

**UNIVERSIDAD AMAZÓNICA DE PANDO
ÁREA CIENCIAS Y TECNOLOGÍA
CARRERA INGENIERÍA INFORMÁTICA**



PROYECTO DE GRADO

**“SISTEMA DE INFORMACIÓN GEOGRÁFICO APLICADO AL ANÁLISIS
Y VISUALIZACIÓN DE ÁREAS DEFORESTADAS DE LA
PROVINCIA NICOLÁS SUAREZ DEL DPTO. PANDO”**

**PROYECTO FINAL PARA OPTAR AL DIPLOMA ACADÉMICO DE
LICENCIADO EN INGENIERÍA DE SISTEMAS INFORMÁTICOS**

ELABORADO POR: Univ. Beto Orlando Calle Quispe

TUTOR: Lic. Javier Patty Magne

REVISOR: Ing. Rene E. Yana Choque

**Cobija – Pando – Bolivia
2010**

AGRADECIMIENTOS

A DIOS por brindarme fortaleza para vencer los obstáculos y permitirme avanzar con paso firme en mi formación profesional.

Gracias a mi familia, a mis padres Dora y Benito quienes me infundieron la ética y el rigor que guían mi vida, a mis hermanos Edgar, Tania, Magali, porque con ellos compartí una infancia feliz, que guardo en el recuerdo.

Deseo agradecer a la Universidad Amazónica de Pando por ofrecerme la oportunidad de asumir el reto de convertirme en profesional.

Al docente Tutor Lic. Javier Patty Magne, por haberme brindado la colaboración, consejos y tiempo necesario para la conclusión del Proyecto de Grado

Al docente Revisor Ing. René E. Yana Choque por el tiempo, paciencia, consejos y la motivación en cada una de las etapas del Proyecto de Grado

A todos mis profesores que con gran capacidad y dedicación me impulsaron en todo tiempo en especial al Ing. Limberg Rosell, a la distancia por confiar y brindarme su apoyo desinteresado al Cap. Ing. Juan Calle P.

Por su orientación, material facilitado y atención a mis consultas sobre SIG, mi agradecimiento al Ing Frank de la Barra

Asimismo, agradezco a mis compañeros del presente proyecto por su apoyo personal y humano, Lili Quety, Luis Habu, Francisco Lera.

A todos mis amigos con quienes compartí momentos que llevaré siempre en mi memoria, los cuales recordaré cuando recuerde mis años en la Universidad; Cristian Saravia, Cesar Crispin, Ever Fabio Lima, Efraín Opi, Marco Antonio Poma, Norha Mamani, Debbie Cueto, Jonatan Cari.

Dedicatoria

Este trabajo va dedicado a mi familia:

Dora, Benito, Edgar Carlos, Tania Maribel, Luz Magali

Los quiero mucho, gracias por ser mi apoyo en todo momento.

RESUMEN

Actualmente las Tecnologías de la Información están viviendo un extraordinario desarrollo como consecuencia de la existencia de numerosas aplicaciones que permiten acceder todo tipo de información al usuario sin necesidad de disponer de costosos programas y equipos, teniendo acceso a la información desde su propio domicilio. Por ello, incluso en aquellas actividades que hasta hace poco tiempo no eran de carácter público, ahora es posible extender su conocimiento y seguimiento mediante los novedosos sistemas de distribución de la información.

El presente proyecto es el desarrollo de un sistema de información geográfica para monitorear las áreas deforestadas del departamento de Pando utilizando la tecnología web relacionada con la información medioambiental, recursos naturales y otros.

Está basado en un servidor de HTTP Apache y desarrollado sobre MapServer como servidor de mapas y el entorno P.mapper, para las funcionalidades del visor cliente. Además el sistema permite el acceso a la tecnología Web Mapping Services (WMS) de código abierto y es compatible con los estándares del OpenGis Consortium (OGC).

Tomando como base este sistema se pretende poner a disposición información geográfica relacionada a la deforestación y medio ambiente, de manera que la página se convierta en el lugar de referencia para la investigación ambiental.

ÍNDICE

CAPITULO I

INTRODUCCIÓN

	Pág.
1.1. ANTECEDENTES	1
1.2. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA.....	3
1.3. SOLUCIÓN PROPUESTA	3
1.4. OBJETIVOS Y ALCANCES	4
1.4.1 OBJETIVO GENERAL.....	4
1.4.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS	4
1.4.3 ALCANCE	4
1.5. METODOLOGÍAS Y HERRAMIENTAS UTILIZADAS	5
1.6. RESULTADO OBTENIDOS	6

CAPITULO II

MARCO TEÓRICO

2.1 SISTEMA DE INFORMACIÓN GEOGRÁFICO WEB (WEB GIS)	7
2.1.1 COMPONENTES DE LOS WEBGIS.....	8
2.1.2 FUNCIONES DE LOS WEBGIS.....	11
2.1.3 VENTAJAS Y DESVENTAJAS DE LOS WEBGIS	13
2.1.4 APLICACIONES DE LOS WEBGIS.....	14
2.1.5 TIPOS DE MAPAS WEB.....	16
2.2 METODOLOGIA DE DESARROLLO DEL WEBGIS APLICADO A LA DEFORESTACIÓN	18
2.2.1 DESCRIPCIÓN DE LA METODOLOGÍA	18

2.3 HERRAMIENTAS PARA EL DESARROLLO DEL WEBGIS	27
2.3.1 TECNOLOGÍA WEB MAPPING	29
2.3.2. MS4W (Map Server for Windows)	29
2.3.3. SERVIDOR HTTP APACHE	32
2.3.4. PHP (PHP HIPERTEXT PRE-PROCESSOR)	33
2.3.5. MAPSERVER - MAPSCRIPT.....	33
2.3.6. ENTORNO DE DESARROLLO P.MAPPER.....	35
2.3.7. QGIS	37
2.4 PLATAFORMA DE DESARROLLO	39
2.4.1 WINDOWS SERVER 2003	39

CAPITULO III

DESARROLLO

3.1. DESARROLLO DEL SISTEMA WEBGIS PANDO	41
3.1.1 ESTIMACIÓN DE NECESIDADES	41
3.1.2. DISEÑO CONCEPTUAL.....	43
3.1.3. DISPONIBILIDAD DE INFORMACION GEOGRÁFICA, ALFANUMERICAS Y SUS FUENTES.....	45
3.1.4. DISEÑO DE LA BASE DE DATOS GEOGRÁFICA	48
3.1.5. CONSTRUCCIÓN DE LA BASE DE DATOS	50
3.1.6. DISPONIBILIDAD DE HARDWARE Y SOFTWARE.....	49
3.1.7. ADQUISICIÓN DE HARDWARE Y SOFTWARE.....	51

3.1.8. INTEGRACIÓN DEL SISTEMA WEBGIS.....	55
3.1.9. DESARROLLO DE APLICACIONES	58
3.1.10. PRUEBAS DE LA WEBGIS	69

CAPITULO IV

CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

4.1. CONCLUSIONES	72
4.2. RECOMENDACIONES	73
BIBLIOGRAFÍA	74
APÉNDICES	76

LISTADO DE FIGURAS

	Pag.
Figura. 2.1 Componentes de un WEBGIS	8
Figura. 2.2 Proceso de Desarrollo de un SIG.	18
Figura. 2.3 Entrevista y documentación de la estimación de necesidades al usuario potencial	20
Figura. 2.4 Simbología de un Diagrama Entidad Relación	22
Figura. 2.5 Construcción de la Base de Datos Geográfica	25
Figura. 2.6 Integración de un WebGis	26
Figura. 2.7 Arquitectura de un servidor de información geográfica vía Internet ..	28
Figura. 2.8 Contenido del paquete MS4W	30
Figura. 2.9 Estructura del paquete MS4W	32
Figura. 2.10 Arquitectura del servidor de mapas MapServer.....	35
Figura. 2.11 Arquitectura general de integración de P.mapper	36
Figura. 3.12 Diagrama Entidad Relación	44
Figura. 3.13 Estructura de la base de datos (dbf) en el software QGIS	49
Figura. 3.14 Construcción de la base de datos geográfica	50
Figura. 3.15 Componentes del servidor ArcIMS	53
Figura. 3.16 Arquitectura Lógica del Sistema.....	57
Figura. 3.17 Arquitectura general del sistema WebGis Pando.....	58
Figura. 3.18 Pantalla Inicial WebGis	59
Figura. 3.19 Ventana Mapa	60
Figura. 3.20 Componente de Coordenadas	60

Figura. 3.21 Escala de visualización	60
Figura. 3.22 Barra de herramientas	61
Figura. 3.23 Contenidos Temáticos.....	62
Figura. 3.24 Mapa interactivo de referencia.....	63
Figura. 3.25 Barra Descargas	64
Figura. 3.26 Consulta Espacial-Alfanumérica	64
Figura. 3.27 Escala Gráfica	63
Figura. 3.28 DFD WebGis	67
Figura. 3.29 DFD Selección de área.....	67
Figura. 3.30 DFD Selección por atributos.....	68
Figura. 3.31 DFD visualizar mapa	68
Figura. 3.32 Selección de mapa WebGis	69
Figura. 3.33 Identificación por Etiquetas	70
Figura. 3.34 Selección por área	70
Figura. 3.35 Representación de mapas en formato HTML -GeoTif	71

LISTADO DE TABLAS

Tabla 2.1 Características de MapServer	30
Tabla 2.2 Tipos de shapes o geometrías	37
Tabla 3.3 Lista de funciones del WebGis.....	42
Tabla 3.4 Lista maestra de datos.....	43
Tabla. 3.5 Entidad geográfica Municipios.....	45
Tabla. 3.6 Entidad geográfica Localidades	46
Tabla. 3.7 Entidad geográfica Caminos Troncales.....	46
Tabla. 3.8 Entidad geográfica Ríos principales	47
Tabla. 3.9 Entidad geográfica Áreas protegidas	47
Tabla. 3.10 Entidad geográfica Ecología.....	48
Tabla. 3.11 Requerimiento de Hardware y Software	51
Tabla. 3.12 Cuadro resumen comparativo de alternativas de software WebGis....	55
Tabla. 3.13 Capas Seleccionables	66

CAPITULO I

INTRODUCCIÓN

1.1 ANTECEDENTES

La deforestación en la provincia Nicolás Suárez ha sido siempre causa de estudio ya que los mismos han crecido en un índice significativo, ello ha motivado a que diferentes entidades públicas y privadas presten mayor atención a este asunto pero se ven limitados debido a que la información no está disponible.

Un estudio con imágenes de satélite Landsat estimó la superficie total deforestada en el departamento de Pando en 615 km² a mediados de los años 80, y estimó un incremento de la deforestación en la década subsiguiente de 743 km², sumando aproximadamente 1357 km² deforestados a mediados de los 90, que correspondería al 2,1 % de la superficie total del departamento. [<http://sigma.cptec.inpe.br/produto/queimadas/>,2007-12-11]

En un informe de la Dirección de Medio Ambiente de la Prefectura de Pando, se estimó la superficie quemada en Pando el año 2005 en 40.000 ha, cuantificando 5.000 ha de bosque quemado en el interior de la Reserva de Vida Silvestre de Manuripi. [Alerta fuego en Pando-HERENCIA, 2006]

El INPE, Instituto Nacional de Investigaciones Espaciales del Brasil, desarrolla tecnologías y aplicaciones con satélites artificiales y productos relacionados al tiempo y el clima, que sean de utilidad para la sociedad. Monitorear incendios, estimar y prever riesgos de incendios en la vegetación y las emisiones producidas. [<http://sigma.cptec.inpe.br/produto/queimadas/>,2007-12-11]

El INPE no tiene atribuciones para fiscalizar, controlar y combatir el uso del fuego, ni para procesar a los infractores. Dentro de sus atribuciones el INPE procura generar el mayor número posible de datos relacionados con el uso del fuego en la vegetación para que el gobierno y la sociedad se beneficien de las

informaciones generadas. [<http://sigma.cptec.inpe.br/produto/queimadas/>,2007-12-11]

EL estudio que realizo el INPE conjuntamente con Herencia estimo la cifra de 241 km² ha afectadas por incendios en el departamento de Pando en el año 2005, lo que supone un 3,8 % de la superficie total del departamento. Esta cifra probablemente sea una subestimación. [<http://sigma.cptec.inpe.br/produto/queimadas/>, 2007-12-11]

La distribución de la información territorial, en sus diferentes formatos, ha llevado al desarrollo de sistemas que faciliten el acceso a este tipo de datos. La distribución de información en Internet es el medio idóneo para realizar la tarea anteriormente señalada, y teniendo en cuenta este recurso, se desarrollo de un Sistema de Información Geográfica, que suministrara información espacial a través del Internet (WEBGIS)¹

¹ **WebGis** Aplicación que distribuye información espacial a través de un terminal web

1.2 PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

En la actualidad es reducida la cantidad de personal capacitado en el manejo de Herramientas SIG y en especial aquellos que permiten poner en la Web información real obtenida de una base de datos geográfica. Además los recursos tecnológicos no se utilizan en su integridad, por esta razón las estimaciones cuantitativas sobre las áreas deforestadas son eventuales, incompletas o incluso inexistentes ante las múltiples repercusiones de las quemadas, se hace necesario contar con información fidedigna sobre la extensión de las áreas degradadas y su interrelación con el uso de la tierra en instituciones públicas, privadas y la sociedad en general.

Con ello se establece que el problema principal es:

“Deficiente uso de herramientas informáticas en el análisis y visualización de la deforestación de la provincia Nicolás Suárez del Dpto. Pando “

1.3 SOLUCION PROPUESTA

Mejorar la disponibilidad de información cartográfica a través de un sistema de publicación en un entorno WEB relacionada con las áreas deforestadas de la provincia Nicolás Suárez del Dpto. Pando.

1.4 OBJETIVOS Y ALCANCES

1.4.1 OBJETIVO GENERAL

Desarrollar un Sistema de Información Geográfica accesible desde internet, para analizar y visualizar áreas Deforestadas de la provincia Nicolás Suarez Del Dpto. Pando.

1.4.2. OBJETIVOS ESPECÍFICOS

- Recopilar y Estandarizar la información en formatos compatibles con las herramientas SIG
- Determinar las capas y las funcionalidades necesarias
- Implementación del servidor web
- Implementación del servidor de mapas
- Diseño de la Interfaz Grafica de Usuario (GUI)

1.4.3 ALCANCE

Instalación y configuración del servidor de mapas MapServer

Almacenar, procesar y desplegar información geográfica relacionada con áreas deforestadas de la provincia Nicolás Suarez

Al ser un sistema orientado al poyo a la toma de decisiones, no tiene atribuciones para fiscalizar, controlar y combatir el uso de las áreas deforestadas, ni para procesar a los infractores

1.5 METODOLOGÍA Y HERRAMIENTAS UTILIZADAS

La metodología utilizada para el desarrollo del proyecto de grado es la Guía de desarrollo de Sistemas de Información Geográfica. Esta metodología permite de manera específica el desarrollo de Sistemas de Información Geográfica, en relación a otras que promueven el desarrollo de sistemas de información convencionales.

La metodología, en la fase de análisis y diseño conceptual utiliza como herramientas el modelo Entidad Relación (E-R), en la fase de desarrollo de aplicaciones se aplica el Modelo en Espiral, para el desarrollo de la aplicación se utilizo las herramientas de aplicación SIG:

- **GGIS** Software especializado en el manejo de datos georeferenciados
- **ArcMap** Utilizando el formato propiedad .SHP y geodatabase como almacenamiento de los datos espaciales.
- **APACHE** Servidor web Open Source (Servidor de páginas web)
- **UMN/ MapServer** Servidor mapas Open Source (Servidor de mapas)
- **PMAPPER** Entorno de desarrollo de aplicaciones Web Map eficazmente configurable.

En el desarrollo del presente proyecto se utilizó la arquitectura cliente / servidor ya que permite distribuir la aplicación de manera sistemática a lo largo de la red

1.6 RESULTADOS OBTENIDOS

Hoy son pocas las aplicaciones que permiten de una manera interactiva conocer la información espacial relacionada con el ámbito territorial. Con la WEB GIS el usuario puede personalizar la temática de los mapas a descargar o visualizar, siendo esta aplicación la base donde se siga incorporando información temática que pueda estar orientada a otros sectores de interés.

La aplicación WebGIS obtuvo los siguientes resultados:

- **A nivel de usuario**, permite acceder a la información cartográfica, independientemente de donde se encuentre el interesado, tomando información de una manera fácil y sencilla, lo que motiva la mayor utilización de los servicios
- **A nivel de administración**, permite tener una aplicación base en la que se podrá integrar todos los datos geográficos disponibles de una manera fácil y rápida. Con leves modificaciones permite poner información geográfica de múltiples temas, facilitando la difusión entre los interesados.
- **En cuanto al nivel técnico**, permite un ahorro económico ya que no necesita de grandes inversiones al tener costo razonable en la compra de aplicaciones y licencias. Además tampoco necesita de la instalación de ningún tipo de aplicación en el cliente, únicamente se requiere tener acceso a Internet.

CAPITULO II

MARCO TEÓRICO

2.1 SISTEMA DE INFORMACIÓN GEOGRÁFICO WEB (WEB GIS)

El término “WEB GIS” se refiere a aplicaciones que distribuyen información espacial a los usuarios a través de un terminal web. Dependiendo de las capacidades de los programas, los usuarios pueden mostrar, preguntar y analizar información geográfica de manera remota a través de la web.

Son muchos los autores que definen el concepto de WEB GIS, algunas de las definiciones son las siguientes:

- Conjunto de medios que permite agrupar información geográfica que describe la distribución y las características de objetos y fenómenos que ocurren en la tierra. Incluye: los materiales, la tecnología y la gente necesaria para adquirir, procesar, almacenar y distribuir dicha información para satisfacer una amplia variedad de necesidades. [<http://www.fgdc.gov/nsdi/nsdi.html>, 2008-05-12]
- Herramienta para facilitar el acceso y el uso responsable de la información geográfica, como soporte a la administración sostenible del territorio. [*Groot, 1997*]
- Refleja la convergencia de los sectores de telecomunicaciones, servicios de Información y tecnología informática y representa mucho más que las instalaciones físicas utilizadas para transmitir, almacenar, procesar y desplegar datos espaciales, voz e imágenes. [*Coleman & McLaughlin, 2000*].

Debido a que es una manera relativamente barata de diseminar información espacial establecer funcionalidades básicas SIG, el WEB GIS ha sido rápidamente aceptado tanto por el público como por organizaciones privadas. Una buena parte de la funcionalidad básica de un equipo de sobremesa SIG está ahora disponible para los usuarios que interactúan con bases de datos SIG vía Internet o intranet.

2.1.1. COMPONENTES DE LOS WEBGIS

Cuando un sistema de información geográfica o SIG está instalado en la red, sea corporativo o global, se convierte en un WEB-GIS

Un sistema se denomina de Información Geográfica (GIS) cuando es diseñado para trabajar con información relativa a un lugar geográfico o espacial: éste contendrá funciones específicas para adquirir, desarrollar, gestionar y restaurar la información geográfica.



Figura 2.1: Componentes de un WEBGIS

Fuente: www.sigmetropoli2025.com/sigcomponentes.jpg

Los principales componentes de un WebGIS se pueden resumir en:

A. Hardware

Este componente representa el soporte físico del SIG. Está conformado por las computadoras donde se desarrollan las distintas tareas del sistema, por los servidores donde se almacenan los datos y se ejecutan ciertos procesos, por los periféricos de entrada (mesas digitalizadoras, escáner, dispositivos de lectura de archivos, etc.), los periféricos de salida (los monitores, impresoras, plotter, etc.) y todos los componentes de la red informática.

B. Software

Es la representación del soporte lógico del sistema. Está conformado no sólo por la aplicación SIG sino también por los sistemas operativos, las aplicaciones de administración de bases de datos alfanuméricos, los lenguajes de programación necesarios para el mantenimiento y desarrollo de las aplicaciones y otros programas especializados como son los de procesamiento de imágenes satelitales, de dibujo CAD, paquetes estadísticos, entre otros.

Los programas de SIG proveen las funciones y las herramientas necesarias para almacenar, analizar y desplegar la información geográfica. Los principales componentes de los programas son:

- Módulos para la entrada y manipulación de la información geográfica.
- Un sistema manejador de base de datos (DBMS).
- Módulos que permitan búsquedas geográficas, análisis y visualización.
- Interface gráfica para el usuario (GUI) para acceder fácilmente a las herramientas.

C. Procesos

Los procesos definen qué tareas serán realizadas por el sistema con los datos y recursos tecnológicos disponibles. El usuario debe tener claras sus necesidades para poder identificar los procesos a ejecutar, el *software* a adquirir, la estructura de la base de datos, el *hardware* y la capacitación de los recursos humanos.

Al definir los procesos también deben definirse dónde y quiénes los ejecutarán, es decir si se harán en los puestos de trabajo (procesamiento descentralizado), en el servidor (proceso centralizado) o si se utiliza un modelo híbrido. Cómo y quiénes ejecutarán los procesos, influirá en la definición de roles y permisos de acceso a los datos y la especificación de funcionalidades o herramientas a las que los usuarios podrán acceder desde sus puestos de trabajo.

