



UNIVERSIDAD NACIONAL DE LOJA

AREA DE LA ENERGÍA, LAS INDUSTRIAS Y LOS RECURSOS NATURALES NO RENOVABLES

“Aplicación SIG (Sistema de Información Geográfico) para la
caracterización y análisis hidrológico de la cuenca superior del
Río Zamora (Hoya de Loja).”

Tesis previa a la obtención del
título de Ingeniería en Sistemas

AUTORES:

Hernán Sigel Ludeña Castillo

Francisco Fernando Valarezo Benítez

DIRECTOR:

Ing. Lorena E. Conde Z.

Loja – Ecuador

2008



CERTIFICACIÓN

Ingeniera Lorena Conde

DOCENTE DE LA CARRERA DE INGENIERÍA EN SISTEMAS DEL ÁREA DE ENERGÍA LAS INDUSTRIAS Y LOS RECURSOS NATURALES NO RENOVABLES.

Certifico:

Que el Sr. Hernán Sigel Ludeña Castillo y el Sr. Francisco Fernando Valarezo Benítez, autores de la tesis APLICACIÓN SIG (SISTEMA DE INFORMACIÓN GEOGRÁFICO) PARA LA CARACTERIZACIÓN Y ANÁLISIS HIDROLÓGICO DE LA CUENCA SUPERIOR DEL RÍO ZAMORA (Hoya de Loja), han cumplido con los requisitos estipulados en el Reglamento General de la Universidad Nacional de Loja, la misma que ha sido coordinada y revisada durante todo el proceso de desarrollo desde su inicio hasta la culminación, por lo cual autorizo su presentación.

Loja, Junio del 2008

.....

Ing. Lorena Conde

DIRECTORA DE TESIS



AUTORÍA

Declaramos que el presente trabajo de investigación, sus criterios, ideas, resultados, conclusiones y recomendaciones tanto en su original como en sus copias, son exclusivamente responsabilidad de sus autores

.....

Hernán S. Ludeña C.

.....

Francisco F. Valarezo B.



DEDICATORIA

Dedico la presente tesis a mis padres SIGEL YBLANCA por su apoyo y comprensión en los buenos y malos momentos de mi vida, ya que sin ellos no sería posible la culminación de mi carrera universitaria, porque supieron guiarme con amor y cariño por el camino correcto para seguir adelante en mi formación personal y universitaria.

A mis hermanos JOSÉ, LIGIA, ANA y MARCELO por estar siempre a mi lado apoyándome, respetando mis decisiones y brindándome su confianza con el único y firme propósito de verme salir adelante.

A mis amigos, familiares y demás personas que siempre están cerca, porque siempre supieron brindarme su ayuda, incentivando y colaborando de una u otra forma en cada paso de mi formación académica para llegar con éxito a culminar el presente trabajo.

A Dios por permitirme disfrutar junto a mi familia y amigos cada día de vida, dándome la fuerza necesaria para ser una persona de bien y así salir adelante ante todos los obstáculos que la vida nos depara.

Hernán

A Dios por guiarme, fortalecerme, para poder cumplir mis metas.

A mis padres Julio César y Juliana Angelita por darme el apoyo incondicional y brindarme sus consejos en todo momento que he necesitado de su cobijo y así alcanzar un éxito importante a nivel profesional.

A mi hermano César aunque a la distancia sabe que siempre está en el corazón de mi hermosa familia, a mi linda hermana Georgina por ser única y especial brindando todo ese cariño que guarda en su corazón, y mi querido hermano Jonathan deseando que siempre llegue a triunfar y siga adelante alcanzando sus metas.

Y por último a todas las personas que son parte muy importante de mi vida y están a mi lado, que han sabido brindarme lo mejor, ayudándome a alcanzar este gran éxito profesional.

Francisco Fernando



AGRADECIMIENTO

La voluntad y el impulso generado en la presente tesis tanto en su elaboración, ejecución y aprobación se debe:

Con mucha fe y humildad a Dios por darnos fuerza, voluntad, sabiduría para culminar nuestros estudios universitarios y alcanzar este esperado sueño.

A nuestras familias por brindarnos el apoyo incondicional y así poder lograr lo anhelado, y todos nuestros amigos al ser el soporte de fe, apoyo, motivación y optimismo para lograr cumplir nuestras metas.

A la ingeniera Lorena Conde por ser nuestra directora de tesis que con sus conocimientos y sugerencias supo orientarnos, guiarnos en todo el desarrollo del proyecto.

A todo el personal del Centro Integrado de Geomática Ambiental como el Ing. Aníbal González, Ing. Fabián Sotomayor, Ing. Luís Chalán, y demás colaboradores, que nos apoyaron con sus sabias enseñanzas y consejos en el manejo de Sistemas de Información Geográfica; y al Ing. Valdemar Espinoza que nos asesoró como desarrollador de software en SIG's.

LOS AUTORES



INDICE GENERAL

CONTENIDO	Página
Certificación.....	i
Autoría.....	ii iii
Dedicatoria.....	iv
Agradecimiento.....	v
Índice General.....	ix
Índice de Diagramas.....	x
Índice de Pantallas.....	xii
Índice de Cuadros.....	xiii
Índice de Figuras.....	xiv
Índice de Anexos.....	
1. RESUMEN.....	1
2. INTRODUCCIÓN.....	2
3. METODOLOGÍA.....	5
3.1 Materiales.....	6
3.1.1 Datos de Campo.....	7
3.2 Métodos.....	8
3.2.1 Metodología para la investigación.....	8
3.2.2 Metodología para desarrollo del proyecto.....	9
3.2.2.1 Análisis.....	10
3.2.2.2 Diseño.....	11
3.2.2.3 Codificación o Construcción.....	12
3.2.2.4 Pruebas.....	12
3.2.2.5 Implementación.....	13
4. FUNDAMENTACIÓN TEÓRICA.....	14
4.1 Descripción de la metodología.....	15
4.1.1 Definición de metodologías.....	15
4.1.1.1 Extreme Programming (XP).....	15
4.1.1.2 Proceso Unificado Racional (RUP).....	15
4.1.1.3 Método de Desarrollo de Sistema Unificado (DSDM).....	16
4.1.1.4 Iconix.....	16
4.1.1.5 Scrum.....	17



4.1.2	Características del Proyecto.....	17
4.1.3	Metodología Iconix.....	19
4.1.3.1	Las capacidades del Iconix.....	19
4.2	Sistema de Información Geográfico.....	20
4.2.1	Definiciones.....	20
4.2.2	Componentes de los SIG's.....	21
4.2.3	Operaciones y Funciones de un SIG.....	22
4.2.3.1	Ingreso de Datos.....	22
4.2.3.2	Almacenamiento de Datos.....	22
4.2.3.3	Manipulación y Procesamiento de Datos.....	22
4.2.3.4	Producción de Datos.....	23
4.2.4	Funciones de un SIG.....	23
4.2.5	Modelación de Datos Espaciales.....	24
4.2.5.1	Modelos Vectoriales.....	24
4.2.5.2	Modelos de celdas o raster.....	25
4.2.5.3	Modelos de superficies en tres dimensiones.....	25
4.3	Manejo de Cuencas.....	26
4.3.1	Cuenca Hidrológica.....	27
4.3.2	Cuenca Hidrográfica.....	27
4.3.3	Cuenca Hidrográfica como sistema.....	28
4.3.4	Zonas de una Cuenca Hidrográfica.....	29
4.3.4.1	Zona de Cabecera de las Cuencas Hidrográficas.....	29
4.3.4.2	Zona de Emisión de los Acuíferos.....	29
4.3.5	Función Hidrológica.....	29
4.3.6	Cuenca, Microcuenca y Subcuenca Hidrográfica.....	30
4.3.7	Tipos de Cuencas.....	30
4.3.8	Componentes de una Cuenca Hidrográfica.....	31
4.3.9	Análisis Morfométrico de una cuenca.....	32
4.3.10	Elementos de diagnóstico biofísico.....	34
4.4	Herramientas del Sistema.....	34
4.4.1	Lenguaje de Modelado Unificado.....	35
4.4.1.1	Modelos.....	36
4.4.2	MapWindow.....	38
4.4.2.1	Comparativa de software SIG.....	38



4.4.2	Visual Studio .Net en Lenguaje C#.....	40
4.4.2.1	Common Lenguaje Runtime (CRL).....	41
4.4.2.2	Introducción a C#.....	42
4.4.2.3	Caracterización de C#.....	43
4.4.3	MySQL.....	44
5.	EVALUACIÓN DEL OBJETO DE INVESTIGACIÓN.....	47
6.	DESARROLLO DE LA PROPUESTA ALTERNATIVA.....	50
6.1	Definición del problema.....	51
6.1.1	Información Primaria.....	55
6.1.2	Caracterización y Análisis Hidrológico.....	56
6.1.3	Elementos Biofísicos.....	56
6.1.4	Precipitación Media.....	57
6.1.5	Caudales Medios Mensuales.....	58
6.1.6	Caudales Máximos.....	60
6.2	Documentación de Requerimientos.....	63
6.3	Glosario de Términos.....	68
6.4	Modelado.....	73
6.4.1	Modelo del Dominio.....	73
6.4.2	Descripción de Casos de Uso.....	74
6.4.3	Prototipo de Pantallas.....	94
6.4.4	Diagrama de Robustez.....	138
6.4.4.1	Caso de Uso: Consultar Información política y geográfica de la CSRZ.....	138
6.4.4.2	Caso de Uso: Manipular los Mapas.....	139
6.4.4.3	Caso de Uso: Consultar Información Biofísica de la CSRZ.....	140
6.4.4.4	Caso de Uso: Consultar Información Morfométrica e Hidrológica de la CSRZ.....	141
6.4.4.5	Caso de Uso: Consultar sobre los valores de precipitación.....	142
6.4.4.6	Caso de Uso: Mostrar Información de las estaciones meteorológicas.....	144
6.4.4.7	Caso de Uso: Consultar sobre valores de caudales.....	145
6.4.4.8	Caso de Uso: Generar Reportes.....	146
6.4.5	Diagramas de Secuencia.....	148
6.4.5.1	Caso de Uso: Consultar Información política y geográfica de la	



	CSRZ.....	148
6.4.5.2	Caso de Uso: Manipular los Mapas.....	149
6.4.5.3	Caso de Uso: Consultar Información Biofísica de la CSRZ.....	150
6.4.5.4	Caso de Uso: Consultar Información Morfométrica e Hidrológica de la CSRZ.....	150
6.4.5.5	Caso de Uso: Consultar sobre los valores de precipitación.....	151
6.4.5.6	Caso de Uso: Mostrar Información de las estaciones meteorológicas.....	152
6.4.5.7	Caso de Uso: Consultar sobre valores de caudales.....	153
6.4.5.8	Caso de Uso: Generar Reportes.....	154
6.4.6	Diagrama de Paquetes.....	155
6.4.7	Modelo Entidad – Relación.....	169
6.5	Plan de Validación.....	170
6.5.1	Fase de Validación.....	174
6.5.2	Detección de Requerimientos.....	178
7.	VALORACIÓN TÉCNICO – ECONÓMICA.....	179
8.	CONCLUSIONES.....	181
9.	RECOMENDACIONES.....	184
10.	BIBLIOGRAFÍA.....	187
11.	ANEXOS.....	190



INDICE DE DIAGRAMAS

Contenido	Página
Diagrama de Robustez	138
Caso de Uso: Consultar información política y geográfica de la CSRZ.....	138
Caso de Uso: Manipular los Mapas.....	139
Caso de Uso: Consultar Información Biofísica de la CSRZ.....	140
Caso de Uso: Consultar Información Morfométrica e Hidrológica de la CSRZ.....	141
Caso de Uso: Consultar sobre los valores de precipitación.....	142
Caso de Uso: Mostrar información de las estaciones meteorológicas.....	144
Caso de Uso: Consultar sobre valores de caudales.....	145
Caso de Uso: Generar Reportes.....	146
Diagrama de Secuencia	148
Casos de Uso: Consultar información política y geográfica de la CSRZ.....	148
Caso de Uso: Manipular los mapas.....	149
Caso de Uso: Consultar Información Biofísica de la CSRZ.....	150
Caso de Uso: Consultar Información Morfométrica e Hidrológica de la CSRZ.....	150
Caso de Uso: Consultar sobre los valores de precipitación.....	151
Caso de Uso: Mostrar información de las Estaciones Meteorológicas.....	152
Caso de Uso: Consultar Sobre Valores de Caudales.....	153
Caso de Uso: Generar Reportes.....	154



INDICE DE PANTALLAS

Contenido	Página
SISTEMA DE INFORMACIÓN DE LA CUENCA SUPERIOR DEL RÍO ZAMORA.....	94
Ubicación Política de CUENCA SUPERIOR DEL RÍO ZAMORA.....	95
Fotos de la Microcuenca.....	96
Imágenes BMP de la CUENCA SUPERIOR DEL RÍO ZAMORA.....	97
Mapa de Ubicación Geográfica Política.....	98
Mapa Base de la CSRZ.....	99
Documento a imprimir.....	100
Vista preliminar.....	101
Mapa de la Red Hídrica Original.....	102
Microcuencas.....	103
Parámetros Morfométricos e Hidrológicos.....	104
Microcuenca.....	105
Mapa de las Estaciones Meteorológicas.....	106
Estaciones Meteorológicas influyentes en la CSRZ.....	107
Precipitación Media Mensual de Estaciones Meteorológicas.....	108
Precipitación Máxima en 24H y Ajuste de las Estaciones Meteorológicas.....	109
Mapa de Cobertura Vegetal.....	110
Mapa de Texturas de Suelos.....	111
Mapa de Temperaturas Medias Anuales.....	112
Mapa de Pendientes del Cauce.....	113
Mapa de Pendientes del Terreno % de la CSRZ.....	114
Factor de Ajuste para el calculo de Precipitación Media en las Microcuencas	115
Mapa de Precipitación Anual por Área.....	116
Valores de precipitación período 1969 – 1998.....	117
Método U. S. Nacional Weather Service.....	118
Precipitación Media Mensual de las Microcuencas aplicando el Método U. S. Nacional Weather Service.....	119
Centroides de las Microcuencas.....	120
Resultados Estimados de Caudales Medios.....	121
Medición in situ de caudales semanales (parte oriental-parte occidental).....	122



Coeficiente K.....	123
Cobertura Vegetal para el Coeficiente K.....	124
Mapa de Evapotranspiración.....	125
Mapa de Cobertura Vegetal para el Coeficiente C.....	126
Resultados Estimados de Caudales Máximos.....	127
Mapa de Precipitación máxima en 24H.....	128
Zonificación de Intensidades.....	129
Valores de Intensidad de precipitación (mm*h ⁻¹) del INAMHI.....	130
Mapa Geográfico CSRZ.....	131
Aviso.....	132
Reportes.....	132
Reportes Estaciones.....	133
Datos Informativos.....	133
Consulta de Datos.....	134
Mensaje de Ayuda.....	134
Alternativas de Manejo Ambiental.....	135
Reporte Noticias.....	136
Ventana Reporte	137



ÍNDICE DE CUADROS

Contenido	Página
Cuadro 1. Comparaciones de las diferentes metodologías.....	17
Cuadro 2. Referencias de la diferentes metodologías.....	18
Cuadro 3. Principales SIG existentes en el mercado, sistemas operativos en los que pueden funcionar sin emulación, su tipo de licencia.....	39
Cuadro 4. Lista de los SIG programables y sus funcionalidades del software.....	40
Cuadro 5. Requerimientos del Usuario.....	54
Cuadro 6. Requerimientos del Sistema.....	63
Cuadro 7. Requerimientos no Funcionales del Sistema.....	67
Cuadro 8. Caso de Uso # 1.....	75
Cuadro 9. Caso de Uso # 2.....	77
Cuadro 10. Caso de Uso # 3.....	80
Cuadro 11. Caso de Uso # 4.....	82
Cuadro 12. Caso de Uso # 5.....	84
Cuadro 13. Caso de Uso # 6.....	87
Cuadro 14. Caso de Uso # 7.....	89
Cuadro 15. Caso de Uso # 8.....	92
Cuadro 16. Formato que registra la petición del Usuario.....	170
Cuadro 17. Formato de prueba del Sistema.....	171
Cuadro 18. Cuadro de resultados de pruebas.....	176



ÍNDICE DE FIGURAS

Contenido	Página
Figura 1. Esquema del Análisis y Diseño del SIG para CSRZ.....	13
Figura 2. Ilustra la metodología ICONIX (Doug Rosenberg y otro, 2007).....	19
Figura 3. Componentes de los GIS.....	21
Figura 4. La Cuenca Hidrográfica como sistema.....	28
Figura 5. Zonas de una Cuenca Hidrográfica.....	29
Figura 6. Microcuenca.....	30
Figura 7. Modelo del Inventario Hidrológico de la CSRZ.....	52
Figura 8. Arquitectura del SIG para la CSRZ.....	55
Figura 9. Modelo del Dominio.....	73
Figura 10. Modelo de C-U.....	74
Figura 11. Modelo Entidad – Relación.....	169



ÍNDICE DE ANEXOS

Contenido	Página
Anexo 1: Anteproyecto.....	191
Anexo 2: Formato de Encuesta.....	227
Anexo 3: Encuestas Realizadas.....	229
Anexo 4: Esquema de procesos para la tabulación de datos del plan de validación.....	234
Anexo 5: Certificaciones.....	236

1. Resumen

En la actualidad el avance de la tecnología en lo que respecta al manejo de Sistemas de Información Geográficos, ha evidenciado la creación de nuevas iniciativas dirigidas al desarrollo de aplicaciones SIG informáticas en entorno libre, que pretenden ser una alternativa viable a programas comerciales.

No obstante la idea principal no se trata de competir con las grandes soluciones informáticas existentes en el mercado; pero es perceptible cuanto esta dirigida al coste que es un agente primordial en pequeñas instituciones locales, centros educativos e investigativos, pequeñas empresas, etc., y el alto nivel de entrenamiento que se necesita; las herramientas SIG's libres se están presentando como la mejor opción.

