

CONTENIDO

INTRODUCCIÓN.....	1
1. DESCRIPCIÓN DEL ÁREA PROBLEMÁTICA.....	2
2. OBJETIVOS	4
2.1. OBJETIVO GENERAL.....	4
2.2. OBJETIVOS ESPECÍFICOS.....	4
3. JUSTIFICACIÓN	5
4. MARCO TEORICO.....	7
4.1. SISTEMA DE INFORMACIÓN GEOGRÁFICA – SIG -	7
4.2. METODOLOGÍA OMT (TÉCNICA DE MODELADO DE OBJETOS):.....	8
4.3. NOTACIÓN UML.	10
4.4. PUBLICACIÓN POR MEDIO DE UN BROWSER:	12
5. METODOLOGÍA.....	13
5.1. FASE 1: DIAGNÓSTICO.	13
5.2. FASE 2: ENTRENAMIENTO EN EL USO DE HERRAMIENTAS.....	13
5.3. FASE 3: ANÁLISIS Y DISEÑO.	14
5.4. FASE 4: DESARROLLO.....	15
5.5. FASE 5: IMPLEMENTACIÓN.	15
5.6 FASE 6: INFORME FINAL.....	15
5.7. TÉCNICAS DE INVESTIGACIÓN.....	15
5.8. DESARROLLO DE LA METODOLOGÍA	16
6. RESULTADOS	18
7. CONCLUSIONES.....	24
8. RECOMENDACIONES	26
BIBLIOGRAFÍA	28
ANEXOS	31

LISTA DE FIGURAS

Figura 1. Formulario Usuarios	18
Figura 2. Control del sistema	19
Figura 3. Procesos.	19
Figura 4. Plataforma geográfica	21
Figura 5. Reporte Procesos activos	22

LISTA DE ANEXOS

Anexo A. Análisis del sistema	¡Error! Marcador no definido.
Anexo B. Diseño del sistema	¡Error! Marcador no definido.
Anexo C. Informe limitantes técnicas	¡Error! Marcador no definido.
Anexo D. Manual de instalación.....	¡Error! Marcador no definido.
Anexo E. Manual de usuario	¡Error! Marcador no definido.

INTRODUCCIÓN

Como afirman Alvarado, Gaitán y Vasco¹, dentro del marco de la investigación Empírico-Analítica, que se fundamenta en la generación de sistemas explicativos o teorías científicas, se toma como base el análisis de una realidad-problema y se describe su interaccionar. Tomando lo anterior como apoyo se realizó este “*Sistema de información geográfica para la gestión del riesgo que facilite la gestión, supervisión y control de los diferentes procesos relacionados con las laderas dentro del perímetro urbano de la ciudad de Manizales*”, como instrumento técnico, básico y necesario para que la Personería Municipal de la ciudad de Manizales pueda utilizarlo y además como aporte a las instituciones y organizaciones que requieran esta información sistematizada, tendiente a que a través de la gestión cotidiana la Personería tome decisiones, mediando su gestión gubernamental mas adecuada, pertinente y científica.

Con fundamento en lo anterior se ha elaborado el presente informe final para optar al título de profesionales en Ingeniería de Sistemas y Telecomunicaciones, en aspectos tales como: *Descripción del Problema*, capítulo en el cual se hace referencia a la situación encontrada al interior de la Personería; *Objetivos generales y específicos*, que determinan el cumplimiento de las expectativas generadas en primera instancia por el proyecto, los cuales también sirvieron para determinar el grado de validez de la aplicación generada; *Justificación*, en donde se podrá encontrar una descripción detallada del por qué y de la necesidad de la realización de la implementación del SIG en la Personería Municipal; *Marco teórico*, donde se ahonda en el tema y se especifica la necesidad existente y la solución mas apropiada a implementar; *Metodología*, en la cual se elabora una descripción detallada de los procedimientos o fases necesarios para el correcto desarrollo de las etapas del proyecto; *Resultados*, que detallan específicamente los resultados obtenidos, las soluciones que se brindaron a la Personería Municipal y las expectativas generadas y cumplidas; *Conclusiones*, donde se puede observar el cumplimiento de las hipótesis y objetivos planteados inicialmente para este proyecto, así como el porcentaje de cumplimiento de expectativas generadas; *Recomendaciones*, donde se puede tener una apreciación de carácter especial sobre especificaciones o módulos que se puedan agregar en un futuro de acuerdo al crecimiento de la institución, y que a su vez permitan redimensionar el sistema generado, así como énfasis en consideraciones técnicas especiales que puedan optimizar el funcionamiento de la aplicación, tales como requerimientos del sistema y compatibilidad de software; y finalmente, *Bibliografía*, parte en la cual se podrá encontrar referencia directa de diferentes fuentes de información que sirvieron de apoyo para el desarrollo de este proyecto.

¹ALVARADO, GAITAN Y VASCO, Programa de Maestría en Educación y Desarrollo Humano, Módulo 1, p54.

1. DESCRIPCIÓN DEL ÁREA PROBLEMÁTICA

Manizales se caracteriza por ser una de las ciudades colombianas de la región andina con mayor complejidad topográfica; presenta alto índice de precipitaciones sobre terrenos de poca compactación y de poca cobertura, que generan procesos erosivos severos que afectando gran cantidad de población con diferente estratificación social. Esto es debido a que cada año aumenta el crecimiento de vivienda en terrenos no aptos para la construcción, o que estos mismos terrenos no presentan los estudios suficientes que sustenten la estabilidad de sus construcciones; por esto, en épocas invernales fuertes, las zonas vulnerables presentan una serie de eventos que afectan a una población objeto y en la mayoría de los casos no se cuenta con un seguimiento adecuado a las instituciones que en primera instancia son responsables de la seguridad de esos terrenos.

Debido a lo anterior, la Personería Municipal de Manizales² tiene la obligación de ejercer seguimiento y control a las instituciones pertinentes (CORPOCALDAS, OMPAD, Obras Públicas), sobre su intervención y respuesta a las diferentes dinámicas que generan los fenómenos naturales, tanto en laderas dentro del perímetro urbano de la ciudad de Manizales como en el resto de la geografía municipal, que afecten directamente la población.

Las laderas perimetrales por las condiciones de vulnerabilidad³ antes mencionadas, son tema de suma importancia, dado que en ellas se realizan permanentemente obras de estabilidad, en terrenos precisamente inestables. Es de resaltar que a medida que crece la urbanización crecen en forma proporcional los múltiples inconvenientes de regulación mencionada y por ende el número de habitantes expuestos.

Determinar las dimensiones de lo que puede llegar a afectar un deslizamiento, o en su defecto lo que ocasionaría para determinadas entidades el no ejercer medidas correctivas apropiadas e inmediatas en zonas de riesgo, es una necesidad inminente de la Personería para lograr una efectiva intervención de procesos. La personería tiene la necesidad de conocer la posición geográfica de las laderas de la ciudad, además de conocer las diferentes entidades que tienen la responsabilidad de ejercer algún tipo de trabajo de estabilización en ellas. Al interior de la entidad es necesario tener una herramienta que permite el ágil seguimiento de la gestión y control de las actividades pertinentes a las laderas.

Fundamentados en lo anterior, la Personería Municipal, cuyo fin es vigilar las actuaciones administrativas que emanen del Municipio de Manizales, sus entidades descentralizadas, sus empresas prestadoras de servicios públicos domiciliarios y sociales del Estado,

2 Misión: La Personería Municipal de Manizales como Agencia del Ministerio Público y Órgano de Control Administrativo Disciplinario, promueve y defiende los Derechos Humanos, propende por la protección del interés público, vigila y controla la conducta oficial de los servidores públicos Municipales. PERSONERIA MUNICIPAL DE MANIZALES. Manual de Funciones de la Personería Municipal de Manizales. Año 1998. Pág. 4.

³ La vulnerabilidad es el factor de riesgo interno de un sistema expuesto a una amenaza, correspondiente a su predisposición intrínseca a ser afectado o de ser susceptible a sufrir un daño. Disponible en línea <http://www.ineter.gob.ni/geofisica/proyectos/georiesgos/terminos.html>

Sector Salud, órganos y demás entidades públicas del orden local, carece de los insumos y personal técnicos debidamente preparados para el ejercicio de seguimiento, gestión y control en fenómenos geoambientales naturales. Este hecho se agudiza más si se observa que el manejo de datos e información atinente, se viene realizando de forma manual, distante de los avances tecnológicos, en que la sistematización de datos e información tiene hoy en día vigencia en la medida que se difunda en un browser⁴, y utilizando software libre en las diferentes aplicaciones⁵, transmisión de datos por redes físicas, transmisiones de datos de información por vía satelital⁶, uso de posicionamiento global por satélite para determinar la ubicación exacta y en tiempo real de objetos, sitios y personas (GPS)⁷. Concordante con lo anterior, se considera importante el uso del presente Sistema de Información Geográfica orientado a la Web, el cual se constituye para la Personería Municipal, en herramienta imprescindible para el adecuado manejo de la información geográfica de zonas ya definidas, en que el modelo de base de datos georrelacional, pueda ser asociado al conjunto de información gráfica en forma cartográfica basándose en datos digitales, permitiendo así relacionar los datos alfanuméricos⁸ con los gráficos, siendo esto uno de los principales desafíos técnicos.