D. Datos

La calidad de la información obtenida a través del SIG depende en gran parte de la calidad y precisión de los datos introducidos, entonces la parte más importante son los datos geográficos y como están almacenados. Los datos geográficos son elementos diferenciadores de un SIG frente a los datos de otros tipos de sistemas de información, algunas características son:

- **Espacial:** La base de datos de un SIG debe contener la delimitación espacial de cada uno de los objetos geográficos.
- **Temático:** Datos asociados con aspectos físicos específicos de un área (forma geométrica plasmada en un plano).
- **Temporal:** Datos asociados con respecto al tiempo.

E. Recursos Humanos

El personal que trabaja con los SIG es una pieza clave en el funcionamiento de éste. Sin el personal experto en su desarrollo, la información se desactualiza y su manejo es erróneo. El software y el hardware no son trabajados en todo su potencial.

Debido a que esta tecnología es relativamente reciente, no es fácil encontrar personal calificado para manejarla. La formación de expertos en Sistemas de Información Geográfica es algo fundamental por parte de las empresas y universidades, aunque los costos de formación son muy altos.

2.1.2 FUNCIONES DE LOS WEBGIS

Entre las Funciones de un WebGIS se incluyen:

- Producir un mapa (como ilustración, como una serie de elementos gráficos o como un conjunto empaquetado de datos de características geográficas).
- Superponer visualmente capas de información temática, en diferentes estructuras de datos (raster o vectorial).
- Responder a la petición de información descriptiva de algún elemento espacial contenido en la cartografía desplegada, pudiendo utilizar la hipermedia como recurso.
- Capacidades de Geoprocesamiento (cambios de proyección geográfica, inserción y edición de nuevos elementos espaciales (puntos, líneas, polígonos) de manera remota.
- Gestión de la base de datos descriptiva (inserción, modificación y consulta).

Un servidor de mapas debe estar en capacidad de responder a las siguientes peticiones:

- **GetCapabilities**– Recupera la información del servidor de mapas incluyendo nombre de coberturas, estilos y proyecciones soportadas.
- **GetMap**– Solicita un grafico bitmap de tamaño específico y formato para el cliente(JPEG, GIF, PNG)
- **GetFeatureInfo**– Permite consultar las características de los objetos y las presenta al cliente

Básico

GetCapabilities: Informa a otros programas clientes sobre:

- los mapas que puede crear,
- las características que tienen y
- cuáles pueden ser consultados
- Metadatos del servicio y los datos

GetMap: Crea un mapa

Consultable

GetFeatureInfo(opcional): Devuelve información sobre entidades u objetos particulares mostrados en el mapa.
Responde a consultas básicas sobre el contenido del mapa

WMS

2.1.3 VENTAJAS Y DESVENTAJAS DE LOS WEBGIS

Entre los beneficios e inconvenientes de un WEBGIS se pueden indicar:

A. Ventajas

- Fácil acceso. No se necesita de la instalación de ninguna aplicación SIG para su funcionamiento. Capacidad de obtener y representar información de diferentes fuentes.
- La capacidad para distribuir información SIG y funcionalidad a una amplia audiencia.
- Los usuarios no tienen necesidad de comprar programas SIG.
- Los usuarios no necesitan generalmente tener un buen entrenamiento para utilizar la aplicación.

B. Desventajas

- El tiempo de respuesta puede ser excesivo, dependiendo de una serie de factores tales como la capacidad de la conexión, el volumen de información, el tráfico en la red o la potencia del procesador.
- Aún no se maneja un formato único de intercambio de información espacial. Carencia de complejas funciones de análisis espacial.

2.1.4 APLICACIONES DEL LOS WEBGIS

En la mayoría de los sectores los WEBGIS pueden ser utilizados como una herramienta de ayuda a la gestión y toma de decisiones, se describe brevemente algunas de sus aplicaciones principales:

- **Protección Civil: riesgos, desastres, catástrofes** Los SIG constituyen una herramienta eficaz para la prevención de riesgos de diversos tipos (amenazas volcánicas, inundaciones, sismos, avalanchas, depósito de materiales peligrosos, entre otros) y toma de decisiones ante las catástrofes. Con al ayuda de un SIG se pueden determinar los focos y áreas de influencia, posibilidades de evacuación, inventario de población y propiedad privada afectada
- **Gestión territorial** Son aplicaciones SIG dirigidas a la gestión de entidades territoriales. Estas aplicaciones permiten un rápido acceso a la información gráfica y alfanumérica, y suministran herramientas para el análisis espacial de la información. Facilitan la integración de información de diferentes fuentes y formatos, de entidades de desarrollo urbano, planeación, servicios públicos, catastro, entidades de administración del medio ambiente, entre otras. Tienen la facilidad de generar, documentos con información gráfica y alfanumérica, como apoyo a la toma decisiones en ordenamiento territorial.
- **Catastro** El catastro contiene información espacial (localización, límites, superficie) y debe ser actualizado constantemente, ya que es base de contribuciones, ordenamiento territorial urbano y rural, servicios públicos, etc., es por esta razón que en muchos países se lleva a cabo la tarea de informatizar el catastro con el soporte de un SIG. Un sistema de información catastral es una herramienta para la toma de decisiones en los

ámbitos jurídico, administrativo, económico y una ayuda para la planificación y el desarrollo.

- **Demografía** Se evidencian en este tipo de SIG un conjunto diverso de aplicaciones cuyo vínculo es la utilización de las variadas características demográficas, y en concreto su distribución espacial, para la toma de decisiones. Algunas de estas aplicaciones pueden ser: el análisis para la implantación de negocios o servicios públicos, zonificación electoral, etc. El origen de los datos suele ser los censos poblacionales elaborados por alguna entidad oficial como el INE en nuestro territorio

- **Análisis de Mercado (Geomarketing)** El SIG facilita el análisis de mercados (clientes potenciales o existentes), de las empresas (públicas y privadas) que buscan la satisfacción de necesidades de sus clientes mediante la oferta de bienes y servicios apropiados. El Análisis espacial del mercado debe responder a las preguntas: ¿Dónde se localizan los clientes?, ¿Dónde se concentran?, ¿Dónde se localiza la oferta de la competencia? ¿Dónde se pueden ofrecer los servicios?.

- **Medio Ambiente Y Recursos Naturales** Son aplicaciones implementadas por instituciones de medioambiente, que facilitan la evaluación del impacto medioambiental en la ejecución de proyectos. Los SIG facilitan una ayuda fundamental en trabajos tales como:
 - Cambios de uso del suelo.
 - Planificación de explotaciones agrícolas
 - Localización de vertederos.
 - Concentración de contaminantes
 - Estudios de especies
 - Impacto ambiental de obras.

- Aplicaciones forestales. explotación forestal, análisis de pautas de difusión de incendios forestales.

2.1.5 TIPOS DE MAPAS WEB

Una clasificación de los mapas de web ha sido realizada por Kraak¹. Se distinguió mapas *estáticos* - *dinámicos*, mapas *interactivos*. Hoy en día hay un mayor número de tipos de mapas web, que a continuación se detallan :

- **Estáticos.-** Típicos formatos gráficos de mapas web estáticas son PNG, JPEG, GIF o TIFF (por ejemplo, DRG) para los archivos de mapa de bits, SVG, PDF o SWF para archivos vectoriales. A menudo, estos mapas se escanean
- **Dinámicos.-** Estos mapas son creados de acuerdo a la petición del usuario, a menudo de fuentes de datos dinámicos, tales como bases de datos. El servidor web genera el mapa utilizando un servidor de mapas web
- **En tiempo real.-** Consiste en cargar la información de forma automática (sólo unos pocos segundos o minutos de retraso). Los datos son recogidos por los sensores y los mapas son generados o actualizados en intervalos regulares o inmediatamente después de la demanda. Ejemplos de ello son los mapas meteorológicos, mapas de tráfico o sistemas de control de vehículos.
- **Personalizables.-** Mapas web personalizables permiten al usuario aplicar sus propios datos de filtrado, el contenido selectivo ,la aplicación de un estilo personal y la simbolización del mapa.

¹ Kraak, Menno (2001): *Ajustes y las necesidades de cartografía web*

-
- **Interactivos.-** La interactividad es una de las principales ventajas de los mapas basados en la web. La interactividad ayuda a explorar los mapas, los parámetros de mapa de cambio, navegar e interactuar con el mapa, revelar información adicional, enlaces a otros recursos, y mucho más.
 - **Atlas en línea.-** En el pasado, los proyectos de atlas padecían a menudo de la producción de mapas caros, de poca circulación y la audiencia limitada. Las actualizaciones costosas. Ahora pueden llegar a un público más amplio, con productos más baratos además de ofrecen un mayor número de mapas. Algunos atlas incluso han cesado sus ediciones impresas después de publicarse en la web,. Algunos atlas (principalmente de América del Norte) también ofrecen descargas de las fuentes de datos geoespaciales
 - **De Colaboración** Mapas de colaboración son nuevos, inmaduros y su implementación es compleja, pero muestran un gran potencial. El método paralelo donde varias personas colaboran para crear y mejorar los mapas . Técnicamente, una aplicación que permite la edición simultánea de toda la web tendría que asegurar que las características geométricas que está siendo editada por una persona están bloqueadas, por lo que no puede ser editado por otras personas al mismo tiempo. Además, un control de calidad mínima tendría que ser, antes que datos se publiquen. [http://http://en.wikipedia.org/wiki/ webgis, 10-02-2010]

2.2 METODOLOGIA DE DESARROLLO DEL WEBGIS APLICADO ALA DEFORESTACIÓN

Las metodologías de desarrollo de sistemas de información, proveen técnicas y herramientas que permiten el desarrollo de un sistema informático, las cuales han sido mejorados y adaptados para el desarrollo de sistemas de información geográfica, utilizando herramientas específicas de modelado y diseño. A continuación se realiza una breve descripción de los pasos definidos en la Guía de Desarrollo de Sistemas de Información Geográfica.

2.2.1 DESCRIPCIÓN DE LA METODOLOGÍA

La Guía de Sistema de Información Geográfica, es una metodología enfocada al diseño de bases de datos geográfica.

El ciclo de desarrollo de sistemas de información Geográfica, se cimienta en una serie de once pasos que empiezan con la valoración de necesidades, acabando con el uso continuo y mantenimiento del sistema desarrollado.

Los once pasos del ciclo de desarrollo del SIG son:

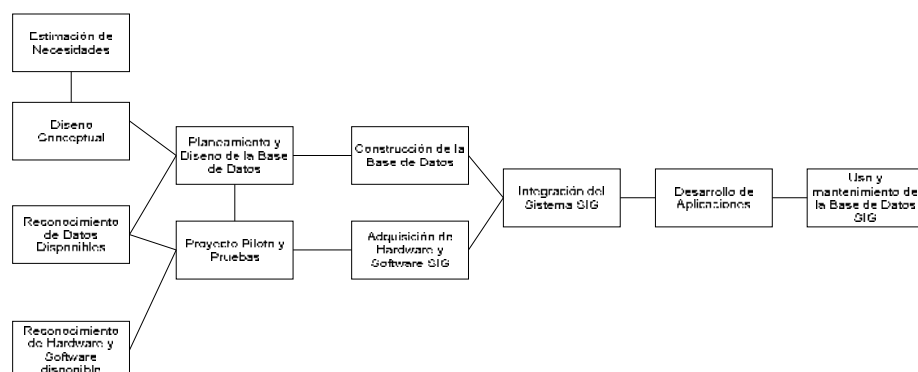


Figura. 2.2: Proceso de Desarrollo de un SIG.

Fuente: Finneran, 1995

A. ESTIMACIÓN DE NECESIDADES

En base a una estimación de necesidades en la institución donde se desarrollará el SIG, se obtendrá toda la información necesaria para desarrollar un plan de diseño. La información puede agruparse en las siguientes categorías:

- ***Aplicaciones a ser desarrolladas:*** Ciertas tareas identificadas pueden ser realizadas más eficientemente o efectivamente en un SIG, estas tareas forman la base de las aplicaciones SIG que se desarrollarán.
- ***Funciones SIG requeridas:*** Para cada aplicación identificada, ciertas funciones SIG son requeridas (Consultas geográficas, análisis espacial, análisis de capas, almacenamiento temporal de datos, programas especiales de análisis espacial).
- ***Datos necesarios en la base de datos:*** Se identifican los datos espaciales en sus valores de latitud y longitud, sistemas de proyección y como serán utilizadas los mismos por las aplicaciones.
- ***Procedimientos de mantenimiento de datos:*** Rutinas o procesos de actualización o mantenimiento de la base de datos de acuerdo a requerimiento.

La información es obtenida a través de la descripción de aplicaciones de la organización y descripción de procesos de administración, para ello son utilizados los formularios estándares de documentación provistos por la metodología, realizados a través de entrevistas a usuarios potenciales del SIG.

Se utiliza como herramienta de análisis los diagramas de flujo de datos de la metodología estructurada.

La documentación del proceso de estimación de necesidades se desarrolla de manera estructurada y estandarizada que establecen tres clases de requerimientos:

- Aplicación SIG. Tareas que desarrollará el SIG.
- Actividades de SIG. Aplicación de diagramas de flujo de datos formularios 1 y 4
- Datos SIG (Listas maestras de datos). Recopilación de datos espaciales relacionados con sus datos alfanuméricos.

La compilación de resultados de la estimación de necesidades se plasmará en las siguientes listas de información.

- Listas de funciones SIG.
- Listas de datos geográficos

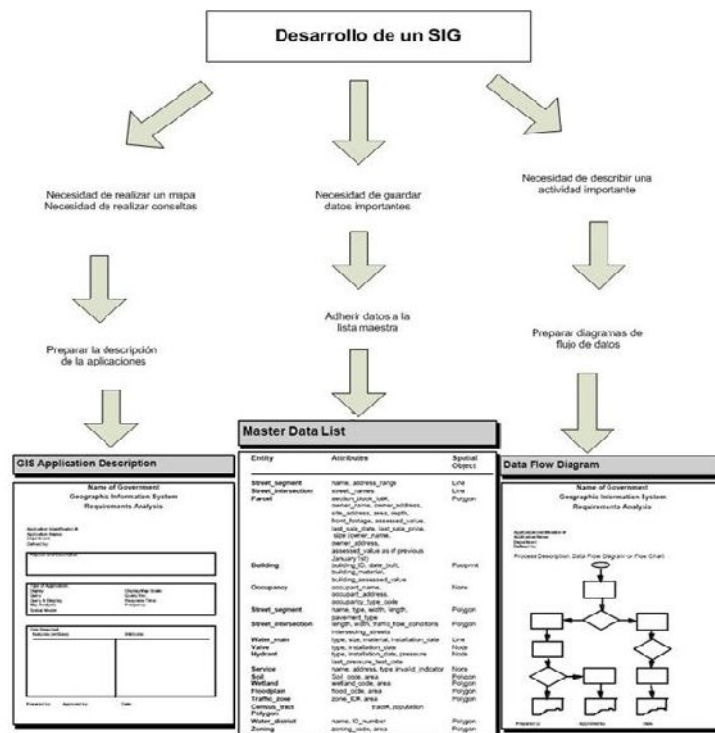


Figura 2.3: Entrevista y documentación de la estimación de necesidades a un usuario potencial del WEBGIS. Fuente: [Finneran, 1995].

B. DISEÑO CONCEPTUAL DEL SIG

En este paso se describe el modelado de datos en general tomando la información de la estimación de necesidades, dando como resultado un modelo de datos SIG y las especificaciones funcionales del sistema.

Preparación del modelo de datos SIG. El modelo de datos, es la definición formal de los datos requeridos en un SIG, los usados en la metodología son la lista estructurada (Lista maestra de datos) y el diagrama entidad relación.

El propósito de este modelo de datos, es para asegurarse que los datos que han sido identificados y descritos no deberían tener ambigüedad, el analista y el usuario concuerdan en sus definiciones sobre la especificación de las entidades, su correspondencia espacial sus atributos y relaciones entre entidades geográficas en el SIG.

El Diagrama de Entidad Relación (E-R), es la herramienta principal de esta fase, que ha sido modificada para poder establecer relaciones espaciales o topología entre entidades geográficas, como lo demuestra el siguiente esquema con toda la simbología utilizada en la construcción de un esquema E-R. (ver figura 2.4)

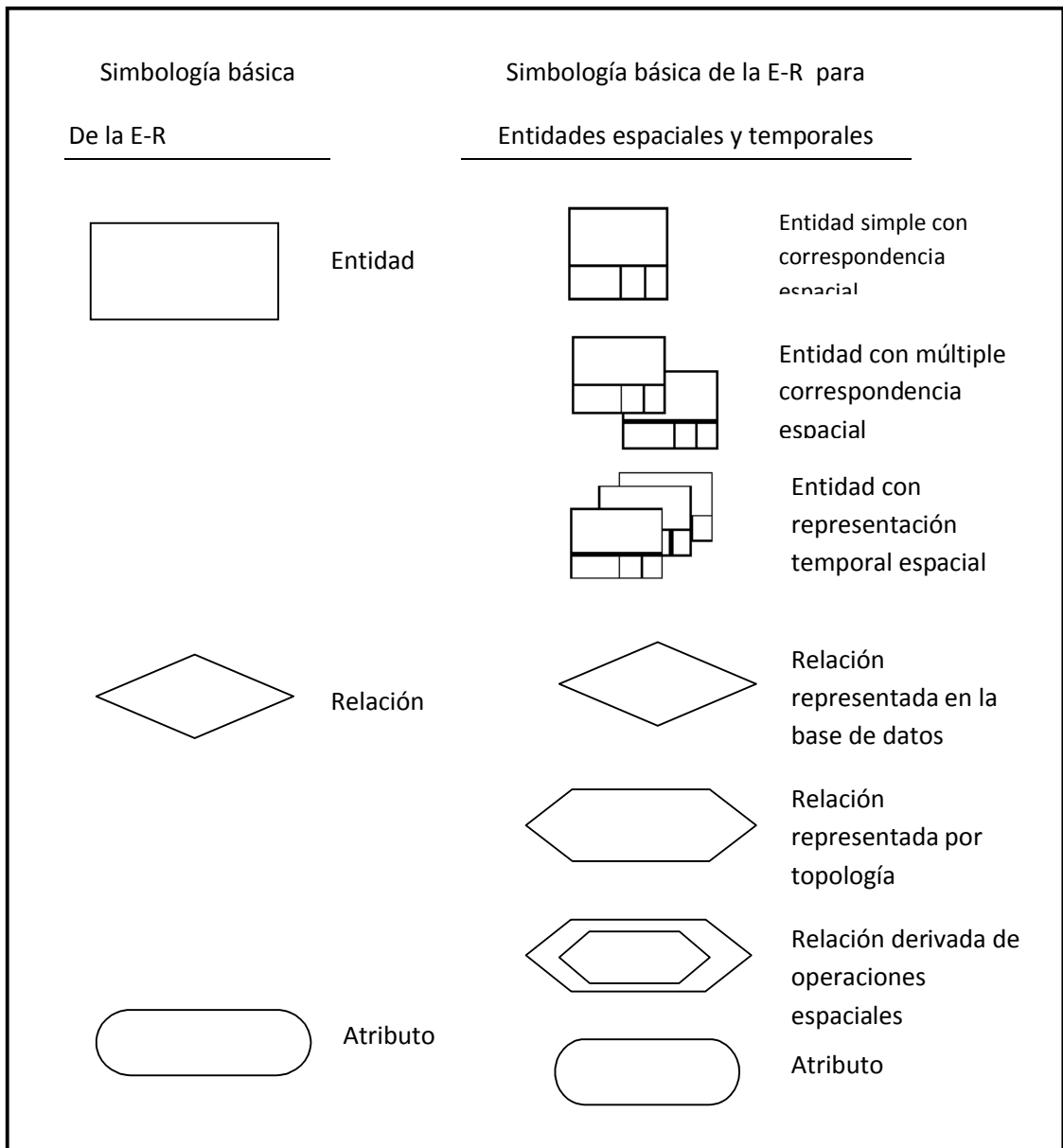


Figura .2.4: Simbología de un Diagrama Entidad Relación.
Fuente: Finneran, 1995

C. ESTUDIOS DE DATOS DISPONIBLES

Uno de los más importantes elementos de desarrollo de un SIG, es encontrar y utilizar los datos apropiados que definirán la consistencia de la base de datos y las aplicaciones SIG a realizar.

Se discute los requerimientos de datos, su disponibilidad, formato y fuentes potenciales.

La lista maestra de datos, es uno de los productos de la estimación de necesidades basados sobre la descripción de las tareas a desarrollar por el SIG, donde se identifica:

- Entidades Geográficas y no Geográficas.
- Los atributos asociados con las entidades.

La lista maestra de datos, es usada para la planificación de la base de datos geográfica el cual incluye:

- Diseño lógico y físico de la base de datos geográfica.
- Procedimientos para la construcción de la base de datos.
- Procedimientos para el mantenimiento y administración de la base de datos.

La recopilación de los datos se realiza a través de la realización de un inventario e investigación de los datos geográficos y sus fuentes (Mapas, planos, croquis, documentos de propiedad, datos digitales, etc.), sobre su disponibilidad o la adquisición de ellos.

D. INVESTIGACIÓN DE HARDWARE Y SOFTWARE SIG

Como resultado de la disponibilidad de datos y requerimiento de aplicaciones a desarrollar, se procede al reconocimiento sobre la disponibilidad de la plataforma tecnológica (hardware y software) que requerirá el sistema para su posible actualización o posterior compra.

E. PLANEAMIENTO Y DISEÑO DETALLADO DE LA BASE DE DATOS

Esta fase desarrolla un diseño lógico y físico de la base de datos realizado en el diseño conceptual del SIG.

