

Diseño e Implementación de una solución Web para la integración del componente geográfico y la normalización de los datos en el manejo de la información predial de las áreas protegidas en los Parques Nacionales Naturales de Colombia

José David Yances Rojas

Samuel Murillo Ariza

PONTIFICIA UNIVERSIDAD JAVERIANA

FACULTAD DE INGENIERIA

CARRERA DE INGENIERIA DE SISTEMAS

BOGOTÁ, D.C.

2009

06

Diseño e Implementación de una solución Web para la integración del componente geográfico y la normalización de los datos en el manejo de la información predial de las áreas protegidas en los Parques Nacionales Naturales de Colombia

Autor(es):

José David Yances Rojas

Samuel Murillo Ariza

MEMORIA DEL TRABAJO DE GRADO REALIZADO PARA CUMPLIR UNO
DE LOS REQUISITOS PARA OPTAR AL TITULO DE INGENIERO DE
SISTEMAS

<http://pegasus.javeriana.edu.co/~CIS0830IS04/>

Director

Javier Francisco Lopez Parra

Jurados del Trabajo de Grado

Julio Ernesto Carreño Vargas

Álvaro Fernando Quintero González

PONTIFICIA UNIVERSIDAD JAVERIANA

FACULTAD DE INGENIERIA

CARRERA DE INGENIERIA DE SISTEMAS

BOGOTÁ, D.C. Diciembre, 2009

**PONTIFICIA UNIVERSIDAD JAVERIANA
FACULTAD DE INGENIERIA
CARRERA DE INGENIERIA DE SISTEMAS**

Rector Magnífico

Joaquín Emilio Sánchez García S.J.

Decano Académico Facultad de Ingeniería

Ingeniero Francisco Javier Rebolledo Muñoz

Decano del Medio Universitario Facultad de Ingeniería

Padre Sergio Bernal Restrepo S.J.

Director de la Carrera de Ingeniería de Sistemas

Ingeniero Luis Carlos Díaz

Director Departamento de Ingeniería de Sistemas

Ingeniero Germán Alberto Chavarro Flórez

Artículo 23 de la Resolución No. 1 de Junio de 1946

“La Universidad no se hace responsable de los conceptos emitidos por sus alumnos en sus proyectos de grado. Sólo velará porque no se publique nada contrario al dog-

ma y la moral católica y porque no contengan ataques o polémicas puramente personales. Antes bien, que se vean en ellos el anhelo de buscar la verdad y la Justicia”

Contenido

I - INTRODUCCIÓN.....	11
1.1 DESCRIPCIÓN DEL CONTEXTO.....	15
1.2 FORMULACIÓN	16
2. DESCRIPCIÓN DEL PROYECTO	16
2.1 VISIÓN GLOBAL	17
2.2 JUSTIFICACIÓN.....	17
2.3 OBJETIVO GENERAL.....	18
2.4 OBJETIVOS ESPECÍFICOS	18
2.5. METODOLOGÍA PROPUESTA	18
II. MARCO TEÓRICO	20
2.1. MARCO CONCEPTUAL CONTEXTUAL.....	20
2.2. DEFINICIONES	23
2.3. MÉTODOS COMUNES DE ALMACENAMIENTO DE LA INFORMACIÓN.....	24
2.3.1 ARCHIVOS PLANOS	24
2.3.2 BASES DE DATOS	25
2.3.3 MODELO DE DATOS RELACIONAL	26
2.3.4 MODELO DE DATOS GEOGRÁFICOS	28
2.4 FORMA DE REPRESENTAR LA INFORMACIÓN GEOGRÁFICA EN UN SIG.....	29
2.5 REPRESENTACIÓN DE IMÁGENES	31
2.6 NORMALIZACIÓN.....	34
2.7 ARQUITECTURAS PARA SOLUCIONES WEB	36
III. PROCESO.....	40
3.1. DESARROLLO DEL PROYECTO	41

3.1.1 ADMINISTRACIÓN DEL PROYECTO	41
3.2 DIMENSIONES DEL RUP	42
3.2.1 FASE INICIAL	43
3.2.2 FASE DE ELABORACIÓN	46
3.2.3 FASE DE CONSTRUCCIÓN	48
3.2.4 FASE DE TRANSICIÓN	51
IV. RESULTADOS Y RECOMENDACIONES.....	53
4.1 REFLEXIÓN METODOLÓGICA.....	54
4.2 RESULTADOS	54
4.3 RECOMENDACIONES A FUTURO.....	66
V. CONCLUSIONES	67
VI. REFERENCIAS Y BIBLIOGRAFÍA.....	69

ABSTRACT

Building a web Application as part of an Enterprise Solution for optimizing the actual Cadastre System was the core issue of this Project. A new way to manage the conflicts and cadastre register around the Areas Protegidas was a cleared objective for the UAEPNNC, Unidad Administrativa Especial de Parques Nacionales Naturales de Colombia, since it has been a heavy task to have control over geographic distributed areas like the Areas Protegidas, Natural zones with less infrastructure must of the time, The institution responsible for the planning and execution of the steps to make a legal cleaning up cadastre inside the Areas Protegidas must count on the infrastructure and technology in order to make a better approach for all the users who are part of the goals.

It was a priority to build a Data model to cover all the features details that has been evolving from the ground work inside each Area Protegidas, as a complement application for Updating and Accessing the cadastre information in a decentralized way as well, that's mean each user can upload the information without any time delays more than a day. It's necessary for the growing of the institution and the success of his responsibilities to provide an easier way to data flowing inside the institution.

RESUMEN

El propósito de este proyecto es construir una solución web que optimice el actual sistema de información para la administración de los predios que conforman cada una de las áreas protegidas de la unidad administrativa especial de parques nacionales naturales de Colombia, UAEPNNC, organismo con autonomía administrativa y financiera que tiene la responsabilidad de administrar cada uno de los recursos de los parques naturales en Colombia. La ausencia de un modelo que comprenda los conflictos que han evolucionado en cada uno de los parques, así como las necesidades y particularidades de cada una de las áreas protegidas, y de una aplicación que permita a los usuarios cargar y acceder la información predial actualizada, visualizar el estado y ubicaciones de los predios y mantener la coherencia e integridad de los datos, llevó a la necesidad de diseñar un modelo de datos y un módulo web que permita agilizar el manejo y el flujo de información a través de la organización para que se superen estos problemas.

RESUMEN EJECUTIVO

La Unidad Administrativa Especial de Parques Naturales Nacionales de Colombia tiene una gran responsabilidad social, con los colombianos, y en general con el resto del mundo, debido a que tiene bajo su cargo el cuidado de todas las Áreas Protegidas que se encuentran dentro del territorio colombiano. El Convenio de Diversidad Biológica y la ley 165 de 1994 resaltan la importancia de las áreas protegidas como el instrumento principal para la conservación de la biodiversidad en el país. Colombia es un país con una gran riqueza natural a nivel de fauna y flora, cuenta con terrenos que se valorizan cada día más, por sus propiedades y sus paisajes, y estos se encuentran en riesgo debido a los abusos del hombre.

Una de las grandes responsabilidades que tiene la UAESPNNC, es evitar y corregir cualquier inconveniente que se presenten dentro de estos territorios, rigiéndose por las leyes que nos brinda nuestra constitución colombiana, entre estos inconvenientes, tenemos conflictos entre propietarios, mal uso de los suelos, comunidades indígenas y negras amparadas por la ley reclamando protección y propiedad sobre terrenos, entre muchos otros. Realizar un control estricto y riguroso de todos estos terrenos implica una responsabilidad y esfuerzo grande para la institución, debido a la distribución geográfica de estas Áreas Protegidas sobre todo el territorio colombiano. Mantener un sistema único descentralizado que permita administrar la información predial en tiempo real de todas estas Áreas Protegidas es una herramienta crucial para llevar a cabo efectivamente esta tarea. Las Áreas Protegidas de Colombia se han venido creando paulatinamente como resultado de muchos esfuerzos, por esto cada Área Protegida del Sistema de Parques desarrolló de manera independiente un sistema para administrar la información, de ahí surgieron diferentes métodos dependiendo de la persona encargada del diseño, actualmente se manejan desde archivos planos de Excel y Word, hasta pequeñas aplicaciones desarrolladas en MS Access.

Hoy en día, la dirección central se encuentra en la ciudad de Bogotá, y se ha convertido en un problema significativo, manejar información que viene en diferentes formatos, sin ningún estándar para la información que se envía. Esta información que se recolecta en Bogotá de todos los Parques es crucial en la toma de decisiones, y depender de información que es actualizada una o dos veces al año, es un factor que impide realizar una gestión responsable por parte de la entidad, ya que en muchos conflictos se vencen los términos para efectuar acciones, y las acciones que se toman en general son correctivas cuando deberían ser en muchas ocasiones preventivas, esto causa una variación enorme en el presupuesto de la entidad, debido a que no se tiene conocimiento de que predios debe comprar el Estado, y cuanto se debería pagar por cada uno de ellos. Algunos de estos conflictos involucran personas económicamente estables, pero en su gran mayoría, involucra comunidades de gran valor cultural para el estado Colombiano que cuentan con escasos recursos económicos.

Con el objetivo de mejorar la administración y agilizar la toma de decisiones para atender estos conflictos que pueden ser de gran impacto social, se diseñó e implementó un sistema de información para la administración predial, SIPREDIAL, el cual le brinda a la UAEPNNC la tecnología necesaria para realizar los procesos de actualización y cargue de información vía web y consultar el estado y la ubicación de cada uno de los predios del sistema de parques en una base de datos centralizada en la ciudad de Bogotá.

El aplicativo desarrollado con base a estas necesidades permite a los usuarios y a la UAEPNNC:

Consultar Información Alfanumérica: los funcionarios de UAEPNNC, tienen la posibilidad de consultar, actualizar, borrar y modificar la información de los predios manteniendo un historial que especifica el estado del predio a través del tiempo (conflictos, propietarios, tenedores, matrícula inmobiliaria, avalúos, construcciones, desenglobes).

Consultar Información Geográfica: los funcionarios de UAEPNNC tienen la posibilidad de consultar información geográfica de un predio, ubicar el predio sobre las diferentes vistas

cartográficas que ofrece el aplicativo y visualizar las condiciones de un predio atreves de una galería de imágenes.

Mantener Perfiles de Usuario: Controlar el acceso de los usuarios a los diferentes tipos de contenido que ofrece el aplicativo.

Conservar Copias de Seguridad: La información está mucho más segura debido a que se pueden realizar copias de seguridad del almacén de datos periódicamente.

Cargar información: Los datos resultados de los trabajos de campo pueden ser ingresados directamente al sistema vía Web, manteniendo todos los registros de las diferentes Áreas Protegidas actualizados.

Mitigar la redundancia de información: La información es almacenada en el mismo modelo de datos que suple las necesidades de datos de todos los Parques, se evita manejar la misma información de diferentes maneras.

Agilizar la resolución de Conflictos: Se contribuye a la pronta detección de conflictos, agilizando los procesos para solucionar la problemática social y jurídica que se vive en los diferentes predios de los Parques Naturales.

La instalación del nuevo sistema tiene un gran impacto en el sistema de administración predial de la Unidad de Parques, a nivel tecnológico y organizacional. Se considera necesario extender el soporte al aplicativo con el desarrollo continuo y el soporte a los usuarios que hacen uso del aplicativo.

Con la implantación del nuevo sistema predial, vienen nuevas responsabilidades por parte del instituto, el uso de este tipo de aplicativos explota los recursos Hardware y Software con los que cuenta la Unidad Administrativa Especial de Parques Nacionales Naturales de Colombia, y que hacen parte del plan de desarrollo tecnológico y las políticas de gobierno en línea.

I - INTRODUCCIÓN

Uno de los grandes desafíos de las entidades gubernamentales, principalmente de los países de América Latina, ha sido la búsqueda de una forma de administrar eficientemente la información de los predios rurales, la sostenibilidad o mantenimiento y actualización de su información física, económica y jurídica [PROE2006]. Esto genera problemas sociales en las comunidades que habitan estos territorios, como es el reconocimiento formal de los derechos sobre las propiedades y del uso de la tierra, necesarios en el momento que se presenten actores con otros intereses, ya sean personas naturales, jurídicas o con el mismo Estado, debido a los beneficios que estos terrenos representan a sus habitantes.

La Unidad Administrativa Especial del Sistema de Parques Nacionales Naturales de Colombia, UAESPNNC, es un organismo adscrito al Ministerio de Ambiente, Vivienda y Desarrollo Territorial, con autonomía administrativa y financiera, según el Decreto 216 del 3 de febrero del 2003. Dicha Unidad tiene la responsabilidad de administrar cada uno de los recursos de los parques naturales en Colombia y coordinar el Sistema Nacional de Áreas Protegidas, SINAP.

La Unión Mundial para la Naturaleza (UICN) durante el IV Congreso Mundial de Parques Nacionales y Áreas Protegidas celebrado en Caracas en 1992, define las áreas protegidas como: “Una superficie de tierra o mar especialmente consagrada a la protección y el mantenimiento de la diversidad biológica, así como de los recursos naturales y culturales asociados y manejada a través de medios jurídicos u otros medios eficaces”.

En Colombia esto se ve formalizado a través del Convenio de Diversidad Biológica corroborado mediante la ley 165 de 1994, el cual, dispone en su artículo 2 que “un área protegida se entiende como un área definida geográficamente que haya sido asignada o regulada y administrada a fin de alcanzar objetivos específicos de conservación”.

Como se observa en la Figura 1, cada una de estas áreas protegidas cuenta con una presencia considerable de comunidades indígenas, teniendo en cuenta que 752,780 habitantes de la población total en Colombia son indígenas de 82 etnias, las cuales también se ven afectadas por las diferentes problemáticas referentes al manejo de la información predial. Problemas como el desconocimiento y la desactualización de los linderos prediales de las áreas protegidas, el no reconocimiento de la propiedad sobre territorios, derecho a un sitio para vivir dignamente y acceso a los recursos naturales como bienes colectivos [LEGU2007].



Figura 1.1 Áreas Protegidas

Tomado de: <http://www.parquesnacionales.gov.co>

No solo son las comunidades indígenas las que habitan estos predios de los Parques Naturales Nacionales de Colombia, también habitan otro tipo de comunidades que cuentan con el amparo del gobierno, como son las comunidades negras reconocidas por medio de la ley 70 de

1993, en la cual se contempla el derecho a la propiedad colectiva sobre las zonas que tradicionalmente ocupan. También se cuenta con particulares, campesinos, desplazados, que muchas veces por falta de claridad y precisión en la información que se tiene de las áreas protegidas, entran en conflicto por la obtención de tierras y extensiones en sus linderos.

