el usuario desea buscar un objetivo específico. El caso de uso termina cuando el sistema devuelve la visualización del resultado.

Condiciones de Ejecución: El sistema debe mostrar la opción de Buscar Objetivo.

Secciones a probar en el Caso de Uso:

Capítulo 4- Construcción de la solución propuesta

Nombre de la sección	Escenarios de la sección	Descripción de la funcionalidad	Flujo Central
SC 1: Buscar lugares de interés turístico.	EC 1.1 Buscar lugares de interés turístico de forma correcta.	Esta funcionalidad permite buscar un objetivo.	<ul style="list-style-type: none"> + Página Inicial. + Clic en el botón "Menú". + Clic en la opción "Buscar Objetivo". + Formulario con un campo de texto. + Llenar los campos en el formulario. + Clic en el botón "Buscar". + Formulario con todas las coincidencias encontradas.
	EC 1.2. Buscar lugares de interés turístico de forma incorrecta.	El sistema no encuentra el objetivo, debido a que hay un error en el valor insertado o se ha dejado el campo vacío.	<ul style="list-style-type: none"> + Página Inicial. + Clic en el botón "Menú". + Clic en la opción "Buscar Objetivo". + Formulario con un campo de texto. + Dejar el campo de texto vacío o entrar dato incorrecto. + Clic en el botón "Buscar". + Formulario con errores.

Tabla 5 Diseño de Caso de Prueba de Caja Negra del Caso de Uso: Buscar lugar de interés turístico

A partir de esta descripción se detallan las variables que se encuentran en toda la interfaz asociadas al caso de uso que se le estaba diseñando el caso de prueba. Esta descripción está compuesta por campos tales como:

- + **No:** Se enumera todos los campos o variable, descrito en el caso de uso.
- + **Nombre de campo:** Se especifica el nombre del campo de entrada.
- + **Clasificación:** Se especifica la clasificación según el componente de diseño utilizado [ejemplo: campo de texto, lista desplegable o Lista de selección, entre otros].
- + **Puede ser nulo:** Se especifica si el campo puede ser nulo o no, para ello solo se puso Sí o No.
- + **Descripción:** Se describen brevemente los datos que debían introducirse.

En la siguiente tabla se muestra un ejemplo de la descripción de variables del caso de uso Buscar lugares de interés turístico del Sistema de Información Geográfica para dispositivos celulares.

Capítulo 4- Construcción de la solución propuesta

Descripción de Variables:

No	Nombre de campo	Clasificación	Valor Nulo	Descripción
1	dato_campo	Campo de Texto	No	Debe introducir el valor del dato que desea buscar.

Tabla 6 Descripción de Variable del Caso de Uso Buscar lugar de interés turístico

Esta descripción posibilita que se ejecute una matriz de datos, donde se evalúa y se prueba la validez de cada uno de los datos introducidos en el sistema, específicamente en la sección que se estará probando. Utilizando un juego de datos válidos e inválidos se identificará el empleo de la técnica de partición de equivalencia y análisis de valores límites.

Esta matriz de datos contiene los siguientes aspectos:

- ✚ **Escenario:** Se especifica el nombre del escenario.
- ✚ **Variables [1, 2,..., n]:** Se especifica el nombre de la variable, o el número según la tabla de descripción de variables y en su celda correspondiente se indicó el valor del dato [V (Válido), I (Inválido), N/A (No Aplica)].
- ✚ **Respuesta del sistema:** Se escribe el resultado que se esperaba al realizar la prueba.
- ✚ **Resultado de la prueba:** Se escribe el resultado que se obtuvo al realizar la prueba. (Satisfactorio o No Satisfactorio).
- ✚ **Flujo central:** Se expone el flujo central del caso de uso al que se le estaba diseñando el caso de prueba.

A continuación, un ejemplo de la matriz de datos del caso de uso Buscar lugares de interés turístico del Sistema de Información Geográfica para dispositivos celulares.

Matriz de Datos:

SC 1 Buscar Objetivo.

Capítulo 4- Construcción de la solución propuesta

ID del escenario	Escenario	V ₁ dato_persona	Respuesta del Sistema	Resultado de la Prueba
EC 1.1	Buscar objetivo de forma correcta.	V/otel	El sistema muestra la información socioeconómica y la localización en el mapa del objetivo seleccionado.	Satisfactorio.
		V/ente		Satisfactorio.
EC 1.2	Buscar objetivo de forma incorrecta.	V/*otel	El sistema muestra un formulario con los errores encontrados.	Satisfactorio
		V/		Satisfactorio.