Emplea técnicas de modelaje de base de datos para sistemas de información, específicamente las del enfoque relacional, las cuales se adaptan muy bien a las funcionalidades y necesidades del SIG. (se describe de manera detallada en la sección diseño de una geodatabase).

F. PRUEBAS Y PROCEDIMIENTOS PARA EVALUAR EL SIG

Este paso se desarrolla paralelamente al anterior porque determina el rendimiento de equipos y software adquiridos.

Las pruebas se enfocan para probar la utilidad del SIG en el interior de la organización con relación a la base de datos geográfica, aplicaciones y los procedimientos de administración y su mantenimiento.

G. CONSTRUCCIÓN DE LA BASE DE DATOS

Se definen los procedimientos para transformar los datos e información disponibles en formato digital en función a dos actividades:

- Creación de archivos digitales de mapas, fotos aéreas, tablas y otros documentos fuente.

- Organización de los archivos digitales dentro de la base de datos geográfica.

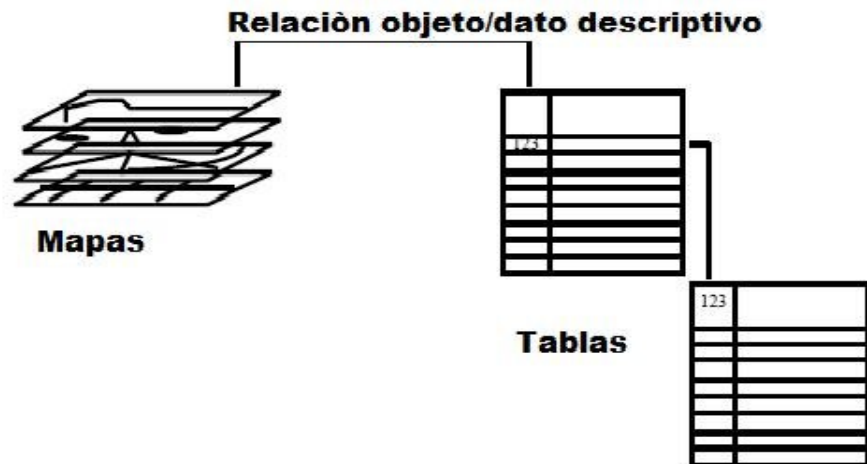


Figura. 2.5: Construcción de la Base de Datos Geográfica.
Fuente: Finneran, 1995

La digitalización de los datos geográficos produce objetos gráficos como ser: puntos, líneas aéreas y su localización geográfica. Las tablas pueden ser creadas en diferentes SGBD u hojas de cálculo y relacionadas a través de un campo en común al igual que en una base de datos relacional.

En esta fase se define los tipos de formato a utilizar sea Raster o Vectorial.

H. ADQUISICIÓN DE HARDWARE Y SOFTWARE

De acuerdo a las necesidades organizacionales de información se selecciona la plataforma SIG y la adquisición de hardware y software que soportan al sistema de información geográfica.

I. INTEGRACIÓN DEL SISTEMA SIG

Integra todos los componentes del SIG que interactúan entre ellas para formar un solo sistema (ver figura 2.6), a través de la interoperabilidad de las herramientas de desarrollo que se van a utilizar en el diseño del SIG.

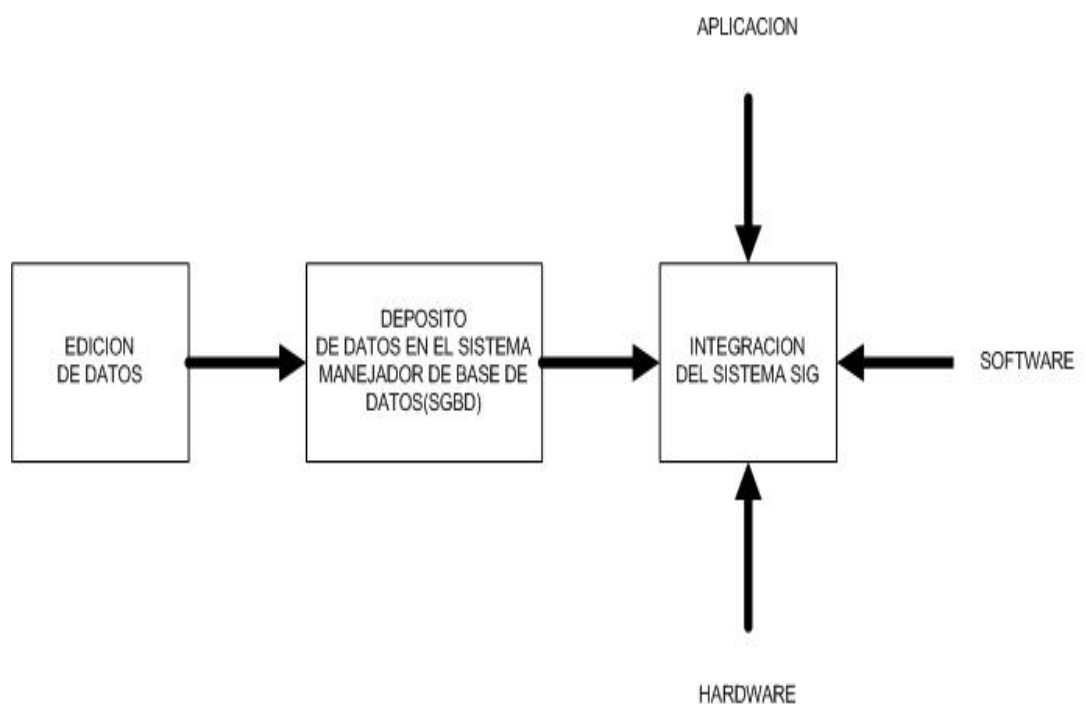


Figura. 2.6: Integración de un WebGis.
Fuente: SIG para el saneamiento de tierras 2006

J. DESARROLLO DE APLICACIÓN Y PROGRAMAS SIG

Esta fase puede desarrollarse en paralelo con el diseño físico de la base de datos, permite efectuar los programas y aplicaciones que respondan a las necesidades operativas de la organización, se estructuran los módulos de aplicaciones

(consultas, reportes, análisis, etc.), que van a interactuar con el usuario y proveer información precisa para facilitar la toma de decisiones.

Categoría de las aplicaciones: Las aplicaciones pueden ser simples como un conjunto de preferencias que son almacenadas por cada usuario o grupo de trabajo y se ejecuta en un macro de corto tiempo o pueden ser consultas muy complejas que seleccionan un grupo de capas, identificando entidades u objetos georeferenciados de interés basados en rangos de atributos, creando variables con buffer, desarrollando nuevas capas que pueden ser almacenados de acuerdo a sus requerimientos. El desarrollo de las aplicaciones debido a su naturaleza interactiva de construcción de prototipos utiliza el modelo en espiral como modelo de proceso de software evolutivo

K. USO Y MANTENIMIENTO DEL SIG

Se completan dos grandes actividades:

- Soporte y servicio al usuario.
- Mantenimiento del sistema (Base de datos geográficos, hardware y software).

2.3 HERRAMIENTAS PARA EL DESARROLLO DEL WEBGIS

En los últimos años la integración de Internet y la tecnología SIG ha abierto nuevas líneas de investigación y desarrollo.

Las primeras aplicaciones se fundamentaban en la distribución de mapas estáticos con herramientas básicas de visualización (zoom) y una mínima identificación de objetos. Actualmente, los “Servidores de mapas por Internet” o WebGis están en una fase de explosión de desarrollo y crecimiento, aumentando constantemente sus capacidades para

interactuar con múltiples plataformas. Asimismo se mejoran las funcionalidades de las aplicaciones y el modo de difusión de la información espacial. Actualmente los mapas han dejado de ser estáticos y se han convertido en dinámicos, interactivos y accesibles a un amplio sector de la población. El usuario es el que selecciona la información a visualizar y el grado de definición ó detalle con el que se desea que se muestre esta información

Por todo ello, la forma de entender la información espacial ha variado considerablemente en los últimos tiempos, modificando la forma de trabajar de los potenciales usuarios, y haciéndolos a la vez más exigentes con los resultados.

La tecnología Web Mapping permite al usuario generar sus propios mapas, dentro de un entorno de fácil comprensión y uso como es la web, visualizar, consultar y analizar información geográfica, generada. Un servidor de mapas funciona enviando información solicitada por parte del usuario, a través de su navegador web, sin necesidad de conocimientos técnicos sobre SIG ni servidores de mapas.

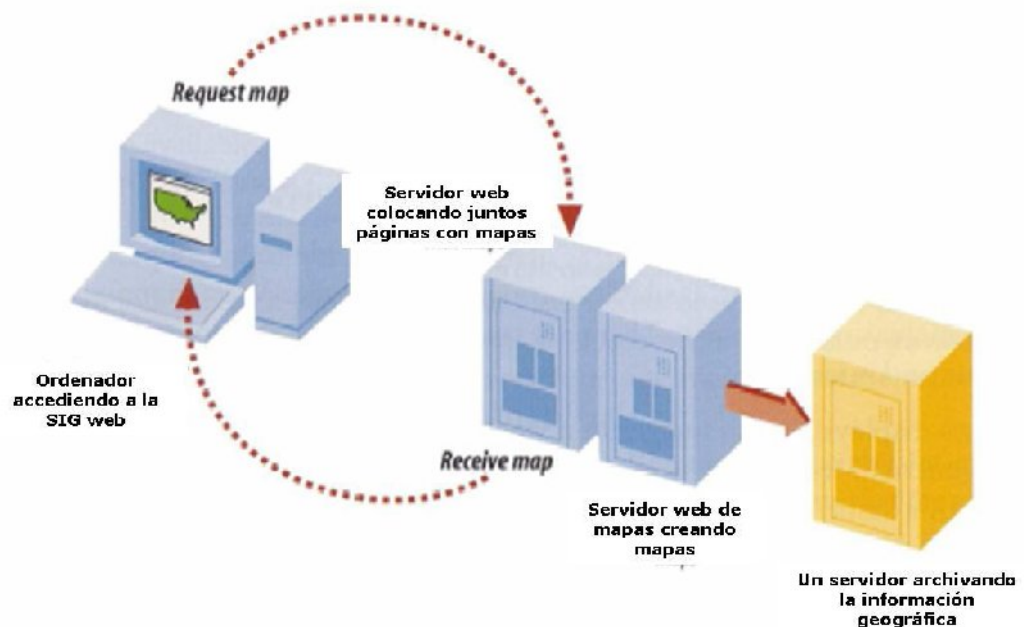


Figura. 2.7: Arquitectura de un servidor de información geográfica vía Internet.
Fuente: WebGis ParcCollserola, José Andrés Espuela Santos, 2008

2.3.1 TECNOLOGÍA WEB MAPPING

La Tecnología Web Mapping es una aplicación que opera mediante una arquitectura Cliente/Servidor. Consiste en un sistema que permite manipular estructuras de datos espaciales a través de Internet.

Otorga un carácter distributivo a las aplicaciones SIG. Permite mediante el uso de un medio de difusión fácilmente accesible y tecnológicamente adecuado (Internet), la búsqueda, consulta, gestión, análisis y modificación de estructuras de datos espaciales.

Para el desarrollo de esta aplicación se ha seleccionado la tecnología UMN MapServer, y el entorno de desarrollo P.mapper, ambos programas de código abierto. MapServer es el proyecto SIG de código abierto de mayor éxito e implantación, soportado por una amplia comunidad de usuarios y desarrolladores así como una elevada documentación. MapServer dispone de una gran interoperabilidad de formatos, admitiendo más formatos que muchas aplicaciones bajo licencia comercial.

Para la instalación del servidor de mapas MapServer se ha utilizado el paquete de aplicaciones MS4W (Map Server for Windows).

2.3.2 MS4W (Map Server for Windows).

Es un instalador rápido y fácil de MapServer para Windows, así como para sus aplicaciones añadidas que nos proporcionan diversos entornos de desarrollo(Chameleon, MapLab, Pmapper,etc..). El propósito de este paquete es permitir a usuarios iniciales y avanzados instalar rápidamente un ambiente de desarrollo de MapServer.

El paquete MS4W está diseñado para llevar a cabo una instalación completa de Apache, PHP, MapServer CGI, MapScript (CSharp, Java, PHP, Python), completamente configurada y lista para usar.

El diseño de la estructura de directorios que se crea es compacta permitiendo que la aplicación sea totalmente transferible de manera completa, con solo copiar el directorio de trabajo.

Además el diseño del directorio de la aplicación permite que se puedan efectuar actualizaciones parciales de las aplicaciones o incluso la desinstalación de las mismas sin que el resultado tenga que afectar al funcionamiento básico del resto

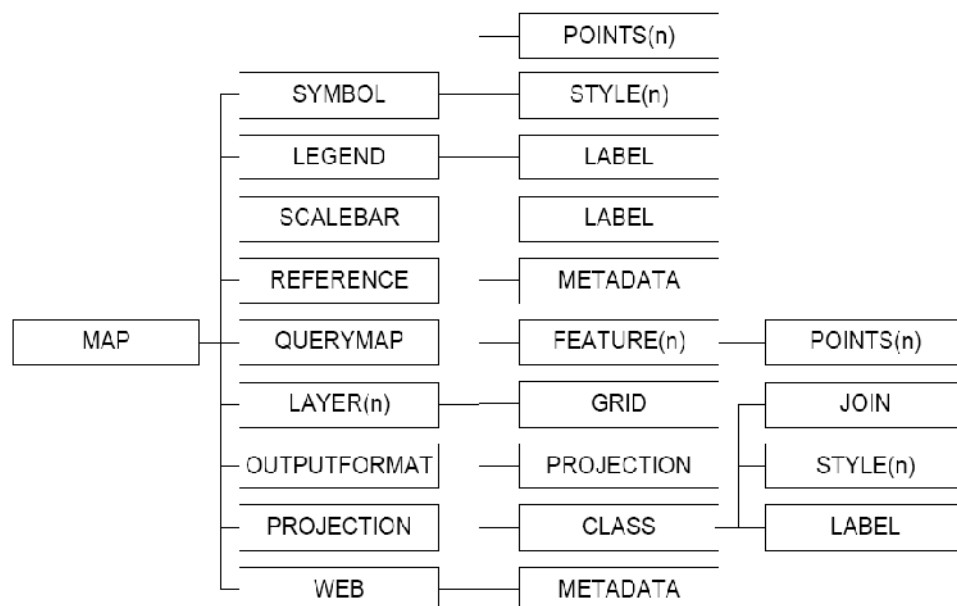


Figura 2.8: Contenido del paquete MS4W

Fuente : OpenSource, www.maptools.org/ms4w/index.phtml

CARACTERÍSTICAS DE UMN/ MAPSERVER	
Salida cartográfica avanzada	<p>Dibujo de elementos en función de la escala y la proyección</p> <p>Personalizable con salida de plantilla</p> <p>Automatización de los elementos del mapa (mapa de escala, mapa guía, leyenda)</p> <p>Mapas temáticos utilizando clases a través de expresiones lógicas o regulares</p>
Soporte para entornos de desarrollo populares	PHP, Phytón, Perl, Ruby, Java, C#
Soporte multiplataforma	Linux, Windows, Mac OS X, Solaris y Otros
Soporte de multitud de formatos raster y vector	<p>TIFF/GeoTIFF, EPPL y otros vía GDAL</p> <p>ESRI shapefiles, PostGIS, ESRI ArcSDE, Oracle Spatial, MySQL y otros vía OGR</p> <p>Especificaciones web del <i>Open Geospatial Consortium</i>: WMS, WFS, WMC, WCS, SLD, GML, SOS</p>
Soporte de proyecciones de mapas	Soporte de proyecciones de mapas "al vuelo" con miles de proyecciones gracias a la librería Proj.4

Tabla 2.1: Características de MapServer

Fuente OpenSource, www.maptools.org/ms4w/index.phtml

2.3.3 SERVIDOR HTTP APACHE

Es un programa de código abierto para plataformas Unix, Windows, Macintosh y otras. El servidor Apache se desarrolla dentro del proyecto HTTP Server de la Apache Software Foundation. Apache presenta entre otras características mensajes de error altamente configurables, bases de datos de autenticación y negociado de contenido, aunque es criticado por la falta de una interfaz gráfica que ayude en su configuración.

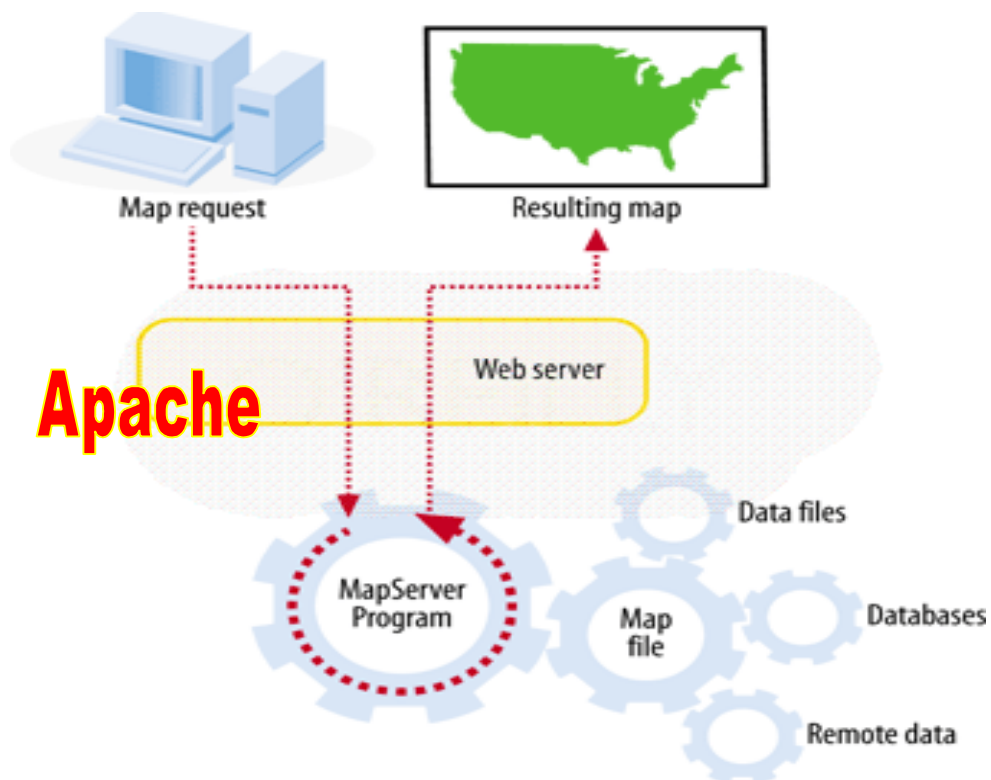


Figura 2.9 Estructura del paquete MS4W

Fuente; "Using Open Source Gis Toolkits WebMapping Illustrated.",

2.3.4 PHP (PHP HIPERTEXT PRE-PROCESSOR)

Es un lenguaje de programación usado normalmente para la creación de páginas web dinámicas. Su interpretación y ejecución se da en el servidor web, en el cual está almacenado el script o archivo de procesamiento por lotes, y el cliente sólo recibe el resultado de la ejecución.

Cuando el cliente hace una petición al servidor para que le envíe una página web generada por un script PHP, el servidor ejecuta el intérprete de PHP, el cual procesa el script solicitado que generará el contenido de manera dinámica, pudiendo modificar el contenido a enviar, y devuelve el resultado al servidor, el cual se encarga de devolverlo al cliente.

Además es posible utilizar PHP para generar archivos PDF, Flash, así como imágenes en diferentes formatos, permite la conexión a diferentes servidores de bases de datos (MySQL,Postgres,Oracle,ODBC...) lo cual permite la creación de aplicaciones web muy robustas. Indicar finalmente que PHP tiene la capacidad de ser ejecutado en la mayoría de los sistemas operativos y que puede interactuar con los servidores web más populares.

2.3.5 MAPSERVER - MAPSCRIPT

Map Server es un entorno de desarrollo en código abierto (Open Source Initiative) para la creación de aplicaciones SIG en Internet/Intranet con el fin de visualizar, consultar y analizar información geográfica a través de la red mediante la tecnología Internet Map Server (IMS).