Por medio de la asesoría de la UAEPNNC, la cual está conformada por 51 áreas de conservación que cobijan el 10% del territorio nacional, y la gestión de SINAP, se han desarrollado políticas, planes, programas, destinando un presupuesto para cada área protegida que se encuentra en el Sistema de Parques Nacionales Naturales, con el fin de dotar a los parques naturales de las condiciones necesarias para preservarlo y poder mejorar las situación económica-predial y la pervivencia de las culturas tradicionales del país [LEGU2007].

Los nuevos avances en Tecnologías de la Información brindan diversas posibilidades de solución al manejo de la información predial con variados beneficios: reducen costos de administración, minimizan el tiempo de operación y publicación de grandes cantidades de información dirigidas a distintos usuarios [RODR2003], facilitan la actualización y disponibilidad de la información predial y contribuyen significativamente a la solución de las diferentes problemáticas sociales que surgen.

La UAESPNNC cuenta con el sistema de información predial para recopilar, almacenar, analizar y evaluar el estado de los predios que conforman los Parques Naturales de Colombia. Inicialmente el sistema predial se diseñó para establecer metodologías y procedimientos que, junto con el aplicativo, garantizaran la actualización y la sostenibilidad de los datos recolectados en cada Parque Natural [ESCO2005].

Con este propósito los datos prediales se actualizan anualmente; los datos locales de cada parque natural se capturan por medio de una plantilla en Excel y son enviados en medio magnético al administrador regional. Esta información se migra a una base de datos desarrollada en Access a nivel regional para luego ser migrada a la base de datos central desarrollada en Oracle en Bogotá.

Es importante anotar que todos estos pasos que hacen parte del proceso de actualización de la información en la sede central de Bogotá, hace que esta pueda llegar con variaciones debido a su alta manipulación y a los diferentes roles de los intermediarios, de esta forma se producen intervalos de tiempos demasiado largos, por lo cual las personas encargadas de realizar análisis en la sede central de Bogotá usualmente no cuentan con información actualizada.

Fortalecer el sistema de información predial actualmente es una de las prioridades de los integrantes del grupo de SIG, debido a la iniciativa que se tiene en la UAEPNNC para solucionar los inconvenientes jurídicos con los habitantes de las áreas protegidas que se encuentran dentro de los Parques Naturales, esto implica la planeación de un presupuesto, un plan de acciones con los habitantes de estos predios que dependiendo de los derechos y amparos que les proporciona la constitución de Colombia, puede implicar reubicación, compra de terrenos, adjudicación y otras negociaciones a las que se pueda llegar entre las dos partes. Este tipo de negociaciones o saneamiento en las áreas protegidas necesita realizarse con información actualizada y de manera rápida.

Debido a que en la construcción del Sistema Predial se tomó principalmente como caso de estudio al Parque Nacional Tayrona y no se tuvieron en cuenta las necesidades que tienen los demás parques en el manejo de los datos por parte de los usuarios locales; como es la necesidad de representar la información alfanumérica y cartográfica, y de un aplicativo que las integre desplegando información dinámicamente, debido a esto este sistema no satisface las necesidades de información para el sistema predial de UAEPNNC.

Se ha hecho imprescindible que la UAEPNNC maneje los datos de manera unificada para todos los Parques Naturales para corregir y normalizar el flujo de información, y que esta cuente con una herramienta que logre integrar los datos cartográficos y alfanuméricos con que cuenta cada unidad de parques del país.

Tal como propone Laudon [LAUD2004], la tecnología de Internet está proporcionando la infraestructura para operar todo el negocio, porque sus estándares se pueden aprovechar para lograr que la información fluya libremente de una parte a otra de la organización.

La UAEPNNC no cuenta con un aplicativo predial en línea que supere estas barreras.

1.1 Descripción del contexto

La unidad de parques naturales en alianza con varias entidades educativas ha venido avanzado proyectos en diferentes áreas temáticas con el objetivo de encaminarse mutuamente hacia su desarrollo tecnológico y profesional.

Con el Departamento de Ingeniería de Sistemas de la Pontificia Universidad Javeriana se ha realizado un trabajo constante con el firme propósito de trabajar en el mejoramiento de los procesos y plataformas que hacen parte de los sistemas con que cuenta la Unidad Administrativa Especial de Parques Nacionales Naturales de Colombia, UAEPNNC.

Como parte de este proceso se ha adelantado hasta la fecha con la autorización y cooperación de la dirección de la unidad de parques naturales, una serie de reuniones con el fin de trabajar de manera conjunta en una solución a los problemas que se están presentando desde hace varios años en el actual sistema de información predial; problemas entre los cuales resaltan de mayor importancia el de saneamiento y manejo de conflictos que se presentan en cada uno de los predios de las áreas protegidas.

La UAEPNNC dentro de sus funciones administrativas se ha comprometido con la Universidad Javeriana para colaborar proporcionando la información que los estudiantes en cuestión necesiten, manteniendo un acuerdo de confidencialidad sobre esta, para que ambas partes cumplan los objetivos propuestos.

1.2 Formulación

¿Cómo solucionar las inconsistencias en el manejo de datos, y permitir a múltiples usuarios con diferentes roles dentro del sistema, acceder y actualizar la información predial desde cualquier parque natural?

2. Descripción del Proyecto

Este proyecto pretende facilitar el manejo de información predial en la UAEPNNC, integrando el manejo de información predial de los diferentes Parques Naturales de Colombia, brindándole las características administrativas a través de una aplicación web para diferentes tipos de usuario.

La necesidad de modificar la forma de manejar la información predial en la UAEPNNC se evidencia debido a la dificultad de administrar los datos generados por los diferentes Parques Naturales de Colombia, en su responsabilidad de sanear o solucionar los múltiples problemas con los que cuentan muchos predios pertenecientes al Estado Colombiano. Muchos de estos inconvenientes legales involucran diferentes comunidades de gran valor cultural para nuestro País, Colombia, entre ellas comunidades negras, comunidades indígenas etc.

Un componente Web permitiría agilizar los pasos necesarios para llevar la información a las personas involucradas en los diferentes procesos administrativos de la UAEPNNC, facilitar el flujo de información desde las diferentes fuentes; desde el cargue de información por parte de los recolectores de datos en las diferentes Áreas Protegidas, hasta la consulta y actualización por parte de los funcionarios de cada una de las territoriales con las que cuenta la entidad, así como el análisis posterior por parte de las áreas legal, técnica y jurídica, según las responsabilidades asignadas.

2.1 Visión global

Facilitar y agilizar las funciones operativas y administrativas, como la toma de decisiones, que tiene la UAEPNNC, permitiendo estandarizar el manejo de la información proveniente de las diferentes áreas protegidas de Colombia, brindándole mayor capacidad de decisión a sus funcionarios al contar con información actualizada y organizada, haciendo que se le dé un mejor trámite a la gran cantidad de conflictos con los que cuentan estas áreas, y de igual manera alinearse con el plan de desarrollo del 2019 que tiene entre sus objetivos sanear los terrenos que se encuentran dentro de los Parques Naturales, esto diseñando un modelo de datos único que se alimente a través de una aplicación web que va ser manejada por todos sus funcionarios de la institución dependiendo el rol que tiene en la organización.

2.2 Justificación

Colombia cuenta con un gran número de Áreas Protegidas compuestas por una gran cantidad de predios, habitados algunos por diferentes tipos de población que en su mayoría son de bajos recursos, incluyendo poblaciones negras, poblaciones indígenas, desplazados por la violencia etc., estos predios tienen una gran cantidad de problemas jurídicos cobijados por las leyes, que por un lado protegen los intereses del estado, y por otro los de la población. Cuando se generan conflictos de estos tipos, la mejor manera de solucionarlos es teniendo la información completa y precisa lo más posible para tomar las decisiones adecuadas en el momento indicado.

Los funcionarios de la UAEPNNC que trabajan en el saneamiento de los predios que se encuentran dentro de las Áreas Protegidas, muchas veces no cuentan con información actualizada y suficiente para poder emitir una opinión que contribuya a evitar o arreglar un conflicto dado con algún predio. Teniendo en cuenta que al no contar con la información de manera organizada, segura, sin redundancia y disponible todo el tiempo retrasa significativamente decisiones que no solamente van a afectar físicamente los predios, sino también posiblemente

personas de bajos recursos, es conveniente agilizar los procesos y no seguir los tan acostumbrados largos periodos de espera para conocer las decisiones por parte del estado.

2.3 Objetivo general

Analizar, diseñar e implementar una aplicación Web que permita actualizar la información predial en el componente de saneamiento de las áreas protegidas de los Parques Nacionales Nacionales de Colombia.

2.4 Objetivos específicos

Realizar un análisis del sistema actual de manejo de la información predial, junto con el modelo lógico y físico de la base de datos.

Diseñar un modelo de datos normalizado que facilite la integración de la información predial, tanto alfanumérica como cartográfica.

Diseñar, desarrollar e implementar el sistema propuesto que integre el componente geográfico con los datos alfanuméricos de la base de datos.

Validar el sistema propuesto, a través de un caso de estudio, con información suministrada por la Unidad Administrativa Especial del Sistema de Parques Nacionales Naturales de Colombia (UAEPNNC)

2.5. Metodología Propuesta

Se propone una metodología de cinco fases que se adapta a las fases del modelo RUP, tomando las actividades necesarias para el proyecto SIPREDIAL. Se propone una metodología basada en RUP debido a la flexibilidad que tiene este de adaptarse a cada proyecto, haciendo uso de buenas prácticas en el desarrollo de software, como desarrollo iterativo, administración eficiente de requerimientos y prototipos incrementales.

Etapa de análisis. Se estudia y entiende el sistema predial y la problemática que se quiere resolver mediante este; se identifica la información que se maneja, cómo se maneja y qué análisis intentan realizar los diferentes usuarios que tiene la UAEPNNC, tratando de identificar los requerimientos más importantes que necesitan ser implementados o modificados. Esto se realizó por medio de las siguientes actividades:

Etapa de diseño. Esta es una de las etapas más importantes, ya que, teniendo en cuenta los requerimientos analizados, se crea un modelo de datos con el cual se pueda organizar y almacenar la información de tal forma que sea estándar y funcione para los Parques Naturales.

Etapa de desarrollo. Se construye el modelo de datos y la aplicación web, de manera que una vez terminada tenga la capacidad de ponerse en funcionamiento con datos reales, teniendo en cuenta que va a cubrir los requerimientos que se identificaron en la etapa de análisis.

Etapa de implementación: el producto obtenido en la etapa de desarrollo se pone en funcionamiento con datos reales de dos parques naturales con los cuales se cargan datos suministrados por la UAESPNNC teniendo como resultado un ambiente adecuado para generar las pruebas pertinentes.

Etapa de pruebas: una vez se tenga el sistema con datos reales, se generan las pruebas pertinentes de la mano de usuarios de la UAEPNNC con lo cual se pueda evaluar de forma clara el funcionamiento del sistema teniendo en cuenta los requerimientos identificados previamente.

II. MARCO TEÓRICO

El objetivo de este capítulo es abordar los conceptos relacionados con los procesos y tecnologías que se utilizaron con el fin de cumplir los objetivos propuestos en este documento. A continuación se detallarán aspectos de la plataforma tecnológica que componen un sistema de información geográfico, SIG, conceptos y consideraciones que se tuvieron en cuenta en el momento del diseño del modelo de datos prediales, así como de los recursos que soportaron el desarrollo de la aplicación Web.

2.1. Marco Conceptual Contextual

Los Sistemas de Información Geográfica (SIG) tienen su origen aproximadamente en los años cincuenta y sesenta, cuando por medio de investigaciones se determinó que existía la necesidad de administrar de una mejor manera la información geográfica. Una aplicación práctica que pudo argumentar este tipo de sistemas sucedió en 1854, cuando el Doctor John Snow, por medio de un mapa de Soho, Londres, representó las incidencias de casos de cólera de sus habitantes, descubrió que el foco de contaminación se encontraba en un pozo contaminado, y así logro disminuir la rápida expansión que estaba presentando esta enfermedad.

La utilización de los SIG implica una serie de operaciones o procesos, que inician en el momento en que se recolecta la información, y terminan cuando esta es consultada gráficamente por un usuario final, este proceso está compuesto principalmente por cuatro pasos[1]:

Obtención y entrada de la información: esta etapa es fundamental para poder contar con un sistema efectivo. Generalmente los datos provienen de diferentes fuentes. Estas fuentes pueden ser funcionarios, instituciones gubernamentales, entidades privadas etc., de este modo, es responsabilidad de los encargados de alimentar el sistema, realizar un filtro adecuado, de manera que se tenga información confiable, y lo más exacta posible. En caso de no tener el

[1] Barredi, Cano, Sistemas de Información Geográfica y evaluación multicriterio en la ordenación del territorio, 2 Edición, Alfaomega

cuidado necesario en cuanto a la información que se ingresa, cualquier esfuerzo siguiente conlleva a un resultado no deseado por parte del usuario final.

Gestión de los datos: se detalla con más cuidado la forma en la que se va a organizar y mantener, la información en el motor de base de datos.

Transformación y análisis de datos: se realizan todas las actividades, que se consideran la base, para que un SIG pueda ser realmente útil; es acá cuando se analizan y relacionan los datos almacenados, para que estos produzcan resultados para algún usuario. Muchas veces el descubrimiento de estas relaciones entre los datos, es el proceso que conlleva más tiempo, debido a que puede que no sea intuitivo en lo absoluto.

Salida de los datos: se describe cómo la información es presentada al usuario final. Lo que se espera en la mayoría de los casos para un sistema de estos, es que la información tenga un contenido gráfico, alimentado por datos alfanuméricos, suprimiendo la necesidad de que el usuario sepa cómo se están manejando los datos en el sistema, él simplemente está interesado en realizar análisis de esta información con las herramientas proporcionadas en la aplicación. Canadá vio los beneficios que un sistema de este tipo podría generar en la agricultura, y es así como se encarga a Tomlinson (uno de los pioneros de este campo) para que desarrollara el Sistema de Información Geográfica de Canadá (Canadian Geographic Information System), posteriormente reconocido como uno de los primeros y más importantes SIG. A partir de este momento algunos países como Estados Unidos e Inglaterra muestran avances significativos en este campo [2]. Este sistema fue bastante novedoso, debido a que permitía superponer capas de información, para llevar a cabo diversos análisis y escaneos, con coordenadas de todo el continente.