Tabla 7 Matriz de Datos. Buscar lugar de interés turístico

Los Diseños de Casos de Prueba de los Casos de Uso Calcular distancia lineal, Realizar navegación y Mostrar información pueden ser consultadas en el Anexo 3.

Se diseñaron 4 Casos de Prueba, que arrojaron como resultado en la primera iteración **tres** No Conformidades (NC), después de una segunda iteración **no** se obtuvieron NC. Por lo que se comprobó que el sistema cumple con los requisitos funcionales establecidos.

4.9 Relevancia del sistema desarrollado

Según los especialistas del proyecto de Control de Flotas (analistas, arquitecto y líder de proyecto) y según el autor de este trabajo, el *software* desarrollado bajo concepción de Ciencia-Tecnología-Sociedad (CTS), se considera que se evidencia a contribuir a los siguientes aportes:

Relevancia social

El sistema desarrollado permite a los usuarios con dispositivos móviles acceder y visualizar información socioeconómica de las principales instalaciones turísticas de Cuba, permitiendo contribuir a generar un clímax de satisfacción social al incidir en la disminución del tiempo de acceso vía WAP a estas instalaciones.

Capítulo 4- Construcción de la solución propuesta

Relevancia económica

El uso de licencias libres y avaladas permitió desarrollar un *software* con tecnologías libres sin necesidad de hacer gastos económicos en cuanto a la compra de licencias privativas.

Relevancia técnica

El sistema fue desarrollado haciendo uso de tecnologías libres acordes a la política de Cuba y de la UCI en cuanto al uso y desarrollado de tecnologías libres, permitiendo contribuir a la independencia tecnológica.

Se generó una detallada información técnica asociada al *software* implantado que permitirá contribuir al desarrollo de nuevas funcionalidades por el equipo de desarrollo del proyecto de Control de Flotas.

4.10 Conclusiones

En este capítulo se realizó la construcción de la solución propuesta para el SIG-Turismo en dispositivos celulares, donde se desarrollaron los principales artefactos a llevar a cabo en el proceso de diseño e implementación para la construcción del sistema. Mediante las pruebas realizadas al sistema se validó el *software*, verificando su correcto funcionamiento, comprobándose que no existían errores en las funciones operativas y se abarcó el cumplimiento de todo los requisitos que inicialmente fueron propuestos.

Conclusiones Generales

Luego de concluido todo el proceso de construcción del Sistema de Información Geográfica para el Ministerio del Turismo en dispositivos móviles, como objetivo principal de esta investigación, se arriban a las siguientes conclusiones:

- ✚ Quedaron reflejados los conceptos fundamentales para entender el funcionamiento del entorno de trabajo y el flujo de la información en el mismo.
- ✚ La selección de la metodología de desarrollo, el lenguaje de modelado y la herramienta CASE a utilizar propició la correcta representación del sistema a través de los diferentes modelos.
- ✚ Se sentaron las bases teóricas en el lenguaje del desarrollador para una clara comprensión de cómo debe implementarse el sistema.
- ✚ Se insistió en todo momento en la utilización de *software* y herramientas libres atendiendo a una sana política de independencia y libertad de acción futura previendo, una vez implementado el sistema, la incorporación paulatina de mejoras en posteriores versiones del mismo.

Recomendaciones

Desde el propio comienzo de la investigación se detectó la importancia de un Sistema de Información Geográfica para dispositivos celulares, las metas planteadas con este trabajo se han cumplido y se recomienda para próximas versiones:

- ✚ Continuar agregando nuevas funcionalidades como el reporte de direcciones.
- ✚ Hacer uso de las funciones de pg_routing para el cálculo de distancia con mayor exactitud.
- ✚ Mejorar la visualización de las imágenes.
- ✚ Agregar un Módulo de ayuda al usuario.