Sus características principales son:

- Se ejecuta bajo plataformas Linux/Apache y Windows (MS4W)
- Formatos vectoriales soportados: ESRI shapefiles, PostGIS, ESRI ArcSDE, GML y otros muchos vía OGR.
- Formatos raster soportados: JPG, PNG, GIF, TIFF/GeoTIFF, EPPL7 y otros vía GDAL.
- Fuentes TrueType
- Configuración "al vuelo" vía URL

Mapscript es un código generado inicialmente por la Universidad de Minnesota, en conjunto con la Agencia Nacional Espacial de Astronáutica (NASA), y que actualmente está promovido por Autodesk. Este código tiene por nombre MapScript y no es más que un código funcional que permite interpretar formatos de distribución espacial de datos geográficos, diseñado considerando las normas propuestas por el Open GIS Consortium (OGC). Está basado en distintas librerías de Código Abierto (Open Source):

- Shapelib, librería que interpreta formatos Shapefile ESRI
- FreeType, librerías de caracteres (tipos de letras)
- Proj.4, librerías para cambios de proyección geográfica
- LibTIFF, librerías para interpretar formato raster .tiff y geotiff
- Librerías GD, para interpretación de formatos .jpg,.gif,.png

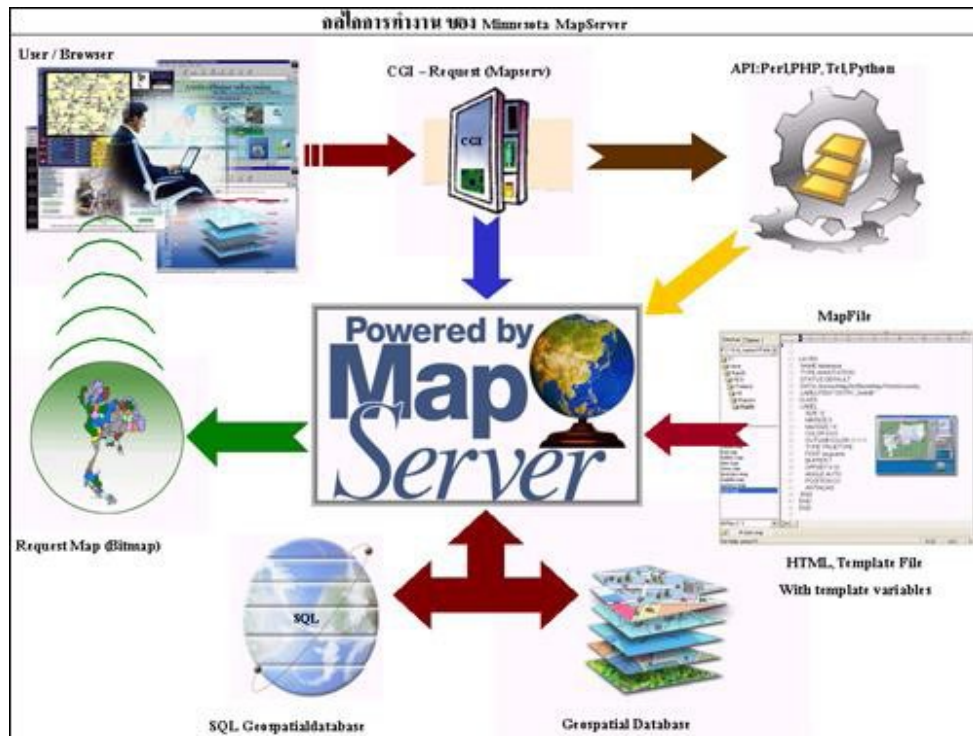


Figura 2.10 Arquitectura del servidor de mapas MapServer

Fuente: <http://learners.in.th/file/rpggunner/view/14277/mapserver1.jpg>

2.3.6 ENTORNO DE DESARROLLO P.MAPPER

P.mapper es un entorno de desarrollo de aplicaciones Web Map eficazmente configurable. Está basado en MapServer y PHP/MapScript por DM Solutions¹¹. Funciona con todos los formatos de datos soportados por MapServer y además implementa los estándares del OpenGis Consortiums para Web Mapping Services (WMS). El entorno P.mapper ofrece una gran facilidad y sencillez para configurar un entorno cliente/servidor así como una completa funcionalidad y múltiples modalidades para facilitar la configuración de una aplicación MapServer basada en PHP/MapScript.

Entre las funciones incluidas están:

- DHTML zoom/pan . Visores soportados: Mozilla/Firefox, IE, Opera, Konqueror
- Pan/zoom con el ratón, movimientos con el teclado del cursor,
- Mapa de referencia
- Funciones de interrogación (identificación, selección, búsqueda)
- Muestra resultados de búsqueda de manera gráfica con enlaces a las base de datos relacionas e hyperlinks.
- Funciones y descargas de impresión: HTML , PDF y GeoTif
- Configuración de múltiples funciones y vistas a través de un archivo INI
- Creación directa de leyendas en formato HTML
- Varios estilos de muestra de leyendas y tabla de contenidos
- Posibilidad de multilinguaje.

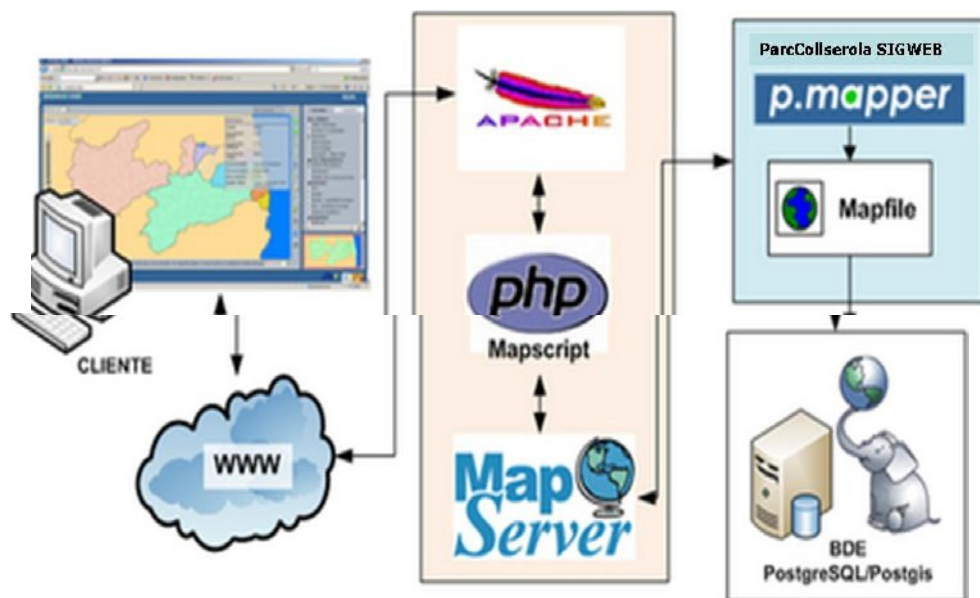


Figura. 2.11: Arquitectura general de integración de P.mapper

Fuente: Utilización de Mapserver en la gestión de los recursos hídricos, Benigno M. 2007

2.3.7 QUANTUM GIS (QGIS)

Quantum GIS(QGIS) es un Sistema de Información Geográfica (SIG) gratuito y código abierto integrado con un subsistema de visualización en el cliente con el cual se puede crear archivos Shapefile y tiene características similares que ArcGis.

La Empresa ESRI propietaria de ARCGIS (software de administración y visualización geográfica) crea el formato Shapefile, que es un conjunto de archivos que contiene las geometrías y sus datos asociados.

Tres son los archivos que forman parte de este formato:

- **Shapefile** (*.shp) Almacena las Geometrías.
- **DBase** (*.dbf) Almacena los atributos descriptivos.
- **Index** (*.shx) Archivo de índice.

La correspondencia entre los registros de un dbf y un shp es de uno a uno.

El dbf y el shx deben tener el mismo nombre que tiene el shp para ser reconocidos por parte de él.

Tipos de shapes o geometrías

Valor	Shape Tipo
0	Shape nulo
1	Punto
3	PoliLínea
5	Polígono
8	Multipunto
11	Punto Z

13	PoliLinea Z
15	Poligono Z
18	MultiPunto Z
21	Punto M
23	PoliLinea M
25	Poligono M
28	MultiPunto M
31	MultiPatch

Tabla 2.2: Tipos de shapes o geometrías

Fuente: Gis_openGis.pdf.

Los shapefiles están limitados a almacenar solo un tipo de geometría.

Un mapa está representado por un gran conjunto de información vectorial, que se organiza por medio de capas(coberturas). Cada capa está formada por geometrías de un mismo tipo, como por ejemplo polígonos y cada una de estas capas se almacena en un shapefile.

Además con motivo de mantener un orden conceptual sobre las geometrías, las capas suelen dividirse según lo que representan, es decir, todas geometrías que representan por ejemplo las calles dentro del mapa, se almacenan en un shapefiles.

De la misma forma, todas las geometrías que representan ríos se almacenan en otro shapefile. De esta forma se puede visualizar una u otra cobertura

2.4 PLATAFORMA DE DESARROLLO

2.4.1 WINDOWS SERVER 2003

Windows Server 2003 es un sistema operativo de la familia Windows de la marca Microsoft para servidores que salió al mercado en el año 2003.

Windows Server 2003 se podría considerar como un Windows XP modificado, no con menos funciones, sino que estas están deshabilitadas por defecto para obtener un mejor rendimiento y para centrar el uso de procesador en las características de servidor,

Sus características más importantes son:

- Sistema de archivos NTFS:
 1. Cuotas
 2. Cifrado y compresión de archivos, carpetas y no unidades completas.
 3. Permite montar dispositivos de almacenamiento sobre sistemas de archivos de otros dispositivos al estilo unix
- Gestión de almacenamiento, backups... incluye gestión jerárquica del almacenamiento, consiste en utilizar un algoritmo de caché para pasar los datos menos usados de discos duros a medios ópticos o similares más lentos, y volverlos a leer al disco duro cuando se necesitan.
- Windows Driver Model, Implementación básica de los dispositivos más utilizados, de esa manera los fabricantes de dispositivos sólo han de programar ciertas especificaciones de su hardware.

-
- ActiveDirectory, Directorio de organización basado en LDAP, permite gestionar de forma centralizada la seguridad de una red corporativa a nivel local.
 - Autenticación Kerberos5
 - DNS con registro de IP's dinámicamente
 - Políticas de seguridad

CAPITULO III

DESARROLLO

El propósito de este capítulo es describir el desarrollo del producto de software que satisfaga las necesidades de la organización, para la cual se hará uso de la metodología "Guía De Sistema De Información Geográfica" la que permite comprender el sistema y los fundamentos teóricos principales para el desarrollo del proyecto; desde la recopilación de la información hasta la implementación del "Sistema de Información Geográfica aplicado al análisis y visualización de Áreas Deforestadas".

3.1 DESARROLLO DEL SISTEMA WEBGIS

De acuerdo al análisis realizado y el ámbito donde se desarrolla la WEBGIS, se utiliza la metodología adoptada para el desarrollo del sistema de información geográfico, el mismo que permite proveer información de calidad que coadyuva a la toma de decisiones de manera oportuna.

3.1.1. ESTIMACION DE NECESIDADES

El objetivo de esta fase es desarrollar el análisis, para comprender el ámbito en el cual será desarrollado el sistema haciendo una recopilación de los requisitos y poder establecer las necesidades, obteniendo en primera instancia la tabla o lista de funciones a la que se deberá dar cumplimiento.

TABLA DE FUNCIONES WEBGIS		
Nro. de Aplicación	Nombre	Descripción
Nro. 01	Vista general	Se inicia ofreciendo una vista general de todo el área de interés, a partir del cual el usuario podrá navegar a través del plano en busca de información.
Nro.02	Zoom Ventana	Controla la zona a la que se quiere Visualizar
Nro.03	Zoom Más y Zoom Menos	Acercarse o alejarse de la información
Nro.04	Retroceder o avanzar una Vista	Recuperación de una vista del mapa previa o anterior .
Nro.05	Desplazar	Desplazarse de la de una a otra zona
Nro.06	Visualización y selección	Selección de capas y desplazamiento de las leyendas pudiendo visualizar la información de cada capa.
Nro.07	Consultas identificación de atributos	Seleccionar el elemento que se quiere consultar y obtener toda la información alfanumérica asociada a dicho elemento.
Nro.08	Impresión	Permite obtener impreso el mapa en papel ó PDF, incorporando además la leyenda de aquellos objetos que se visualizan también descargar el mapa en formato TIFF.
Nro.09	Medición de distancias y superficies	Permite obtener la distancia aproximada, entre dos puntos o a lo largo de una línea de varios puntos

Tabla 3.3: Lista de funciones del WEBGIS

Fuente: Elaboración Propia

3.1.2. DISEÑO CONCEPTUAL

Los resultados en la estimación de necesidades, listas de funciones a desarrollar e identificación de las entidades definen la lista maestra de datos (LMD).

LISTA MAESTRA DE DATOS		
Entidad	Atributos	Objetos espacial
Municipios	dpto_, provincia, municipio	Polígono
Localidades	nombre, codlcnpop, localidad, codlclsest, local	Punto
Caminos Troncales	cam_i_id, distancia, cod_fnone, length	Líneas
Ríos Principales	Id, nombre, rio_nav, shape_leng	Líneas
Áreas Protegidas	nombre, has, shape_lent, shape_area	Polígono
Ecología	area, perimeter, código, nombre, categoría, agrupación, has, shape_lent, shape_area	Polígono
Deforestación		Raster
Imgsatelital		Raster

Tabla 3.4: Lista maestra de datos

Fuente: Elaboración propia

De acuerdo a la lista de funciones SIG y la lista maestra de datos, se diseña el diagrama entidad relación.

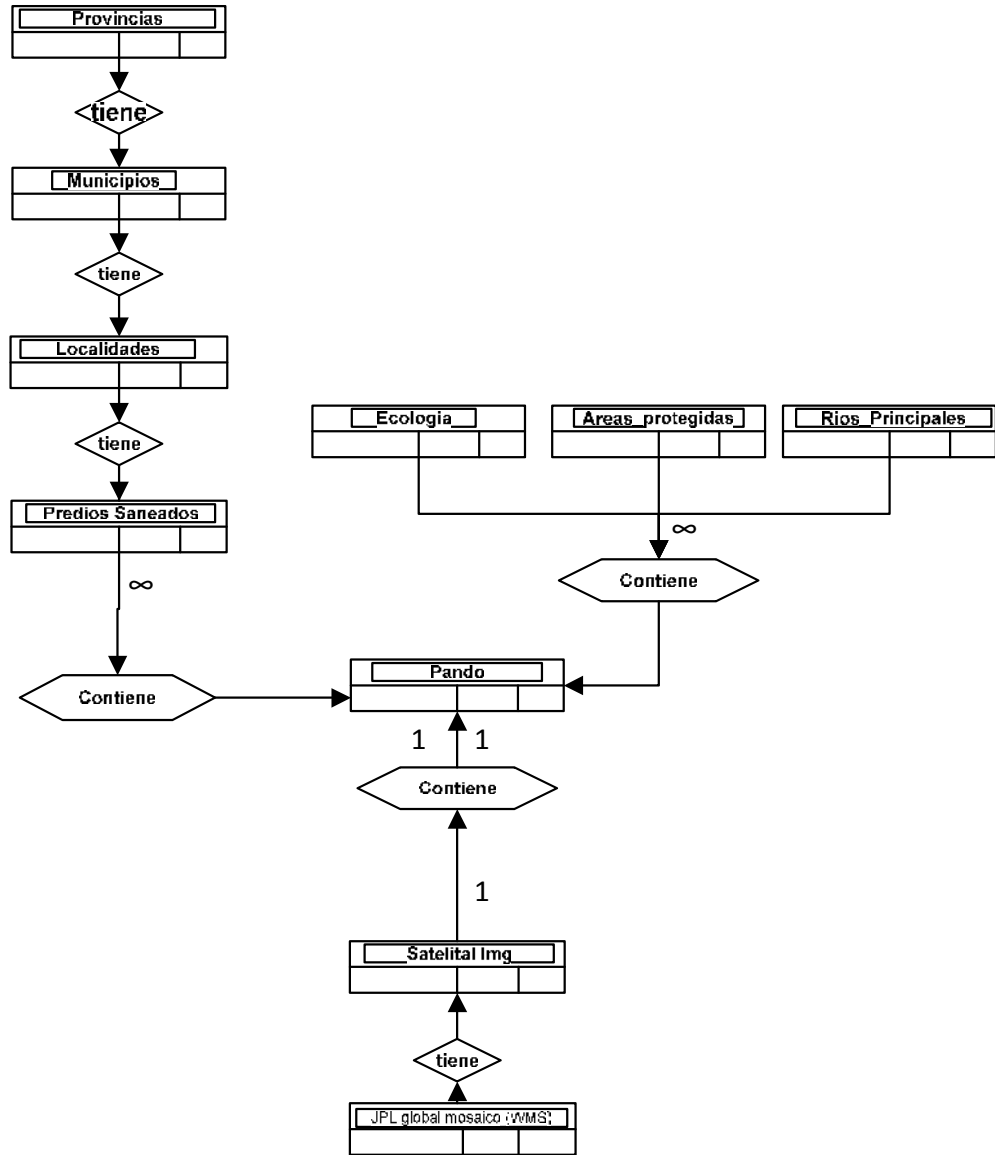


Figura 3.12.: Diagrama Entidad-Relación

Fuente: Elaboración Propia

3.1.3. DISPONIBILIDAD DE INFORMACION GEOGRAFICA, ALFANUMERICAS Y SUS FUENTES

A. DESCRIPCIÓN DE ENTIDADES

- Entidad geográfica: Municipios

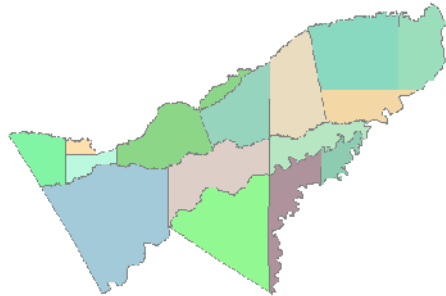
Entidad	Descripción	Geográfica	Alfa Numérica
Municipios	Superficie de tierra con limite administrativo	Si, polígonos	Si
		ATRIBUTOS	
		dpto_ provincia municipio	

Tabla 3.5: Entidad geográfica Municipios

Fuente: Elaboración propia

• Entidad geográfica: Localidades

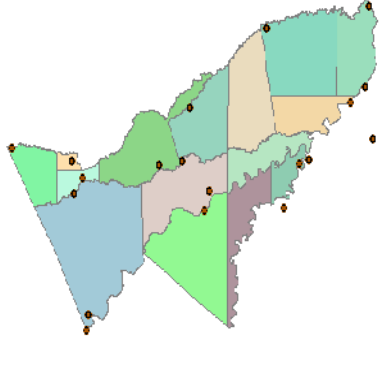
Entidad	Descripción	Geográfica	Alfa numérica
Localidades	Puntos correspondientes a la ubicación geográfica de localidades del dpto.. Pando	Si, puntos	Si
		ATRIBUTOS	
		nombre, codlcpob, localidad, codclsest, localsal	

Tabla 3.6: Entidad geográfica Localidades

Fuente: Elaboración propia

• Entidad geográfica: Caminos


Entidad	Descripción	Geográfica	Alfa Numérica
Caminos troncales	Líneas correspondientes a la ubicación geográfica del caminos del dpto.. Pando	Si, Lineas	No
		ATRIBUTOS	
		cami_id, distancia, cod_fnone, length	

Tabla 3.7: Entidad geográfica Caminos troncales

Fuente: Elaboración propia

• Entidad geográfica: Ríos principales

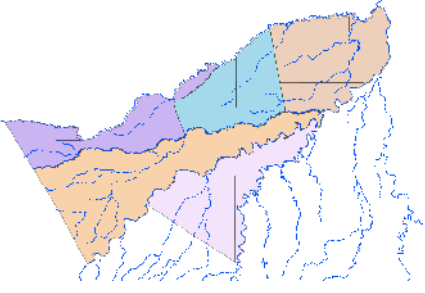
Entidad	Descripción	Geográfica	Alfa Numérica
Ríos principales	Líneas correspondientes a la ubicación geográfica de los ríos del dpto.. Pando	Si, Líneas	Si
		ATRIBUTOS	
		Id, nombre, rio_nav, shape_leng	

Tabla 3.8: Entidad geográfica Ríos principales

Fuente: Elaboración propia

• Entidad geográfica: Áreas protegidas

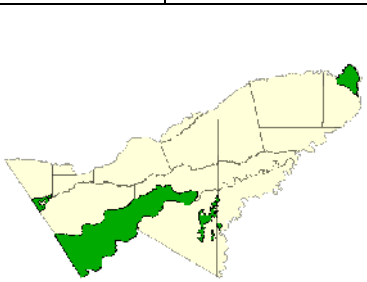
Entidad	Descripción	Geográfica	Alfa Numérica
Áreas protegidas	Polígonos correspondientes a la ubicación geográfica de áreas en conservación dpto.. Pando	Si, Polígonos	Si
		ATRIBUTOS	
		nombre, has, shape_lent, shape_area	

Tabla 3.9 : Entidad geográfica Áreas protegidas

Fuente: Elaboración propia

• Entidad geográfica: Ecología

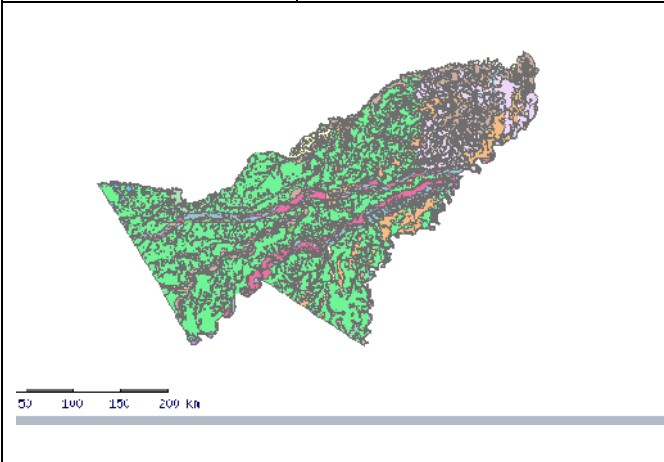
Entidad	Descripción	Geográfica	Alfa Numérica
Ecología	Polígonos correspondientes a la ubicación geográfica de tipos de bosques ecológicos dpto.. Pando	Si, Polígonos	Si
		ATRIBUTOS	
		area, perimeter, código, nombre, categoría, agrupación, has, shape_lent, shape_area	

Tabla 3.10: Entidad geográfica Ecología

Fuente: Elaboración propia

3.1.4. DISEÑO DE LA BASE DE DATOS GEOGRÁFICA

La estructura de la base de datos geográfica se define de acuerdo al modelo conceptual (diagrama entidad relación), el mismo que se traduce en el modelo relacional.

