

**DISEÑO E IMPLEMENTACION DE UNA INTERFAZ
GRÁFICA PARA LA HERRAMIENTA SIG
GRASS**

**MELBA SUSANA CHAPARRO GÓMEZ
ROCÍO ANDREA VILLAMIZAR MÉNDEZ**

**UNIVERSIDAD INDUSTRIAL DE SANTANDER
FACULTAD DE CIENCIAS FISICO MECANICAS
ESCUELA DE INGENIERIA DE SISTEMAS
BUCARAMANGA**

2005

**DISEÑO E IMPLEMENTACIÓN DE UNA INTERFAZ
GRÁFICA PARA LA HERRAMIENTA SIG
GRASS**

**MELBA SUSANA CHAPARRO GÓMEZ
ROCÍO ANDREA VILLAMIZAR MÉNDEZ**

Proyecto de grado presentado como requisito para optar al título de
Ingeniero de Sistemas.

**Director
ENRIQUE SARMIENTO MORENO**

**UNIVERSIDAD INDUSTRIAL DE SANTANDER
FACULTAD DE CIENCIAS FISICO MECANICAS
ESCUELA DE INGENIERIA DE SISTEMAS
BUCARAMANGA
2005**

A **DIOS**, a quien le debo lo que soy por ser mi guía, por darme la fuerza necesaria para salir adelante y lograr alcanzar esta meta.

A mi **FAMILIA** quienes debo todo lo que tengo y todo lo que soy, ellos son los que me motivan y para quienes va dedicado este trabajo.

A aquellos **Familiares** y buenos **Amigos** que siempre me apoyaron, creyeron en mí y estuvieron siempre conmigo.

Melba Susana

Dedico este trabajo a:

DIOS, por ser ese amigo que siempre me acompaña y está en todas las etapas de mi vida, y ha quien hoy agradezco infinitamente por las oportunidades que día a día me ofrece.

Mi primo Luis Esteban Villamizar, por su motivación y asesoría incondicional en la realización del proyecto de grado.

Mi madrina por su apoyo económico durante mi carrera universitaria.

Mis padres y hermanas por su constante amor, confianza y colaboración.

Mi novio Mario por demostrarme cada día y durante años su amor.

Rocío Andrea Villamizar

AGRADECIMIENTOS

Los autores expresan sus agradecimientos:

A la UNIVERSIDAD INDUSTRIAL DE SANTANDER por la formación profesional y personal obtenida en el transcurso de nuestra vida universitaria.

Al Ing. Enrique Sarmiento Moreno, por su valiosa asesoría y apoyo para la realización del proyecto.

Al Ing. Guillermo Hernández Hernández por su apoyo y aceptación en la línea SIG del grupo gema, cuna del proyecto de grado.

A nuestros amigos y compañeros de Universidad, con quienes se compartió el conocimiento a lo largo de la vida universitaria.

TABLA DE CONTENIDO

INTRODUCCION.....	14
1. PRESENTACIÓN	16
1.1 ANTECEDENTES	16
1.2 PROBLEMA.....	17
1.3 OBJETIVOS DEL PROYECTO	18
1.3.1 Objetivo General.....	18
1.3.2 Objetivos Específicos	19
1.4 JUSTIFICACIÓN	19
1.5 ALCANCE DEL PROYECTO DE GRADO	20
2. MARCO TEÓRICO	22
2.1 INTRODUCCIÓN A LOS SIG	22
2.1.1 Definición.....	23
2.1.2 Componentes y Funciones de SIG	24
2.1.3 Modelos y Estructuras de Datos	24
2.1.4 Sistemas de Proyección	29
2.1.5 Formato Raster. Álgebra De Mapas.....	34
2.1.6 Tipos de Programas SIG.....	36
2.2 SIG GRASS	37
2.2.1 Historia.....	37
2.2.2 Características de GRASS	38
2.2.3 Instalación de los Binarios de GRASS.....	38
2.2.4 Estructura de Información en GRASS.....	40
2.2.5 Descripción de Algunos Módulos del SIG GRASS.....	45
2.3 USABILIDAD DEL SOFTWARE	47
3. METODOLOGIA	51
3.1 PRIMERA ETAPA	51
3.2 SEGUNDA ETAPA	51
3.3 TERCERA ETAPA	51
3.4 CUARTA ETAPA.....	53
3.4.1 Fase 1: Inicio	54
3.4.2 Fase 2: Elaboración	54
3.4.3 Fase 3: Construcción	56
3.4.4 Fase 4: Transición.....	58
3.5 QUINTA ETAPA	58
3.6 SEXTA ETAPA	60
4. DESARROLLO DE LA INTERFAZ	61
4.1 ANALISIS	61
4.1.1 Diagrama de Clases.....	62
4.1.2 Diagrama de Secuencias.....	62
4.2 DISEÑO.....	63

4.2.1 Casos de Uso: Abrir y Crear Proyectos	63
4.2.2 Caso de Uso: Funciones de la Interfaz	64
4.2.3 Caso de Uso: Importar Capas	65
4.2.4 Diagrama de Clases.....	66
4.2.5 Diagrama de secuencias: Modelo General de ejecución de Comandos	67
4.2.6 Diagrama de Actividades.....	68
4.2.7 Diagrama de Estados.....	69
4.2.8 Diagrama de Paquetes.....	70
4.3 CODIFICACION.....	87
4.3.1 Diagrama de Paquetes.....	88
4.3.2 Diagrama de Clases.....	89
5. PRUEBAS	90
5.1 MÓDULO PROYECTO	90
5.2 MÓDULO MAPSET	91
5.3 SERVICIO DE EXPORTACIÓN	92
5.3.1 Raster	92
5.3.2 Vector	93
5.3.3 Sites.....	93
5.4 SERVICIO DE IMPORTACIÓN	94
5.4.1 Raster	94
5.4.2 Vector	95
5.4.3 Sites.....	95
5.5 MÓDULOS RASTER, VECTORIAL Y SITES	95
5.6 AYUDA	96
6. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES	97
6.1 CONCLUSIONES GENERALES	97
6.2 RECOMENDACIONES	98
BIBLIOGRAFIA.....	99

LISTA DE FIGURAS

Fig.1 Esquema de los modelos de datos.....	25
Fig.2 Representación vectorial y raster de una situación real.	27
Fig.3 Representación del modelo raster.	28
Fig.4 Representación del modelo vectorial.....	28
Fig.5 Proyección Cilíndrica.....	30
Fig.6 Cilindro generador de la proyección UTM.....	31
Fig.7 Zonas de la proyección UTM.....	32
Fig.8 Proyección cónica.....	32
Fig.9 Proyección azimutal.....	33
Fig. 10 Esquema de Álgebra de Mapas.....	34
Fig. 11 Operador Local Aritmético.....	35
Fig.12 Estructura de directorios de una base de datos en Grass.....	41
Fig.13 Estructura del directorio GISDBASE.....	42
Fig.14 Estructura del directorio LOCATION.....	42
Fig.15 Estructura del directorio MAPSET.....	43
Fig.16 Diagrama de Proceso de Desarrollo Unificado.....	52
Fig.17 Diagrama de Clases en la etapa de análisis.....	62
Fig.18 Diagrama de Secuencias en la etapa de análisis.....	63
Fig.19 Caso de Uso: Abrir y crear proyecto.....	63
Fig.20 Caso de Uso: Funciones de la interfaz.....	64
Fig.21 Caso de uso: Importar Capas.....	65
Fig.22 Diagrama de Clases en la etapa de diseño.....	66
Fig.23 Diagrama de secuencias para el Modelo General de ejecución de comandos.....	67
Fig.24 Diagrama de Actividades.....	68
Fig.25 Diagrama de estados.....	69
Fig.26 Diagrama de paquetes en la etapa de diseño.....	70
Fig.27 Modelo de Bases de Datos propuesto.....	79
Fig.28 Menú Principal.....	79
Fig.29 Barra de herramientas.....	81
Fig.30 Barra de herramientas.....	81
Fig.31 Inspector de Capas. Formato Raster.....	82
Fig.32 Inspector de Capas. Formato Vector.....	83
Fig.33 Inspector de Capas. Formato Sites.....	83
Fig.34 Visor de Texto.....	84
Fig.35 Panel de monitores.....	85
Fig.36 Inspector de Monitores.....	86
Fig.37 Inspector de Monitores.....	87
Fig.38 Diagrama de Paquetes en la etapa de codificación.....	88

Fig.39 Diagrama de Clases en la etapa de codificación.....89

SUMMARY

TITLE

DESIGN AND IMPLEMENTATION OF A GRAPHICAL INTERFACE FOR THE TOOL GIS GRASS*

AUTHORS

Melba Susana Chaparro Gómez
Rocío Andrea Villamizar Méndez**

KEY WORDS

Graphical interface, GIS, Information system, GRASS, Usability.

DESCRIPTION

GRASS(The Geographic Resources Analysis Support System) is a tool of free distribution, used for the handling of geographic information; it is of great potentiality, but with very little usability. GRASS counts with two work environment, one environment is done with in-line commands where the user must learn a great amount of commands to do the main functions of the tool. The other work environment is a graphical interface called TCLTKGRASS which is complex to handle and presents problems as for time responses, due to its development in the Tcl/Tk programming language that is an interpretive language ideal for Web applications but not for interfaces. These problems have been present in its work surroundings because the GRASS developer team has focused mainly in the portability of the system leaving to a side its speed and friendliness with the user.

Given the great importance of GRASS software for the handling and administration of space information, and the problems detected in their work environment. For these reasons the design of a new graphical interface and the implementation of the visualization modules and consultation of information of vectorial layers and raster of common use of GRASS tool was justified.

For the development of the new interface free-ware tools were used and the usability characteristic for the interface of GRASS commands was implemented, achieving a graphical interface integrated based in a windows environment, attractive, readily accessible and easy handling, with an interactive help done in Spanish, designed for non expert users in computer science, that mainly contemplates the management of projects, the management of layers, visualization procedures and operation application about layers of different formats.

* Degree Project

** Physical-mechanical Engineerings Faculty, Systems Engineering and Computer Science, Dir. Enrique Sarmiento Moreno.

RESUMEN

TITULO

DISEÑO E IMPLEMENTACIÓN DE UNA INTERFAZ GRÁFICA PARA LA HERRAMIENTA SIG GRASS*

AUTORES

Melba Susana Chaparro

Rocío Andrea Villamizar**

PALABRAS CLAVES

Interfaz Gráfica, SIG, Sistema de Información Geográfica, GRASS, Usabilidad.

DESCRIPCIÓN

Sistema de Soporte para el análisis de recursos geográficos (GRASS) es una herramienta de libre distribución, utilizada para el manejo de información geográfica, de gran potencialidad, pero con graves problemas en cuanto a su usabilidad. El Grass cuenta con dos entornos de trabajo, un entorno en línea de comandos donde el usuario debe aprenderse una gran cantidad de comandos para realizar las principales funciones de la herramienta. El otro entorno de trabajo es una interfaz gráfica llamada TCLTKGRASS la cual es compleja de manejar y presenta problemas en cuanto a los tiempos de respuesta, pues fue desarrollada en el lenguaje de programación Tcl/Tk que es un lenguaje interpretado ideal para aplicaciones Web y poco utilizada para interfaces. Estos problemas se vienen presentando en sus entornos de trabajo debido a que el equipo desarrollador de GRASS se ha enfocado principalmente en la portabilidad del sistema dejando a un lado su velocidad y amigabilidad con el usuario.

Dada la gran importancia del software GRASS para el manejo y administración de información espacial, y los problemas detectados en sus entornos de trabajo se justificó el diseño de una nueva interfaz gráfica y la implementación de los módulos de visualización y consulta de información de capas vectoriales y raster de común uso de la herramienta GRASS

Para el desarrollo de la nueva interfaz se utilizaron herramienta libres y se incorporó la característica de usabilidad a la interfaz de comandos de GRASS, logrando así obtener una interfaz gráfica integrada basada en un entorno de ventanas, atractiva, de fácil acceso y manejo, con ayuda en español e interactiva, diseñada para usuarios no expertos en informática, que contempla principalmente la gestión de proyectos, la gestión de capas, procedimientos de visualización y aplicación de operaciones sobre capas de diferentes formatos.

* Proyecto de Grado

** Facultad de ingenierías Físico-mecánicas, Ingeniería de Sistemas e Informática, Dir. Enrique Sarmiento Moreno.

INTRODUCCION

GRASS es un software utilizado para el manejo de Sistemas de Información Geográfica (SIG) que cuenta con un ambiente en línea de comandos para su administración, dificultando su utilización por parte de usuarios acostumbrados al manejo de ambientes gráficos. Sin embargo, GRASS posee una gran potencialidad en cuanto a la ejecución de operaciones normalmente requeridas por un SIG.

El presente trabajo describe el análisis, diseño e implementación de una interfaz gráfica como alternativa de solución para mejorar la usabilidad del software GRASS. La interfaz brinda al usuario un entorno de ventanas, iconos, menús y botones que facilita la ejecución de las principales funciones de visualización del software GRASS, además de ofrecer una conexión transparente a una base de datos Postgres, permitiendo la ampliación de información temática para cada uno de los proyectos SIG en GRASS.

El documento se encuentra estructurado en siete capítulos:

En el primer capítulo se presenta el problema que motivó la realización de la INTERFAZ GRÁFICA GRASS, justificando las principales razones para su construcción.

El segundo capítulo expone los conceptos básicos sobre SIG, descripción del software GRASS y definición de usabilidad, que sirven de soporte para el desarrollo de la interfaz gráfica.

El tercer capítulo contiene la metodología utilizada en el desarrollo de la herramienta.

El cuarto capítulo presenta el resumen de los documentos de análisis, diseño e implementación que se llevaron a cabo en la construcción de la nueva interfaz.

El quinto capítulo contiene las pruebas realizadas a la interfaz para la detección y corrección de errores.

El sexto capítulo contiene las conclusiones deducidas durante el desarrollo del proyecto, presentado en este documento. De igual forma describe algunas recomendaciones para la continuidad de trabajos relacionados con la interfaz gráfica construida.

Como anexos se presenta el manual de usuario de la interfaz, y conceptos básicos de herramientas GNU.

1. PRESENTACIÓN

1.1 ANTECEDENTES

El desarrollo de GRASS (Geographic Resources Analysis Support System) se inicio en 1982 a cargo del "U.S. Army Construction Engineering Research Laboratory USACERL (ramificación de la Corporación de Ingenieros de la Armada de los Estados Unidos), para cumplir con tareas de administración en instalaciones militares como el manejo y planeamiento ambiental, fue liberado desde 1999 y desde ese momento ha estado protegido por la licencia GNU/GPL; convirtiéndose en una plataforma de análisis para diferentes agencias estatales, universidades, centros de investigación y compañías privadas en todo el mundo, pues GRASS se ha desarrollado con una utilidad de gran alcance en una amplia gama de usos de diversas áreas de la investigación científica. Su adelanto ha sido coordinado por diferentes universidades, actualmente el Instituto Trentino de Cultura, en Italia, ordena su desarrollo entre diferentes grupos de programadores a nivel mundial.

GRASS se utiliza actualmente en ajustes académicos y comerciales alrededor del mundo, así como muchas agencias gubernamentales incluyendo la NASA, NOAA (National Oceanic and Amospheric Administration), USDA (United States Department of Agriculture), la oficina de censo de ESTADOS UNIDOS, USGS (US Geological Survey), y muchas Compañías ambientales consultoras.

Los encargados originales del soporte, investigación y desarrollo del GRASS fueron la Universidad de Hannover y la Universidad Baylor.

Sin embargo, debido al rápido crecimiento y popularidad del GRASS, el equipo de desarrollo del GRASS se ha convertido en un equipo multi - nacional constituido por desarrolladores de numerosos países y ahora se mantiene una jefatura dual entre los Estados Unidos (Universidad de Baylor) e Italia (ITC-Irst).

La mayoría de los sistemas operativos en los cuales opera el SIG-GRASS se encuentran basados en el sistema operativo UNIX, caracterizado por su estabilidad y propiedades multiusuario y multitarea. Por tanto el usuario del SIG, debe tener conocimientos básicos sobre la ejecución de comandos y el manejo de archivos, en estos sistemas operativos, para un aprovechamiento eficiente del sistema.

En la herramienta GRASS, los comandos en consola, pueden ser ejecutados en modo interactivo, solicitando en cada paso las variables necesarias para su ejecución, o en modo no-interactivo facilitando la introducción rápida de los parámetros y su programación mediante scripts.

1.2 PROBLEMA

El software Grass era sólo manejado por línea de comandos, debido a que fue desarrollado con propósitos militares, sus desarrolladores se enfocaron en la funcionalidad del mismo dejando a un lado su amigabilidad; pero las universidades y centros de investigación encargadas luego de su desarrollo, han agregado mas funcionalidad y han realizado la INTERFAZ GRÁFICA TCLTKGRASS para evitar que el usuario deba aprender una gran cantidad de comandos. Pero a pesar de contar con ésta interfaz basada en menús, existen problemas en

cuanto a los tiempos de respuesta, y a la complejidad en su manejo; pues fue desarrollada en el lenguaje Tcl/Tk, que es un lenguaje interpretado ideal para aplicaciones Web y poco utilizado para interfaces.

Debido al problema de usabilidad detectado en el software incluyendo su interfaz Gráfica en tcl/tk, se diseñó e implementó una nueva interfaz gráfica para dicho sistema de información geográfica, proporcionando una herramienta atractiva, de fácil acceso y manejo, con ayuda en español e interactiva, de tal manera que le brinde facilidad al usuario al desarrollar las operaciones que hacen parte de la gestión de un proyecto GRASS. Estas operaciones, que actualmente se vienen realizando a través de consolas de comandos, contemplan principalmente la gestión de proyectos, gestión de mapsets (*Ver 2.2.4 Estructura de Información en GRASS*), gestión de mapas, procedimientos de visualización y aplicación de operaciones sobre capas de diferentes formatos.

1.3 OBJETIVOS DEL PROYECTO

1.3.1 Objetivo General

Realizar el diseño de una interfaz y la implementación de los módulos de visualización y consulta de información de mapas vectoriales y raster de común uso de la herramienta SIG GRASS, reemplazando su línea de comandos por un menú interactivo para proporcionar un ambiente agradable y amistoso a los usuarios de los Sistemas de Información Geográfica (SIG).

1.3.2 Objetivos Específicos

- Diseñar una interfaz gráfica para el manejo del software GRASS, desde donde el usuario pueda utilizar cada una de las opciones del menú de forma sencilla y rápida, disminuyendo la complejidad de uso que implica el manejo de consolas de comandos.

- Crear un programa que permita acceso a la funcionalidad de GRASS, pueda realizar visualizaciones planas de mapas raster y vectoriales, realice consultas de información general, identifique coordenadas y muestre características de un punto señalado en el mapa.

- Estudiar y analizar la conexión a la base de datos POSTGRESQL con la que cuenta la herramienta SIG GRASS, para proponer una conexión que sea transparente al usuario.

1.4 JUSTIFICACIÓN

El SIG GRASS, es una herramienta de dominio público, capaz de realizar operaciones con capas raster y vectoriales, procesamiento de imágenes, visualización en 2D y 3D, producción de cartografía, entre otras; que permiten el desarrollo, análisis y despliegue de información espacial. Hoy en día el software GRASS cuenta con dos alternativas para su manejo: un entorno de comandos y un entorno gráfico hecho en el lenguaje tcl/tk, los cuales son difíciles de utilizar para personas poco diestras en el manejo de consolas de comandos, dado que se requiere el aprendizaje de gran cantidad de comandos para la realización de las principales operaciones de visualización.

Dado lo anteriormente expuesto y reconociendo la importancia que tiene el SIG GRASS en el manejo y administración de información espacial; se justifica la construcción de una interfaz gráfica integrada para administrar los proyectos Grass, basada en entornos de ventanas y mejorando la usabilidad de la interfaz de comandos y de menús tcl/tk con la que actualmente se viene trabajando la herramienta GRASS.

1.5 ALCANCE DEL PROYECTO DE GRADO

La nueva interfaz gráfica para GRASS, administra los proyectos GRASS en un entorno que facilita:

- La gestión de mapset.
- La visualización de mapas (disponibles en listas organizadas por formatos).
- La generación y visualización de histogramas para mapas raster.
- La identificación de coordenadas.
- La gestión de monitores de visualización.
- Despliegue de áreas progresivamente más grandes o más pequeñas (zoom).
- La consulta de información asociada a los mapas.
- La realización de operaciones aritméticas y lógicas sobre mapas raster.
- La importación y exportación de mapas en diferentes formatos (ASCII, PNG, tif, arcview y otros).
- La gestión básica de las capas (borrar, copiar y renombrar).
- La consulta a bases de datos Postgresql, asociadas a proyectos GRASS.

Este trabajo fue diseñado de tal manera que permita la ampliación de la interfaz mediante la implementación de otras funcionalidades como el módulo de análisis de imágenes de satélite, la generación de modelos digitales de elevaciones, producción de cartografía, álgebra de mapas para el formato vectorial, visualización en 3D y módulos de interpolación entre otros. Dichas funcionalidades no hacen parte de este trabajo, pero están incorporadas dentro de la herramienta SIG GRASS.

2. MARCO TEÓRICO

2.1 INTRODUCCIÓN A LOS SIG

Los sistemas de información geográfica (SIG) han existido desde hace mucho tiempo debido a las necesidades que han venido surgiendo en la sociedad, pero hasta hace muy poco se han podido identificar como herramientas útiles. Si nos remontamos al Antiguo Egipto, se diseñaron mapas que se usaban para alinear los predios adyacentes al Nilo, definiendo una distancia y un rumbo desde este río. Trabajos como ese y la evolución de la cartografía contribuyeron posteriormente a análisis más profundos de la conceptualización del entorno geográfico.

Muchos de los algoritmos que actualmente permiten llevar el paisaje al lenguaje computacional, provienen de una matemática que se remonta hasta 1680 aproximadamente. Esta matemática exploraba el denominado "Análisis Situs" donde se relacionaban espacialmente las ciudades con cultivos en círculos concéntricos alrededor de estas, y determinando a que distancia y que cultivar según lo preceder o no de un producto.

Del "Análisis situs" surgió la Topología, ciencia matemática que permite estudiar las figuras y sus relaciones entre sí. Del mismo modo surgieron los cuatro principios de la naturaleza de los datos geográficos: "Todo elemento tiene posición absoluta, posición relativa, figura geométrica y atributos".

Hacia los años 50 del siglo pasado aparecieron los primeros programas de cartografía automatizada (CAD¹) y las primeras bases de datos para manejar atributos en el computador. Hasta ese entonces lo único que se hacía eran “Bonitos mapas” y nada más. Luego, a fines de los 60 surgieron sistemas que permitían integrar la base de datos con las figuras pero sin ninguna relación entre estas.

En la década de los setenta, con el desarrollo de tecnología informática, aparecieron una serie de programas cuya finalidad era gestionar datos espaciales georreferenciados. Hoy por hoy el desarrollo de los SIG va paralelo al progreso del hardware y del software informático. Los avances en la tecnología de los ordenadores personales (PC) se han visto correspondidos con unos Sistemas de Información Geográfica más potentes y fáciles de manejar.

2.1.1 Definición

Un SIG se define como un conjunto de métodos, herramientas y datos que están diseñados para actuar coordinada y lógicamente para capturar, almacenar, analizar, transformar y presentar toda la información geográfica y de sus atributos con el fin de satisfacer múltiples propósitos.

Los SIG son una nueva tecnología que permite gestionar y analizar la información espacial y que surgió como resultado de la necesidad de disponer rápidamente de información para resolver problemas y contestar a preguntas de modo inmediato.

¹Diseño Asistido por computador

2.1.2 Componentes y Funciones de SIG

Un SIG está constituido por una serie de componentes básicos fundamentales que permiten realizar las siguientes funciones:

➤ **Equipos (hardware)**

Permitir la entrada y salida de la información geográfica en diversos medios y formas.

➤ **Programas (software)**

Proveer base funcional que sea adaptable y expandible de acuerdo con los requerimientos propios de cada organización.

➤ **Bases de datos**

Contener la información que garantice el funcionamiento analítico del SIG.

➤ **Recursos (humanos)**

Resolver los problemas de entrada de datos y conocer bases de datos integradas y modelamientos necesarios para el análisis de la información resultante.

2.1.3 Modelos y Estructuras de Datos

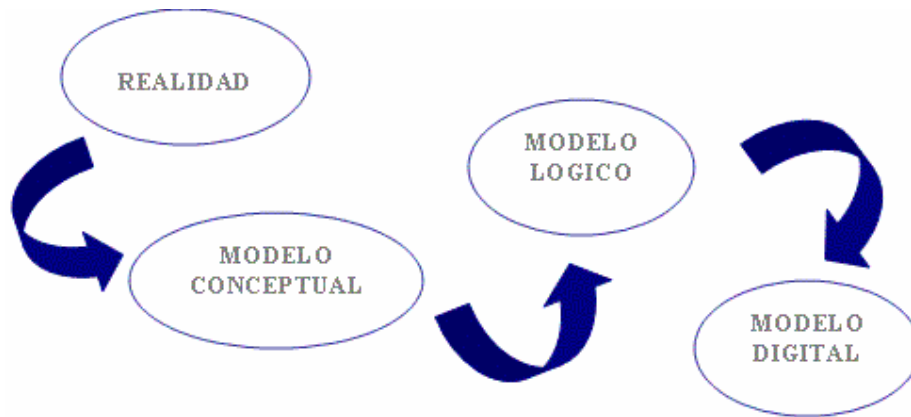


Fig.1 Esquema de los modelos de datos².

Partiendo de la definición de modelo como representación simplificada de la realidad, que refleja lo fundamental de ésta, ignorando los detalles; un modelo de datos se puede definir como el conjunto de reglas utilizadas para representar la variedad del mundo real como un conjunto finito de datos discretos y fácilmente manipulables con un ordenador. Pasar de la realidad a una representación o modelo digital supone un gran salto que se entiende mejor si consideramos la existencia de varios niveles de abstracción:

Realidad

(Ejemplo: Montañas, lagos, campos de cultivo, etc.). Este nivel es propio de los gestores preocupados por problemas de gestión y planificación del espacio.

Modelo Conceptual

(Variables y objetos). Nivel de los científicos (geógrafos, geólogos, ecólogos, etc.) que desarrollan, verifican o aplican teorías e hipótesis sobre variables y procesos que tienen lugar en el espacio.

² Tomada de: <http://recursos.gabrielortiz.com/>

La realidad, puede entenderse según dos modelos mentales (conceptuales) en principio contradictorios:

- Como un continuo definido por una serie de **variables** que varían de forma más o menos suave (por ejemplo topografía).
- Como la yuxtaposición de **objetos** discretos y con características homogéneas que recubren el espacio de forma completa (por ejemplo tipos de suelo).

➤ **Variables Regionalizadas**

Se puede estudiar la realidad como un conjunto de variables (altitud, humedad del suelo, precipitación, densidad de vegetación) que adquieren diferentes valores en diferentes puntos del espacio, siendo estos valores más parecidos cuanto más cerca se encuentren los puntos; a esta propiedad se denomina *autocorrelación espacial*. El ejemplo más típico de variable regionalizada son los Modelos Digitales de Elevaciones (MDE). Se trata de una superficie que representa la topografía del terreno, es decir, las alturas en cada punto (celdilla) de un territorio.

➤ **Objetos**

Si consideramos la realidad como una yuxtaposición de *objetos*, cualquier entidad que aparezca en el espacio (casas, carreteras, cordilleras, lagos, etc.) puede modelizarse a la escala adecuada como un objeto geométrico. Pueden ser clasificados por su dimensionalidad en tres tipos.

Objetos puntuales. Objetos geométricos de dimensión 0, su localización espacial se representa por un par de coordenadas (X, Y).

Objetos lineales. Objetos geométricos de dimensión 1, su localización espacial se representa como una sucesión de pares de coordenadas llamados vértices, salvo el primero y el último que se denominan nodos.

Objetos poligonales. Objetos geométricos de dimensión 2. Se representan como una línea cerrada (modelo Orientado a Objetos) o como una sucesión de líneas denominadas arcos (modelo Arco-Nodo).

Modelo Lógico

(Raster y vectorial). Preferido por los técnicos en SIG que utilizan las herramientas del sistema para llevar a cabo en el ordenador, las tareas requeridas por gestores o científicos.

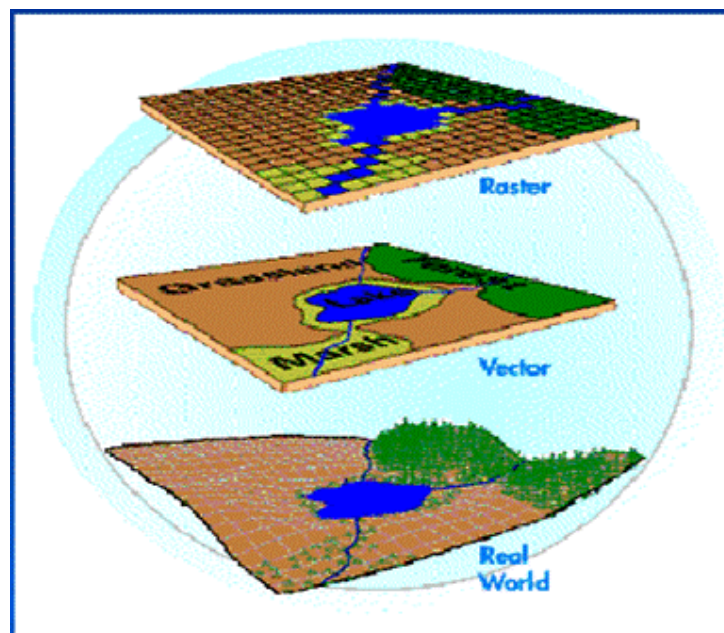


Fig.2 Representación vectorial y raster de una situación real.³

³ Tomada de: <http://campus.fortunecity.com/defiant/114/gis.htm>

El modelo lógico hace referencia a cómo se muestrean y organizan las variables y objetos para lograr una representación lo más adecuada posible.

➤ **El Modelo Raster**

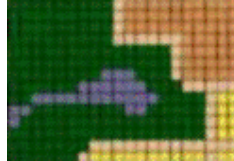


Fig.3 Representación del modelo raster. ⁴

El modelo raster considera la realidad como un continuo. La representación de este modelo se realiza dividiendo ese continuo en una serie de celdas cuadradas ordenadas en una secuencia específica. Cada una de estas celdas recibe un único valor que se considera representativo para toda la superficie abarcada por la celda, por tanto se considera que el modelo raster cubre la totalidad del espacio. Un conjunto de celdas, junto con sus valores se denomina una capa raster.

➤ **El Modelo Vectorial**

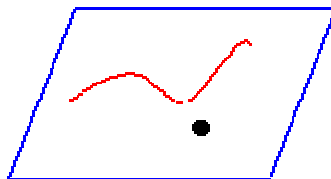


Fig.4 Representación del modelo vectorial.

En un modelo vectorial se considera que la realidad está dividida en una serie de objetos discretos (puntos, líneas y polígonos) a los que

se puede asignar diversas propiedades cualitativas o cuantitativas. Estos objetos se codifican por su posición en el espacio (puntos y líneas) o por la posición de sus límites (polígonos). Este formato resulta especialmente adecuado para la representación de objetos geométricos reales (carreteras, ríos, etc...).

Modelo Digital

(Estructuras de datos y algoritmos). Preferido por informáticos, y desarrolladores de SIG cuya misión es ampliar el repertorio de herramientas para cumplir con el máximo número de necesidades.

2.1.4 Sistemas de Proyección

El proceso de transformar coordenadas geográficas a coordenadas planas para representarlo en dos dimensiones, se conoce como *proyección*.

Básicamente, la proyección consiste en establecer una ecuación que a cada par de coordenadas geográficas le asigne un par de coordenadas planas.

$$x = f(\text{lat}; \text{long})$$

$$y = f(\text{lat}; \text{long})$$

Una proyección implica siempre una distorsión en la superficie representada; el objetivo de la cartografía es minimizar estas distorsiones utilizando la técnica de proyección más adecuada a cada caso.

⁴ Tomada de: <http://recursos.gabrielortiz.com/>

Dependiendo de cuál sea el punto que consideremos como centro del mapa se distinguen **proyecciones polares**, cuyo centro es uno de los polos; **ecuatoriales** cuyo centro es la intersección entre la línea del Ecuador y un meridiano; y **oblicuas** o **inclinadas**, cuyo centro es cualquier otro punto.