⁴ Se conoce como publicación por browser, la utilización de un navegador para publicar aplicaciones, formularios, gráficos y demás archivos que se quieran acceder por medio de una interfaz web.

⁵ Software Libre se refiere a la libertad de los usuarios para ejecutar, copiar, distribuir, estudiar, cambiar y mejorar el software. Disponible en línea <http://www.gnu.org/philosophy/free-sw.es.html>

⁶ La transmisión satelital es conocida como una onda eléctrica la cual puede representar información o voz, estas a su vez conforman una señal que viaja por un medio, desde el transmisor hasta el receptor. Conformando un enlace o link con un satélite específico. TORRES. Nieto Álvaro (1999). Telecomunicaciones y Telemática de las señales de humo a Internet. Editorial Escuela Colombiana de Ingeniería. Santa fe de Bogota 1999 pag. 47.

⁷ GPS: Sistema de Posicionamiento Global, brinda una ubicación geográfica vía satélite capaz de dar la localización de una persona u objeto dotado de un transmisor-receptor GPS con una precisión mínima de 10 metros. Disponible en línea <http://www.definicion.org/gps>.

⁸ Los datos alfanuméricos corresponde a todos aquellos datos que poseen algún tipo de referencia espacial o un identificador que les permite vincularse a conjuntos de datos geográficos. Disponible en línea www.elagrimensor.com.ar/publicarmetadatos.asp.

2. OBJETIVOS

2.1. OBJETIVO GENERAL

Analizar, diseñar e implementar un Sistema de Información Geográfica orientado a la Web bajo software no propietario tendiente a lograr agilidad en la gestión, supervisión y control de los diferentes procesos relacionados con las laderas de la zona urbana del municipio de Manizales por parte de la Personería Municipal.

2.2. OBJETIVOS ESPECÍFICOS

- Recopilar y georreferenciar la información temática existente de zonas de tratamiento y obras de estabilidad de taludes, correspondientes a las laderas de la zona urbana del municipio de Manizales.
- Realizar un análisis de procedimientos correspondientes a la dependencia de medio ambiente, haciendo énfasis a los relacionados con las laderas.
- Realizar el análisis y diseño de una herramienta mediante el uso de la metodología OMT con notación UML.
- Implementar una base de datos que permita la integración de los diferentes datos geográficos y que a partir de las relaciones adecuadas facilite el despliegue de la información necesaria para el seguimiento, gestión y control de los procesos de zonas de ladera.
- Generar una aplicación, basada en las diferentes herramientas de desarrollo del software no propietario, que permita relacionar los datos alfanuméricos con los gráficos, haciendo énfasis en la resolución de problemas espaciales o temporales.
- Desarrollar un módulo de entrada de información que permita la lectura de los principales formatos existentes, tales como CAD, shp, entre otros, así como los provenientes de levantamiento GPS, para ser integrados en la base de datos.
- Desarrollar un módulo que permita el control y seguimiento de procesos, generando diferentes tipos de reportes así como notificación de inconsistencias.
- Desarrollar un módulo que permita la incorporación de normas de planeación como instrumento legal, algunas de ellas como zonificación sísmica, POT, información predial, etc. existentes y disponibles.
- Desarrollo del módulo de salida y despliegue de información gráfica y alfanumérica.

3. JUSTIFICACIÓN

“... frente a la poca disponibilidad de terrenos aptos para la construcción, las Necesidades de urbanización obligaron a ir mas allá de los límites naturales de constructibilidad y barrios destinados entre otras a las clases medias fueron levantados en sectores inestables sobre rellenos. Por tanto, desde hace unos años, los desastres se extienden en el espacio y afectan paulatinamente a clases sociales que hasta ahora no habían sido víctimas de estos eventos; las necesidades en vivienda no dejan de aumentar y así, la expansión de Manizales corre el riesgo de seguir”⁹.

La Personería, como ente regulador de procesos de carácter administrativo y de control, contempla dentro de la misión estipulada para la entidad, poseer una autonomía administrativa y presupuestal, adicionalmente propende por la guarda y promoción de los derechos humanos, la protección del interés público y vigilar la conducta de los servidores públicos y particulares que ejerzan funciones públicas en el orden local. Deja entrever la necesidad de definir normas, políticas, estrategias, etc., atinentes a los riesgos ambientales en las diferentes obras biomecánicas realizadas en las laderas del perímetro urbano de la ciudad, tema de suma importancia dadas las complicaciones presentadas a causa de los desastres naturales. Ejemplo de ello lo ocurrido en el mes de marzo del año 2003, que luego de seis horas seguidas de lluvia se presentaron 90 deslizamientos en las laderas perimetrales del casco urbano de la ciudad y cuyas implicaciones para la población fueron de gran magnitud, causando pérdida de vidas humanas, innumerables heridos y por supuesto, grandes daños en la infraestructura de sistemas de acueducto, alcantarillado y vías.

Por tanto, se genera la necesidad de crear sistemas de apoyo y acompañamiento a la labor ejecutada por los funcionarios en el debido seguimiento de las obras y sus procesos relacionados, para lograr la efectiva ejecución de trabajos, que conlleva a la prevención de desastres y protección de la población vulnerable.

Consecuentemente, un sistema de información geográfica (SIG) es la herramienta esencial que facilita el control, seguimiento y gestión orientados a la búsqueda de soluciones en que se vean involucrados diversos tipos de actores¹⁰, tanto de intereses generales como particulares, de las diferentes controversias para el oportuno cumplimiento de las entidades con los requisitos de calidad y control brindados por la Personería.

Un SIG proporcionará mejor difusión de la información que se pretende presentar a las entidades pertinentes, por medio de la publicación a través de browser. Aprovechando la red de datos se redimensiona el uso del Sistema de Información Geográfica, ya que permitirá a diferentes usuarios consultar la aplicación con tiempos de respuesta oportunos

⁹ CHARDON. Anne-Catherine. Un enfoque geográfico de la vulnerabilidad en zonas urbanas expuestas a amenazas naturales. Universidad Nacional de Colombia, p 13.

¹⁰ARONOFF. Stan. Geographic Information Systems A Management Perspective. Ottawa, Canada. p 31.

y desde estaciones de trabajo propias, llevando a optimizar los resultados del tratamiento de la información y permitiendo tomar decisiones más acertadas y en tiempos mínimos. Tomando las ventajas mencionadas anteriormente, se establece entonces un punto de partida para la construcción del Sistema de Información Geográfica planteado con herramientas de software libre, las cuales brindan notables ventajas al interior de la institución porque poseen licenciamiento GNU¹¹ de libre uso y libre distribución, que reducen directamente los costos del software institucional y a su vez lo posicionan en la nueva ola tecnológica de incursión en un mercado; adicional a lo anterior las características de rendimiento de este software son igualmente eficientes que las de un software comercial.

¹¹ El licenciamiento GNU o licencia GPL se aplica al software de la FSF (Free Software Foundation) y el proyecto GNU y otorga al usuario la libertad de compartir el software y realizar cambios en él. El usuario tiene derecho a usar el programa, modificarlo y distribuir las versiones modificadas pero no tiene permiso de realizar restricciones propias con respecto a la utilización de ese programa modificado. Disponible en línea <http://www.wilkinsonpc.com.co/free/articulos/softwarelibre.html>

4. MARCO TEORICO

4.1. SISTEMA DE INFORMACIÓN GEOGRÁFICA – SIG -

El avance tecnológico permite vislumbrar el auge que han tenido los Sistemas de Información Geográfica en el tiempo hasta la actualidad, debido a que ayudan visualización gráfica y alfanumérica ágil en el procesamiento de la información, y además sirven de apoyo en la toma de decisiones.

Los Sistemas de Información Geográfica -SIG - facilitan el análisis de la información que se posee con el propósito de optimizar la oportuna toma de decisiones en las áreas pertinentes, pero haciendo énfasis en lo ambiental que es de suma importancia en este proyecto; visualizando de manera gráfica el estado actual de los procesos, dándole consideración a consultas que se adapten a la necesidad de la institución, en este caso, a las necesidades de la Personería Municipal de Manizales.