Bibliografía

1. **Latina, Prensa.** Prensa Latina. [En línea] 2011. http://www.prensa-latina.cu/index.php?option=com_content&task=view&id=477132&Itemid=1.
2. **PromonegocioS.net.** Definición de Información. [En línea] 12 de 10 de 2011. <http://www.promonegocios.net/mercadotecnia/definicion-informacion.html>.
3. **ACIMED.** [En línea] 2008. http://bvs.sld.cu/revistas/aci/vol8_3_00/aci05300.htm.
4. **GEOINFO.SA.** GeoInfo. [En línea] 2008. <http://www.geoinfo-int.com/htmls/sig.html>.
5. **Laboratorio Unidad Pacífico Sur, CIESAS.** Que es un sig. [En línea] [Citado el: 12 de 10 de 2011.] <http://langerubén.wordpress.com/¿que-es-un-sig/>.
6. **(RET), Revista Electrónica Territorial.** Datos espaciales. [En línea] [Citado el: 12 de 10 de 2011.] http://app.jalisco.gob.mx/enlaceit.nsf/Ed6_Posg?OpenPage.
7. **Loja., Universidad Técnica Particular de.** Universidad de Loja. [En línea] 2007. [Citado el: 13 de 10 de 2011.] <http://www.utpl.edu.ec/eva/descargas/material/98/GAMAGAA19/G171004.pdf..>
8. **FELICÍSIMO, A. M.** *Glosario de términos usados en el trabajo con SIG.* 2003.
9. **Definicion.DE.** Definición de Mapa. [En línea] [Citado el: 15 de 10 de 2011.] <http://definicion.de/mapa/>.
10. **Monsalve, Alvaro de J. Carmona y Jhon Jairo.** Geografía. [En línea] [Citado el: 18 de 10 de 2011.] <http://www.concla.net/Geografia/GIS.html>.
11. **ABC, Definición.** [En línea] [Citado el: 18 de 10 de 2011.] <http://www.definicionabc.com/ciencia/cartografia.php>.
12. **SlideShare.** Introducción a los Gis. [En línea] http://www.slideshare.net/silvicultor_07/introduccion-a-los-gis-2.
13. **Alcalá, Universidad de.** Universidad de Alcalá. [En línea] http://www.geogra.uah.es/gisweb/1modulosespanyol/IntroduccionSIG/GISModule/GIST_Raster.htm.
14. **Murcia, Universidad de.** Universidad de Murcia. [En línea] http://www.um.es/geograf/sigmur/sigpdf/temario_8.pdf.
15. **Tareas, Buenas.** Dispositivos Móviles. [En línea] <http://www.buenastareas.com/ensayos/Dispositivos-Moviles/800481.html>.
16. **Continua, Centro de Formación.** Dispositivos Inalámbricos. [En línea] <http://leo.ugr.es/J2ME/INTRO/introduccion.html>.
17. **Moderna, Informñatica.** Celular. [En línea] <http://www.informaticamoderna.com/Celular.htm#defi>.