Otra forma de clasificar las proyecciones es con referencia a la figura geométrica que genera el plano bidimensional. Se habla entonces de proyecciones *cilíndricas*, *cónicas* y *azimutales* o *planas*. En estos casos las distorsiones son nulas en la línea donde la figura corta al elipsoide⁵ y aumentan con la distancia a ésta. Para minimizar el error medio suelen utilizarse planos secantes en lugar de planos tangentes

Proyección Cilíndrica

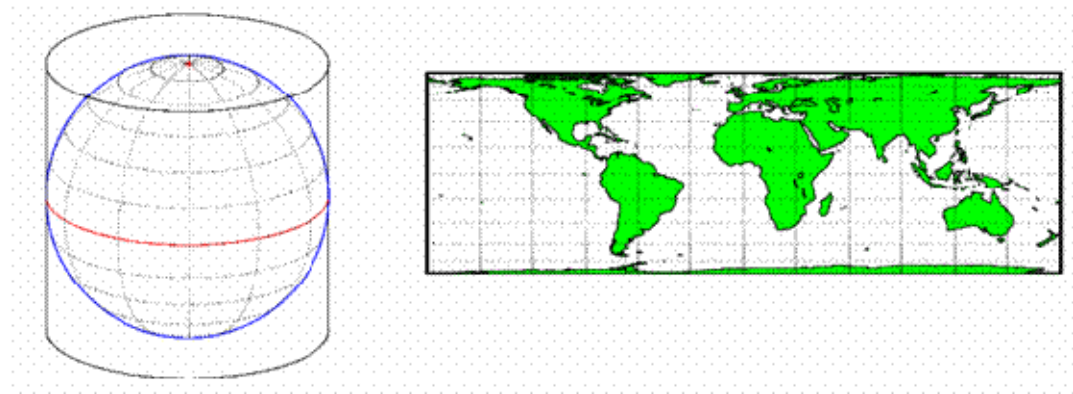


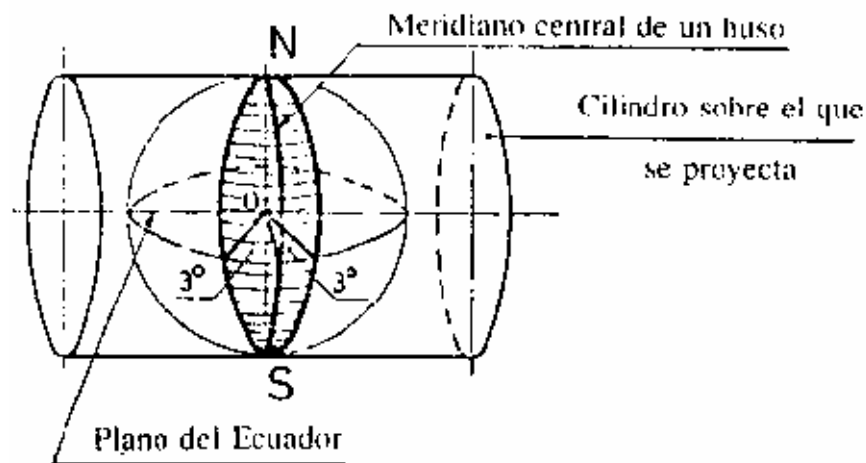
Fig.5 Proyección Cilíndrica⁶

⁵ En el ámbito de la geodesia, el elipsoide es la figura geométrica mundialmente aceptada sobre la cual se referencian las coordenadas de cualquier punto en la Tierra

⁶ Tomado de http://www.fc.up.pt/lic_eg/cartografia.html

Es una proyección geográfica que usa un cilindro tangente a la esfera terrestre, colocada de tal manera que el paralelo de contacto es el ecuador. La malla de meridianos y paralelos se dibuja proyectándolos sobre el cilindro suponiendo un foco de luz que se encuentra en el centro del globo. El cilindro sí es una figura geométrica que pueda desarrollarse en un plano.

La **proyección UTM** es una de las proyecciones más utilizadas donde se proyecta el globo terrestre sobre un cilindro, pero presenta grandes distorsiones en las zonas con latitud elevada, lo que impide su utilización para apreciar las verdaderas proporciones de las regiones polares.



Proyección: U.T.M.

Fig.6 Cilindro generador de la proyección UTM⁷

La proyección UTM es un sistema de cuadrícula rectangular que cubre la Tierra desde la latitud 80 grados sur a la latitud 84 grados Norte. Se inicia en el meridiano 180 dividiéndose hacia el este en 60 zonas

⁷ Tomado de <http://www.proteccioncivil.org/vademecum/vdm014.htm>

de 6 grados. Cada zona UTM está dividida en 20 bandas (desde la C hasta la X).

- Las bandas C a M están en el hemisferio sur
- Las bandas N a X están en el hemisferio norte.

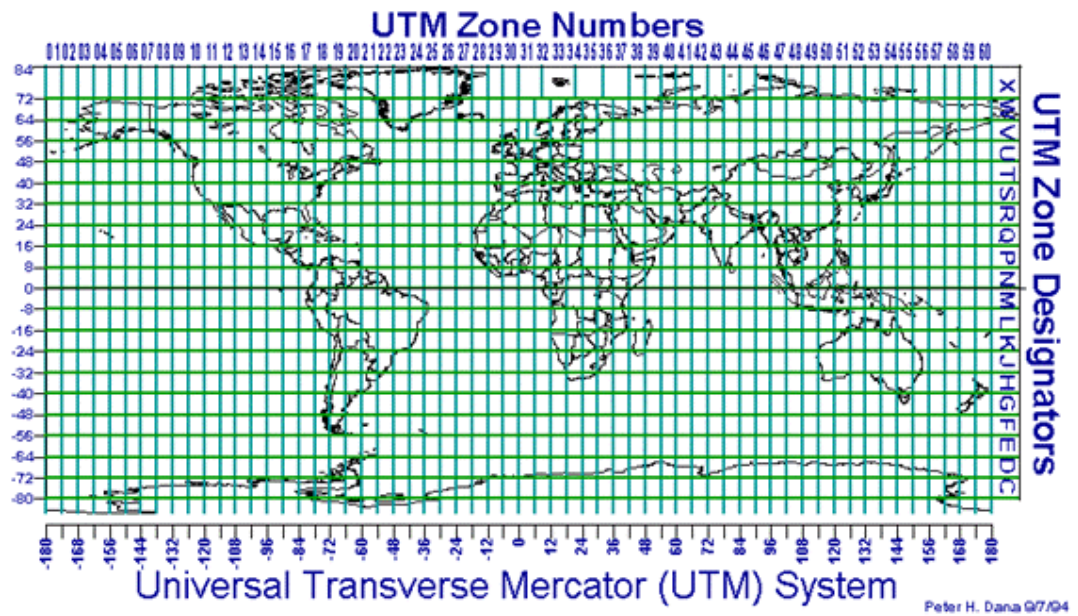


Fig.7 Zonas de la proyección UTM⁸

Proyección Cónica

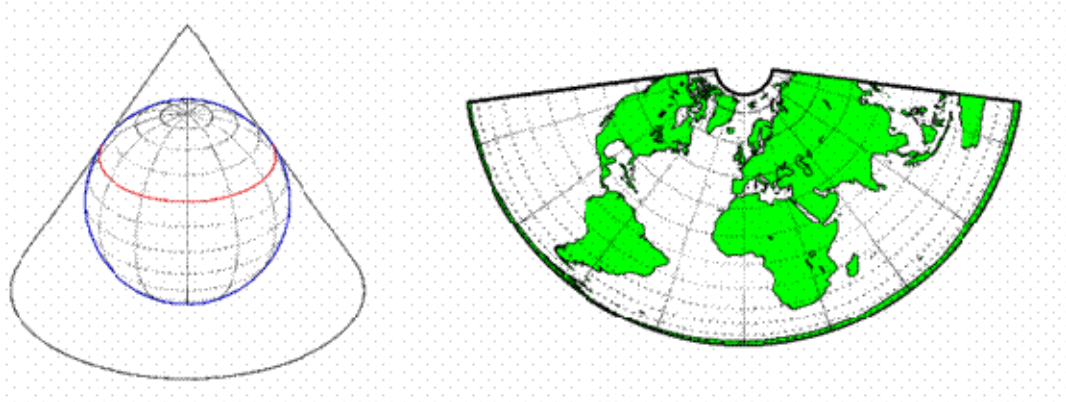


Fig.8 Proyección cónica⁹

⁸ Tomada de http://www.elgps.com/documentos/utm/coordenadas_utm.html

La proyección se hace trasladando la información de la esfera a un cono, tomando como punto focal uno de los polos. Hay una distorsión asimétrica que también afecta a las zonas polares, pero ofrece mayor precisión en el hemisferio que corresponde al polo que se haya tomado como foco.

Proyección Azimutal

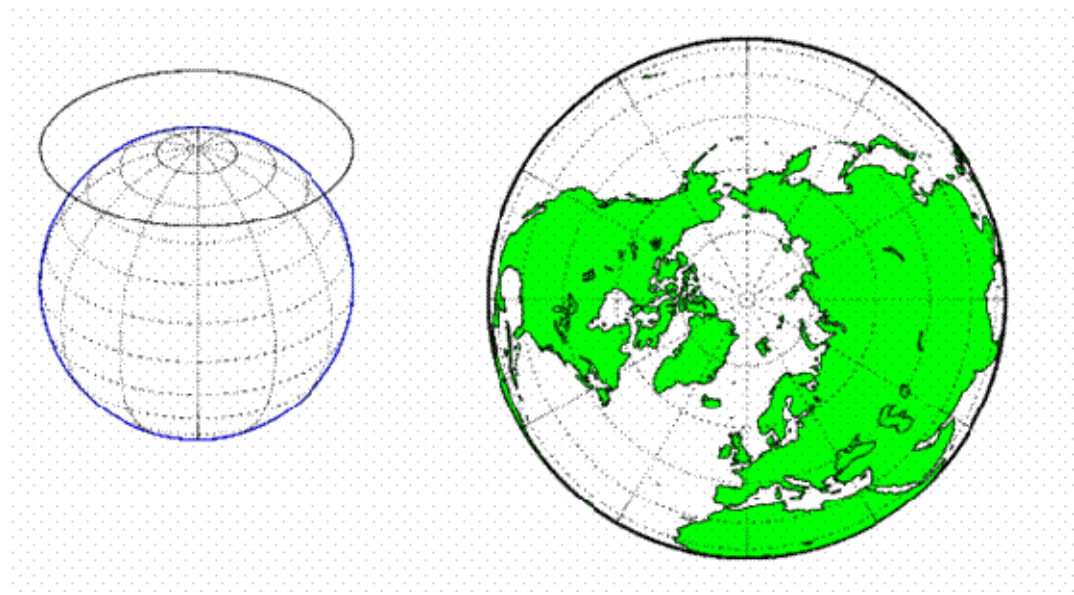


Fig.9 Proyección azimutal¹⁰

En este caso se proyecta una porción de la Tierra sobre un disco plano tangente al globo en un punto seleccionado, obteniéndose la visión que se lograría ya sea desde el centro de la Tierra o desde un punto del espacio exterior. Estas proyecciones ofrecen una mayor distorsión cuanto mayor sea a su vez la distancia al punto tangencial de la esfera y del plano.

⁹ Tomado de http://www.fc.up.pt/lic_eg/cartografia.html

¹⁰ Tomado de http://www.fc.up.pt/lic_eg/cartografia.html

2.1.5 Formato Raster. Álgebra De Mapas



Fig. 10 Esquema de Álgebra de Mapas

El álgebra de mapas incluye un amplio conjunto de operadores aritméticos y lógicos que se realizan sobre una o varias capas raster de entrada para producir una capa raster de salida. Por operador se entiende un algoritmo que realiza una misma operación en todas las celdillas de una capa raster. Estos operadores se definen mediante ecuaciones, por ejemplo el operador $B = A * 100$ (ver figura 999) genera una nueva capa (B) asignando a cada celdilla el valor de la celdilla correspondiente multiplicado por 100. Se trata de operaciones entre capas raster completas, cada una de ellas es una matriz de números y la operación se realiza para todos los números de la matriz, para todas las celdillas de la capa raster.

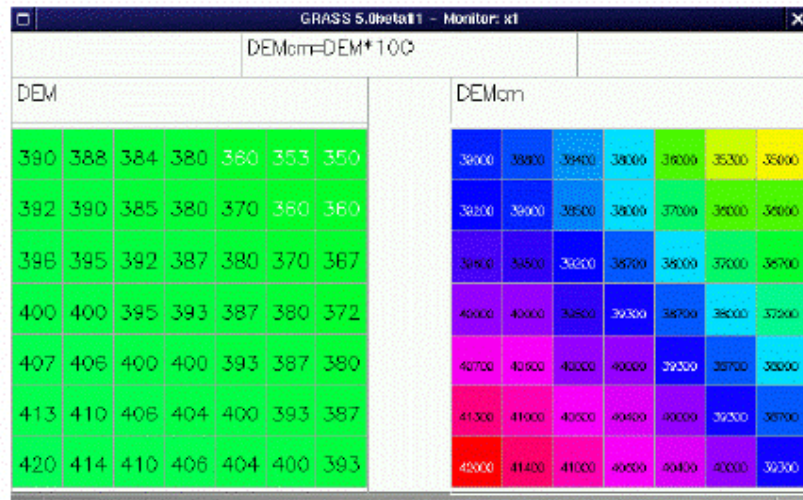


Fig. 11 Operador Local Aritmético

Pueden definirse infinitos operadores, aunque normalmente se clasifican en:

- Operadores locales: generan una nueva capa a partir de una o más capas previamente existentes. Cada celdilla de la nueva capa recibe un valor que es función de los valores de esa misma celdilla en las demás capas.
- Operadores de vecindad: adjudican a cada celdilla un valor que es función de los valores de un conjunto de celdillas contiguas, en una o varias capas. Los ejemplos más habituales son el filtrado de imágenes y el cálculo de pendiente y orientación a partir de un Modelo Digital de Terreno.
- Operadores de área: Son aquellos que calculan algún parámetro (superficie, perímetro, índices de forma, distancias, estadísticos) para una zona previamente conocida.

- Operadores de área extendida: Son aquellos que afectan a zonas relativamente extensas que cumplen determinado criterio pero cuya localización precisa no se conoce previamente.

El software GRASS dispone de un módulo que es prácticamente un lenguaje de programación que permite realizar operaciones locales, de vecindad, de vecindad extendida o de área.

2.1.6 Tipos de Programas SIG

- **SEGÚN EL TIPO DE DATOS:**

- **SIG raster:** Incluyen principalmente herramientas para el manejo de variables espaciales. En este grupo se encuentran las siguientes herramientas: IDRISI, GRASS, ERMapper, SPRINF, PCRaster
- **SIG vectorial:** Manejo de objetos. Herramientas disponibles: ArcInfo, ArcView, MapInfo, Geomedia.

- **SEGÚN LA FORMA DE ORGANIZAR EL TRABAJO:**

- **SIG basados en menús:** Orientados normalmente a la gestión, tanto en empresa como en administración. En este grupo encontramos a: ArcView, IDRISI para Windows, MapInfo, Geomedia, SPRING.
- **SIG basados en comandos:** Orientados a la investigación. La ventaja de los programas basados en comandos es la capacidad de programar y ejecutar scripts complejos. Se

encuentra herramientas como: GRASS, ArcInfo, IDRISI para MSDOS, PCRASTER).

➤ **SEGÚN LA FILOSOFÍA:**

- **SIG comerciales:** ArcInfo, Geomedia, ArcView, MapInfo, mallworld.
- **SIG gratuitos o semigratuitos:** SPRING, PCRaster, IDRISI.
- **SIG abiertos:** GRASS. Un sistema abierto son aquellos de los que se conoce el código fuente y por tanto cómo se almacenan los datos.

2.2 SIG GRASS

El SIG GRASS es una herramienta bastante extensa y de gran potencialidad para aquellas personas interesadas en lograr hacer buenos análisis con información espacial. A continuación se presentará una pequeña muestra de las muchas cosas que se pueden realizar en este paquete y entender la razón por la cual vale la pena desarrollar una interfaz Gráfica para éste SIG.

2.2.1 Historia

GRASS es un SIG de propósito general que trabaja en ambiente UNIX a través de un intérprete de comando y entorno gráfico. Su desarrollo se inició en 1982 a cargo del "U.S. Army Construction Engineering Research Laboratory" USARCEL para cumplir con tareas de administración en instalaciones militares. Con el tiempo se convirtió en una plataforma de análisis para diferentes agencias estatales,

universidades, centros de investigación y compañías privadas en todo el mundo.

Este sistema ha pretendido ser lo más portátil como sea posible, la portabilidad es la principal preocupación, clasificándose seguramente por encima de la velocidad y amigabilidad del usuario.

2.2.2 Características de GRASS

- Orientado a UNIX, en la actualidad soporta ya prácticamente todas las plataformas y sistemas operativos.
- El código fuente está escrito en lenguaje de programación C.
- Empleado para gestionar datos, procesar imágenes, producir gráficos, modelación espacial y visualizar distintos tipos de datos.

2.2.3 Instalación de los Binarios de GRASS

En la página principal de GRASS se encuentran diferentes versiones en formato binario y en el código fuente. En la actualidad ya se encuentra disponible la versión GRASS 6.0.0, la cual es estable; sin embargo se recomienda iniciar con las versiones 5.x.x, que son las más utilizadas y probadas por los usuarios del SIG GRASS.

Si se desean hacer pruebas con la herramienta, se recomienda instalar los binarios de la siguiente manera:

Debe contar con los siguientes archivos:

- grass5.x.x_i686-pc-linux-gnu_bin.tar.gz
- grass5_i686-pc-linux-gnu_install.sh
- spearfish_grass50data.tar.gz (o cualquiera base de datos que se encuentre en la página principal de GRASS).

Después de tener almacenados los dos primeros archivos en un mismo directorio nos ubicamos en éste y tecleamos en línea de comandos lo siguiente:

```
sh grass5_i686-pc-linux-gnu_install.sh grass5.x.x_i686-pc-linux-  
gnu_bin.tar.gz
```

y por defecto los binarios quedan instalados en la siguiente dirección:

```
/usr/local/grass5
```

En otro directorio almacenamos el archivo que contiene la base de datos spearfish:

```
spearfish_grass50data.tar.gz
```

luego se descomprime:

```
gunzip spearfish_grass50data.tar.gz
```

Luego se desempaqueta:

```
tar -xvf spearfish_grass5data.tar
```

Ahora en una terminal de Linux se ejecuta el siguiente comando:

```
grass5
```

y sale una pantalla donde pide que se ingresen el database, el mapset, la location, datos que se pueden llenar de la siguiente manera:

Location: spearfish (debido a que es la base de datos que se recomendó bajar de la Página principal de grass, la cual posee varios

mapas en formato raster, vectorial y sites que le ayudarán a realizar varias pruebas).

Mapset: Nombre_de_Usuario (para empezar se puede colocar el nombre con el que se encuentra en la sesión de Linux, pero cuando se tenga mas experiencia con grass se dará cuenta que el mapset puede ser cualquier nombre que quiera).

Database: /root/el_path_donde_ubicó_spearfish

ó

/home/nombre_de_usuario/el_path_donde_ubicó_spearfish

Y finalmente con <<esc>> + <<enter>> se entra a trabajar con la herramienta GRASS, tanto en modo texto como en su interfaz Gráfica hecha en tcltk.

2.2.4 Estructura de Información en GRASS

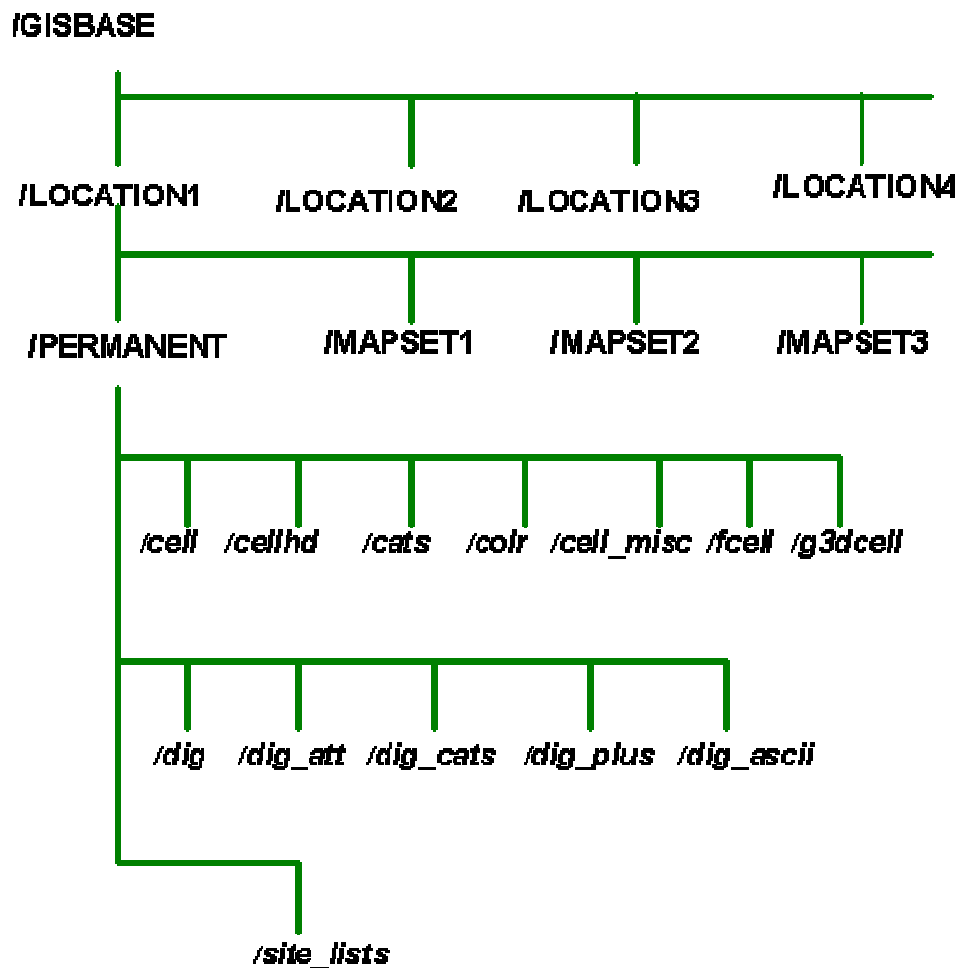


Fig.12 Estructura de directorios de una base de datos en Grass

Un proyecto GRASS cuenta con tres directorios principales que son: GISDBASE, LOCATION y MAPSET.

➤ **Gisdbase**

Es el directorio que almacena todas las bases de datos de GRASS. Es el nivel más alto de la estructura jerárquica de directorios.

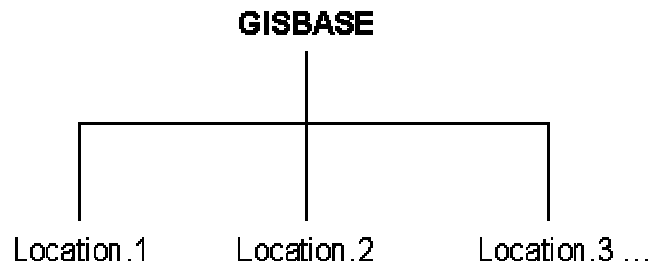


Fig.13 Estructura del directorio GISDBASE

➤ **Location**

Son subdirectorios bajo el GISDBASE. Los usuarios seleccionan una localización al entrar GRASS. No es posible acceder simultáneamente a múltiples localizaciones.

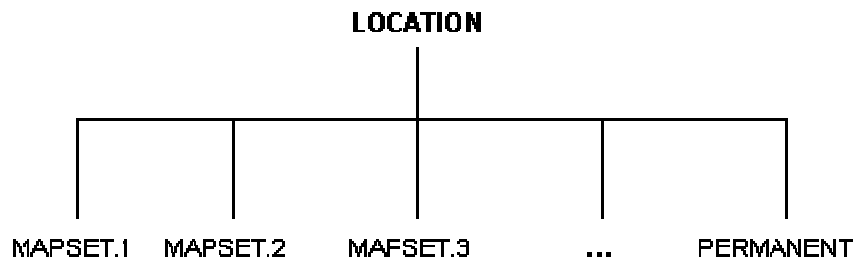


Fig.14 Estructura del directorio LOCATION

➤ **Mapset**

Los Subdirectorios bajo cualquier localización son conocidos como mapsets. Los usuarios seleccionan un mapset al entrar a GRASS. Cada usuario debe tener su entorno propio de trabajo, su *mapset* al que los demás usuarios pueden entrar pero no manipular. Existe un *mapset* especial llamado *PERMANENT* que contiene todos aquellos mapas que se consideran acabados.

De los mapsets se despliegan una serie de subdirectorios los cuales se dividen de acuerdo al tipo de formato (raster, vectorial, sites). A continuación se describirán algunos de estos directorios:

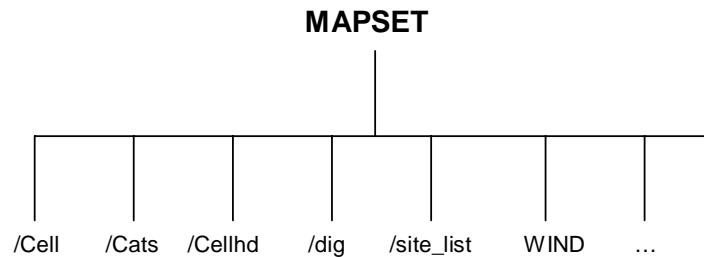


Fig.15 Estructura del directorio MAPSET

Las capas en este SIG no cuentan con una extensión única que las caracterice, pero de acuerdo con el tipo de formato (Raster, Vector y Sites) la información es almacenada en directorios específicos. Como se puede observar, la estructura de directorios de una base de datos en Grass es grande, sólo se presentarán los directorios necesarios para entender cómo es el almacenamiento de los diferentes formatos en el software.

Modelo Raster

/cell

En este directorio se encuentran archivos que poseen los números que contienen las diferentes celdillas de una capa.

/cellhd

Los archivos almacenados en este directorio contienen la información necesaria para leer y ubicar espacialmente los datos contenidos en los archivos almacenados en el directorio /Cell. Este archivo contiene datos como la proyección, zona, norte, sur, este, oeste, columnas, filas, etc...

/cats

En este directorio se almacenan los archivos que contienen información acerca de lo que significan cada uno de los números contenidos en los archivos que se encuentran en el directorio /Cell.

Modelo Vectorial

/dig

En este directorio se almacenan los archivos que contienen las coordenadas que definen objetos puntuales, lineales, o poligonales.

/dig_att

Bajo este directorio se almacenan archivos que contienen los identificadores de los objetos definidos en los archivos ubicados en el directorio /dig.

/dig_cats

En este directorio se almacenan los archivos que contienen información acerca de lo que significan cada uno de los números de las categorías asociado a cada capa vectorial.

Formato Sites

/site_list

Contiene archivos con información sobre las coordenadas y los nombres de los sitios a ubicar en las diferentes capas sites.

Archivo Wind

Este es uno de los archivos que se encuentra directamente en la carpeta del mapset.

WIND es el archivo que contiene la región actual de trabajo. Este archivo es creado cuando el mapset se crea, y contiene los límites norte, sur, oeste y este de la región.

2.2.5 Descripción de Algunos Módulos del SIG GRASS

Revisaremos los siguientes módulos, por ser los más utilizados:

- Módulo de salida Gráfica ó Visualización.
- Módulo de gestión de archivos.
- Módulo Raster.
- Módulo Vectorial.
- Módulo Sites.
- Módulo de importación.
- Módulo de exportación.

➤ **Módulo de Visualización**

Todos los comandos relacionados con la visualización tienen la siguiente sintaxis:

d.nombre_del comando

Este módulo cuenta con las siguientes funciones: desplegar capas raster, vectorial y sites, representar los mapas en 3D, mostrar coordenadas de un punto en un mapa, mostrar los valores de las capas donde se sitúa un punto seleccionado en un mapa, permitir ver detalles de una zona del mapa, desplegar la leyenda de los mapas en el monitor, mostrar el histograma de un mapa raster en el monitor, borrar el contenido de un monitor seleccionado.

➤ **Módulo de Gestión de Archivos**

Los comandos de este módulo cuentan con la siguiente sintaxis para su ejecución:

g.nombre_del_comando

Permite listar, borrar, renombrar, copiar mapas que se encuentran en un mapset, modificar la región de trabajo.

➤ **Módulo Raster**

En este módulo todos los comandos relacionados con raster, tienen la siguiente sintaxis:

r.nombre del comando

Algunas operaciones que se pueden hacer en este módulo son: desplegar información básica de las capas, permitir reclasificar los valores de un mapa, asignar a cada celda un valor que es función de los valores de las celdas circundantes, permite crear operadores de vecindad, genera mapas de pendientes y orientaciones a partir de un modelo digital de elevaciones, etc.

➤ **Módulos Vectorial y Sites**

En estos módulos se maneja la siguiente sintaxis respectivamente.

v.nombre_del_comando

s.nombre_del_comando

Una de las funciones de estos módulos es desplegar información sobre sus capas. El formato sites permite ver puntos y localizaciones, por ejemplo puntos tomados con un GPS.

➤ **Módulo de Importación**

Este módulo maneja la siguiente sintaxis:

Formato_de_datos.in.Formato_del mapa

Formato de datos: raster, vectorial y sites.

El módulo permite importar mapas en formato binario, ASCII, TIFF, ERDAS, GIF, ARCVIEW, ARC INFO. Ej.

r.in.ascii

➤ **Módulo De Exportación**

Este módulo maneja la siguiente sintaxis:

Formato_de_datos.out.Formato_del mapa

Formato de datos: raster, vectorial y sites.

Permite exportar mapas raster y vectorial a los siguientes formatos ASCII, TIFF, ERDAS, GIF, ARCVIEW, ARC INFO. Ej.:

r.out.ascii

2.3 USABILIDAD DEL SOFTWARE

Usabilidad¹¹ se define generalmente como *facilidad de uso*, ya sea de una página web, una aplicación informática o cualquier otro sistema que interactúe con un usuario. Un objeto *usable* es un objeto *fácil de usar*, *fácil de aprender*, y que permite realizar una tarea de forma *eficiente y satisfactoria*.

Definiciones formales:

La Organización Internacional para la Estandarización (ISO) dispone de dos definiciones de usabilidad:

ISO/IEC 9126:

"La usabilidad se refiere a la capacidad de un software de ser comprendido, aprendido, usado y ser atractivo para el usuario, en condiciones específicas de uso"

Esta definición hace énfasis en los atributos internos y externos del producto, los cuales contribuyen a su usabilidad, funcionalidad y eficiencia. La usabilidad depende no sólo del producto sino también

del usuario. Por ello un producto no es en ningún caso intrínsecamente usable, sólo tendrá la capacidad de ser usado en un contexto particular y por usuarios particulares. La usabilidad no puede ser valorada estudiando un producto de manera aislada (Bevan, 1994).

ISO/IEC 9241:

"Usabilidad es la efectividad, eficiencia y satisfacción con la que un producto permite alcanzar objetivos específicos a usuarios específicos en un contexto de uso específico"

Es una definición centrada en el concepto de calidad en el uso, es decir, se refiere a cómo el usuario realiza tareas específicas en escenarios específicos con efectividad.

A partir de la conceptualización llevada a cabo por ISO, se puede obtener los principios básicos la usabilidad:

- **Facilidad de Aprendizaje:** se refiere a la facilidad con la que nuevos usuarios pueden tener una interacción efectiva. Está relacionada con la sintetización, familiaridad, la generalización de los conocimientos previos y la consistencia.
- **Flexibilidad:** hace referencia a la variedad de posibilidades con las que el usuario y el sistema pueden intercambiar información. También abarca la posibilidad de diálogo, la multiplicidad de vías para realizar la tarea, similitud con tareas anteriores y la optimización entre el usuario y el sistema.

¹¹ En informática, la *usabilidad* trata la *facilidad de uso de los programas* y, en general, las técnicas que facilitan la *interacción entre personas y computadoras*.

- **Robustez:** es el nivel de apoyo al usuario que facilita el cumplimiento de sus objetivos. Está relacionada con la capacidad de observación del usuario, de recuperación de información y de ajuste de la tarea al usuario.

La usabilidad es una característica del software bastante compleja y que abarca un amplio espectro de aspectos. Por lo tanto, para que un sistema software sea usable es necesario ocuparse de este atributo de calidad durante prácticamente todo el proceso de construcción de dicho sistema, desde la definición de requisitos hasta las pruebas.

$$\text{usabilidad} = \text{aumento_de_ingresos} + \text{reduccion_de_costes} = \text{Grandes_beneficios_para_la_empresa}$$

La usabilidad debería preocupar a todo responsable de un software porque:

- Los competidores se encuentran en todos los campos.
- Los usuarios valoran en gran medida su tiempo, y agradecen el poder lograr sus objetivos de forma fácil y rápida
- Una interfaz intuitiva y rápida disminuye el tiempo de aprendizaje, reduce los costes de formación, disminuye el estrés y aumenta la productividad de sus usuarios
- En definitiva: un software usable equivale a *usuarios satisfechos*.

Usabilidad del SIG GRASS

Grass es un sig con enorme potencial, pero con muy poca usabilidad; es decir que para lograr utilizar todo su potencial es necesario tener un conocimiento previo bastante amplio de su estructura, de sus

comandos y de cada una de las variables que necesita para sus operaciones, por esto se necesitaba una nueva interfaz que suministre un grado de usabilidad más elevado comparado con el que brinda la interfaz desarrollada en tcltk.

3. METODOLOGIA

El presente proyecto tuvo como fin rescatar la usabilidad del software GRASS por medio de una nueva interfaz gráfica integrada, que contiene las principales funciones en cuanto a la visualización de mapas. El proyecto fue realizado en las siguientes etapas:

3.1 PRIMERA ETAPA

Formulación de objetivos y alcance del proyecto.

Después de conocer la complejidad en el manejo del software GRASS por medio de su consola de comandos, se consideró primordial identificar las necesidades de GRASS para rescatar su usabilidad, definiendo como funcionalidades principales del proyecto las visualizaciones planas de capas a través de interfaces gráficas estilo Windows.

3.2 SEGUNDA ETAPA

Estudiar la herramienta GRASS.

Una vez instalados los fuentes de la herramienta GRASS, se dio inicio a la realización de prácticas necesarias para conocer a fondo las principales funciones de la herramienta, para esto fue necesario la consulta de tutoriales, de la ayuda incorporada en el software y algunas páginas Web.

3.3 TERCERA ETAPA

Selección de la metodología y herramientas para el desarrollo de la interfaz Gráfica.

Para el desarrollo del software se escogió el *Proceso Unificado de Desarrollo de Software* debido a que cuenta con las metodologías iterativas e incrementales que van a permitir desarrollar el proyecto en pequeñas fases, logrando en cada una de las iteraciones entregar un producto usable. Otra de las razones para su elección es el hecho de ser diseñada según el paradigma orientado a objetos, lo cual hace que el software sea fácilmente ampliado adaptándose así a futuros trabajos de implementación sobre la interfaz desarrollada.