Al ser evidenciado también en nuestra ciudad dicho factor y tratando de resolver, en cierta forma, con ayudas factibles para la sociedad, se consideró como objetivo desarrollar una aplicación SIG para la caracterización y análisis hidrológico de la Cuenca Superior del Río Zamora en la Hoya de Loja con el apoyo del Centro Integrado de Geomática Ambiental, con fines de planeación para la toma de decisiones de profesionales vinculados en el ámbito hidrológico

Para el desarrollo de la aplicación se trabajó en una de las herramientas SIG libres para escritorio, como lo es MapWindow el cual dispone de un componente OCX para desarrolladores informáticos que permite programar a las necesidades del usuario utilizando el lenguaje C# de la plataforma Visual Studio .Net. Así como también el almacenamiento de datos importantes para el análisis hidrológico en una base de datos solvente como MySql.

2. Introducción

La Universidad Nacional de Loja viene brindando sus servicios a la colectividad lojana a través de las carreras que ofrecen las diferentes áreas como son el Área de Educación, Arte y Comunicación; Área Jurídica Social y Administrativa; Área de Salud Humana; Área Agropecuaria y De Recursos Naturales Renovables; y el Área De Energía, Industrias y Recursos Naturales No Renovables.

El Área De Energía, Industrias Y Recursos Naturales No Renovables nos ofrece las carreras de Ingeniería Electromecánica, Ingeniería en Sistemas, Ingeniería en Minas, Geología, Tecnología Eléctrica y Tecnología Electrónica

La Carrera de Ingeniería en Sistemas forja estudiantes capaces de resolver problemas de la sociedad a través de sistemas computacionales, entendiéndose por sistema a un conjunto de elementos que se encuentran interactuando entre si para cumplir un objetivo específico.

El Área Agropecuaria y de Recursos Naturales Renovables cuenta con un Centro Integrado de Geomática Ambiental conocido como **CINFA** el mismo que se define en la actualidad como un “*Centro especializado en el campo de la geomática*”, es decir en el manejo de datos geográficos en sistemas de cómputo electrónico.

El objetivo general del CINFA es capturar, procesar, analizar y generar, en formato análogo o digital información geográfica relacionada con los recursos biofísicos (agua, suelo, aire, flora y fauna); y socioeconómicos, utilizando tecnología computarizada

A través de la vinculación y apoyo de estas dos Áreas que conforman la Universidad Nacional de Loja se logró elaborar un proyecto que contribuye con el adelanto de la Región Sur del país, en particular la provincia de Loja a través de la automatización de procesos específicamente en el campo de los sistemas de información geográfico.

Es por ello que la presente investigación trata sobre el desarrollo de un Sistema de Información Hidrológico para la Cuenca Superior del Río Zamora (ubicada en la Hoya

de Loja), con el propósito de brindar soluciones a los procesos relacionados con la caracterización y análisis hidrológico de la cuenca en estudio; dentro del cual constan cálculos a nivel de microcuencas en cuanto a características morfométricas, hidrológicas, caudales y precipitaciones.

Con el diseño e implementación del sistema logramos profundizar y adquirir nuevos conocimientos en cuanto a desarrollo de sistemas de información geográfica, así como fortalecimos todos los conocimientos adquiridos durante toda la carrera universitaria; manejando nuevas tecnologías de desarrollo como son Microsoft.Net y la herramienta GIS denominada MapWindow.

La importancia del desarrollo de este sistema, se da debido a que en la actualidad todos los procesos referentes a caracterización y análisis de la Cuenca Superior del Río Zamora se encuentran formando parte de un Inventario Hidrológico¹ que se encuentra en el CINFA de la UNL desarrollado a través de herramientas SIG como **ArcView** y **Cartalinx**, e inventariado a través de hojas Excel, haciéndose necesario elaborar un software especializado que cumpla con todas las necesidades y requerimientos planteados por los usuarios.

Para lo cual se plantearon los siguientes objetivos:

- Recopilar la información biofísica del sector en estudio.
- Sistematizar la información biofísica (suelo, agua) del sector en estudio.
- Almacenar ordenadamente y confiable, la información correspondiente a la cuenca superior del Río Zamora (Hoya de Loja).
- Diseñar el módulo que permita mejorar la aplicación de los métodos de caracterización de la cuenca hidrográfica, para la obtención de informes y resultados.
- Diseñar el módulo que permita mejorar la aplicación de los métodos de análisis hidrológicos, para la obtención de informes y resultados.
- Implantar la aplicación SIG en el CINFA de la UNL, con la colaboración de especialistas en el tema hidrográfico, para visualizar la caracterización y el análisis de la cuenca.

¹ Tesis de grado de la carrera de Ingeniería en Manejo y Conservación del Medio Ambiente archivada en el CINFA

El presente proyecto se encuentra dividido en las siguientes partes:

Primeramente una revisión literaria acerca de conceptos relacionados a metodologías de desarrollo, Sistemas de Información Geográfico, Manejo de Cuencas Hidrológicas y herramientas que conforman el sistema.

Una descripción del Inventario Hidrológico de la Cuenca Superior del río Zamora, conjuntamente con la definición de la metodología utilizada para el desarrollo óptimo del sistema.

Resultados obtenidos dentro de los cuales constan los requerimientos del usuario y el modelado del sistema a través de sus diferentes diagramas.

Un plan de validación donde se muestran los resultados obtenidos, luego de haber implementado el sistema.

Para finalmente terminar con las conclusiones y recomendaciones.

El sistema de información hidrológico de la Cuenca superior del río Zamora servirá de referente de consulta para las Instituciones Pública y Privadas, profesionales relacionados con el recurso hídrico, para utilizarlo en beneficio del desarrollo de Loja en cuanto a la construcción de obras hidráulicas, para riego y consumo humano, sistema de drenaje, generación hidroeléctrica, control de inundaciones, erosión y control de sedimentos, contaminación, fines recreativos, construcción de puentes, etc.



3. METODOLOGÍA

3.1 MATERIALES

Para dar solución a la caracterización y análisis respecto de la Cuenca Superior del Río Zamora, tomando en cuenta la automatización de procesos, se propone en brindar:

- Rapidez en el acceso a la información
- Diseñar un Software con Interfaz amigable y baja complejidad.
- Rápida interacción entre los mapas geográficos y los datos calculados.
- Permita realizar consultas de una manera interactiva.
- Se empleen modelos matemáticos que tengan aplicabilidad y adaptabilidad hacia la cuenca en estudio.

Al elaborar esta solución se utilizó:

- El Inventario Hidrológico de la Cuenca Superior del Río Zamora, elaborado por tesisistas de la carrera de Ingeniería en Manejo y Conservación del Medio Ambiente, y revisada por expertos en hidrología pertenecientes al departamento del CINFA².
- Información Geo-espacial elaborada en formato SHAPEFILE utilizando el modelo vectorial (líneas, puntos y polígonos).
- Herramienta GIS MapWindow (ver punto 4.4.1) con su componente OCX (ActiveX).
- Computadoras con Sistema Operativo Windows Xp, con software de programación Visual Studio .Net bajo licencia educativa adquirida por la universidad, software de diseño Enterprise Architect 3.60, base de datos MySql 5.0.
- Base cronológica de noticias en prensa escrita (Diario La Hora), existente en el sistema desarrollado.

El procesamiento y corrección de la información se realizó mediante el programa ArcView Gis 8.1.

² Centro Integrado de Geomática Ambiental de la Universidad Nacional de Loja.

En la parte de caracterización de la información se ha recopilado, preparado y evaluado la información existente, tarea fundamental en el desarrollo de nuestro sistema, debiendo tener las siguientes exigencias:

- Debe ser utilizable, es decir, debe dar respuesta a las dudas del usuario.
- Debe garantizar las exigencias requeridas de precisión y de calidad garantizada de acuerdo a su temática y escala.
- Se debe evitar redundancia en cuanto a la información de datos correlacionados.

Así mismo se digitalizó toda la información geográfica, parte importante del sistema, para lo cual se siguió los siguientes requerimientos:

- Cada atributo espacial (puntos, líneas y polígonos) tendrá asociada sus correspondientes datos alfanuméricos.
- La información se almacena por capas temáticas agrupadas según el contenido a representar en la base cartográfica digital.

3.1.1 Datos de campo

El Inventario Hidrológico de la Cuenca Superior del Río Zamora (CSRZ), la cual se encuentra ubicada al Este del Cantón Loja, registra 32 microcuencas. Las 32 microcuencas han sido monitoreadas por las 8 estaciones meteorológicas que influyen en la CSRZ.

El Inventario registra los datos de las 32 microcuencas, respecto a los parámetros morfométricos e hidrológicos³ de cada microcuenca; así como las precipitación mensual desde enero del 1969 hasta diciembre de 1998, con la utilización de los 3 métodos: precipitación media anual por áreas, U. S. Nacional Weather Service⁴, Factor de Ajuste (Pág. 58), desglosándose en precipitación mensual, precipitación media mensual, precipitación anual y precipitación media anual para cada microcuenca, y mediante estos cálculos también se ha obtenido los datos de caudales mensuales, caudales medios mensual y anual, y caudales máximos para cada microcuenca.

³ Estudio del relieve terrestre a través de unidades métricas.

⁴ Método desarrollado por el Servicio Meteorológico de los Estados Unidos

3.2 MÉTODOS

El presente trabajo de investigación fue desarrollado partiendo primeramente del uso de la técnica de la observación, a continuación la técnica de la entrevista, para finalmente utilizar el método deductivo y comparativo, obteniendo de esta manera resultados óptimos que nos permitieron adentrarnos directamente en el problema de investigación y de éste manera dar soluciones a lo propuesto.

3.2.1 Metodología para la investigación

La recolección de la información inició con la utilización del método deductivo, puesto que partimos de una entrevista con el Director del CINFA (Centro Integrado de Geomática Ambiental de la Universidad Nacional de Loja), en donde se logro conocer las necesidades en la Hoya de Loja que se relacionan directamente con los recursos biofísicos (agua, suelo, aire, flora y fauna) sobresaliendo principalmente el recuso hídrico.

Partiendo desde ahí se consideró necesario la automatización de procesos a través del desarrollo de un sistema que permita el manejo de mapas cartográficos sobre la información hidrológica de la Cuenca Superior del Río Zamora.

A continuación se aplicaron entrevistas al personal informático y al personal técnico del CINFA, en donde se pudo determinar la relación directa de la información hidrológica con los sistemas informáticos, conjuntamente se obtuvieron los requerimientos del sistema que nos permitirían iniciar con el análisis y posteriormente diseño de la aplicación.

El método de observación directa nos permitió apreciar el manejo de los SIG's en el CINFA y su necesidad para resolver problemas relacionados con el medio ambiente.

El cumplimiento de la requerimientos del sistema empezó con la correcta selección de las herramientas del sistema, información que se recopilo a través de entrevistas realizadas a los diseñadores del CINFA sobre sus experiencias en SIG's y del análisis de la información obtenida en el Internet, documentos y libros; a través de un razonamiento minucioso se selecciono las herramientas más idóneas que nos

permitirán un desarrollo óptimo del sistema de información de la CSRZ y así cumplir con todos los requerimientos planteados por los usuarios (ver punto 4.4).

3.2.2 Metodología para el desarrollo del proyecto

La metodología usada es la “metodología orientada a objetos”, ésta metodología nos permitió construir clases de objetos, clases reutilizables, lo cual es positivamente uno de los más atractivos objetivos que tiene la ingeniería del software.

Los componentes del software muestran varias características que están asociadas con el software de alta calidad como la independencia de funcionalidad y ocultación de información⁵.

El proceso de desarrollo de software escogido es el método ICONIX, su utilización se justifica debido a que es un proceso flexible, concreto y estructurado en todas sus fases, con el único propósito de producir proyectos robustos y confiables a través de una metodología orientada a la utilización de casos de uso y el lenguaje UML.

Las ventajas que brindo al sistema, al utilizar la metodología de ICONIX se justifican detalladamente por las siguientes razones:

- Presentar un enfoque reiterativo e incremental ya que a cada momento recitamos consultar los requisitos anteriores, y así no hubo un punto en que el proceso nos desvió lejos de las necesidades del usuario.
- Brindar un alto grado de seguimiento ya que a cada momento se hacia la revisión de los requisitos del usuario
- Haciendo uso de UML se pudo desarrollar los modelos del dominio y entidad-relación, así como los diagramas robustez, secuencia y paquetes. Los mismos que son necesarios y suficientes para nuestro Sistema orientado a Objetos.

⁵ PRESSMAN Roger S. Ingeniería del Software: Un Enfoque Práctico. Quinta Edición. Madrid, McGraw-Hill, 2002. Página 343.

El proceso contempla 5 fases, las cuales comprenden varias actividades, como:

Plan de fases

1. Análisis

2. Diseño

3. Codificación o Construcción

4. Pruebas

5. Implantación

3.2.2.1 Análisis

En la fase de análisis se recolectó toda la información necesaria con el propósito de obtener datos reales. También se estableció el alcance del producto final.

Definición del problema, es la parte esencial del proceso de ICONIX, nos permitió referirnos a los conceptos relacionados con el problema que el sistema está tratando de resolver. El modelo del dominio es la tarea que permitió descubrir "los objetos " (las clases) estos nos representaran posteriormente los conceptos esenciales del sistema.

Requerimiento, se declararon las partes necesarias del producto final y con ellos se elaboró el sistema de acuerdo a las características específicas de los usuarios, relacionados con sus necesidades.

Glosario de Términos, nos permitió describir el contenido de los elementos de información es decir todos los datos mencionados en el sistema con una especificación del proceso.

Diagrama de Casos de Uso, nos permite mostrar de manera gráfica el funcionamiento del sistema.

Especificación de Casos de Uso, en donde se especifican las acciones del sistema en cuanto a la interactividad con los usuarios, en este documento se estableció en detalle cómo actuará el sistema en diferentes situaciones.

3.2.2.2 Diseño

En la fase del diseño, se estableció una arquitectura sólida y confiable, la cual se basa en los todos los diagramas a realizarse: casos de uso, diagrama de clases, diagrama de paquetes, diagramas de robustez, diagramas de secuencia, diagrama de entidad relación y modelo de pantallas.

El objetivo de esta fase es tener los casos de uso bien modelados para que se implementen correctamente en la fase de codificación del sistema, fase que se incluye dentro del diseño y se la ejecuta luego de la elaboración de todos los diagramas que se describen a continuación.

Diagrama de Clases, se representaron los objetos de la vida real en el plano informático, resultándonos de especial utilidad para las siguientes etapas del desarrollo del sistema.

Diagrama de Paquetes, se representaron todos los objetos en forma agrupada de acuerdo a su relación entre objetos.

Diagrama de Robustez, une el análisis al diseño asegurando que su texto de caso de uso es correcto. Dirigiendo caminos necesarios de acción y permitiendo continuar descubriendo los objetos.

Diagrama de Secuencia, en donde se especifican gráficamente los objetos del sistema. La interacción diseñada nos permitirá detallar la conducta de los objetos y encontrar las clases apropiadas para los atributos y su funcionamiento.

Modelo Entidad ± Relación, en el cual se ordenan las entidades del sistema, y los datos necesarios para su funcionamiento completo, este modelo se desarrolla de acuerdo con el diagrama de clases para conseguir uno de los objetivos importantes de la metodología orientada a objetos como es la encapsulación.

Modelo de Pantallas, es un modelo de interfaz de usuario que poco a poco se ira puliendo con el transcurso del desarrollo del sistema, debido a que es interactivo, reiterativo e incremental.

3.2.2.3 Codificación o Construcción

En esta fase se programaron todas las partes del sistema, obteniendo como resultado un producto totalmente completo. Esta fase incluye:

Conexión a Base de Datos, el cual describe cómo el sistema se conecta a la base de datos para interactuar con la información.

Comunicaciones, el cual muestra cómo se comunican los diferentes componentes del sistema entre sí, nuestro la caso la comunicación con el componente MapControl de Mapwindow (Herramienta GIS)

3.2.2.4 Pruebas

Esta fase nos permitió comprobar el funcionamiento óptimo del sistema a través del desarrollo de un Plan de Validación, en el mismo que incluye las encuestas necesarias (ver Anexo 2) y los métodos empleados para la aplicación de las pruebas que se detallan a continuación:

Se utilizaron tres tipos de pruebas:

Pruebas De Funcionalidad, este tipo de pruebas asegura que en el sistema ejecute su funcionalidad correctamente, es decir que se cumplan los requerimientos que el usuario pidió.

Pruebas De Aceptación, este tipo de pruebas las realiza el cliente y verifica la funcionalidad total de la aplicación.

Pruebas De Usabilidad, en este tipo de pruebas se evaluaron dos parámetros:

- La utilidad del Sistema
- La robustez del sistema (Interfaz).

3.2.2.5 Implantación

Esta es la fase final del proceso de desarrollo de software ICONIX, y no es más que implementar la aplicación terminada para su uso.

Esta fase concluye con la elaboración y entrega de los manuales de usuario y los manuales del programador.