Actualmente el manejo de las Áreas Protegidas ha tomado importancia en algunos países, que han visto la necesidad de preservarlas como una forma de contribuir al cuidado del medio ambiente. Una forma de hacerlo, es centralizando la mayor cantidad de información detallada y actualizada de estas Áreas, para así darle un mejor manejo a los diferentes conflictos que se

[2] SIG Y Medio Ambiente: Principios básicos. [Online]. Disponible en:
<http://www2.uca.es/dept/filosofia/TEMA%202.pdf>

dan en estos espacios. Los datos que se manejan en los sistemas de información utilizados (herramienta importante para administrar estas Áreas) tienen un alto grado de volatilidad, debido a que constantemente se presentan diferentes procesos legales e ilegales, que conllevan cambios físicos en los terrenos. En el caso colombiano, la UAEPNNC ha concentrado sus esfuerzos en monitorear los predios pertenecientes a las Áreas Protegidas, las razones para hacerlo son muchas, y cada una de ellas afecta de alguna forma empresas, personas y/o comunidades. A través de los últimos años, se ha notado un incremento de actuaciones indebidas por mal uso de los suelos, falta de claridad en los límites, acciones ilegales de los particulares frente a decisiones jurídicas que involucran predios etc. Es por esto que cada acción que se tome en un proceso de este tipo, puede implicar una serie de modificaciones o adiciones en los datos almacenados en el sistema de información [3]. Debido a esto, la experiencia de algunas entidades encargadas de administrar estas Áreas, dice que es deseable contar con algunas características en la información:

- Alta disponibilidad
- Estandarización
- Confiabilidad
- Actualización constante

Una iniciativa en el Departamento del Medio Ambiente de Cataluña, España, implemento con éxito un sistema que permite manejar de manera eficaz la información geográfica y alfanumérica de las Áreas Protegidas, mediante un modulo que permite gestionar diferentes actividades regulares (almacenamiento, consultas, análisis y publicaciones). Este sistema está construido bajo tres componentes fundamentales [3]:

- Base de datos relacional

[3] Sistemas de Información para el seguimiento del catálogo de espacios naturales protegidos. [Online] Disponible en: <http://www.creaf.uab.es/MiraMon/publicat/papers/6set-geo/SistemaDeInformacionParaElSeguimientoDelCatalogoDeEspaciosNaturalesProtegidos.pdf>

- Aplicación Web
- Sistema de información geográfica

Teniendo información detallada de las áreas naturales que están presentes en el territorio español, este sistema ha permitido tomar decisiones acertadas con base en fundamentos precisos que se acercan a la realidad actual de los hechos, esto debido a que el sistema de información geográfico se alimenta continuamente desde las diferentes zonas por parte de funcionarios locales, que tienen como función recolectar información, y periódicamente hacerla disponible a través del sistema para los demás funcionarios y personas interesadas.

2.2. Definiciones

Acción: son todas aquellas actividades que realiza cualquier persona sobre un predio que se encuentra en conflicto (demandas, peticiones, aclaraciones etc.)

Área protegida: un área protegida se entiende como un área definida geográficamente que haya sido asignada o regulada y administrada a fin de alcanzar objetivos específicos de conservación

Avalúo: es el proceso a través del cual se le da un valor económico al predio. Existen dos tipos de avalúo, catastral y comercial. El primero lo tiene en cuenta el estado para cobrar los impuestos; lo realiza catastro para evitar que el avalúo comercial se sobredimensione. El segundo lo establece la propia dinámica del mercado.

Conflicto: es un estado en el cual se encuentra un predio que se halla parcial o totalmente dentro de una Área Protegida, y que involucra a dos o más partes (personas naturales, comunidades indígenas, comunidades negras, personas jurídicas, el estado etc.) que interponen acciones legales de acuerdo a inconformidades, y están pendientes de decisiones judiciales.

Modo de adquisición: son las diferentes formas en la cuales una persona adquiere el dominio sobre un predio.

Predio: es un terreno urbano o rural delimitado. Para el caso de la UAEPNNC, se tiene interés en todos los predios rurales.

Registro inmobiliario: contiene el historial de un predio, especificando compradores, vendedores, tipo de adquisición, hipotecas, usufructos, y en general el estado actual.

Saneamiento: es el esfuerzo que realiza el estado a través de la UASPNNC, donde se pretende dar fin a los diferentes conflictos que involucran predios que se encuentran parcial o totalmente dentro de un Área Protegida. La solución que más se desea es la compra de terrenos por parte de la UAEPNNC para poder brindarle un cuidado adecuado.

SIG: Sistema de Información Geográfico

Traspaso: se ejecuta cuando un vendedor pasa el dominio del bien a un comprador por un valor económico establecido por las dos partes.

UAEPNNC: Unidad Especial Administrativa de Parques Nacionales Naturales de Colombia.

2.3. Métodos comunes de almacenamiento de la información.

2.3.1 Archivos planos

Un archivo plano es un documento creado con el ánimo de almacenar información relevante, para manejarla y accederla de una forma fácil en cualquier momento, por medio de un computador o cualquier hardware que cuente con el software necesario. Este sistema de almacenamiento es muy útil en cualquier contexto en el que los datos no crezcan de manera signifi-

cativa[4]. A pesar de esto, la manera como las empresas y las personas manejan los datos ha cambiado sustancialmente, el incremento de usuarios finales y la necesidad de procesar datos ya no solo en los principales departamentos de las empresas, permitió concluir que los archivos planos habían dejado de ser eficaces, debido al incremento en el volumen de información que generaban las industrias emergentes[5].

Cuando se tiene este sistema de almacenamiento en un ambiente que se componga de diferentes grupos de trabajo, dependencias y departamentos, puede que genere ciertos inconvenientes, estos pueden estar relacionados con redundancia de información (diferentes archivos almacenan los mismos datos), problemas de seguridad (facilidad de acceso y/o pérdida), falta de control de cambios en los datos, esperas prolongadas en el intercambio de información etc., es por esto que en un ambiente de este tipo, puede ser conveniente considerar otra forma de almacenar los datos.

2.3.2 Bases de datos

Las bases de datos son un sistema de almacenamiento que evita muchos inconvenientes que se presentan en los archivos tradicionales. Las bases de datos centralizan los datos (**Ver figura 2.1**), permitiendo una mejor organización y control. La tarea de manejar y administrar los datos recae sobre una o más personas con el rol de Administradores, los cuales se responsabilizan de que los datos siempre estén disponibles, tengan respaldo (copias de seguridad), y presenten un buen rendimiento cuando se acceden por los usuarios.

[5] Kennet, Laudon, Sistemas de Información Gerencial, 2004, editorial Pearson, PP 227

[6] Miklau, G. Securing history: Privacy and accountability in database systems. University of Massachusetts

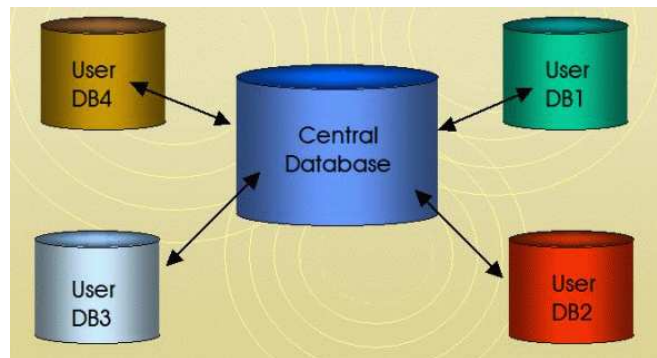


Figura 2.1 Centralización de los datos⁷

Ventajas en el uso de las bases de datos

Manejo de la concurrencia: uno o muchos usuarios pueden acceder a la misma información en el mismo momento, incrementando el rendimiento y al mismo tiempo manteniendo la integridad de los datos.

Seguridad: se pueden crear perfiles y detallar exactamente que usuario puede acceder a que información.

Control de cambios: puede mantener con rigurosidad registro de las acciones que ejecutan los usuarios (inserción, modificación, actualización o eliminación de datos)

Respaldo de la información: se pueden generar copias de seguridad de los datos, permitiendo la recuperación de los datos en caso de fallas de hardware o errores de procesamiento.

2.3.3 Modelo de datos Relacional

⁷ <http://www.cyber-swift.com/img/database-design-outsourcing.gif>, ultima visita 20 de Diciembre de 2009

El modelo de datos relacional (RDMS), es un modelo de base de datos muy utilizado, diseñado por Edgar Codd en los años noventa. Se diseña un modelo a través de entidades. Cada una representa algo significativo en algún contexto. Cada entidad tiene atributos, los cuales son características descriptivas, y entre las entidades existen relaciones que reflejan la forma en la cual se organizan los datos en el modelo.

Para acceder a los datos almacenados, se hace a través de un lenguaje llamado SQL (Structured Query Lenguaje[8]), que tiene su propia sintaxis, esto permite que tanto usuarios que conozcan el lenguaje accedan a los datos, como usuarios que no lo conozcan a través de las aplicaciones, esto lo vemos todo el tiempo, un ejemplo común es cuando accedemos a nuestro correo electrónico a través de una página web, para un usuario normal es simplemente colocar su nombre de usuario y contraseña, y continuar, pero por debajo existe una aplicación que con los datos que suministramos, construye una consulta SQL que es la que recibe el sistema de manejo de bases de datos, donde posteriormente verificará si estamos registrados como usuarios, comprobando que tanto el nombre de usuario como la contraseña coincidan con algún registro, y una vez confirmado nos deja o no acceder (**ver figura 2.2**).

[8]Lenguaje que surgió en los años 70', su primera versión fue desarrollada por IBM para la extracción, actualización y modificación de los datos que se encuentran almacenados en bases de datos relacionales. [Online]. Disponible en:
http://publib.boulder.ibm.com/infocenter/idshelp/v115/index.jsp?topic=/com.ibm.admin.doc/ids_admin_1129.htm

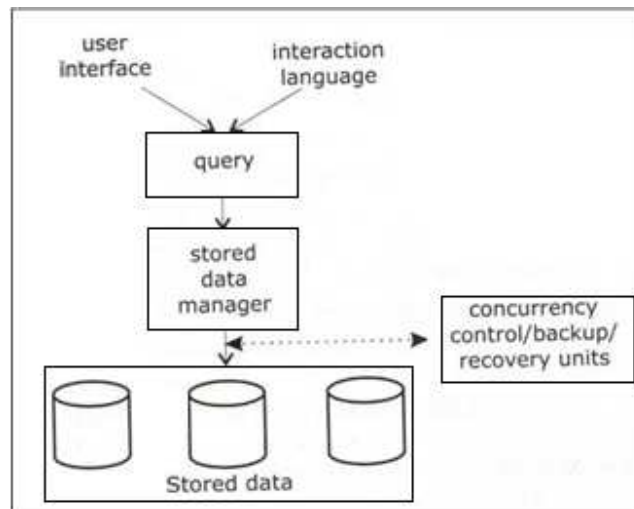


Figura 2.2 Peticiones a las bases de datos⁹

2.3.4 Modelo de datos geográficos

Los modelos que manejan información geográfica y alfanumérica, cuentan con datos espaciales, que visualizan los aspectos importantes del espacio, y con los atributos de los datos, que describen las características de estos aspectos importantes del espacio[10]. La forma que se ha venido utilizando para unir los datos alfanuméricos y geográficos, es mediante identificadores únicos en cada una de sus tablas, en la tabla alfanumérica, se encuentra toda la información descriptiva que puede ser relevante en determinado caso, como el país donde se encuentra el área, el clima que tiene, la altura sobre el nivel del mar, y las tablas geográficas deben tener los datos necesarios para que puedan ser interpretados, adicionalmente a esto, entre los dos modelos de datos, a nivel de los atributos de las tablas, debe existir por lo menos un atributo común (**ver figura 2.3**), del mismo tipo, que permita relacionar los datos de los dos modelos, para poder desplegar la información que realmente se requiere, tanto la forma visual mediante la capa geográfica que despliega el mapa, como la información alfanumérica

[9]Chan, Kang, Introduction to Geographic Information Systems

[10] Chan, Kang, Introduction to Geographic Information Systems, Fourth Edition

referente a este, un ejemplo puede ser los departamentos de un país indicando como se distribuye su población y que censo se tiene en cada región.

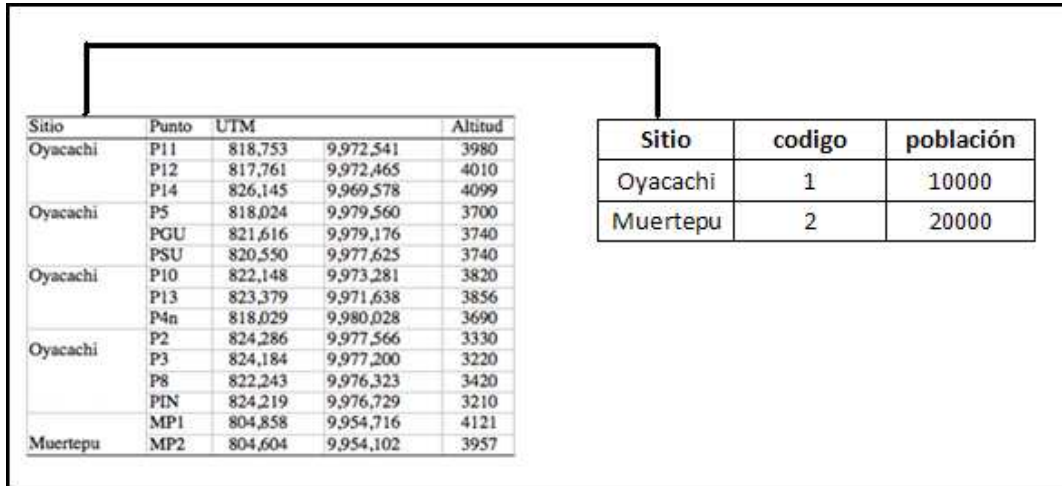


Figura 2.3 Relación de datos alfanuméricos y geográficos.