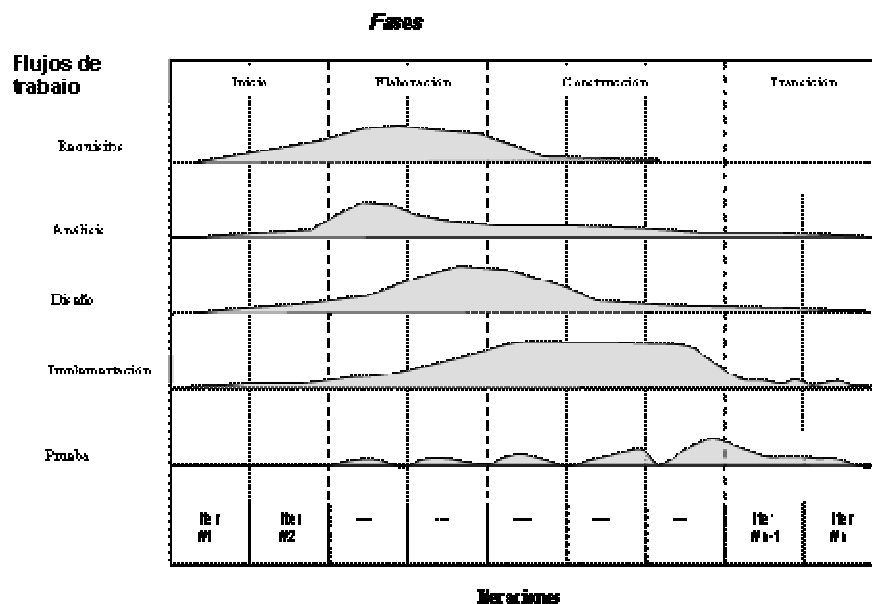


Fig.16 Diagrama de Proceso de Desarrollo Unificado¹²

En cuanto a la herramienta de descripción se escogió el *Lenguaje de Modelado Unificado (UML)*, debido a que es la herramienta recomendada por el proceso unificado de desarrollo de software y por ser actualmente la más conocida por los desarrolladores.

¹² El Proceso Unificado de Desarrollo de Software, BOOCH Grady, RUMBAUGH James, JACOBSON Ivar. Addison-Wesley. Pearson Educación S.A. Madrid 2000.

La plataforma sobre la cual se desarrolló la herramienta fue el sistema operativo *RedHat Linux versión 8.0*, por su fácil instalación y manejo, además por ser una derivación de la plataforma bajo la cual fue diseñado el software GRASS.

La versión de GRASS escogida para desarrollar la interfaz es la *versión 5.0.2* por ser una de las versiones más estables al momento de iniciar el proyecto.

Kylix fue la herramienta de desarrollo de software escogida para realizar la interfaz, debido a que soporta todos los conceptos del paradigma orientado a objetos y está diseñada para trabajar bajo Linux. La herramienta Kylix esta disponible en tres versiones: Server Developer, para programación en Apache Web; Desktop Developer, para desarrolladores de aplicaciones; y Open Edition, para crear programas con código abierto. Esta ultima versión fue la utilizada en el proyecto, se puede bajar gratuitamente desde la Página de Borland y las aplicaciones generadas con esta versión deberán distribuirse de acuerdo con la licencia GNU/GPL.

Postgresql Versión 7.4 es gestor de bases de datos que se utilizó para realizar una conexión a una base de datos desde LA INTERFAZ GRÁFICA GRASS, debido a que el software Grass cuenta con un módulo especial para la conexión a Postgresql.

3.4 CUARTA ETAPA

Utilización del proceso unificado para la realización de la interfaz Gráfica.

El proceso Unificado de desarrollo de Software divide el proceso de desarrollo en las cuatro fases: inicio, elaboración, construcción y

transición, donde cada una se divide a su vez en iteraciones que siguen la estructura de un pequeño ciclo de vida en cascada, pasando a través de los cinco flujos de trabajo fundamentales: requisitos, análisis, diseño, implementación y prueba. En términos generales se describen las fases e iteraciones como sigue:

3.4.1 Fase 1: Inicio

Identificación de requerimientos básicos.

En esta fase del desarrollo fue necesario realizar los requerimientos críticos de la interfaz en cuanto a la comunicación con Grass y a la visualización de mapas, para de esta manera minimizar los riesgos del proyecto, fue así como se desarrollaron las dos iteraciones:

Primera Iteración

Objetivo: Obtener una forma de conexión entre Kylix y Grass.

Producto: El objeto TGrass.

Segunda Iteración

Objetivo: Visualizar mapas raster.

Producto: Despliegue de un mapa raster por medio de un monitor de Grass activado a través de un menú.

3.4.2 Fase 2: Elaboración

Implementación de requisitos con énfasis en el diseño e implementación de requisitos básicos.

Esta fase del desarrollo está enfocada a dejar implementadas las principales funciones que debe desempeñar la interfaz diseñada, dejando una buena arquitectura del sistema que permita la ampliación sin necesidad de hacer cambios bruscos en el diseño establecido.

En esta fase se realizaron cuatro iteraciones:

Primera Iteración

Objetivo: Diseñar una interfaz gráfica integrada que contenga un inspector de capas, un selector de monitores, un menú principal, una barra de herramientas, una barra de estado y un visualizador de información.

Producto: Una ventana estilo aplicaciones de Windows, con las componentes planteadas en el objetivo de esta iteración.

Segunda Iteración

Objetivo: Visualizar mapas raster, vectorial y sites desde la interfaz gráfica diseñada.

Producto: Se construyó un inspector de capas para manejar la visualización de los tres formatos de capas, donde se observa la lista de capas según el formato y se tiene la posibilidad de escoger opciones para la visualización de las mismas, como por ejemplo, para el formato vectorial se cuenta con la opción de seleccionar un color para la capa, y para el formato sites se puede seleccionar un color, un tamaño y una forma para su visualización.

Tercera Iteración

Objetivo: Visualizar información de mapas de los tres tipos de formato.

Producto: Un mecanismo de envío de información del Software Grass a un archivo oculto para ser desplegado en el visor de texto de la nueva interfaz gráfica para Grass.

Cuarta Iteración

Objetivo: Importar y exportar mapas.

Producto: Mecanismo de exportación a los formatos ASCII, Erdas, ArcView, tiff y png para los capas raster, a los formatos ASCII, AUTOCAD, ArcView para los capas vectoriales y al formato ASCII para los capas sites; e importación desde los mismos formatos.

3.4.3 Fase 3: Construcción

Codificación y refinamiento.

Esta fase de construcción esta encaminada a implementar aquellos requisitos funcionales restantes que harán más completo el software.

Esta fase se realizó en siete iteraciones:

Primera Iteración

Objetivo: Implementar las funciones de borrar, copiar, renombrar e identificar coordenadas para los diferentes formatos.

Producto: Un menú desplegable en cada mapa seleccionado en el inspector de capas, cuyas funcionalidades también pueden ser accedidas por medio del menú principal en los módulos de los respectivos formatos de capas.

Segunda Iteración

Objetivo: Implementar la funcionalidad de creación y apertura de un proyecto en la interfaz gráfica.

Producto: Sistema para lanzar el proceso de creación de proyectos (locaciones) en GRASS en coordinación con la interfaz Gráfica y el despliegue de un cuadro de dialogo para seleccionar un proyecto ya existente.

Tercera Iteración

Objetivo: Implementar la creación y apertura de un mapset.

Producto: Mecanismo para lanzar el proceso de creación y apertura de un mapset en la interfaz Gráfica.

Cuarta iteración

Objetivo: Implementar la funcionalidad de operación con mapas raster.

Producto: Procedimiento y componentes gráficos para la selección de mapas y la realización de operaciones, en esta iteración se desarrolló el módulo Operaciones y el ítem Aplicar Función que corresponde al módulo Raster.

Quinta Iteración

Objetivo: Escoger los iconos y diseñar el logo que van a ser utilizados en la interfaz Gráfica.

Producto: Una barra de herramientas con iconos de acceso directo a las principales funciones de la interfaz y el logo de la interfaz que es utilizado en las diferentes ventanas que contiene la interfaz.

Sexta Iteración

Objetivo: Diseñar e implementar el inspector de monitores.

Producto: Inspector de monitores que contiene un historial de las capas visualizadas en el monitor y que además permite organizar las capas como crea conveniente el usuario, con la opción de volver a visualizarlas desde éste componente.

Séptima Iteración

Objetivo: Realizar la conexión de la interfaz gráfica de Grass con una base de datos utilizando Postgresql.

Producto: Módulo de Conexión.

3.4.4 Fase 4: Transición

Énfasis en la codificación y pruebas.

En esta fase se trata de colocar el software a prueba para corregir errores no detectados y para implementar funciones adicionales al software para que sea más competitivo.

Se desarrollaron tres iteraciones:

Primera Iteración

Objetivo: Implementar el módulo de ayuda para la herramienta.

Producto: Módulo de ayuda.

Segunda Iteración

Objetivo: Realizar pruebas a la interfaz.

Producto: Pruebas realizadas a la interfaz gráfica con la base de datos spearfish, la cual se encuentra en la página principal de GRASS.

Tercera Iteración

Objetivo: Realizar el instalador de la herramienta.

Producto: Instalador de la Interfaz Gráfica Grass.

3.5 QUINTA ETAPA

Elaboración del documento.

Se escribieron los siguientes capítulos y anexos:

Capítulo uno: Descripción del problema.

Este capítulo contiene los antecedentes al problema, los objetivos del proyecto, la justificación y alcance del proyecto.

Capítulo dos: Marco teórico.

Presenta un breve resumen de los principales temas utilizados para la realización del proyecto tales como: Sistemas de Información Geográfica y el software Grass.

Capítulo tres: Metodología.

El capítulo ilustra la forma como se planeó desarrollar y probar el proyecto.

Capítulo cuatro: Diseño.

Se describe el diseño del software, el diseño de la herramienta junto con los diagramas UML necesarios y las imágenes de la interfaz gráfica desarrollada.

Capítulo Quinto: Pruebas

Se describen las pruebas realizadas con a la interfaz, para garantizar el correcto comportamiento de sus funcionalidades.

Anexo A: Manual de Usuario.

Este anexo está diseñado para proporcionarle una guía al usuario de la interfaz gráfica para Grass, de tal forma que sea un soporte al software desarrollado.

Anexo B: Herramientas GNU

Debido a que todas las herramientas utilizadas para el desarrollo del software son herramientas libres, fue necesario este anexo para exponer los términos y condiciones de la licencia publica General GPL, bajo la cual se rigen todas las herramientas de desarrollo utilizadas en la interfaz (Linux, Open Edition kyllix, Grass). Se presentan los siguientes numerales: surgimiento del proyecto GNU, definición del software libre, filosofía del software libre y licencia publica general GPL.

3.6 SEXTA ETAPA

Elaboración de conclusiones y trabajos futuros.

En esta etapa se elabora el quinto capítulo del documento que contiene las conclusiones del proyecto realizado y se plantean una serie de proyectos a realizar en un futuro.

4. DESARROLLO DE LA INTERFAZ

Una solución al problema de usabilidad de la herramienta Grass se fundamenta en el análisis, diseño y construcción de una interfaz Gráfica para Grass que contenga un entorno similar a los que poseen los software SIG comerciales.

En el presente capítulo se resumen los principales aspectos de los documentos relacionados con el análisis, diseño y codificación obtenidos durante el desarrollo de la interfaz.

4.1 ANALISIS

Grass crea y administra una estructura de directorios predefinida. Los datos de los usuarios se encuentran en un directorio, donde se encuentran los subdirectorios llamados "location" que son creados cuando el usuario ingresa a GRASS. Cada uno de estos directorios almacena datos para diferentes regiones geográficas, definidas bajo los límites de un sistema coordenado. Bajo cada subdirectorio "location" se encuentran otros subdirectorios llamados "mapset", donde cada "mapset" contiene una serie de capas que contienen la información geográfica de un lugar determinado.

Los modelos lógicos para la representación de mapas que utiliza Grass son: el raster, vectorial y sites. Además exporta e importa capas a un gran número de formatos.

Para superar el problema de usabilidad del software se pensó en una interfaz Gráfica que gestione los mapas almacenados en Grass desde su interfaz y que maneje las principales funciones de visualización del software por medio de menús e iconos característicos de los entornos de ventanas manejados por los sistemas operativos como Linux.

4.1.1 Diagrama de Clases

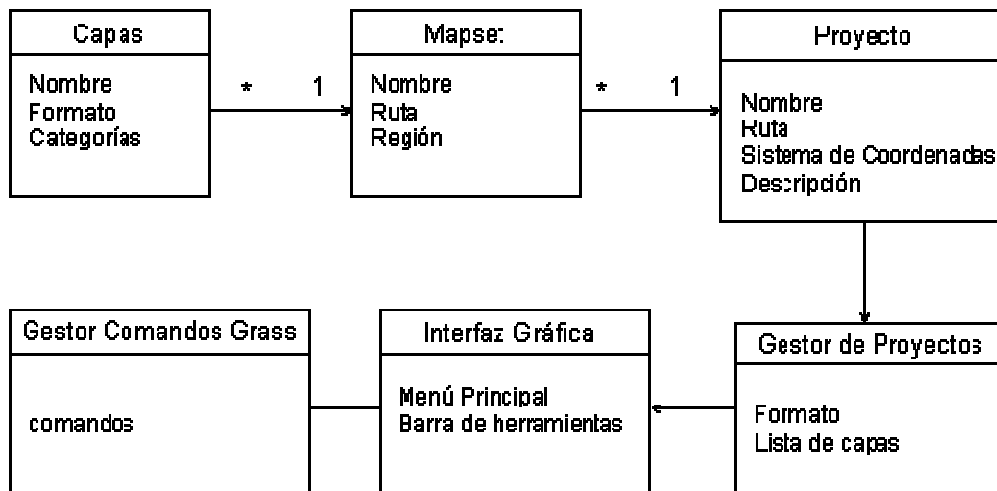


Fig.17 Diagrama de Clases en la etapa de análisis

4.1.2 Diagrama de Secuencias

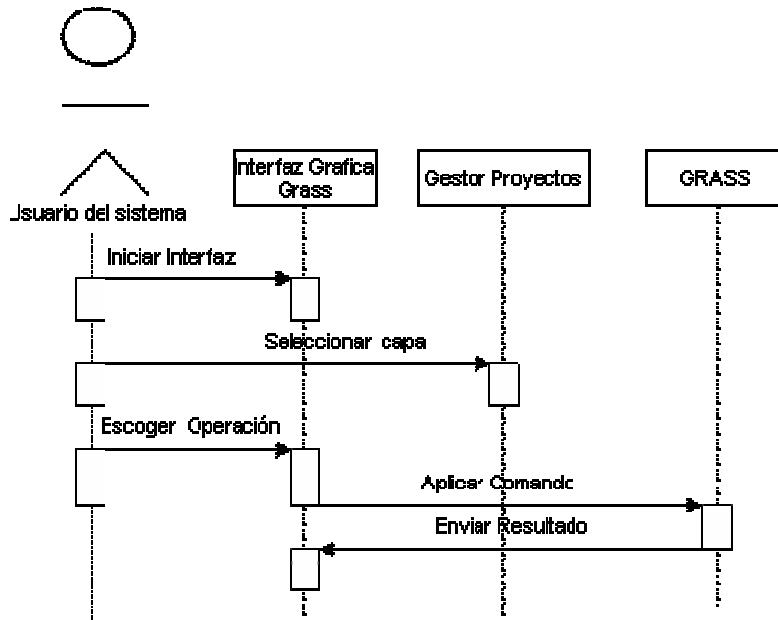


Fig.18 Diagrama de Secuencias en la etapa de análisis

4.2 DISEÑO

4.2.1 Casos de Uso: Abrir y Crear Proyectos

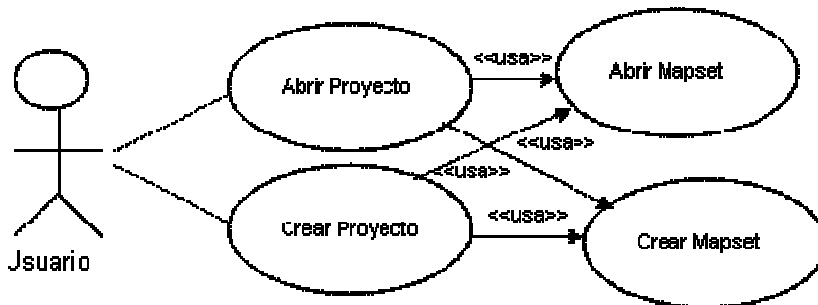


Fig.19 Caso de Uso: Abrir y crear proyecto

El usuario utiliza las funcionalidades de “Abrir Proyecto” o “Crear Proyecto” para trabajar sobre un proyecto Grass, pero a su vez debe

trabajar bajo un mapset, que es el elemento que contiene las capas con las cuales se trabajará en la interfaz; de igual manera cuenta con la posibilidad de crear un mapset ¹³ o abrir uno ya existente. Si el usuario escoge Abrir proyecto cuenta con la posibilidad de abrir un mapset o crear un mapset.

4.2.2 Caso de Uso: Funciones de la Interfaz

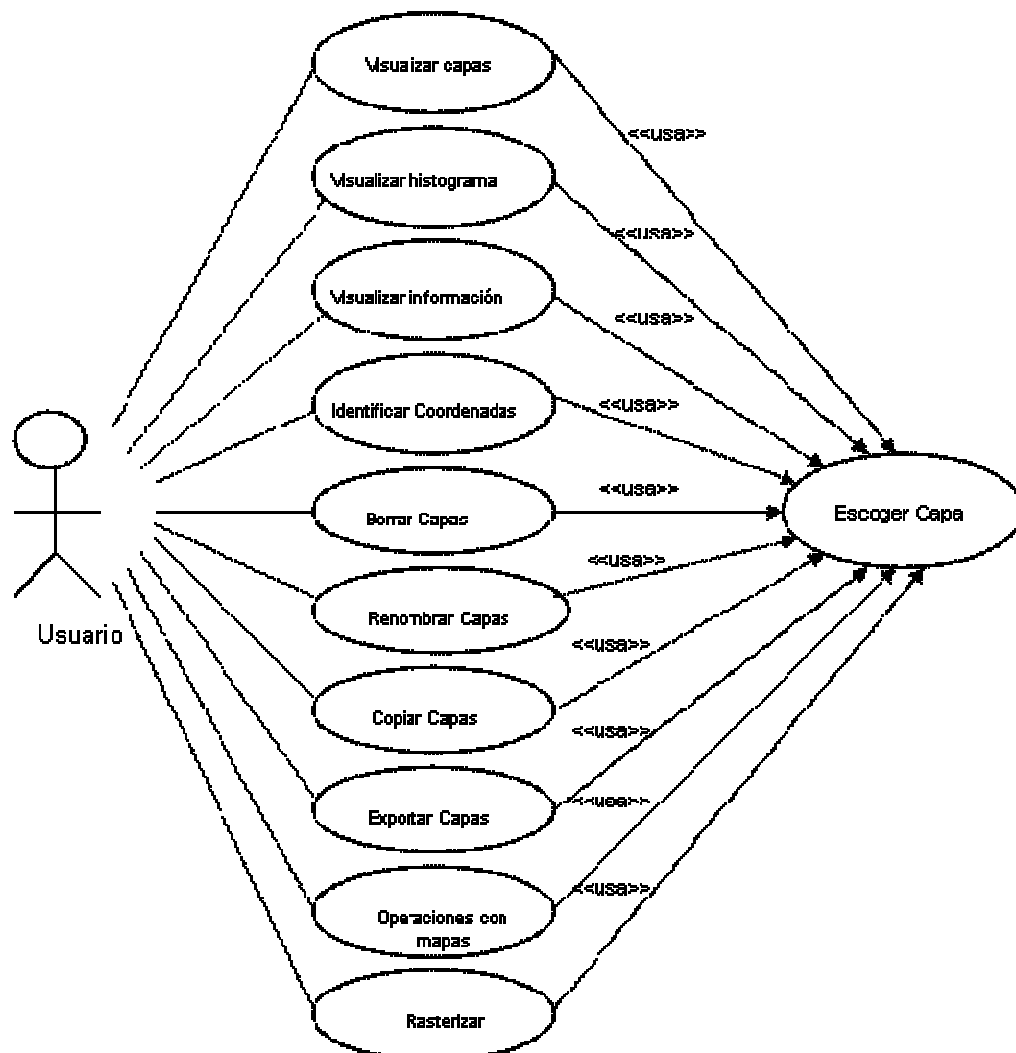


Fig.20 Caso de Uso: Funciones de la interfaz

¹³ Los mapset son subdirectorios de la "location" los cuales almacenan un conjunto de capas que contienen información geográfica de una determinada región.

Las acciones dentro de la herramienta que involucren a una capa requieren que el usuario antes de solicitar la función, escoja dicha capa.

4.2.3 Caso de Uso: Importar Capas

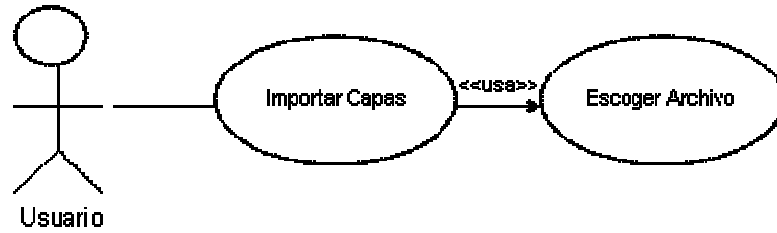


Fig.21 Caso de uso: Importar Capas

En esta función se importa un archivo de cualquier ubicación en home del usuario de Linux y éste quedará almacenado en el actual mapset, de acuerdo al formato seleccionado.

4.2.4 Diagrama de Clases

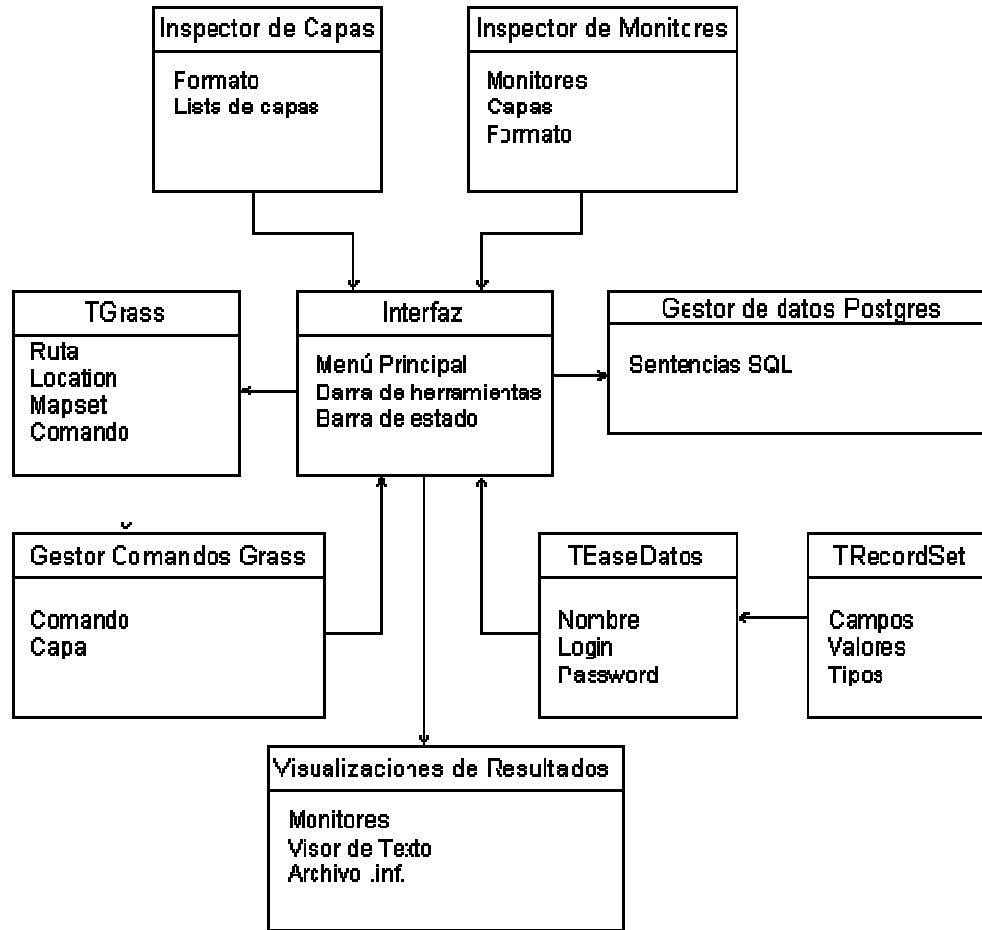


Fig.22 Diagrama de Clases en la etapa de diseño

4.2.5 Diagrama de secuencias: Modelo General de ejecución de Comandos

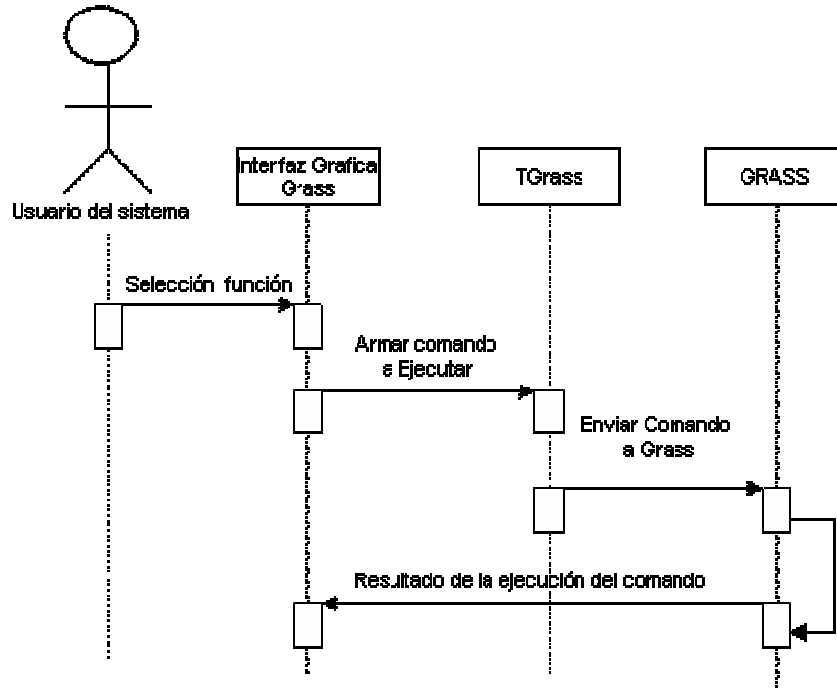


Fig.23 Diagrama de secuencias para el Modelo General de ejecución de comandos

Para ejecutar una función de Grass desde la interfaz Gráfica, el sistema de comunicación es el siguiente: El usuario selecciona una función de la interfaz Gráfica, la interfaz contiene el comando según la función y se lo envía a un objeto de tipo TGrass, el cual es el encargado de la comunicación con Grass, donde Grass se encarga de ejecutar el comando y enviar los resultados a la interfaz Gráfica.

4.2.6 Diagrama de Actividades

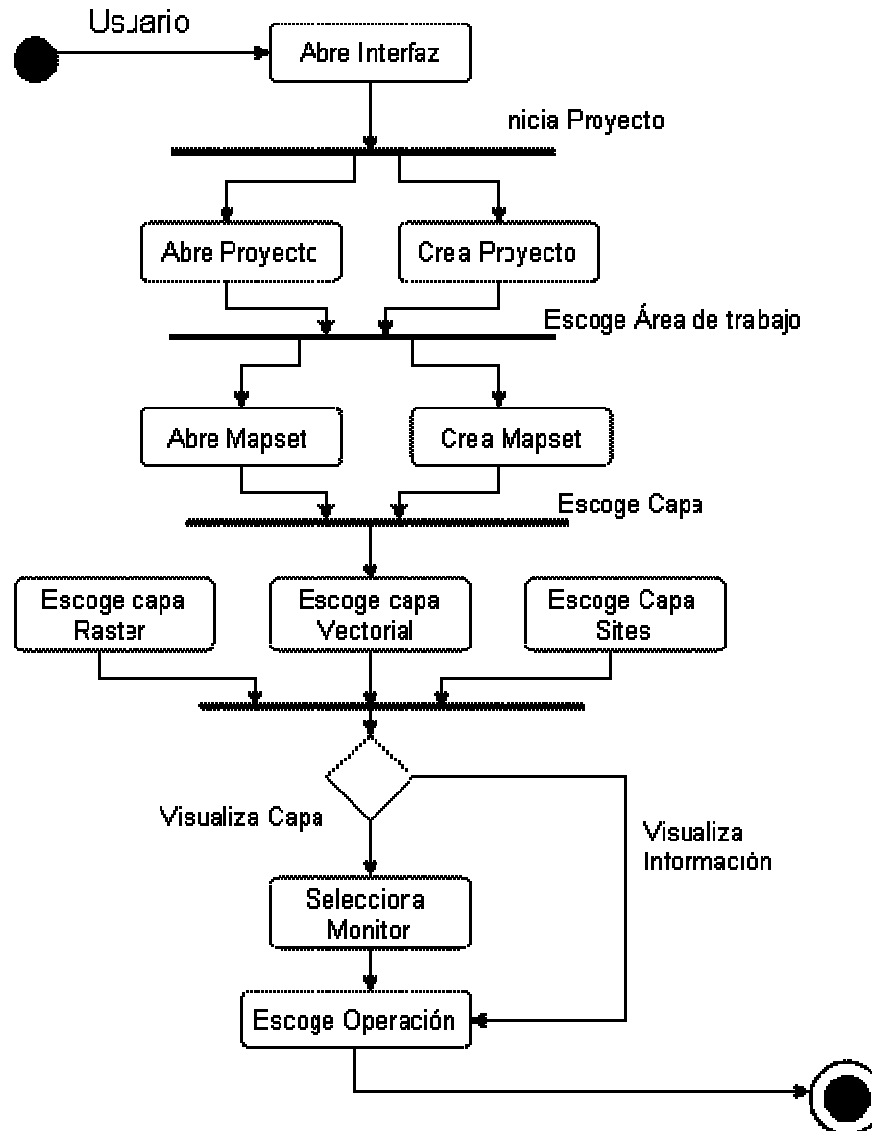


Fig.24 Diagrama de Actividades

4.2.7 Diagrama de Estados

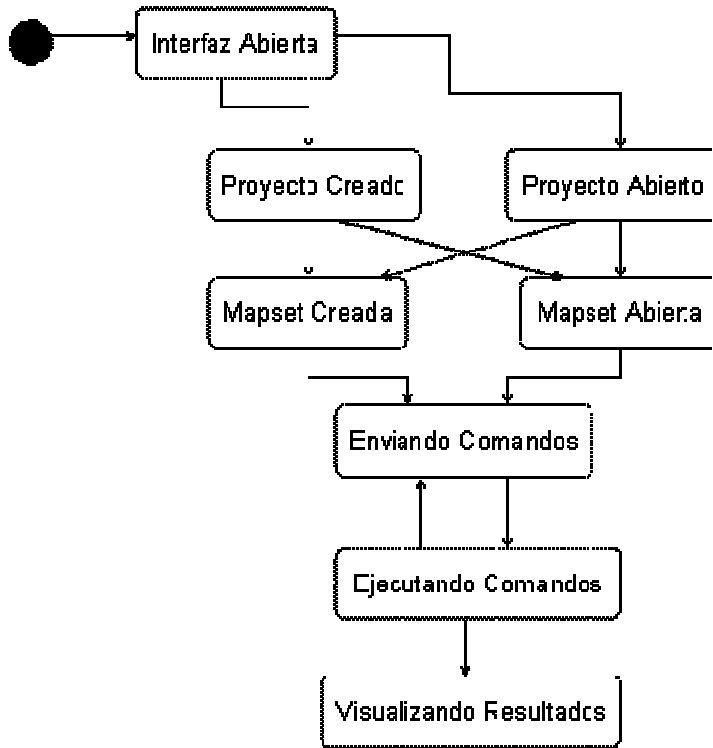


Fig.25 Diagrama de estados

4.2.8 Diagrama de Paquetes

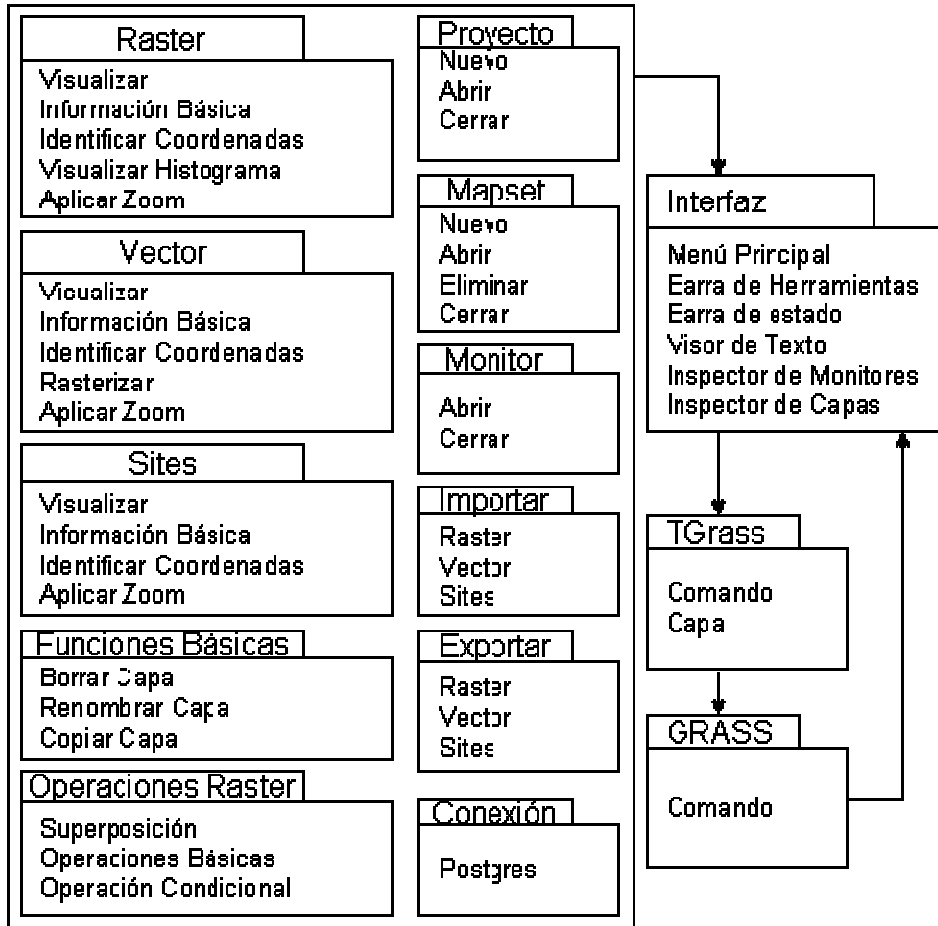


Fig.26 Diagrama de paquetes en la etapa de diseño

Este diagrama de paquetes tiene como fin exponer los módulos con los cuales debe contar la interfaz:

➤ **Módulo Proyecto**

Para la apertura de proyectos la interfaz debe verificar que el proyecto a abrir sea una carpeta que contenga otras subcarpetas y que alguna de estas carpetas contenga un archivo llamado WIND, el cual es el archivo que identifica a un proyecto GRASS.