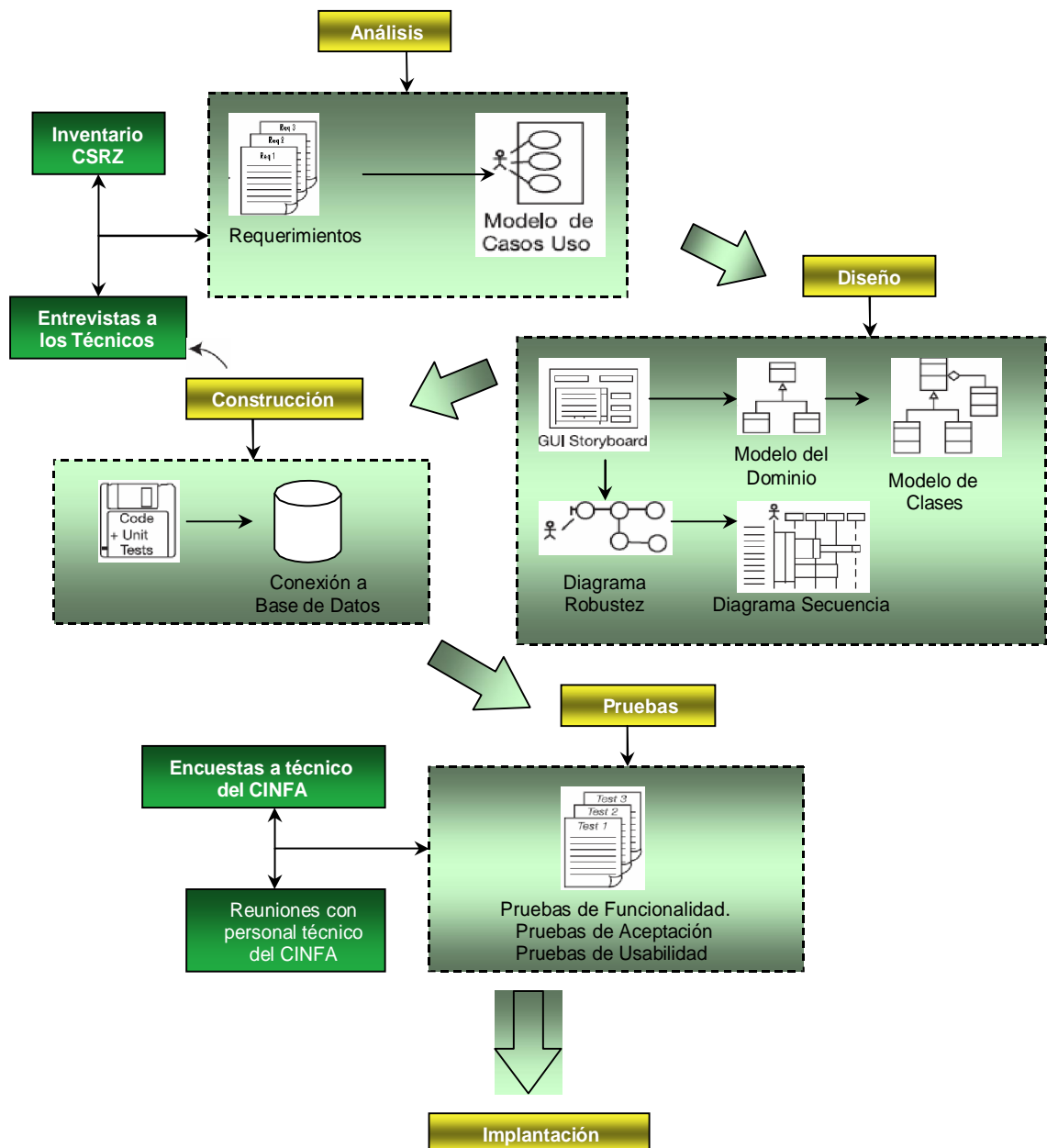


Figura 1. Esquema del Análisis y Diseño del SIG para CSRZ



4. FUNDAMENTACIÓN TEÓRICA

4.1 Descripción de la Metodología

El propósito de la utilización de las metodologías es definir las distintas fases que se requieren para validar el desarrollo del proyecto, con el fin de garantizar que se cumplan los requisitos para la aplicación y verificación de los procedimientos de desarrollo: se asegura de que los métodos utilizados son apropiados.

4.1.1 Definición de metodologías

Existen varias metodologías que se utilizan para desarrollar proyectos de software, sin embargo se definirán según su uso las siguientes:

4.1.1.1 Extreme Programming

El método **XP** (*Programación extrema*) define un conjunto de prácticas óptimas para el desarrollo de aplicaciones en excelentes condiciones al colocar al cliente en el centro del proceso de desarrollo, manteniendo una cercana relación con dicho cliente.

La Programación extrema se basa en los siguientes conceptos:

- Los equipos de desarrollo trabajan directamente con el cliente durante ciclos cortos de una o dos semanas como máximo.
- La entrega de las versiones del software ocurre muy temprano y en intervalos muy cortos para maximizar la interacción con el usuario.
- Existe una fuerte colaboración entre el equipo de desarrollo mientras trabaja en el código.
- El código se prueba y depura a lo largo del proceso de desarrollo.
- Existen indicadores que miden el progreso del proyecto para poder actualizar el plan de desarrollo.

4.1.1.2 Proceso unificado racional (RUP)

Es un método de desarrollo iterativo promovido por la compañía *Rational Software*, que fue comprada por IBM. Es un proceso de software de ingeniería

habilitado para Internet que enriquece la productividad en equipo y proporciona prácticas óptimas de software a todos los miembros del equipo.

Es un proceso de desarrollo de software y junto con el Lenguaje Unificado de Modelado UML, compone la metodología estándar más utilizada para el análisis, implementación y documentación de sistemas orientados a objetos, esta diseñado para adaptarse para cualquier proyecto. Se divide en cuatro fases:

- Inicio (puesta en marcha)
- Elaboración (definición, análisis, diseño)
- Construcción (implementación)
- Transición (fin del proyecto y puesta en producción)

4.1.1.3 Método de Desarrollo de Sistema Dinámico (DSDM)

Se desarrolló para completar lo que le faltaba al método RAD (método rápido de desarrollo)⁶ al proporcionar una estructura que tome en cuenta el ciclo de desarrollo completo. Las características principales del método DSDM son las siguientes:

- Participación del usuario.
- Desarrollo iterativo y creciente.
- Frecuencia de entrega mejorada.
- Pruebas integradas en cada fase.
- La aceptación de los productos entregados depende directamente del cumplimiento de los requisitos.

4.1.1.4 Iconix

Maneja casos de uso, como el RUP. También es relativamente pequeño y firme, como XP, pero no desecha el análisis y diseño que hace XP. Este proceso también hace uso aerodinámico del UML mientras guarda un enfoque afilado en el seguimiento de requisitos. Y, el proceso se queda igual a la visión original de “manejo de casos de uso”, esto produce un resultado concreto, específico y casos de uso

⁶ Basado en tres fases (Requisitos, Diseño y Construcción) con un plazo de entrega ideal de 90 a 120 días como máximo.

fácilmente entendible, que un equipo de un proyecto puede usar para conducir el esfuerzo hacia un desarrollo real.

4.1.1.5 Scrum

Es un proceso que incluye un conjunto de practicas y roles predefinidos. Los principales roles en Scrum son el Scrum Master el cual se encarga de mantener los procesos y tareas de manera similar a un Project Manager. El Jefe del Producto o Product Owner (también llamado "Hombre de Negocios") quien representa a los interesados (stakeholders) y es parte de la compañía que solicita el producto y el Equipo que incluye los desarrolladores. Durante cada sprint o iteración, un periodo de 15 a 30 días decidido por el equipo, el equipo crea un incremento de un prototipo del software utilizable. Es importante que el prototipo sea funcional. El conjunto de características que se suman en cada iteración provienen del backlog, el cual es un conjunto de requerimientos de alto nivel que tienen que ser realizados y ordenados por prioridad.⁷

4.1.2 Características del proyecto

Después de haber definido las metodologías se plantea las siguientes interrogantes: ¿Cuál es el tamaño del proyecto? ¿Qué tamaño tiene el equipo de desarrollo? ¿Cuál es la complejidad del problema a resolver? En el cuadro se presenta que alcance tiene las metodologías definidas anteriormente.

Modelo	Tamaño del Proyecto	Tamaño del equipo	Complejidad del problema
Rup	Mediano/Grande	Mediano/Grande	Mediano/Alto
Iconix	Pequeño/Grande	Pequeño/Grande	Pequeño/Alto
Xp	Pequeño/Grande	Pequeño	Mediano/Alto
Scrum	Pequeño/Grande	Pequeño	Mediano/Alto
Dsdm	Pequeño/Grande	Pequeño/Grande	Mediano/Alto

Cuadro 1. Comparaciones de las diferentes metodologías⁸

A continuación se muestra el cuadro comparativo de las diferentes metodologías de desarrollo de proyectos de sistemas:

⁷ [http://es.wikipedia.org/w/index.php "Scrum"](http://es.wikipedia.org/w/index.php/Scrum)

⁸ <http://es.kioskea.net/genie-logiciel/methodes-agiles.php3>

	Ventajas	Consideración	Desventajas	Llaves para el éxito
Rup	Mucho soporte. Utilizado y difundido en la industria. Útil para proyectos medianos o grandes Alto grado de disciplina por el grupo de trabajo Desarrollo Iterativo e incremental. Modelamiento visual del software Utiliza el enfoque de ICONIX utilizando el diagrama de Casos de Uso	Casos de Uso y arquitectura	Complejidad de customización y adaptación. No hay guías disponibles para estudiantes Requiere gran cantidad de información En proyectos pequeños es posible no cubrir los costos de la dedicación del equipo de profesionales necesarios	Hay que ajustarlo a las necesidades de la organización.
Iconix	Toma los artefactos más importantes de UML. No exige demasiada documentación. Enfoque práctico para el desarrollo de Software. Se lo aplica a proyectos grandes. Se basa en el manejo de casos de uso. ICONIX asegura que todos los requerimientos y modelos del dominio nunca están totalmente encontrados. Es iterativo e incremental. Genera los modelos necesarios para entender la arquitectura del software. Es sumamente práctico. Genera los modelos Dinámico (comportamiento del Software) y Estático (Estructura del modelos del software).	Se desarrolla en forma interactiva e incremental	No considera aspectos de Management. Sino se sigue los pasos indicados por esta metodología nuestro proyecto puede llegar a fracasar.	Proyecto de negocio pequeño/mediano, basado en objetivos y/o comparaciones.
Xp	Tiene éxito en proyectos informáticos. Lleva a cabo las mejores técnicas y métodos de las otras metodologías. No exige demasiada documentación.	Se puede combinar con otros enfoques ágiles.	Management sin mucho detalle. Problema con proyectos grandes. Agilizar la consecución o desarrollo del software Programación Extrema Deja a un lado el análisis y se dedica específicamente a la programación	Guarda con implementación a medias.
Scrum	Ideal para problemas complejos y ambientes cambiantes.	Metodología liviana y fácil de entender	Prácticas de desarrollo y testing no descriptas.	Compromiso e involucramiento del usuario. Decisión de la organización para utilizarlo.
Dsdm	Involucramiento y ownership del usuario. Soporte de un consorcio de empresas	Identificar todos los tipos de usuarios.	Hay que pertenecer al consorcio	Hay que aceptar la filosofía de trabajo. Estabilidad de las personas y los skills.

Cuadro 2. Referencias de las diferentes metodologías (elaboración Ludeña H., Valarezo F.)

Analizando el cuadro comparativo de las metodologías el método Iconix resulta factible para adaptar a proyectos de tamaño mediano como lo es este proyecto, frente a las otras metodologías debido a que es fácil de adaptar e implementar (ver punto 5.2).

4.1.3 Metodología Iconix

Definiendo la metodología que se emplea para el desarrollo de proyectos se describe tres rangos significantes de este enfoque:

Primero, **es reiterativo e incremental**. Las iteraciones múltiples ocurren entre el desarrollo del modelo del dominio e identificar y analizar los casos de uso. El modelo estático se refina incrementalmente durante las iteraciones sucesivas a través del modelo dinámico (compuesto de casos de uso, análisis de robustez y el diagrama de secuencia).

Segundo, **el enfoque ofrece un alto grado de seguimiento**. Por el camino, a cada paso se consultara de alguna manera los requisitos anteriores. Nunca hay un punto en que el proceso permita desviarse lejos de las necesidades del usuario.

Tercero, **el enfoque ofrece uso aerodinámico del UML**. Enfocando en un subconjunto del grande y pesado UML, un equipo del proyecto también puede dirigirse fuera de "la parálisis del análisis".

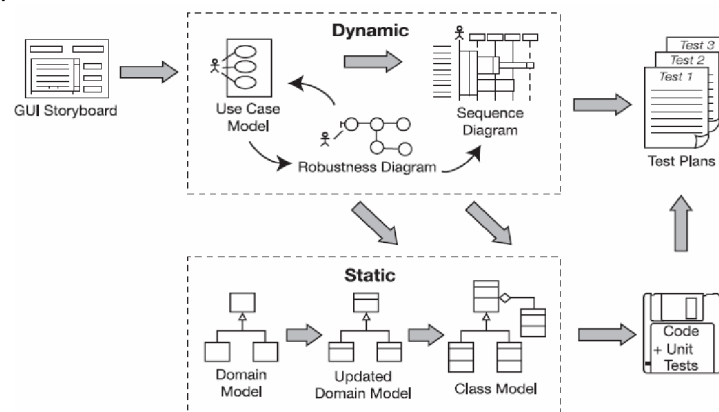


Figura 2. Ilustra la metodología ICONIX (Doug Rosenberg y otro, 2007)

4.1.3.1 Las Capacidades de Iconix

La solución de Iconix incluye un alto rango de ofrecimientos de servicios de negocios. Las soluciones de negocios de extremo a extremo se concentran en los

servicios en tres áreas primarias, con la estrategia y plantación recubriendo cada área. La especialización equilibrada en las tres áreas (la experiencia del usuario, funcionalidad comercial, e infraestructura) contribuye al éxito de las soluciones que se entrega a los clientes (Doug Rosenberg y otro, 2007).

4.2 Sistema de Información Geográfico

4.2.1 Definiciones

El concepto de sistema de información geográfica (SIG) no es nuevo, primero, fue conceptualmente aplicado para identificar cambios al hacer análisis simultáneo de mapas producidos en diferentes fechas sobre el mismo tema. El concepto de SIG estuvo también ya en uso, cuando mapas con diferentes tipos de información para una misma área, fueron superpuestos como transparencias para ubicar sus interrelaciones. Lo que es nuevo, y progresa rápidamente, es la tecnología avanzada de las computadoras, que permite el examen frecuente de grandes áreas, a bajo costo y con una creciente cantidad de datos.

Los Sistemas de Información Geográfica, también conocidos con el acrónimo SIG, han inspirado tantas definiciones como personas hay que escriben sobre ellos. Desde un punto de vista global un SIG puede ser considerado como un conjunto organizado de hardware, software, datos y técnicas eficientemente diseñadas para la captura, almacenamiento, actualización, manipulación, visualización y análisis de información geográficamente referenciada.⁹

Por su parte, la Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación (1998) los define como sistemas computarizados para el almacenamiento, elaboración y recuperación de información con equipo y programas informáticos expresamente concebidos para trabajar con datos georeferenciados y sus correspondientes atributos temáticos.⁹

⁹ <http://www.oas.org/dsd/publications/unit/oea65s/ch10.htm>

4.2.2 Componentes de los SIG



Figura 3. Componentes de los SIG¹⁰

a) *Hardware*.- Es donde opera el GIS pueden ser servidores, o computadores personales conectados o no en red.

b) *Software*.- Constituye los programas que tienen las funciones y herramientas necesarias para almacenar, analizar y desplegar la información geográfica.

c) *Datos*.- Probablemente la parte más importante de un sistema de información geográfico son sus datos. Los datos geográficos y tabulares pueden ser adquiridos por quien implementa el sistema de información, así como por terceros que ya los tienen disponibles.

d) *Procedimientos*.- Un SIG operará acorde con un plan bien diseñado y con unas reglas claras del negocio, que son los modelos y las prácticas operativas características de cada organización.

e) *Recurso Humano*.- La tecnología de los SIG está limitada si no se cuenta con el personal que opera, desarrolla y administra el sistema; Y que establece planes para aplicarlo en problemas del mundo real.

¹⁰ <http://www.monografias.com/trabajos/gis/gis.shtml>

4.2.3 Operaciones y Funciones de un SIG

4.2.3.1 Ingreso de datos

El ingreso de datos se refiere a todas las operaciones por medio de las cuales los datos espaciales de mapas, sensores remotos y otras fuentes son convertidos a un formato digital. Entre los diferentes dispositivos comúnmente utilizados para esta operación están los teclados, digitalizadores, barreadores electrónicos, y terminales interactivos o unidades de despliegue visual (VDU). Dada su costo relativamente bajo, eficiencia, y facilidad de operación, la digitalización es la mejor opción de ingreso de datos para los fines de planificación del desarrollo.

Se deben ingresar dos tipos diferentes de datos al SIG: referencias geográficas y atributos. Los datos de referencias geográficas son las coordenadas (sea en términos de latitud y longitud o columnas y líneas) que fijan la ubicación de la información que se está ingresando. Los datos de atributos asignan un código numérico a cada casilla o conjunto de coordenadas y a cada variable, sea para representar los valores actuales (200 mm de precipitación, 1.250 metros de elevación) o para connotar tipos de datos categóricos (usos del terreno, tipo de vegetación, etc.). La rutina de ingreso de datos requiere una cantidad considerable de tiempo, ya sea el ingreso manual con teclado, digitalización, o por barrido electrónico.

4.2.3.2 Almacenamiento de datos

Almacenamiento de datos se refiere al modo como los datos espaciales son estructurados y organizados dentro del SIG, de acuerdo a la ubicación, interrelación, y diseño de atributos. Las computadoras permiten que se almacenen gran cantidad de datos, sea en el disco duro de la computadora o en diskette's portátiles.

4.2.3.3 Manipulación y procesamiento de datos

La manipulación y procesamiento de datos se hace para obtener información útil de los datos previamente ingresados al sistema. La manipulación de datos abarca dos tipos de operaciones: (1) operaciones para eliminar errores y actualizar conjuntos de datos actuales (editar); y (2) operaciones que hacen uso de técnicas analíticas para

dar respuesta a preguntas específicas formuladas por el usuario. El proceso de manipulación puede ser desde una simple sobre posición de dos o más mapas, hasta una extracción compleja de elementos de información dispares, de una gran variedad de fuentes.