2.4 Forma de representar la información geográfica en un SIG.

La incapacidad que las personas presentan para visualizar y comprender un territorio, con los diferentes componentes y actores que lo constituyen, ocasiona una gran incapacidad para predecir su comportamiento[11]. Un sistema de información geográfico (SIG), es una herramienta tecnológica que involucra software, hardware y datos geográficos, permitiendo comprender la geografía de uno o más problemas, a través de la consulta, modificación, despliegue y análisis de los datos para identificar comportamientos y tendencias de componentes involucrados y la forma como se relacionan con una ubicación. Un SIG, organiza los datos geográficos de forma tal que las personas que los interpretan cuenten con la capacidad de filtrar los datos necesarios para una tarea con un fin específico.

[11]Park, Jinsoo. Geographic Information Systems and Problem Solving Environment. [Online]. Disponible en: <http://www.acm.org/crossroads/xrds4-1/pse.html?searchterm=Geographic+Information+System>

Usualmente se piensa en un SIG como un mapa que representa un territorio, realmente este concepto conlleva una serie de componentes, que integrados representan una poderosa herramienta informativa. Estos SIG cuentan con capas cartográficas, encargadas de representar un conjunto de datos con una característica común, por ejemplo, información de una región con la distribución de su población, o los diferentes tipos de climas en un territorio, estas capas cartográficas se pueden visualizar individualmente, pero cuando se tienen diferentes criterios sobre un mismo espacio, es posible producir muchos más análisis, puede llegar a ser conveniente no solo saber el clima de una región, sino también saber qué población vive en que clima para identificar las enfermedades que se producen en clima frío, templado y cálido. Estas capas cartográficas pueden ser interpretadas por un software, permitiendo integrarlas y alimentarlas alfanuméricamente para producir resultados gráficos y dinámicos para que múltiples usuarios puedan consultarlas. El software que integra los SIG puede ser libre (no es necesario la compra de licencias) o puede ser de algunos fabricantes como ESRI, que vienen desarrollando componentes robustos. Las capas cartográficas constituyen un conjunto de datos modelados y agrupados de forma similar. En un mismo contexto pueden ser fácilmente integradas, para ser visualizadas en un mismo plano.

Los modelos de datos que soportan los SIG manejan datos de manera similar a cualquier sistema de información o base de datos, una característica importante adicional es que son geográficamente referenciados, esto significa que son interpretados por un software, si los vemos como cualquier otro dato similar a un archivo de texto, vamos a ver números y letras que posiblemente no tengan sentido, pero si los vemos a través de un software pueden ser muy ilustrativos para cualquier usuario.

Como se puede ver en la **figura 2.4**, se pueden organizar los datos geográficos en diferentes capas, en un SIG que contenga la información de una comunidad de personas, se puede tener una capa cartográfica con la información de la distribución de su población en un territorio, otra capa con la información de la distribución de la vegetación, otra capa con la distribución de su fauna etc., todas dentro del mismo territorio donde se encuentra la comunidad para que

tenga sentido sobreponerlas, en determinado escenario, se pueden ejecutar análisis involucrando las capas que sean necesarias.

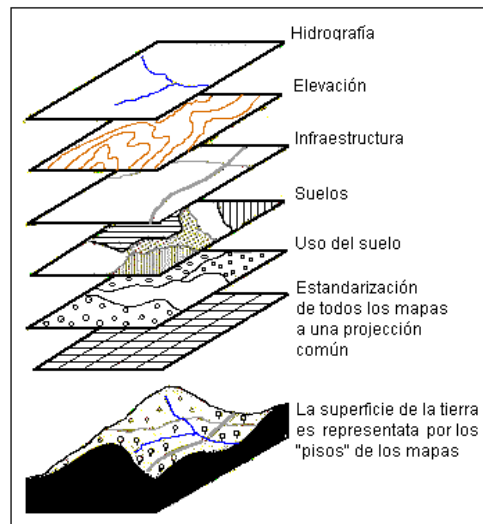


Figura 2.4 Visualización capas geográficas¹²

2.5 Representación de imágenes

Los vectores son utilizados cuando es importante conocer la localización de los objetos, en un espacio determinado, y estos objetos se pueden representar con límites definidos, este método utiliza una descripción de la imagen expresada matemáticamente (**ver figura 2.5**).

[12] <http://www.fao.org/sd/spdirect/gis/Giscover.gif>, última visita: 15 de diciembre de 2009

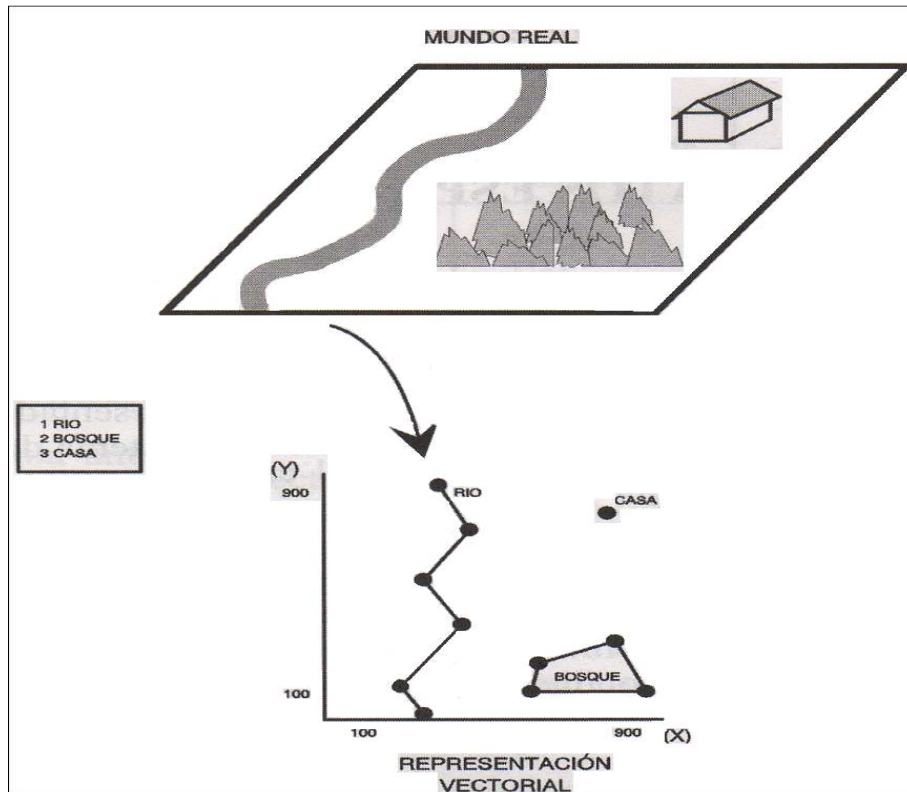


Figura 2.5 Representación de la información con vectores¹³

Estos datos se pueden almacenar en una base de datos en forma de registros, que además, pueden tener otros atributos adicionales para describir de una mejor forma el sistema. Se representan digitalmente de tres formas distintas: punto, línea y polígono.

Punto: es una representación geométrica constituida por un conjunto de coordenadas (x,y) usado principalmente para describir características en la imagen.

Línea: con ellas se representan uniones de dos o más puntos con lo cual se representa rasgos geográficos de una región (**ver figura 2.6**).

[13]Chan, Kang, Introduction to Geographic Information Systems

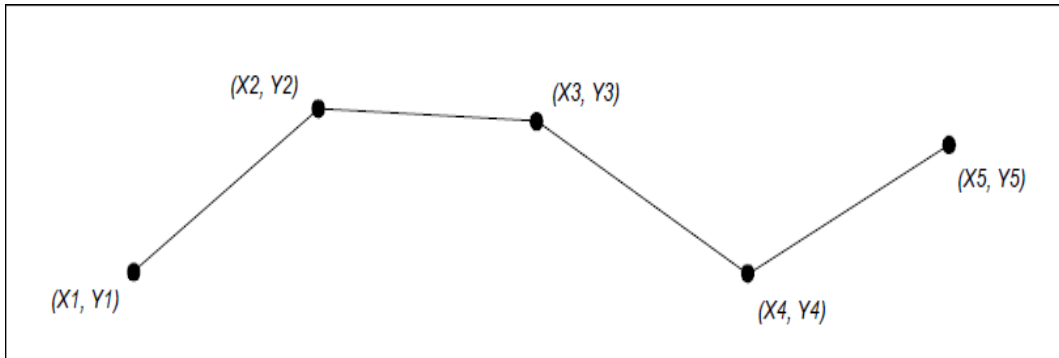


Figura 2.6 Unión de puntos representan figuras¹⁴

Polígono: son representación de líneas cerradas que representan una superficie delimitada. Cuando se construye una figura con varios polígonos, estos pueden o no compartir líneas, con lo cual dos áreas en una representación pueden ser adyacentes o sobrepuestas (**ver figura 2.7**).

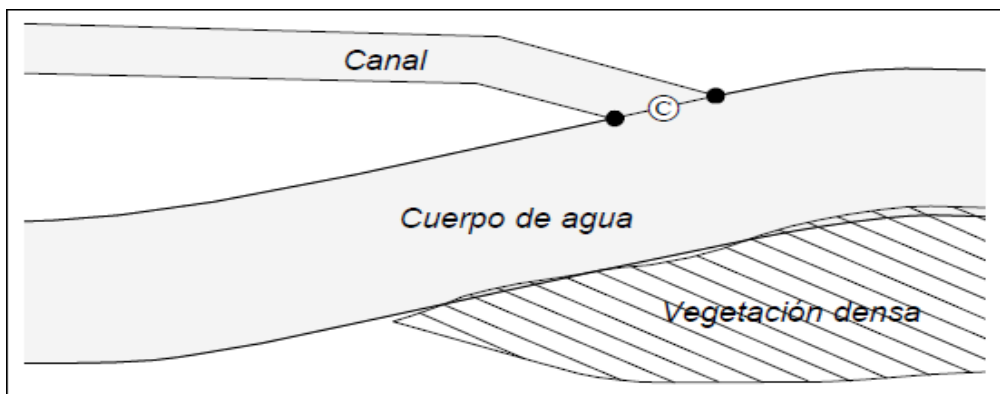


Figura 2.7 Construcción de polígonos.

Tomado de: Chan, Kang, Introduction to Geographic Information Systems

[14]Chan, Kang, Introduction to Geographic Information Systems

Cada una de estas unidades está restringida por un conjunto de reglas predeterminadas, una muy fundamental, es que los polígonos no se puedan cruzar, esto para conservar la integridad y facilidad de interpretación de la información a la hora de realizar las consultas graficas. Teniendo esta serie de características, se puede asegurar el acceso, interpretación y procesamiento por medio de computadores.

2.6 Normalización

Con el paso del tiempo los diferentes motores de bases de datos han avanzado mucho en diferentes campos, debido a la estandarización en la forma de diseñar modelos de datos, se ha avanzado significativamente ya no solo en el soporte para un correcto almacenamiento, sino también para interactuar con información guardada de manera rápida[15].

Cuando se tienen bases de datos extensas, o con posibilidad de crecimiento, las cuales manejan volúmenes de datos considerablemente grandes, surge la necesidad de simplificar las cosas al máximo, esto se lleva a cabo realizando varias actividades; minimizando la redundancia de datos, dejando las relaciones estrictamente necesarias entre tablas, incrementando la integridad de los datos, mayor eficiencia en el uso del espacio físico[16], todo eso contribuye en varios aspectos:

- Cualquier persona puede entender en un momento dado el modelo, para realizar cambios o labores de mantenimiento.
- Disminución de almacenamiento innecesario.
- Procesamiento de consultas en menor tiempo.

Este proceso de mejoramiento se conoce como forma normal, este proceso conlleva una serie

[15] Disponible en: http://www.databasedev.co.uk/database_normalization_basics.html

[16] Disponible en:

<http://faculty.ksu.edu.sa/zitouni/203%20Haseb%20%20Lecture%20Notes/Database%20Normalization.pdf>

de fases que implican la verificación de una serie de reglas en las diferentes relaciones entre tablas que componen los modelos, que dependiendo de su cumplimiento, se dice que el modelo cumple la forma normal específica, o está normalizado. Existen varios niveles de formas normales, pero generalmente se considera que un modelo tiene un estado adecuado cuando se encuentra en segundo o tercera forma normal.

Primera forma normal: Esta regla establece que las columnas repetidas siempre se deben colocar en tablas separadas, esto ayuda a la organización de la información. Esta regla es de mínima exigencia en empresas que manejan bases de datos transaccionales con grandes volúmenes de datos.

Segunda forma normal: esta forma normal indica que todos los atributos, sin excepción, deberán ser funcionalmente dependientes de la llave primaria que tiene la tabla. En caso de que un atributo sea parcialmente dependiente, deberá ser removido de la tabla, y colocado en una nueva relación con su respectiva llave foránea que relacione la tabla original [17].

Tercera forma normal: un modelo o relación se encuentra en tercera forma normal si todos los atributos sin clave son funcionalmente dependientes de la clave primaria, y se evitan las dependencias transitivas [18]⁸. En este estado se tiene un nivel de organización mayor, permitiendo dividir e identificar con mayor claridad las relaciones y los dominios de cada tabla.

Existen más niveles de normalización para los modelos de datos, donde se pretende organizar la información de la mejor manera posible, ya que en bases de datos que generen muchas transacciones, se puede incrementar considerablemente el rendimiento de las consultas.

[17] Kendall, Kenneth, Análisis y Diseño de Sistemas, Pearson Educación, Sexta Edición.

[18] Kendall, Kenneth, Análisis y Diseño de Sistemas, Pearson Educación, Sexta Edición

2.7 Arquitecturas para soluciones Web

Así como en el contexto de la construcción, los ingenieros civiles deben resolver dos fuerzas primarias, tensión y compresión, en el contexto de la ingeniería de sistemas, el desarrollo de software debe resolver un conjunto de fuerzas diferentes que dependen de la particularidad del problema. Para cada sistema que se quiera implementar es necesario considerar variables como el costo, funcionalidad, compatibilidad, dependiendo del dominio, en el problema también es necesario analizar la capacidad, disponibilidad, rendimiento, tolerancia a fallos, seguridad, las cuales dependerán directamente de los requerimientos del sistema.

Disponibilidad: capacidad que tienen los sistemas de información de permanecer en funcionamiento, respondiendo a las acciones de todos los usuarios. Se ha visto que los llamados tiempos muertos, en los cuales estos sistemas dejan de funcionar, son extremadamente costosos para las empresas, debido a que paraliza las transacciones, y esto usualmente se traduce en dinero[19].