Debido a que este proyecto hace referencia directa al tema de los Sistemas de Información Geográfica que permitan realizar un control de procesos en las laderas, se hace mención a los siguientes antecedentes:

- GISSIZ: Geographic Information Systems Slope Instability Zonation, desarrollado por el ITC (International Institute for Aerospace Survey and Earth Sciences), Part 1. Este sistema Informático permite tener en cuenta variables como la lluvia, sismos, tipos de suelos, etc., factores que afectan en un deslizamiento y permite establecer mapas de ayuda para la supervisión de los terrenos en riesgo.
- Investigación sobre estudios geoambientales sobre el deslizamiento de “La Carolita”, en la parte nororiental de la ciudad de Manizales, mediante un Sistema de Información Geográfica ILWIS, desarrollado por Juan Carlos Gutiérrez, coordinador del SIG OMPAD. Este estudio, documento público de la oficina de OMPAD de la Alcaldía Municipal de Manizales, es una técnica de planeación ambiental que ayuda a determinar los mecanismos de estabilidad de laderas en zonas montañosas.
- “Debe tenerse siempre presente que los SIG son meramente una herramienta de apoyo para la planificación ambiental. En ningún momento podrán determinar por si solas las causas de inestabilidad de una ladera a no ser de que esta técnica sea combinada con información Geológica, Geomorfológica, Hidrogeológica, Estructural y Geotécnica de la zona de estudio”.¹²
- Modeling Spatial and Temporal Variations in Rainfall Triggered Land Sliders, desarrollado por M.T.J. TERLIEN. Sistema que determina la relación entre fechas de las lluvias y las fechas de ocurrencia de deslizamientos. Concluye la relación de lluvias acumuladas durante 25 días y las ocurrencias de los deslizamientos.
- Integrated Land Water Information System ILWIS. Maneja los temas relacionados con

¹² GUTIERREZ, Juan Carlos. Comunicación personal

las amenazas naturales y sus implicaciones. Desarrollado por International Institute for Geo-Information Science and Earth Observation, de Holanda.

- Cartografía del riesgo de los deslizamientos en la zona central del principado de Asturias¹³. Trabajo desarrollado dada la multitud de riesgos geológicos existentes en España: sísmicos, volcánicos, erosión, avenidas e inundaciones, movimientos del terreno, etc., los movimientos del terreno son los más extendidos e importantes después de las inundaciones y los asociados a los procesos erosivos. Dicho proyecto se apoya en el SIG para determinar la probabilidad con la que se pueda producir un deslizamiento y cuales podrían ser las zonas mas afectadas. Aclarando que en este estudio no se determinan los daños ocasionados.

El “*Sistema de Información Geográfica para la gestión del riesgo que facilite la gestión, supervisión y control de los diferentes procesos relacionados con las laderas dentro del perímetro urbano de la ciudad de Manizales*”, permitirá a los funcionarios de la Personería Municipal de Manizales, visualizar de manera efectiva, oportuna y veraz la información geoespacial de barrios, comunas y de las laderas que los afectan, permitiendo una ubicación exacta de las zonas y control adecuado de los procesos que allí se ejecuten,

Este sistema de información geográfica por la naturaleza de los temas que abarca, los cuales se mencionaron anteriormente, propone una funcionalidad específica para la Personería Municipal, en particular en la Subdirección de Medio Ambiente y Contratación, la cual es poder contar, con una herramienta en formato digital, que facilite el control y seguimiento de los procesos que en primera instancia se generan por inquietudes de los ciudadanos, permitiendo así poder dar tiempos de respuesta más oportunos y hacer un seguimiento óptimo a las entidades involucradas en los procesos pertinentes.

4.2. METODOLOGÍA OMT (TÉCNICA DE MODELADO DE OBJETOS):

OMT es una de las metodologías de análisis y diseño orientadas a objetos más madura y eficiente que existe en la actualidad. Su gran virtud es su carácter de abierta (no propietaria), que le permite ser de dominio público y, en consecuencia, sobrevivir con enorme vitalidad. Esto facilita su evolución para acoplarse a todas las necesidades actuales y futuras de la ingeniería de software.

Teniendo en cuenta lo anterior y tomando como referencia las ventajas mencionadas del software bajo licenciamiento GNU, se adiciona el poder contar con una metodología de análisis y diseño orientada a objetos conocida como OMT (Object Modeling Technique), la cual según RUMBAUGH, BLAHA, PREMERLANI, EDDÍ and LORENSEN (1991)¹⁴, hacen especificación en la definición de la metodología OMT como “... *Técnica de Modelado de Objetos*, que se extiende desde el análisis hasta la implementación pasando por el diseño. En primer lugar, se construye un modelo de análisis para abstraer los aspectos

¹³ Disponible en http://www.mappinginteractivo.com/plantilla-ante.asp?id_articulo=43#0

¹⁴ RUMBAUGH, BLAHA, PREMERLANI, EDDÍ, LORENSEN. James, Michael, William, Frederick, William. Modelado y Diseño Orientado a Objetos Metodología OMT. Prentice Hall. New York 1991. p19

esenciales del dominio de la aplicación sin tener en cuenta la implementación eventual...”
Esto permite describir de manera muy clara el funcionamiento y objetivo de los procesos de la entidad.

La metodología OMT se conoce como orientada a objetos, dado que hace una abstracción del mundo real identificando y organizando una colección de objetos discretos que contienen tanto estructura de datos como también un comportamiento, y los cuales poseen características propias como son:

- Identidad: Los datos que se identifican como entidades discretas y distinguibles se denominan ahora objetos.
- Clasificación: Los objetos con la misma estructura de datos (atributos) y comportamiento (operaciones) se agrupan para formar una misma clase.
- Polimorfismo: Significa que una misma operación puede comportarse de modos distintos en distintas clases; Una operación es una acción o transformación que se aplica a un objeto.
- Herencia: Comparte atributos y operaciones entre clases tomando como base una relación jerárquica.

Dentro de la metodología OMT, un aspecto de vital importancia es el ciclo de vida que se encuentra constituido por:

- Análisis: describe el problema y plantea un modelo de la situación del mundo real para mostrar sus propiedades importantes. Un analista debe trabajar con los usuarios finales, los cuales comprenden la situación actual y proporcionan información veraz para evitar presentar soluciones incompletas. Los modelos generados en la fase del análisis son una abstracción resumida y precisa de lo que debe hacer el sistema deseado y no de la forma en que se hará.
- Diseño del sistema: Los diseñadores de sistemas toman decisiones acerca de la arquitectura a utilizar. Durante el diseño, el sistema a desarrollar se organiza en subsistemas basados tanto en la estructura del análisis como en la arquitectura planteada.
- Implementación del sistema: permite ver el resultado del diseño, planificar la integración del sistema con sus componentes hardware y software, implementar las diferentes clases y subsistemas encontrados durante la fase de diseño.

Esta metodología se extiende desde el análisis hasta la implementación. En primer lugar, se construye un modelo de análisis para abstraer los aspectos esenciales del dominio de la aplicación sin tener en cuenta la implementación eventual. Los objetos de la aplicación constituyen el marco de trabajo del modelo de diseño, pero se implementan en términos de objetos del dominio de los recursos tecnológicos. Por último, el modelo de diseño se implementa en algún lenguaje de programación, base de datos o hardware.

De acuerdo a la metodología OMT, se deben emplear tres clases de modelos para describir el sistema, los cuales son:

El Modelo de Objetos: Describe los objetos del sistema y sus relaciones.

El Modelo Dinámico: Describe las interacciones existentes entre objetos del sistema.

El Modelo Funcional: Describe las transformaciones de datos del sistema.

Una metodología de desarrollo de software Orientada a Objetos consta de los siguientes elementos:

- Conceptos y diagramas (Modelo).
- Etapas y definición de entrega en cada una de ellas.
- Actividades y recomendaciones.

Las etapas que considera la metodología y que fueron desarrolladas, son:

1. Análisis de requerimientos: En esta etapa se buscaron las necesidades del usuario y la forma como se va a presentar la solución. De acuerdo a esto se realizaron las siguientes actividades: Identificación de los casos de uso del sistema, generación de los diagramas de casos de usos, identificación de las clases (atributos, operaciones, relaciones y cardinalidad), validación de los modelos (clases, atributos, operaciones y creación del diagrama de secuencia o de colaboración).
2. Diseño del sistema: En esta etapa se definió una subdivisión del sistema en aplicaciones menores y se definió la forma de comunicación con sistemas externos con los cuales se debe interactuar. Las actividades realizadas fueron: Identificación de la arquitectura del sistema, definición de los componentes del sistema y refinación de los casos de uso aplicados al software.
3. Diseño detallado: En esta etapa se adecuó el análisis a las características específicas de ambiente de implementación. Las actividades realizadas fueron: adicionar los detalles de implementación del modelo general; completar los detalles de la clase (diagrama de clases); subdividir el sistema en paquetes (diagrama de paquetes); desarrollar el modelo de interfaz; conocer el ambiente de base, se enlazaron las clases de interfaz con el modelo general y se creó el diagrama de interacción.
4. Implementación y pruebas: En esta etapa se realizó la integración del sistema, la implementación de los componentes (paquetes físicos de los elementos de un modelo), como ficheros de código fuente ejecutables.