4.2.3.4 Producción de datos

La producción de datos se refiere a la exhibición o presentación de datos empleando formatos comúnmente utilizados incluyendo mapas, gráficos, informes, tablas y cartas, sea en forma impresa o como imagen en pantalla, o como un archivo de textos trasladables a otros programas de cómputo para mayor análisis.¹¹

4.2.4 Funciones de un SIG

Las principales cuestiones que puede resolver un Sistema de Información Geográfica, ordenadas de menor a mayor complejidad, son:

Localización: preguntar por las características de un lugar concreto. Delimita el lugar geográficamente representado en forma específica con la información que requiere.

Condición: el cumplimiento o no de unas condiciones impuestas al sistema. Representa la información geográfica dada a las necesidades presentadas.

Tendencia: comparación entre situaciones temporales o espaciales distintas de alguna característica. Se unifica información geográfica de diferente tipo para poder mostrar una representación especial unificada.

Rutas: cálculo de rutas óptimas entre dos o más puntos, mediante el manejo de herramientas geográficas que calculan desde áreas, volúmenes, distancias, etc.

Pautas: detección de pautas espaciales. Simulación de efectos geográficos visible en el mundo real.

¹¹ <http://www.oas.org/dsd/publications/unit/oea65s/ch10.htm>

Modelos: generación de modelos a partir de fenómenos o actuaciones simuladas, representados en forma vectorial y raster a escala.

Por ser tan versátiles los sistemas de información geográfica, su campo de aplicación es muy amplio, pudiendo utilizarse en la mayoría de las actividades con un componente espacial. La profunda revolución que han provocado las nuevas tecnologías ha incidido de manera decisiva en su evolución.¹²

4.2.5 Modelación de datos espaciales

En todo sistema de información geográfica, se utiliza un modelo encargado de representar de manera simplificada determinados aspectos de la realidad. Implícitamente se desecha la información que se considera de poco valor; por esta razón el modelo más apropiado varía según los requerimientos que dependen no solo del tipo de problema a resolver, sino también de las capacidades computacionales con las que se cuenta. Por ejemplo, existen modelos que pueden representar mucho mejor la realidad que otros, pero a cambio requieren una mayor cantidad de recursos (mayor tiempo de cómputo, mayor cantidad de memoria, etc.) Los dos principales modelos con los que se representan las entidades espaciales son los modelos Vectoriales y Raster. Sobre el modelo vectorial se apoya las dos actuales formas de representar datos espaciales tridimensionales conocidas como modelos DEM y TIN:

4.2.5.1 Modelos Vectoriales

La principal característica del modelo vectorial es el almacenamiento de coordenadas en dos o tres dimensiones usando un formato de números decimales de alta precisión (en una computadora actual, la mantisa debe ser superior a los ocho dígitos). Estas coordenadas son la base para tipos de datos más complejos como son:

a) Punto: El más básico, corresponde a un solo grupo de coordenadas que describe una posición única en el espacio.

b) Líneas: Se representan con las coordenadas de los puntos inicial y final que describen un segmento de línea.

¹² <http://es.wikipedia.org/w/index.php> "Sistema de Información Geográfico"

c) Arcos circulares: Requiere la posición del punto inicial, punto final y el centro de la circunferencia a la que pertenecen.

d) Circunferencias: Se compone de las coordenadas de punto central y radio o punto sobre la circunferencia.

e) Polígonos: Conformado por las coordenadas de los vértices; los polígonos son un conjunto de segmentos de línea con extremos comunes.

f) Curvas cuadráticas, cúbicas, etc.: Simula la correspondiente curva que mejor se ajusta a una serie de puntos.

4.2.5.2 Modelos de celdas o raster

El modelo raster representa los datos de tipo gráficos por medio de una matriz de celdas de igual tamaño, de forma que cada celda contiene un atributo (por ejemplo una altura representada por un color). El número de celdas que conforman la malla en ambas direcciones define la resolución, siendo mejor entre más celdas se tengan. (Obviamente el número de celdas es inversamente proporcional el tamaño de estas). Los datos en formato raster son muy simples y su consumo de memoria es proporcional solo al tamaño de la matriz y no a la diversidad y distribución de los datos dentro de ella, lo que lo hace adecuado para representar características que varían suavemente en el espacio, como ocurren con las fotos digitalizadas, mapas de relieve, etc. Por otro lado, no son aptos para la manipulación pues pierden definición con las rotaciones o cambios de escala.

4.2.5.3 Modelos de superficies en tres dimensiones

Los modelos en tres dimensiones se emplean para describir una superficie en el espacio, donde los puntos que la conforman no solo poseen una localización sobre el plano horizontal si no también una altura respecto al mismo. Son muy utilizados cuando el relieve de una región es de importancia, como ocurre en estudios topográficos, o hidrológicos incluyendo la determinación de zonas con mayor

riesgo de inundación, comportamiento de una cuenca, etc. También se pueden utilizar como una manera de representar otros valores que varían espacialmente.

4.3 Manejo de Cuencas

La hidrología es la ciencia que estudia la distribución del agua en la Tierra, sus reacciones físicas y químicas con otras sustancias existentes en la naturaleza, y su relación con la vida en el planeta. El movimiento continuo de agua entre la Tierra y la atmósfera se conoce como ciclo hidrológico. Se produce vapor de agua por evaporación en la superficie terrestre y en las masas de agua, y por transpiración de los seres vivos. Este vapor circula por la atmósfera y precipita en forma de lluvia o nieve.

Al llegar a la superficie terrestre, el agua sigue dos trayectorias. En cantidades determinadas por la intensidad de la lluvia, así como por la porosidad, permeabilidad, grosor y humedad previa del suelo, una parte del agua se vierte directamente en los riachuelos y arroyos, de donde pasa a los océanos y a las masas de agua continentales; el resto se infiltra en el suelo. Una parte del agua infiltrada constituye la humedad del suelo, y puede evaporarse directamente o penetrar en las raíces de las plantas para ser transpirada por las hojas. La porción de agua que supera las fuerzas de cohesión y adhesión del suelo, se filtra hacia abajo y se acumula en la llamada zona de saturación para formar un depósito de agua subterránea, cuya superficie se conoce como nivel freático. En condiciones normales, el nivel freático crece de forma intermitente según se va rellenando o recargando, y luego declina como consecuencia del drenaje continuo en desagües naturales como son los manantiales.

El comportamiento hidrológico normal de una cuenca consiste en recibir agua en forma de precipitación, retenerla temporalmente y posteriormente entregarla a una cuenca más grande. Existiendo un balance hídrico cuando las entradas de agua son iguales a las salidas más los cambios de agua en el suelo y subsuelo.

El agua entra a la cuenca como precipitación en sus diversas formas; esta es interceptada por la vegetación en la que una parte es almacenada temporalmente. Y otra parte vuelve a la atmósfera al evaporarse parte del agua interceptada; el resto cae desde el follaje directamente al suelo o deslizándose por las ramas y troncos. Cuando

el agua llega al suelo y se pone en contacto con el mantillo comienza la infiltración, proceso mediante el cual el agua penetra a los horizontes superficiales del suelo.

La escorrentía es el proceso hidrológico final de la serie de procesos y almacenajes temporales a que esta sujeta el agua en una cuenca hidrográfica.¹³

4.3.1 Cuenca Hidrológica

Unidad territorial formada por un río con sus afluentes y por un área colectora de las aguas, que constituye un sistema ambiental integrado por factores naturales, socioculturales y económicos, dinámicos e interrelacionados entre sí, los cuales operan dentro y fuera de la misma cuenca.

La cuenca de drenaje de una corriente es el área que contribuye al escurrimiento y que proporciona parte o todo el flujo de la corriente principal y sus tributarios. Es un área natural en la cual el agua se desaloja a través de un sinnúmero de corrientes, cuyos caudales son recogidos por un colector común que sirve de eje de la zona.

4.3.2 Cuenca Hidrográfica

Es una unidad natural definida por la existencia de la divisoria de las aguas en un territorio dado. Son unidades morfográficas superficiales. Sus límites quedan establecidos por la divisoria geográfica principal de las aguas de las precipitaciones; también conocido como "parteaguas". El parteaguas, teóricamente, es una línea imaginaria que une los puntos de máximo valor de altura relativa entre dos laderas adyacentes pero de exposición opuesta; desde la parte más alta de la cuenca hasta su punto de emisión, en la zona hipsométricamente más baja. Al interior de las cuencas se pueden delimitar subcuencas o cuencas de orden inferior. Las divisorias que delimitan las subcuencas se conocen como parteaguas¹⁴ secundarios.

¹³ González. A. 2007. Presentación de diapositivas en power point, Unidad de Manejo Integral de Cuencas y Ordenamiento Territorial. UNL

¹⁴ Parte aguas o divisoria: línea imaginaria del contorno de una cuenca hidrográfica

4.3.3 Cuenca hidrográfica como sistema

La cuenca hidrográfica es un sistema constituido por el ambiente físico y los organismos vivos existentes e interrelacionados entre sí. La cuenca hidrográfica puede estar compuesta por uno o más sistemas. También es necesario tener presente la existencia y la interrelación de otros subsistemas como por ejemplo el subsistema social, el subsistema demográfico y el subsistema económico¹⁵.

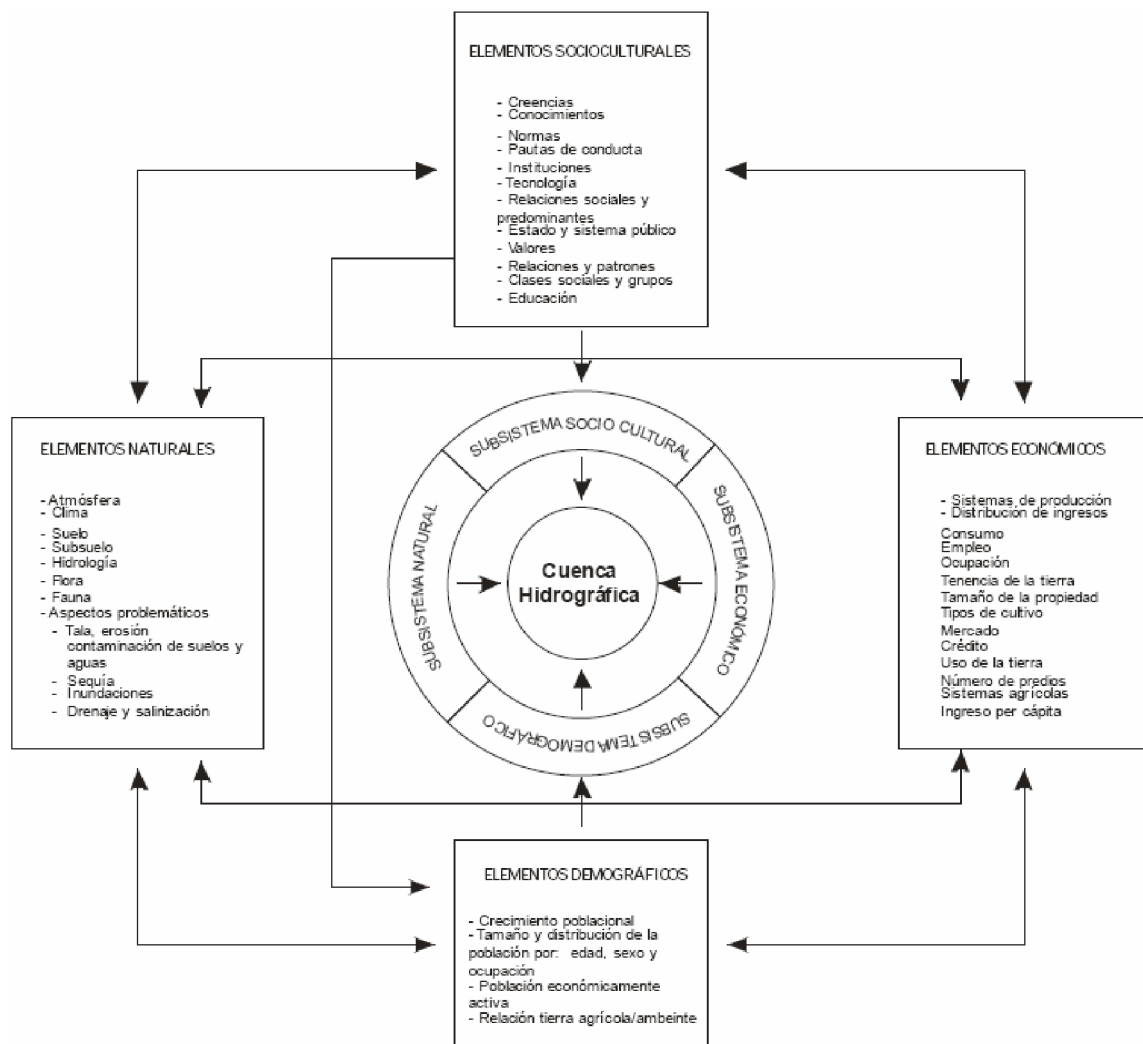


Figura 4. La Cuenca Hidrográfica como sistema

¹⁵ Carvajal K.; Piedra V. 2007. Inventario Hidrológico de la Cuenca Superior de Río Zamora. Tesis Ing. en Medio Ambiente, Universidad Nacional de Loja, Loja. Ecuador

4.3.4 Zonas de una Cuenca Hidrográfica

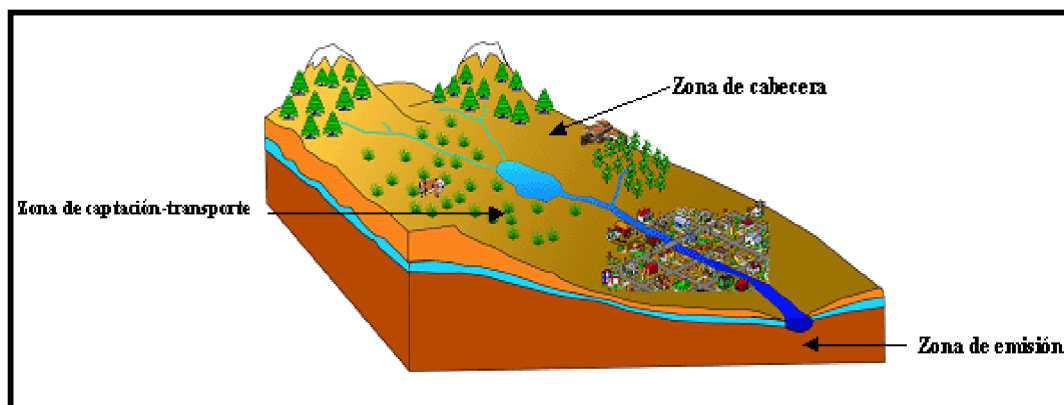


Figura 5. Zonas de una Cuenca Hidrográfica

4.3.4.1 Zona de Cabecera de las Cuencas Hidrográficas

Garantizan la captación inicial de las aguas y el suministro de las mismas a las zonas inferiores durante todo el año. Los bosques en las cabeceras de las cuencas cubren una importante función reguladora ya que controlan la cantidad y temporalidad del flujo del agua, y protegen a los suelos de ser erosionados por el agua con la consecuente sedimentación y degradación de los ríos, y la pérdida de fertilidad en las laderas.¹⁶

4.3.4.2 Zonas de Emisión de los Acuíferos

Las lagunas costeras regulan el funcionamiento de los ecosistemas marinos adyacentes. Los manglares están considerados entre los ecosistemas más productivos y la actividad socioeconómica asociada a los mismos abarca actividades forestales, pesqueras, turístico-recreativas y otras.¹⁶

4.3.5 Función Hidrológica

- Captación de agua de las diferentes fuentes de precipitación para formar el escurrimiento de manantiales, ríos y arroyos.
- Almacenamiento del agua en sus diferentes formas y tiempos de duración.
- Descarga del agua como escurrimiento.¹⁶

¹⁶ Gonzáles, A. 2007.

4.3.6 Cuenca, Microcuenca y Subcuenca hidrográfica

- Cuando una cuenca posee pocas hectáreas se la llama *Microcuenca*.
- Puede considerarse una cuenca principal como el conjunto de pequeñas cuencas que pertenecen a un mismo desagüe.
- Un conjunto de cuencas forman una hoya o cuenca principal y un conjunto de cuencas principales forman una vertiente¹⁷

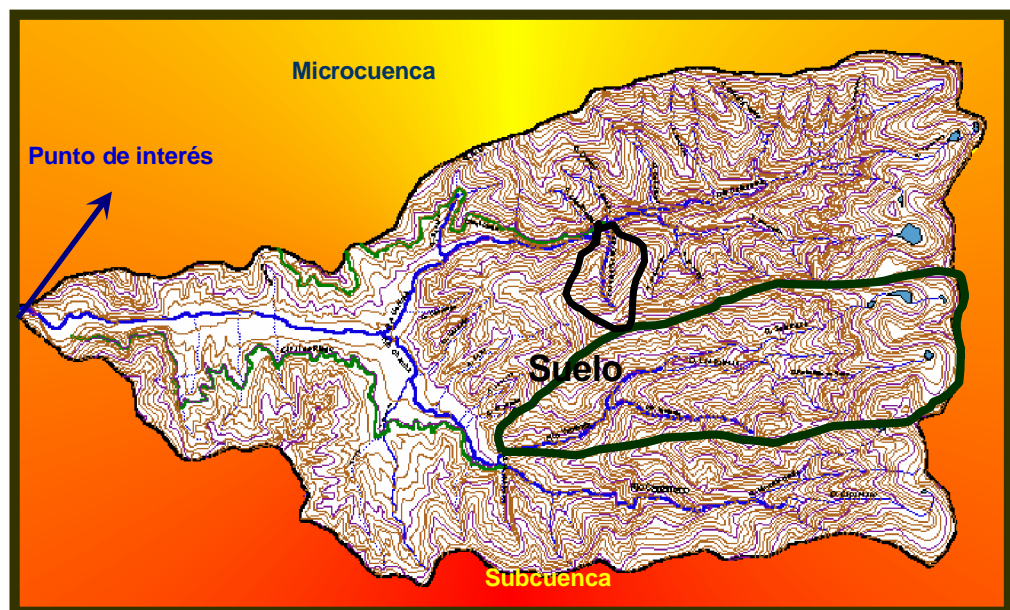


Figura 6. Microcuenca

4.3.7 Tipos de Cuencas

Región hidrológica: Es el área natural agrupada a partir de cierta uniformidad de algunos de sus elementos, siendo la red hidrográfica el elemento principal en la subdivisión del paisaje a nivel región.