La especificación de cómo la WebGis ejecutara las peticiones requeridas, la simbolización de los objetos gráficos (color, tamaño, símbolo, etc.), estructuración de los archivos gráficos y no gráficos, organización de archivos de directorios e identificación se define mediante software QGIS (Quantum GIS)

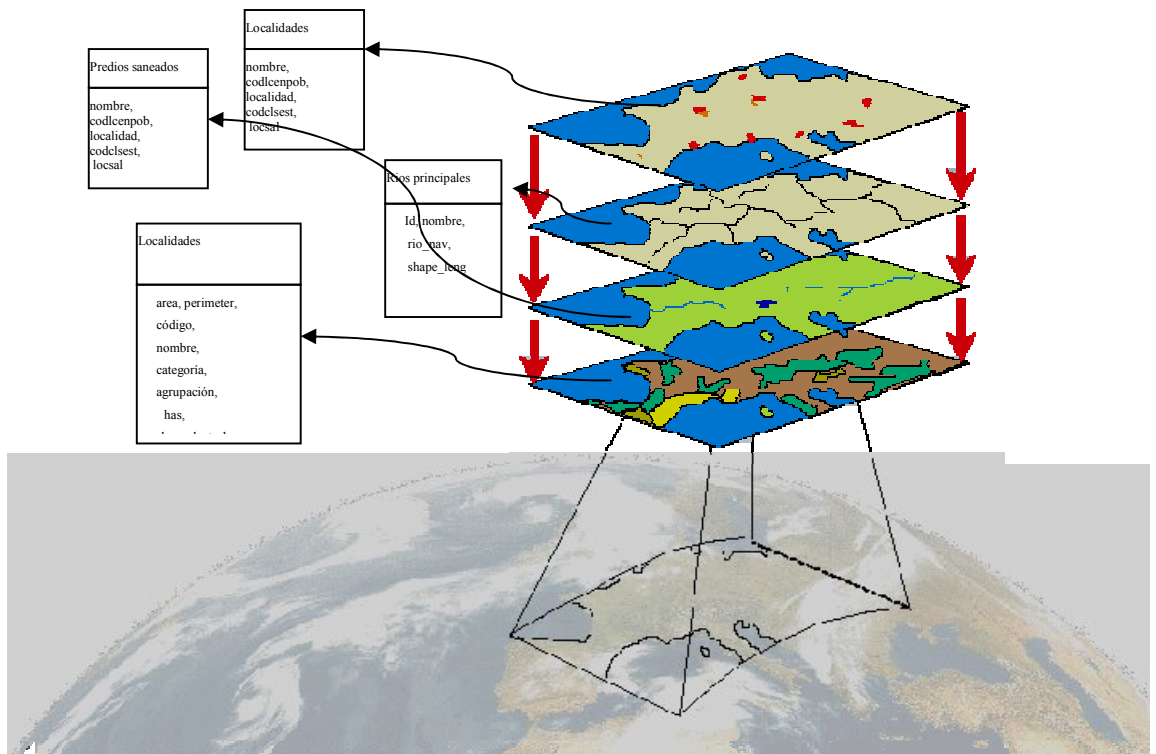


Figura 3.14: Construcción de la base de datos geográfica

Fuente: Elaboración propia

3.1.6. DISPONIBILIDAD DE HARDWARE Y SOFTWARE

La siguiente tabla muestra un resumen de los programas y los requerimientos necesarios para la instalación e implementación de la aplicación del presente proyecto.

SOFTWARE	HARDWARE	JUSTIFICACIÓN
QGIS	Pentium IV como mínimo, RAM 1 GB recomendado	Aplicación para la manipulación del formato .SHP y geodatabase como almacenamiento de los datos espaciales., además de la configuración del archivo MAP
UMN/ MapServer Servidor mapas Open Source		Servidor de mapas
APACHE Servidor web Open Source		Servidor de páginas web
P.mapper		Entorno de desarrollo de aplicaciones Web Map el cual nos permite configurar un entorno cliente/servidor basada en PHP/MapScript

Tabla 3.11: Requerimiento de Hardware y Software

Fuente: Elaboración propia

3.1.7. ADQUISICION DE HARDWARE Y SOFTWARE

Para la adquisición de software se realizó un análisis de alternativas entre las principales tecnologías de publicación de la información geográfica en Internet, partiendo principalmente del condicionante que deberá utilizarse software que se tenga a disposición con licencia o programas libres de código abierto, por no estar contemplado el gasto en licencias:

- **Esri ArcIMS,**
- **Autodesk Map Guide Open Source,.**
- **UMN/ Open Source Map Server**

A. ESRI (Environmental Systems Research Institute)

Ha evolucionado desde 1969 cuando se creó como un grupo de investigación encaminado a la mejora de la manipulación y análisis de información geográfica digital hasta convertirse en el líder mundial en Sistemas de Información Geográfica. Cuenta con más de 5.300 empleados, habiendo facturado en el año 2005 un total de 611 millones de dólares y teniendo una cuota de mercado superior al 50%.

ArcIMS es el servidor de aplicaciones integrado dentro de la arquitectura ArcGIS que ha sido diseñado para la distribución y difusión de información geográfica, mapas y servicios GIS en Internet / intranet es posible el empleo de ArcIMS para distribución de datos y funcionalidad GIS a múltiples usuarios.

ArcIMS constituye una aplicación muy potente, escalable y basada en estándares que permite de manera rápida y sencilla, diseñar y gestionar servicios de cartografía en Internet. [www.esri-es.com, , 2009-06-11]

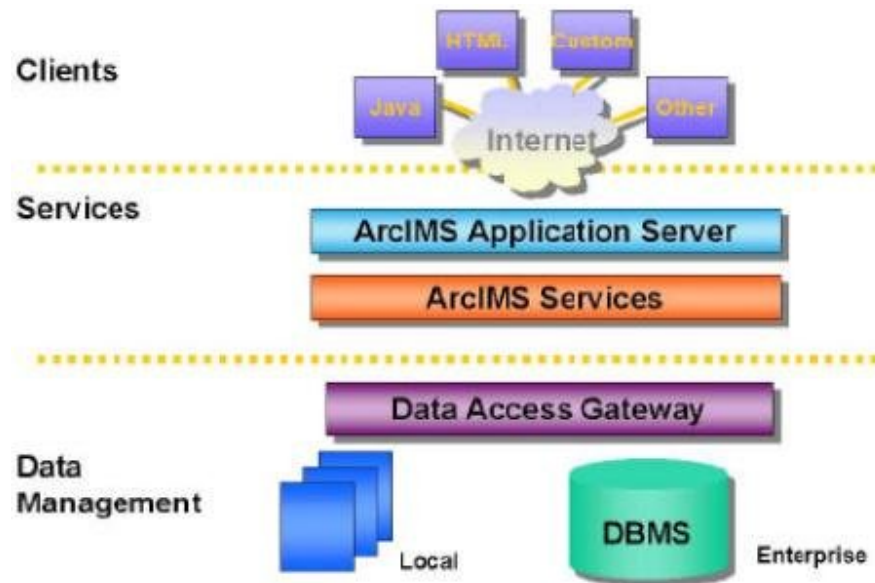


Figura 3.15 Componentes del servidor ArcIMS

Fuente CIAT <http://gisweb.ciat.cgiar.org>

B. AUTODESK

Líder en software de diseño asistido por ordenador (CAD) entró en el mercado del SIG en los años 90, reconociendo un gran número de mapas digitales que habían sido creados usando su formato propietario DWG¹, realizado con AutoCAD. MapGuide forma parte del software de desarrollo GIS de Autodesk, y a partir del 2006 ha sido puesto a disposición de los usuarios y desarrolladores una versión de AutoDesk MapGuide en código abierto.

Parte del programa AutoCAD está orientado a la producción de planos, empleando para ello los recursos tradicionales de grafismo en el dibujo, como color, grosor de líneas y texturas tramadas. AutoCAD, a partir de la versión 11, utiliza el concepto de *espacio modelo* y *espacio papel* para separar las fases de diseño y dibujo en 2D y 3D, de las específicas para

¹ DWG Extensión del archivo de AutoCAD

obtener planos trazados en papel a su correspondiente escala. [WebSIG ParcCollserola - Jose Andrés Espuela Santos, 2008]

C. UMN/OPEN SOURCE MAPSERVER

Originalmente desarrollado en la Universidad de Minnesota (UMN), en su departamento de recursos naturales. MapServer es una aplicación de desarrollo de código abierto (Open Source) para la creación de aplicaciones para la publicación de información espacial en Internet o intranet. La aplicación es mantenida por un gran número de desarrolladores en todo el mundo y es apoyado por un diverso grupo de organizaciones. [WebSIG ParcCollserola - Jose Andrés Espuela Santos, 2008]

- **Comparación de alternativas**

<i>Características Generales</i>	<i>Autodesk MapGuide Open Source</i>	<i>UMN/ Open Source MapServer</i>	<i>ESRI ArcIMS</i>
<i>Datos de entrada y procesado</i>	Todos sin conversión menos Geomedia	Casi todos	Formatos de Esri y Cad
<i>Plug-in</i>	Con plug-in y sin plug-in	Con y sin plug-in	Con y sin plug-in
<i>Facilidad</i>	Necesita desarrollar funciones básicas como las consultas alfanuméricas	Necesita fuertes desarrollos para generar la página y sus consultas	Personalización sencilla. Se necesita experiencia para implantar aplicaciones básicas
<i>Licencias</i>	Software libre	Software libre	6000 euros por la primera CPU y 3900 por adicionales

<i>Mantenimiento</i>	Sin mantenimiento	Sin mantenimiento	1° año mantenimiento gratis
<i>Fortalezas</i>	El uso de SDF (spatial data file) permite incrementar la velocidad. - Utiliza múltiples formatos - IIS o Apache - Windows o Linux - Usuarios ilimitados	Sin costes iniciales - Ilimitados derechos de uso - Windows o Linux - Sin instalar plug-in presenta muchas más funciones	Es el más flexible y potente
<i>Debilidades</i>	La instalación del plug-in es un problema para los usuarios sin permiso de administrador y con poca experiencia	Necesita programar muchas de las funciones básicas	La instalación del plug-in es un problema para los usuarios sin permiso de administrador y con poca experiencia

Tabla 3.12 : Cuadro-resumen comparativa de alternativas de software WebGis

Fuente: Rodríguez F., 2006, Publicación web de la información territorial

3.1.8. INTEGRACION DEL SISTEMA WEBGIS

El sistema WEBGIS estará formado por los programas de difusión de la información espacial vía internet/intranet.

No será necesario inicialmente instalar ningún Sistema de Gestión de Bases de Datos, al disponer actualmente de todos los datos geográficos en formato de datos espaciales de ESRI shapefile. Al no tener extensos datos alfanuméricos asociados a los datos geográficos, la gestión de la información alfanumérica se puede realizar sin la necesidad de migrar los datos asociados a una base de datos, tipo postgresQL PostGIS o MySQL, con extensión espacial.

Los componentes necesarios para el WEBGIS se resumen en :

Datos

- Información espacial en formato de datos espaciales de ESRI .shp
- Información alfanumérica de atributos en archivos .DBF asociados

Programas (software)

- Un servidor de http Apache
- Un servidor de mapas MapServer
- Lenguaje de programación de páginas web dinámicas: PHP
- Un visor de Internet en el lado del cliente: IE, Mozilla
- Una aplicación donde el usuario visualice la información y pueda interactuar con ella ; Pmapper
- Herramienta SIG para la creación de archivos shapefile (.SHP) : QGIS

Equipos (Hardware)

- Una computadora funcionando como servidor central
- Computadoras clientes de cada usuario
- Las conexiones necesarias a través de Internet.

La Arquitectura Lógica

La arquitectura lógica del sistema se divide en tres capas que a continuación se muestra en la figura:

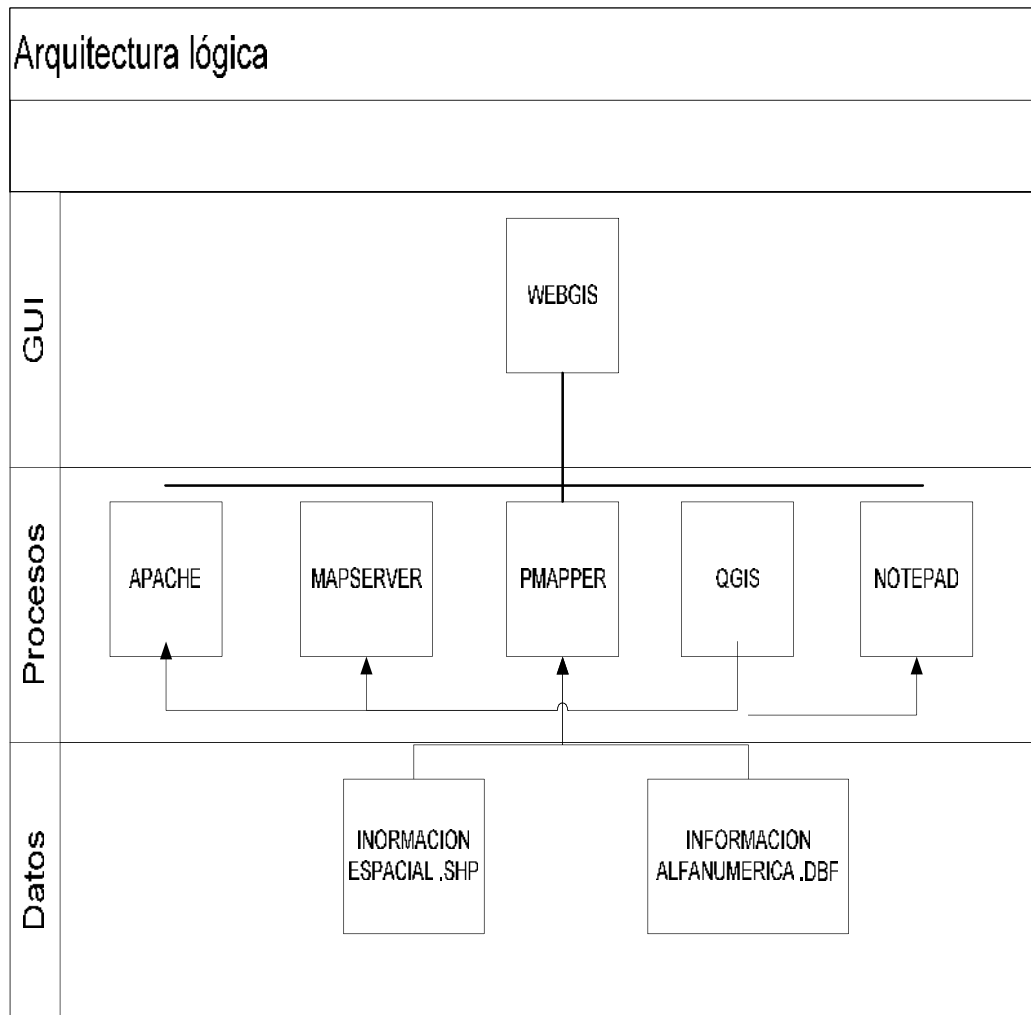


Figura 3.16: Arquitectura lógica del sistema

Fuente: elaboración propia

- **GUI.** Esta capa es la de presentación o interfaz de usuario (el cliente) encargada de interactuar y mostrar los datos en la pantalla.
- **PROCESOS.** Es donde se procesan las peticiones de información que realiza el usuario del sistema, además de direccionar a la capa de *DATOS* donde procesa la respuesta y envía a los usuarios

- **DATOS** Es donde se encuentra la información espacial y alfanumérica, se consulta y manipula la información de forma rápida y eficaz

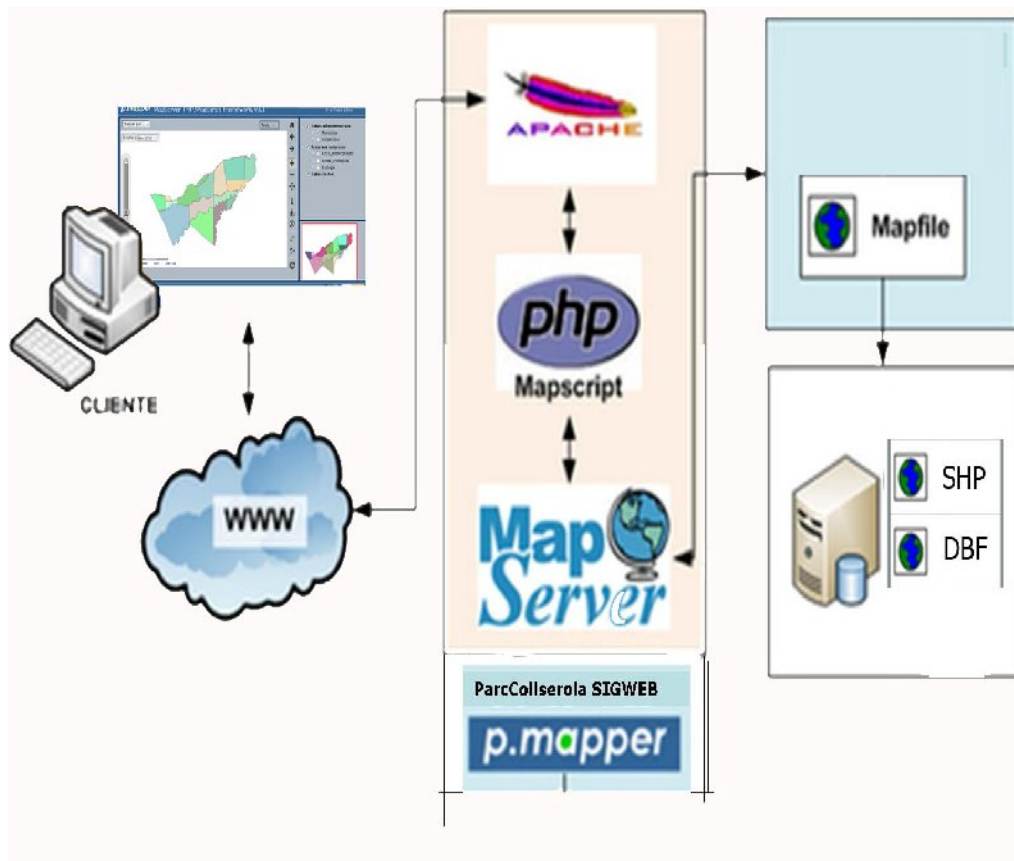


Figura 3.17: Arquitectura General Sistema WEBGIS Pando

Fuente: Elaboración propia

3.1.9. DESARROLLO DE APLICACIONES

El desarrollo de la aplicación tiene como requisito que el usuario que potencialmente accederá a ella, no necesita ser un especialista en SIG para poder visualizar la información espacial y alfanumérica. Para ello tanto la manera de acceder como la utilización de las herramientas que aparecen en la aplicación no serán del todo compleja. Sin embargo el usuario deberá tener el mínimo de

conocimiento en la manipulación de herramientas SIG para tener mejores resultados

Una vez seleccionado el enlace al WebGIS se abre la vista principal de la aplicación, cuando esta se inicia se abre una ventana dividida en diferentes secciones.

Aquí se muestra la pantalla inicial con las diferentes secciones numeradas y resaltadas en diferente color.

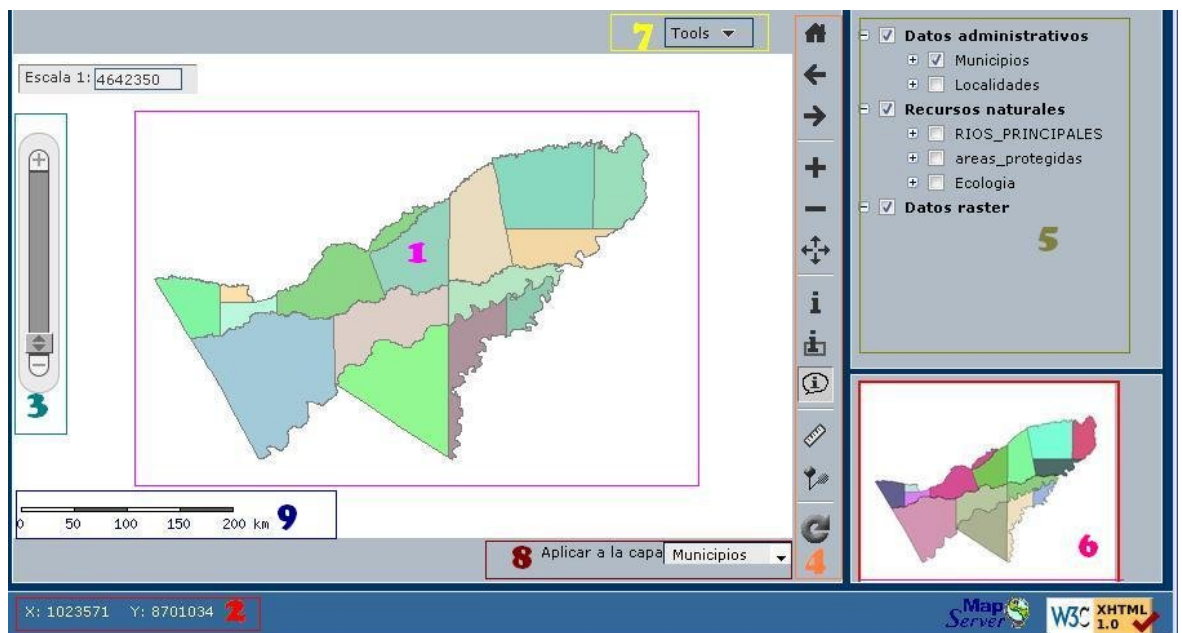


Figura 3.18: Pantalla Inicial WEBGIS

Fuente: Elaboración propia

Se describirá brevemente cada componente visible por defecto en la página Principal:

1. **La ventana del mapa**, es la parte principal de la vista, y como su nombre indica está dedicada a mostrar el mapa resultante de las capas de datos activadas por defecto o el resultado de las búsquedas hechas en los distintos niveles.