4.3. NOTACIÓN UML.

UML es conocido como un lenguaje de modelado que se usa para especificar, visualizar, construir y documentar los elementos que forman un sistema de software orientado a objetos. Es utilizado para entender, diseñar, configurar, mantener y controlar la información sobre los sistemas a construir; de igual forma, permite capturar la información sobre la estructura estática y el comportamiento dinámico de un sistema y ofrece una

abstracción del sistema y sus componentes.

El lenguaje UML ha sido concebido por los autores de las tres metodologías más usadas para la orientación a objetos: GRADY BOOCH, IVAR JACOBSON Y JIM RUMBAUGH, dejando entrever que UML no es un lenguaje de programación, sino que es un lenguaje de propósito general para el modelado orientado a objetos.

Según sus autores, el lenguaje UML esta constituido por:

- Diagrama de casos de uso: Los casos de uso permiten obtener información acerca de la manera como un sistema o negocio trabaja, o cómo se desea que trabaje; se describe bajo la forma de acciones y reacciones, el comportamiento de un sistema desde el punto de vista del usuario.
- Diagrama de clases: Se presentan los elementos más estables del sistema, los cuales son los dispositivos de control de datos e información, correspondientes a las clases del sistema, con sus relaciones estructurales y de herencia. El modelo de casos de uso aporta información para establecer las clases, objetos, atributos y operaciones.
- Diagrama de estado: Es usado para describir el comportamiento de las instancias y elementos de un modelo. Específicamente describen las posibles secuencias de estados y acciones a través de las cuales las instancias pueden proceder durante su ciclo de vida, como resultado de eventos discretos, tales como señales externas y mensajes.
- Diagrama de actividades: Se puede especificar, el comportamiento de los objetos de una clase, la lógica de una operación (método), y parte o toda la descripción de un caso de uso complejo.
- Diagrama de secuencia: Presenta una interacción, la cual es un conjunto de mensajes entre un conjunto de instancias interactuando, las cuales son un grupo de estímulos entre instancias con el efecto de determinar el funcionamiento deseado de un proceso o un resultado.
- Diagrama de colaboración: Modela la interacción entre los objetos de un Caso de Uso, las cuales están conectados por enlaces en los cuales se representan los mensajes enviados, acompañados de una flecha que indica su dirección; el diagrama ofrece una mejor visión del escenario cuando el analista está intentando comprender la participación de un objeto en el sistema.
- Diagrama de paquetes: Ofrece un mecanismo general para la organización de los modelos / subsistemas, agrupando elementos de modelado; esta agrupación se realiza por operaciones comunes o por divisiones propuestas en la organización.
- Diagrama de componentes: Muestra las relaciones entre los diferentes componentes de software, incluyendo las clasificaciones que se puedan realizar, las cuales son de diferentes tipos. Entre ellas se encuentra: archivos de código fuente, archivos binarios, archivos ejecutables, scripts, entre otros.

- Diagrama de despliegue: Modela la distribución en tiempo de ejecución de los elementos de procesamiento y componentes de software, junto a los procesos y objetos asociados. Muestra las relaciones físicas entre los componentes software y hardware asociados en el desempeño del sistema.

4.4. PUBLICACIÓN POR MEDIO DE UN BROWSER:

Una fortaleza de esta aplicación es poder utilizar la tecnología Web para realizar la visualización de la información, lo cual permite que un mayor número de usuarios puedan acceder al sistema y conocer de las bondades de los SIG, permitiendo con ello, difundir las ventajas que estos presentan. El acceso masivo de usuarios a la aplicación no solo hace referencia a aquellos que cuenten con medios de acceso de red externa, sino también para usuarios que pertenezcan a la red interna de la institución.

Es de resaltar que esta publicación de información aunque se realice por tecnología Web, cuenta con altos niveles de seguridad, que permiten filtrar el ingreso de los usuarios restringiéndolos de acuerdo a los permisos con que cuentan de acuerdo al perfil que posean para interactuar con la aplicación.

Estas ventajas de la aplicación anteriormente descritas se pueden realizar a muy bajo costo, gracias a la licencia GNU; esto no significa que su rendimiento sea de bajo perfil comparándolos con las aplicaciones comerciales, sino que presentan mayor funcionalidad y operabilidad con un potencial muy elevado y adaptable a las necesidades específicas del proyecto.

5. METODOLOGÍA

El presente desarrollo se hizo tomando como fundamento la hipótesis: *“La Personería Municipal de Manizales carece de los insumos y personal técnico debidamente preparados para el ejercicio de seguimiento, gestión y control de fenómenos geoambientales de la naturaleza ya definidos”*, en el marco de la investigación Empírico-Analítica, con instrumentos de investigación que permitieron arrojar los siguientes resultados:

5.1. FASE 1: DIAGNÓSTICO.

Etapa 1: Obtención de Información acerca de las laderas en el perímetro urbano de la ciudad, a fin de evaluar el estado, alcance y vigencia de la información.

Esta etapa se refiere a la obtención de información temática de comunas, barrios, laderas, obras de estabilidad, zonas de tratamiento, e información referente a contratos que se tengan de obras de estabilidad. Se realizó la solicitud de dicha información con entidades municipales, como CORPOCALDAS y la Oficina Municipal de Prevención y Atención de Desastres - OMPAD. Complementariamente, se realizó la búsqueda de información en la Subdirección de Medio Ambiente y Contratación de la Personería, correspondiente a los tipos de procesos ejecutados sobre laderas.

Etapa 2: Evaluación Cartográfica.

En esta etapa se consideró la cartografía de la zona urbana del municipio de Manizales, haciendo referencia directamente a la cartografía de las laderas de la ciudad. Tomando la base cartográfica de la ciudad, se evaluó su relación con la información en mapas suministrada por las entidades mencionadas anteriormente y se valoró la integración de estas en mapas temáticos.

5.2. FASE 2: ENTRENAMIENTO EN EL USO DE HERRAMIENTAS.

Etapa 1: Aprendizaje y manejo de software bajo herramientas libres.

Teniendo en cuenta el interés del Centro Internacional de Geomática de la Universidad de Manizales del uso de software no propietario, se evaluaron algunas de las diferentes opciones de desarrollo como son:

Herramienta Geotools: Herramienta de fuente abierta desarrollada sobre Java, siguiendo los lineamientos trazados por el Open GIS Consortium¹⁵. Es una aplicación cliente servidor, maneja una interfaz amigable al usuario, modelo bajo plataforma libre e independiente, de bajo costo, fácil escalabilidad y soporte.

Spring: Es un software multiplataforma, es decir, puede trabajar sobre LINUX,

¹⁵ Open Gis Consortium (OGC): Creado en 1994. Su fin es la definición de estándares abiertos e interoperables dentro de los Sistemas de Información Geográfica. Persigue acuerdos entre las diferentes empresas del sector que posibiliten la interoperación de sus sistemas de geoprocetamiento y facilitar el intercambio de la información geográfica en beneficio de los usuarios. Definición disponible en línea en www.atares.inegi.gob.mx/metadatos

WINDOWS o SOLARIS, y es software gratuito con amplia documentación en línea *“...es un GIS (Sistema de Información Geográfica) y al mismo tiempo un sistema de tratamiento de imágenes obtenidas mediante percepción remota que realiza la integración de las representaciones de datos matriciales ("estructura raster") y datos con estructura vectorial en un único ambiente. SPRING es un producto desarrollado por el Instituto Nacional de Investigaciones Espaciales (INPE)/ DPI de Brasil.”*¹⁶

MySQL: Base de datos de origen sueco; es la base de datos más popular para LINUX. Además está disponible para casi todas las plataformas hardware y Sistemas Operativos, incluidos Windows NT/2000,98/95/ME *“...Sistema de Gestión de Base de Datos, multihilo y multiusuario. MySQL es una base de datos muy rápida en la lectura, pero puede provocar problemas de integridad en entornos de alta concurrencia en la modificación. En aplicaciones web hay baja concurrencia en la modificación de datos.”*¹⁷

PostgreSQL: Es un servidor de base de datos relacional libre, liberado bajo la licencia BSD. Es una alternativa a otros sistemas de bases de datos de código abierto (como MySQL, Firebird y MaxDB), así como sistemas propietarios como Oracle o DB2. Algunas de sus principales características son: Llaves ajenas o llaves foráneas (foreign keys), disparadores (triggers), vistas, integridad transaccional, acceso concurrente multiversión (no se bloquean las tablas, ni las filas, cuando un proceso escribe), capacidad de albergar programas en el servidor en varios lenguajes, herencia de tablas, tipos de datos y operaciones geométricas. En cuanto a rendimiento se encuentra a la altura de ORACLE.