Cuenca: Se considera como parte integrante de la Región Hidrológica. Se define como un área natural donde el agua de lluvia es captada y desalojada o depositada en un almacenamiento natural; por un sistema de drenaje, definido por medio de líneas divisorias, topo gráficamente llamadas parte-aguas.

¹⁷ Estudio de cuencas hidrográficas. CINFA

Subcuenca: Se considera como parte integrante de una cuenca, se define como el área cuyos escurrimientos superficiales son captados y conducidos por un afluente o arroyo secundario, que según su posición dentro de la cuenca tiene regímenes hídricos determinados.

Subcuenca tributaria: Se considera como parte de una subcuenca, se define como el área de aporte del escurrimiento superficial hacia una sección de un afluente.

Subcuenca específica: Éstas se obtienen a partir de las subcuencas tributarias considerando superficies mayores a 6 000 ha y menores de 10000 ha.

Microcuenca: Constituyen la unidad hidrográfica básica de operación, forman parte y se obtienen a partir de la subcuenca específica, considerando superficies menores de 6 000 ha.¹⁸

4.3.8 Componentes de una Cuenca Hidrográfica

Divisoria o partes aguas: Línea imaginaria del contorno de una cuenca hidrográfica, que la separa de las adyacentes y distribuye el escurrimiento originado por la precipitación, en el sistema de cauces que fluye hacia la salida de la cuenca.

Vertientes: Áreas de captación de la cuenca: Es el área comprendida entre el cauce y la divisoria topográfica, pueden ser izquierda o derecha en relación al movimiento del agua en el cauce.

Cauce: Es la sucesión de puntos de cota mas baja de cada sección transversal. También llamada TALWEG, que significa camino en el valle. Los cauces pueden ser: permanentes y temporales o efímeros y pueden cambiar de una condición a otra dependiendo del uso que se le de a la cuenca.

Valle: Es el área más o menos plana que puede existir entre la finalización de las vertientes empinadas y el cauce.

¹⁸ Estudio de cuencas hidrográficas. CINFA

Ínterflujos: Son sectores de forma triangular que se encuentran entre dos cuencas vecinas y drenan directamente al río receptor.¹⁹

4.3.9 Análisis morfométrico de una cuenca

Existen métodos para medir las diferentes dimensiones de una cuenca, ya que ella no es un ente plano y posee tamaños a lo largo, ancho y profundidad.

Área: Es la superficie de la cuenca encerrada por la divisoria topográfica, de acuerdo al área se puede catalogar una cuenca como grande, pequeña, etc. El área drenada de una cuenca es el área en proyecciones horizontal encerrada por el parte agua.

Perímetro: El perímetro es la medición de la línea envolvente del área de la cuenca, es decir los límites de la cuenca o la línea divisoria de agua.

Longitud: Es la distancia existente entre la desembocadura y el punto más lejano de la cuenca, es el mismo eje de la cuenca.

Ancho promedio: El ancho promedio de la cuenca se encuentra dividiendo el área de la cuenca por su longitud

Forma de la Cuenca: La forma de la cuenca controla la velocidad con que el agua llega al cauce principal, cuando sigue su curso, desde el origen hasta la desembocadura. La forma de la cuenca difícilmente se puede expresar por medio de un índice numérico, sin embargo, se han propuesto varios coeficientes que enseñan en gran parte la organización del drenaje dentro de la cuenca y otros factores que afectan la hidrología de la corriente.

Elevaciones o altitud de la cuenca: Uno de los factores físicos que facilitan el análisis del movimiento del agua en una cuenca, es el estudio de la distribución de elevaciones, estas altitudes están relacionadas con la precipitación y la temperatura, siendo esta última la que ejerce mayor influencia en la evaporación, pues aumenta o disminuye la pérdida del agua.

¹⁹ Estudio de cuencas hidrográficas. CINFA

Pendiente de la Cuenca: Estas medidas se obtienen relacionando las diferentes alturas por donde pasa el río (curvas de nivel) con la distancia recorrida en metros. La pendiente de la cuenca de drenaje tiene gran importancia pues guarda una relación compleja, con el grado de infiltración, con la escorrentía, con la humedad del suelo y con la contribución del agua subterránea a la corriente del cauce.

Características de la red de drenaje: La red de drenaje es el sistema de cauces o corrientes por el que fluyen los escurrimientos superficiales, subsuperficiales y subterráneos, de manera temporal o permanente. Su importancia se manifiesta por sus efectos en la formación y rapidez de drenado de los escurrimientos normales o extraordinarios, además de proporcionar indicios sobre las condiciones físicas del suelo y de la superficie de la cuenca.

Tipos de corrientes: Comúnmente se clasifican en tres tipos: perennes, intermitentes y efímeras, con base en la constancia de su escurrimiento o flujo. Las corrientes perennes conducen agua todo el tiempo, excepto durante las sequías extremas. Las corrientes intermitentes llevan agua la mayor parte del tiempo, pero principalmente en épocas de lluvias, y por último, las corrientes efímeras sólo conducen agua durante las lluvias o inmediatamente después de éstas.

Longitud de cauces: Es la medición lineal de la longitud total de cauces expresada en km. Para el caso del colector principal, se considera desde la salida de la cuenca hasta su cabecera principal, el resto se mide desde la cabecera hasta su descarga.

Densidad de drenaje: Se define como la longitud total de los cauces dentro de la cuenca, dividida entre el área total de drenaje. Por lo común se encuentran bajas densidades de drenaje en regiones de rocas resistentes o de suelos muy permeables con vegetación densa y donde el relieve es débil. En cambio, se obtienen altas densidades de drenaje en áreas de rocas débiles o de suelos impermeables, vegetación escasa y relieve montañoso.

La Densidad de corriente: Se define mediante la relación del número total de cauces, independientemente del número de orden de cauce, entre el área de la cuenca.²⁰

4.3.10 Elementos de diagnostico biofísico

Ubicación geográfica: Se determinan las coordenadas geográficas de los puntos extremos (Norte, Sur, Este y Oeste) del área seleccionada. Además se relaciona el área con ciudades importantes respecto a dirección y distancia de forma general.

Ubicación política-administrativa: Se ubica el área respecto a su pertenencia de comunidades, parroquias, y provincias. Se define el área que pertenece a cada entidad y se determina límites.

Precipitación: Entrada de agua desde la atmósfera hacia la superficie de la tierra, entre sus formas tenemos: chubasco, lluvia, llovizna, rocío, escarcha, nevada, granizo.

Evapotranspiración: Contrario de la precipitación, es el paso del agua de la superficie terrestre hacia la atmósfera. Este concepto involucra el agua evaporada de la superficie del suelo, además del agua transpirada por las plantas.

4.4 HERRAMIENTAS DEL SISTEMA

La elección de las correctas herramientas del sistema permitirá como punto de partida para el desarrollo del mismo, las mismas se describen a continuación:

Para poder manejar la información geo-espacial en el sistema y así desarrollar la aplicación SIG, se verifica que formato soporta la herramienta SIG comparándola con el formato en la cual se ha inventariado los mapas que se utiliza, así por ejemplo: como en el Inventario Hidrológico se utiliza el formato SHAPEFILE.

²⁰ Estudio de cuencas hidrográficas. CINFA

El formato ESRI Shapefile (SHP) es un formato de archivo informático propietario abierto de datos espaciales desarrollado por la compañía ESRI, quien desarrolla y comercializa software para Sistemas de Información Geográfica como Arc/Info o ArcGIS. Originalmente se creó para la utilización con su producto ArcView GIS, pero actualmente se ha convertido en formato estándar para el intercambio de información geográfica entre Sistemas de Información Geográfica por estar muy bien documentado.

Un Shapefile es un **formato vectorial** de almacenamiento digital donde se guarda la localización de los elementos geográficos y los atributos asociados a ellos. El formato carece de capacidad para almacenar información topológica. Un shapefile es generado por varios archivos. El número mínimo requerido es de tres y tienen las extensiones siguientes:

.shp - es el archivo que almacena las entidades geométricas de los objetos.

.shx - es el archivo que almacena el índice de las entidades geométricas.

.dbf - el dBASE, o base de datos, es el archivo que almacena la información de los atributos de los objetos.

4.4.1 Lenguaje de Modelado Unificado

UML (Unified Modeling Language) es un lenguaje que permite modelar, construir y documentar los elementos que forman un sistema software orientado a objetos. Se ha convertido en el estándar de facto de la industria, debido a que ha sido concebido como una notación unificada para la construcción de sus herramientas CASE.²¹

Esta notación ha sido ampliamente aceptada debido a que incorpora las principales ventajas de cada uno de los métodos particulares en los que se basa: Booch, OMT y OOSE. UML ha puesto fin a las llamadas “guerras de métodos” que se han mantenido a lo largo de los 90, en las que los principales métodos sacaban nuevas versiones que incorporaban las técnicas de los demás. Con UML se fusiona la notación de estas técnicas para formar una herramienta compartida entre todos los ingenieros software que trabajan en el desarrollo orientado a objetos.

²¹ Desarrollo Orientado a Objetos con UML, Bátiz Paredes Juan de Dios

Objetivos del UML

UML es un lenguaje de modelado de propósito general que pueden usar todos los modeladores. No tiene propietario y está basado en el común acuerdo de gran parte de la comunidad informática.

UML no pretende ser un método de desarrollo completo. No incluye un proceso de desarrollo paso a paso. UML incluye todos los conceptos que se consideran necesarios para utilizar un proceso moderno iterativo, basado en construir una sólida arquitectura para resolver requisitos dirigidos por casos de uso.

Ser tan simple como sea posible pero manteniendo la capacidad de modelar toda la gama de sistemas que se necesita construir. UML necesita ser lo suficientemente expresivo para manejar todos los conceptos que se originan en un sistema moderno, tales como la concurrencia y distribución, así como también los mecanismos de la ingeniería de software, como son el encapsulamiento y componentes.

Debe ser un lenguaje universal, como cualquier lenguaje de propósito general.

4.4.1.1 Modelos

Un modelo representa a un sistema software desde una perspectiva específica. Al igual que la planta y el alzado de una figura en dibujo técnico nos muestran la misma figura vista desde distintos ángulos, cada modelo nos permite fijarnos en un aspecto distinto del sistema.²²

Tipos de modelos UML

Funcional: Muestran la funcionalidad del sistema desde el punto de vista del usuario, más específicamente los Diagramas de casos de uso.

Objetos: Muestran la estructura y la subestructura del sistema usando objetos, atributos, operaciones y asociaciones, incluyen Diagramas de clase y de Objetos.

²² Desarrollo Orientado a Objetos con UML, Bátiz Paredes Juan de Dios

Dinámico: Muestra el comportamiento interno del sistema, comprenden Diagramas de secuencia, Diagrama de actividad y Diagramas de estado.

Los modelos de UML son los siguientes:

- Diagrama de Casos de Uso.
- Diagrama de Secuencia.
- Diagrama de Colaboración.
- Diagrama de Clases.

Diagrama de Casos de Uso.- El diagrama de casos de uso representa la forma en cómo un Cliente (actor) opera con el sistema de desarrollo, además de la forma, tipo y origen en como los elementos interactúan (operaciones de casos de uso). Muestra la funcionalidad al usuario mediante una sencilla representación de la realidad en un modelo informático.

Diagrama de Secuencia.- Un diagrama de secuencia muestra las interacciones entre objetos ordenados en secuencia temporal. Muestra los objetos que se encuentran en el escenario y la secuencia de mensajes intercambiados entre los objetos para llevar a cabo la funcionalidad descrita por el escenario.

El mostrar los componentes tiene sentido ya que se trata de objetos reutilizables, en cuanto a los casos de uso hay que recordar que se implementan como objetos cuyo rol es encapsular lo definido en el caso de uso.

Diagrama de Colaboración.- Muestra una interacción organizada basándose en los objetos que toman parte en la interacción y los enlaces entre los mismos (en cuanto a la interacción se refiere). A diferencia de los Diagramas de Secuencia, los Diagramas de Colaboración muestran las relaciones entre los roles de los objetos. La secuencia de los mensajes y los flujos de ejecución concurrentes deben determinarse explícitamente mediante números de secuencia.

Diagrama de Clases.- Los diagramas de clases representan un conjunto de elementos del modelo que son estáticos, como las clases y los tipos, sus contenidos y

las relaciones que se establecen entre ellos. Aquí solo se representan las entidades principales sin atributos ni relaciones.

4.4.2 MapWindow

Herramienta SIG que utiliza licencia gratuita (Mozilla Public License (MPL))²³ que soporta diferentes formatos como son: ESRI Grid, ESRI Shapefile, dBase (dbf), ESRI TIN, MWPRJ (ficheros de proyecto en formato propio basado en XML). Esta herramienta no sólo permite la visualización de información geográfica sino también la edición y el análisis. Dispone de un control OCX que permite programar bajo Visual Basic .NET o C#, lo cual es sorprendente para ser una aplicación gratuita. Como consecuencia de esta posibilidad de personalización, ya existen en la página del proyecto diversas extensiones gratuitas para extender las capacidades del programa.

De entre todas sus funciones se destaca sobre todo su capacidad para crear y editar ficheros Shapefile, mediante un plugin incluido llamado Shapefile Editor. Posee además funciones de creación de TINs a partir de datos altimétricos en formato Shp o Grid. Fácil de instalar y manejar, no lía al usuario en intrincados procesos de instalación sino que es un producto similar a los comerciales. Se puede descargar en dos versiones: Standard Edition y Developer Edition. Ambas son multiplataforma, pues están desarrolladas con tecnología .NET. La verdadera potencia de este producto es en su versión Developer, para aquellos desarrolladores de software. Cabe subrayar que además de la programación, la aplicación en sí es bastante configurable ya que emplea ficheros XML para escribir sus datos de proyecto y sus parámetros de inicio y operación. Como es natural, estos ficheros XML pueden ser abiertos y editados con cualquier editor de texto.

4.4.2.1 Comparativa de software SIG

Se muestra el listado de los principales programas SIG existentes en el mercado y los sistemas operativos en los que pueden funcionar sin emulación, así como su tipo de licencia (ver cuadro 3). Algunos poseen modelos para desarrolladores de software con lo cual se puede modificar y personalizar sus funciones, como por ejemplo GeoServer, MapWindow, MapServer, etc.

²³ Licencia de código abierto y software libre

Software SIG	Windows	Mac OS X	GNU/Linux	BSD	Unix	Entorno Web	Licencia de software
ArcGIS	Sí	No	No	No	Sí	Sí	Software no libre
Autodesk Map	Sí	No	No	No	No	Sí	Software no libre
Caris	Sí	No	No	No	No	Sí	Software no libre
CartaLink	Sí	No	No	No	No	No	Software no libre
Geomedia	Sí	No	No	No	Sí	Sí	Software no libre
GeoServer	Sí	Sí	Sí	Sí	Sí	Java	Libre: GPL
GRASS	Sí	Sí	Sí	Sí	Sí	Mediante pyWPS	Libre: GPL
gvSIG	Java	Java	Java	Java	Java	No	Libre: GPL
IDRISI	Sí	No	No	No	No	No	Software no libre
ILWIS	Sí	No	No	No	No	No	Libre: GPL
Generic Mapping Tools	Sí	Sí	Sí	Sí	Sí	Sí	Libre: GPL
JUMP	Java	Java	Java	Java	Java	No	Libre: GPL
Kosmo	Java	Java	Java	Java	Java	En desarrollo	Libre: GPL
Manifold	Sí	No	No	No	No	Sí	Software no libre
MapGuide Open Source	Sí	Sí	Sí	Sí	Sí	LAMP/WAMP	Libre: LGPL
MapInfo	Sí	No	Sí	No	Sí	Sí	Software no libre
MapServer	Sí	Sí	Sí	Sí	Sí	LAMP/WAMP	Libre: BSD
Magitude	Sí	No	No	No	No	Sí	Software no libre
MapWindow GIS	Sí (ActiveX)	No	No	No	No	No	Libre: MPL
MicroStation Geographics	Sí	Abandonado	No	No	Abandonado	Sí	Software no libre
Quantum GIS	Sí	Sí	Sí	Sí	Sí	Sí	Libre: GPL
SAGA GIS	Sí	Sí	Sí	Sí	Sí	No	Libre: GPL
SavGIS	Sí	No	No	ND	No	Integración con Google Maps	Software no libre: Freeware
SPRING	Sí	No	Sí	No	No	No	Software no libre: Freeware
TatukGIS	Sí	No	No	No	No	?	Software no libre
INTMips	Sí	No	No	No	Sí	Sí	Software no libre
TransCAD	Sí	No	No	No	No	Sí	Software no libre

FUNCIONALIDADES	Geo Tools		Map Server		Map Window		Gis Viewer		Map Guide	
Navegación y visualización dinámica e interactiva	B	10	B	10	B	10	B	10	B	10
Selección de elementos	B	10	B	10	B	10	B	10	B	10
Control de visualización según detalle	B	10	B	10	B	10	B	10	B	10
Consultas gráficas y lógicas	B	10	X	6	B	10	B	10	B	10
Operaciones geométricas básicas(corredor, distancias)	N	0	N	0	P	5	N	0	B	10
Creación de elementos gráficos temporales	B	10	N	0	N	0	N	0	P	8
Agregación de capas adicionales	N	0	B	10	B	8	N	0	P	8
Actualización de datos geográficos y atributos.	N	0	B	5	B	8	N	0	P	4
Generación de reportes sobre consultas	N	0	B	5	P	8	N	0	B	5
Personalización del Idioma	N	0	P	4	X	5	P	0	B	5
Interacción con Paginas Web	B	5	B	5	N	0	B	5	B	5
Acceso directo a Base de Datos	B	10	B	10	B	10	P	8	B	10
TOTAL	65		75		84		53		95	

B= Funcionalidad Básica (10-5), P= programable(8-4), X=Limitada(6-2), N=No Implementada(0)

Cuadro 4. Lista de los SIG programables y sus funcionalidades del software²⁴

4.4.3 Visual Studio .Net en Lenguaje C#

Herramienta de programación familiarizado directamente con los conceptos de programación orientada a objetos, en particular con los lenguajes de programación C++ o Java de los que C# deriva.