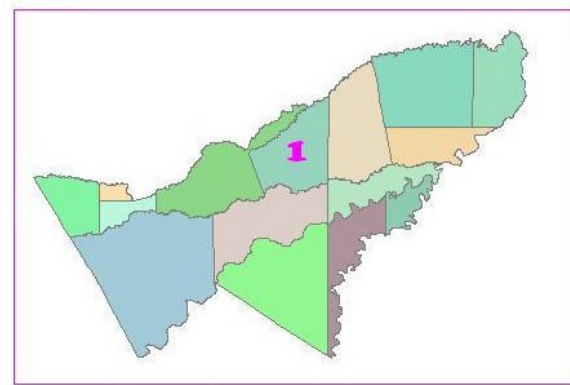


Figura 3.19 Ventana Mapa

Fuente: elaboración propia

2.- Las coordenadas de la posición del cursor en el sistema de referencia, en este caso UTM zona 19 Sur, correspondiente al área geográfica del departamento Pando

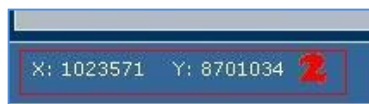


Figura 3.20: Componente coordenadas

Fuente: elaboración propia

3.- La escala de visualización. En esta sección existen dos herramientas relacionadas con la vista: una en la que se muestra la escala numérica de la vista actual y otra es una barra con un selector que permite aumentar o disminuir el nivel de la vista (zoom).



Figura 3.21: Escala de visualización

Fuente: elaboración propia

4.- **La barra de herramientas** que permite interactuar con la aplicación, para modificar la escala de visualización, seleccionar por ventana de mapa, realizar desplazamientos, refrescar la vista, recargar la página, identificar objetos del mapa, realizar medidas simple de longitud y área sobre el mapa, entre otros.

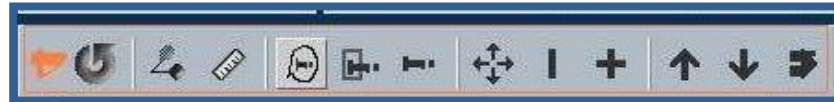


Figura 3.22: Barra de herramientas

Fuente: elaboración propia

5.- **La Tabla de Contenidos**, que nos muestra las capas de información geográfica que componen la aplicación, permitiendo activar o desactivar la visualización del contenido de las mismas, así como expandir o contraer la leyenda de los datos representados:

La información descargada en el visor se reagrupó en tres categorías:

- Datos Administrativos
- Recursos Naturales
- Datos ráster (imágenes)

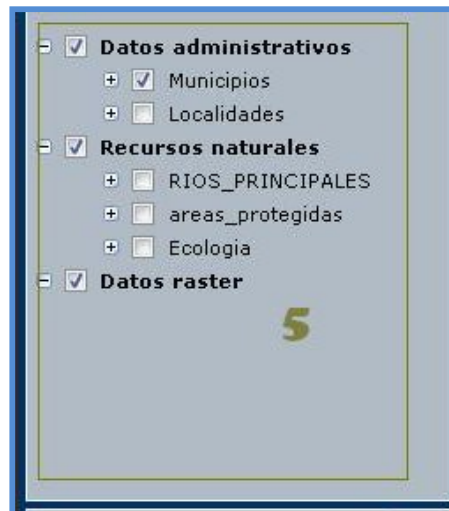


Figura 3.23: Contenidos Temáticos

Fuente: elaboración propia

Las capas se activan a través de botones de activación (checkbox). No es necesario seleccionar “redibujar” pues lo hace en automático tras activar o desactivar alguna opción.

Existe la posibilidad de realizar una selección múltiple de las capas de información para su visualización. La superposición de las capas se realiza con el orden en que se han definido las mismas, en el archivo de configuración del servidor de mapas.

La aplicación basada en MapServer genera automáticamente la simbología con la que se representa cada capa de información, basándose en la configuración de estilos que se definió en el archivo “.MAP”

6.- Mapa interactivo de referencia. Abajo a la derecha aparece una pequeña imagen general de la zona, en la que se puede ver la posición relativa de la vista general del mapa. La zona visible del mapa está marcada por un rectángulo de bordes rojo, que es sustituido por una cruz cuando el área de visualización está a una escala muy pequeña.



Figura 3.24: Mapa interactivo de referencia

Fuente: elaboración propia

- 7.- **Descargas**, desplegando un menú desde donde se podrá acceder a la impresión de mapas en formato HTML o PDF con una descripción del mapa, además de descargar el mapa en formato GeoTIF.

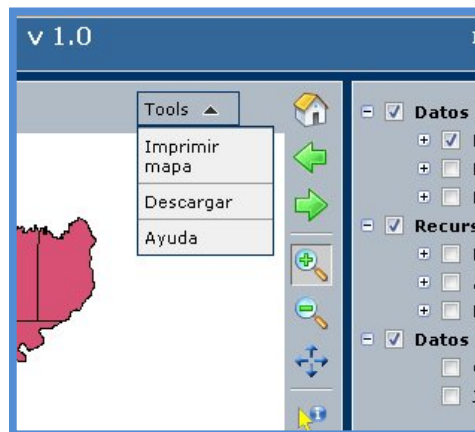


Figura 3.25: Barra de herramientas

Fuente: elaboración propia

- 8.- **Consulta Espacial-Alfanumérica**, en donde mediante un menú se puede seleccionar el tipo de objeto a buscar, e ir progresivamente definiendo la búsqueda. Una vez elegida la opción permite abrir una ventana donde se mostrarán los resultados coincidentes con la búsqueda, y la vista del objeto seleccionado en la ventana del mapa.



Figura 3.26: Consulta Espacial-Alfanumérica

Fuente: elaboración propia

.9- La Escala gráfica. Es generada automáticamente por la aplicación, de acuerdo a la escala de visualización del mapa. De esta manera al realizar un zoom, no sólo se actualizará la vista del mapa, sino también la escala gráfica. El tipo de escala, unidades y estilo son definidos en el archivo de configuración (*.MAP).

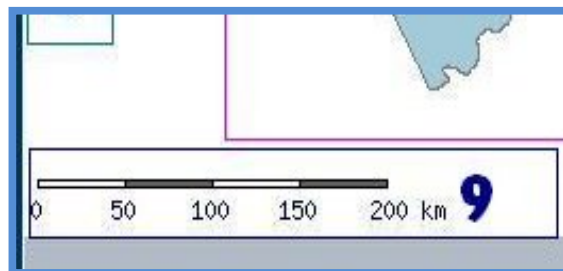





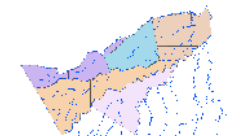
Figura 3.27: Escala Grafica

Fuente: elaboración propia

En la organización temática por capas, se deben diferenciar las capas estáticas y las capas dinámicas. Las capas estáticas aparecerían siempre cargadas por defecto, es decir, siempre estarán visibles. Junto a éstas se encontraran las capas dinámicas

las cuales pueden ser visualizadas o no por el usuario a su elección, permitiendo personalizar el mapa.

En el caso de la aplicación WEBGIS Pando, todas las capas serán dinámicas, pues todas tienen la opción de seleccionarse o no, como se muestra en la siguiente tabla.

<i>CAPA DISPONIBLES</i>	<i>TIPO DE ELEMENTO</i>	<i>MAPA</i>
<i>Datos Administrativos</i>		
Municipios	Polígono	
Localidades	Punto	
Caminos Troncales	Línea	
<i>Recursos Naturales</i>		
Ríos Principales	Línea	

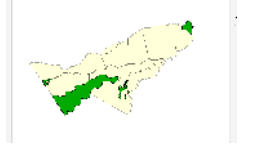
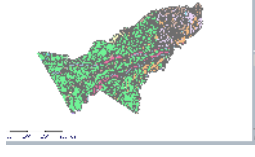
Áreas Protegidas	Polígono	
Ecología	Polígono	
<i>Datos raster</i>		
Imgsatelital		
Deforestación		

Tabla 3.13: Capas Seleccionables

Fuente: Elaboración propia

Para la representación del flujo de datos del sistema Web Gis se utilizó la herramienta DFD (diagrama de flujo de datos), esquematizando la interacción del Usuario con el sistema y sus procesos.

La primera interacción que realiza el usuario es cargar un mapa o cartografía, posteriormente se selecciona el área a visualizar con las herramientas de navegación para aumentar el zoom, disminuirlo, moverse hacia los lados, o centrar el mapa en la posición inicial. Se podrá acceder a la información alfanumérica y finalmente mostrar el mapa para imprimir o descargar.

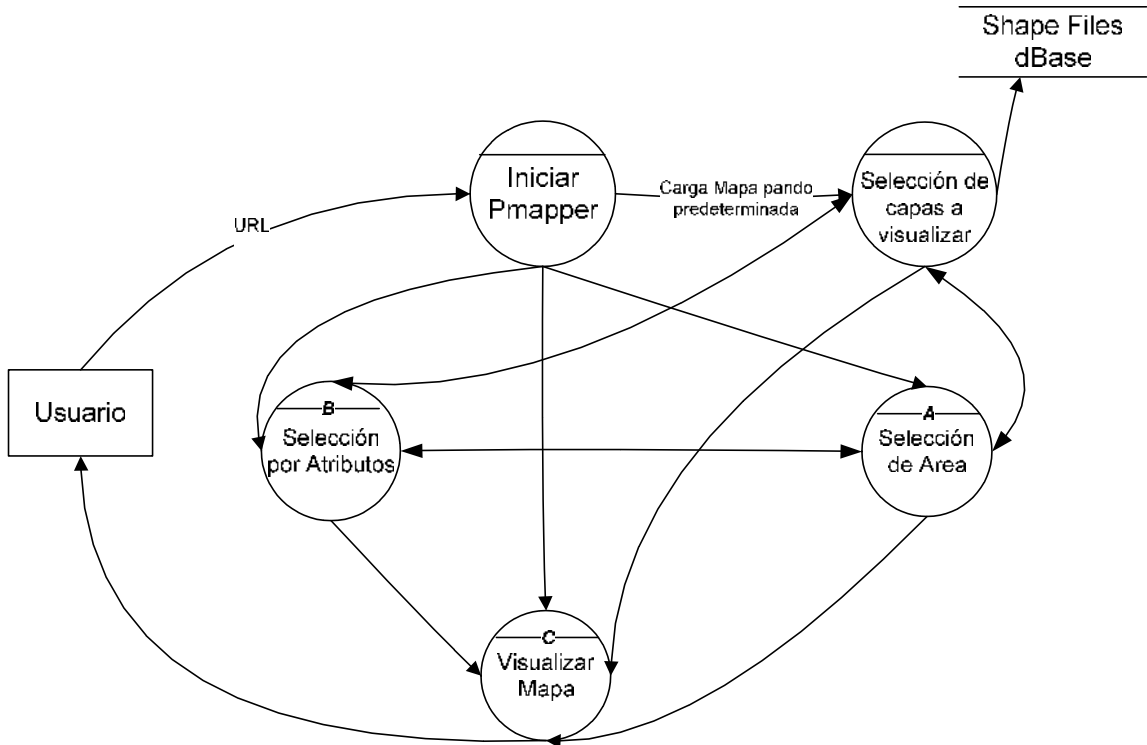


Figura 3.28: DFD WebGis

Fuente: elaboración propia

- Proceso "A", selección de área

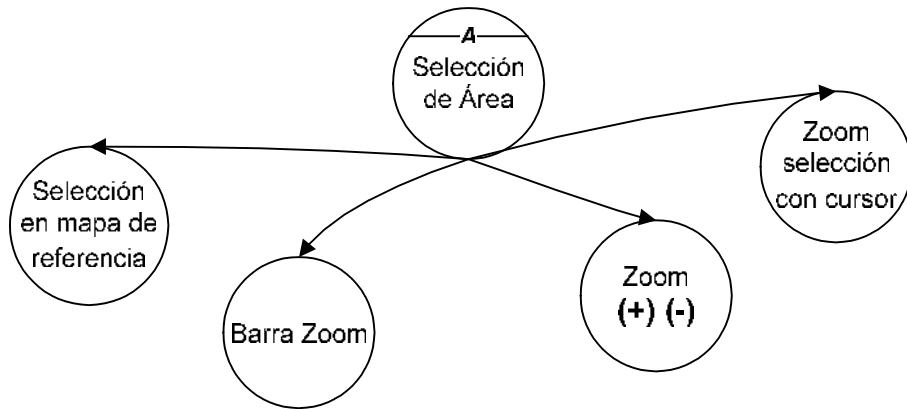


Figura 3.29: DFD Selección de área

Fuente: elaboración propia

• Proceso "B", selección por atributos

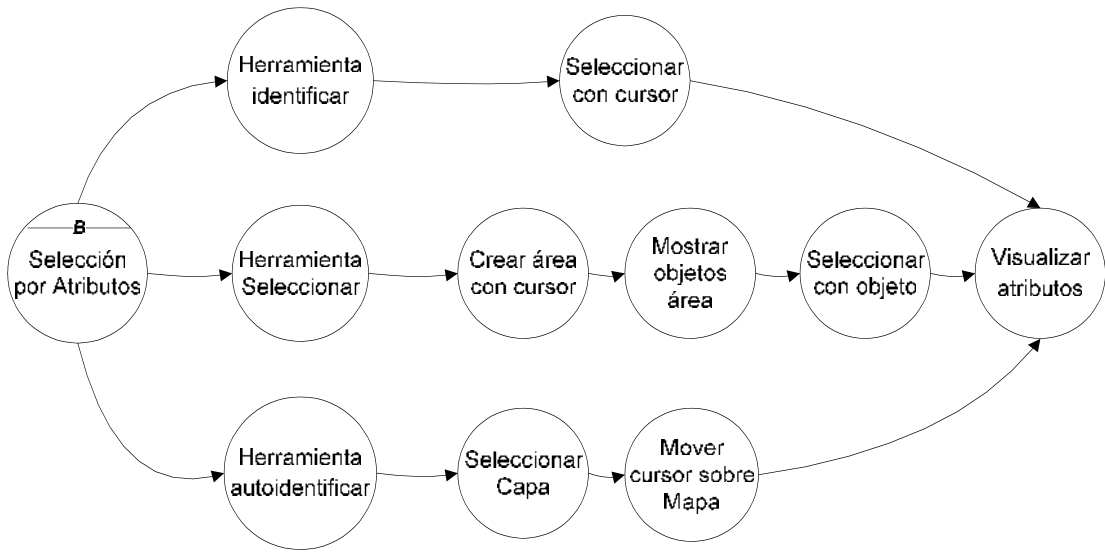


Figura 3.30: DFD Selección por atributos

Fuente: elaboración propia

• Proceso "C", visualizar mapa

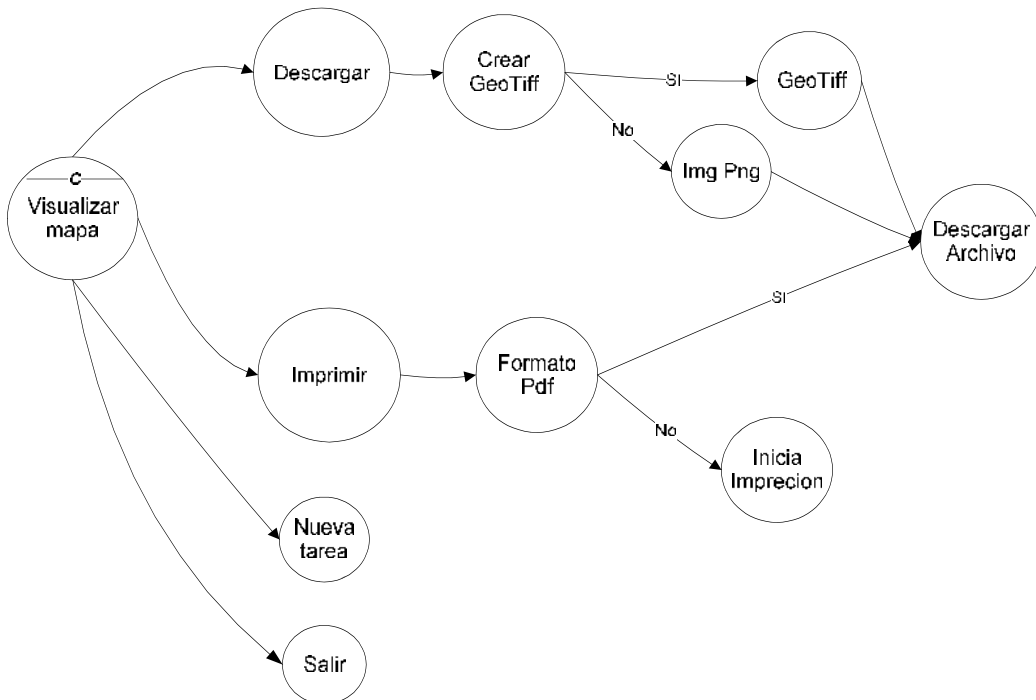


Figura 3.31: DFD visualizar mapa

Fuente: elaboración propia

3.1.10 PRUEBAS DE LA WEBGIS

Para evaluar la funcionalidad de la aplicación se realizaron diversas operaciones para conocer hasta qué grado se había conseguido los objetivos planteados.

- Al iniciar la aplicación se puede apreciar la gran calidad de los mapas representados y la nitidez en todas las escalas de representación. Esto permite visualizar tanto datos vectoriales como raster e incluso es posible crear un “*híbrido*” entre ambos, jugando con las transparencias de las capas, como se puede apreciar en las imágenes siguientes, donde se visualiza la misma zona geográfica en modo vector, raster e híbrido de los dos.