PostGIS: Es una extensión al sistema de base de datos objeto-relacional PostgreSQL; permite el uso de objetos GIS (Geographic Information System) así como todos los objetos que aparecen en las especificaciones OpenGIS (puntos, líneas, polígonos, multilíneas, multipuntos y colecciones geométricas).

5.3. FASE 3: ANÁLISIS Y DISEÑO.

Etapa 1: Conceptualización y diseño SIG.

Capturar información espacial o cartográfica y alfanumérica referente a las laderas y elaborar un análisis y diseño previo bajo la metodología OMT (Técnica de Modelamiento de objetos) y la notación UML (Lenguaje de Modelado Unificado), correspondiente a la información a tratar.

Etapa 2: Fundamentación y diseño de la base de datos (BD).

Consiste en el diseño de la BD con la información suministrada por la Personería y las entidades antes mencionadas, referente a las laderas de la ciudad. Se estructuraron las clases de tal manera que permitieran la posterior generación de consultas que brinden información al personal pertinente sobre los diferentes acontecimientos ocurridos y su debido proceso legal, a cargo de la Personería Municipal.

¹⁶ Definición disponible en línea en <http://www.dpi.inpe.br/spring/espanol/index.html>

¹⁷ Definición disponible en línea en www.mysql-hispano.org/

5.4. FASE 4: DESARROLLO.

Etapa 1: Desarrollo del software.

Una vez seleccionado el software, se procedió a relacionar la información espacial o cartográfica con la base de datos, y se realizaron las diferentes interfases de la aplicación y sus respectivos desarrollos.

5.5. FASE 5: IMPLEMENTACIÓN.

Etapa 1: Implementación de la aplicación desarrollada y ejecución de pruebas de verificación de la misma.

5.6 FASE 6: INFORME FINAL.

Etapa 1: Entrega del documento final y software, junto con los respectivos manuales técnicos y de usuario.

5.7. TÉCNICAS DE INVESTIGACIÓN

Para poder llevar a cabo correctamente la recolección de la información correspondiente a la dependencia de medio ambiente de la personería municipal, fue necesario emplear diferentes instrumentos o técnicas de investigación, los cuales permitieron “... *comprobar la hipótesis y ayudar a la adquisición de datos para poder describirlos y cuantificarlos.*”¹⁸. Con esto se pudo apreciar una percepción más clara de las necesidades y falencias que cubrirá la aplicación generada. Algunas de las técnicas empleadas se describirán a continuación:

- Observación informal: Esta técnica permitió visualizar aleatoriamente la situación actual del sistema y la manera en que se llevan a cabo los procedimientos y las tareas referentes al área de estudio. Dicha técnica se aplicó mediante visitas realizadas a las diferentes dependencias de la Personería Municipal afines con el área problemática, analizando paso a paso la ejecución de los procesos propios de cada dependencia, permitiendo con esto llegar a determinar que solamente estaban involucradas en el proceso las dependencias de Subdirección de Medio Ambiente y Contratación, Subdirección Administrativa y el Despacho de la Personería.
- Entrevistas informales: Las entrevistas informales permitieron tener un contacto más directo con las personas involucradas en el proceso por lo cual se llega a un nivel más alto de comprensión del problema puesto que las personas entrevistadas detallan específicamente las secuencias de las actividades necesarias para tramitar un proceso.
- Consultas documentales secundarias: Las consultas documentales secundarias hacen

¹⁸ UNIVERSIDAD DE MANIZALES. Programa de maestría en educación y desarrollo humano, lecturas requeridas. Manizales agosto de 2002. Pág. Cáp. VII

referencia directa a las enciclopedias, los anuarios, manuales, almanaques, las bibliografías, índices, entre otros; los datos que integran las fuentes secundarias se basan en documentos primarios. En la realización de este proyecto se utilizó este instrumento en la búsqueda de información sobre la metodología OMT con notación UML, Plan de Ordenamiento Territorial (POT), manejo de los lenguajes de programación HTML, PHP, JAVASCRIPT entre otros.

Durante la recopilación de la información se logró identificar que la aplicación “*Sistema de Información Geográfica para la gestión del riesgo que facilite la gestión, supervisión y control de los diferentes procesos relacionados con las laderas dentro del perímetro urbano de la ciudad de Manizales*”, es un sistema que proporciona herramientas de gran utilidad en el diario manejo de los procesos atinentes a la personería, permitiendo con esto tener tiempos de respuesta mas óptimos y un seguimiento más detallado de los mismos. Así se logra posicionar a la personería municipal de Manizales como una institución gubernamental a la vanguardia tecnológica en la utilización de herramientas tipo SIG, con lo cual se permite ubicar como pionera en el ámbito de las personerías municipales.

5.8. DESARROLLO DE LA METODOLOGÍA

5.8.1 Fase 1: Diagnóstico

Como resultado de la observación y realización de entrevistas al personal de la Personería Municipal, se detectó que la Subdirección de Medio Ambiente y Contratación, manejaba el tema de los procesos de las laderas sobre mapa impreso del Municipio de Manizales con las respectivas laderas. En este mapa se marcaban puntos de diferentes colores que denotaban los estados de los procesos (activo, finalizado, archivado), con el propósito de identificar geográficamente la localización de la ladera y los respectivos procesos sobre ella.

5.8.2 Fase 2: Entrenamiento de software

Para el desarrollo del sistema de información se tuvo en cuenta inicialmente la utilización de herramientas propietarias como lo es ArcView 3.2 de ESRI, la cual permitiría desarrollos mas rápidos y menos dificultosos por ser una herramienta que permite muchas funcionalidades SIG y por lo tanto no se tendría la necesidad de grandes bloques de códigos desarrollados. Sin embargo, por ser software propietario, la institución debería incurrir en la compra de licencias, las cuales en la actualidad son de alto costo y la institución, por las restricciones económicas, que presenta no podría asumirlo.

Por ello se consideró como alternativa el desarrollo con herramientas de libre uso y distribución, lo cual suponía un mayor riesgo ya que no se contaba con una estadística comprobada sobre el índice de productividad y efectividad de aplicaciones desarrolladas con estos lenguajes; por lo tanto se inició el proceso de estudio e investigación de los adelantos en este tema pudiendo establecer finalmente el manejo de Mapserver como

servidor de mapas, PostGis como extensión de PostgreSQL para el manejo de la información espacial, servidor Web Apache y plataforma pmapper demo para el manejo de algunas funcionalidades SIG.

Para el entrenamiento en estas herramientas se optó por utilizar las fuentes de información existentes en Internet y foros al respecto, con el fin de poder indagar sobre el desarrollo y manejo de estas herramientas; se contó también con capacitaciones ofrecidas por personal experto en el tema de otras ciudades e incluso de otros países como Chile (vía chat, video conferencias y e-mail).

5.8.3 Fase 3: Análisis y diseño

Es importante tener en consideración que para la elaboración de este proyecto se utilizó la metodología OMT, sugerida por los asesores en el área de análisis y diseño de la Universidad de Manizales. En la realización de este proyecto, "*Sistema de Información Geográfica para la gestión del riesgo que facilite la gestión, supervisión y control de los diferentes procesos relacionados con laderas, dentro del perímetro urbano de la ciudad de Manizales*" se estudio, además, la metodología para el desarrollo de software RUP (Proceso Unificado de Desarrollo de Software) para que el proceso de investigación fuera iterativo, incremental, y así ir teniendo versiones en cada iteración tal manera que se mitigaran los riesgos al momento de implementar la aplicación. Igualmente se generaron todos los artefactos propuestos por estas metodologías elaborados con la notación UML y se utilizó para la elaboración de tales artefactos el programa *Visual Paradigma* del cual la Universidad tiene una versión de prueba. Ver Anexo A.

5.8.4 Fase 4: Desarrollo

En el desarrollo de la aplicación se utilizó el lenguaje de programación PHP, HTML y PHP Mapscript, con las cuales se desarrollaron las diferentes funcionalidades del sistema. Ver Anexo B.