Rendimiento: mantener los sistemas en funcionamiento ya no es suficiente, con el nivel cada vez mayor de procesamiento, debido al incremento de datos y usuarios esta característica es trascendental para satisfacer los requerimientos no funcionales del sistema[20].

Seguridad: característica que permite conservar la integridad del sistema, y que asegura que la información llega a manos de usuarios autorizados. Esta característica hoy en día se considera primordial en las empresas, ya que actualmente el robo de información y fraude por parte de personas pertenecientes a las mismas empresas, están incrementándose.

[19] Disponible en: <http://www.swgreenhouse.com/Productos/Vision/DefHighAval.html>

[20] Disponible en <http://www.di.uniovi.es/~dflanvin/docencia/dasdi/teoria/Transparencias/06.%20Arquitectura%20Web.pdf>

Escalabilidad: con el incremento de usuarios en la Web, es primordial que esta característica sea tenida en cuenta en el diseño, para poder adaptarse a nuevos dimensionamientos en futuros cercanos. La escalabilidad debe ser tanto horizontal como vertical.

La red Internet le debe el éxito en gran parte debido su arquitectura de software que se diseño para satisfacer las necesidades de un sistema distribuido escalable. Los sistemas Web modernos enfatizan en las características de escalabilidad de componentes, interacción de componentes, desarrollo independiente de componentes, componentes intermedios para reducir el tiempo de interacción y seguridad[21].

Existe una necesidad de una arquitectura multicapas, esta nace debido al requerimiento de escalabilidad, flexibilidad y seguridad que se torna muy difícil de cumplir en aplicaciones distribuidas. El modelo estándar para la computación distribuida es el cliente servidor que puede ser visto como una arquitectura de dos capas. Sin embargo esta estructura tiene muchas limitantes que pueden aliviarse distribuyendo los recursos de una manera más sistemática. Uno de los problemas que se presentan en la arquitectura de dos capas es que tiende a convertirse en una gran aplicación monolítica. Estas aplicaciones deben ser desarrolladas con cuidado debido a los recursos limitados del sistema.

[21] **Fielding, Roy T**, Information and Computer Science, University of California, Irvine

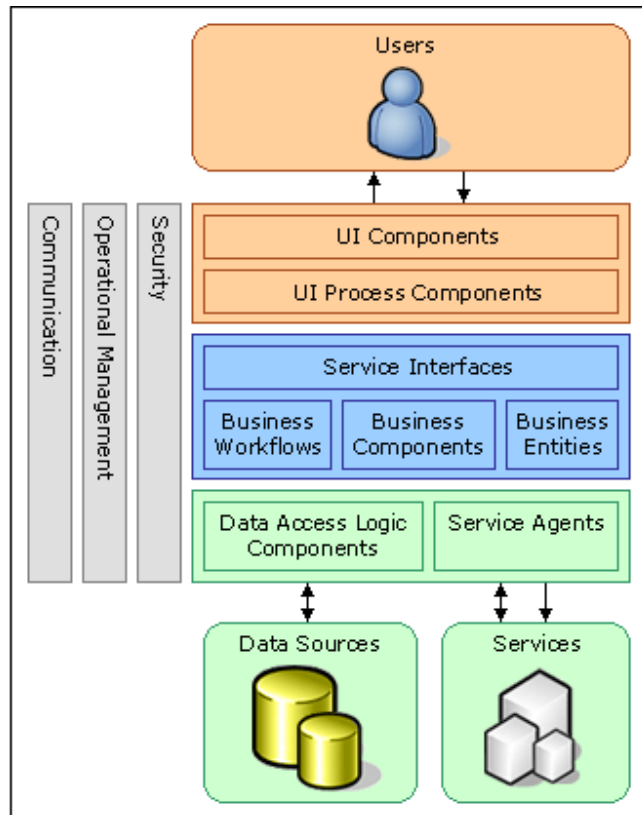


Figura 2.8 Modelo de capas²²

Tomado de: <http://www.ralfw.de/weblog/images/SoftwareCells/f00aa01.gif>

La arquitectura multi-capa ayuda a que la aplicación pueda ser descompuesta en grupos de tareas en el cual cada grupo tiene un nivel particular de abstracción. Esto representa el principio más claro de divide y vencerás. Al examinar cada capa individual con más detalle podemos observar que son consisten en un conjunto de diferentes componentes con cierto grado de complejidad. Componentes en capas diferentes utilizan las interfaces de cada capa para comunicarse entre ellos. Las capas prestan servicios a las capas más bajas y consumen servicios de las capas superiores.

[22]<http://www.ralfw.de/weblog/images/SoftwareCells/f00aa01.gif>, última visita: 13 de diciembre de 2009

El primer escenario es probablemente el más conocido. Un cliente hace una petición a sobre la capa N, debido a que esta capa no puede resolver la petición por si sola le pasa la responsabilidad a la siguiente capa, hasta alcanzar la capa más baja, donde los servicios son finalmente realizados. Una característica de la comunicación hace abaja es que la capa que recibe la petición de cliente por los general transforma una petición en muchas peticiones sobre las capas inferiores.

Esto se debe a que la capa más alta, está en un nivel de abstracción más alto y es su responsabilidad mapear un servicio de alto nivel en uno o más servicios de baja abstracción.

III. PROCESO

3.1. Desarrollo del Proyecto

En esta sección se describe la metodología que se utilizó para el desarrollo del proyecto de software SIPREDIAL.

Se utilizaron prácticas de desarrollo de proyectos de software, que le facilitaron al equipo los recursos necesarios para una buena administración y por lo tanto la entrega de un producto que satisficará los requerimientos del cliente, asegurando la calidad del producto; desarrollo iterativo, administración de requerimientos y prototipos incrementales.

3.1.1 Administración del Proyecto

Rational Unified Process, RUP, fue la metodología que se utilizó para asignar tareas y responsabilidades en el proyecto. Inicialmente se plantea una metodología de cuatro fases (análisis, diseño, desarrollo e implementación), pero en el transcurso del proyecto se detecta una similitud con la metodología RUP, debido a que es flexible en la adopción e implementación de sus fases dependiendo las necesidades para cada proyecto. También se tiene en cuenta la evolución de los prototipos, producto de las iteraciones que se realizaron de acuerdo a nuevos requerimientos a través del proyecto.

Una vez seleccionada la metodología se resaltaron las prácticas que se consideraron esenciales de acuerdo a la experiencia previa del equipo, se identificó una buena administración de requerimientos, una arquitectura robusta basada en componentes, utilización de prototipos incrementales, verificación constante de los requerimientos y un control de cambios para todos los artefactos producidos; documentos y artefactos software.

Se estableció previamente un plan de aseguramiento de calidad basado en un desarrollo iterativo que permitiera acondicionar el proyecto a nuevos requerimientos, y sugerencias por parte de los funcionarios de la entidad que implicaran cambios en los prototipos presentados. Este fue el orden de las actividades que se llevaron a cabo para darle inicio al proyecto, pensando en que este requeriría una documentación amplia debido al tipo de desarrollo; documentos que hacen parte del flujo de trabajo y otros que son compromisos particulares con la UAEPNNC.

3.2 Dimensiones del RUP

El proceso se puede representar en dos ejes: Horizontal y Vertical.

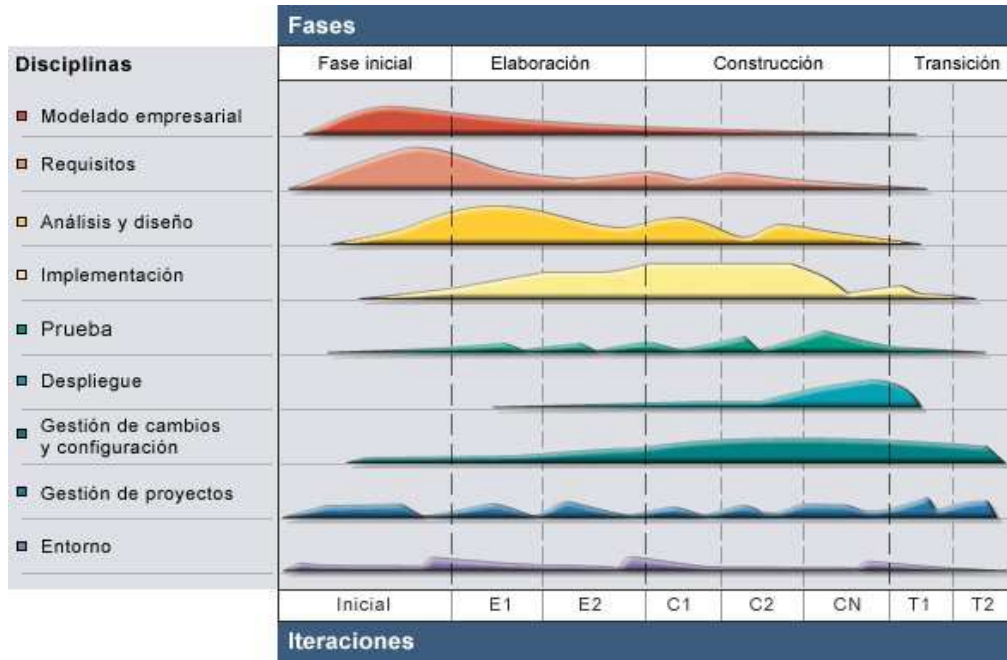


Figura 3.1 Dimensiones de RUP

El eje horizontal representa tiempo y muestra aspectos dinámicos del proceso, iteraciones y el progreso de un ciclo de vida; cada proyecto se divide en cuatro fases significativas llamadas: inicio, elaboración, construcción, y transición.

El ciclo de vida es dividido en iteraciones, cada una de estas iteraciones produce una nueva generación del producto. Los artefactos no se congelan, alcanzan estados específicos dependiendo la fase en el ciclo de vida para reflejar su madurez.

El eje vertical representa aspectos estáticos del proceso, describe el proyecto en función de las tareas, artefactos y responsables de cada una de las actividades.

El proceso tiene cuatro fases secuenciales: fase inicial, elaboración, construcción, y transición. Cada una de ellas juega un papel central en el proceso de desarrollo iterativo e incremental; así mismo, cada una concluye con un hito importante.

Fase	Hito
Inicio	Definir los objetivos y el alcance del proyecto.
Elaboración	Definir un plan y la arquitectura del proyecto.
Construcción	Producir un producto operacional.
Transición	Entrega del producto.

Tabla 3.2 Fases del modelo RUP

A continuación se detalla cómo fueron concebidas cada una de las fases del modelo RUP para el desarrollo del producto.

3.2.1 Fase Inicial

Antes de realizar un plan del proyecto de software, es necesario ejecutar previamente un primer acercamiento con el cliente para lograr una mejor estimación de los recursos que se van a invertir para el éxito de este.

La actividad inicial para lograr esto fue hacer una investigación previa de los objetivos y las funcionalidades de la Unidad de Parques Naturales Nacionales de Colombia. Luego se utilizaron diferentes métodos para llevar a cabo un análisis detallado del sistema actual y sus componentes.

El resultado inicial era un artefacto de documento en el cual se diagnosticaba el estado actual del sistema predial y el flujo de datos a través de la organización (**ver sección de anexos,**

Documento de Diagnostico). En este se detallan los problemas del actual sistema y los conflictos que existen a nivel administrativo.

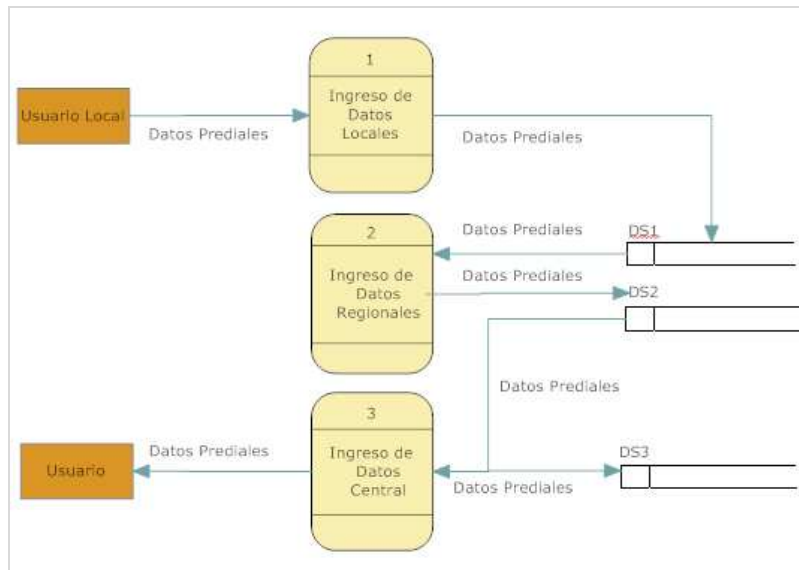
El método que se utilizó fue la entrevista como instrumento de validación. Se realizaron varias sesiones, inicialmente con el administrador de la base de datos geográfica y alfanumérica y los aplicativos, el ingeniero Rubén Darío Aristizabal, quien fue la persona que recibió al equipo de estudiantes y expresó su necesidad de mejorar el actual sistema predial. En las siguientes sesiones se entrevistó a diferentes tipos de usuarios, es decir funcionarios de varias disciplinas que hacen uso del sistema.

Se describieron las principales necesidades y retos que tenía la institución con el tema del saneamiento de las Áreas protegidas. Se solicitó la mayor información posible acerca de los sistemas actuales de información y se obtuvo como resultado la información de tres de los sistemas principales que manejaba la unidad.

El concepto del software nació de las expectativas principalmente del Ingeniero Rubén Aristizabal, con quien se realizó la mayor parte del análisis de requerimientos, tanto a nivel de plataforma e infraestructuras como a nivel del aplicativo, puesto que para el desarrollo era la persona con más conocimiento de los detalles técnicos.

Cada Parque estaba administrando la información en un ámbito independiente y lo hacía con herramientas que variaban según el tipo de funcionario encargado para manejar la información, en algunos casos profesionales no especializados para construir un sistema que cumpliera con las necesidades del mismo parque.

El intercambio de datos para la actualización de la información se manejaba en formato de archivo de Ms Access o archivos de Excel y máximo dos veces al año se enviaban estos para que fueran cargados en los sistemas que empezaron a manejar en la oficina principal en Bogotá, que no era más que los mismos aplicativos de las territoriales. Este procedimiento facilitaba la generación de inconsistencias en la información que se manejaba, ya que los datos no contaban con ningún tipo de protección, y varias personas manipulaban su contenido para llegar a su destino en la ciudad de Bogotá.