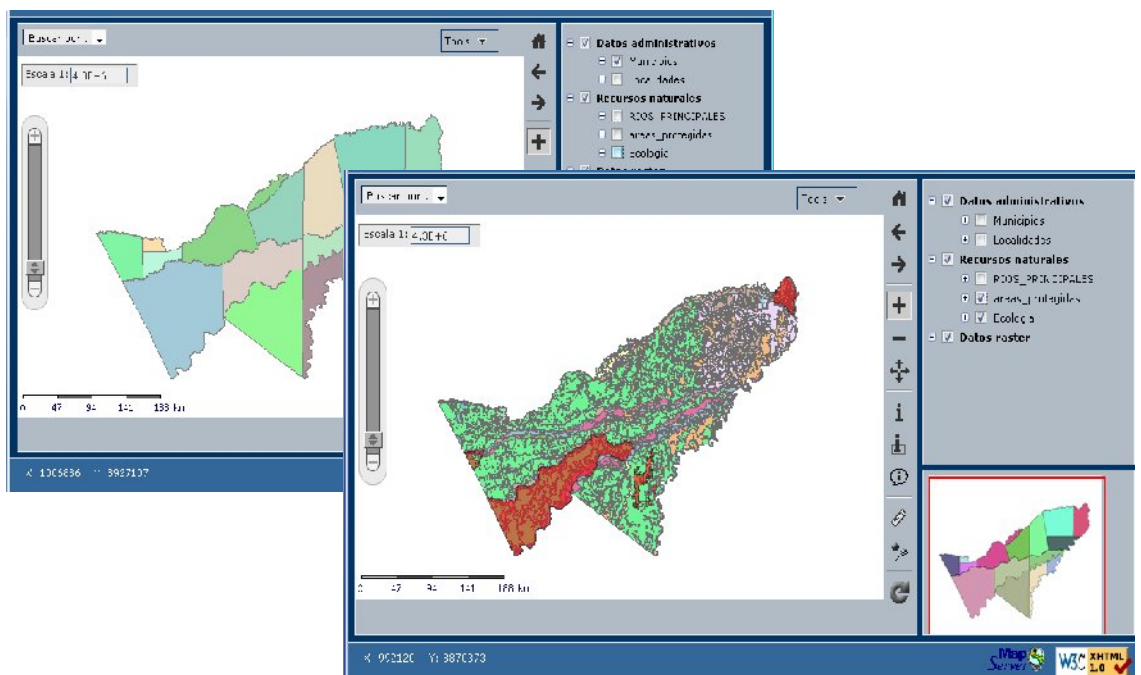


Figura 3.32: Selección de Mapas WEBGIS

Fuente: Elaboración propia

- Se implementó la representación de la información espacial a requerimiento del usuario, así como la búsqueda por sus atributos alfanuméricos:

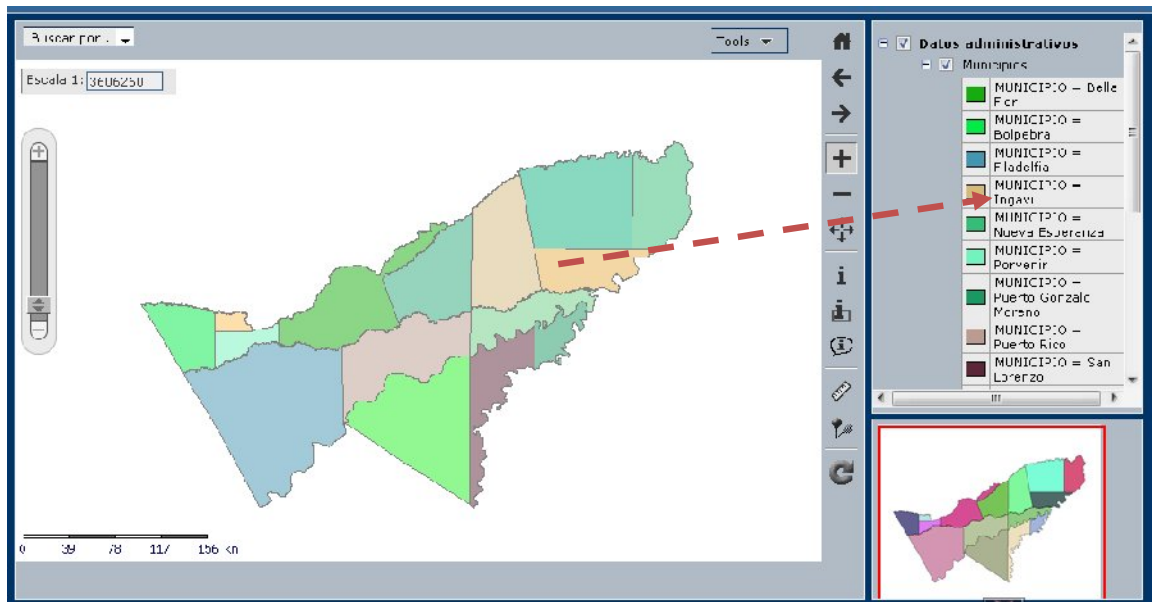


Figura 3.33 : Identificación por Etiquetas

Fuente: Elaboración propia

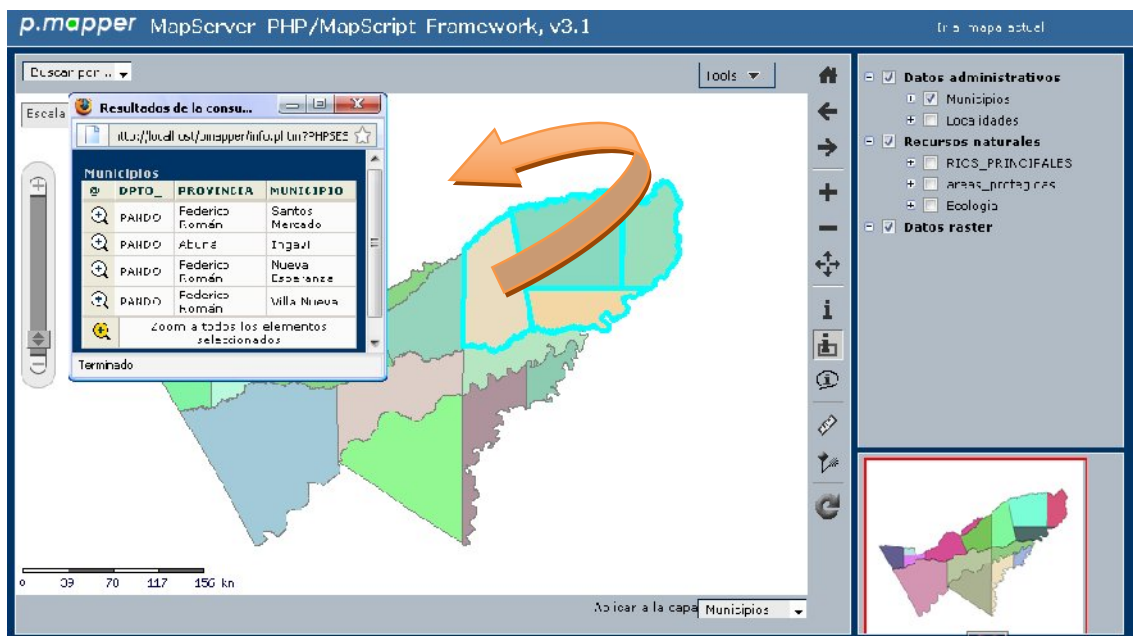


Figura 3.34: Selección por Área

Fuente: Elaboración propia

CAPITULO IV

CONCLUSIONES Y

RECOMENDACIONES

4.1 CONCLUSIONES

Una vez desarrollado este proyecto, comprobar la eficiencia y utilidad de la WebGis, se verifica la existencia de un nuevo recurso para la distribución de información geográfica a través de la web.

La implementación de servidores de mapas ha demostrado ser un recurso eficiente para la distribución de información geográfica en especial si este es desarrollado utilizando software libre. Las aplicaciones libres superan en innovación a las comerciales debido al numeroso grupo de desarrolladores que participan constantemente en la mejora y la disponibilidad de versiones actualizadas.

En el desarrollo del proyecto se tiene información mínima relacionada con las áreas deforestadas, las cuales han servido para las pruebas del sistema y además de comprobar que funciona con capas temáticas de diferente índole las cuales servirán para el desarrollo de algún tipo de investigación

No es necesaria la instalación de ningún plug-in o un software específico para poder visualizar información espacial en el computador del cliente.

La WebGis Pando será base para seguir incorporando información geográfica sin perder su calidad ni el rendimiento (*escalabilidad*), orientando a otros sectores de interés. (fauna, climatología, carreteras, turismo, biodiversidad, etc.....).

4.2 RECOMENDACIONES

Se recomienda en futuros desarrollos de sistemas geográficos en la web la implementación de las siguientes funciones:

- La creación de un *acceso público general y uno restringido* para administraciones que deban relacionarse con el sistema, con la posibilidad de incluir que los propios usuarios puedan añadir la información realizada y grabada por un equipo GPS para poder visualizar en el mapa
- La adaptación a un entorno de Palm, PDA o Teléfonos móviles.
- Escalar a un motor de Base de datos con mayores prestaciones como, PostgreSQL con su extensión espacial PostGis ya que permite realizar análisis mediante consultas SQL espaciales o mediante conexión a aplicaciones GIS para su mejor aprovechamiento.

BIBLIOGRAFÍA

BIBLIOGRAFÍA

[Victor H. Gonzales Jaramillo, Junio 2005], “Univerciudad Tecnica de Particular de Loja y su aplicación a SIG”. Archivo PDF, 2007 (www.utpl.edu.es).

[Carmona, 1997]. “Sistema de Información Geográfica”.
www.monografias.com/trabajos/gis/gis.html

[Pérez, 1990], “Fundamentos de un Sistema de Información Geográfica”. Introducción a los Sistemas de Información Geográfica, Santa Fe de Bogota-Colombia.

[Bonnici, 2005,]. “ Web GIS Comparison Framework ”. Sistema de información geográfico SIG.GIS.pdf, 2007

[Collet, 2005], “Introducción a la publicación de cartografía en Internet”. Universidad Politécnica de Valencia, Valencia-España

[Fuster M., 2007], “Divulgación de la información turística a través de Internet”. proyecto SITTUR, Archivo PDF

[Padrón D, 2008], “Desarrollo de Servidores de mapas con software libre”. Universidad de Alcalá. (<http://www.geogra.uah.es>)

[Kropla B, 2005], “Map Server, Open Source GIS Development”. Archivo PDF

[Sitio hablando de SIG, 2009]. <http://www.hablandodesigs.com>.

[Aplicaciones web espaciales con software libre, 2009]. <http://mapa.buenosaires.gob.ar>.

[Documentación P.mapper, 2009]. <http://svn.pmapper.net/trac/wiki>.

[MapServer: Universidad de Minesota, 2009]. <http://mapserver.gis.umn.edu>

[Opengis doomload].<http://maptools.org/ms4w/index.phtml>

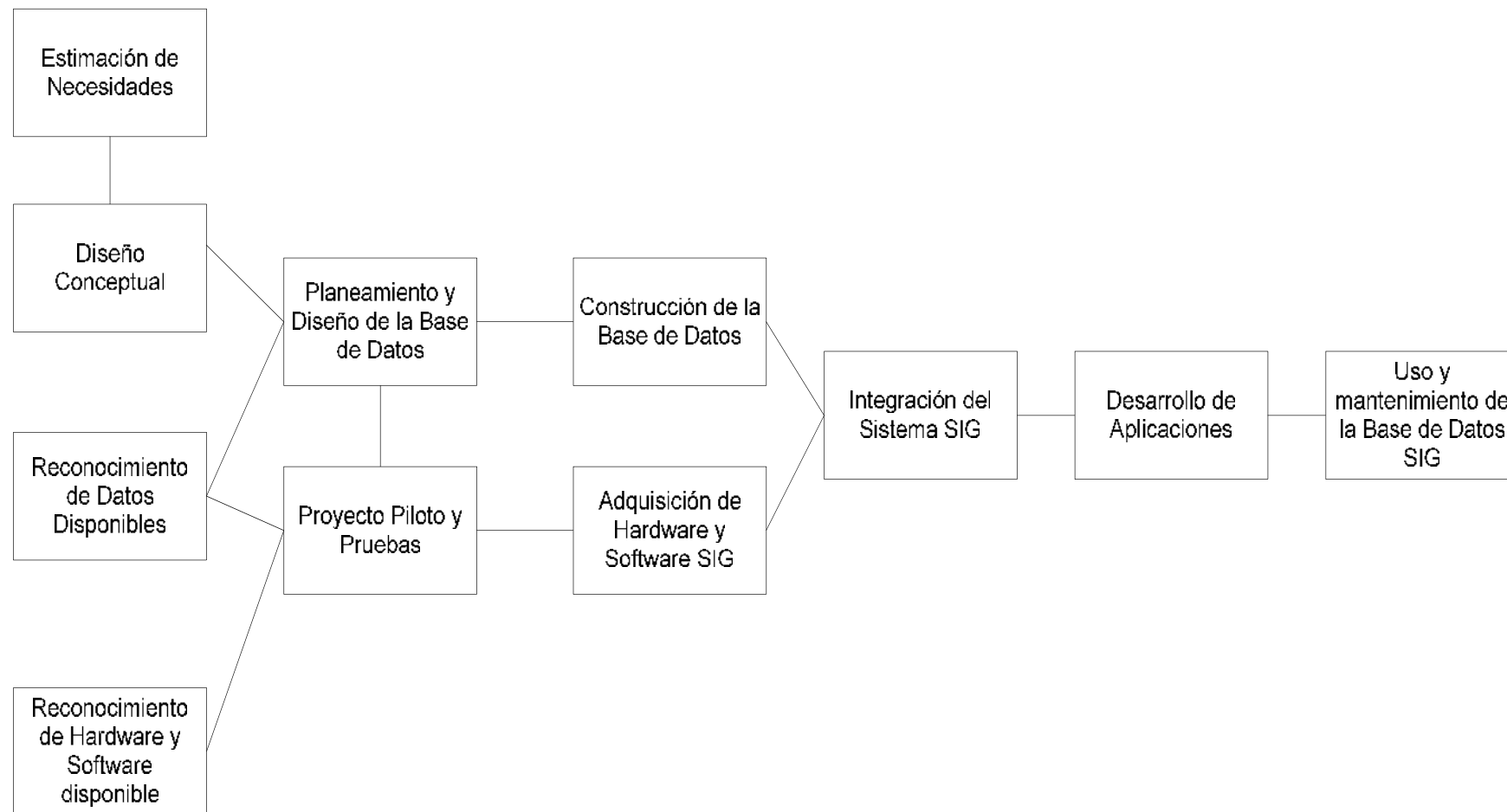
[Instalacion de mapserver].<http://mapa.buenosaires.gob.ar>

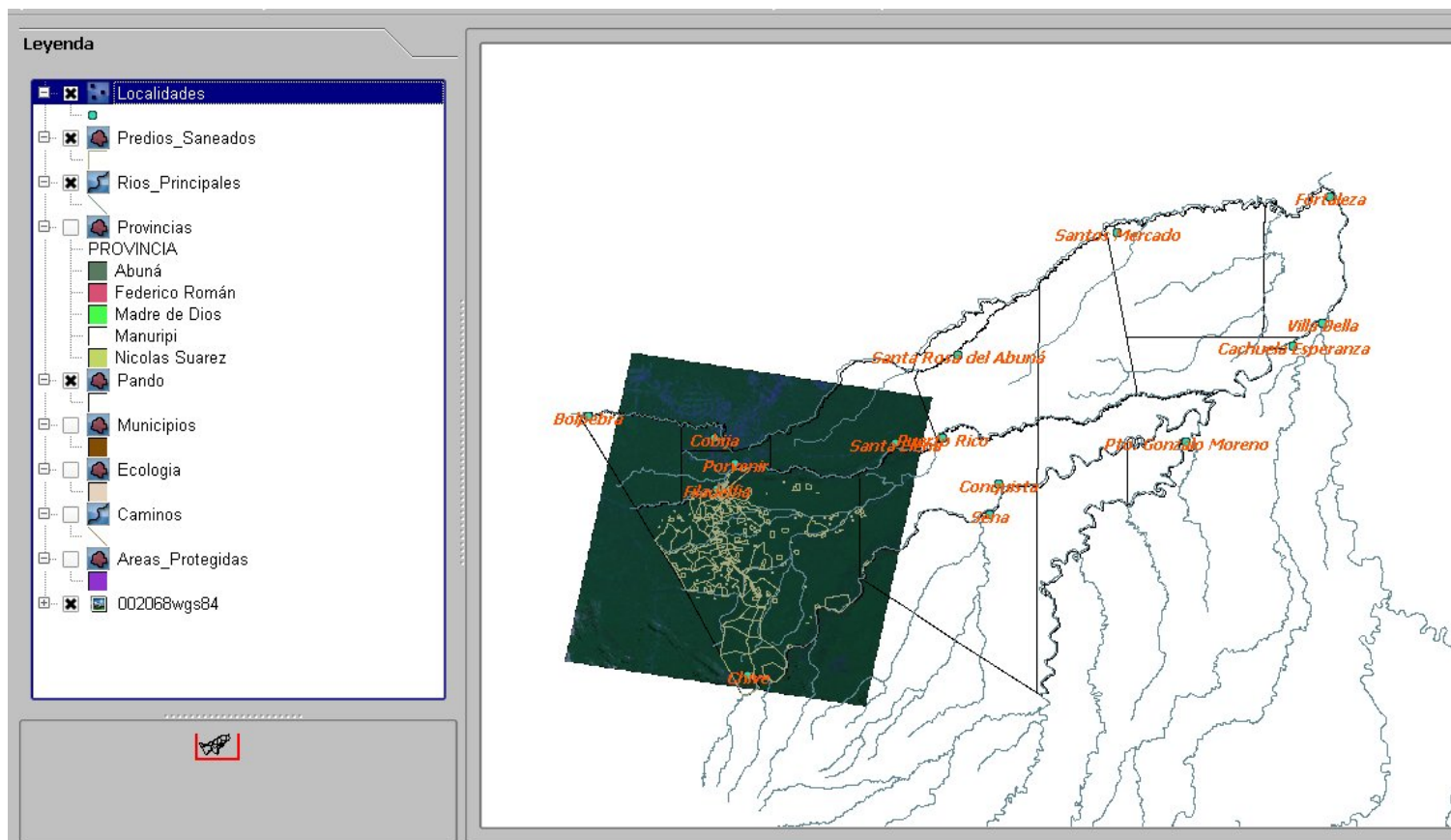
[Tecnologias Mapserver, 2008].<http://berlin.dis.ufro.cl/titulo/mapserver.pdf>

[Quantum Gis, 2009]. <http://geogra.uah.es/>

[Aplicaciones espaciales en linea, 2007]. <http://mapa.buenosaires.gob.ar/>

APÉNDICES

APÉNDICE A: CICLO DE DESARROLLO DE UN SIG

APÉNDICE B: CAPAS VECTORIALES Y RASTER

APÉNDICE C: FORMULARIO DE APLICACIONES

Form A-1

DESCRIPCIÓN DE APLICACIONES SIG.

ANÁLISIS DE REQUERIMIENTOS

Identificación de la aplicación : Nro. 01.
 Nombre de la aplicación : Entidad geográfica: Municipios
 Departamento / sección :

PROPÓSITO Y DESCRIPCIÓN:

Mostrar, desplegar información espacial y alfanumérica , Superficie de tierra con limite administrativo

TIPO DE APLICACIÓN:

Despliegue/Form	X	Despliegue/ Escala de mapa.
Consulta.		Consultable
Consulta & Despliegue.		Tiempo de respuesta.
Análisis de mapa.		
Modelado espacial.		

Datos requeridos:

Entidades

Atributos.

Polígono

dpto_
 provincia
 municipio

Preparado por:

Aprobado por:

Fecha:

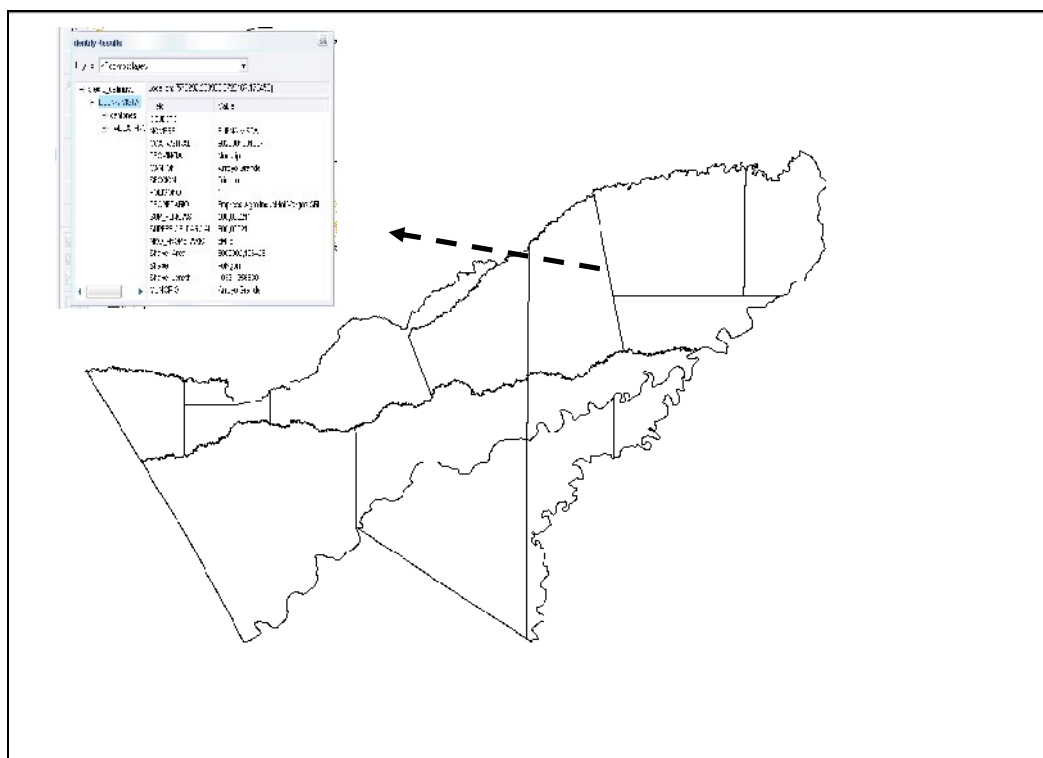
Form A-2

DESCRIPCIÓN DE APLICACIONES SIG. ANÁLISIS DE REQUERIMIENTOS

Identificación de la aplicación : Nro. 01
 Nombre de la aplicación : Entidad geográfica: Municipios

Departamento / sección :

Muestra de salida gráfica.
 (Mapa/Croquis).



:

Preparado por:

Aprobado por:

Fecha:

Form A-1

**DESCRIPCIÓN DE APLICACIONES SIG.
ANÁLISIS DE REQUERIMIENTOS**

Identificación de la aplicación : Nro. 02.
 Nombre de la aplicación : Entidad geográfica: Localidades
 Departamento / sección :

PROPÓSITO Y DESCRIPCIÓN:

Mostrar, desplegar información espacial y alfanumérica , Puntos correspondientes a la ubicación geográfica de localidades del dpto.. Pando

TIPO DE APLICACIÓN:

Despliegue/Form	X	Despliegue/ Escala de mapa.
Consulta.		Consultable
Consulta & Despliegue.		Tiempo de respuesta.
Análisis de mapa.		
Modelado espacial.		