5.8.5 Fase 5: Implementación

La implementación del sistema se realizó sobre un equipo PC de la personería con las características mínimas de hardware y software, ya que el servidor no estaba disponible por encontrarse en mantenimiento por fallas diversas.

Esta aplicación permite ser instalada sobre equipos con sistema operativo Windows 2000, NT, XP, con características del procesador mínimo Pentium III de 500 Mhz, disco duro de 20Gb, conexión Internet o Intranet. Ver Anexo B.

5.8.6 Fase 5: Informe final

El informe final comprende el presente documento y contiene todas especificaciones finales y detalladas del proyecto llevado a cabo.

6. RESULTADOS

Con el presente proyecto se logró obtener un Sistema de Información Geográfica que maneja los diferentes procesos que se llevan a cabo sobre las laderas del perímetro urbano de la ciudad de Manizales. En la aplicación se logró el desarrollo de las siguientes funcionalidades.

Módulo del sistema: permite la gestión administrativa de las diferentes funcionalidades del sistema, permite la gestión de la seguridad del usuario manejando desde los usuarios, perfiles, permisos, y permitiendo llevar un seguimiento sobre las acciones que realice un determinado usuario sobre el sistema, como se muestra en el la Figura 1. Formulario usuarios y Figura 2. Control del sistema.

- Gestión de usuarios: permite la creación y administración de las cuentas de usuario, de tal manera que la aplicación no sea accedida sin definición de usuario y su respectiva clave, permitiendo niveles de seguridad necesarios en la aplicación.
- Gestión de perfiles: permite asignar a cada usuario según los privilegios de este, el perfil correspondiente.
- Gestión de objetos: Permite administrar según los perfiles el acceso de los objetos de la aplicación.
- Gestión de permisos: administra los permisos de cada objeto en la aplicación.
- Control del sistema: permite tener un control del histórico de las acciones realizadas en la aplicación.

Figura 1. Formulario Usuarios.

Cédula del usuario	<input type="text" value="7777777"/>	Asignar/Cambiar Clave.
Fecha de registro	<input type="text" value="2004-12-12"/>	
Fecha de expiración	<input type="text" value="2008-12-24"/>	
Nombre de usuario	<input type="text" value="Administrador"/>	
Login	<input type="text" value="admin"/>	
E-mail	<input type="text" value="admin@laderas.com"/>	
Estado	<input type="text" value="Activo"/>	
Perfil	<input type="text" value="ADMINISTRADOR"/>	

Figura 2. Control del sistema.

LOGS DEL SISTEMA										
CODIGO	PERFIL	USUARIO	OBJETO	ACCION	TABLA	CAMPOS LLAVE	VALORES LLAVE	FECHA	HORA	EXITO
3	0	7777777	FRM_ICON	Adicionar	contrato	num_contrato	1598984	2001-06-02	20:26:03	Existe
6	0	7777777	FRM_ICON	Adicionar	contrato	num_contrato	1598984	2001-06-02	20:45:54	Existe
7	0	7777777	FRM_ICON	Adicionar	contrato	num_contrato	1598985	2001-06-02	20:47:29	No
20	0	7777777	FRM_IDEP	Adicionar	dependencia	id_dependencia	123456	2001-06-04	17:38:16	Si
26	0	7777777	FRM_IUSU	Eliminar	t_usuario	usu_cedula	11111111	2001-06-04	17:55:53	Si
27	0	7777777	FRM_IPEM	Modificar	t_permiso	id_permiso	PER_VIS	2001-06-04	17:57:44	Si
28	0	7777777	FRM_IUSU	Adicionar	t_usuario	usu_cedula	132456	2001-06-04	18:03:47	Si
29	0	7777777	FRM_IUSU	Eliminar	t_usuario	usu_cedula	132456	2001-06-04	18:05:30	Si
30	0	7777777	FRM_IUSU	Adicionar	t_usuario	usu_cedula	123456	2001-06-04	18:06:06	Si
32	0	7777777	FRM_IOBJ	Adicionar	t_objeto	obj_codigo	FRM_IPASS	2005-12-08	19:55:59	Si
33	0	7777777	FRM_IPASS	Modificar	t_usuario	usu_cedula	7777777	2005-12-08	19:58:26	Si

Módulo de administración: Mediante la integración de los módulos expuestos a continuación, se permite gestionar la información propia de cada uno de los procesos que se adelantan en la Personería, referente a las laderas de la ciudad de Manizales.

Los módulos mencionados anteriormente son:

- **Gestión de Procesos:** permite ingresar los datos correspondientes a los expedientes a que se tengan lugar en el área, referentes a laderas de la ciudad de Manizales. Esta información permitirá determinar históricos y estados de procesos y procedimientos, así como se muestra en la Figura 3. Procesos.

Figura 3. Procesos.

Código del proceso	<input type="text" value="PROC2"/>
Nombre del proceso	<input type="text" value="PROC2"/>
Fecha de inicio	<input type="text" value="1999-12-12"/>
Fecha de finalización	<input type="text"/>
Estado	<input type="text" value="INACTIVO"/>
Funcionario	<input type="text" value="Luis Lopez"/>
Ladera	<input type="text" value="Ladera el Guamo- Solferino"/>
The_Geom	<input type="text" value="SRID=-1;POINT(117730"/>

- Gestión de Dependencias.
- Gestión de funcionarios.

- Gestión Entidades
- Gestión de Entes

Las anteriores son entidades básicas que almacenan información indispensable para gestionar la apertura de un nuevo proceso.

- Gestión de Tratamiento
- Gestión de tipo de obra
- Gestión de Obras
- Gestión de Contratos
- Gestión de Beneficiarios

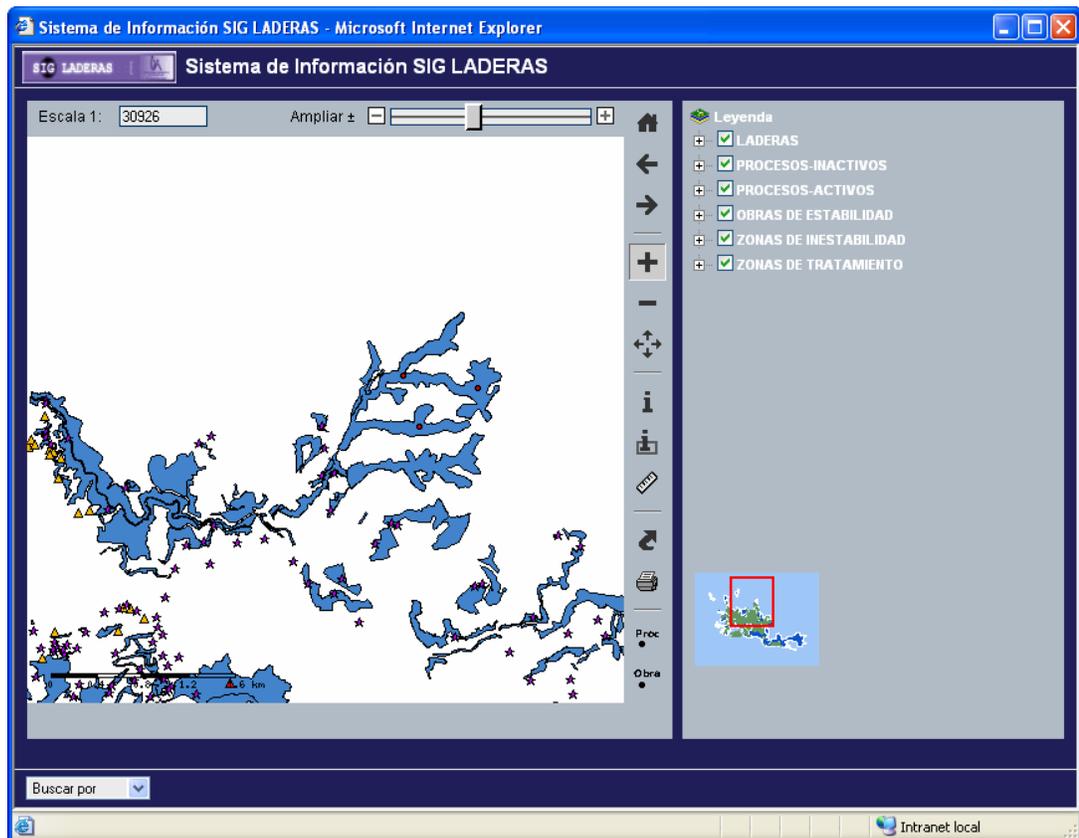
La anterior información es requerida para determinar el impacto de los procesos en las laderas afectadas.