**Figura 3.3 Flujo de datos**

Para el caso de estudio Parque Natural Tayrona se utilizaba un aplicativo en Ms Access, este sistema ya era una solución sistemática pero no tan ingenieril, debido a que no se documentó nada en cuanto al proceso del desarrollo. El modelo de datos era difícil de entender porque las entidades y los atributos no tenían nombres descriptivos, el diccionario de datos carecía de la información vital, y siempre fueron constantes los problemas de actualización, como se detalla en el documento de diagnóstico.

En esta primera iteración de la fase inicial se hizo un primer análisis y recolección de requerimientos. Se evidenció por medio de las entrevistas tres perfiles de usuarios en primera instancia: jurídico, económico y físico. Estos usuarios no interactuaban activamente a través de estos aplicativos, ya que preferían utilizar otros canales para intercambiar la información entre ellos.

Se identificaron además en esta primera iteración, requerimientos a nivel de datos y a nivel del aplicativo. Estos se iban validando a corto plazo con el usuario debido a las constantes reuniones que se hacían y que facilitaban esta tarea; sin embargo era difícil la comunicación

vertical y horizontal con los demás funcionarios relacionados con el sistema, debido a la dispersión que tienen a través del territorio nacional. Esto trajo problemas en las siguientes iteraciones de la primera fase.

Luego de entender el grado de importancia y el impacto que los sistemas actuales de información afectaban la organización y rendimiento de los procesos internos, se inició el Plan de Desarrollo del Proyecto Software, (**ver sección de anexos, SPMP**). Era necesario generar un nuevo modelo de datos que recogiera las particularidades de algunos parques y el tipo de información manipulada, para tener un modelo unificado y centralizado que fuese mucho más fácil de administrar.

En iteraciones más avanzadas se presentaron inconvenientes debido a que el usuario, presento una perspectiva muy subjetiva del aplicativo, por esto en cuanto llegó el Ing. David Arenas, persona encargada del tema catastral, contribuyo en la recolección de requerimientos que no habían sido identificados en las iteraciones iniciales, y sirvo de canal para recolectar los requerimientos que el área de Jurídica y Económica necesitaba. En este punto se realizó una modificación en el diseño del aplicativo que tuvo un impacto grande. Se hizo necesario porque satisfacían necesidades que el equipo y los funcionarios relacionados con el sistema consideraron de importancia para el éxito del proyecto.

3.2.2 Fase De Elaboración

A partir de los requerimientos identificados en la fase inicial y las restricciones hardware y software que se encontraron como complemento del documento de SRS, se llegó a la conclusión que el nuevo sistema predial de la Unidad de Parques sería una aplicación web construida bajo el lenguaje de programación Java, que interactuara con una base de datos relacional implementada en Oracle, y ArcGis Server como un sistema para el despliegue de la información cartográfica.

La aplicación fue implementada en un lenguaje robusto como Java, debido a que un producto construido con este lenguaje puede ser fácilmente instalado y mantenido por los funcionarios que se encuentran en los Parques Naturales y no necesita licencias adicionales.

La UAEPNNC contaba con un motor de base de datos Oracle 10g y las licencias necesarias, el cual presta facilidades para el aseguramiento de la información a través de backups programados, administración de usuarios, monitoreo de alarmas, fácil interacción con aplicaciones java etc.

ArcGis Server 9.3 fue el servidor geográfico que se usó. Un factor importante, es que la mayoría de los funcionarios involucrados tenía conocimientos en la herramienta, y tenía buenas referencias del producto. Se contaba con un número importante de información que se desplegaba a través de este software para otros tipos de análisis.

Analizando los requerimientos recolectados, se inicio el diseño de un modelo de datos que soportara la información relevante proveniente de los distintos Parques Naturales. El modelo de datos se realizó teniendo en cuenta tres modelos suministrados por la entidad y ejecutando prácticas de normalización para el diseño y mantenimiento a futuro del sistema. Se consideró de igual forma, por sugerencias del Ingiero Rubén Aristizabal, cómo sería el almacén de información geográfica, debido a que el equipo no tenía mucho conocimiento del tema geográfico en la primera iteración. Esta tarea consumió bastantes recursos debido a que cada Parque Natural estaba manejando su información a conveniencia. Unificar los modelos de todos los parques presentó dificultad para saber qué información era relevante para cada Área Protegida.

En iteraciones posteriores de esta fase se hicieron cambios importantes del modelo de datos con la llegada del Ingeniero Catastral David Arenas, que afectaban el tema jurídico principalmente, en los detalles que se refieren a su área de experiencia.

El diseño de la aplicación comenzó una vez terminado el modelo de datos. Se empezó, a consideración del equipo, el framework de tecnologías java que se utilizarían en el desarrollo de un proyecto de este tipo. Se decidió Java Server Faces como framework de componentes visuales para el desarrollo de la capa de presentación en un modelo de 3 capas, e Hibernate como framework para el mapeo de entidades. Se documentó cada artefacto software a nivel de codificación y se creó un documento aparte, JavaDoc como referencia de las clases utilizadas.

Las consideraciones y decisiones importantes para el diseño del modelo de datos y la arquitectura del aplicativo se encuentran en el documento de Diseño Detallado, SDD (**ver sección de anexos, SDD**).

Se creó el primer prototipo en la primera iteración de esta fase, Las pantallas de la aplicación se diseñaron por parte del equipo, realizando una investigación previa de los aplicativos con los que cuenta la unidad de parques en su página institucional para conocer los colores que manejaban. Se tuvo en cuenta criterios ya establecidos por la entidad en los cuales se indicaba la información mínima que debía presentarse según el perfil del usuario. Surgieron el perfiles jurídico, que se entiende como las acciones legales que se ejecutan sobre los predios; el físico tiene conocimiento y acceso a la cartografía y la organización territorial del predio, y el económico que se encarga de analizar información destinada al saneamiento, teniendo en cuenta el presupuesto de la entidad.

Finalmente se logro establecer un documento que contenía los requerimientos necesarios para que el nuevo sistema satisficiera las necesidades de la Unidad de Parques, en el cual queda claro que la institución está de acuerdo y satisfecho con el nuevo producto. (**Ver anexo 3, SRS**).

3.2.3 Fase De Construcción

En esta fase se empezó por configurar el ambiente que se tenía planeado, para construir la aplicación. Se manejaron dos ambientes de desarrollo, un ambiente virtualizado con Oracle 10g y el Set de Herramientas de ArcGis Desktop con Windows Xp y un ambiente nativo con la instalación del Servidor geográfico ArcGis Server 9.3.

Se creó el modelo en la base de datos Oracle, con las restricciones planteadas según los perfiles y las relaciones que garantizaban la integridad de los datos, y se instaló el repositorio geográfico ArcGis SDE sobre la base de datos Oracle para el manejo de información geográfica en una base de datos relacional.

El equipo de trabajo adquirió un conocimiento inicial en ArcGis Desktop y en la manipulación y creación de mapas. En las actividades de configuración de ambiente se presentaron varios problemas que afectaron el cronograma del proyecto.

El desarrollo se inicio con ArcGis Server 9.2 debido a que las licencias del ArcGis Server 9.3 no fueron de fácil acceso, y la Unidad de Parques no podía facilitar este tipo de información ni los instaladores del servidor. Para la instalación del servicio geográfico en el sistema nativo, era necesario gestionar permisos de acceso a las carpetas donde se encontraba el archivo de mapas .mxd de la maquina virtual.

Inicialmente las capas cartográficas que entregó la unidad de parques estaban en archivos ShapeFile.shp, y en personal geodatabase creadas en MS Access Se tuvo que realizar una tarea para crear un archivo unificado con las capas cartográficas de estos archivos para luego crear el servicio de ArcGis Server 9.2.

Se crearon dos usuarios, uno alfanumérico para el modelo de datos y otro para las capas cartográficas en la capa SDE de la base de datos.

Se desarrolló el aplicativo utilizando como IDE Eclipse 3.4 Gany Made, Java SDK 1.5 y el framework de objetos geográficos ArcObjects con el que contaba ArcGis Server 9.2.

Una vez construido el modelo, se tomaron dos casos de estudio para realizar pruebas del aplicativo, por lo tanto migrar la información que maneja la UAEPNNC, fue un tema que también presentó retrasos en el cronograma del proyecto. Inicialmente la información que se entregó fue la que contenía las bases de datos de MS Access y la migración de esta información al nuevo modelo no se hizo hasta la llegada del Ingeniero David Arenas. En la segunda iteración de la fase de construcción, se entregó al equipo de desarrollo la información base de los dos casos de estudio, Parque Nevados y Parque IGUAQUE, en dos archivos llamados Registro 1 y Registro 2 que el Instituto Geográfico Agustín Codazzi le entrega a la Unidad de Parques.

La migración consistió en generar los scripts de inserción automáticamente a través de un archivo Excel. (**Ver sección de anexos, Registro 1 y Registro 2**). Este sirve también como

plantilla para la migración de la información que la Unidad de Parques recibe periódicamente para la actualización de los predios de cada parque a nuevo modelo de datos. La creación de estos documentos, para ingresarlos en nuestro modelo fue una tarea que consumió recursos del proyecto, atrasando las actividades del cronograma para el desarrollo.

Se realizó un prototipo con funcionalidades limitadas en cada iteración de la fase de construcción, estos se presentaban de manera asistencial en la UAEPNNC para la verificación y validación de los requerimientos con el usuario final.

En la segunda iteración, el equipo de desarrollo instaló la versión 9.3 de ArcGis Server. Se decidió cambiar este tipo de tecnologías en el transcurso del proyecto debido a que era la versión que finalmente se utilizaba en el instituto, y ofrecía nuevas ventajas para componentes Ajax, que tuvo un impacto en el diseño de los componentes visuales de la aplicación.

Se realizó un diseño de componentes en cada capa de la arquitectura, permitiendo que los cambios se puedan realizar con el menor impacto posible sobre los otros componentes del sistema.

Con la implementación de cada caso de uso, se iban realizando pruebas del aplicativo como se detalla en el Plan de pruebas (**ver sección de anexos, Plan de Pruebas**). En iteraciones posteriores se realizaron pruebas alfa del sistema entero por parte del equipo en donde se detectaron errores que fueron administrados y documentados en una bitácora de pruebas.

En esta fase se creó el manual del usuario para el aplicativo (**ver sección de anexos, Manual de Usuario**). Que explica el uso del aplicativo para cada perfil de usuario. Adicionalmente se inició la creación del documento de instalación. (**Ver sección de anexos, Documento de Instalación**), en que cual se describen los pasos que la UAEPNNC debe ejecutar para lograr una instalación del sistema exitosa. Se detallan aspectos de la creación de usuarios y permisos de la base de datos y de la configuración de la máquina para que el aplicativo se ejecute correctamente.

3.2.4 Fase De Transición

Se suministraron los medios a los ingenieros de la Unidad de Parques, con el fin de que se tuviese listo el ambiente para empezar las pruebas del producto por parte del usuario final. Para esto se suministraron los manuales de usuario, el manual de instalación, los scripts del modelo de datos, los formatos con el contenido de dos parques ya filtrados, registro 1 y 2, los fuentes del aplicativo y el IDE de desarrollo, el documento de diseño, los archivos war para el deploy en el servidor de aplicaciones, y la documentación JavaDoc de los fuentes en un cd debidamente organizado en carpetas.

Luego que el personal de parques informara del éxito de la instalación, se verificaron todos los requerimientos según el alcance del documento SRS con la Unidad de Parques; para esto escogieron dos funcionarios con el fin de realizar pruebas para usuarios finales, y conocer la percepción que tiene cada usuario.

En la segunda iteración de esta fase se realizaron las pruebas de marcha blanca, en la cual se probó el correcto funcionamiento en el ambiente de producción.

Se aprobó por parte de la Unidad de Parques el producto entregado, con la firma del documento de requerimientos y la carta de aprobación que fue suministrada a la Universidad (**ver sección de anexos, Carta de Aprobación**). Debido a decisiones internas de la institución, se acordó mantener el aplicativo entregado por los estudiantes en una fase de pruebas adicionales con un número mayor de usuarios, buscando la estabilidad requerida en un ambiente de producción. Para esto se realizó nuevamente la instalación del modelo de datos y software requerido en un nuevo servidor, debido a una migración de máquinas en la institución. Esto implica que los sistemas existentes quedan operativos hasta el momento en que se decida oficialmente, poner en producción el aplicativo entregado por los estudiantes.

El equipo consideró necesario entregar junto con el manual de instalación y manual de usuarios un documento orientado al desarrollo del aplicativo, en el cual se detalla que es necesario modificar el modelo de datos a medida que se expandan las funcionalidades del aplicativo, teniendo en cuenta otros factores no considerados en este proyecto. Esto pensando en que el

proyecto va ser extendido a desarrollos futuros. (**ver sección de anexos, Documento de Soporte al desarrollador**)

IV. RESULTADOS Y RECOMENDACIONES

4.1 Reflexión Metodológica

Consideramos de suma importancia cumplir con la metodología RUP para este tipo de desarrollos, llevar una documentación detallada que le proporcione un alto grado de formalidad y trazabilidad. El cliente está acostumbrado a desconocer los detalles técnicos y los distintos factores que intervienen en la arquitectura de software, pero con el uso de este tipo de perspectiva podemos lograr que el trabajo ingenieril tenga un perfil alto dentro de la organización.

Es importante mantener un enfoque orientado al cliente para lograr el éxito del proyecto. Involucrar a la mayor cantidad de usuarios finales es la mejor manera para evaluar los resultados y avances que se van obteniendo con las iteraciones en cada fase del modelo de desarrollo y lograr que el aplicativo sea utilizado por la mayor cantidad de usuarios que afecta el sistema.

Tener una buena documentación de las herramientas a utilizar y hacer previo a la etapa de desarrollo las configuraciones iniciales necesarias para que el cronograma no se vea atrasado con imprevistos técnicos es una recomendación del equipo de trabajo para futuros desarrollos.

La metodología RUP indica que realizar prototipos funcionales ayuda a detectar en gran medida muchos de los errores que se cometen en la etapa de diseño y a detectar comportamientos no deseados. Es el usuario final quien puede detectar problemas en el uso y la presentación.