Datos requeridos:

Entidades	Atributos.
Polígono	nombre, codlcnpob, localidad, codlsest, local

Preparado por:

Aprobado por:

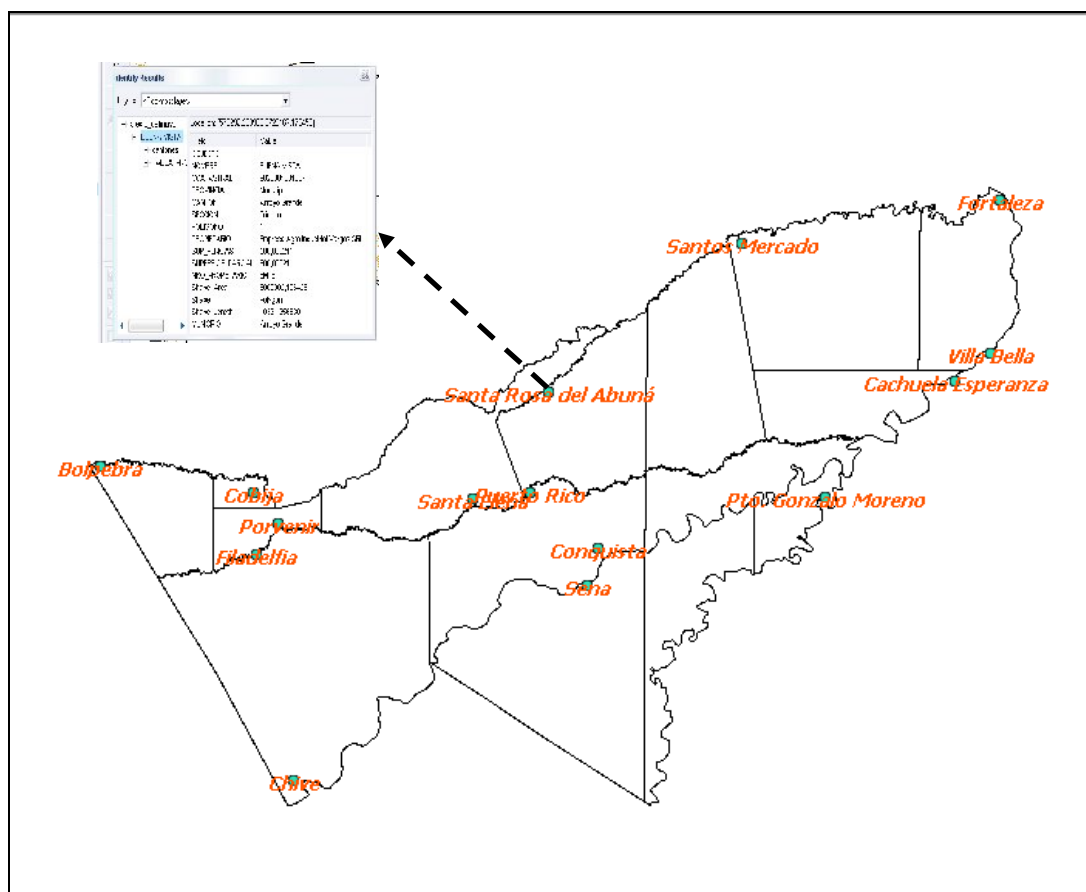
Fecha:

Form A-2**DESCRIPCIÓN DE APLICACIONES SIG.
ANÁLISIS DE REQUERIMIENTOS**

Identificación de la aplicación : Nro. 02
 Nombre de la aplicación : Entidad geográfica: Localidades

Departamento / sección :

Muestra de salida gráfica.
 (Mapa/Croquis).



Preparado por:

Aprobado por:

Fecha:

Form A-1

**DESCRIPCIÓN DE APLICACIONES SIG.
ANÁLISIS DE REQUERIMIENTOS**

Identificación de la aplicación : Nro. 03.
 Nombre de la aplicación : Entidad geográfica: Caminos
 Departamento / sección :

PROPÓSITO Y DESCRIPCIÓN:

Mostrar, desplegar información espacial y alfanumérica , Líneas correspondientes a la ubicación geográfica del caminos del dpto.. Pando

TIPO DE APLICACIÓN:

Despliegue/Form	X	Despliegue/ Escala de mapa.
Consulta.		Consultable
Consulta & Despliegue.		Tiempo de respuesta.
Análisis de mapa.		
Modelado espacial.		

Datos requeridos:

Entidades	Atributos.
Linea	cami_id, distancia, cod_fnone, length

Preparado por:

Aprobado por:

Fecha:

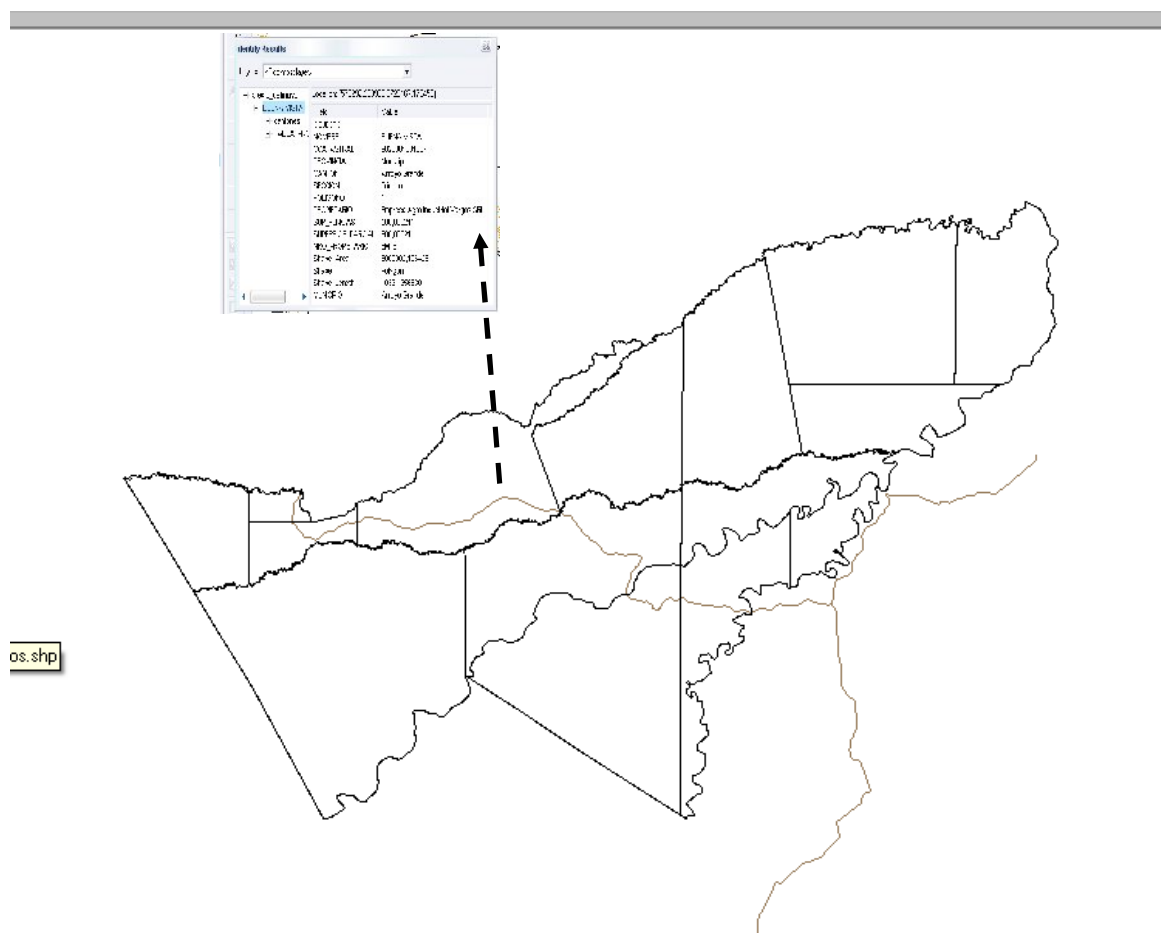
Form A-2

**DESCRIPCIÓN DE APLICACIONES SIG.
ANÁLISIS DE REQUERIMIENTOS**

Identificación de la aplicación : Nro. 03
 Nombre de la aplicación : Entidad geográfica: Caminos

Departamento / sección :

Muestra de salida gráfica.
 (Mapa/Croquis).



:

Preparado por:

Aprobado por:

Fecha:

Form A-1

**DESCRIPCIÓN DE APLICACIONES SIG.
ANÁLISIS DE REQUERIMIENTOS**

Identificación de la aplicación : Nro. 04.
 Nombre de la aplicación : Entidad geográfica: Ríos principales
 Departamento / sección :

PROPÓSITO Y DESCRIPCIÓN:

Mostrar, desplegar información espacial y alfanumérica , Líneas correspondientes a la ubicación geográfica de los ríos

TIPO DE APLICACIÓN:

Despliegue/Form	X	Despliegue/ Escala de mapa.
Consulta.		Consultable
Consulta & Despliegue.		Tiempo de respuesta.
Análisis de mapa.		
Modelado espacial.		

Datos requeridos:

Entidades	Atributos.
Línea	Id, nombre, rio_nav, shape_leng

Preparado por:

Aprobado por:

Fecha:

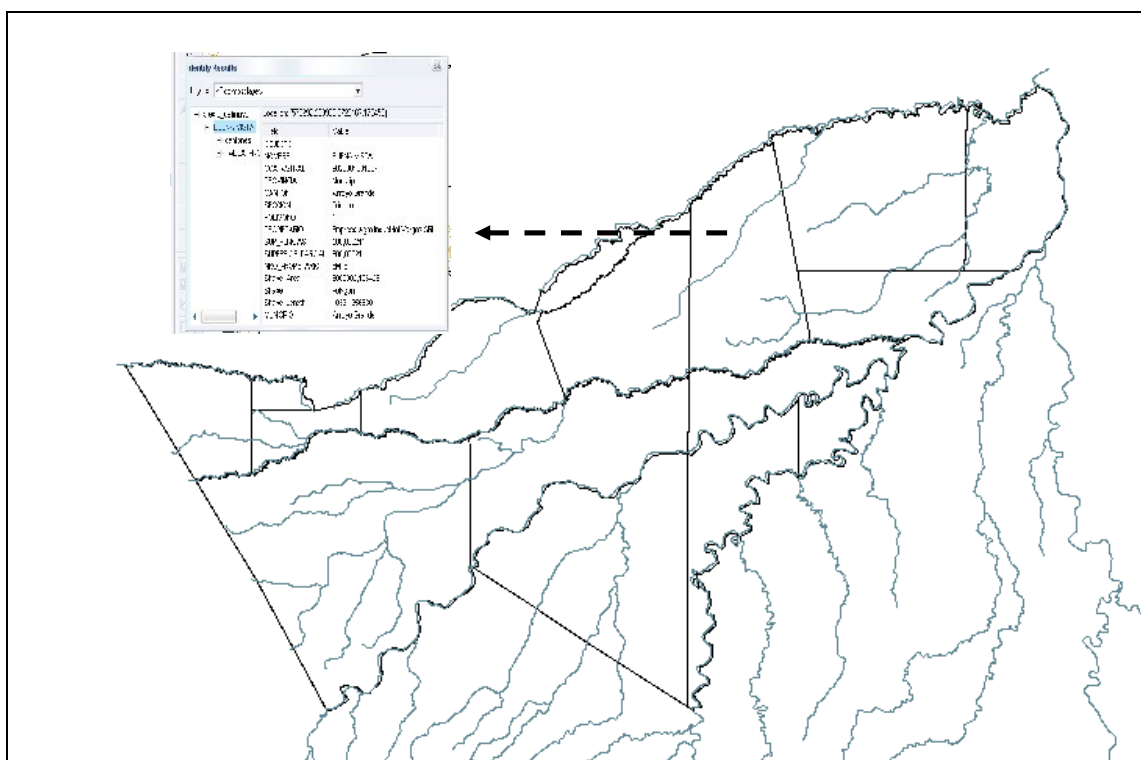
Form A-2

DESCRIPCIÓN DE APLICACIONES SIG. ANÁLISIS DE REQUERIMIENTOS

Identificación de la aplicación : Nro. 04
Nombre de la aplicación : Entidad geográfica: Ríos principales

Departamento / sección :

Muestra de salida gráfica.
(Mapa/Croquis).



Preparado por:

Aprobado por:

Fecha:

Form A-1

**DESCRIPCIÓN DE APLICACIONES SIG.
ANÁLISIS DE REQUERIMIENTOS**

Identificación de la aplicación : Nro. 05.
 Nombre de la aplicación : Entidad geográfica: Áreas protegidas
 Departamento / sección :

PROPÓSITO Y DESCRIPCIÓN:

Mostrar, desplegar información espacial y alfanumérica , Polígonos correspondientes a la ubicación geográfica de áreas en conservación dpto.. Pando

TIPO DE APLICACIÓN:

Despliegue/Form	X	Despliegue/ Escala de mapa.
Consulta.		Consultable
Consulta & Despliegue.		Tiempo de respuesta.
Análisis de mapa.		
Modelado espacial.		

Datos requeridos:

Entidades	Atributos.
Poligono	nombre, has, shape_lent, shape_area

Preparado por:

Aprobado por:

Fecha:

Form A-1

DESCRIPCIÓN DE APLICACIONES SIG.**ANÁLISIS DE REQUERIMIENTOS**

Identificación de la aplicación : Nro. 06.
 Nombre de la aplicación : Entidad geográfica: Ecología
 Departamento / sección :

PROPÓSITO Y DESCRIPCIÓN:

Mostrar, desplegar información espacial y alfanumérica , Polígonos correspondientes a la ubicación geográfica de tipos de bosques ecológicos

TIPO DE APLICACIÓN:

Despliegue/Form	X	Despliegue/ Escala de mapa.
Consulta.		Consultable
Consulta & Despliegue.		Tiempo de respuesta.
Análisis de mapa.		
Modelado espacial.		

Datos requeridos:**Entidades****Atributos.****Polígono**

area, perimeter,
 código,
 nombre,
 categoría,
 agrupación,
 has,
 shape_lent, shape_area

Preparado por:

Aprobado por:

Fecha:

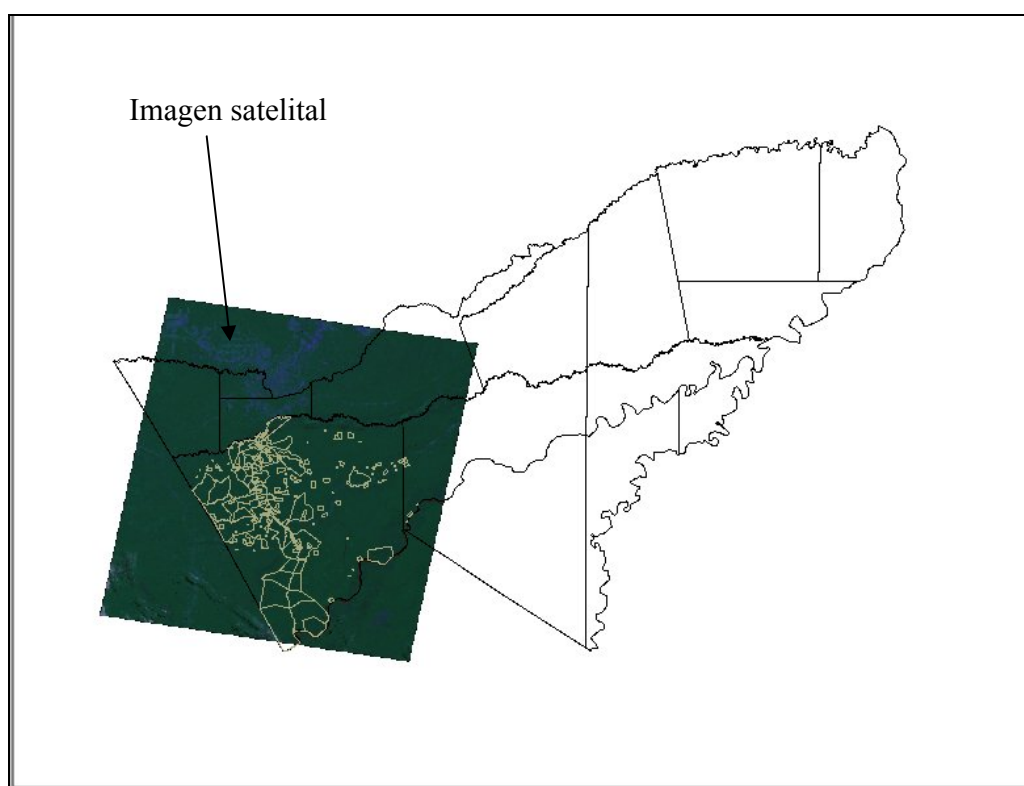
Form A-2

DESCRIPCIÓN DE APLICACIONES SIG.

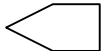
ANÁLISIS DE REQUERIMIENTOS

Identificación de la aplicación : Nro. 07
 Nombre de la aplicación : Incorporación de capa Raster.
 Departamento / sección :

Muestra de salida gráfica.
 (Mapa/Croquis).



Simbología / leyenda:

- Límite de cantón
 Predio de saneamiento

Preparado por:

Aprobado por:

Fecha:

APÉNDICE D: EL MODELO EN ESPIRAL

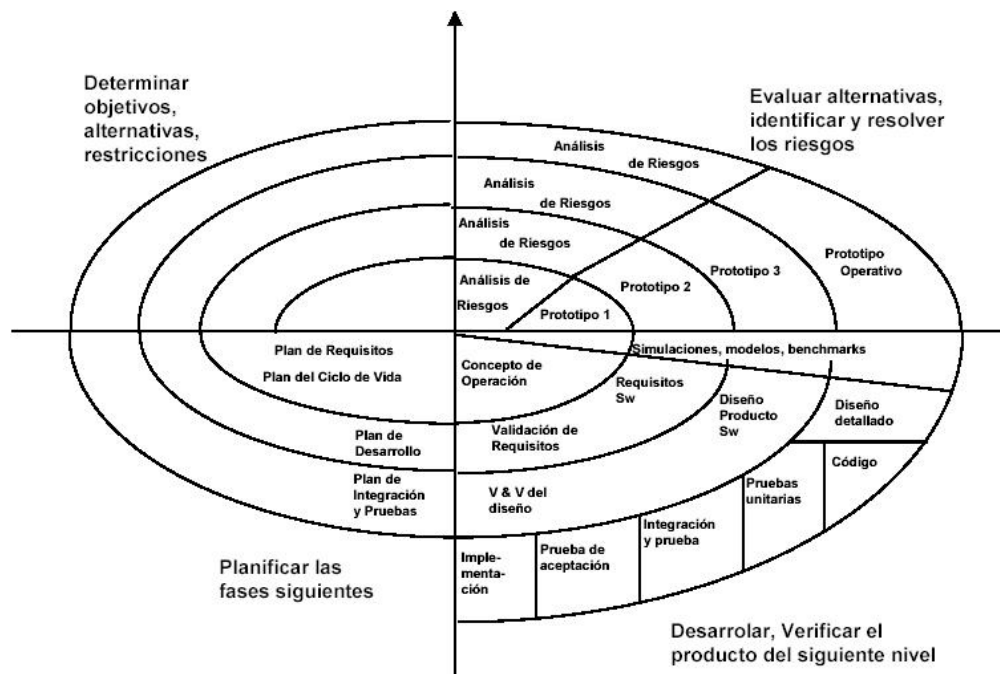


FIGURA Nro : Esquema del modelo en espiral
FUENTE http://es.wikipedia.org/wiki/Desarrollo_en_espiral

Modelo de ciclo de vida del software definido por primera vez por Barry Boehm en 1988, utilizado generalmente en la Ingeniería de software. Las actividades de este modelo se conforman en una espiral, en la que cada bucle o iteración representa un conjunto de actividades, que proporcionan el potencial para el desarrollo de versiones incrementales del software [http://es.wikipedia.org/wiki/Desarrollo_en_espiral, 2010-03-03]

- Consta de una serie de ciclos
- Cada uno empieza identificando los objetivos, las alternativas y las restricciones del ciclo
- Una vez evaluadas las alternativas respecto a los objetivos y teniendo en cuenta las restricciones, se lleva a cabo el ciclo correspondiente para, una vez finalizado empezar a plantear el próximo

En las primeras interacciones la versión incremental podría ser un modelo en papel o un prototipo y durante las últimas interacciones, se produce versiones cada vez más complejas de integridad del sistema.

El modelo en espiral se divide en un gran número de actividades estructurales o regiones de tareas. Generalmente existen entre seis regiones de tareas.[Pressman,1998]:

- **Comunicación con el cliente** .- Tareas requeridas para establecer comunicación entre el desarrollador y el cliente.
- **Planificación** .- Tareas requeridas para definir recursos, el tiempo y otras informaciones relacionadas con el proyecto.
- **Análisis de riesgos** .- Tareas requeridas para evaluar riesgos técnicos de gestión.
- **Ingeniería** .- las tareas requeridas para construir una o mas representaciones de la aplicación
- **Construcción y adaptación** .- las tareas requeridas para obtener la reacción del cliente según la evaluación de las representaciones del software creadas durante la etapa de ingeniería e implementada durante la etapa de instalación.

Cada una de las regiones define un serie de tareas que se adaptan a las características del proyecto que va a emprenderse. Para proyectos pequeños, el numero de tareas y su formalidad es bajo. Para proyectos mayores y mas críticos cada región contiene tareas que se definen para lograr un nivel mas alto

de formalidad. En todos los casos , se aplican las actividades de protección (ej.: gestión de configuración del software y garantía de calidad del software)

A diferencia del modelo clásico que termina cuando se entrega el software, el modelo en espiral puede adaptarse y aplicarse a lo largo de la vida del software.

Otra línea de trabajo complementaria con la anterior consiste en partir de una funcionalidad mínima que se considera estable(base estable) y, apoyándose en ella, se realiza extensiones hasta llegar al producto final. En cada refinamiento se ejecuta la parte realizada para que el usuario pueda validar (mediante la ejecución del código real).