Procesos Geográficos: Mediante la integración de los módulos expuestos a continuación, se permite gestionar la información geográfica, la cual hace referencia directa al ingreso de información en formato geográfico de los siguientes módulos:

- Ingreso de obras
- Ingreso de procesos

Este fue quizás el desarrollo más representativo del proyecto pues logramos capturar un punto geográfico en pantalla y adicionarlo directamente a la base de datos, como se muestra en la **Figura 4**. Plataforma geográfica, creando así en tiempo real un nuevo Layer (capa) en formato totalmente geográfico, teniendo en cuenta además que Mapserver en un servidor de mapas que permite la visualización, mas no la edición en tiempo real.

Figura 4. Plataforma geográfica.



- Gestión de normas
- Gestión de penalización
- Gestión de visitas

Con la información generada con estas entidades se logra en el área tener centralizada la información necesaria para el análisis de un proceso determinado.

Reportes: la aplicación permite la visualización de reportes según el estado de los procesos, activos o inactivos y las obras que sobre una ladera se han ejecutado, así como se muestra en la Figura 5: Reporte Procesos activos.

Figura 5. Reporte Procesos activos.

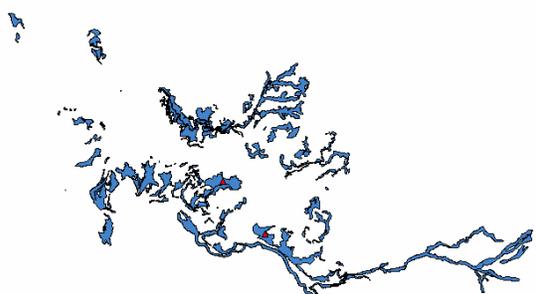
[HOME] [AYUDA] [ACERCA DE] [PAGINA ANTERIOR]

OBRAS POR LADERA

Fecha Inicial:

Fecha Final:

Ladera: Todas



ID OBRA	TIPO OBRA	LADERA	CONTRATO	OBJ CONTRATO	CONTRATISTA	VALOR	INTERVENTOR	FECHA INICIO
df	muro	Ladera San Luis	1598984	af	rfwaera	2500000	afefaeef	1999-12-21
tttt	muro	Ladera Q. el Perro- Bosque Popular	1598984	af	rfwaera	2500000	afefaeef	2003-08-18

- Reporte de Procesos activos
- Reporte de procesos finalizados
- Reporte de obras por laderas

Consultas Geográficas: permite funcionalidades básicas SIG de acercar, alejar, paneo, identificar, seleccionar.

Es importante aclarar que las consultas solicitadas no pueden ser realizadas porque la plataforma que se está utilizando para la presentación de la información geográfica es Mapserver, el cual es un servidor de mapas que no permite la edición y tratamiento de información geográfica, es decir, se tiene un servidor para visualización. Para elaborar este tipo de funcionalidades se requiere software mas especializado que hasta el momento solo esta disponible en las casas de software propietario.

Base de datos alfanumérica y geográfica: El sistema desarrollado cuenta con una base de datos geográfica realizada con la herramienta Postgres y con el componente espacial Postgis, de tal manera que integra adecuadamente la información geográfica y alfanumérica del sistema.

Durante el proceso de ejecución de esta aplicación se identificaron ciertas limitantes que impidieron el total desarrollo del software tal como se había planteado inicialmente, así:

Las herramientas utilizadas para la implementación no cumplían con las características

necesarias para soportar desarrollos como lo son las consultas parametrizables y la Yuxtaposición; este tipo de desarrollos en software libre están hasta ahora siendo estudiados, y por lo tanto no están resueltos. En este proceso se acudió a asesoría de diversas clases sin lograr éxito en las mismas, ya que en el país no se encuentra aún personal capacitado en este tema que permitiera brindar asesoría para dicho desarrollo.

Por esta razón, se elaboraron las solicitudes respectivas ante el Director del proyecto así como a la Facultad de aceptar el proyecto en el nivel de desarrollo hasta ahora alcanzado, quedando pendiente su avance en la medida que se solucionen los inconvenientes anteriormente vistos. Las razones expuestas junto con los argumentos recibidos permitieron tanto al Director como a la Facultad atender positivamente la respectiva solicitud.

La complementación de este aspecto se podrá apreciar con mayor detalle en el Anexo C.

7. CONCLUSIONES

Sin duda alguna, los Sistemas de Información Geográfica para el manejo ambiental son una herramienta de gran importancia para las entidades gubernamentales que manejan datos geográficos para el tema de riesgos, porque permite la identificación de los problemas, la eficaz toma de decisiones y principalmente suministrar información para la mitigación de los riesgos y por ende la protección de la comunidad y el medio ambiente.

Por tal motivo, los resultados obtenidos en este trabajo son el preámbulo de lo que los SIG bajo herramientas no propietarias pueden representar para estas empresas y este manejo ambiental.

A la vista del documento antes descrito se presentan aquí las principales conclusiones de este trabajo, que hacen referencia a la metodología empleada, a las herramientas informáticas empleadas, y a los escenarios de la aplicación obtenida.

Conclusiones referentes a la metodología empleada

- La metodología para el análisis y diseño OMT presenta una buena guía para lograr este proceso, pero más allá del análisis y el diseño, una metodología debe representar todo el proceso de desarrollo de software. Por lo tanto, es recomendable que la metodología de desarrollo unificado de software, RUP sea más ampliamente estudiada en las asignaturas correspondientes de la facultad.
- Para la evaluación de la información cartográfica se tuvo en cuenta las estructuras de información presentadas por las instituciones usuarias y generadoras de dicha información, CORPOCALDAS y la OMPAD.
- La disponibilidad, no solo de cartografía actualizada permanentemente, sino también la posibilidad de acceder a ella, permitirá a futuros proyectos de esta índole tener mejores resultados por el aprovechamiento de sus aplicaciones SIG.

Conclusiones referentes a las herramientas informáticas empleadas

- La disponibilidad de software de libre uso y distribución para el desarrollo de SIG permitió obtener una aplicación con características muy similares y de igual rendimiento que las propietarias, en los módulos desarrollados.
- Mapserver, a pesar de las limitantes que presenta al momento de realizar edición cartográfica, es una buena herramienta de visualización que permite las funciones básicas de un SIG.
- Para el manejo del sistema de bases de datos, Postgres en conjunto con Postgis presentamos las características óptimas para tal fin, estando a la altura de sistemas de bases de datos propietarios.
- El aspecto de aplicaciones para la edición cartográfica es un tema que en el momento está en estudio e investigación y que permitirá un mayor acercamiento a las funcionalidades presentadas hoy por hoy con software como los desarrollados por ESRI y otras casas desarrolladoras de SIG.

Conclusiones referentes a los escenarios de la aplicación obtenida.

- La ciudad de Manizales por su ubicación y características geográficas presenta diversos problemas de riesgo ambiental que afectan gran parte de la población y por ende, con aplicaciones que ayuden a mitigar dicho riesgo tendrán más posibilidad de prevención.
- La base de datos con la información estructurada geográfica y alfanumérica ha permitido su consulta integrada y en tiempo real.
- La consulta de las laderas y su respectiva ubicación en el mapa del municipio permite un mayor entendimiento de las diversas problemáticas y el estado de las mismas.
- Con la aplicación se permite a los diferentes usuarios interesados la revisión constante de los procesos que la Personería adelanta en cada ladera y el nivel en el que se encuentran cada uno de ellos.

8. RECOMENDACIONES

De la experiencia recogida en este trabajo se pone en manifiesto la dificultad para obtener la información adecuada, actualizada y estructurada que permita a instituciones como la Personería sacar provecho a aplicaciones SIG que les permitan manejar mas eficazmente el tema ambiental y principalmente el tema de riesgos.

Las principales recomendaciones sugeridas por el presente proyecto se recogen en tres apartados como es el caso de las conclusiones incluyendo otros aspectos finales.

Recomendaciones referentes a la metodología empleada

Es conveniente por parte de la facultad revisar el tema de la aplicación y profundización en la metodología RUP (Rational Unified Process), proceso unificado de desarrollo que integra de manera más eficaz los procesos de requisitos, análisis, diseño, desarrollo, implementación y pruebas, garantizando el adecuado desarrollo y previniendo riesgos de implementaciones inadecuadas o de cambios traumáticos en los procesos de desarrollo.

Recomendaciones referentes a los datos requeridos.

Una recomendación fundamental es referente a los datos necesarios para un proyecto de este tipo: Lamentablemente no existe aún cultura de los SIG, que permita establecer protocolos y formatos de captura orientados a implementar proyectos SIG, lo cual significa que aún hay que hacer adaptaciones de la información existente. En otros casos, la restricción es muy alta.