4.2 Resultados

Por medio de este trabajo de grado, se diseñó, desarrolló e instaló una solución web construida con tecnología Java como lenguaje de programación, Oracle como motor de base de datos y ArcGis Server como servidor de datos geográfico, que consta de un modelo de datos cons-

truido a partir de tres casos particulares, Parques Naturales, Tayrona, Iguaque, Nevados y de un aplicativo web para la administración de la información predial que recolecta la Unidad Especial de Parques Naturales de Colombia. En el momento de la instalación, los funcionarios estaban emprendiendo el proceso interno, necesario para la puesta en producción por etapas del aplicativo construido por los estudiantes, esto debido a reglamentos internos de la entidad, y al cambio de directivas de la institución.

El principal resultado de este trabajo fue la implementación de un aplicativo capaz de facilitar la actualización de información predial en la central de Cundinamarca en tiempo real, disminuyendo los intervalos de doce meses, que se tomaba anteriormente en verse reflejado un cambio en la sede administrativa, a días. En consecuencia contar con el aplicativo diseñado e información actualizada, ahora le permite a los funcionarios de la UAEPNNC emitir juicios o realizar acciones para el saneamiento de conflictos prediales en las áreas protegidas, en un tiempo considerablemente menor.

El aplicativo incluye el componente para el saneamiento de conflictos con la presentación de una vista general para todos los perfiles que maneja el sistema. Esta muestra el historial de conflictos, en un principio jurídicos, pero es responsabilidad de los funcionarios ingresar al sistema los conflictos que se presentan en la viste económica y física, y adicionalmente muestra toda la información de las actuaciones y los actores interventores.

Este modelo de datos centralizado ayuda a la toma de decisiones de manera más oportuna para el saneamiento de los predios, en mucho menos tiempo, ya que les brinda a los funcionarios una herramienta más precisa, con elementos adicionales como una galería de fotos para detallar el estado de una construcción, permitiendo el acceso controlado a la información.

El modelo de datos construido satisface las necesidades de almacenamiento de información, para los distintos parques, concentrándose en la información prioritaria, y útil para tener en cuenta en el proceso de saneamiento de los predios que se encuentran en conflicto, dentro de las áreas protegidas.

El modelo mantiene en su diseño consideraciones de las diferentes vistas cartográficas, como es el caso de las capas cartográficas, área protegida, predio, municipios y departamento, que le permite al aplicativo realizar búsquedas alfanuméricas y espaciales sobre los predios.

El modelo de datos se creó con la mayor cantidad de datos reales posible, se tuvo en cuenta dos archivos de datos suministrados por la entidad (registro 1 y 2), los cuales contiene los datos básicos que cada predio, y datos simulados por los estudiantes de la universidad. Este modelo de datos, se construyó con la aprobación y orientación del funcionario encargado de la infraestructura tecnológica en la entidad, debido a que tenía experiencia de posibles situaciones indeseadas.

Se utilizó una arquitectura multicapas para satisfacer todas estas necesidades y enfocar el desarrollo del aplicativo a componentes reutilizables que minimicen el impacto que pueda tener cualquier cambio o modificación sobre el aplicativo a futuro.

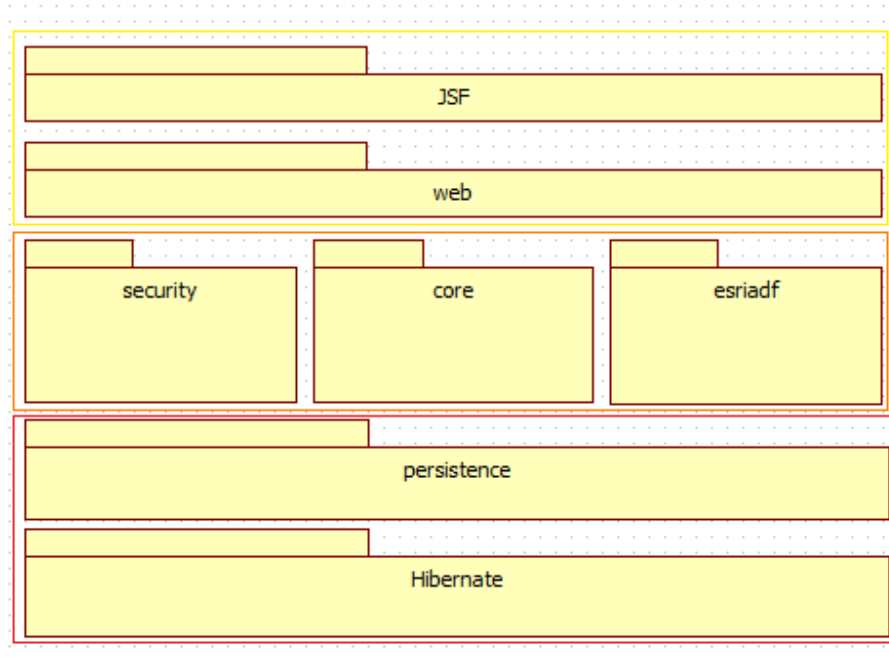


Figura 4.2 Arquitectura Multicapa

La **figura 4.2** muestra la arquitectura multicapa utilizada en el aplicativo. Se muestran las capas en los extremos para revelar el uso de dos tecnologías que ayudan a que el aplicativo cumpla con los requerimientos funcionales y no funcionales, ayudando el desarrollo y mantenimiento del software.

En la capa central se puede observar la lógica del negocio que provee seguridad, integridad y la funcionalidad necesaria para que el software cumpla con los requerimientos alfanuméricos y geográficos que se detallan en el documento SRS.

El propósito que la información predial estuviera disponible en la web para que cualquier funcionario autorizado pudiera hacer uso del sistema, significa un gran avance debido que esta información puede ser consultada desde cualquier lugar del territorio no solo a nivel nacional sino mundial, esto también va a permitir que la comunicación con otras instituciones sea más fluida.

Se realizaron pruebas del aplicativo durante la fase de desarrollo, con la terminación de cada modulo web del aplicativo (persistencia, core y security) y una vez terminado el producto se procedió a las pruebas de integración. También se hicieron demostraciones en la entidad con cada iteración para validar y hacer pruebas del producto, ya que los funcionarios realizaban distintas sugerencias, las cuales quedaban plantadas en las actas de cada reunión.

Las pruebas que se le hicieron al aplicativo demuestran la eficiencia en la carga de información, y la consistencia de los datos. Los constraints creados en el modelo evitan inconsistencias, debido a que se requieren llevar un orden para el ingreso, modificación y eliminación de la información.

El aplicativo construido protege la información predial, brindando seguridad a la hora de conceder los privilegios mínimos a los funcionarios, para que ingresen o modifiquen solo información relevante a su cargo.

Registrar Usuario

Diligencie el siguiente formulario para crear un usuario en el sistema de administración predial. La Unidad Especial Parques Nacionales Naturales de Colombia evaluará la condición del funcionario dentro de la institución, permitiendo el acceso solo a funcionarios que necesiten tener conocimiento o estar involucrados en la lectura y modificación de los temas prediales para el cumplimiento de sus responsabilidades.

Información Cuenta	
Usuario:	lyances
Contraseña:	••••••
Confirmar Contraseña:	
Correo Electronico	
Tipo de usuario	Seleccionar
Nombre del Cargo	Seleccionar
Entidad	Seleccionar
Información Personal	
Nombre Completo:	
Apellido:	
Numero de identificación	
Tipo de Documento	Seleccionar
Telefono	

Contrato

La Subdirectora Administrativa y Financiera de la Unidad Administrativa Especial del Sistema de Parques Nacionales Naturales, en ejercicio de las facultades legales que le han sido conferidas y de conformidad con el artículo 77 del Decreto No. 2474 de 2008, emite el presente acto administrativo con el fin de realizar los trámites pertinentes para llevar a cabo la contratación de la compra venta de programas (Software : Are- Gis) de Sistemas de Información Geográfica SIG, incluyendo la respectiva capacitación mediante la modalidad de Contratación Directa, señalada en el Capítulo IV Sección Primera del Decreto Reglamentario No. 2474 de 2008. La Unidad de Parques requiere contratar la compra venta de programas (Software : Are- Gis) de Sistemas de Información Geográfica SIG, incluyendo la respectiva capacitación que actualmente se encuentra desactualizada, contrato indispensable para la administración, almacenamiento y procesamiento de la información cartográfica temática como insumo primordial para la toma de decisiones a nivel local, territorial y Nacional.

Aceptar Cancelar

Figura 4.3 Perfiles de Usuario

Los funcionarios tienen diferentes perfiles dependiendo de sus responsabilidades con el instituto. Un usuario puede tener uno de los diferentes perfiles (**ver figura 4.3**). Un usuario con el perfil Físico podrá modificar solo la información que se presenta en la vista física que muestra el aplicativo y consultar el resto de las vistas temáticas.

Buscar ~ Usuarios ~ Físico ~ Economico ~ Juridico ~ Conflictos ~ Fotos ~ Perfil ~ Salir ~

Criterios de Búsqueda		Resultados	
Departamento:	Quindío	id	estado
Municipio:	Seleccionar	63690000000030132	Municipal
Area:		63690000000030012	Municipal
Protegida:		63690000000030078	Municipal
Territorial:		63690000000030008	Municipal
Conflicto:	Seleccionar	63690000000030005	Municipal
Numero Predial:	Seleccionar		
<input type="button" value="Buscar"/>		No existencia de justo título Adjudicación de baldíos por parte del INCODER después de la declaratoria de un área Protegida Existencia de mejoramientos después de la declaratoria de un Área Protegida Presencia de habitantes legales Ventas de predios con justa propiedad dentro de Áreas Protegidas después del año 2006 (sentencia c-189 de 2006) Usos	

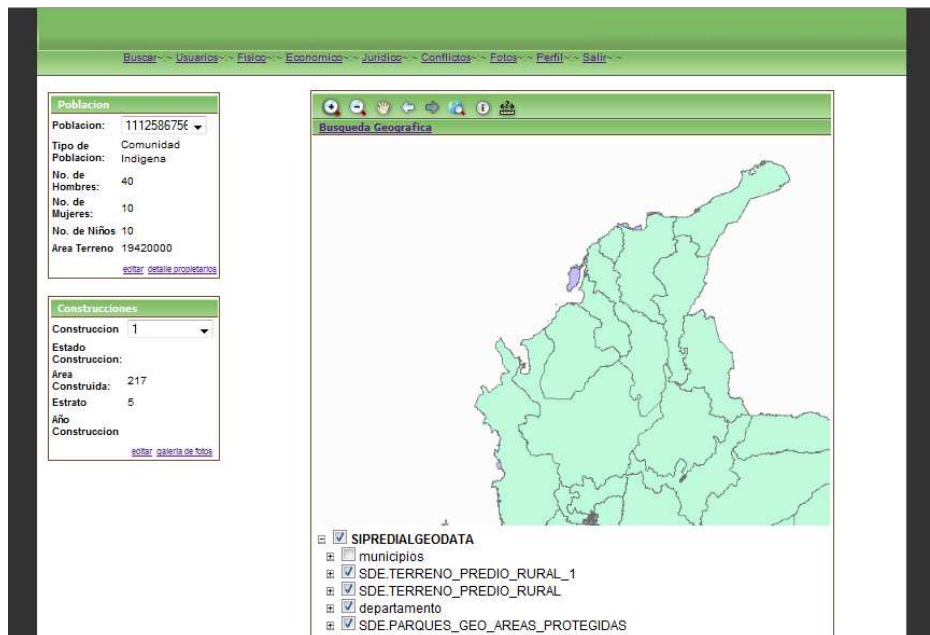
(c) 2009 Unidad Especial Parques Nacionales Naturales de Colombia
Aplicativo Predial, Cra. 10 No. 20 - 30 Bogotá Colombia PBX 353 2400

Figura 4.4 Criterios de búsqueda

El aplicativo permite realizar búsquedas utilizando varios criterios, (**ver figura 4.4**). Se pueden consultar los predios por Departamento, Municipio, Área Protegida y por los diferentes tipos de conflictos que la Unidad de Parques Naturales tenga registrado en el sistema. Adicionalmente permite una búsqueda detallada como numero catastral, código predial, propietario o numero de documento del propietario.

Los resultados de la búsqueda se muestran en una tabla, con el código predial, el estado del predio y el tipo del predio. Una vez se seleccione un predio se re direcciona al usuario a la vista temática a la que tenga permisos, siendo la vista física la vista por defecto, y se consulta y carga la información del predio seleccionado.

Se usa el botón limpiar en la pantalla de búsqueda para limpiar el predio que se encuentra en sesión y la lista de resultados que retornó una búsqueda hecha.

**Figura 4.5 Vista Física**

La vista física muestra información de la población, construcción y propietarios del predio seleccionado, permitiendo la edición de cada uno de los atributos mencionados. El usuario puede ver el detalle de cada uno de estos haciendo click sobre el registro de las listas (ComboBox) de cada caja de información (InfoBoxes).

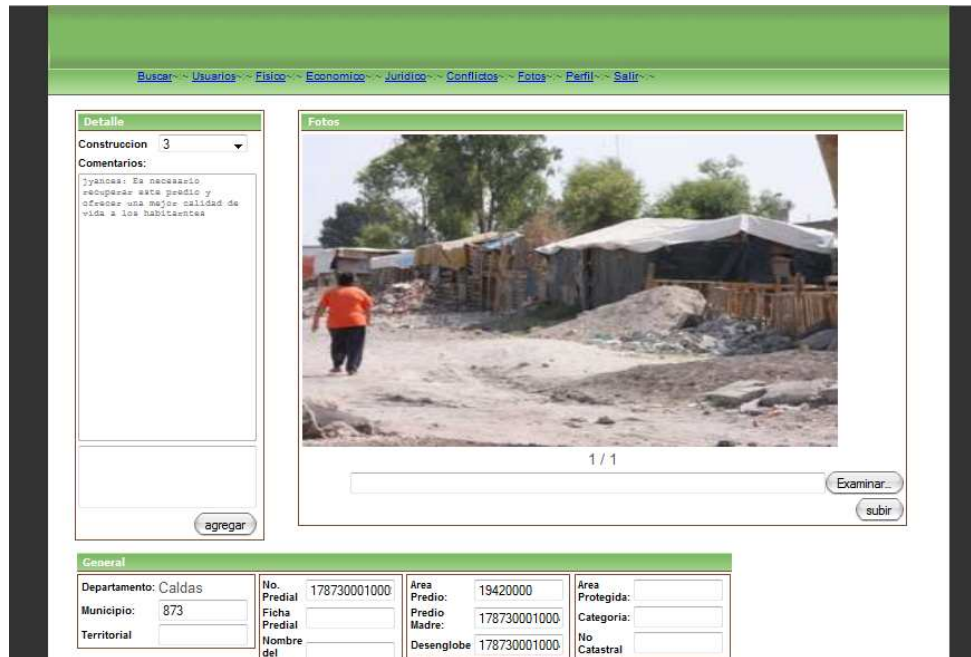


Figura 4.6 Galería de Fotos

En la vista física, en el InfoBox con información de las construcciones encontramos un enlace a la galería de fotos, donde el usuario podrá subir y descargar las fotos de una de las construcciones que el predio tenga así como ingresar comentarios sobre cada construcción, (ver figura 4.6).