18. **Pérez, Pedro Navarro.** Protocolo WAP. [En línea]
http://www.uv.es/montanan/redes/trabajos/WAP_Pedro.doc.
19. **McHarg, Ian.** *Design with nature*. 1960.
20. **Pérez, Luís Miguel Royo.** Arqueología. [En línea] <http://arqueologiasig.blogspot.com/>.
21. **Duffatt, Luis R. Díaz Cisneros y Rafael Candeaux.** *Revista Internacional de Ciencias de la Tierra*. 1994.
22. *Revista Internacional de Ciencias de la Tierra*. **Autores, Múltiples**. Septiembre de 2010.
23. **Córdoba, Turismo de.** Turismo de Córdoba. [En línea] <http://www.e-sig.info/cordobaturismo/>.
24. **Humberto Rivas Ortega, Gina Ghio Madrid.** *SISTEMA DE INFORMACIÓN GEOGRÁFICA PARA PLANIFICACIÓN TURÍSTICA PROYECTO SIG - SERNATUR*.
25. **Construmatica.** Funcionalidades de los SIG. [En línea] <http://www.construmatica.com>.
26. **Noval, Arturo Cortés.** Terreno. [En línea] <http://www.scribd.com/.../Georeferenciacion-con-puntos-conocidos-en-la-foto-y-terren>.
27. **MailXMail.** Telefonía móvil. [En línea] <http://www.mailxmail.com/.../movil/tecnologia-movil-primera-parte>.
28. **Venezuela, Escuela de Ingeniería Eléctrica Universidad Central de.** Aplicaciones WAP. [En línea]
<http://neutron.ing.ucv.ve/.../Aurelisse%5CWAP,%20otras%20aplicaciones.htm>.
29. **Features, WAP.** Funcionamiento WAP. [En línea] <http://www.flojos.d/Trabajos/informatica/wap.doc>.
30. **Colombia, Instituto Humboldt de.** Utilidades de un SIG en móviles. [En línea]
<http://www.humboldt.org.co/humboldt/mostrarpagina.php?codpage=70001#1>.
31. **Digital, Telefonía.** Partes de teléfono celular. [En línea] <http://www.leo.ugr.es/J2ME/INTRO/introduccion.htm>.
32. **ArcGIS.** ArcPad. [En línea] <http://www.resources.arcgis.com/es/content/arcpad/10.0/about>.
33. **Rocío Blas Morato, Manuel De la Calle Alonso, Diego Gomez-Deck.** *SIGATEX: Adaptación del SIG de la Consejería de Cultura y Turismo. Junta de Extremadura*.
34. **Universia, Biblioteca.NET.** GvSigMini. [En línea]
http://biblioteca.universia.net/html_bura/ficha/params/title/gvsig-mini-phone-cache/id/54394955.html.
35. **Miguel Montesinos Lajara, Javier Carrasco Marimón.** *gvSIG para dispositivos móviles*.
36. **Llerena, MSc. Gloria María Guerrero.** *Metodología de desarrollo de Software*. Cuba : s.n., Octubre de 2008.
37. **EcuRed.** *El Lenguaje Unificado de Modelado*. 2009.

38. **Soto., Jose Arturo Moro.** Herramientas UML. [En línea] 2010.
<http://www.jams.name/2010/04/18/herramientas-uml-cual-utilizar/>.
39. **María Isabel Marante, Patricio Letelier y Francisco Suárez.** *El lenguaje natural en la gestion de requisitos.* 2009.
40. **Company, María.** Java. [En línea] <http://www.montenegroripoll.com/TIC/presentacions/Java97>.
41. **Martínez, Rolando Steep Quezada.** Características de Java. [En línea]
http://www.slideshare.net/nano_trujillo/mdulo-01-introduccion-a-la-tecnologia-java..
42. **Lenguajes.NET.** PHP. [En línea] <http://www.peru.blogalaxia.com/post/hypertext>.
43. **Rodríguez, Miguel Arlandy.** Java Vs PHP. [En línea]
<http://www.adictosaltrabajo.com/.../tutoriales.php?...PHPVsJava..>
44. **AGAPEA.COM.** PHP. [En línea] <http://www.agapea.com/libros/Introduccion-a-PHP-5-isbn-8441518033-i.htm..>
45. **MapTools.org.** PHP MapScrip. [En línea]
<http://www.dspace.espace.edu.ec/bitstream/123456789/.../18T00358%20UDCTFIYE.pdf>.
46. **Kronos, Jesus Tramullas y.** Los sistemas de bases de datos y los SGBD. [En línea] 2000.
<http://tramullas.com/documatica/2-4.html>.
47. **Datos, Tecnología de.** Postgis. [En línea] <http://www.postgis.refrations.net/documentation/postgis-spanish.pdf>.
48. **NetBeans.** IDE. [En línea] <http://netbeans.org/features/ide/index.html..>
49. **Zarue, Augusto Morell.** Eclipse. [En línea] <http://www.blog.elartedeprogramar.d/page/3/>.
50. **Tripix.NET.** WURFL. [En línea] <http://www.tripix.net/.../wurfl-y-php-programando-web-movil/>.
51. **Scientamobile.** wal. [En línea] <http://wurfl.sourceforge.net/java/wall.php>.
52. **PHP4Mobile.** PHP4Mobile. [En línea] 27 de Febrero de 2007.
http://mobile.phpmagazine.net/2007/02/wall4php_mobile_framework.html.
53. **Sorramal, Rafael Oniel.** Servidor Web. [En línea] <http://www.misrespuestas.com/que-es-un-servidor-web.html>.
54. **BuenMaster.** Buenmaster. [En línea] <http://www.buenmaster.com/?a=536..>
55. **MSDN.** MVC. [En línea] <http://msdn.microsoft.com/es-es/library/bb972251.aspx#M19>.
56. **Pressman, R.** *Ingeniería de Software.* 2001

57. **Visconti, otros.** 2004.