Para la creación de proyectos se debe permitir al usuario almacenar el proyecto en cualquier carpeta que se encuentre en el home del

usuario dentro de Linux, solicitarle al usuario el nombre del proyecto y una pequeña descripción de éste. Estos datos son enviados a la shell de Linux y el software Grass por medio de las shell, solicitará los datos propios de un proyecto Grass. Además este nuevo proyecto debe contener un archivo propio de la interfaz que contenga los datos más relevantes del proyecto, como serian el nombre, la ruta y la descripción del proyecto. Este mismo archivo seria necesario para abrir cualquier proyecto en la interfaz. Para la implementación de este módulo se deben utilizar comandos propios de Linux.

➤ **Módulo Mapset**

Esta función será la que permitirá trabajar en un proyecto Grass, debido a que es el mapset, la carpeta que contiene las capas del proyecto. Después de abrir un proyecto el software debe permitir abrir o crear un mapset. Para la apertura del mapset, se debe mostrar al usuario la lista de subcarpetas contenidas en el proyecto que contienen el archivo WIND.

Para la creación de un mapset se debe solicitar el nombre del nuevo mapset, crear una carpeta dentro del actual proyecto y luego copiar el archivo WIND del mapset PERMANENT al nuevo mapset. También se debe permitir eliminar un mapset del actual proyecto y cambiar de mapset sin necesidad de salir de proyecto.

➤ **Módulos Raster, Vector y Sites.**

Para realizar la extracción de capas a un componente de la interfaz, se deberá copiar las capas raster de la carpeta /Cell, para las capas vectoriales de la carpeta /dig y para las capas sites de la carpeta /site_lists, localizadas todas en el mapset actual.

Visualización de Monitores

La visualización de capas es desplegada por medio de los monitores x0, x1, x2, x3, x4, x5, x6, propios del software Grass. Para abrir los monitores se envía a Grass, el siguiente comando:

d.mon Start=x0

Visualización de Capas

Una vez abierto el monitor se envía el comando para la visualización de la capa seleccionada:

d.rast map=nombre__capa_raster
d.vect map=nombre_capa_vectorial color=nombre_color
d.sites sitefile=nombre_capa_sites color=nombre_color
Size=tamaño forma=forma

Para la visualización de capas vectoriales se puede enviar un parámetro para que la capa quede visualizada del color que el usuario quiera.

Para la visualización de capas sites se pueden enviar los parámetros de color, forma y tamaño.

Visualización de Información General

Esta función debe facilitar la observación de información general de cualquiera de las capas presentes en el mapset. Esta información será enviada a un archivo oculto llamado .inf ubicado en el home del usuario, el cual será visualizado en un componente de la interfaz. Los comandos utilizados para visualizar información general son:

r.info map=capa_raster
v.info input=capa_vectorial
s.info sites=capa_sites

Identificación de Coordenadas

Esta función actúa de la misma manera que en la visualización de información general, la coordenada será enviada al archivo oculto .inf y luego este será visualizado en el componente de la interfaz. El comando utilizado es:

d.what.rast -1 map=nombre_mapa_raster

d.what.vect -1 map=nombre_mapa_vector

d.what.sites -1 sites=nombre_mapa_sites

Zoom

La interfaz debe permitir hacer zoom in o zoom out a una capa; en Grass luego de realizar un zoom la región queda modificada y todos los mapas posteriormente visualizados se muestran igual con ese zoom; para evitar esto la interfaz aplicará el zoom e inmediatamente aplica el comando para volver a la región inicial. El zoom se logra por medio del comando de Grass:

d.pan rast=capa zoom=valor

d.pan vector=capa zoom=valor

d.pan site=capa zoom=valor

donde el valor esta entre 0.001-1000.

Para realizar zoom in los valores deben ser mayores que uno

Para realizar zoom out los valores deben ser menores que uno

Visualización de histogramas

Esta función será implementada solo para las capas raster debido a que el histograma es un estadístico de las celdas ocupadas en la capa, siendo las capas raster las únicas que contienen celdas. El comando utilizado en Grass es el siguiente:

d.histogram map=capa_raster

➤ **Módulo Importar**

Se requiere de una interfaz que facilite la importación de capas que provengan de otros software SIG; para esto la interfaz debe permitirle al usuario extraer una capa a la interfaz desde cualquier carpeta que se encuentre en el home del usuario de Linux, además solo debe permitir que dicha capa a importar corresponda al formato que el usuario previamente ha seleccionado para la importación y debe quedar inmediatamente en la lista de capas según el formato de capas (Raster, Vectorial y Sites). Ejemplo: Si se indica a la interfaz que va a importar una capa raster en formato PNG, la ventana de dialogo sólo dejará importar un archivo en formato PNG y dicha capa al ser importada debe quedar en la lista de capas raster.

Para la importación de capas Raster se trabajará con los formatos: ASCII, Tiff, Erdas, ArcView, PNG, que corresponde a los siguientes comandos respectivamente:

r.in.ascii input=archivo output=nuevo_nombre

r.in.tiff input=archivo output=Nuevo_nombre

r.in.erdas input=archivo output=nuevo_nombre

r.in.arc input=archivo output=Nuevo_nombre

r.in.png input=archivo output=nuevo_mapa

Para la importación de capas vectoriales se trabajará con los formatos: Autocad, ArcView, Arc/Info, ASCII, que corresponde a los siguientes comandos respectivamente:

v.in.dxf dxf=archivo

v.in.shape input=archivo output=nuevo_mapa

m.in.e00 input=archivo

v.in.ascii input=archivo output=nuevo_nombre

y para la importación de capas sites se trabajará con el formato ASCII, que corresponde al siguiente comando:

s.in.asci sites=nuevo_nombre input=archivo

➤ **Módulo Exportar**

Para la exportación de capas de Grass: el usuario seleccionará la capa que desea exportar, le asignará un nombre y ésta quedará en el home del usuario en el formato que seleccionó para exportar.

Para la exportación de capas Raster se trabajará con los formatos: ASCII, Tiff, Erdas, ArcView, PNG, que corresponde a los siguientes comandos respectivamente:

```
r.out.asci input=capa output=Nuevo_nombre  
r.out.tiff input=capa output=Nuevo_nombre  
r.out.erdas input=capa output=Nuevo_nombre  
r.out.arc input=capa output=Nuevo_nombre  
r.out.png input=capa output=Nuevo_nombre
```

Para la exportación de capas vectoriales se trabajará con los formatos: Autocad, ArcView, Arc/Info, ASCII, que corresponde a los siguientes comandos respectivamente:

```
v.out.dxf map=capa_vectorial  
v.out.shape map=capa_vectorial  
m.out.e00 map=capa_vectorial  
v.out.ascii map=capa_vectorial
```

Para la exportación de capas sites se trabajará con el formato ASCII, que corresponde al siguiente comando:

```
s.out.ascii sites=capa
```

La rasterización de capas se implementará en las capas vectoriales debido a que consiste en convertir una capa vectorial a una capa raster, luego de indicarle a la capa vectorial la operación de rasterizar e introducir un nombre para la nueva capa raster, ésta debe quedar en la lista de capas raster. Comando utilizado:

v.to.rast map=capa_vectorial

➤ **Módulo Operaciones con capas raster**

Dado que el software Grass fue desarrollado especialmente para el trabajo de capas raster, se considera importante implementar diversas operaciones con los mapas raster.

Con un mapa Raster

- Operaciones de suma, resta, multiplicación y división.

El usuario debe seleccionar la capa raster a realizarle una de las cuatro operaciones básicas, indicar la operación a aplicarle, luego introducir un nuevo nombre para la capa resultante e inmediatamente introducir un valor por el cual serán multiplicadas (sumadas, restadas o divididas) cada una de las categorías de la capa seleccionada. Esta nueva capa debe quedar en la lista de capas raster:

*r.mapcalc nuevo_nombre=capa*valor*

- Operación condicional.

Se debe permitir que el usuario escoja la capa a realizarle el condicional, y por medio de una ventana complete los cuadros de texto con valores para el condicional y para las acciones afirmativa o negativas resultado de ese condicional. De igual forma este nuevo mapa debe quedar almacenado en la lista de capas raster:

*r.mapcalc nuevo_nombre=if (capa<valor, valo_afirmativo, valor _
negativo)*

Con varios mapas Raster

- Operaciones de suma, resta, multiplicación y división.

Se debe permitir que por medio de una nueva ventana el usuario introduzca el nombre para el mapa resultante, seleccione las dos

capas raster por medio de dos listas que contendrán todas las capas raster que se encuentran en el mapset actual, y de igual forma por medio de un listado seleccione una de las cuatro operaciones básicas (suma, resta, multiplicación y división) para aplicarla entre las dos capas:

r.mapcalc nuevo_nombre=capa1+capa2

- Operaciones condicionales
Esta función será similar a la implementada para aplicar un condicional a una sola capa raster, pero con la diferencia de que el condicional será doble y se podrán seleccionar diferentes capas raster tanto para los condicionales como para acciones afirmativa y negativa según el condicional.
- Operaciones de superposición
Esta ventana debe indicarle al usuario el mapa de fondo y el superpuesto debido a que el mapa superpuesto debe contener espacios en blanco, para poder observar las dos capas raster:

r.pathc input=capa1, capa2 output=nuevo_nombre

➤ **Módulo Operaciones Comunes entre capas**

Se requiere que cualquier capa en la interfaz pueda ser copiada, renombrada o borrada del actual mapset.

Para copiar una capa el usuario deberá indicar cuál es la capa que desea copiar, la interfaz le solicitará un nuevo nombre y a continuación producirá en el actual mapset una capa con dicho nombre.

g.copy rast=capa, nuevo_nombre

g.copy vect=capa, nuevo_nombre

g.copy sites=capa, nuevo_nombre

Para renombrar una capa el usuario deberá indicar la capa a la cuál desea cambiarle el nombre, asignarle un nuevo nombre y en el actual mapset quedará dicha capa con el nuevo nombre.

g.rename rast=capa, nuevo_nombre

g.rename vect=capa, nuevo_nombre

g.rename sites=capa, nuevo_nombre

Para borra un capa del actual mapset, el usuario debe seleccionar la capa que desea eliminar y dicha capa desaparecerá del mapset.

g.remove rast=capa

g.remove vect=capa

g.remove sites=capa

➤ **Módulo Conexión**

Al realizar el estudio de la conexión de GRASS a la base de datos Postgresql, se concluyó que actualmente esta conexión requiere que el usuario posea buenos conocimientos en bases de datos, limitando su uso, y para quitar esta limitante se realizó el diseño e implementación de una base de datos general para todos los proyectos manejados en la interfaz, en el cual un usuario que no sea experto en bases de datos podrá almacenar información temática de su proyecto de una forma fácil, almacenando atributos y relacionando estos con su respectivo valor a una coordenada particular dentro de un mapa en un proyecto determinado. Además la base de datos cuenta con dos clases de usuarios: el administrador de la base de datos y el usuario normal, para habilitar o deshabilitar determinadas operaciones, que permiten el control de acceso a la información existente en la base de datos.

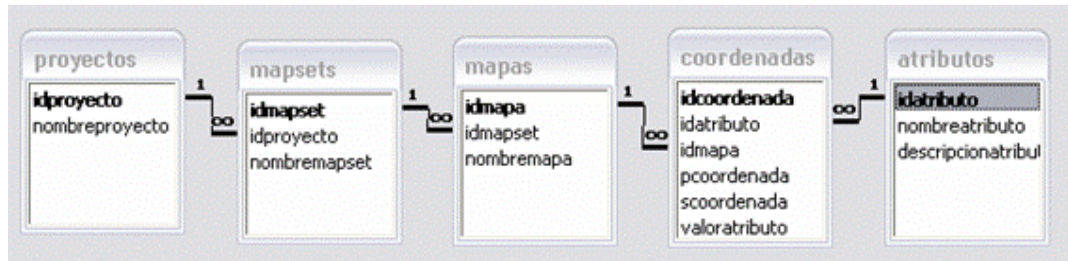


Fig.27 Modelo de Bases de Datos propuesto.

4.2.9 Diseño Gráfico de la Interfaz

La interfaz esta conformada por un menú principal, una barra de herramientas, un inspector de capas, un selector de monitores, un visor de texto para desplegar información de los respectivos mapas y una barra de estado.

➤ Menú Principal

El menú principal está compuesto por los módulos: Proyecto, Mapset, Monitor, Raster, Vector, Sites, Importar, Exportar, Operaciones, Conexión y Ayuda.

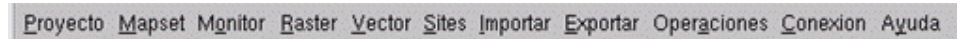


Fig.28 Menú Principal

- **Módulo Proyecto:** Este módulo fue diseñado para manejar los proyectos Grass. Es el único módulo habilitado cuando se abre la interfaz.
- **Módulo Mapset:** Este módulo es utilizado para manejar los diferentes mapset con los cuales cuenta un proyecto; una vez abierto o creado un proyecto queda habilitado el módulo mapset, que es el elemento que contiene los mapas con los que se trabajará en la interfaz.

- **Módulo Monitor:** Este módulo fue diseñado para que el usuario cierre los monitores con los que trabajó en la interfaz.
- **Módulo Raster:** Este módulo es el utilizado para realizar operaciones comunes de capas y operaciones permitidas solo para capas Raster.
- **Módulo Vector:** Módulo utilizado para realizar operaciones comunes de capas y operaciones permitidas sólo para capas vectoriales.
- **Módulo Sites:** Módulo utilizado para realizar operaciones comunes de capas.
- **Módulo Importar:** Módulo utilizado para poder trabajar con mapas elaborados en otro software SIG.
- **Módulo Exportar:** Módulo realizado para permitir la visualización de archivos de Grass en otro software SIG.
- **Módulo Operaciones:** Este módulo es el encargado de realizar operaciones con mapas raster.
- **Módulo Conexión:** Por medio de este módulo el usuario puede establecer una conexión con Postgresql.
- **Módulo Ayuda:** Módulo diseñado para proporcionarle una amplia ayuda al usuario sobre el manejo del software.

➤ **Barra De Herramientas**

Esta barra de herramientas contiene las principales funciones del menú tales como: abrir proyecto, nuevo proyecto, abrir mapset, nuevo mapset, Visualización de mapas, histograma, identificación de coordenadas, Información general de capas, zoom out, zoom in, eliminar capas, copiar capas, Cerrar monitor activo y Ayuda. Por medio de esta barra, el usuario puede acceder rápidamente a las principales funciones de la interfaz.



Fig.29 Barra de herramientas



Fig.30 Barra de herramientas

➤ **Inspector de Capas**

El inspector de capas es el nombre del componente PageControl que contiene tres pestañas llamados Raster, Vector y sites, creado para mostrar la lista de capas de los tres formatos de una manera organizada y así el usuario pueda ubicar de una forma rápida las capas con las cuales desea trabajar.

- **Formato Raster:** al escoger el formato Raster en el inspector de capas se observa la lista de capas raster con las cuales cuenta el mapset seleccionado por el usuario.

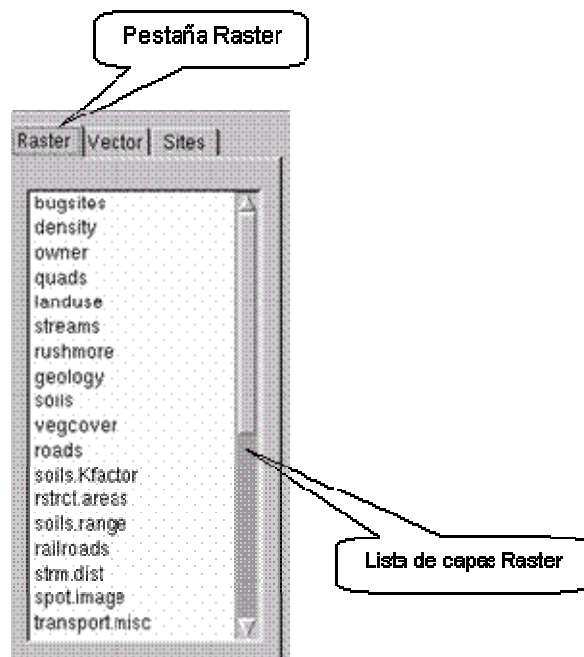


Fig.31 Inspector de Capas. Formato Raster

- **Formato Vectorial:** la visualización de mapas vectoriales requiere de la especificación del color para las líneas del mapa, por lo que esta pestaña contiene la lista de colores de las cuales se puede seleccionar uno de los siguientes colores: Rojo, Amarillo, naranja, verde, azul, violeta, magenta, negro, gris, marrón, agua marina. Si el usuario no selecciona un color, esta capa será visualizada en color blanco.

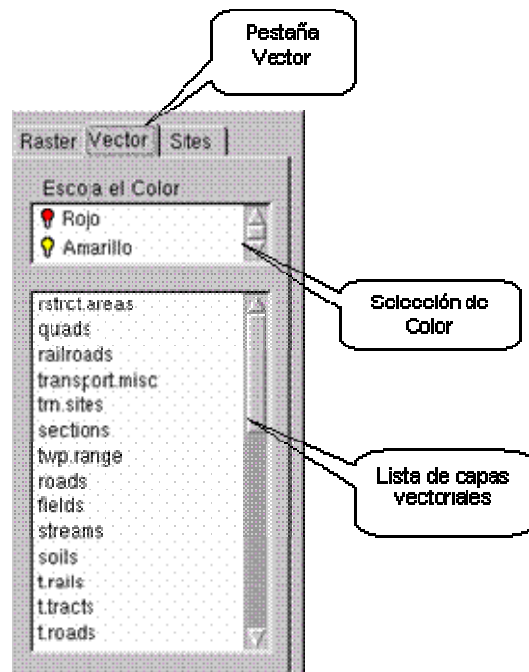


Fig.32 Inspector de Capas. Formato Vector

- **Formato Sites:** La visualización de mapas Sites requiere de la especificación del color, la forma y el tamaño en el que se desea visualizar la capa.

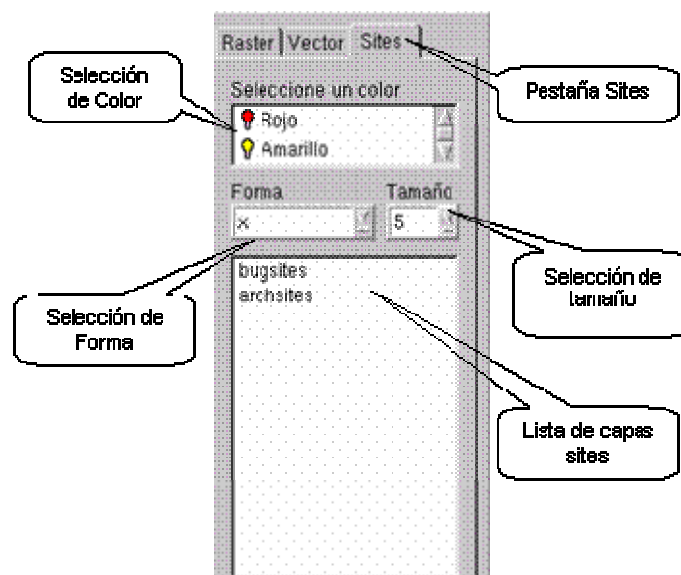


Fig.33 Inspector de Capas. Formato Sites

Opciones de Color: rojo, verde, amarillo, azul, magenta, violeta, gris, marrón, naranja y verde agua.

Opciones de tamaño: puede ser un número de 5 al 20.

Opciones de forma: cuadrado, rombo, equis y cruz.

Si no se selecciona las opciones que el inspector proporciona, la capa se visualizara por defecto de la siguiente manera: de color blanco, forma en equis y de un tamaño de 5.

➤ Visor De Texto

El visor de Texto es el nombre utilizado para el componente TextViewer, el cual es empleado para observar las coordenadas de un punto señalado en una capa previamente visualizada, ver el rango de categorías de una capa raster y observar información general de las capas contenidas en los diferentes formatos. El visor de texto muestra en cada una de las funciones nombradas anteriormente el archivo oculto .inf, al cual se le envía los datos y luego es visualizado en este componente.

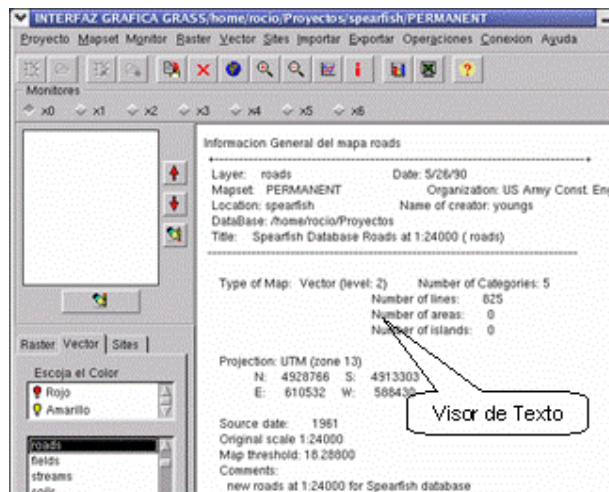


Fig.34 Visor de Texto.

➤ Panel de Monitores

Por medio de un agrupador de opciones llamado en la interfaz panel de monitores se cuenta con siete monitores disponibles para el despliegue de capas, de los cuales sólo permite elegir una opción. Para saber cuál es el monitor activo basta con observar en el panel de control, cuál se encuentra actualmente seleccionado. El monitor en el que se desea ejecutar una acción debe ser seleccionado del panel de monitores antes de elegir la opción de visualizar en cualquiera de los tres formatos de capas, de lo contrario las capas serán visualizadas por defecto en el monitor X0.



Fig.35 Panel de monitores.

➤ Inspector de Monitores

El inspector de monitores es un elemento diseñado para almacenar las capas que son visualizadas en los diferentes monitores, en este componente se puede observar el orden en el que fueron visualizadas las capas.

El inspector de monitores es un elemento integrado por varios componentes entre los que se encuentran: un marco, un agrupador de opciones, etiquetas, imágenes, y cajas de selección.

El marco es el componente que se observa en color blanco, el cual permite almacenar las diferentes capas que se muestran en el monitor.

Los agrupadores de opciones son los componentes que contienen los siguientes objetos: una caja de selección, una imagen y una etiqueta; la caja de selección que se encuentra en cada agrupador es utilizada para elegir una capa, la imagen es el componente que muestra el color en el cual está siendo visualizada la capa, y la etiqueta permite identificar el tipo de formato de capa. El nombre de la capa corresponde al título del agrupador.

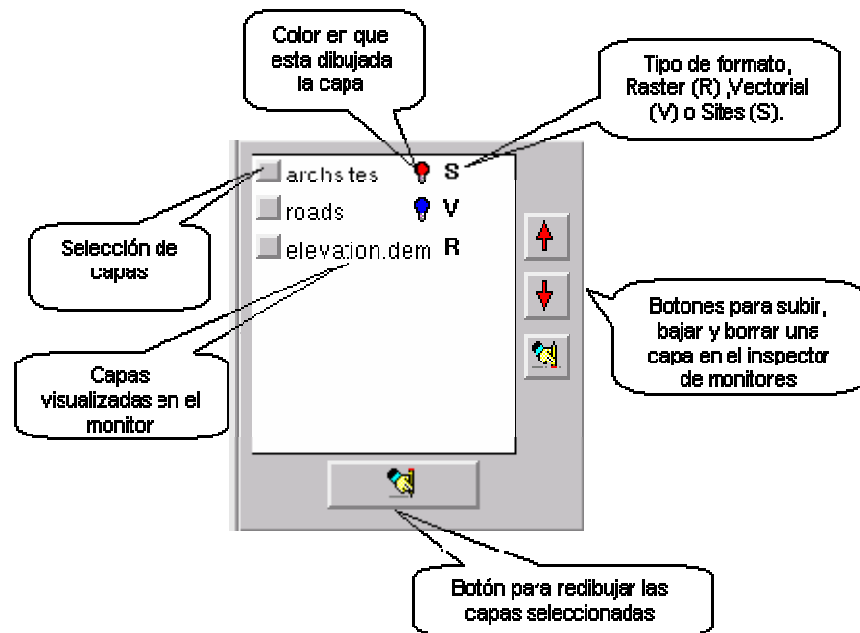


Fig.36 Inspector de Monitores.

Fuera del marco, es decir lo que se visualiza en color gris es un agrupador que contiene a éste y a cuatro botones, utilizados para subir, bajar, borrar y redibujar una capa en el inspector de monitores. Para volver a ver en el monitor los cambios realizados en el inspector de capas, el usuario debe por medio de las cajas de selección marcar las capas que desea visualizar en el monitor y con presionar en el botón redibujar se visualizaran las capas en el orden indicado en el inspector de arriba hacia abajo.

➤ Barra de Estado

La Barra de estado es el componente utilizado para indicarle al usuario las acciones que se están realizando en la interfaz. Fue diseñado con tres paneles, los cuales representan la acción ejecutada por el usuario, el proyecto y el mapset con el que se está trabajando respectivamente.

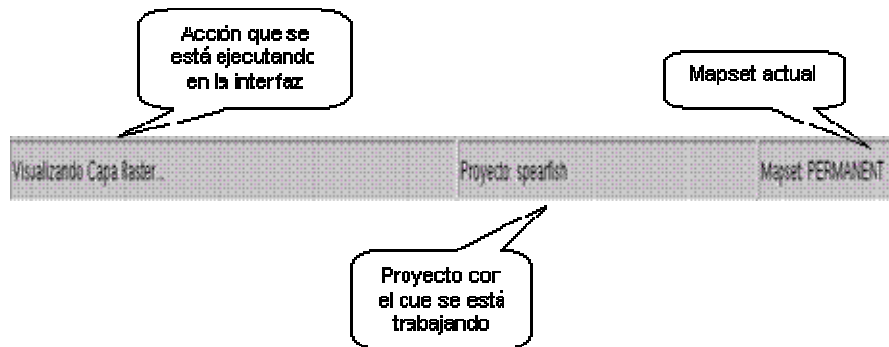


Fig.37 Inspector de Monitores.

4.3 CODIFICACION

4.3.1 Diagrama de Paquetes

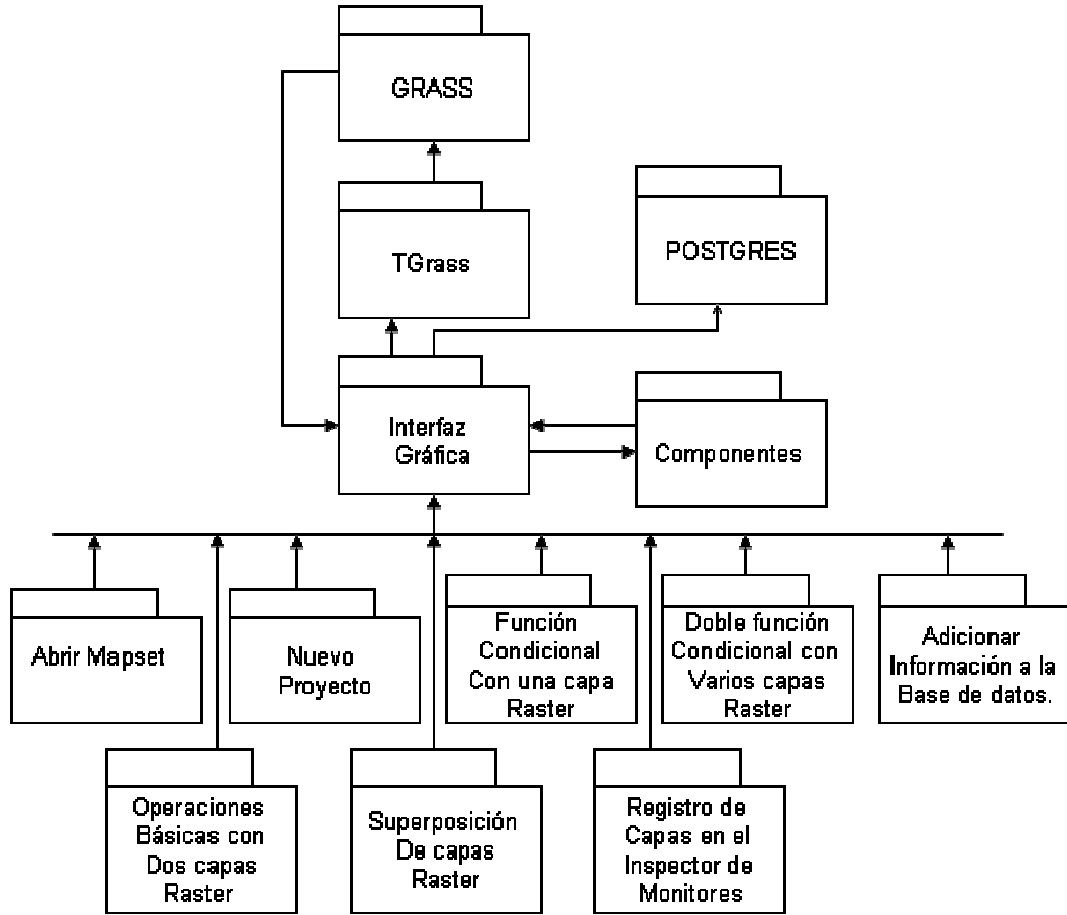


Fig.38 Diagrama de Paquetes en la etapa de codificación

4.3.2 Diagrama de Clases

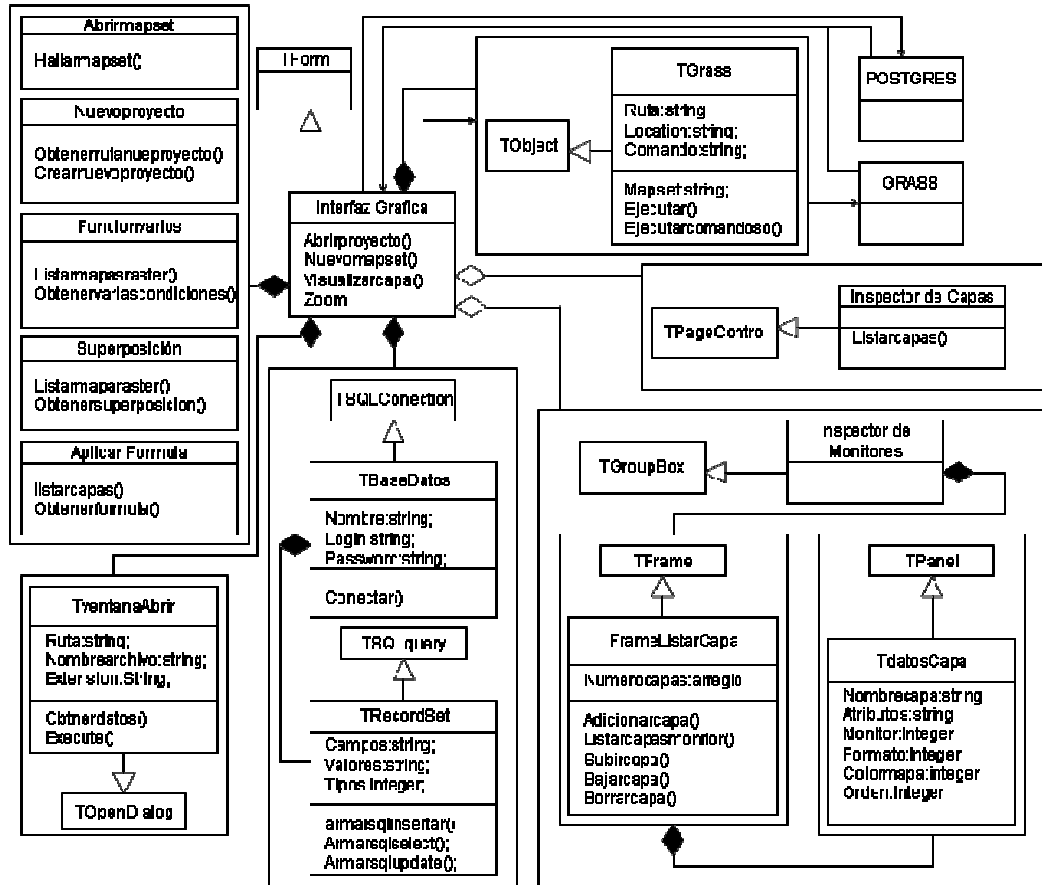


Fig.39 Diagrama de Clases en la etapa de codificación

5. PRUEBAS

Tomando el producto software casi terminado, se procedió a realizar las pruebas correspondientes con el proyecto Spearfish desarrollado en el software GRASS, descargado de la Página principal de GRASS y que corresponde a una región de Dakota del Sur de Estados Unidos, y se tomó por ser un proyecto ampliamente conocido por quienes manejan Grass.