Se trata también de estar atentos a la evolución de los Sistemas de Información Geográfica e incorporar las mejoras de software y herramientas, para que a través del desarrollo de una cultura informática, en la actualidad poco desarrollada en las entidades estatales, se llegue a hacer un tratamiento más amigable de la información.

Se hace entonces importante recomendar la necesidad en las instituciones de comenzar a trabajar siguiendo los lineamientos de la infraestructura Colombiana de Datos Espaciales IODE, que permite la obtención de información en estándares comunes, haciendo uso incluso de las Normas Técnicas Colombianas, lo cual garantiza facilidad para compartir datos así como calidad de los mismos.

Otros aspectos relevantes son:

- Es conveniente continuar con el proceso investigativo de las herramientas de libre uso y distribución que permitan el desarrollo de funcionalidades SIG, de tal manera que cada vez se avance más en el tema y se puedan ofrecer soluciones más completas y con mayores posibilidades para los usuarios.
- Este tipo de desarrollos SIG en software libre, aunque complejos son de gran importancia para diversas empresas e instituciones tanto públicas como privadas, las cuales muchas veces ven, la posibilidad de incursar en este tema inalcanzable por el costo de las licencias.

- La conformación de un grupo de investigación en el tema de SIG brindará mayores posibilidades para avanzar en el tema de desarrollo con herramientas libres lo cual representará posibilidades profesionales y económicas muy llamativas para los futuros ingenieros especialistas en el tema.

Recomendaciones referentes a los escenarios de la aplicación obtenida.

- Como se mencionó anteriormente, con la conformación de grupos de investigación se puede complementar el desarrollo de esta aplicación de tal manera que se maneje el tema de riesgos más allá de lo propuesto en este proyecto.
- En la actualidad el tema de medio ambiente tiene una importancia tal que se están adelantando proyectos como “Midas” donde se apoya pretende apoyar económicamente proyectos que manejen este tema; por lo tanto se vislumbra una importante oportunidad tanto para la Universidad como para las personas involucradas en este tipo de soluciones.
- El acceso a la información geográfica es uno de los temas más críticos para este tipo de soluciones por lo cual sería interesante evaluar el tema con las diferentes entidades encargadas de la generación de esta información y llegar a acuerdos que permitan su utilización para proyectos que como este beneficien la comunidad.
- Una de las principales recomendaciones con respecto a esta aplicación es el desarrollo de consultas parametrizables que permitan mayor funcionalidad para el usuario y que se acerquen o incluso mejoren las ofrecidas en la actualidad por aplicaciones de software propietario.
- Es importante extender el sistema para que se contemplen no solo las laderas del perímetro urbano de la ciudad de Manizales sino también las que afectan los demás municipios del departamento, pues el área rural presenta las mismas dificultades y no se tiene el adecuado control sobre esto.

BIBLIOGRAFÍA

ALVARADO, GAITAN Y VASCO, Programa de Maestría en Educación y Desarrollo Humano, Módulo 1, 54 p.

ARONOFF, STAN. Geographic Information System: A Management Perspective. Ottawa, Canada. WDL Publications, 1195. 294 p.

BURROUGH, P.A. and BIE, S.S. (ed). Soil data Technology. Proc. 6TM Meeting of the International Society of Soil Science Working Group on Soil Information System, Bolkesjo, Norway. 28 Feb. -4 March 1983. 250 p.

BURROUGH, P.A. Principles of Geographical Information System for Land Resources Assessment. Oxford. Oxford University Press, New York, 1991. 220 p.

CHARDON, Anne-Catherine. Un Enfoque Geográfico de la Vulnerabilidad en Zonas Urbanas Expuestas a Amenazas Naturales. Editorial Centro de Publicaciones Universidad Nacional de Colombia Sede Manizales. 2002.

DEFINICION. ORG. Definición de GPS Definición.org – Definición de GPS. Disponible en línea en <http://www.definicion.org/gps>

DUEKER., K.J. Land Resource Information System: a review of fifteen years experience. Geoprocessing 1, 105-28. 1979. North Carolina. 208 p.

EL AGRIMENSOR.NET GEOCIENCIAS EN HISPANOAMERICA. Geociencias en Hispanoamérica. Publicar metadatos. Argentina Fecha de actualización: 28.11.2006. Disponible en línea www.elagrimensor.com.ar/publicarmetadatos.asp

INSTITUTO NACIONAL DE PESQUISAS ESPACIAIS. Sistema de Processamento de Informaçoes Georeferenciadas - Geoprocementamiento de datos. INPE: Divisao de Processamento de Imagens. São Paulo. Fecha actualización: 15.09.2006. Divisão de procesamiento de imagens DPI> Processamento de imagens Disponible en línea en: http://www.dpi.inpe.br/spring/usuario_spa/geoproc.htm

_____. Divisao de Processamento de Imagens – Sistema de Processamento de Informaçoes Georeferenciadas - Sistema de Procesamiento de Informacion Georeferenciada. São Paulo. Fecha de actualización: 15.09.2006. Disponible en línea en: <http://www.dpi.inpe.br/spring/espanol/index.html>.

INSTITUTO NICARAGÜENSE DE ESTUDIOS TERRITORIALES. Dirección General de Geofísica, Managua, Nicaragua. *Proyecto "GEORIESGOS"*. Disponible en línea <http://www.ineter.gob.ni/geofisica/proyectos/georiesgos/terminos.html>

LINUX –ANILLO EN CASTELLANO-. POSTGRESQL Proyecto de traducción al Español de la documentación de PostgreSQL RDBMS. Definición disponible en línea en es.tldp.org/Postgresql-es/web/

MUNICIPIO DE MANIZALES, Plan de Ordenamiento Territorial, Acuerdo 508. Vol 1 y 2, 2001

MYSQL HISPANO. Artículos. Definición disponible en línea en www.mysql-hispano.org/
MYSQL HISPANO. Definición disponible en línea en www.mysql-hispano.org/

NAGY.,G. and WAGLE, S. Geographic Data Processing. Comput. Surv. 11,139-181 1979. 181 p.

ORTIZ., Gabriel. Gabrielortiz.com - Teoría SIG - Temas de iniciación - Qué son los Sistemas de Información Geográfica. Tipos de SIG y modelos de datos. Un artículo introductorio para entender las bases de los SIG. Disponible en Línea en <http://recursos.gabrielortiz.com>

_____. Que es un SIG. [En línea]. gabrielortiz.com: Página Personal. Contenidos y recursos SIG/ Teoría SIG/ Temas de iniciación. Disponible en: <http://recursos.gabrielortiz.com>.

SPRING - DPI/INPE Que es Spring. Definición disponible en línea en <http://www.dpi.inpe.br/spring/espanol/index.html>

THE GNU OPERATING SYSTEM THE GNU PROJECT - FREE SOFTWARE FOUNDATION, INC. La Definición de Software Libre. Estados Unidos. Fecha de actualización: 24.11.2006. Disponible en línea <http://www.gnu.org/philosophy/free-sw.es.html>

_____. Philosophy of the GNU Project – La definición del Software Libre. Estados Unidos. Fecha de actualización: 24.11.2006. Disponible en línea en: <http://www.gnu.org/philosophy/free-sw.es.html>.

TLDP-ES/ Lucas – Index of/ Postgresql-es - Proyecto de traducción al Español de la documentación de PostgreSQL RDBMS. Disponible en línea en es.tldp.org/Postgresql-es/web/

TOMLINSON. Tomas, CALKINS, H, W, and MARBLE, D.F. Computer Handling of Geographical Data. UNESCO, Ginebra. 1976. 214 p.

TORRES. Nieto Álvaro. Telecomunicaciones y Telemática de las señales de humo a Internet. Editorial Escuela colombiana de ingeniería. Santa fe de Bogota 1999 380 p.

UNIVERSIDAD DE MANIZALES. Programa de Maestría en Educación y Desarrollo Humano, lecturas requeridas. Manizales agosto de 2002. Cáp. VII

VILLAVICENCIO. Aldo. Terremotos y Otros Desastres Naturales. Disponible en línea <http://www.angelfire.com/nt/terremotosPlacas>

Wilkinsonpc tecnologías Informática e Internet - Recursos Gratuitos -Artículos y notas de interés que ayudaran a despejar tus dudas y a conocer mas sobre esas tecnologías que aun no has logrado comprender - Que es, formas y tipos de licenciamiento de software.

Disponible en línea en <http://www.wilkinsonpc.com.co/free/articulos/softwarelibre.html>

WILKINSONPC. Que es, formas y tipos de licenciamiento de software. – Recursos gratuitos – Artículos – Software libre. Disponible en línea <http://www.wilkinsonpc.com.co/free/articulos/softwarelibre.html>.

ANEXOS