Microsoft.NET es el conjunto de nuevas tecnologías con el objetivo de obtener una plataforma sencilla y potente para distribuir el software en forma de servicios que

²⁴ <http://www.gabrielortiz.com/mapwindow.php> "teoriagis"

puedan ser suministrados remotamente y que puedan comunicarse y combinarse unos con otros de manera totalmente independiente de la plataforma, lenguaje de programación y modelo de componentes con los que hayan sido desarrollados. Ésta es la llamada **plataforma .NET**, y a los servicios antes comentados se les denomina **servicios Web**.

Para crear aplicaciones para la plataforma .NET, tanto servicios Web como aplicaciones tradicionales (aplicaciones de consola, aplicaciones de ventanas, servicios de Windows NT, etc.), Microsoft ha publicado el denominado kit de desarrollo de software conocido como **.NET Framework SDK**, que incluye las herramientas necesarias tanto para su desarrollo como para su distribución y ejecución y **Visual Studio.NET**, que permite hacer todo lo anterior desde una interfaz visual basada en ventanas.

El concepto de Microsoft.NET también incluye al conjunto de nuevas aplicaciones que Microsoft y terceros han (o están) desarrollando para ser utilizadas en la plataforma .NET. Entre ellas podemos destacar aplicaciones desarrolladas por Microsoft tales como Windows.NET, Hailstorm, Visual Studio.NET, MSN.NET, Office.NET, y los nuevos servidores para empresas de Microsoft (SQL Server.NET, Exchange.NET, etc.)

4.4.3.1 Common Language Runtime (CLR)

Núcleo de la plataforma .NET encargada de gestionar la ejecución de las aplicaciones para ella desarrolladas y a las que ofrece numerosos servicios que simplifican su desarrollo y favorecen su fiabilidad y seguridad. Las principales características y servicios que ofrece el CLR son:

- Modelo de programación consistente.
- Modelo de programación sencillo.
- Eliminación del “infierno de las DLLs”.
- Ejecución multiplataforma.
- Integración de lenguajes (C#, C++, Visual Basic, J#).
- Gestión de memoria.
- Seguridad de tipos.

- Aislamiento de procesos.
- Tratamiento de excepciones.
- Soporte multihilo.
- Distribución transparente.
- Seguridad avanzada.
- Interoperabilidad con código antiguo.

Como se puede deducir el CLR lo que hace es gestionar la ejecución de las aplicaciones diseñadas para la plataforma .NET. Por esta razón, al código de estas aplicaciones se le suele llamar **código gestionado**, y al código no escrito para ser ejecutado directamente en la plataforma .NET se le suele llamar **código no gestionado**.

4.4.3.2 Introducción a C#

C# (leído en inglés “C Sharp” y en español “C Almohadilla”) es el nuevo lenguaje de propósito general diseñado por Microsoft para su plataforma .NET.

Aunque es posible escribir código para la plataforma .NET en muchos otros lenguajes, C# es el único que ha sido diseñado específicamente para ser utilizado en ella, por lo que programarla usando C# es mucho más sencillo e intuitivo que hacerlo con cualquiera de los otros lenguajes ya que C# carece de elementos heredados innecesarios en .NET. Por esta razón, se suele decir que C# es el **lenguaje nativo de .NET**. La sintaxis y estructuración de C# es muy similar a la C++, ya que la intención de Microsoft con C# es facilitar la migración de códigos escritos en estos lenguajes a C# y facilitar su aprendizaje a los desarrolladores habituados a ellos. Sin embargo, su sencillez y el alto nivel de productividad son equiparables a los de Visual Basic.

En resumen, C# es un lenguaje de programación que toma las mejores características de lenguajes preexistentes como Visual Basic, Java o C++ y las combina en uno solo. El hecho de ser relativamente reciente no implica que sea inmaduro, pues Microsoft ha escrito la mayor parte de la BCL usándolo, por lo que su compilador es el más depurado y optimizado de los incluidos en el *.NET Framework SDK*

4.4.3.3 Caracterización de C#

Sencillez: C# elimina muchos elementos que otros lenguajes incluyen y que son innecesarios en .NET.

Modernidad: C# incorpora en el propio lenguaje elementos que a lo largo de los años ha ido demostrándose son muy útiles para el desarrollo de aplicaciones y que en otros lenguajes como Java o C++ hay que simular.

Orientación a objetos: C# soporta todas las características propias del paradigma de programación orientada a objetos: encapsulación, herencia y polimorfismo.

Orientación a componentes: La sintaxis de C# permite definir cómodamente **propiedades** (similares a campos de acceso controlado), **eventos** (asociación controlada de funciones de respuesta a notificaciones) o **atributos** (información sobre un tipo o sus miembros)

Gestión automática de memoria: Disposición el recolector de basura del CLR.

Seguridad de tipos: C# incluye mecanismos que permiten asegurar que los accesos a tipos de datos siempre se realicen correctamente

Instrucciones seguras: Para evitar errores muy comunes, en C# se han impuesto una serie de restricciones en el uso de las instrucciones de control más comunes.

Sistema de tipos unificado: A diferencia de C++, en C# todos los tipos de datos que se definan siempre derivarán, aunque sea de manera implícita, de una clase base común llamada **System.Object**,

Extensibilidad de tipos básicos: C# permite definir, a través de **estructuras**, tipos de datos para los que se apliquen las mismas optimizaciones que para los tipos de datos básicos.

Extensibilidad de operadores: Permite redefinir el significado de la mayoría de los operadores -incluidos los de conversión, tanto para conversiones implícitas como explícitas- cuando se apliquen a diferentes tipos de objetos.

Extensibilidad de modificadores: C# ofrece, a través del concepto de **atributos**, la posibilidad de añadir a los metadatos del módulo resultante de la compilación de cualquier fuente información adicional a la generada por el compilador que luego podrá ser consultada en tiempo ejecución a través de la librería de reflexión de .NET .

Versionable: C# incluye una **política de versionado** que permite crear nuevas versiones de tipos sin temor a que la introducción de nuevos miembros provoquen errores difíciles de detectar en tipos hijos previamente desarrollados y ya extendidos con miembros de igual nombre a los recién introducidos.

Eficiente: En principio, en C# todo el código incluye numerosas restricciones para asegurar su seguridad y no permite el uso de punteros.

Compatible: Para facilitar la migración de programadores, C# no sólo mantiene una sintaxis muy similar a C, C++ o Java que permite incluir directamente en código escrito en C# fragmentos de código escrito en estos lenguajes

Finalmente, también se da la posibilidad de usar controles ActiveX desde código .NET y viceversa; es decir a través de este control es posible utilizar los componentes mapcontrol de Mapwindow herramienta GIS.²⁵

4.4.4 MySQL

Es un sistema de administración de bases de datos. Una base de datos es una colección estructurada de tablas que contienen datos. Para agregar, acceder y procesar datos guardados en un computador, se necesita un administrador como MySQL Server. Dado que los computadores son muy buenos manejando grandes cantidades de información, los administradores de bases de datos juegan un papel

²⁵ González Seco, José Antonio. 2005 El lenguaje de programación C#.

central en computación, como aplicaciones independientes o como parte de otras aplicaciones.

Una característica fundamental es la de ser software de fuente abierta. Fuente abierta significa que es posible para cualquier persona usarlo y modificarlo. Cualquier persona puede bajar el código fuente de MySQL y usarlo sin pagar. Cualquier interesado puede estudiar el código fuente y ajustarlo a sus necesidades. MySQL usa el **GPL (GNU General Public License)** para definir que puede hacer y que no puede hacer con el software en diferentes situaciones. Si las necesidades no se ajustan al GLP o se requiere introducir código MySQL en aplicaciones comerciales, se puede comprar una versión comercial licenciada.

Características:

Entre sus principales características se destacan en:

- Lenguajes de programación: Existen varias APIs que permiten, a aplicaciones escritas en diversos lenguajes de programación, acceder a las bases de datos MySQL, incluyendo C, C++, C#, Pascal, Delphi, Eiffel, Smalltalk, Java (con una implementación nativa del driver de Java), Lisp, Perl, PHP, Python, Ruby, Gambas, REALbasic (Mac), FreeBASIC, y Tcl; cada uno de estos utiliza una API específica. También existe un interfaz ODBC, llamado MyODBC que permite a cualquier lenguaje de programación que soporte ODBC comunicarse con las bases de datos MySQL.
- Amplio subconjunto del lenguaje SQL. Algunas extensiones son incluidas igualmente.
- Disponibilidad en gran cantidad de plataformas y sistemas.
- Diferentes opciones de almacenamiento según si se desea velocidad en las operaciones o el mayor número de operaciones disponibles.
- Transacciones y claves foráneas.
- Replicación.
- Búsqueda e indexación de campos de texto.
- Soporte a multiplataforma.
- Uso de multihilos mediante hilos del kernel.
- Usa tablas en disco b-tree para búsquedas rápidas con compresión de índice.

- Tablas hash en memoria temporales.
- Completo soporte para operadores y funciones en cláusulas select y where.
- Completo soporte para cláusulas group by y order by, soporte de funciones de agrupación.
- Seguridad: ofrece un sistema de contraseñas y privilegios seguro mediante verificación basada en el host y el tráfico de contraseñas está cifrado al conectarse a un servidor.
- Soporta gran cantidad de datos. MySQL Server tiene bases de datos de hasta 50 millones de registros.
- Se permiten hasta 64 índices por tabla. Cada índice puede consistir desde 1 hasta 16 columnas o partes de columnas. El máximo ancho de límite son 1000 bytes.
- Procedimientos almacenados.
- Triggers.
- Cursores.
- Vistas actualizables.
- Soporte a VARCHAR.
- INFORMATION_SCHEMA.
- Soporte X/Open XA de transacciones distribuidas; transacción en dos fases como parte de esto, utilizando el motor InnoDB de Oracle.
- Motores de almacenamiento independientes (*MyISAM* para lecturas rápidas, *InnoDB* para transacciones e integridad referencial).
- Transacciones con los motores de almacenamiento InnoDB, BDB Y Cluster; puntos de recuperación (savepoints) con InnoDB.
- Sub-SELECTs (o SELECTs anidados).
- Soporte completo para Unicode²⁶

Es considerado como un sistema de administración relacional de bases de datos. Una base de datos relacional archiva datos en tablas separadas en vez de colocar todos los datos en un gran archivo. Esto permite velocidad y flexibilidad. Las tablas están conectadas por relaciones definidas que hacen posible combinar datos de diferentes tablas sobre pedido.

²⁶ <http://es.wikipedia.org/w/index.php/MySQL>



5. EVALUACIÓN DEL OBJETO DE INVESTIGACIÓN

La Universidad Nacional de Loja cuenta con el Área Agropecuaria y de Recursos Naturales Renovables, área que posee un Centro de Geomática conocido como CINFA (*Centro Integrado de Geomática Ambiental*), definido en la actualidad como un Centro especializado en el manejo de datos geográficos en sistemas de cómputo electrónico.

El objetivo fundamental del CINFA es capturar, procesar, analizar y generar, en formato análogo o digital información geográfica relacionada con los recursos biofísicos (agua, suelo, aire, flora y fauna); y socioeconómicos, utilizando tecnología computarizada

La importancia del desarrollo de un nuevo sistema interactivo, se da debido a que en la actualidad todos los procesos referentes a caracterización y análisis de la Cuenca Superior del Río Zamora se encuentran formando parte de un Inventario Hidrológico que se encuentra en el CINFA de la UNL desarrollado a través de herramientas SIG como **ArcView** y **Cartalinx**, e inventariado a través de hojas Excel, haciéndose necesario elaborar un software especializado que cumpla con todas las necesidades y requerimientos planteados por los usuarios.

A través de la vinculación y apoyo de dos Áreas del Universidad nacional de Loja como son El Área De Energía, Industrias Y Recursos Naturales No Renovables y El Área Agropecuaria y de Recursos Naturales Renovables se logra elaborar un proyecto que contribuye con el adelanto de la Región Sur del país, en particular la provincia de Loja a través de la automatización de procesos específicamente en el campo de los sistemas de información geográfico.

El objetivo principal del desarrollo de este sistema es brindar soluciones a los procesos relacionados con la caracterización y análisis hidrológico de la cuenca en estudio; dentro del cual constan cálculos a nivel de microcuencas como son características morfométricas, hidrológicas, estimación de caudales y precipitaciones.

El cumplimiento de los objetivos se logra conjuntamente con cumplimiento de las necesidades expuestas por los usuarios, para posteriormente ser implantado con éxito en el CINFA, como de referente de consulta para las Instituciones Pública y Privadas, para profesionales relacionados con el recurso hídrico, para ser utilizado en beneficio



del desarrollo de Loja en cuanto a la construcción de obras hidráulicas, para riego, consumo humano, sistemas de drenaje, generación hidroeléctrica, control de inundaciones, erosión y control de sedimentos, contaminación, fines recreativos, construcción de puentes, etc.



6. DESARROLLO DE LA PROPUESTA ALTERNATIVA

Para llevar a la práctica la propuesta relacionada directamente con el objetivo trazado en el comienzo del proyecto y la intención del usuario, se ha diseñado el **SISTEMA DE INFORMACIÓN HIDROLÓGICO DE LA CUENCA SUPERIOR DEL RÍO ZAMORA (Hoya de Loja)**, tomando en cuenta que se planteó realizar la caracterización y análisis hidrológico de la Cuenca y de sus microcuencas; a continuación procedemos a detallar los resultados:

6.1 Definición del Problema

El Centro Integrado de Geomática Ambiental (**CINFA**), del Área Agropecuaria y de Recursos Naturales Renovables de la Universidad Nacional de Loja, fue creado en el mes de abril de 1994 como Centro de Informática Agropecuaria (CINFA), en cooperación con la Asociación Flamenca de Cooperación al Desarrollo y Asistencia Técnica (VVOB). Inicialmente el Centro fue creado en respuesta a la constatación que pocos profesores y técnicos utilizaban la computación como herramienta dentro de la investigación y la docencia; de igual forma los profesionales de las instituciones involucradas en el desarrollo rural de la Región Sur del Ecuador tampoco se apoyaban en técnicas informatizadas para facilitar y fortalecer su toma de decisiones. En la actualidad el Centro se ha especializado en el campo de la geomática, es decir en el manejo de datos geográficos en sistemas de cómputo electrónico.

El objetivo general del CINFA es capturar, procesar, analizar y generar, en formato análogo o digital información geográfica relacionada con los recursos biofísicos (agua, suelo, aire, flora y fauna). Y socioeconómicos, utilizando tecnología computarizada²⁷

En la actualidad los procesos relacionados a la caracterización de la CSRZ se realizan con la ayuda de un inventario hidrológico (ver figura 7) por medio del manejo de herramientas que conforman los SIG's como son **ArcView** y **Cartalinx**; y en lo referente al análisis hidrológico se lo realiza en forma manual (cálculos manuales en hojas Excel). Estas herramientas no pueden adaptarse totalmente a la realidad y no son accesibles para todas las personas por su elevado costo económico y humano, requieren demasiado entrenamiento y tiene mucha capacidad que no se maneja por utilizar metodologías diversas (resultados diferentes); haciéndose necesario elaborar

²⁷ http://www.cinfa.edu.ec/Acerca_de_CINFA

un software especializado que cumpla con todas las necesidades y requerimientos referentes a la caracterización y análisis hidrológico de la CSRZ.

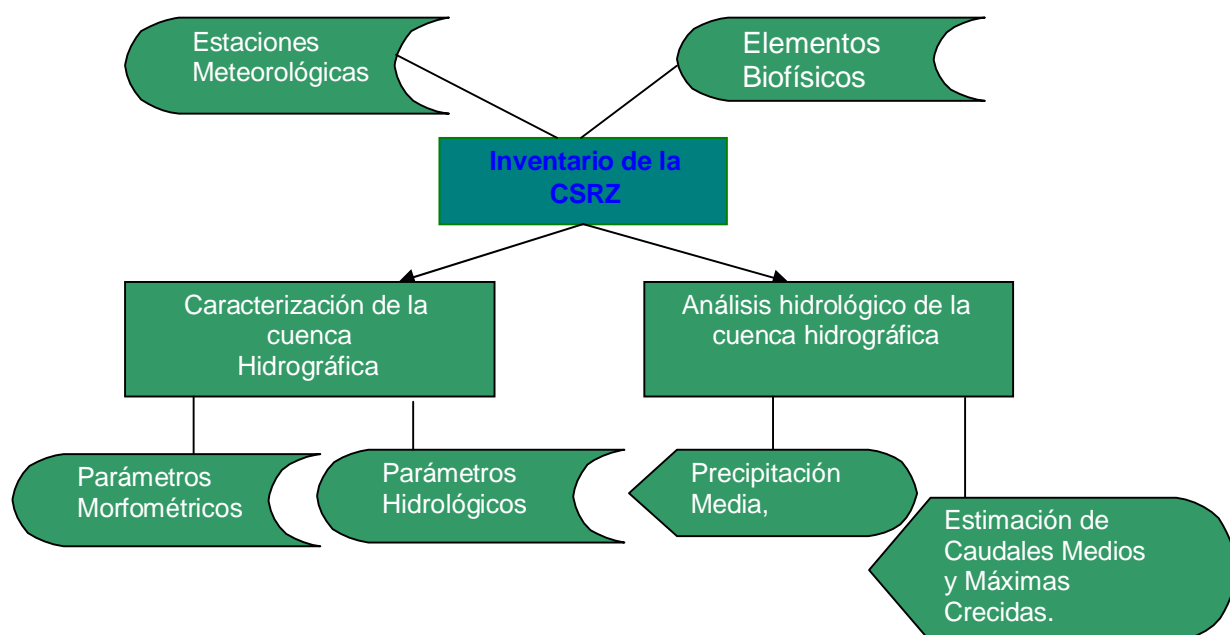


Figura 7. Modelo del Inventario Hidrológico de la CSRZ.²⁸

Este Inventario Hidrológico de la CSRZ se encuentra en el CINFA documentado en forma escrita y consta de toda la información referente a la caracterización y análisis hidrológico para la CSRZ.