Dicho proyecto contiene una variedad de capas en los diferentes formatos raster, vectorial y sites facilitando la realización de las pruebas a las diferentes funcionalidades implementadas. El resultado obtenido en ésta etapa de detección y corrección de errores se documentó en el presente capítulo.

5.1 MÓDULO PROYECTO

Abrir Proyecto: en ésta función de la interfaz se encontró que era importante proporcionarle al usuario una descripción del proyecto que acaba de abrir, por ésta razón se decidió desplegar el archivo .gr, el cual contiene la descripción del proyecto introducida cuando el usuario ha creado un proyecto en la LA INTERFAZ GRÁFICA GRASS.(nombre asignado a la Interfaz desarrollada en éste proyecto) Se presentaba un inconveniente al abrir un proyecto que ha sido creado con el software GRASS y no con LA INTERFAZ GRÁFICA GRASS, debido a que éste no contiene el archivo .gr, el cual es necesario para abrir un proyecto en ésta. Para solucionar éste problema el usuario debía crear el archivo en un editor de texto y ubicarlo dentro de la carpeta del proyecto; para evitarle esto al

usuario se creó un ítem en el módulo proyecto llamado "Crear Archivo" que despliega una ventana donde solicita la ruta en la que se encuentra el proyecto y el nombre del proyecto, y el archivo será creado; luego de esto el usuario podrá abrir el proyecto.

5.2 MÓDULO MAPSET

Nuevo mapset: en la ventana que se despliega al crear un mapset se ejecutaba con éxito cuando se presionaba el botón aceptar, pero al presionar el botón cancelar de todas formas se creaba el nuevo mapset, es decir que no aceptaba el botón cancelar. La solución que se consideró fue cambiar el componente `InputBox` (la ventana desplegada) por el componente `InputQuery`, debido a que ésta proporciona una forma fácil de implementar la opción de cancelar.

Cerrar y Eliminar Mapset: se detectó que al cerrar o eliminar un mapset los monitores permanecían abiertos y en el inspector de monitores quedaba el registro de las capas visualizadas en los diferentes monitores, presentándose inconvenientes al querer visualizar un mapa de un mapset ya eliminado o cerrado, e incomodidades para el usuario al tener él mismo que cerrar los monitores y borrar las capas en el inspector de capas para seguir trabajando con otro mapset. Como solución a éste inconveniente se decidió que en ésta función se cerraran los siete monitores y se limpiara el inspector de monitores, para ello se creó el procedimiento *destruirlistamonitores*.

5.3 SERVICIO DE EXPORTACIÓN

Estas pruebas se realizaron exportando capas desde la interfaz gráfica GRASS a los diferentes formatos y comprobando los resultados con los obtenidos utilizando el software GRASS. Uno de los objetivos planteados en ésta funcionalidad era que todas las capas exportadas quedaran en el home de usuario que está actualmente trabajando en Linux.

A continuación se presenta el informe de las pruebas por tipo de formato de capas: Raster, vectorial y sites.

5.3.1 Raster

Se expondrán características especiales de cada uno de los formatos al ser exportados.

Formato ASCII: este formato queda como un documento de texto plano.

Formato Tiff: al ser exportada la capa a éste formato el archivo exportado queda con la extensión .Tif, al ser abierto almacena la imagen de la capa ráster.

Formato Erdas: el archivo se genera sin extensión.

Formato ArcView: este es un documento de texto plano.

Formato Png: este archivo contiene la imagen de la capa ráster y es generado sin extensión.

5.3.2 Vector

Formato Autocad: es un archivo de texto plano.

Formato ArcView: este formato produce tres archivos con las siguientes extensiones: .dbx, .shp, shx. Al hacer la exportación de una capa vectorial al formato ArcView los archivos quedaban almacenados dentro de la carpeta del proyecto y no en el home del usuario como era el objetivo de exportación, esto se presentaba debido a que el comando de Grass no permite direccionar la exportación. Como solución se decidió utilizar los comandos de Linux para copiar los tres archivos de la carpeta donde se encuentra el proyecto al home del usuario.

Formato Arc/Info: es un archivo de texto plano.

Formato ASCII: este es un archivo de texto plano. Al realizar la exportación de la capa a éste formato quedaba el archivo almacenado en la carpeta *dig_ascii* que se encuentra en el mapset con el que se está trabajando. Para solucionar dicho inconveniente se utilizaron comandos del sistema operativo Linux para copiar el archivo al home del usuario.

5.3.3 Sites

Formato ASCII: documento de texto plano. Cuando se realizaban exportaciones de capas sites al formato ASCII, el archivo no era un archivo como en los demás formatos, sino que era visualizado en la shell de Linux; por dicha razón en la interfaz se decidió realizarlo de la misma forma, entonces el resultado de la exportación se enviaba al archivo oculto .inf y luego éste era visualizado en el visor de texto, pero al querer importar un archivo de una capa sites en formato Sites

era imposible y además se deseaba que quedara en el home del usuario como todos los demás formatos; para solucionar esto se decidió mostrar el archivo en el visor de texto como venía ocurriendo, y adicional a esto dicha información se enviara a un archivo al home del usuario con el nombre que él le asigne por medio de una ventana que se desplegará en la exportación, para lograrlo fue necesario utilizar comandos de Linux.

5.4 SERVICIO DE IMPORTACIÓN

Estas pruebas se realizaron importando los mapas previamente exportados con LA INTERFAZ GRAFICA GRASS. El archivo importado debe quedar almacenado en el inspector de capas en su respectiva lista de capas (Raster, vectorial o sites) y permanecer a partir de dicho momento en el mapset al que fue importado.

5.4.1 Raster

Formato ASCII: la ventana de diálogo permite importar capas que no tenga extensión.

Formato Tiff: la ventana de diálogo permite importar mapas con las extensiones tif o tiff. Al importar un archivo en formato tiff se generan tres archivos dentro del inspector de capas con las extensiones .r, .g, .b.

Formato Erdas: al importar un archivo en dicho formato se crea un archivo con la extensión .1 (uno).

Formato ArcView: la ventana de diálogo permite importar este formato sin ninguna restricción en cuanto a la extensión.

Formato Png: la ventana de diálogo permite importar los mapas con extensión .png o sin extensión. Al importar el archivo éste genera tres archivos con las extensiones .r, .g, .b.

5.4.2 Vector

Formato Autocad: la ventana de importación no tiene restricciones para la extensión. Al importarse un archivo en éste formato se generan dos archivos con las siguientes extensiones .LV_ROADS Y .LC_ROADS.

Formato ArcView: la ventana de importación permite importar los archivos con las extensiones .shp, .shx, .dbx.

Formato Arc/info: la ventana de importación no tiene ninguna restricción en cuanto a la extensión.

Formato ASCII: la ventana de importación no tiene ninguna restricción en cuanto a la extensión.

5.4.3 Sites

Formato ASCII: la ventana de importación no tiene ninguna restricción en cuanto a la extensión.

5.5 MÓDULOS RASTER, VECTORIAL Y SITES

Información General: al visualizar información general de las capas ráster y vectorial se observaba que en el visor de texto la línea de margen derecho que viene incorporada con el archivo quedaba en desorden debido a que ésta era realizada por la unión del carácter (|). Para solucionar la presentación de dicha información se decidió

implementar el procedimiento *visualizarinformación*, el cual recorre todo el archivo y lo elimina.

Cambiar Nombre: al escoger la opción de cambiar el nombre a una capa, ésta funcionaba correctamente cuando se presionaba el botón aceptar de la ventana que solicita el nuevo nombre, pero presentaba problemas al presionar el botón cancelar debido a que el software también realizaba el cambio de nombre a la capa. Para solución de este inconveniente se hizo el cambio del componente InputBox por el componente InputQuery el cual facilita la implementación del botón cancelar de la ventana. Este cambio fue realizado a las funciones de importar y exportar capas, al ítem rasterizar del módulo vectorial, al ítem aplicar función del módulo raster y a las opciones de copiar capas y cambiar nombre implementadas en los tres módulos: raster, vectorial y sites.

Eliminar Capa: Esta opción era aplicada sin la previa confirmación por parte del usuario, fue por dicha razón que se adicionó un mensaje que alerta al usuario si realmente desea eliminar la capa del mapset actual.

5.6 AYUDA

Al desplegar las ventanas de ayuda la interfaz no permitía realizar ninguna otra operación hasta no cerrar la página; para evitar esto se agregó el ampersogn (&) al final del comando.

6. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

6.1 CONCLUSIONES GENERALES

La incorporación de la característica de usabilidad a la interfaz de comandos de GRASS fue uno de los factores más importantes a tener en cuenta durante todas las etapas del desarrollo de la nueva interfaz gráfica, ofreciéndoles a los usuarios una herramienta con las funcionalidades básicas del software GRASS, pero con un entorno completamente diferente.

Se logró la implementación de una interfaz gráfica para el software GRASS que permite la gestión de proyectos GRASS.

La nueva interfaz gráfica evita que el usuario deba aprenderse una gran cantidad de comandos para ejecutar algunas de las principales funciones en GRASS.

La incorporación de un modelo de bases de datos a la interfaz brinda al usuario la posibilidad de insertar y consultar atributos asociados a una coordenada dentro de un mapa, sin la necesidad de tener conocimientos en el uso de bases de datos Postgresql

El diseño de la nueva interfaz ofrece un entorno de ventanas, menús, iconos y botones que hacen a la herramienta más atractiva y amigable que la actual interfaz de GRASS, brindando al usuario seguridad, rapidez y comodidad para realizar los respectivos análisis sobre la información espacial almacenada en proyectos GRASS.

La herramienta de programación utilizada (kylux) facilitó la definición de clases y la manipulación de objetos útiles para la comunicación con el software GRASS y para la conexión con la base de datos postgresql.

El uso de herramientas libres para la realización de la interfaz, ofrece una herramienta a bajo costo y con excelente calidad en cuanto a sus funciones.

El uso de los conceptos y herramientas orientadas a objetos (El Proceso Unificado de Desarrollo, UML, kylux) facilitan la incorporación de nuevas funcionalidades a la interfaz gráfica desarrollada.

6.2 RECOMENDACIONES

Posteriores trabajos relacionados con la INTERFAZ GRÁFICA GRASS, deben enfocarse en la adición de los módulos de digitalización de mapas, tratamiento de imágenes de satélite y visualización de mapas en tres dimensiones.

Realizar un estudio profundo de la creación de proyectos en GRASS, para eliminar completamente el manejo del "shell" que hace la interfaz en el ítem "Nuevo proyecto" del módulo Proyecto, proporcionando al usuario ventanas que lo asistan por medio de listas desplegables y otros componentes gráficos en la definición de las características del nuevo proyecto GRASS.

BIBLIOGRAFIA

BOOCH, Grady; RUMBAUGH, James; JACOBSON, Ivar. El lenguaje unificado de modelado. Editorial Addison-Wesley Iberoamericana. Madrid, 1999.

BORLAND SOFTWARE CORPORATION. Kylix, Quick Start. USA, 2001.

FOWLER, Martín. UML gota a gota. Editorial Adison Wesley Longman de México, S.A. de C.V. Primera edición. México, 1999

GRUPO DE INVESTIGACIÓN EN GEOMÁTICA. Diplomado en SIG. Escuela de Ingeniería Civil. Universidad Industrial de Santander. Bucaramanga, 2001.

HERNANDEZ HERNANDEZ, Guillermo C.; GONZALEZ VALLEJO, Boris A.; RIPOLL MUÑOZ, Alexander E. Sistemas de Información Geográfica y su aplicación al Análisis y Diseño de la Arquitectura del Sistema Integrado de Información Científica del Centro de Investigaciones Oceanográficas e Hidrográficas (CIOH). Universidad Industrial de Santander. Bucaramanga, 2003.

LARMAN, Craig. UML y patrones. Introducción al análisis y diseño orientado a objetos. Editorial Prentice Hall. Primera edición. México, 1999.

LOPEZ CAMACHO, Vicente. Linux, guía de instalación y administración. McGraw Hill, 2001.

PRESSMAN, Roger S. Ingeniería del software. Un enfoque Práctico. Editorial Mc. Graw Hill. Cuarta edición. España, 1998.

Referencias en la Web

ALVES, Levi Leopoldino. Instalando, configurando e iniciando PostgreSQL, [online], Disponible en Internet: <ftp://ftp.br.postgresql.org/>

CAMPILLO, Carlos. Introducción a Grass v1.1, [online], Disponible en Internet. HYPERLINK "http://ecologia.unex.es/grass/Introduccion_a_Grass_v.1.1.pdf"

GRASS, Home page, [online], Disponible en Internet: <http://grass.itc.it/>

GRIGGS R.H.; JONES C.A.; SRINIVASAN R. Sistemas de información geográfica conexión con los modelos de simulación y aplicación a las materias relacionadas con la erosión. [Online], Documento disponible en Internet: <http://www.fao.org/docrep/t2351s/T2351S04.htm>

MANCHON, Eduardo. Usabilidad, diseño Web fácil de usar. [Online], Documento disponible en Internet: <http://ainda.info/>. Barcelona, 2004.

----- . Usabilidad al milímetro. [online], Documento disponible en Internet: <http://www.alzado.org>. Barcelona, 2005.

KYLIX, Home page. [online], Disponible en Internet: <http://www.borland.com/>

ANEXO A
MANUAL DE USUARIO

CONTENIDO

1. GENERALIDADES DEL SOFTWARE	8
1.1 PRESENTACIÓN	8
1.2 REQUERIMIENTOS DEL EQUIPO	9
2. USO DEL SOFTWARE	10
2.1 INSTALACIÓN	10
2.2 ENTORNO	11
2.2.1 Menú Principal	11
2.2.2 Barra de herramientas	11
2.2.3 Panel de monitores.....	12
2.2.4 Inspector de monitores	12
2.2.5 Inspector de capas	13
2.2.6 Visor de Texto	14
2.2.7 Barra de estado	15
2.3 DESCRIPCION DE LA INTERFAZ	15
2.3.1 Menú Principal	15
2.3.2 Barra de Herramientas.....	24
2.3.3 Panel de Monitores	25
2.3.4 Inspector de Monitores	25
2.3.5 Visor de Texto	26
2.3.6 Inspector de Capas	27
2.3.7 Barra de Estado	29
3. APERTURA Y CREACIÓN DE PROYECTOS	30
3.1 APERTURA DE UN PROYECTO	30
3.2 CREACION DE UN PROYECTO	32
4. APERTURA Y CREACIÓN DE UN MAPSET	37
4.1 APERTURA DE UN MAPSET	37
4.2 CREACION DE UN MAPSET	38
5. VISUALIZACIÓN.....	39
5.1 VISUALIZACIÓN DE CAPAS	39
5.1.1 Capa Raster	39
5.1.2 Capa Vectorial	40
5.1.3 Capa Sites.....	40
5.2 VISUALIZACIÓN DE INFORMACIÓN.....	40
5.2.1 Visualización de Información General de Capas.....	41
5.2.2 Visualización de Rango de Categorías	41
5.2.3 Visualización de Coordenadas	42
5.3 VISUALIZACIÓN DE HISTOGRAMAS	43
5.4 APLICAR ZOOM	44
5.4.1 Zoom in	44

5.4.2 Zoom out	45
6. IMPORTACIÓN Y EXPORTACIÓN DE CAPAS	46
6.1 IMPORTACIÓN DE CAPAS.....	46
6.2 EXPORTACIÓN DE CAPAS	47
6.3 RASTERIZACION	48
7. OPERACIONES CON MAPAS RASTER.....	50
7.1 OPERACIONES CON UN MAPA RASTER	50
7.1.1 Operación de Multiplicación	50
7.1.2 Función Condicional.....	51
7.2 OPERACIONES CON VARIOS MAPAS RASTER.....	53
7.2.1 Superposición.....	53
7.2.2 Operaciones	55
7.2.3 Condicional	57
8. CONEXIÓN A POSTGRES	60
8.1 DATOS DE ACCESO.....	60
8.2 AGREGAR USUARIOS	61
8.3 CAMBIAR CONTRASEÑA.....	61
8.4 ADICIONAR ATRIBUTOS	62
8.5 ASIGNAR ATRIBUTOS A UN PUNTO.....	63
8.6 CONSULTAR A LA BASE DE DATOS	63
9. OPERACIONES BÁSICAS CON CAPAS	65
9.1 RENOMBRAR CAPAS.....	65
9.2 COPIAR CAPAS.....	65
9.3 ELIMINAR CAPAS.....	66
10. MANEJO DE CAPAS EN EL MONITOR	67
11. AYUDA	69

LISTA DE FIGURAS

Fig.1 Descripción del menú principal.....	11
Fig.2 Descripción de la barra de herramientas	11
Fig.3 Descripción de la barra de herramientas	12
Fig.4 Descripción del panel de monitores	12
Fig.5 Descripción del Inspector de monitores.....	12
Fig.6 Descripción de la pestaña Raster en el inspector de capas.....	13
Fig.7 Descripción de la pestaña Vector en el inspector de capas.....	13
Fig.8 Descripción de la pestaña Sites en el inspector de capas.....	14
Fig.9 Descripción del visor de texto.....	14
Fig.10 Descripción de la barra de estado.....	15
Fig.11 Menú principal.....	15
Fig.12 Módulo Proyecto del menú principal.....	15
Fig.13 Módulo Mapset del menú principal	16
Fig.14 Módulo Monitor del menú principal	17
Fig.15 Módulo Raster del menú principal.....	17
Fig.16 Módulo Vector del menú principal.....	19
Fig.17 Módulo Sites del menú principal	20
Fig.18 Módulo Importar del menú principal:	21
Opción Raster.....	21
Fig.19 Módulo Importar del menú principal:	21
Opción Vector.....	21
Fig.20 Módulo Importar del menú principal:	21
Opción Sites.....	21
Fig.21 Módulo Operaciones del menú principal.....	22
Fig.22 Módulo Conexión del menú principal	22
Fig.23 Módulo Ayuda del menú principal	23
Fig.24 Barra de herramientas	24
Fig.25 Panel de monitores.....	25
Fig.26 del Inspector de Monitores	26
Fig.27 Descripción del visor de texto	27
Fig.28 Inspector de capas. Formato Raster.....	27
Fig.29 Inspector de capas. Formato Vectorial	28
Fig.30 Inspector de capas. Formato Sites.....	29
Fig.31 Barra de estado.....	29
Fig.32 Ventana de dialogo para abrir proyecto.....	30
Fig.33 Ventana de dialogo para abrir archivo .gr	31
Fig.34 Ventana para creación del archivo .gr	32
Fig.35 Ventana para crear un proyecto.....	33
Fig.36 Ventana para crear un proyecto	33
Fig.37 Ventana para crear proyecto.....	34

Fig.38 Ventana para crear proyecto	35
Fig.39 Ventana para crear un proyecto	35
Fig.40 Ventana para crear mapset.....	36
Fig.41 Ventana para abrir mapset	37
Fig.42 Ventana para introducir el nombre del nuevo mapset.....	38
Fig.43 Visualización de capas	40
Fig.44 Visualización de información General de capas	41
Fig.45 Visualización de rango de categorías de capas raster.	42
Fig.46 Identificación de coordenadas de una capa.	43
Fig.47 Visualización de un histograma.	44
Fig.48 Aplicando Zoom in.....	45
Fig.49 Aplicando zoom out	45
Fig.50 Importación de una capa Raster en formato Tiff	47
Fig.51 Ventana solicitando nombre para la importación.....	47
de la capa Raster en formato Tiff	47
Fig.52 Ventana solicitando nombre para la	48
exportación de la capa.....	48
Fig.53 Rasterización de la capa vectorial.	49
Fig.54 Operación de Multiplicación en la capa raster.	50
Fig. 55 Operación de Multiplicación en la capa raster.	51
Fig.56 Función condicional en capas raster.	51
Fig.57 Visualización del mapa B.	53
Fig.58 Ventana para la superposición de capas raster	54
Fig.59 Visualización mapa D.	55
Fig.60 Ventana para realizar operaciones con dos mapas raster	55
Fig.61 Visualización del mapa Rushmore.....	56
Fig.62 Visualización del mapa Soils	56
Fig.63 Visualización del mapa C	57
Fig.64 Ventana para realizar una operación con dos	57
condicionales entre mapas raster.	57
Fig.65 Visualización Capa E.	59
Fig.66 Ventana para acceder a la base de datos.....	60
Fig.67 Ventana para agregar usuarios a la base de datos.....	61
Fig.68 Ventana para cambiar el password de los usuarios.	62
Fig.69 Ventana para agregar atributos a la base de datos	62
Fig.70 Ventana para asignarle valores a los atributos.	63
Fig.71 Visor de texto con la información encontrada en la base de datos sobre el punto seleccionado.	64
Fig.76 Renombrando Capas.....	65
Fig.77 Copiando Capas	66
Fig.78 Visualización incorrecta de varias capas en un monitor.....	67
Fig.79 Visualización de varias capas en un monitor	68
Fig.72 Página de ayuda.....	69
Fig.73 Página sobre la descripción del software GRASS.....	70
Fig.74 Página que presenta la Licencia Pública General (GPL)	70

Fig.75 Ventana sobre el acerca de la INTERFAZ GRÁFICA GRASS
Versión 1.0.....71

1. GENERALIDADES DEL SOFTWARE

1.1 PRESENTACIÓN

El presente manual de usuario está diseñado para proporcionarle ayuda al usuario en cada una de las diferentes funciones implementadas en la INTERFAZ GRÁFICA GRASS.

Un proyecto SIG de GRASS, es una colección de mapas en diferentes formatos y organizados en grupos (MapSet), que describen una región particular del globo terráqueo. La INTERFAZ GRÁFICA GRASS, fue diseñada para facilitar la administración de dichos proyectos.

Un proyecto consta de uno o varios "Mapset" (conjuntos de mapas) identificados por un único nombre dentro del proyecto y que contienen mapas en los tres formatos Raster, Vectorial, Sites.

Cada uno de los mapas (o capas) del "Mapset" dentro de un proyecto, contiene la información básica que le permite a GRASS visualizar su contenido gráfico y de datos. La INTERFAZ GRÁFICA GRASS facilita la visualización de las capas y su información, mediante las ventajas que ofrece los ambientes gráficos de ventanas, típicos del sistema operativo Linux.

Los mapas (o capas) pueden ser visualizados en uno de los siete monitores (ventanas) de los que dispone GRASS, y para los cuales se les ha asignado los nombres de X0, X1... hasta X6. En un monitor pueden ser desplegados uno o varios mapas de cualquiera de los tres formatos raster, vectorial o sites.

Los mapas que conforman un "Mapset" dentro de un proyecto, pueden ser importados de diferentes formatos (ascii, PNG, tiff etc.), lo que facilita el enriquecimiento de los proyectos mediante el uso de diferentes fuentes de mapas tanto raster como vectoriales y sites. La INTERFAZ GRÁFICA GRASS contiene los mecanismos necesarios para hacer esta importación y de igual forma la exportación de mapas, facilitando la comunicación con otras aplicaciones SIG existentes en el mercado.

Sobre cada uno de los mapas se pueden aplicar operaciones que van desde factores multiplicativos hasta operaciones condicionales que modifican el aspecto del mapa. La INTERFAZ GRÁFICA GRASS facilita la selección de mapas y la captura de datos para la realización de dichas operaciones.

1.2 REQUERIMIENTOS DEL EQUIPO

El software necesita como mínimo de un equipo que cuente con las siguientes características.

Hardware

- Disco Duro de 20G
- memoria RAM de 128 M
- Procesador de 1.8 GHz.
- Unidad de CD-ROOM

Software

- Sistema Operativo Linux
- Postgresql Versión 7.2.1

2. USO DEL SOFTWARE

2.1 INSTALACIÓN

El software esta diseñado para trabajar en ambiente Linux, la instalación de la interfaz debe realizarse como root.

Por línea de comandos:

En el CD se encuentra una carpeta llamada iggrass, la carpeta se debe copiar al directorio del root.

Ahora hay que ubicarse en la directorio iggrass con el siguiente comando:

```
cd /root/iggras/
```

Luego se teclea

```
./instalar.sh
```

Y la interfaz queda ahora instalada en la siguiente ruta `/usr/local/iggrass`.

Para ser uso de la interfaz por medio de un icono en el escritorio de Linux los usuarios deben escribir en la linea de comandos la siguiente ruta y de inmediato se ubica el icono de GRASS en el escritorio.

```
/usr/local/iggrass/icono/ins
```

Ahora puede hacer uso de la interfaz gráfica con solo dar doble clic sobre el icono.

2.2 ENTORNO

La INTERFAZ GRÁFICA GRASS, cuenta con un menú principal, una barra de herramientas, un visor de texto, un panel de monitores, un inspector de monitores, un inspector de capas y una barra de estado.

2.2.1 Menú Principal

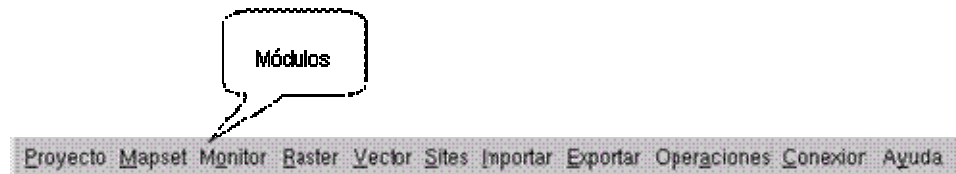


Fig.1 Descripción del menú principal

2.2.2 Barra de herramientas



Fig.2 Descripción de la barra de herramientas



Fig.3 Descripción de la barra de herramientas

2.2.3 Panel de monitores



Fig.4 Descripción del panel de monitores

2.2.4 Inspector de monitores

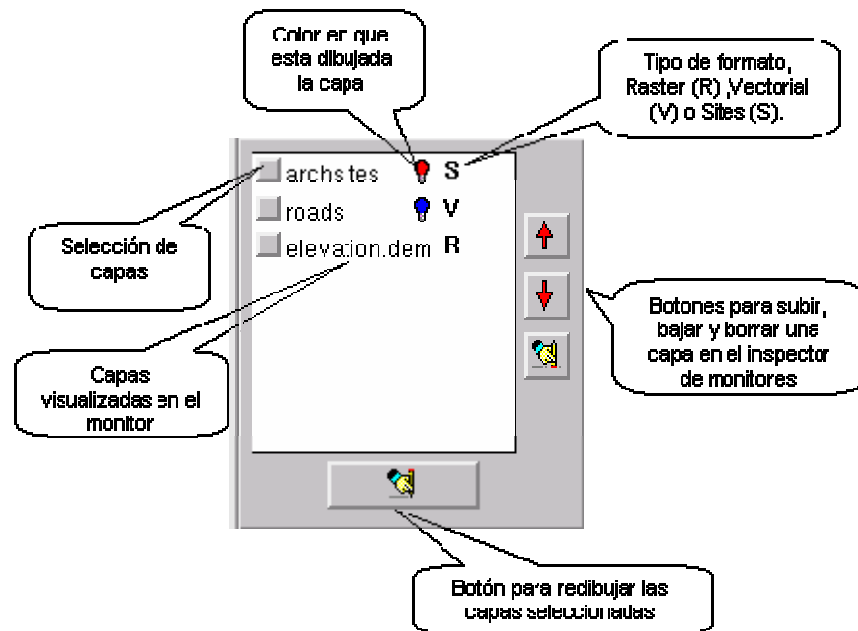


Fig.5 Descripción del Inspector de monitores

2.2.5 Inspector de capas

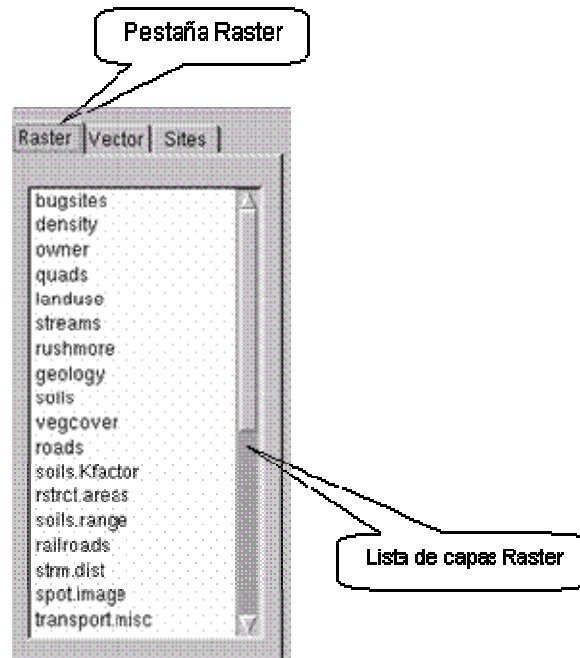


Fig.6 Descripción de la pestaña Raster en el inspector de capas

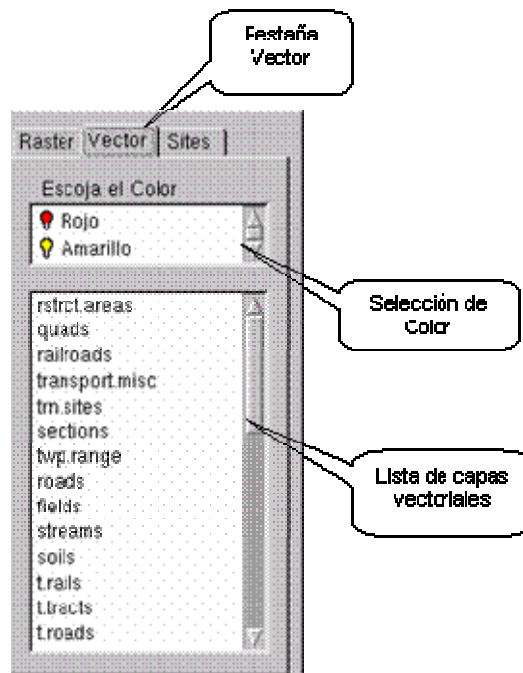


Fig.7 Descripción de la pestaña Vector en el inspector de capas.

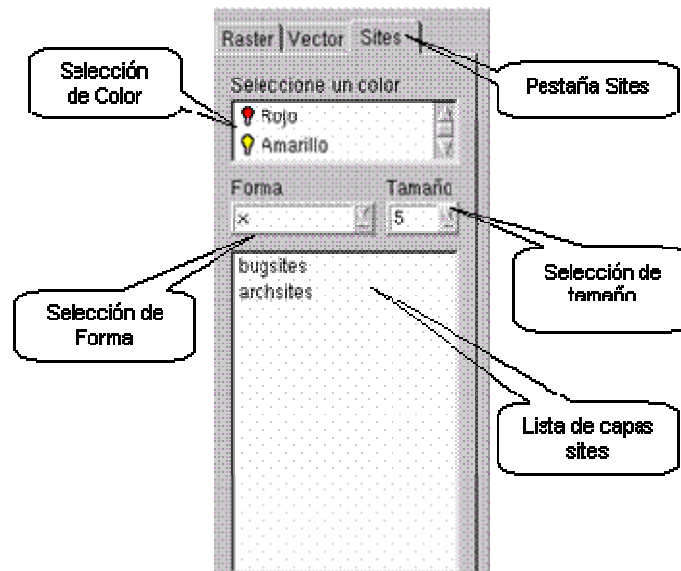


Fig.8 Descripción de la pestaña Sites en el inspector de capas.

2.2.6 Visor de Texto

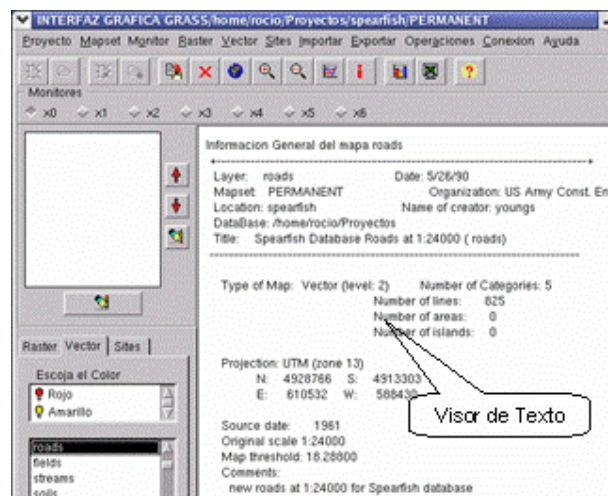


Fig.9 Descripción del visor de texto.

2.2.7 Barra de estado

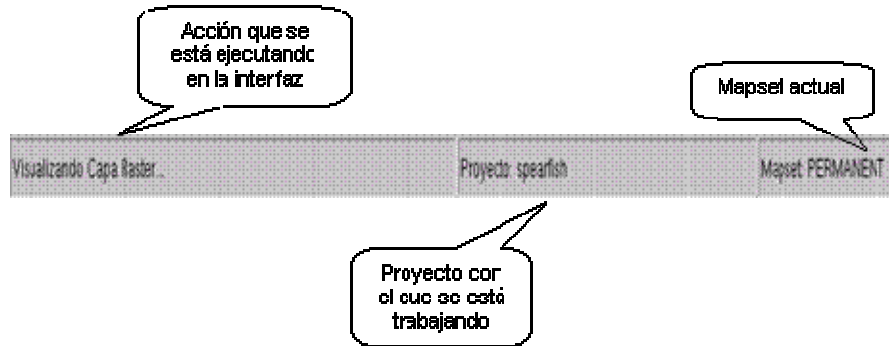


Fig.10 Descripción de la barra de estado

2.3 DESCRIPCION DE LA INTERFAZ

2.3.1 Menú Principal

La interfaz contiene un menú principal para acceder a todas las funcionalidades de la herramienta. Esta compuesto por once módulos.