Poblacion	
Poblacion:	111258675€
Tipo de Poblacion:	Comunidad Indigena
No. de Hombres:	40
No. de Mujeres:	10
No. de Niños	10
Area Terreno	19420000
editar detalle propietarios	

Figura 4.7 Información Población

Al hacer click en el link editar (**ver figura 4.7**), se muestra una lista con todas las comunidades que habitan el predio, el tipo de comunidad de cada una de estas y el total de personas que conforman la comunidad.

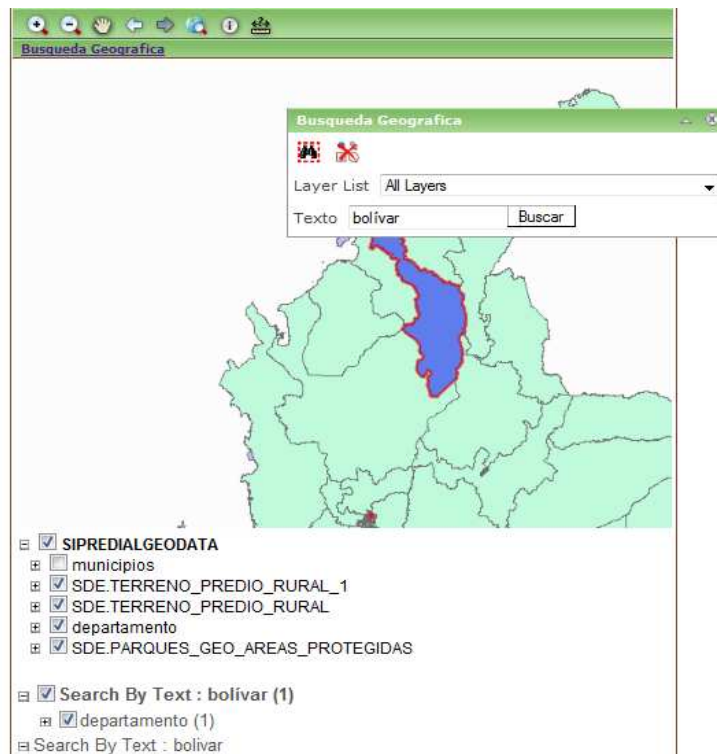


Figura 4.8 Visor Geográfico

La vista física cuenta con un visor geográfico y con un set de herramienta en la parte superior para interactuar con el mapa, como Zoom in, Zoom out, Expandir, Medir Distancia entre dos puntos y un buscador de información geográfica.

El buscador geográfico resalta los resultados (**ver figura 4.8**), y despliega un tooltip con información básica de la capa cartográfica al pasar el cursor por encima. Adicionalmente el visor permite deshabilitar las capas cartográficas que se consideren innecesarias así como los resultados de las búsquedas realizadas.

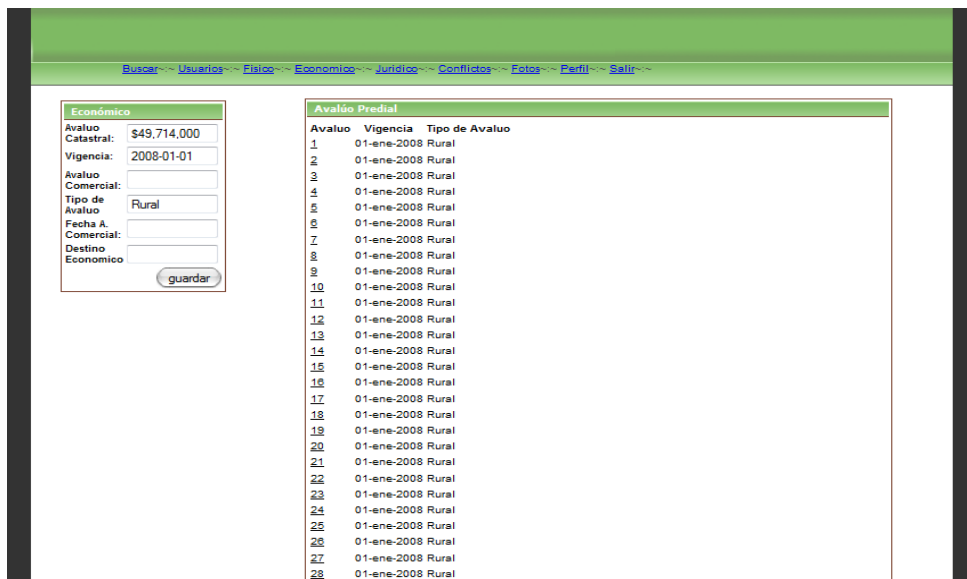


Figura 4.9 Vista Económica

La vista económica presenta el historial de avalúos que tiene el predio seleccionado. El usuario con el perfil económico puede editar esta información y hacer click en guardar para persistir los cambios realizados. Cada vez se haga click sobre un registro de la tabla de avalúos, el InfoBox de la vista económica se actualizará con la información correspondiente, (**ver figura 4.9**).

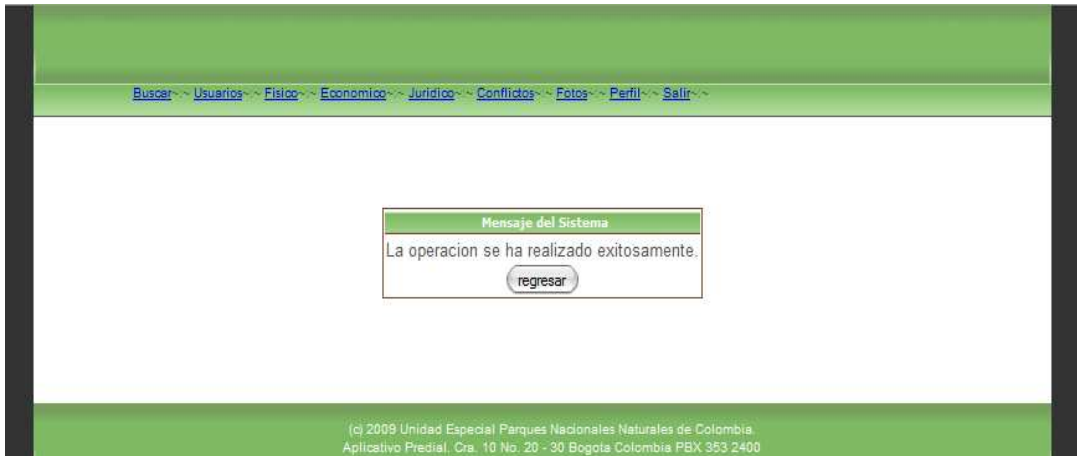


Figura 4.10 Mensaje de Éxito

El aplicativo administra los mensajes de la aplicación utilizando un Resource Bundle, archivo de propiedades, para parametrizar todos los mensajes del aplicativo. De esta forma no es necesaria la edición a nivel de código para su modificación.



Figura 4.11 Conflictos Prediales

Todas las vistas temáticas ofrecen información general del predio en la parte inferior de la vista, (**ver figura 4.11**). En la pantalla de conflictos que forma parte del perfil Jurídico es posible ver el historial de conflictos que ha sufrido el predio y el estado que tiene cada uno de estos. Un usuario con los permisos Jurídicos podrá editar la información del conflicto haciendo click sobre el conflicto o crear un nuevo conflicto haciendo click en nuevo. Se pueden ver detalles de la vista jurídica y el resto del aplicativo en el manual de usuario. (**Ver sección de anexos. Manual de Usuario**)

El aplicativo se cargó con la información base que el registro 1 y registro 2 contiene, por lo cual mucha de la información de los predios que muestra el aplicativo aun se encuentra vacía. Es obligación y responsabilidad de los funcionarios de la Unidad de Parques ingresar y actualizar con información estos campos para cada uno de los predios.

El nuevo sistema SIPREDIAL se encuentra en implementación, con la información de dos parques naturales (Nevados e Iguaque) y 111 predios por cada uno, equivalentes al número de predios por cada entrega de los registros 1 y 2 que realiza el Instituto Agustín Codazzi periódicamente. Los funcionarios del instituto están emprendiendo un proceso interno de capacitación a diferentes niveles operacionales, para todos los funcionarios teniendo en cuenta los perfiles que utilizarán el sistema SIPREDIAL. Para la puesta en producción del sistema es necesario un proceso a largo plazo de migración de toda la información que se tiene actualmente en diferentes aplicativos. SIPREDIAL espera contar con toda esta información predial, y reemplazar todos los aplicativos existentes ofreciendo nuevas funcionalidades.

Cada vez que un usuario modifica información del aplicativo este registra la acción ejecutada por el usuario. Esto se lleva con la intención de mantener una auditoria de los cambios realizados. Es necesario mantener este tipo de históricos porque la información aquí consignada es de suma importancia para el correcto funcionamiento y la toma de decisiones del instituto.

4.3 Recomendaciones a futuro

Es importante darle continuidad a la aplicación para que esta vaya evolucionando al nivel de la institución. Con las nuevas tecnologías vienen nuevas responsabilidades por parte de las organizaciones, es necesario desarrollador que le un alcance final al aplicativo.

Construir un componente de reportes en línea con una herramienta de Reportes como JasperReports podría ser un componente útil para los directivos de la entidad. La documentación entregada facilita la comprensión del modelo y de las clases a la hora de hacer nuevas modificaciones.

Generar una cultura institucional para cargar y mantener la información actualizada es una buena práctica y así evitar la pérdida o manipulación indeseada de la información.

V. CONCLUSIONES

Con este proyecto se desarrolló una solución web que nació del esfuerzo e iniciativa de la Unidad Especial Administrativa de Parques Nacionales Naturales, UAEPNNC, por modernizar y optimizar el sistema de información predial utilizado durante décadas en el interior del instituto.

La principal motivación del instituto fue integrar en una solución las herramientas y los recursos que le den al instituto las bases para combatir de forma rigurosa y controlada los conflictos en un inicio jurídicos que sufren los predios de las áreas protegidas. Sin embargo el aplicativo permite el manejo de cualquier tipo de conflicto que sufra el predio, económico, jurídico o físico.

Con la solución desarrollada se logró facilitar el trabajo y el flujo de datos en el interior del instituto para que los predios que hacen parte de las áreas protegidas sean administrados más eficientemente. La central de Cundinamarca cuenta ahora con una base de datos en Oracle que almacena la información de todos los predios que hacen parte del sistema, permitiendo la administración de los datos de forma más especializada y controlada al antiguo esquema manejado por el instituto.

La información predial ahora es ingresada directamente por las territoriales sin contratiempos, haciendo uso del aplicativo web, que administra la información predial y gestiona los permisos de los usuarios para que cuenten con el acceso necesario para modificar la información que les interesa.

Contar con la información actualizada en la dirección territorial es una ventaja para el sistema y para la eficiencia organizacional debido que permite tomar las medidas necesarias para el saneamiento de los predios sin preocuparse por si la información sobre la cual se hace el análisis contienen muchas inconsistencias con los datos reales de los predios, permitiendo realizar análisis estadísticos y de la información de la forma correcta.

El aplicativo construido le permitirá a la Unidad Especial Administrativa de Parques Nacionales Naturales de Colombia satisfacer las demandas de una administración, más eficiente. Como resultado del trabajo realizado también quedó la gratificación de haber participado en el progreso de este aspecto tan importante para nuestro país, Colombia, en el tema de conservación de las Áreas protegidas a través de un sistema de información predial, que facilite las gestiones por parte del estado en el saneamiento de los predios que la conforman.

El impacto que el aplicativo SIPREDIAL tiene sobre el proceso interno de gestión cambió radicalmente el trabajo que los funcionarios realizan diariamente a nivel territorial. El éxito de un proyecto de este tipo puede verse reflejado en la calidad y el tipo de información que el nuevo sistema predial almacena para futuros conflictos y nuevas necesidades del sistema.

El desarrollo del proyecto de software bajo estándares de calidad, soportan el desarrollo de trabajos futuros para evolucionar el sistema cada vez mas y llevarlo a otro nivel de complejidad es un valor agregado fruto del proceso ingenieril de desarrollo de software, que asegura realmente la trascendencia y el uso del sistema en la UAEPNNC.

VI. REFERENCIAS Y BIBLIOGRAFÍA

- Barredi, Cano, Sistemas de Información Geográfica y evaluación multicriterio en la ordenación del territorio, 2 Edición, Alfaomega
- <http://www2.uca.es/dept/filosofia/TEMA%202.pdf>
- <http://www.creaf.uab.es/MiraMon/publicat/papers/6set-geo/SistemaDeInformacionParaElSeguimientoDelCatalogoDeEspaciosNaturalesProtegidos.pdf>
- http://www.iabin.info/RANPAold/Contenido/MainPages/preAmac/PDFpresAmac/presentacion_leticia-ClaudiaF.pdf
- <http://www.creaf.uab.es/MiraMon/publicat/papers/6set-geo/SistemaDeInformacionParaElSeguimientoDelCatalogoDeEspaciosNaturalesProtegidos.pdf>
- Kennet, Laudon, Sistemas de Información Gerencial, 2004, editorial Pearson, PP 227
- <http://www.cidrdb.org/cidr2007/papers/cidr07p44.pdf>
- <http://www.acm.org/crossroads/xrds4-1/pse.html?searchterm=Geographic+Information+System>
- Chan, Kang, Introduction to Geographic Information Systems, Fourth Edition
- http://www.databasedev.co.uk/database_normalization_basics.html
- <http://faculty.ksu.edu.sa/zitouni/203%20Haseb%20%20Lecture%20Notes/Database%20Normalization.pdf>
- <http://www.swgreenhouse.com/Productos/Vision/DefHighAval.html>
- <http://www.di.uniovi.es/~dflanvin/docencia/dasdi/teoria/Transparencias/06.%20Arquitectura%20Web.pdf>
- Fielding, Roy T, Information and Computer Science, University of California, Irvine