Es por ello que bajo la asesoría técnica del departamento del CINFA y con la idea de crear una optimización sobre el recurso hídrico en la Cuenca Superior del Río Zamora (CSRZ), al no existir a nivel de la ciudad de Loja, se ha planteado elaborar el Diseño e Implementación de un sistema de información geográfico (SIG) especializado relacionado con la caracterización y análisis hidrológico de la Cuenca Superior Del Río Zamora; definiendo las operaciones y funciones que desempeñaría el mismo, en comparación con las funciones que ofrece un SIG y puntualizando que son importantes pero no necesarias en su totalidad, se las describe a continuación:

- En lo que respecta a la actualización en ingreso de datos no se ha referenciado en nuestro sistema, ya que se ha sido diseñado partiendo de un inventario actualizado hasta el 2007 existente de la Cuenca, con un margen de error del

²⁸ Elaboración: Ludeña H.; Valarezo F.

0.2 % para el registro de datos de las estaciones meteorológicas (1969 – 1998 disponibles) para la precipitación media, caudales medios y caudales máximos. Y el ingreso de nuevos datos espaciales se hace mediante la utilización de dispositivos que no son disponibles para cualquier usuario.

- Almacenamiento de datos geográficos en el directorio de instalación del sistema, estructurados y organizados conforme a la ubicación, interrelación y diseño de atributos de cada proceso del sistema.
- Manipulación y procesamiento de datos mediante dos tipos de operaciones: primeramente eliminando errores de datos redundantes e innecesarios, segundo haciendo uso de técnicas analíticas para dar respuesta a preguntas formuladas por el usuario. El proceso de manipulación se hace desde una simple posición de dos o más mapas para cada módulo de análisis, hasta una extracción completa de todos los elementos de información geográfica que posee la Cuenca.
- Para la presentación de datos se emplea el formato SHAPEFILE en cuanto a los mapas; para gráficos se emplea formatos Bmp, Gif, JPG, entre otros; así como informes, tablas en forma impresa o como imagen en pantalla, así como archivos de imágenes trasladables a otros programas de cómputo.

Como se ha mencionado que la presentación de datos para los mapas se empleará el formato shapefile, y este a su vez representa la información geográfica utilizando el modelo vectorial con tipo de datos complejos como: Punto, Línea, Polígono; por ejemplo: las estaciones meteorológicas representadas con el tipo de dato PUNTO, la red hídrica representada con el tipo de dato LÍNEA, las microcuencas representadas con el tipo de dato POLÍGONO, etc.

Para la elaboración de este sistema de información, como parte fundamental, se detallan a continuación los requerimientos planteados por el usuario:

REQUERIMIENTOS DEL USUARIO

1. Rapidez en el acceso a la información
 2. Interfaz amigable y baja complejidad.
 3. Rápida interacción entre los mapas geográficos y los datos calculados (Tablas y cuadros de datos).
 4. Manejo de herramientas de consulta sobre los mapas geográficos (ampliar la vista, desplazamiento y vista de atributos).
 5. Permita realizar consultas de una manera interactiva.
 6. Permita la impresión de reportes relacionados con la información de cada microcuenca.
 7. Permita la impresión del mapa de cada microcuenca con sus respectivos datos georeferenciados.
 8. Se muestren los modelos matemáticos más adaptables hacia la realidad de la cuenca en estudio.
- Se muestre en forma ordenada toda la información de toda la CSRZ de acuerdo su prioridad en estudio.
9. Se muestren todos los mapas relacionados con el análisis hidrológico de cuenca, como son de vegetación, textura de suelos, pendientes medias, etc.; en un solo mapa principal.

Cuadro 5. Requerimientos del Usuario

Frente a estos requerimientos se plantea como solución la creación de un SIG especializado en donde se pueda manipular toda la información de la CSRZ conjuntamente con los diferentes mapas de una manera interactiva y rápida, a través del desarrollo de componentes y controles propios personalizados para la CSRZ (ver figura 8); proponiéndose la utilización de las herramientas:

- MapWindow como herramienta SIG.
- Lenguaje de programación C# de la plataforma .Net.
- MySQL para repositorio de base de datos.
- Información Geográfica elaborada mediante el modelo vectorial, en el formato SHAPEFILE.

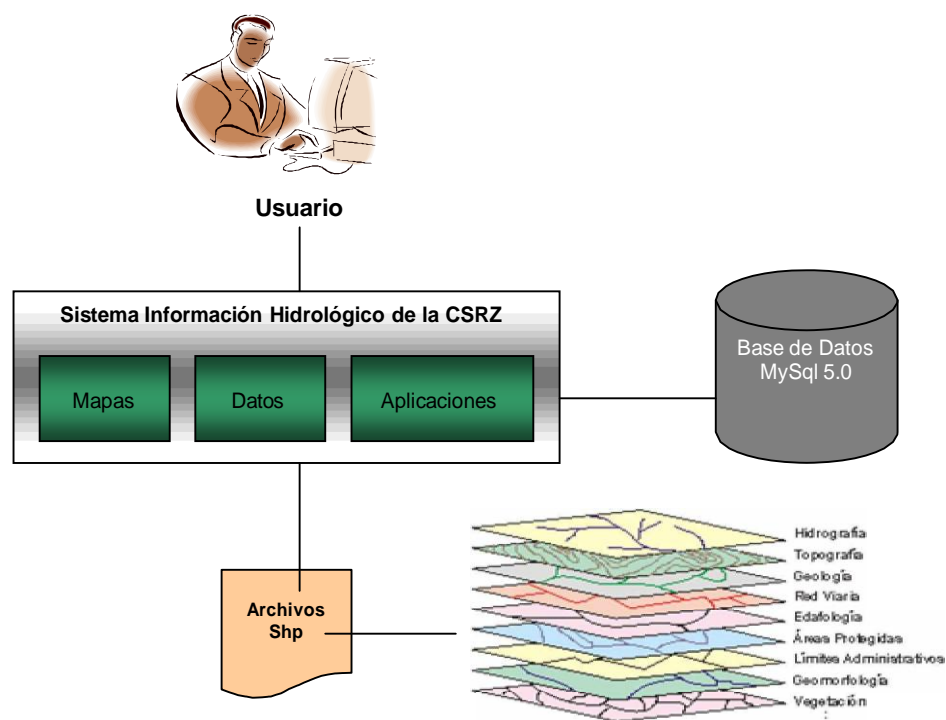


Figura 8. Arquitectura del SIG para la CSRZ

Este SIG especializado es desarrollado en base a todos los registros recolectados en el Inventario Hidrológico de la CSRZ; y su actualización requerirá de nuevas investigaciones que se realicen sobre la cuenca en estudio, modificando de esta manera parte de su estructura con los nuevos estudios.

6.1.1 Información Primaria

El estudio de la CSRZ ubicada en la Hoya de Loja (Provincia de Loja – Ecuador) inicia indicando que esta conformada por 32 microcuencas como son Apangora, Carigán, Chorrera, Ciudadela, Consacola, Curitroje, De Alumbre, De Sangre, El Capulí, El Carmen, El Rosal, El Salado, La Banda, Las Minas, Las Pavas, Las Violetas, Mendieta, Mónica, Namanda, Potrerillos, Quilloyacu, Sambo Yacu, San Cayetano, San Simón, Santa Urcu, Shucus, Sin nombre 001, Sin nombre 002, Sin nombre 003, Viveros, Volcán, Záñe; las mismas que servirán de punto de partida para la descripción de cada uno de los procesos en que se encuentran relacionadas.

6.1.2 Caracterización y Análisis Hidrológico

La caracterización de la CSRZ hace referencia a procesos relacionados con el cálculo de parámetros morfométricos²⁹ de cada microcuenca como son: área, perímetro, índice de forma, elevación media, desnivel media, desnivel, pendiente del terreno y pendiente media del terreno; datos que fueron calculados para cada microcuenca y se encuentran formando parte del Inventario Hidrológico³⁰.

El análisis hidrológico de la CSRZ esta relacionado con los parámetros hidrológicos de cada microcuenca como son: longitud del cauce principal, altura donde nace el cauce, desnivel del cauce, pendiente del cauce, pendiente media del cauce, densidad de corrientes, densidad de drenaje, tiempo de concentración; datos que también se encuentran formando parte del Inventario Hidrológico.

Formando parte del análisis hidrológico de la CSRZ se encuentran también los procesos relacionados con: asociaciones vegetales que se desarrollan sobre la cuenca, texturas de suelos, precipitaciones medias anuales, precipitaciones medias mensuales, temperaturas medias anuales, caudales medios mensuales y caudales máximos; los cálculos de todos estos procesos forman parte del Inventario Hidrológico; y nos servirán conjuntamente con los cálculos anteriores para la construcción de nuestra herramienta GIS interactiva, la misma que permitirá acceder a dicha información de una manera mas fácil, rápida y eficiente.

6.1.3 Elementos Biofísicos

En lo que respecta al manejo de información en el proceso de asociaciones vegetales o cobertura vegetal contempla asociaciones como: arbustales, bosques, bosques intervenidos/pastos/cultivo anual/matorral, bosques natural húmedo, bosque plantado, bosque/pasto, matorrales, páramos, pastos, pasto/bosque, pasto/bosque intervenido/bosque natural/matorral/urbano, pasto/bosque intervenido/urbano, pasto/bosque plantado, pasto/cultivo anual/ bosque intervenido, pasto/cultivo/bosque plantado, pasto/urbano/bosque plantado, plantaciones, urbano, urbano/pasto/bosque plantado. Estas asociaciones son adaptadas para el cálculo de varios métodos de

²⁹ Estudio del relieve terrestre a través de unidades métricas.

³⁰ Tesis de grado de la carrera de Ingeniería en Manejo y Conservación del Medio Ambiente archivada en el CINFA

estimación de caudales, y posteriormente son modificados para obtener coeficientes: K (método polinomio ecológico) y C (escorrentía). Referente al proceso de texturas de suelos se muestra varias texturas que van desde franco hasta arcilloso.

6.1.4 Precipitación Media

Para el cálculo de precipitaciones medias mensuales y anuales de cada microcuenca esta recopilada, analizada y sistematizada la información del meteoro precipitación media mensual de 8 estaciones como son: San Lucas, San Francisco, La Argelia, Cajanuma, Zamora, Vilcabamba, Malacatos y Catamayo, que registran información necesaria, y de acuerdo a su ubicación influyen en el análisis de las lluvias en las microcuencas en estudio. Considerada esta información en un periodo de 30 años desde 1969 a 1998, referenciado que tendrá un error del 2% con respecto de los datos actualizados del periodo 1999-2007, ya que no es posible registrar estos datos en el proceso debido a no encontrarse a la venta.³¹

Para completar los vacíos de datos de precipitación se utiliza el método de regresión lineal simple entre estaciones, considerando que las estaciones a comparar deben tener similitudes en las características morfológicas.

Posteriormente, se procede a calcular la precipitación medial anual de las microcuencas²² referenciándose en los datos calculados de precipitación media anual de las estaciones; en el cálculo de la precipitación media anual de las microcuencas se utiliza los siguientes métodos:

➤ Método de áreas

En primer caso el método de áreas de precipitación que utiliza los valores de precipitación media anual del periodo 1969-1998 y considerando factores de influencia como son cordillera occidental y oriental de los Andes, curvas de nivel, la predominancia y dirección del viento, entre otros; este método servirá en posterior para cálculo de la precipitación media mensual de cada microcuenca.

³¹ CARVAJAL, K; PIEDRA R. Inventario Hidrológico de la CSRZ.

➤ Método de United State National Weather Service

En segundo caso se calcula con el método de U. S. National Weather Service³² que con obtención de centroides de microcuencas se hace trazo de ejes de coordenadas se procede a medir las distancias en cada cuadrante entre la centroide y las estaciones meteorológicas más cercanas. Luego se aplica la ecuación correspondiente para de inmediato calcular la precipitación media mensual de cada microcuenca.

➤ Método Ajustado

Al tener los valores de estos dos métodos se obtiene el valor real con el método ajustado, en el cual se divide valores del primer método (método de áreas de precipitación) para el segundo método (U. S. National Weather Service).

Continuando con la descripción de procesos consta también el manejo de datos sobre temperaturas medias anuales, para lo cual se considera los datos de las estaciones meteorológicas antes mencionadas, con excepción de Cajanuma y San Francisco ya que solo registran datos de precipitación, para completar datos en dichas se aplica una regresión lineal simple (principio del Efecto Föhn: mayor altitud, temperatura descende), entre la altitud y la temperatura promedio anual en el período 1971 – 1998.

6.1.5 Caudales Medios Mensuales

Respecto al proceso de estimación de caudales medios mensuales de las cuencas en estudios, se utiliza modelos matemáticos con ecuaciones que tengan aplicabilidad y adaptabilidad hacia la cuenca en estudio. Entre estos modelos para el cálculo de caudales medios mensuales están:

➤ Método del Polígono Ecológico

El método del polígono Ecológico que presenta una relación entre el área de la cuenca elevada a el coeficiente de características de regulación de la cuenca por la

³² Método desarrollado por el Servicio Meteorológico de los Estados Unidos

sumatoria de precipitación actual más la precipitación del mes anterior y más la precipitación tras anterior (cada una multiplicada por las constante de 0.70, 0.29, 0.001), y elevadas al coeficiente de característica geomorfológico de la cuenca, y finalmente multiplicado por el coeficiente ecológico. Para mejor comprensión se describe la formula³³ así:

$$Q_t = K * A^n (0.70P_t + 0.29P_{t-1} + 0.01P_{t-2})^m$$

Donde:

Qi = Caudal en m³·s⁻¹
A = Área de la cuenca en km²
Pi = Precipitación del mes actual en mm
Pi-1 = Precipitación del mes anterior
Pi-2 = Precipitación del mes tras anterior
K, m, n = Coeficientes del polinomio que dependen de las características que poseen cada una de las cuencas

➤ Método de Gómez

Otro método aplicado en la estimación de caudales medios mensuales es el de Gómez²⁸ que relaciona la precipitación media mensual elevado a una constante de 0.54 multiplicado por el área y multiplicado por una constante de 50.1, todo esto dividido para el número de días del mes que corresponda multiplicada por una constante de 86.4. Presentado en expresión matemática se muestra así:

$$Q = \frac{50,1 \cdot P^{0,54} \cdot A}{86,4 \cdot N}$$

Donde;

Q = Caudal en l·s⁻¹
P = Precipitación mensual en mm
A = Área de drenaje en ha
N = Número de días del mes.

➤ Método Racional

Un tercer método que se aplica es el Racional²⁸ que se describe entre el coeficiente de escurrimiento por la precipitación media mensual, por el área de

³³ GONZÁLEZ, R. 2001.

drenaje, divididos estos valores para el número de días multiplicado por una constante de valor 86.4. Como expresión matemática tenemos:

$$Q = \frac{C \cdot P \cdot A}{86,4 \cdot N}$$

Q	=	Caudal medio mensual l·s ⁻¹ .
C	=	Coefficiente de escurrimiento
P	=	Precipitación mensual en mm
A	=	Área de drenaje en ha
N	=	Número de días del mes

➤ Método de medición In Situ

La estimación de caudales medios mensuales se la hace mediante medición “in situ”³⁴ de caudales con dos formas en su procedimiento: el volumétrico que se selecciona un sitio de medición que estuviese cercano a la unión con el río Zamora (parte baja de la microcuenca), haciendo uso de recipiente recoge la caída libre del agua cronometrando el tiempo que tarde en llenarse; y el otro procedimiento utilizando un molinete hidráulico que también se selecciona un lugar pero que no coincida en meandros (curva que describe la corriente de un río), sino que el tramo seleccionado se encuentre de 3 a 5 m en línea recta aproximadamente, ahí se calibra el molinete a 20 revoluciones por minuto, se mide el ancho de la quebrada y dependiendo de ésta se determinan la abscisas cada 30, 40 y 50 cm. de distancia. Funcionando el molinete se cronometra las revoluciones de la hélice en cada una de las abscisas.

6.1.6 Caudales Máximos

Para la estimación de los caudales máximos se procede con métodos como:

➤ Precipitación máxima en 24H

Cálculo de las intensidades de precipitación en función de las máximas en 24 horas²⁹, para diferentes períodos de retorno de 5, 10, 25 y 50 años, la cual procede

³⁴ CARVAJAL, K; PIEDRA R. Inventario Hidrológico de la CSRZ.

mediante el ajuste de Gumbel, con estos valores se aplica la ecuación del INAMHI ³⁵.