Fig.11 Menú principal.

Módulo Proyecto

Este Módulo contiene cuatro ítems para el manejo de los proyectos grass.



Fig.12 Módulo Proyecto del menú principal

- **Nuevo:** utilizado para la creación de nuevos proyectos, para esto el usuario debe conocer el tipo de proyección, la región entre otras cosas propias del nuevo proyecto.
- **Abrir:** Utilizado para abrir un proyecto ya existente en la interfaz.
- **Crear Archivo:** Cuando un proyecto es realizado en GRASS pero no en la interfaz, éste carece del archivo .gr propio de los proyectos creados en la interfaz, por lo tanto éste ítem genera el archivo para lograr ser abierto el proyecto en la interfaz.
- **Cerrar:** Es usado para cerrar un proyecto y poder cambiar a otro proyecto sin salir de la interfaz.
- **Salir:** Es el ítem que cierra la interfaz.

Módulo Mapset

El Módulo mapset contiene cuatro subítems.

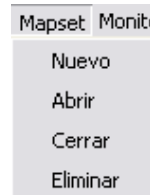


Fig.13 Módulo Mapset del menú principal

- **Nuevo:** Con este ítem se puede crear un mapset, después de abrir un proyecto en la interfaz.
- **Abrir:** Utilizado para abrir un mapset del proyecto previamente abierto.
- **Cerrar:** Con esta opción el usuario puede cerrar el mapset actual y escoger otro mapset del mismo proyecto en el que se encuentra.

- **Eliminar:** La función eliminar sirve para borrar un mapset del proyecto donde se encuentra actualmente trabajando el usuario.

Módulo Monitor

El Módulo solo contiene un ítem llamado Cerrar con siete subitem que representan a cada uno de los monitores con los cuales cuenta la interfaz.

Esta acción cierra el monitor que el usuario seleccione en el menú.

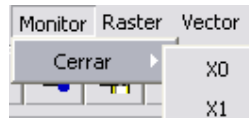


Fig. 14 Módulo Monitor del menú principal

Módulo Raster

Este Módulo es utilizado para trabajar algunas funciones que se pueden realizar con las capas raster.

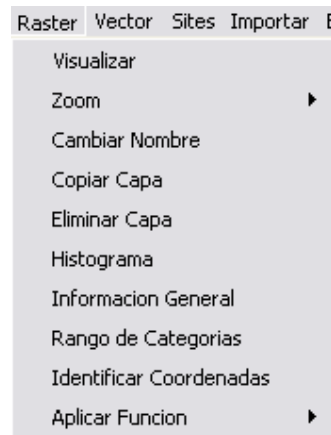


Fig. 15 Módulo Raster del menú principal

- **Visualizar:** Dando clic sobre el ítem se visualiza la capa raster previamente seleccionada, en el monitor que se ha indicado.
- **Zoom:** Tiene como submenú el zoom in y el zoom out, utilizados para ampliar y disminuir una capa respectivamente.
- **Cambiar Nombre:** Utilizado para renombrar una capa raster.
- **Copiar Capa:** Su función es producir otra capa con las mismas características de la capa copiada.
- **Eliminar Capa:** Esta función elimina la capa seleccionada en el inspector de capas del actual mapset
- **Histograma:** Con esta función el usuario puede observar en un monitor el histograma de la capa previamente seleccionada en el inspector de capas.
- **Información General:** Ítem que le proporciona al usuario en el visor de texto información básica de la capa raster seleccionada.
- **Rango de Categorías:** Esta opción muestra en el visor de texto el mínimo y máximo de categorías de la capa Raster.
- **Identificar Coordenadas:** Permite dar clic en el monitor donde se encuentra la capa a la que se le desea identificar coordenadas y visualizar la información de ese punto en el visor de texto.
- **Aplicar Función:** Cuenta con los siguientes submenús: Suma, Resta, Multiplicación, División y Condición. La explicación de estos submenús se presenta en el numeral *Operaciones con mapas Raster*.

Módulo Vector

Este Módulo es utilizado para trabajar algunas funciones que se pueden realizar con las capas vectoriales.



Fig.16 Módulo Vector del menú principal

- **Visualizar:** Dando clic sobre el ítem se visualiza la capa vectorial previamente seleccionada, en el monitor indicado.
- **Zoom:** Tiene como submenú el zoom in y el zoom out, utilizados para ampliar y disminuir una capa respectivamente.
- **Cambiar Nombre:** Utilizado para renombrar una capa vectorial.
- **Copiar Capa:** Su función es producir otra capa con las mismas características de la capa copiada.
- **Eliminar Capa:** Esta función elimina la capa seleccionada en el inspector de capas del actual mapset.
- **Información General:** Ítem que le proporciona al usuario en el visor de texto información básica de la capa vectorial seleccionada.
- **Identificar Coordenadas:** Permite dar clic en el monitor donde se encuentra la capa a la que se le desea identificar coordenadas y visualizar la información de ese punto en el visor de texto.
- **Rasterizar:** Esta función permite cambiar una capa vectorial a Raster.

Módulo Sites

Este Módulo es utilizado para trabajar algunas funciones que se pueden realizar con las capas sites.



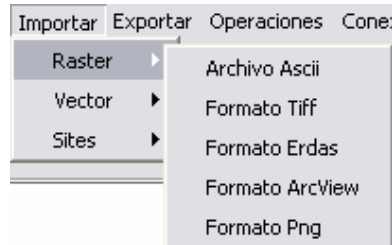
Fig. 17 Módulo Sites del menú principal

- **Visualizar:** Dando clic sobre el ítem se visualiza la capa sites previamente seleccionada, en el monitor indicado.
- **Zoom:** Tiene como submenú el zoom in y el zoom out, utilizados para ampliar y disminuir una capa respectivamente.
- **Cambiar Nombre:** Utilizado para renombrar una capa Sites.
- **Copiar Capa:** Su función es producir otra capa con las mismas características de la capa copiada.
- **Eliminar Capa:** Esta función elimina la capa seleccionada en el inspector de capas del actual mapset.
- **Información General:** ítem que le proporciona al usuario en el visor de texto información básica de la capa Sites seleccionada.
- **Identificar Coordenadas:** Permite dar clic en el monitor donde se encuentra la capa a la que se le desea identificar coordenadas y visualizar la información de ese punto en el visor de texto.

Módulo Importar y Exportar

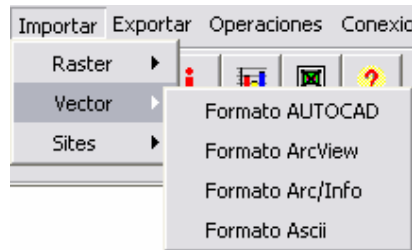
Estos módulos permiten incluir mapas en el actual mapset (importar) o grabar un mapa seleccionado del actual mapset en un formato determinado (exportar). Los principales formatos de los que se puede importar o a los que se puede exportar un mapa son:

Para las capas Raster: ASCII, Tiff, Erdas, ArcView, PNG.



*Fig.18 Módulo Importar del menú principal:
Opción Raster*

Para las capas Vectoriales: AUTOCAD, ArcView, Arc/Info y ASCII.



*Fig.19 Módulo Importar del menú principal:
Opción Vector*

Para las capas Sites: ASCII.



*Fig.20 Módulo Importar del menú principal:
Opción Sites*

Módulo Operaciones

Este Módulo es utilizado para realizar operaciones más complejas con mapas Raster.

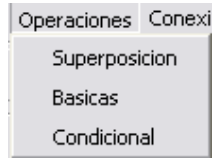


Fig.21 Módulo Operaciones del menú principal

- **Superposición:** Esta función consiste en superponer dos mapas raster y guardarlo en el mapset actual.
- **Básicas:** Este ítem es utilizado para realizar las operaciones de suma, resta, multiplicación y división entre dos mapas Raster.
- **Condicional:** La función es utilizada para realizar una operación que contiene dos condicionales.

Módulo Conexión

Este módulo es utilizado para realizar una conexión con la base de datos postgresql. Cuenta con los siguientes subitems:

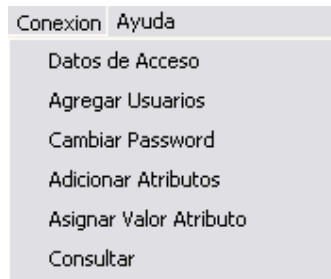


Fig.22 Módulo Conexión del menú principal

- **Datos de Acceso:** esta función solicita un login y password al usuario para habilitar las funciones permitidas para dicho usuario.

- **Agregar Usuarios:** esta función es permitida solo al administrador de la base de datos, la cual permite adicionar usuarios a la B.D.
- **Cambiar Password:** función para el administrador la cual permite el cambio de password de los usuarios.
- **Adicionar Atributos:** por medio de esta función el usuario puede agregar atributos con su respectiva descripción a la base de datos del proyecto.
- **Asignar valor atributo:** esta función permite asignarle un atributo y un valor para dicho atributo a un determinado punto de un mapa.
- **Consultar:** esta función permite escoger una coordenada de un mapa, para luego por medio del visor de texto poder visualizar la información sobre los atributos que contienen los puntos cercanos a la coordenada seleccionada por el usuario.

Módulo Ayuda

El módulo de ayuda está diseñado para proporcionarle ayuda al usuario sobre cada una de las funcionalidades que contiene la herramienta.

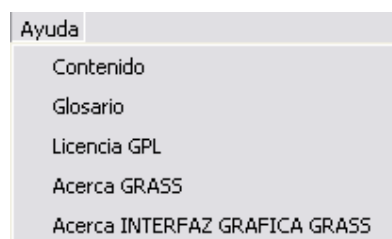


Fig.23 Módulo Ayuda del menú principal

- **Contenido:** este ítem proporciona ayuda al usuario sobre como realizar las diferentes operaciones implementadas en la interfaz gráfica.

- **Glosario:** Presenta algunas definiciones sobre los términos utilizados en la herramienta.
- **Acerca de GRASS:** Presenta una descripción del software GRASS.
- **Acerca de INTERFAZ GRÁFICA GRASS:** Presenta una ventana que despliega información sobre los autores de la interfaz.
- **Licencia Pública General (GPL):** Se expone la licencia pública general para que sean cumplidos los términos de ésta.








2.3.2 Barra de Herramientas








La barra de herramientas es utilizada para acceder rápidamente a las principales funciones de la interfaz con solo dar clic en cada uno de los botones.



Fig.24 Barra de herramientas

A continuación se describe cada uno de los botones de la barra de herramientas:

-  Nuevo Proyecto.
-  Abrir Proyecto.
-  Nuevo Mapset.
-  Abrir Mapset.
-  Copiar Capa.
-  Borrar Capa.
-  Visualizar Capa.

-  Zoom in
-  Zoom out.
-  Identificar Coordenadas
-  Información General
-  Histograma.
-  Cerrar Monitor Activo.
-  Ayuda

2.3.3 Panel de Monitores

Es el componente que le permite al usuario seleccionar en que monitor desea visualizar la capa. El ítem seleccionado indica cual es el último monitor utilizado o el monitor activo. El panel contiene siete monitores.

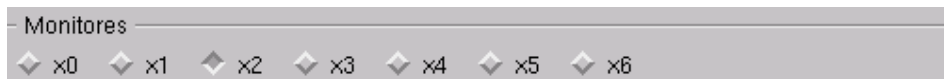


Fig.25 Panel de monitores

2.3.4 Inspector de Monitores

El Inspector de monitores es utilizado para dejar un historial de las capas visualizadas en el monitor, observándose el orden en el que fueron visualizadas. Este inspector facilita la modificación del orden de las capas visualizadas en el monitor, la eliminación de una capa de la lista, y el redibujado de capas activadas dentro de la lista.

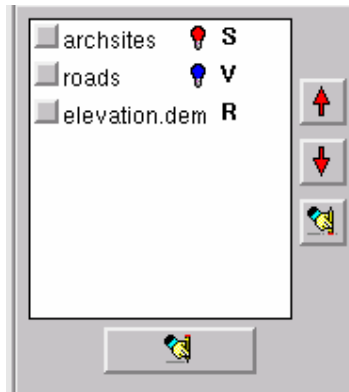






Fig.26 del Inspector de Monitores

La función de los botones de los botones dentro del inspector de monitores corresponde a:

 Subir la capa: cambia el orden de redibujado de una capa hacia arriba.

 Bajar la capa: cambia el orden de redibujado de una capa hacia abajo.

 Borrar la capa: elimina una capa del historial registrado.

 Redibujar las capas que se encuentran seleccionadas en el inspector de monitores, en el orden que se determine.

2.3.5 Visor de Texto

El visor de Texto es utilizado para desplegar información general de las capas, ver el rango de categorías de las capas raster, y observar las coordenadas de un punto seleccionado en un mapa.

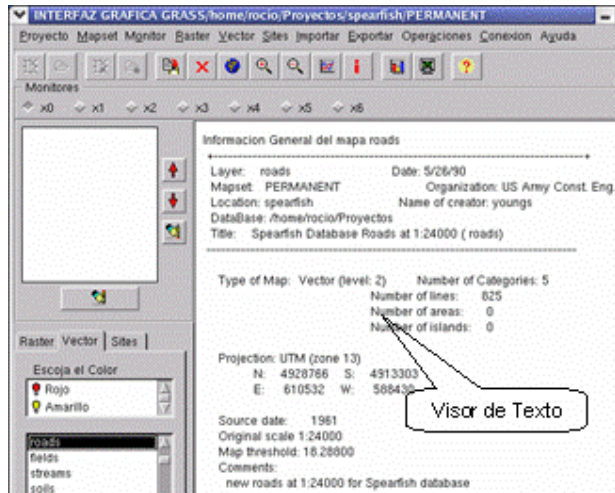


Fig.27 Descripción del visor de texto

2.3.6 Inspector de Capas

Contiene un listado de los mapas del mapset clasificados por formato (Raster, Vectorial y Sites).

➤ Formato Raster



Fig.28 Inspector de capas. Formato Raster

➤ Formato Vectorial



Fig.29 Inspector de capas. Formato Vectorial

La visualización de mapas vectoriales requiere de la especificación del color para las líneas del mapa, por lo que esta pestaña contiene la lista de colores de las cuales se puede seleccionar uno.

Los colores disponibles son: Rojo, Amarillo, naranja, verde, azul, violeta, magenta, negro, gris, marrón, agua marina.

➤ Formato Sites



Fig.30 Inspector de capas. Formato Sites

Para la visualización de una capa en este formato se requiere especificar tres atributos, color, forma y tamaño.

Colores disponibles: Rojo, Amarillo, naranja, verde, azul, violeta, magenta, negro, gris, marrón, agua marina.

Forma: equis, cruz, rombo y cuadrado.

Tamaño: 5... 20.

2.3.7 Barra de Estado

La barra de estado nos indica la acción que se está ejecutando en la interfaz, el proyecto y el mapset en el que se está trabajando.

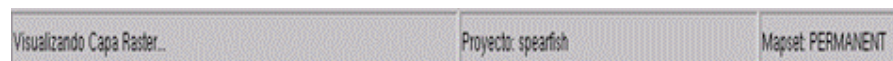



Fig.31 Barra de estado.

3. APERTURA Y CREACIÓN DE PROYECTOS

3.1 APERTURA DE UN PROYECTO

La función de “Abrir un Proyecto” puede ser accedida por medio del ítem Abrir del Módulo Proyecto en el menú principal o por medio del botón  Abrir Proyecto que se encuentra en la barra de herramientas. Al seleccionar la función se despliega la ventana de dialogo abrir proyecto.

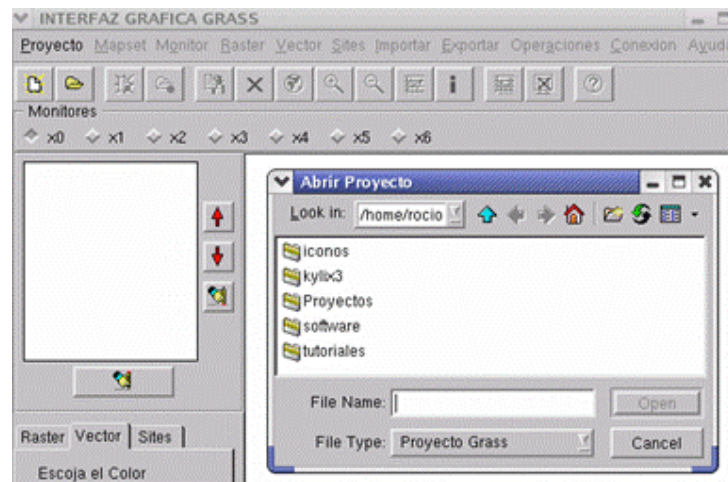


Fig.32 Ventana de dialogo para abrir proyecto

Todo proyecto a ser utilizado en LA INTERFAZ GRÁFICA GRASS, debe estar almacenado en una carpeta, en la cual, debe existir un archivo con el nombre del proyecto y extensión “gr” (asegurarse de que exista este archivo y sino se debe crear mediante el uso de un editor de texto). Al hacer doble clic sobre el archivo se entra al proyecto, quedando habilitados los botones del mapset para seleccionar un mapset existente o crear uno.

Ejemplo: El proyecto spearfish (tomado como referencia en este manual) se encuentra en la ruta /Home/rocio/Proyectos/Spearfish. Dentro de Spearfish se encuentran los mapset: PERMANENT y rocio, además del archivo spearfish.gr el cual hay que abrir para acceder al proyecto spearfish.

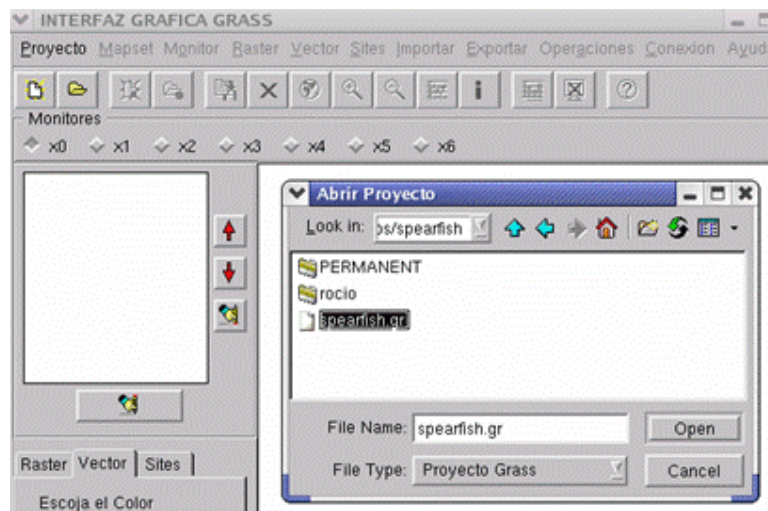


Fig.33 Ventana de dialogo para abrir archivo .gr

Creación del Archivo .gr

Cuando el proyecto es creado en el software GRASS y no en LA INTERFAZ GRÁFICA GRASS, se debe crear el archivo .gr para poder abrir el proyecto en la interfaz. Esta función se encuentra en el ítem "Crear Archivo" del Módulo Proyecto, el cual despliega una ventana solicitando la ruta y el nombre del proyecto. Después de de presionar el botón aceptar el usuario ya puede proseguir a abrir el proyecto.

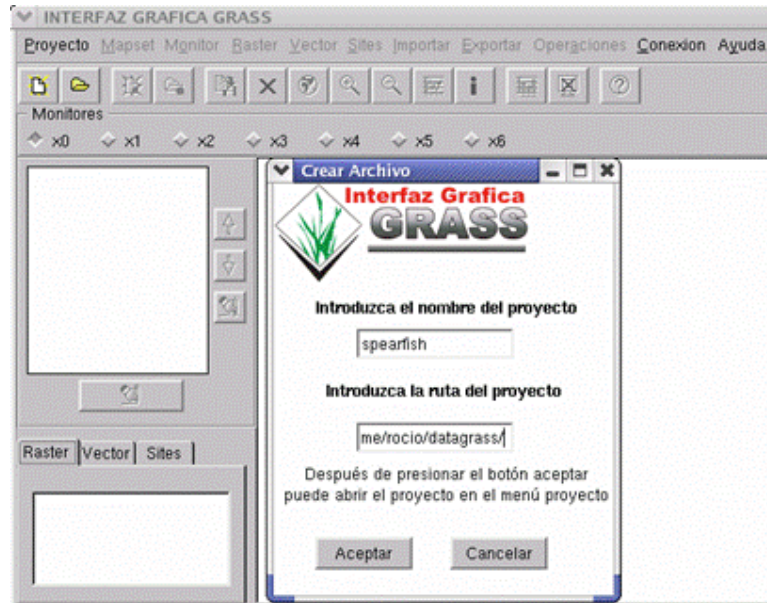


Fig.34 Ventana para creación del archivo .gr

3.2 CREACION DE UN PROYECTO


A esta función de creación se puede acceder por medio del ítem "Nuevo" que se encuentra en el Módulo PROYECTO del menú principal o por medio del botón  "Nuevo Proyecto" que se encuentra en la barra de herramientas. Al escoger esta opción se despliega una ventana la cual solicita, el nombre del nuevo proyecto, el nombre del mapset, la ruta donde se desea crear el proyecto y una descripción del proyecto.



Fig.35 Ventana para crear un proyecto.

La ventana cuenta con un botón llamado Crear, para lanzar la consola de creación de proyectos determinada por Grass, tal como se muestra en la figura:

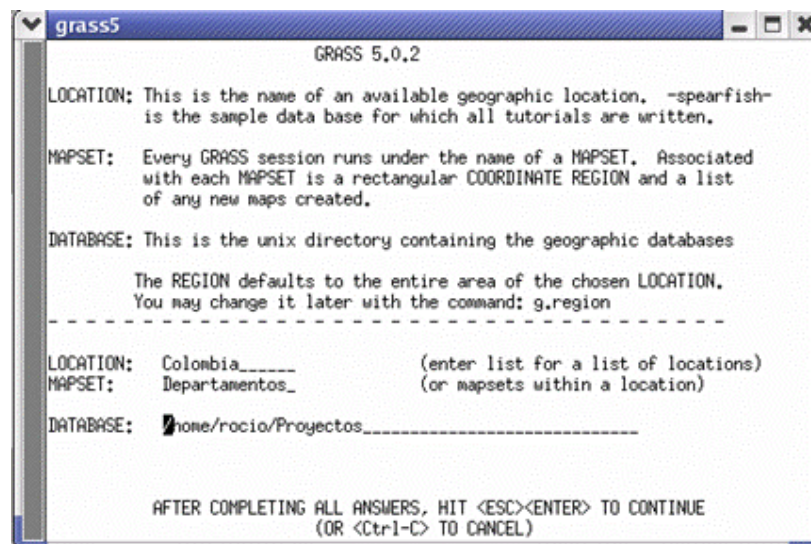


Fig.36 Ventana para crear un proyecto

LOCATION: El_nombre_del_nuevo_proyecto

MAPSET: El_nombre_del_nuevo_mapset

DATABASE: La_ruta_donde_se_almacenará_el_proyecto

El usuario solo debe presionar las teclas <<esc>> mas <<enter>> y la ventana empezará ha solicitarle los datos para la creación del nuevo proyecto de grass.

En la figura, el programa está confirmando si en realidad desea crear un nuevo proyecto.

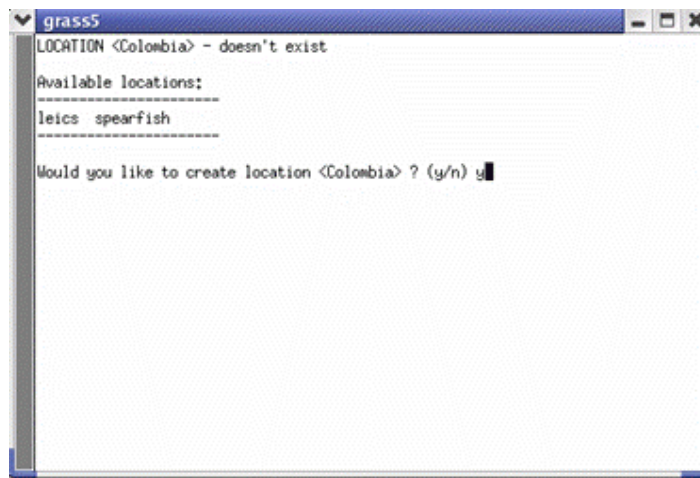


Fig.37 Ventana para crear proyecto

Luego de esto pregunta si el usuario cuenta con toda la información necesaria para la creación del nuevo proyecto. Datos como el sistema de coordenadas, la zona para la base de datos UTM o otros parámetros necesarios dependiendo del sistema de coordenadas seleccionado, la región y una pequeña descripción del proyecto a crear.

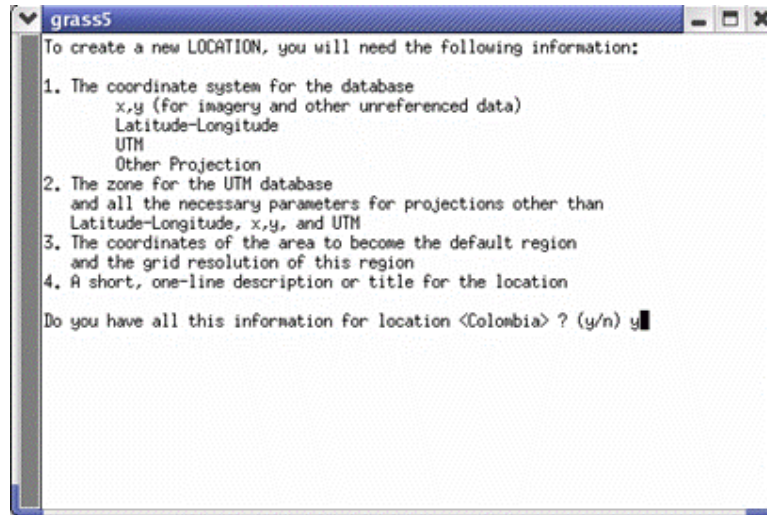


Fig.38 Ventana para crear proyecto

Luego de introducir los datos referentes al sistema de coordenadas seleccionado, el software solicita una región, después de introducir la región la se presionando las teclas <<esc>> más <<enter>>.

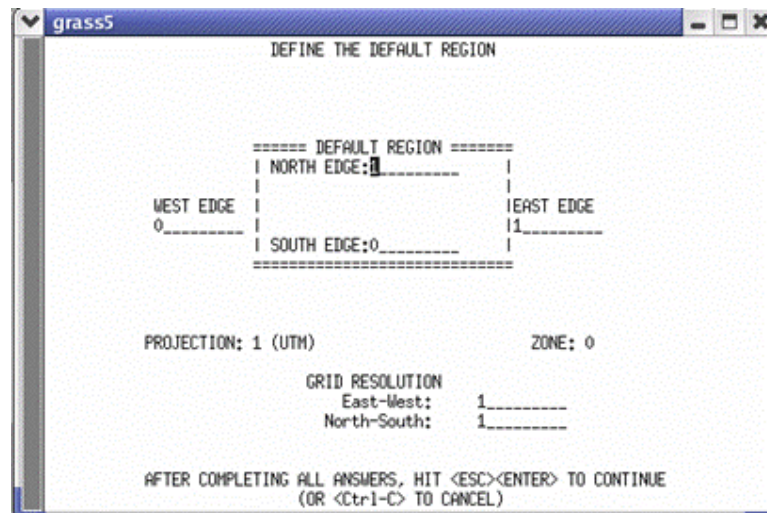


Fig.39 Ventana para crear un proyecto

Luego de esto, el software muestra la figura 35. Para la creación del mapset digitado.

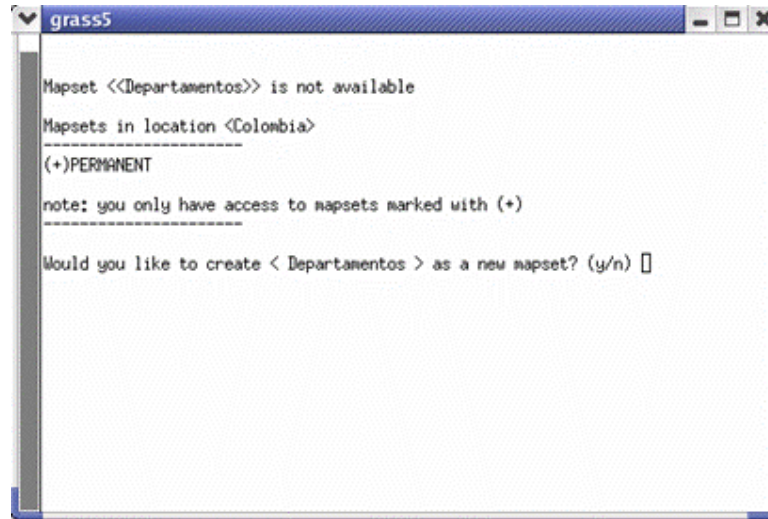



Fig.40 Ventana para crear mapset

En este paso el usuario solo debe confirmar que si desea crear el nuevo mapset y teclear la palabra exit y la interfaz deja al usuario en el nuevo proyecto con el respectivo mapset creado. Además de ese mapset creado por el usuario, la interfaz crea un mapset llamado PERMANENT, que se crea cada vez que se crea un proyecto nuevo.

4. APERTURA Y CREACIÓN DE UN MAPSET

4.1 APERTURA DE UN MAPSET

Esta operación puede ser accedida por medio del ítem "Abrir" del Módulo MAPSET del menú principal o por medio del botón  "Abrir mapset" de la barra de herramientas. Al seleccionarlo se despliega una ventana llamada Abrir Mapset, con una lista desplegable que contiene los mapset del proyecto previamente seleccionado.

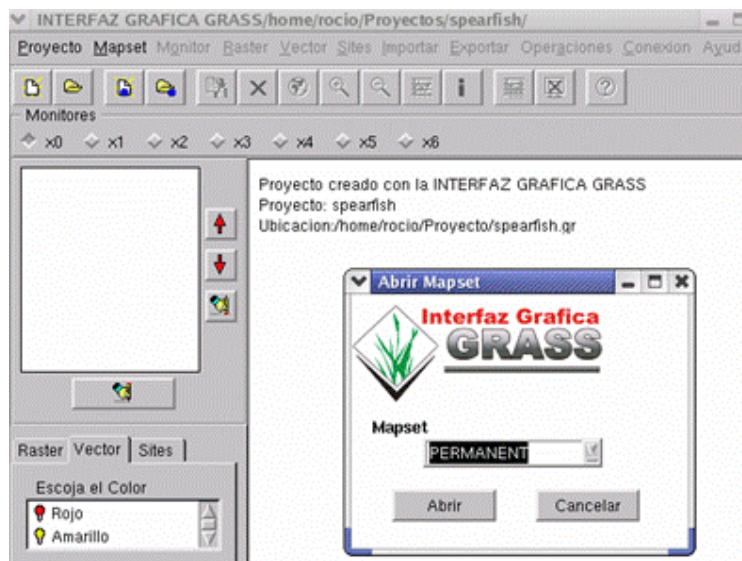



Fig.41 Ventana para abrir mapset

Al presionar el botón Abrir se observan las capas de diferentes formatos en las respectivas listas del inspector de capas y quedan habilitadas las demás opciones de la interfaz.

4.2 CREACION DE UN MAPSET

Puede ser accedida por medio del ítem “*Nuevo*” del Módulo MAPSET que se encuentra en el menú principal o por medio del el botón  “*Nuevo mapset*” que se encuentra en la barra de herramientas. Al seleccionarlo se despliega una ventana solicitando el nombre del nuevo mapset quedando abierto dicho mapset.

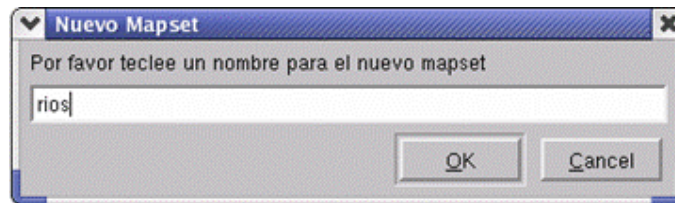



Fig.42 Ventana para introducir el nombre del nuevo mapset

5. VISUALIZACIÓN

Las capas son visualizadas en los monitores que se encuentran en el panel de monitores. Antes de seleccionar la capa a visualizar se debe escoger el monitor en el que se desea visualizar la capa.

5.1 VISUALIZACIÓN DE CAPAS

Esta función puede ser accedida desde el menú principal en el ítem "*visualizar*" de los módulos Raster, Vector y Sites, desde el ítem "*Visualizar*" del menú que se despliega al hacer clic derecho en cualquier capa del inspector de capas, desde el botón  "*visualizar*" que se encuentra en la barra de herramientas o haciendo doble clic sobre una de las capas. Si el usuario no selecciona un monitor la capa será visualizada por defecto en el monitor X0.

5.1.1 Capa Raster

Para visualizar una capa se debe seleccionar la capa de la lista de capas como se observa en la figura. Esta visualización queda registrada en el Inspector de Monitores. A continuación se visualiza la Capa Raster llamada elevation.dem

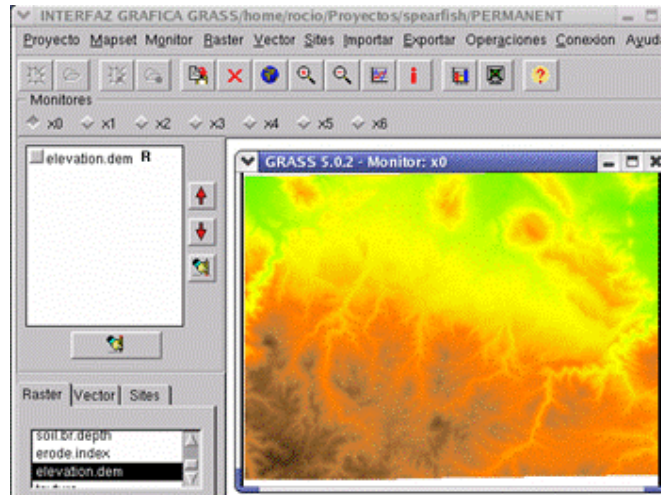


Fig.43 Visualización de capas

5.1.2 Capa Vectorial

Este formato cuenta con la opción de escoger el color en el que se desea visualizar la capa vectorial, localizado en el inspector de Capas. Si no se selecciona ningún color la capa será visualizada en color blanco.