58. **Iarman, Craig.** *UML y patrones.*

59. **otros, Jacobson y.** 2000.

60. **Usaola, Macario Polo.** *Mantenimiento Avanzado de Sistemas de Información.* 2002.

61. **Pressman, R.S.** *Ingiería de Software. Un enfoque práctico.*

Glosario

1. *Palmtop*: ordenador de pequeño tamaño que se puede llevar en la palma de la mano (*palm*) y que, además de otras funciones, permite la conexión con Internet.
2. *Handheld*: El término *handheld* -del idioma inglés- que significa llevar en la mano y que su nombre completo es *Handheld Computer* o *Handheld Device*, describe a un ordenador portátil para diversas aplicaciones, que puede ser llevado a cualquier parte mientras se utiliza.
3. GSM: Sistema Global para Comunicaciones Móviles.
4. GPRS: *General Packet Radio Services* (GPRS), es una tecnología de conmutación de paquetes que permite la transferencia de datos a través de redes celulares.
5. *Gateway*: Es un dispositivo, con frecuencia un ordenador, que permite interconectar redes con protocolos y arquitecturas diferentes a todos los niveles de comunicación. Su propósito es traducir la información del protocolo utilizado en una red al protocolo usado en la red de destino.
6. HTTP: Protocolo de transferencia de hipertexto usado para configuración de páginas.
7. HTTPS: Protocolo de transferencia de hipertexto segura.
8. WML: es un lenguaje cuyo origen es el XML (*Xtensible Markup Language* o Lenguaje de Marcado Extensible). Este lenguaje se utiliza para construir las páginas que aparecen en las pantallas de los teléfonos móviles y los asistentes personales digitales (PDA) dotados de tecnología WAP.
9. PDA: Es un ordenador de bolsillo originalmente diseñado como un organizador.
10. *PocketPC*: Se trata de un *hardware* de especificaciones para una computadora de mano del tamaño de equipo (asistente digital personal) que ejecuta el *Microsoft " Windows Mobile Classic "* del sistema operativo.
11. *Smartphone*: Un *Smartphone* es un teléfono móvil que ofrece la capacidad de computación más avanzada y conectividad de un teléfono característica básica contemporánea.
12. Un GIS móvil es la expansión de un sistema de información geográfica (GIS) desde la oficina al campo. Permite a los trabajadores que realizan tareas de campo capturar, almacenar, actualizar, manipular, analizar y representar información geográfica.

13. Junta de Extremadura: es el órgano colegiado que ejerce las funciones propias del Gobierno de la Comunidad Autónoma extremeña. Así mismo, de acuerdo con las directrices generales del Presidente, establece la política general, dirige la administración de la Comunidad Autónoma y ejerce la función ejecutiva y la potestad reglamentaria en el marco de la Constitución Española y el Estatuto de Autonomía de Extremadura. Su sede, según el artículo 5 del Estatuto de Autonomía, está en Mérida, capital de Extremadura.
14. GNU/GPL: es una licencia creada por la *Free Software Foundation* a mediados de los 80, y está orientada principalmente a proteger la libre distribución, modificación y uso de *software*. Su propósito es declarar que el *software* cubierto por esta licencia es *software* libre y protegerlo de intentos de apropiación que restrinjan esas libertades a los usuarios.
15. *Google Maps*: es el nombre de un servicio gratuito de *Google*. Es un servidor de aplicaciones de mapas en la Web. Ofrece imágenes de mapas desplazables, así como fotos satelitales del mundo entero e incluso la ruta entre diferentes ubicaciones o imágenes a pie de calle *Street View*. Desde el 6 de octubre del 2005, *Google Maps* es parte de *Google Local*.
16. *Scripting*: Es un lenguaje de programación que suele interpretarse en lugar de compilar.
17. CGI: Interfaz Común de Pasarela, está compuesta por un protocolo de comunicación que fija una interfaz que permite el intercambio de información entre el servidor web y los programas que ya existían en el sistema.
18. SOAP: Es un protocolo estándar que define cómo dos objetos en diferentes procesos pueden comunicarse por medio de intercambio de datos XML.