5.1.3 Capa Sites


El formato cuenta con tres opciones en el inspector de capas para ver la capa seleccionada.

- Colores: Rojo, Amarillo, naranja, verde, azul, violeta, magenta, negro, gris, marrón, agua marina. Por defecto el color blanco.
- Tamaño: 5...20. Por defecto el tamaño 5
- Forma: Equis, cruz, cuadrado y rombo. Por defecto equis.

5.2 VISUALIZACIÓN DE INFORMACIÓN

Los resultados de la función de visualizar información será siempre desplegada en el visor de texto de la interfaz.

5.2.1 Visualización de Información General de Capas

Esta función se puede acceder por medio del ítem “*Información General*” que se encuentra en los módulos Raster, vectorial y sites, desde el ítem “*Información General*” del menú que se despliega al hacer clic derecho sobre una capa en el inspector de capas o desde el botón  “*Información General*” de la barra de herramientas. La siguiente figura muestra información General de la capa vectorial llamada *roads*. Esta información contiene datos como: el nombre de la capa, el proyecto y el mapset, tipo de capa, numero de categorías, proyección, región, escala, numero de líneas, áreas de la capa y una pequeña descripción etc.

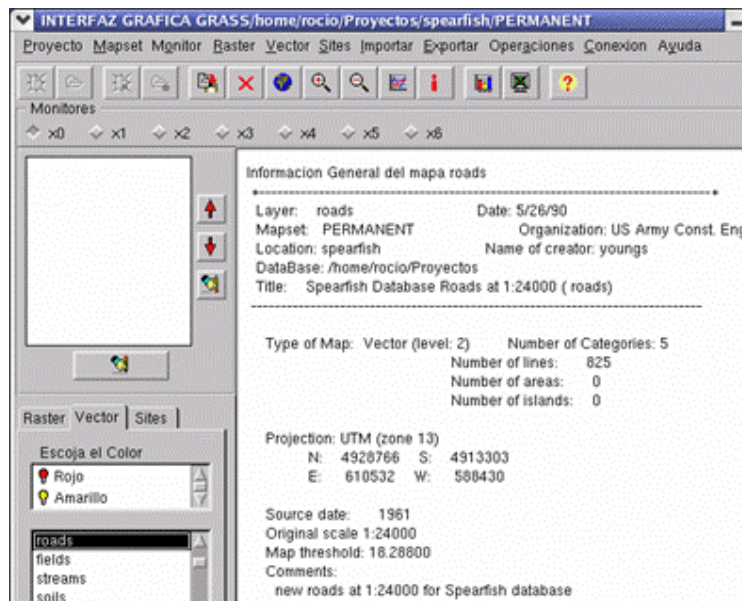


Fig.44 Visualización de información General de capas

5.2.2 Visualización de Rango de Categorías

Esta función sólo puede ser accedida desde el ítem “*Rango de Categorías*” del Módulo Raster o desde el ítem “*Rango de Categorías*” del menú que se despliega al hacer clic derecho en la capa Raster. Muestra el mínimo y máximo de categorías de la capa.

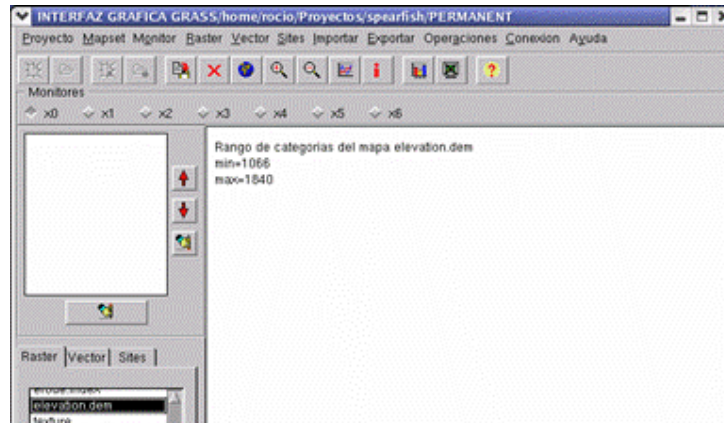



Fig.45 Visualización de rango de categorías de capas raster.

5.2.3 Visualización de Coordenadas

Esta función puede ser accedida en el ítem "*Identificar Coordenadas*" de los módulos Raster, vectorial y sites, desde el ítem "*Identificar Coordenadas*" del menú que se despliega al hacer clic derecho en una capa en el inspector de capas o desde el botón  "*Identificar Coordenadas*" de la barra de herramientas. La información mostrada corresponde a las coordenadas georreferenciales del punto señalado y la categoría de ese punto.

La siguiente figura muestra la identificación de coordenadas del mapa vectorial roads accedido por el botón de identificar coordenadas de la barra de herramientas.

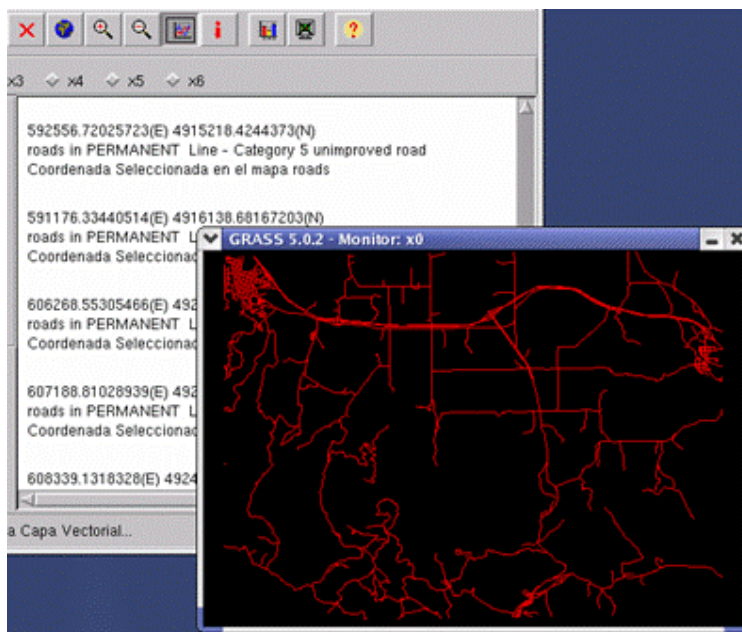



Fig.46 Identificación de coordenadas de una capa.

5.3 VISUALIZACIÓN DE HISTOGRAMAS

A esta función se puede acceder desde el menú principal en el Módulo Raster en el ítem "Histograma", desde el ítem "Histograma" del menú que se despliega al hacer clic derecho en una capa Raster en el inspector de capas o desde el botón  "Histograma" de la barra de herramientas. Si el usuario no selecciona un monitor el histograma será visualizado por defecto en el monitor X1. En el monitor se puede ver el nombre de la capa, el nombre del mapset en el que se encuentra la capa y en la parte baja del monitor el significado de las abscisas x, y en el histograma:

Abscisa X: los valores de las celdas en centenas.

Abscisa Y: El numero de celdas en centenas.

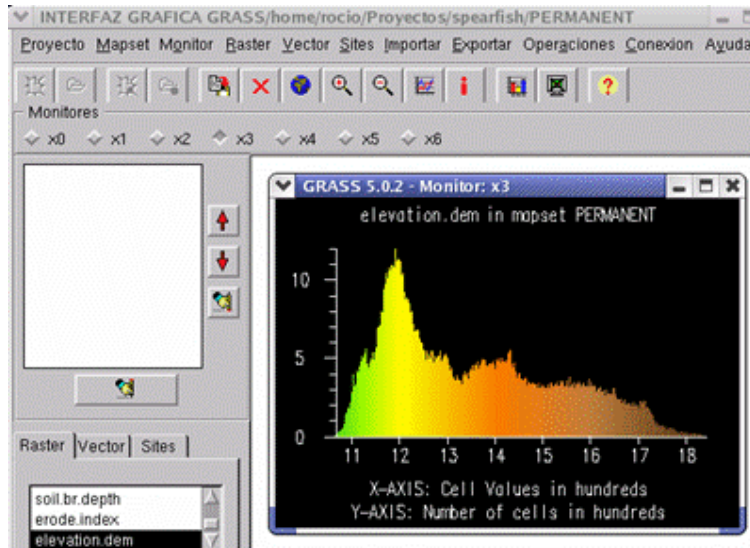




Fig.47 Visualización de un histograma.

5.4 APLICAR ZOOM

Esta función contiene dos submenús: zoom in y zoom out. La función puede ser accedida desde el ítem "Zoom" de los módulos Raster, Vectorial y Sites, desde el ítem "Zoom" del menú que se despliega al hacer clic derecho en cualquier capa del Inspector de capas o desde los botones  "Zoom in" y  "zoom out" de la barra de herramientas.

5.4.1 Zoom in

Al aplicar esta función se convierte el icono del Mouse en forma de cruz y cada vez que se de clic en el monitor amplia la capa, para salir de la opción se debe dar clic derecho sobre el monitor.

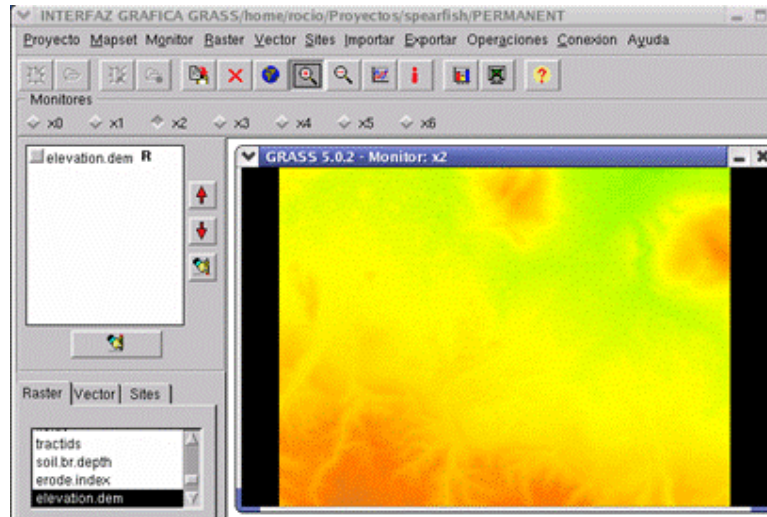


Fig.48 Aplicando Zoom in

5.4.2 Zoom out

Al aplicar esta función se convierte el icono del Mouse en forma de cruz y cada vez que se de clic en el monitor se disminuye la capa, para salir de la opción se debe dar clic derecho sobre el monitor.

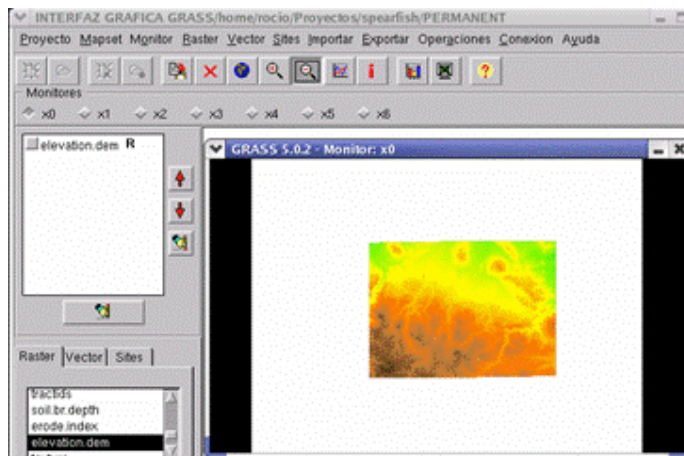


Fig.49 Aplicando zoom out

6. IMPORTACIÓN Y EXPORTACIÓN DE CAPAS

La importación y exportación de capas esta diseñada para los siguientes formatos:

- Raster: ASCII, tiff, erdas, ArcView, Png
- Vector: ASCII, AUTOCAD, ArcView, Arc/Info
- Sites: ASCII.

6.1 IMPORTACIÓN DE CAPAS

La importación de capas es el procedimiento que consiste en ver y manipular mapas de otros sistemas externos.

Esta función puede ser accedida desde el Módulo "*Importar*" del menú principal el cual contiene tres submenús: Raster, Vector y Sites los cuales poseen a su vez otros submenús de los formatos que pueden ser importados.

Al seleccionar el formato del mapa que se desea importar se despliega un cuadro de dialogo que le permite escoger un archivo que contenga la extensión del formato previamente seleccionado en el menú.

En la figura se importa un mapa en formato tiff.

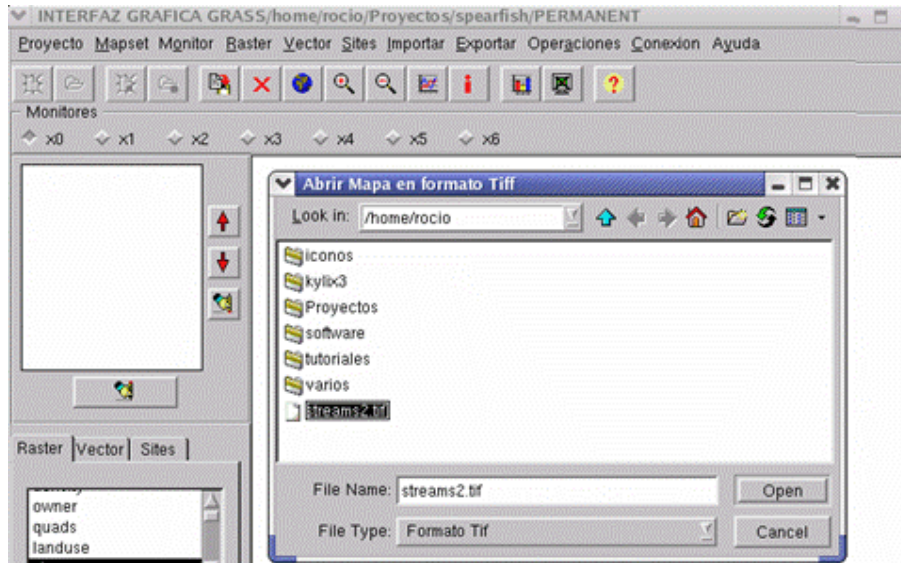


Fig.50 Importación de una capa Raster en formato Tiff

Luego de seleccionar el archivo a importar se solicita un nuevo nombre para ser almacenado en el mapset actual e inmediatamente se puede consultar la capa en las listas del inspector de capas, según el tipo de capa (Raster, Vectorial o sites).

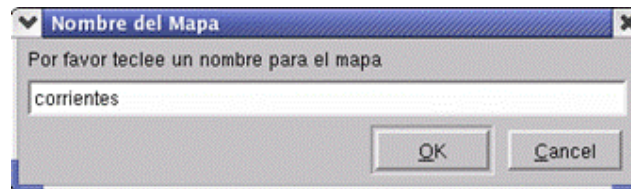


Fig.51 Ventana solicitando nombre para la importación de la capa Raster en formato Tiff

6.2 EXPORTACIÓN DE CAPAS

La exportación de capas es el mecanismo que convierte un archivo de Grass a otro formato para poder ser entendido por otros sistemas SIG.

La función de exportar capas puede ser accedida por medio del Módulo "exportar" del menú principal o desde el ítem "exportar" del menú que se despliega al hacer clic derecho en una capa en el inspector de capas. Al seleccionar el ítem de exportar se presenta un cuadro solicitando el nombre del mapa a exportar. El archivo del mapa quedará siempre ubicado en el Home del usuario que se encuentra en Linux.

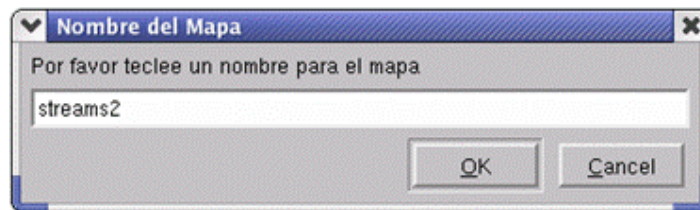


Fig.52 Ventana solicitando nombre para la exportación de la capa.

6.3 RASTERIZACION

La rasterización es el proceso por el cual se convierte una capa vectorial al formato raster. Ésta función se encuentra en el ítem "Rasterizar" del Módulo Vector en el menú principal o en el ítem "Rasterizar" del menú que se despliega al hacer clic derecho sobre una capa vectorial en el inspector de capas. La función solicita un nombre para el nuevo mapa Raster y queda almacenado en la lista de capas raster que se encuentra en el inspector de capas del actual mapset. En la siguiente figura se rasterizo la capa vectorial roads y se le asigno el nombre de carreteras a la nueva capa Raster.

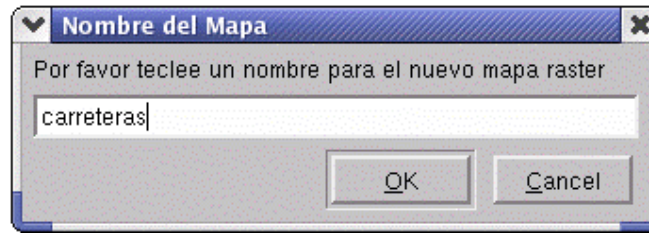


Fig.53 Rasterizacion de la capa vectorial.

7. OPERACIONES CON MAPAS RASTER

7.1 OPERACIONES CON UN MAPA RASTER

Para realizar operaciones con un mapa Raster se pueden acceder desde el ítem "*Aplicar función*" localizada en el Módulo Raster del menú principal o desde el ítem "*Aplicar función*" del menú que se despliega al hacer clic derecho en la capa Raster que se encuentra en el inspector de capas. El ítem "*Aplicar función*" contiene los siguientes submenús: Suma, Resta, Multiplicación, División y Condicional.

Las cuatro primeras operaciones consisten en tomar la capa Raster a la que se desea aplicarle la operación y digitar la constante que afectara a cada una de las categorías de la capa.

7.1.1 Operación de Multiplicación

Esta función solicita un nombre para el nuevo mapa Raster después de aplicarle la operación a las categorías, es decir al multiplicar el mapa por un valor cada una de las categorías del nuevo mapa quedarán multiplicadas por ese valor.

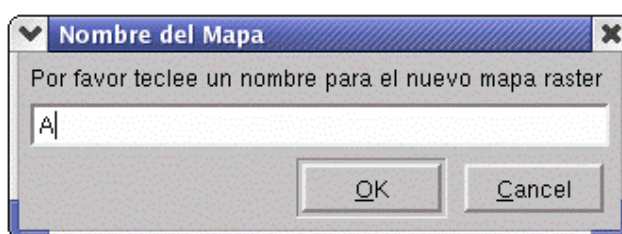


Fig.54 Operación de Multiplicación en la capa raster.

Luego de digitar el nombre del mapa, se despliega un cuadro que solicita digitar la constante para la operación.

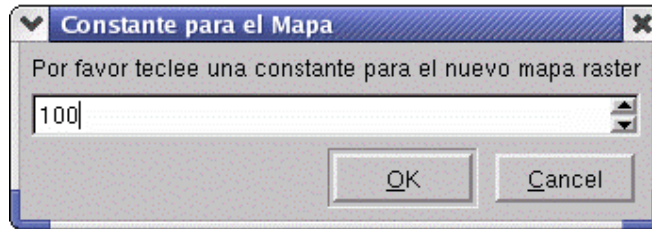


Fig. 55 Operación de Multiplicación en la capa raster.

El nuevo mapa quedará almacenado en la lista Raster del inspector de capas y cada categoría del mapa estará multiplicado por 100.

7.1.2 Función Condicional

Esta función despliega una ventana que contiene los siguientes campos:



Fig.56 Función condicional en capas raster.

Ejemplo mostrado en la anterior ventana:

If (elevation.dem<=1200, 1200,0)

➤ **Nombre del mapa:** En este campo se solicita el nombre para el nuevo mapa Raster. En este caso el nuevo mapa será el mapa B.

➤ **Condicional**

Capa Raster: Aparece la capa raster que se selecciono en la lista raster para aplicar el condicional. En este caso la capa raster es *elevation.dem*.

Operadores: mayor o igual (\geq), menor o igual (\leq), mayor ($>$), menor ($<$), igual ($=$), diferente (\neq). En el ejemplo se trabajó con el operador lógico \leq

Constante: Es un valor de referencia entre las categorías. En el ejemplo se toman las categorías que sean menores o iguales a 1200.

➤ **Acción en Caso Afirmativo**

A las categorías del mapa Raster que cumplen con el condicional, se le puede aplicar una operación, o asignarles directamente un valor. Si se escoge la Constante las opciones de operador y capa quedan deshabilitadas. En el ejemplo se seleccionó la constante y se asignó el valor de 1200 a las capas que cumplan con la condición de ser \leq a 1200.

➤ **Acción en Caso Negativo**

Con las categorías del mapa Raster que no cumplen con el condicional, de igual forma, se les puede aplicar una operación o

asignarle directamente un valor. En este caso a las categorías que no son ≤ 1200 se les asignó el valor de cero.

De esta manera la capa Raster llamada elevation.dem quedara clasificada solo en dos categorías. A continuación se observa el resultado de la operación con la capa Raster.

Visualización Mapa B

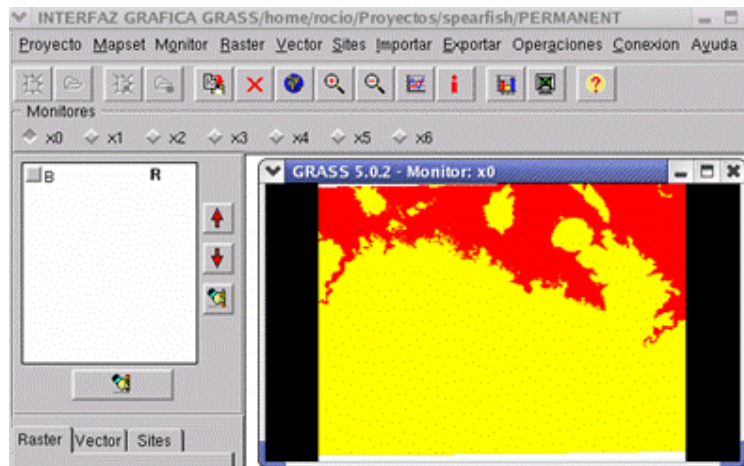


Fig.57 Visualización del mapa B.

7.2 OPERACIONES CON VARIOS MAPAS RASTER

Estas funciones pueden ser accedidas desde el Módulo "Operaciones" que se encuentra en el menú principal.

7.2.1 Superposición

Esta operación permite superponer dos mapas raster. Despliega una ventana que solicita la siguiente información para la superposición de capas: nombre del nuevo mapa, mapa raster de fondo y mapa raster superpuesto.

A continuación se expondrá un ejemplo:



Fig.58 Ventana para la superposición de capas raster

- **Nombre Nuevo mapa:** Es el nombre para el nuevo mapa raster resultado de la superposición de los dos mapas. En este caso se llamó mapa D.
- **Raster Fondo:** Contiene la lista de las capas raster disponibles en el mapset, este mapa no tiene ninguna restricciones para su uso. En el ejemplo presentado se tomo el mapa raster llamado *elevation.dem*.
- **Raster Superpuesto:** Contiene una lista de capas raster disponibles en el mapset actual, este mapa debe contener espacios nulos, es decir donde no existan categorías para que se pueda observar la superposición. En el ejemplo se utilizo el mapa raster roads.

A continuación se visualiza el resultado de la superposición del los mapas *elevation.dem* y *roads*.

Visualización mapa D

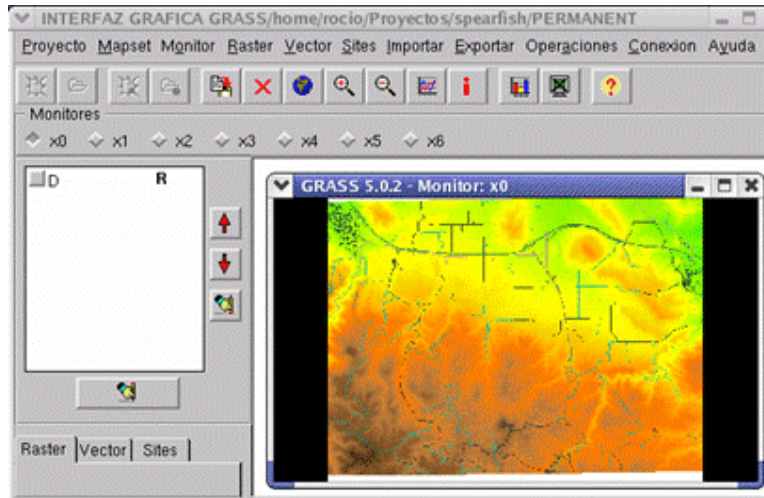


Fig.59 Visualización mapa D.

7.2.2 Operaciones

Esta función permite realizar las operaciones de: suma, resta, multiplicación y división entre mapas Raster. Al seleccionar el ítem despliega la siguiente ventana.



Fig.60 Ventana para realizar operaciones con dos mapas raster

- **Nombre Nuevo Mapa:** Nombre del nuevo mapa raster después de la operación entre los dos mapas de entrada. En la figura se llama C el mapa resultante.
- **Mapa A:** Se escoge de una lista de capas raster disponibles en el actual mapset. En el ejemplo se selecciono el mapa rushmore.



Fig.61 Visualización del mapa Rushmore

- **Operador:** suma, resta, multiplicación y división. En este caso la operación seleccionada es la suma.
- **Mapa B:** Se escoge de una lista de capas raster disponibles del actual mapset. En el ejemplo se selecciono el mapa soils.

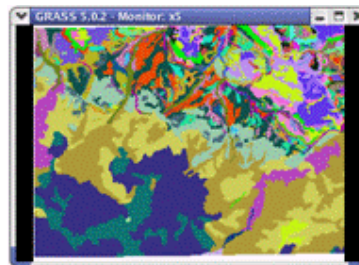


Fig.62 Visualización del mapa Soils

Como resultado de la operación de suma entre el mapa A y el mapa B se obtuvo el mapa C.

Visualización mapa C

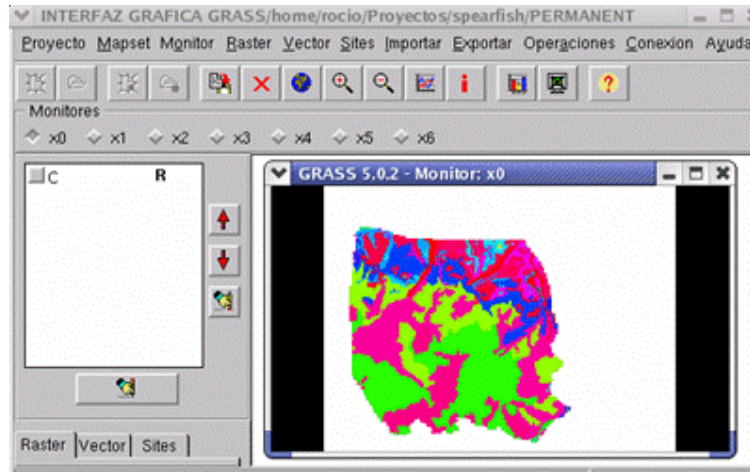


Fig.63 Visualización del mapa C

7.2.3 Condicional

Esta función permite realizar dos condiciones con mapas raster.



Fig.64 Ventana para realizar una operación con dos condicionales entre mapas raster.

- **Nombre Nuevo Mapa:** nombre del mapa resultado de la operación. En el caso de la figura el nuevo mapa será el mapa E.

- **Conector:** El conector es aquel que conecta las dos condiciones. Los conectores disponibles son: Y (&&), O (||). En este caso se escogió el conector Y.
- **Condición:** Contiene dos condiciones unidas por un conector. Cada condición contiene los siguientes campos:
 - Capa Raster:** una lista de la cual se puede seleccionar la capa raster.
 - Operador:** mayor o igual que (>=), menor o igual que (<=), mayor (>), menor (<), igual (==), diferente (i=).
 - Constante:** es el valor de una categoría.
 En el ejemplo se trabajo con las siguientes condiciones:

If ((soils==2) && (elevation.dem >300), 1,0)

Si una celda del mapa soils tiene categoría 2 y una celda del mapa elevation.dem tiene categoría mayor de 300, se produce una nueva celda con categoría uno y caso contrario con categoría cero.

- **Acción Caso Afirmativo:** A las categorías del mapa Raster que cumplen con el condicional, se le puede aplicar una operación, o asignarles directamente un valor. Si se escoge la Constante las opciones de operador y capa quedan deshabilitadas. En el ejemplo se seleccionó la constante y se asignó el valor de 1 a las capas que cumplan con las dos condiciones a la vez.
- **Acción Caso Negativo:** A las categorías del mapa Raster que no cumplen con el condicional, se le puede aplicar una operación, o asignarles directamente un valor. Si se escoge la Constante las opciones de operador y capa quedan deshabilitadas. En el ejemplo se selecciono la constante y se

asigno el valor de 0 a las capas que no cumplan con las condiciones a la vez.

A continuación se presenta el resultado del ejercicio anterior:

Visualización Capa E

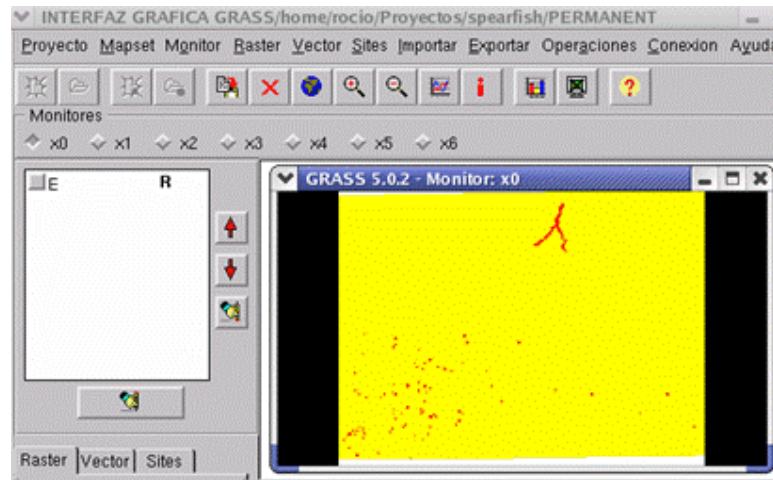


Fig.65 Visualización Capa E.

8. CONEXIÓN A POSTGRES

Por medio de éste Módulo el usuario puede conectarse a la base de datos postgresql para adicionar información temática su proyecto GRASS.

8.1 DATOS DE ACCESO

Esta función se encuentra en el Módulo conexión del menú principal, ésta es la única función habilitada cuando se inicia la interfaz. Esta ventana solicita el login y el password del usuario. Se maneja dos tipos de usuario el usuario normal y el administrador, para el usuario normal quedan habilitados los ítems: Agregar atributos, Asignar valor a un punto, Consultar en la base de datos y para el administrador de la base de datos quedan habilitadas todos los ítems del Módulo.



Fig.66 Ventana para acceder a la base de datos.

8.2 AGREGAR USUARIOS

Esta función es solo habilitada para el administrador de la base de datos. La ventana solicita un login y password para el nuevo usuario.



Fig.67 Ventana para agregar usuarios a la base de datos

8.3 CAMBIAR CONTRASEÑA

Esta función es habilitada sólo para el administrador de la base de datos. El administrador debe introducir el login del usuario y el nuevo password para el usuario, quedando inmediatamente actualizado.



Fig.68 Ventana para cambiar el password de los usuarios.

8.4 ADICIONAR ATRIBUTOS

Esta función es habilitada tanto para el usuario normal de la base de datos como para el administrador. La ventana desplegada permite agregar atributos a un proyecto con su respectiva descripción.



Fig.69 Ventana para agregar atributos a la base de datos

8.5 ASIGNAR ATRIBUTOS A UN PUNTO

Esta función lanza el identificador de coordenadas para realizar la captura de la coordenada a la cual el usuario desea asignar un atributo de una lista desplegable que se encuentra en la ventana y un valor para el atributo. En la ventana se observa que en la coordenada: 591217.21875 (E), 4919051.34375(N) del mapa soils se presenta un cultivo de trigo.

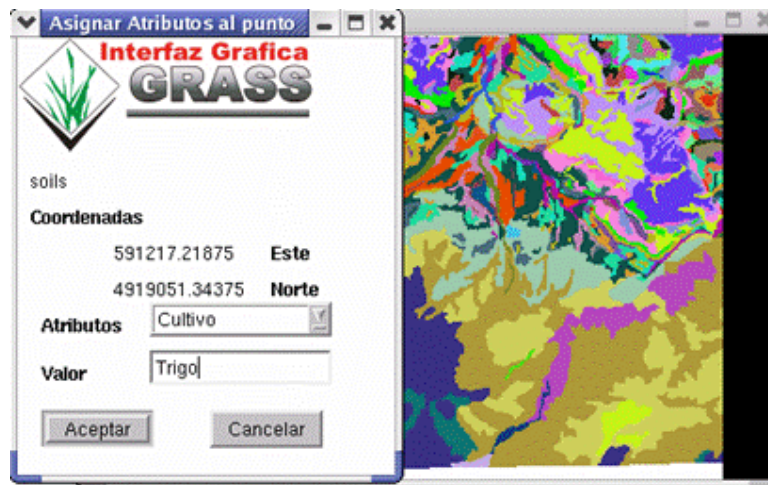


Fig.70 Ventana para asignarle valores a los atributos.

8.6 CONSULTAR A LA BASE DE DATOS

Esta función lanza el identificador de coordenadas para seleccionar la coordenada de interés, desplegándose en el visor de texto información acerca de las características de las coordenadas cercanas a dicho punto.

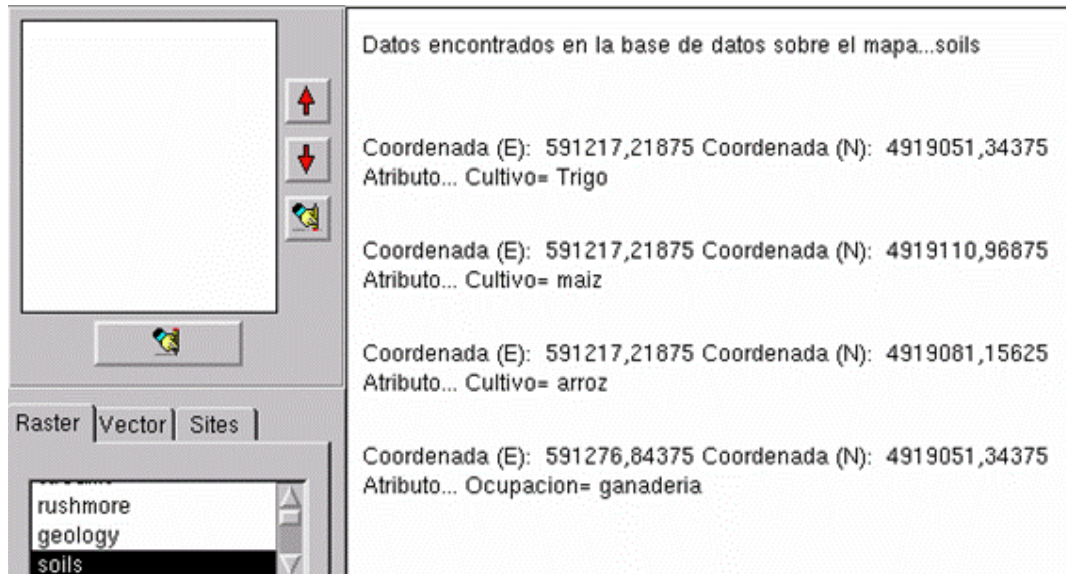


Fig. 71 Visor de texto con la información encontrada en la base de datos sobre el punto seleccionado.

9. OPERACIONES BÁSICAS CON CAPAS

9.1 RENOMBRAR CAPAS

Esta función se puede acceder desde el ítem "*Cambiar Nombre*" *Capa* de los módulos Raster, vectorial y sites o desde el ítem "*Cambiar Nombre*" del menú que se despliega al hacer clic derecho en cualquier capa del inspector de capas. Esta función muestra un cuadro solicitando el nuevo nombre para la capa.

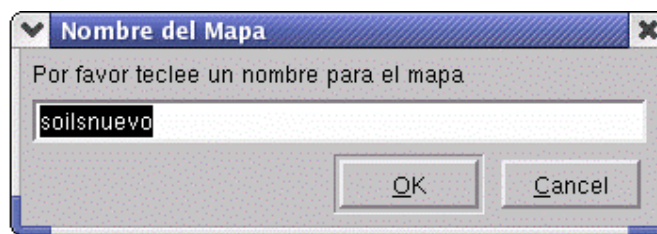



Fig.76 Renombrando Capas

9.2 COPIAR CAPAS

Esta función se puede acceder desde el ítem "*Copiar Capa*" de los módulos Raster, vectorial y sites, desde el ítem "*Copiar Capa*" del menú que se despliega al hacer clic derecho en cualquier capa del inspector de capas o desde el botón  "*Copiar Capa*" de la barra de herramientas. Esta función muestra un cuadro solicitando un nombre para la capa. Después de introducir el nombre la nueva capa ésta queda en el Inspector de capas del actual mapset.

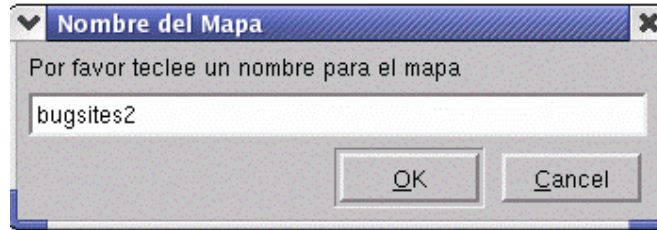



Fig.77 Copiando Capas

9.3 ELIMINAR CAPAS

Esta función se puede acceder desde el ítem "*Eliminar Capa*" de los módulos Raster, vectorial y sites, desde el ítem "*Eliminar Capa*" del menú que se despliega al hacer clic derecho en cualquier capa del inspector de capas o desde el botón  "*Eliminar Capa*" de la barra de herramientas. Esta función muestra un mensaje de dialogo que le dice al usuario si realmente quiere borrar la capa seleccionada, al presionar el botón Aceptar la capa desaparece del inspector de capas y por consiguiente del mapset.

10. MANEJO DE CAPAS EN EL MONITOR

El inspector de monitores esta diseñado para observar las capas que se encuentran visualizadas en cada monitor y poder observar el orden en el que fueron visualizadas las capas.

La siguiente figura muestra el monitor x0 con la visualizaron de la capa sites llamada archsites, la capa vectorial roads, y por ultimo la capa raster elevation.dem. En el monitor solo se observa la capa raster debido a que para poder visualizar las tres capas, deben ir en el siguiente orden: Raster, vectorial y sites.

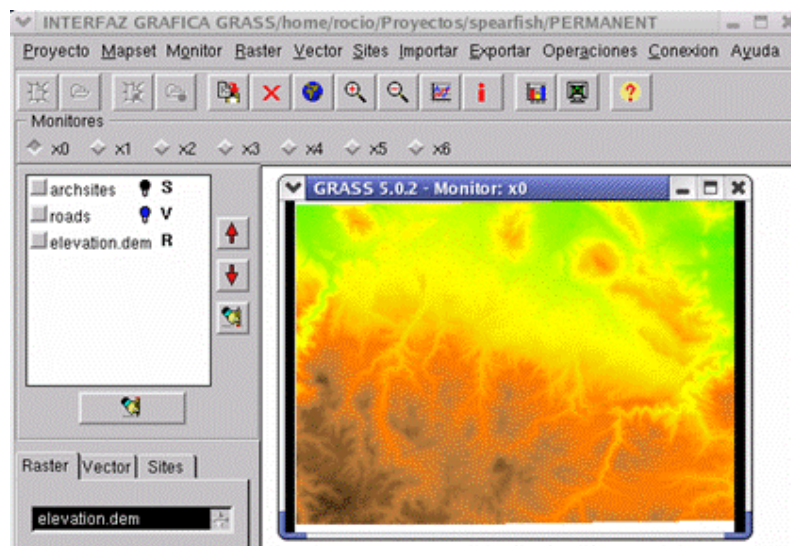


Fig.78 Visualización incorrecta de varias capas en un monitor

Para lograr hacer el cambio correcto de capas, se pueden utilizar los botones que contienen flechas para subir o bajar una capa. El botón de borrar es utilizado para eliminar una capa antes de volver a redibujar en el monitor, y por ultimo se encuentra el botón redibujar,

que dibujará las capas que se encuentren chequeadas, tomando como orden de dibujo de arriba hacia abajo.

A continuación se muestra el resultado de colocar las capas en el orden adecuado.

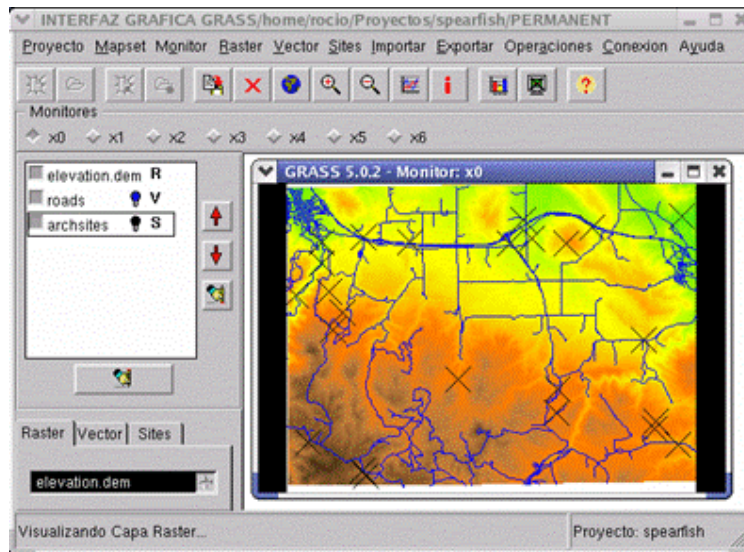


Fig.79 Visualización de varias capas en un monitor

11. AYUDA

11.1 CONTENIDO

En este ítem se encontrará una guía para realizar las diferentes operaciones en la interfaz.

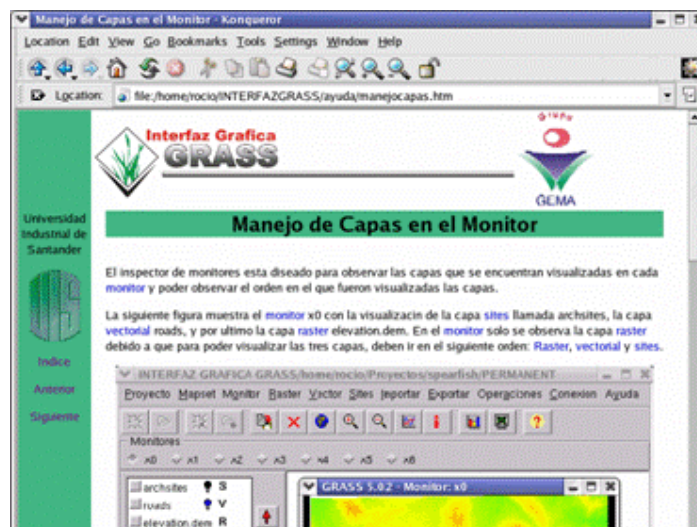


Fig. 72 Página de ayuda.

11.2 GLOSARIO

Este ítem presenta un glosario sobre algunos términos encontrados en la ayuda proporcionada. En la ayuda cada vez que se encuentra una de las palabras del glosario se remite éste.

11.3 ACERCA DE GRASS

Esta página presenta una descripción del software GRASS, de su historia, características, instalación de los binarios, estructura de información y descripción de algunos módulos.

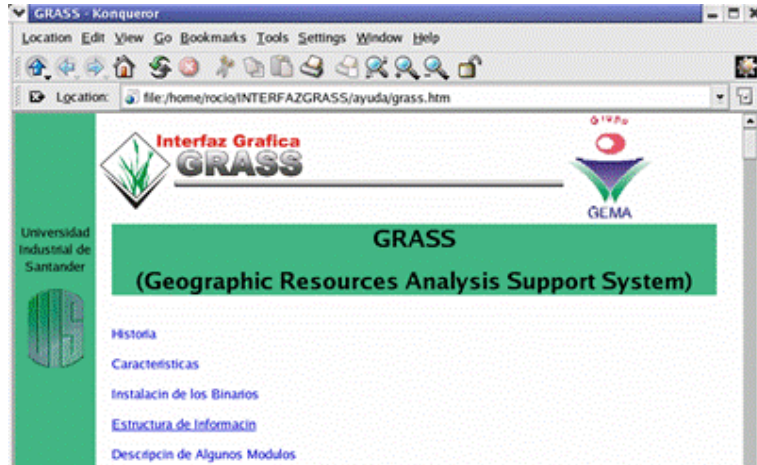


Fig.73 Página sobre la descripción del software GRASS

11.4 LICENCIA PÚBLICA GENERAL (GPL)

En ésta página se presenta la licencia pública General (GPL) por la cual se rigen las herramientas que fueron utilizadas en el desarrollo de la interfaz.

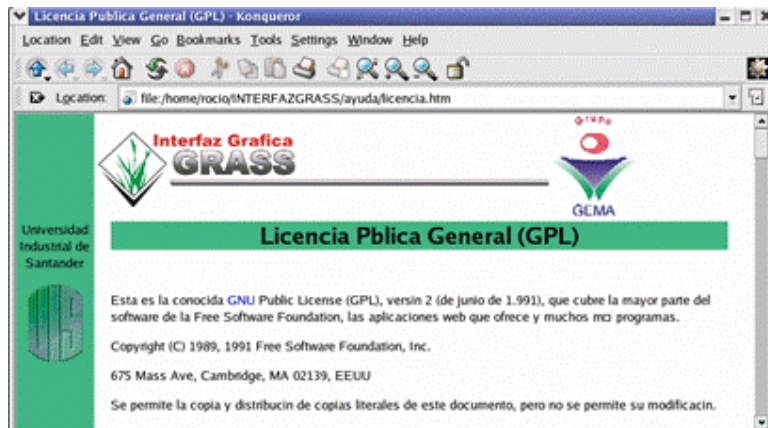


Fig.74 Página que presenta la Licencia Pública General (GPL)

11.5 ACERCA INTERFAZ GRÁFICA GRASS

Esta ventana presenta la versión de la interfaz, sus autores y las herramientas con las cuales fue desarrollada.



Fig. 75 Ventana sobre el acerca de la INTERFAZ GRÁFICA GRASS Versión 1.0

ANEXO B
HERRAMIENTAS GNU

HERRAMIENTAS GNU

INTRODUCCION

En la actualidad miles de personas y organizaciones están usando software libre, debido a que reduce enormemente los costos, permite ojear y estudiar dicho código, detectar errores rápidamente, modificarlo según las necesidades y adaptarlo a los propios equipos informáticos aprovechando mejor las características de las máquinas. Trabajando con Software libre, con manejo de licencias GNU/GPL, se busca que las aplicaciones sean más económicas durante su desarrollo e implantación. Además, se encuentra gran soporte de personas que usan el software libre y que por tanto en caso de requerir de sus servicios, éstos están al alcance de quien los requiere y a precios razonables.

Al hablar de software libre se puede pensar en que no es muy agradable el entorno de trabajo, esto queda sin fundamento gracias a que por ser código abierto permite que miles de programadores trabajen en forma conjunta actualizándolo constantemente, evitando que los programas sean perecederos, al igual que buscan ampliar las aplicaciones gráficas de las herramientas.

COMO SURGE EL PROYECTO GNU?

Todo comenzó a finales de la década de los 60, cuando los señores Ken Thompson y Dennis Ritchie los cuales trabajaban para los Bell Laboratories (hoy en día AT&T), desarrollaron un sistema operativo denominado UNIX. Este era un sistema elegante y sencillo, que

originalmente corría en una maquina (DEC PDP-7) que era menos potente que cualquier teléfono móvil actual. El sistema se escribió en lenguaje ensamblador, específico para el PDP-7, presentando un problema muy serio debido a que no podía transportarse a otro computador, para correr UNIX en otro computador tenían que reescribirlo íntegramente. De aquí nació la idea de crear un lenguaje ensamblador "abstracto", de manera que reescribiendo UNIX en dicho lenguaje disminuyeran los esfuerzos por transportarlo a una nueva arquitectura. Así nació el lenguaje de programación C y con este lenguaje UNIX fue reescrito convirtiéndose así en el primer sistema operativo transportable de la historia.

Después AT&T que poseía los Bell Laboratories no podía explotar comercialmente UNIX, debido a su calidad de monopolio, es por ésta razón que la compañía permitió su distribución a empresas y universidades por un precio simbólico. Esto fue un factor crucial en la expansión y desarrollo de UNIX.

A partir de ese sistema surgieron muchas variantes como System V, SunOs entre otros, pero todo este sistema de cooperación se vio afectado debido a que en el año de 1984 debido a la ley antimonopolio que existía en EEUU, AT&T fue obligada a dividirse. A partir de dicho momento desapareció la restricción que le impedía explotar comercialmente UNIX y la primera medida que se dejó notar fue la restricción en la distribución del código fuente del sistema, presentándose así una amenaza para ese estado de cooperación que se había establecido.

En el año 1984, Stallman decidió iniciar el proyecto GNU, un proyecto cuya finalidad era proporcionar un sistema operativo similar a UNIX, pero con una licencia que impidiera que dicho sistema padeciera la

amenaza presentada a UNIX. Dicha licencia se llamó GPL (Licencia Pública General) la cual le confiere al software la propiedad de ser libre y permanecer libre.

DEFINICIÓN DEL SOFTWARE LIBRE

El Software Libre es un asunto de libertad, no de precio, esto puede confundirse debido a que la palabra (*free*) significa tanto libre como gratis. Software Libre se refiere a la libertad de los usuarios para ejecutar, copiar, distribuir, estudiar, cambiar y mejorar el software. De modo más preciso, se refiere a cuatro libertades de los usuarios del software:

- La libertad de usar el programa, con cualquier propósito.
- La libertad de estudiar cómo funciona el programa, y adaptarlo a sus necesidades. El acceso al código fuente es una condición previa para esto.
- La libertad de distribuir copias.
- La libertad de mejorar el programa y hacer públicas las mejoras a los demás, de modo que toda la comunidad se beneficie.

Un programa es software libre si los usuarios tienen todas estas libertades. Así pues, debería tener la libertad de distribuir copias, sea con o sin modificaciones, sea gratis o cobrando una cantidad por la distribución, a cualquiera y en cualquier lugar. El ser libre de hacer esto significa (entre otras cosas) que no tiene que pedir o pagar permisos.

La libertad para usar un programa significa la libertad para cualquier persona u organización de usarlo en cualquier tipo de sistema informático, para cualquier clase de trabajo, y sin tener obligación de comunicárselo al desarrollador o a alguna otra entidad específica.

FILOSOFIA DEL SOFTWARE LIBRE

La filosofía actual del software libre es dar la libertad a todo usuario de redistribuir y cambiar software. Según la Free Software Foundation, FSF, el proyecto GNU es el punto de partida para entender lo que hoy es Linux. No es posible comprender qué es software libre sin abordar los conceptos de licencia, derechos de autor, copyright u otras denominaciones que pretende proteger el trabajo realizado por una persona. Para el proyecto GNU lo importante no es proteger el trabajo que ha realizado un individuo sobre un programa sino proteger legalmente que haya seguridad de que un software no va a ser apropiado por alguien.

Para esta protección el proyecto GNU utiliza el concepto "copyleft" con el que se pretende proteger de modo legal estas libertades para todos. El software protegido con "copyleft" es software libre cuyos términos de distribución no permiten a los redistribuidores agregar ninguna restricción adicional cuando éstos redistribuyen o modifican el software. Esto significa que cada copia del software, aun si ha sido modificado, debe ser software libre.

Bajo los términos de la licencia Pública General (GPL) se distribuye una gran variedad de software, entre los que se encuentran: Linux, Open Kylix, Postgresql, y el SIG GRASS, productos que fueron utilizados para la implementación de la nueva interfaz gráfica para el software GRASS. Debido a la naturaleza de éstas aplicaciones la nueva interfaz se rige bajo los términos de la licencia GPL, por lo cual se proporcionará en su distribución una copia de ésta y del código fuente de la aplicación para de ésta forma cumplir con los términos de la licencia que se exponen a continuación y garantizar la continuidad del proyecto.

LICENCIA PÚBLICA GNU

Esta es la conocida GNU Public License (GPL), versión 2 (de junio de 1.991), que cubre la mayor parte del software de la Free Software Foundation, las aplicaciones web que ofrece y muchos más programas.

Copyright (C) 1989, 1991 Free Software Foundation, Inc.

675 Mass Ave, Cambridge, MA 02139, EEUU

Se permite la copia y distribución de copias literales de este documento, pero no se permite su modificación.

Preámbulo

Las licencias que cubren la mayor parte del negocio del software están diseñadas para quitarle a usted la libertad de compartir y/o modificar el código fuente. Por el contrario, la Licencia Pública General de GNU pretende garantizarle la libertad de compartir y modificar software libre, para asegurar que el software es libre para todos sus usuarios. Esta Licencia Pública General se aplica a la mayor parte del software de la Free Software Foundation y a cualquier otro programa si sus autores se comprometen a utilizarla.

Cuando se habla de software libre, se refiere a libertad, no a precio. Las Licencias Públicas Generales están diseñadas para asegurar que se tenga la libertad de distribuir copias de software libre (y cobrar por ese servicio si se quiere), de que reciba el código fuente o que pueda conseguirlo si lo quiere, de que pueda modificar el software o usar fragmentos de él en nuevos programas libres, y de que sepa que puede hacer todas estas cosas.

Para proteger sus derechos se necesita de algunas restricciones que prohíban a cualquiera negarle a usted estos derechos o pedirle que

renuncie a ellos. Estas restricciones se traducen en ciertas obligaciones que le afectan si distribuye copias del software, o si lo modifica.

Por ejemplo, si distribuye copias de uno de estos programas, sea gratuitamente, o a cambio de una contraprestación, debe dar a los receptores todos los derechos que tiene. Debe asegurarse de que ellos también reciben, o pueden conseguir, el código fuente. Y debe mostrarles estas condiciones de forma que conozcan sus derechos.

Se protegen los derechos con la combinación de dos medidas:

1. Poner el software bajo copyright y
2. Le ofrecer esta licencia, que le da permiso legal para copiar, distribuir y/o modificar el software.

También, para la protección de cada autor y la de la fundación, se quiere asegurar de que todo el mundo comprende que no se proporciona ninguna garantía para este software libre. Si el software se modifica por cualquiera y éste a su vez lo distribuye, sus receptores deben saber que lo que tienen no es el original, de forma que cualquier problema introducido por otros no afecte a la reputación de los autores originales.

Por último, cualquier programa libre está constantemente amenazado por patentes sobre el software. Con el fin de evitar el peligro de que los redistribuidores de un programa libre obtengan patentes por su cuenta, convirtiendo de facto el programa en propietario. Para evitar esto, se ha dejado claro que cualquier patente debe ser pedida para el uso libre de cualquiera, o no ser pedida.

Los términos exactos y las condiciones para la copia, distribución y modificación se exponen a continuación.

Términos y condiciones para la copia, distribución y modificación

1. Esta Licencia se aplica a cualquier programa u otro tipo de trabajo que contenga una nota colocada por el tenedor del copyright diciendo que puede ser distribuido bajo los términos de esta Licencia Pública General. En adelante, «Programa» se referirá a cualquier programa o trabajo que cumpla esa condición y «trabajo basado en el Programa» se referirá bien al Programa o a cualquier trabajo derivado de él según la ley de copyright. Esto es, un trabajo que contenga el programa o una porción de él, bien en forma literal o con modificaciones y/o traducido en otro lenguaje. Por lo tanto, la traducción está incluida sin limitaciones en el término «modificación». Cada concesionario (licenciatarario) será denominado «usted».

Cualquier otra actividad que no sea la copia, distribución o modificación no está cubierta por esta Licencia, está fuera de su ámbito. El acto de ejecutar el Programa no está restringido, y los resultados del Programa están cubiertos únicamente si sus contenidos constituyen un trabajo basado en el Programa, independientemente de haberlo producido mediante la ejecución del programa. El que esto se cumpla, depende de lo que haga el programa.

2. Usted puede copiar y distribuir copias literales del código fuente del Programa, según lo has recibido, en cualquier medio, supuesto que de forma adecuada y bien visible publique en cada copia un anuncio de copyright adecuado y un repudio de garantía, mantenga intactos todos los anuncios que se refieran a esta Licencia y a la ausencia de garantía, y proporcione a

cualquier otro receptor del programa una copia de esta Licencia junto con el Programa.

Puede cobrar un precio por el acto físico de transferir una copia, y puede, según su libre albedrío, ofrecer garantía a cambio de unos honorarios.

3. Puede modificar su copia o copias del Programa o de cualquier porción de él, formando de esta manera un trabajo basado en el Programa, y copiar y distribuir esa modificación o trabajo bajo los términos del apartado 1, antedicho, supuesto que además cumpla las siguientes condiciones:
 - a. Debe hacer que los ficheros modificados lleven anuncios prominentes indicando que los ha cambiado y la fecha de cualquier cambio.
 - b. Debe hacer que cualquier trabajo que distribuya o publique y que en todo o en parte contenga o sea derivado del Programa o de cualquier parte de él sea licenciada como un todo, sin carga alguna, a todas las terceras partes y bajo los términos de esta Licencia.
 - c. Si el programa modificado lee normalmente órdenes interactivamente cuando es ejecutado, debe hacer que, cuando comience su ejecución para ese uso interactivo de la forma más habitual, muestre o escriba un mensaje que incluya un anuncio de copyright y un anuncio de que no se ofrece ninguna garantía (o por el contrario que sí se ofrece garantía) y que los usuarios pueden redistribuir el programa bajo estas condiciones, e indicando al usuario cómo ver una copia de esta licencia. (Excepción: si el propio programa es interactivo pero normalmente no

muestra ese anuncio, no se requiere que su trabajo basado en el Programa muestre ningún anuncio).

Estos requisitos se aplican al trabajo modificado como un todo. Si partes identificables de ese trabajo no son derivadas del Programa, y pueden, razonablemente, ser consideradas trabajos independientes y separados por ellos mismos, entonces esta Licencia y sus términos no se aplican a esas partes cuando sean distribuidas como trabajos separados. Pero cuando distribuya esas mismas secciones como partes de un todo que es un trabajo basado en el Programa, la distribución del todo debe ser según los términos de esta licencia, cuyos permisos para otros licenciarios se extienden al todo completo, y por lo tanto a todas y cada una de sus partes, con independencia de quién la escribió.

Por lo tanto, no es la intención de este apartado reclamar derechos o desafiar sus derechos sobre trabajos escritos totalmente por usted mismo. El intento es ejercer el derecho a controlar la distribución de trabajos derivados o colectivos basados en el Programa.

Además, el simple hecho de reunir un trabajo no basado en el Programa con el Programa (o con un trabajo basado en el Programa) en un volumen de almacenamiento o en un medio de distribución no hace que dicho trabajo entre dentro del ámbito cubierto por esta Licencia.

4. Puede copiar y distribuir el Programa (o un trabajo basado en él, según se especifica en el apartado 2), como código objeto o en formato ejecutable según los términos de los apartados 1 y 2, supuesto que además cumpla una de las siguientes condiciones:

- a. Acompañarlo con el código fuente completo correspondiente, en formato electrónico, que debe ser distribuido según se especifica en los apartados 1 y 2 de esta Licencia en un medio habitualmente utilizado para el intercambio de programas, o
- b. Acompañarlo con una oferta por escrito, válida durante al menos tres años, de proporcionar a cualquier tercera parte una copia completa en formato electrónico del código fuente correspondiente, a un coste no mayor que el de realizar físicamente la distribución del fuente, que será distribuido bajo las condiciones descritas en los apartados 1 y 2 anteriores, en un medio habitualmente utilizado para el intercambio de programas, o
- c. Acompañarlo con la información que recibiste ofreciendo distribuir el código fuente correspondiente. (Esta opción se permite sólo para distribución no comercial y sólo si usted recibió el programa como código objeto o en formato ejecutable con tal oferta, de acuerdo con el apartado b anterior).

Por código fuente de un trabajo se entiende la forma preferida del trabajo cuando se le hacen modificaciones. Para un trabajo ejecutable, se entiende por código fuente completo todo el código fuente para todos los módulos que contiene, más cualquier fichero asociado de definición de interfaces, más los guiones utilizados para controlar la compilación e instalación del ejecutable. Como excepción especial el código fuente distribuido no necesita incluir nada que sea distribuido normalmente (bien como fuente, bien en forma binaria) con los componentes principales (compilador, kernel y similares) del

sistema operativo en el cual funciona el ejecutable, a no ser que el propio componente acompañe al ejecutable.

Si la distribución del ejecutable o del código objeto se hace mediante la oferta acceso para copiarlo de un cierto lugar, entonces se considera la oferta de acceso para copiar el código fuente del mismo lugar como distribución del código fuente, incluso aunque terceras partes no estén forzadas a copiar el fuente junto con el código objeto.

5. No puede copiar, modificar, sublicenciar o distribuir el Programa excepto como prevé expresamente esta Licencia. Cualquier intento de copiar, modificar sublicenciar o distribuir el Programa de otra forma es inválida, y hará que cesen automáticamente los derechos que te proporciona esta Licencia. En cualquier caso, las partes que hayan recibido copias o derechos de usted bajo esta Licencia no cesarán en sus derechos mientras esas partes continúen cumpliéndola.
6. No está obligado a aceptar esta licencia, ya que no la ha firmado. Sin embargo, no hay nada más que le proporcione permiso para modificar o distribuir el Programa o sus trabajos derivados. Estas acciones están prohibidas por la ley si no acepta esta Licencia. Por lo tanto, si modifica o distribuye el Programa (o cualquier trabajo basado en el Programa), está indicando que acepta esta Licencia para poder hacerlo, y todos sus términos y condiciones para copiar, distribuir o modificar el Programa o trabajos basados en él.
7. Cada vez que redistribuya el Programa (o cualquier trabajo basado en el Programa), el receptor recibe automáticamente una licencia del licenciataria original para copiar, distribuir o modificar el Programa, de forma sujeta a estos términos y

condiciones. No puede imponer al receptor ninguna restricción más sobre el ejercicio de los derechos aquí garantizados. No es usted responsable de hacer cumplir esta licencia por terceras partes.

8. Si como consecuencia de una resolución judicial o de una alegación de infracción de patente o por cualquier otra razón (no limitada a asuntos relacionados con patentes) se le imponen condiciones (ya sea por mandato judicial, por acuerdo o por cualquier otra causa) que contradigan las condiciones de esta Licencia, ello no le exime de cumplir las condiciones de esta Licencia. Si no puede realizar distribuciones de forma que se satisfagan simultáneamente sus obligaciones bajo esta licencia y cualquier otra obligación pertinente entonces, como consecuencia, no puede distribuir el Programa de ninguna forma. Por ejemplo, si una patente no permite la redistribución libre de derechos de autor del Programa por parte de todos aquellos que reciban copias directas o indirectamente a través de usted, entonces la única forma en que podría satisfacer tanto esa condición como esta Licencia sería evitar completamente la distribución del Programa.

Si cualquier porción de este apartado se considera inválida o imposible de cumplir, bajo cualquier circunstancia particular ha de cumplirse el resto y la sección por entero ha de cumplirse en cualquier otra circunstancia.

No es el propósito de este apartado inducirle a infringir ninguna reivindicación de patente ni de ningún otro derecho de propiedad o impugnar la validez de ninguna de dichas reivindicaciones. Este apartado tiene el único propósito de proteger la integridad del sistema de distribución de software

libre, que se realiza mediante prácticas de licencia pública. Mucha gente ha hecho contribuciones generosas a la gran variedad de software distribuido mediante ese sistema con la confianza de que el sistema se aplicará consistentemente. Será el autor/donante quien decida si quiere distribuir software mediante cualquier otro sistema y una licencia no puede imponer esa elección.

Este apartado pretende dejar completamente claro lo que se cree que es una consecuencia del resto de esta Licencia.

9. Si la distribución y/o uso del Programa está restringida en ciertos países, bien por patentes o por interfaces bajo copyright, el tenedor del copyright que coloca este Programa bajo esta Licencia puede añadir una limitación explícita de distribución geográfica excluyendo esos países, de forma que la distribución se permita sólo en o entre los países no excluidos de esta manera. En ese caso, esta Licencia incorporará la limitación como si estuviese escrita en el cuerpo de esta Licencia.

10. La Free Software Foundation puede publicar versiones revisadas y/o nuevas de la Licencia Pública General de tiempo en tiempo. Dichas nuevas versiones serán similares en espíritu a la presente versión, pero pueden ser diferentes en detalles para considerar nuevos problemas o situaciones.

Cada versión recibe un número de versión que la distingue de otras. Si el Programa especifica un número de versión de esta Licencia que se refiere a ella y a «cualquier versión posterior», tienes la opción de seguir los términos y condiciones, bien de esa versión, bien de cualquier versión posterior publicada por la Free Software Foundation. Si el Programa no especifica un

número de versión de esta Licencia, puedes escoger cualquier versión publicada por la Free Software Foundation.

11. Si quiere incorporar partes del Programa en otros programas libres cuyas condiciones de distribución son diferentes, escribe al autor para pedirle permiso. Si el software tiene copyright de la Free Software Foundation, escribe a la Free Software Foundation: algunas veces hacemos excepciones en estos casos. Nuestra decisión estará guiada por el doble objetivo de preservar la libertad de todos los derivados de nuestro software libre y promover el que se comparta y reutilice el software en general.

AUSENCIA DE GARANTÍA

12. Como el programa se licencia libre de cargas, no se ofrece ninguna garantía sobre el programa, en todas las extensiones permitidas por la legislación aplicable. Excepto cuando se indique de otra forma por escrito, los tenedores del copyright y/u otras partes proporcionan el programa «tal cual», sin garantía de ninguna clase, bien expresa o implícita, con inclusión, pero sin limitación a las garantías mercantiles implícitas o a la conveniencia para un propósito particular. Cualquier riesgo referente a la calidad y prestaciones del programa es asumido por usted. Si se probase que el Programa es defectuoso, asume el coste de cualquier servicio, reparación o corrección.
13. En ningún caso, salvo que lo requiera la legislación aplicable o haya sido acordado por escrito, ningún tenedor del copyright ni ninguna otra parte que modifique y/o redistribuya el Programa según se permite en esta Licencia será responsable ante usted por daños, incluyendo cualquier daño general,

especial, incidental o resultante producido por el uso o la imposibilidad de uso del Programa (con inclusión, pero sin limitación a la pérdida de datos o a la generación incorrecta de datos o a pérdidas sufridas por usted o por terceras partes o a un fallo del Programa al funcionar en combinación con cualquier otro programa), incluso si dicho tenedor u otra parte ha sido advertido de la posibilidad de dichos daños.

FIN DE TÉRMINOS Y CONDICIONES