La expresión básica para el Ajuste Gumbel es:

$$X_T = \chi + \frac{\sigma_X}{\sigma_n}(Y - Y_n)$$

X_T	=	valor extremo (máxima en 24 horas) para un período de retorno.
χ	=	valor promedio de los máximos anuales.
σ_X	=	desviación estándar.
Y_n y σ_n	=	cantidades teóricas que están únicamente en función del tamaño de la muestra
Y	=	variable reducida y está en función del período de retorno, su ecuación de cálculo es:

$$y = - \left[2,303 \cdot \log \left(\log \frac{Tr}{Tr-1} \right) + 0,834 \right]$$

La ecuación seleccionada del INAMHI es:

$$I_{TR} = 92,845 t^{-0,4083} Id_{TR}, \text{ para una duración de la lluvia entre 60 y 1440 minutos.}$$

Donde:

I_{tr} = Intensidad de precipitación para cualquier período de retorno en $\text{mm} \cdot \text{h}^{-1}$.

Id_{tr} = intensidad diaria para un período de retorno dado en $\text{mm} \cdot \text{h}^{-1}$

Donde los valores de Id_{TR} o sea la intensidad diaria se calculó dividiendo la precipitación máxima en 24 horas calculada por Gumbel.

$$I_{TR} = 92,845 t^{-0,4083} \frac{P_{\text{máx}} 24H}{24}$$

➤ Método Racional

Otro método que se utiliza es el Racional³⁶ para estimación de caudales máximos que se expresa entre el factor de ajuste por el coeficiente de escorrentía, por la intensidad de lluvia para un período de retorno dado, por el área de la microcuenca y todo dividido para una constante de valor 3,6. Este método en expresión matemática se expresa así:

³⁵ Instituto Nacional de Meteorología e Hidrología.

³⁶ CARVAJAL, K; PIEDRA R. Inventario Hidrológico de la CSRZ.

$$Q = \frac{KCIA}{3}$$

Q = Caudal máximo en $\text{m}^3\cdot\text{s}^{-1}$

K = Factor de ajuste

C = coeficiente de escorrentía

I = intensidad de la lluvia para un período de retorno dado, en $\text{mm}\cdot\text{h}^{-1}$

A = área de la microcuenca en km^2 .

➤ Método de Hidrograma Sintético de Zinder

Un tercer método aplicable es el de Hidrograma Sintético de Zinder²⁷ que se expresa entre la intensidad de lluvia para un período de retorno dado, por el caudal pico, por la duración de lluvia; para el calculo del caudal pico se multiplica el coeficiente entre 0.56 – 0.69, por el área de drenaje, por constante 7, y todo dividido para el tiempo de retraso (multiplicación de la constante 0.75, por coeficiente entre 1.35-1.65), si el tiempo de retraso es diferente la duración de lluvia efectiva se aplica la ecuación de retardo estándar que es una relación de suma entre la resta de duración de lluvia menos tiempo de retraso sobre 5.5 dividido para constante 4, más tiempo de retraso. Presentado como expresión matemática tenemos:

$$Q_{\max} = I \cdot qp \cdot t_R$$

Siendo;

Qmax = caudal máximo en $\text{m}^3\cdot\text{s}^{-1}$

qp = caudal pico en $\text{m}^3/\text{s}/\text{pulg.}$

t_R = duración efectiva en h.

Para el caudal pico se calcula mediante la expresión:

$$qp = \frac{7 \cdot Cp \cdot A}{tp}$$

Siendo:

A = Área de drenaje en km^2

Cp = Coeficiente, variable entre (0,56 - 0,69)

tp = Tiempo de retraso en h.

tp = $Ct \cdot (L - L_c)^{0,30}$

tr = $tp/5,5$.

Ct = Coeficiente, variable entre (1,35-1,65)



Método de Hidrograma Unitario Triangular

Otro método aplicable es el de Hidrograma Unitario Triangular que es una relación de coeficiente de escorrentía, por intensidad de lluvia, por duración de lluvia o tiempo de concentración, todo esto multiplicado por la división entre el área de la cuenca sobre una constante de 1.8 multiplicada por el tiempo base del hidrograma unitario (2.67 multiplicado por la sumatoria de la fracción tiempo de concentración sobre 2 más 0.6 multiplicado por tiempo de concentración). En simple expresión matemática tenemos:

$$Qp = Pe \left(\frac{A}{1,8Tb} \right)$$

Donde:

Qp es el caudal pico en $m^3 \cdot s^{-1}$,
Pe es la lluvia neta en mm;
A el área de la cuenca en km^2 , y
Tb el tiempo base del hidrograma unitario en h.

Al ser descritos todos los procesos aplicables para poder tener una caracterización así como también un análisis hidrológico de la cuenca superior del río Zamora adecuada, se puntualiza que se puede brindar alternativas de manejo ambiental para las microcuencas degradadas y peligrosas.

6.2 Documentación de Requerimientos

REQUERIMIENTOS FUNCIONALES

Ref. Req.

Descripción

Rf001

Visualizar el Mapa Base de la CSRZ con sus respectivas caracterizaciones.

Rf002

Manipular el mapa base y red de drenaje de la Cuenca Superior del río Zamora (CSRZ) con sus datos respectivos en base al inventario hidrológico de la CSRZ.

- Rf003 Visualizar el Mapa de la CSRZ con las Asociaciones Vegetales que se desarrollan sobre ella, obtenidas del almanaque electrónico del Ecuador, que a su vez se encuentra en el Inventario Hidrológico de la CSRZ
- Rf004 Visualizar el mapa de las asociaciones vegetales modificado para la obtención de los coeficientes K (Polinomio Ecológico) y C (Coeficiente de Escorrentía) que se utilizarán para el cálculo de varios métodos de estimación de caudales.
- Rf005 Controlar la manipulación y consultas sobre el mapa de las asociaciones vegetales
- Rf006 Visualizar el Mapa de la CSRZ con las Texturas de Suelos que se desarrollan sobre ellas, encontrados en el inventario Hidrológico de la CSRZ.
- Rf007 Manipular el Mapa de Texturas de Suelos, recopilados del almanaque electrónico del Ecuador, identificando la textura desde franco hasta arcilloso.
- Rf008 Visualizar el Mapa delimitado de las 32 Microcuencas pertenecientes a la CSRZ, incluyendo las áreas de transición, las cuales no se definen como microcuencas.
- Rf009 Visualizar el mapa de las microcuencas de la CSRZ con sus respectivos parámetros morfométricos obtenidos en base al Inventario Hidrológico de la CSRZ.
- Rf010 Visualizar la información morfométrica sobre cada microcuenca como son el área, perímetro, índice de forma, elevación media, desnivel media, desnivel, pendiente del terreno y pendiente media del terreno.
- Rf011 Manipular el mapa de las microcuencas con sus parámetros morfométricos, a través de controles propios como son acercamientos, alejamientos, selecciones, etc., permitiendo interactuar con toda la información.
- Rf012 Consultar sobre el mapa de las microcuencas los parámetros morfométricos, como son: la microcuenca con el área más grande, la mayor pendiente del terreno, la forma que más predomina. etc.
- Rf013 Visualizar fotografías reales de cada microcuenca a través de un explorador de imágenes
- Rf014 Visualizar el mapa de cada microcuenca con todos sus respectivos parámetros morfométricos, hidrológicos, precipitaciones y estimaciones

de caudales medios-máximos.

Rf015 Visualizar el Mapa de microcuencas de la CSRZ con sus respectivos parámetros hidrológicos obtenidos en base al Inventario Hidrológico de la CSRZ

Rf016 Consultar sobre el mapa de microcuencas los parámetros hidrológicos como son: Longitud del cauce principal, tipo de corrientes, pendiente media del cauce, altura donde nace el cauce, densidad de drenaje, densidad de corriente, tiempo de concentración; de las microcuencas.

Rf017 Consultar la información meteorológica de la precipitación mensual en las 8 estaciones (San Lucas, San Francisco, La Argelia, Cajanuma, Zamora, Vilcabamba, Malacatos y Catamayo) que de acuerdo a su ubicación influyen en el análisis de lluvias en las microcuencas en estudio.

Rf018 Mostrar la información de cada estación que influye en el análisis de estudio de las microcuencas, con sus respectivas coordenadas geográficas (latitud, longitud) y su conversión a coordenadas planas UTM (Universal Transverse Mercator Projection).

Rf019 Visualizar los valores de la precipitación mensual y precipitación media mensual de cada estación que influyen en el análisis de lluvia en las microcuencas.

Rf020 Visualizar y manipular el mapa de precipitación media anual de la CSRZ obtenido en base al Inventario Hidrológico de la CSRZ y realizado utilizando el método de áreas de precipitación.

Rf021 Controlar la manipulación y consultas sobre el mapa de precipitación media anual de las microcuencas y sus respectivos datos obtenidos a través del método ajustado del Inventario Hidrológico de la CSRZ

Rf022 Visualizar el mapa de las elevaciones de la CSRZ obtenido en base al Inventario Hidrológico de la CSRZ el mismo que servirá para el correspondiente análisis de la precipitación media anual

Rf023 Visualizar el Mapa de Precipitación media mensual generada en el centro de gravedad de la cuenca mediante la utilización de datos en base al inventario hidrológico de la CSRZ obtenidos a través del método U. S. National Weather Service.

Rf024 Visualizar el Mapa de Precipitación media mensual de las microcuencas utilizando datos del inventario hidrológico de la CSRZ obtenidos a través

	del método ajustado (Factor de ajuste entre el método de áreas de precipitación y el método U. S. National Weather Service) y su respectivo análisis por períodos (seco y lluvioso).
Rf025	Visualizar el Mapa de temperaturas medias anuales de la CSRZ obtenido a través del Inventario Hidrológico de la CSRZ
Rf026	Controlar la manipulación y consultas sobre el mapa de temperaturas medias anuales de la CSRZ
Rf027	Visualizar y manipular el Mapa de Caudales Medios Mensuales de las microcuencas de la CSRZ, y sus datos obtenidos a través del método del polinomio ecológico.
Rf028	Visualizar el Mapa de pendientes, Mapa de evapotranspiración potencial sobre lluvias en base al inventario hidrológico de la CSRZ.
Rf029	Visualizar y manipular el Mapa de Caudales Medios Mensuales de las microcuencas de la CSRZ, y sus datos obtenidos a través del método de Gómez.
Rf030	Visualizar el Mapa de valores del coeficiente C (para la estimación del método Racional) utilizado en cálculo de caudales medios mensuales para las microcuencas de la CSRZ.
Rf031	Visualizar y manipular el Mapa de Caudales Medios Mensuales de las microcuencas de la CSRZ, y sus datos obtenidos a través del método Racional.
Rf032	Visualizar y manipular el mapa de la precipitación máxima en 24 H (mm) para un periodo de retorno de 50 años, el mismo que utiliza el método de ajuste de Gumbel para cada microcuenca en estudio
Rf033	Mostrar la información de los caudales máximos para cada microcuenca de la CSRZ para diferentes periodos de retorno calculados por el método Racional, el mismo que utiliza los valores del Coeficiente C.
Rf034	Mostrar la información de los caudales máximos para cada microcuenca de la CSRZ para diferentes periodos de retorno calculados por el método del Hidrograma Sintético de Snyder, el mismo que utiliza los valores de la longitud al centroide par cada microcuenca.
Rf035	Mostrar la información de los caudales máximos para cada microcuenca de la CSRZ para diferentes periodos de retorno calculados por el método del Hidrograma Unitario Triangular.
Rf036	Visualizar el Mapa de los caudales máximos (máximas crecidas) de las

	microcuencas de la CSRZ con toda la información de los tres métodos Racional, Hidrograma Sintético de Snyder e Hidrograma Unitario Triangular, información obtenida del Inventario Hidrológico de la CSRZ
Rf037	El sistema podrá controlar la manipulación y consulta sobre el mapa de los caudales máximos de las microcuencas de la CSRZ.
Rf038	Generar reportes en base a la información del Inventario Hidrológico.
Rf039	Generar ventanas de impresión para los mapas
Rf040	Manejar herramientas de consulta sobre los mapas geográficos: ampliar la vista, desplazamiento y vista de atributos.

Cuadro 6. Requerimientos del Sistema

REQUERIMIENTOS NO FUNCIONALES

Ref. Req.	Atributo	Descripción
Rfn001	Plataforma de Lenguaje de programación	El sistema trabaja bajo las herramientas del lenguaje C# de la plataforma de Visual Studio .Net.
Rfn002		El sistema utiliza una base de datos generada en Mysql.
Rfn003		El sistema trabaja bajo la herramienta MapWindow, como herramienta SIG.
Rfn004	Interfaz	El sistema estará orientado al manejo de ventanas, formularios, cuadros de diálogo, mapas cartográficos y sus controles.
Rfn005		El sistema se integrará en el Centro Integrado de Geomática Ambiental (CINFA) de AARNR de la UNL.
Rfn006	Plataforma del Sistema Operativo.	El Sistema funciona para Windows XP y con una memoria RAM de 1 GB o superior.

Cuadro 7. Requerimientos no Funcionales del Sistema

6.3 Glosario de Términos

➤ **Área**

Espacio de tierra comprendido entre ciertos límites.

➤ **Arcilloso**

Compuesto por elemento base de arcilla con tendencia muy plástica y por calcinación se endurece.

➤ **ArcView**

El producto de software más liviano de la familia ArcGIS.

➤ **ArcGIS**

Software para el manejo de información geográfica producido por ESRI.

➤ **Asociación Vegetal**

Conjunto de plantas de varias especies, alguna de las cuales son dominantes y le da nombre e indica su significado biológico.

➤ **Cauce**

Lecho de un río o arroyo.

➤ **Caudal**

Volumen de agua corriente que discurre por un cauce

➤ **Centroide (centro)**

Punto interior que aproximadamente equidista de los límites de una figura, superficie, territorio, etc.

➤ **Coordenadas**

Se dice de las líneas que sirven para determinar la posición de un punto, y de los ejes o planos a que se refieren aquellas líneas.

➤ **Cuenca**

Es un agrosistema en donde todos sus componentes interactúan armónicamente entre sí.

➤ **Cuenca Hidrográfica**

Es un sistema constituido por el ambiente físico y los organismos vivos existentes e interrelacionados entre sí. La cuenca hidrográfica puede estar compuesta por uno o más sistemas.

➤ **Densidad**

Magnitud que expresa la relación entre la masa y el volumen de un cuerpo. Su unidad en el Sistema Internacional es el kilogramo por metro cúbico (Kg. /m^3).

➤ **Desnivel**

Diferencia de alturas entre dos o más puntos

➤ **Drenaje (Drenar)**

Dar salida y corriente a las aguas muertas o a la excesiva humedad de los terrenos, por medio de zanjias o cañerías.

➤ **Escorrentía**

Agua de lluvia que discurre por la superficie de un terreno. Corriente de agua que se vierte al rebasar su depósito o cauce naturales o artificiales.

➤ **Escurrimiento (Ecurrir):**

Hacer que una cosa empapada de un líquido despidan la parte que quedaba detenida.

➤ **Evapotranspiración**

Evaporar (Convertir en vapor un líquido) transpirar (Salida de vapor de agua)

➤ **Geodatabase**

Una base de datos geográfica que es almacenada dentro de un manejador de base de datos relacional datos espaciales, alfanuméricos y reglas de comportamiento.

➤ **Georeferenciado (a)**

Información con ubicación espacial, generalmente en coordenadas (x, y) locales o geográficas (latitud y longitud).

➤ **Hidrograma (Hidrografía)**

Parte de la geografía física que trata de la descripción de las aguas del globo terrestre.

➤ **Hidrológico (Hidrología)**

Ciencia que estudia las propiedades, origen, etc. de las aguas.

➤ **Inventario**

Asiento de los bienes y demás cosas pertenecientes a una persona o comunidad, hecho con orden y precisión

➤ **Mapa**

Es un conjunto de puntos, líneas y áreas que están definidas tanto por su localización en el espacio con referencia a un sistema de coordenadas como por sus atributos no espaciales.

➤ **Microcuenca**

Constituye la unidad hidrográfica básica de operación, forma parte y se obtienen a partir de la cuenca y esta considerada en superficies menores de 6000 ha.

➤ **Morfométrico**

Estudio del relieve terrestre a través de unidades métricas.

➤ **Latitud**

Distancia que hay desde un punto de la superficie terrestre al Ecuador, contada en grados de meridiano.

➤ **Layer**

Son los diferentes temas o capas en los que descompone un SIG estos pueden ser (curvas de nivel, ríos, vías, etc.).

➤ **Longitud**

Magnitud física que expresa la distancia entre dos puntos. Su unidad en el Sistema Internacional es el metro.

➤ **Pendiente**

Inclinado, en declive, Cuesta o declive de un terreno

➤ **Perímetro**

Contorno de una superficie

➤ **Precipitación**

Agua procedente de la atmósfera y en que forma sólida o líquida se deposita sobre la tierra.

➤ **Shapefile**

Son archivos que almacenan por un lado datos geométricos y por otros atributos de la información espacial en un conjunto de datos. La geometría de un objeto es almacenada como un "shape" el cual comprende un conjunto de coordenadas vectoriales. Los "ShapeFile" soportan los tipos básicos de elementos, es decir el punto, la línea y el polígono. Los atributos descriptivos son almacenados en un archivo dBase. Cada atributo tiene asociado una relación de uno a uno con un registro de un "shape" asociado

➤ **SIG (GIS)**

Sistema de Información Geográfica. Son sistemas computarizados compuestos de software y procedimientos que permiten capturar, almacenar, manipular, gestionar, analizar, modelar y presentar datos referenciados espacialmente. Estos sistemas no solo almacenan información acerca de la localización de los elementos en el espacio (georeferenciación), sino también acerca de las relaciones entre unos elementos y otros (topología).

➤ **Temperatura**

Grado de calor o de frío de los cuerpos.

➤ **Texturas**

Estructura, disposición de las partes de un cuerpo, de una obra, etc.

➤ **Transición**

Acción y efecto de pasar de un modo de ser o estar a otro distinto

➤ **UML**

Es un lenguaje estándar que sirve para escribir los planos del software, puede utilizarse para visualizar, especificar, construir y documentar todos los artefactos que componen un sistema con gran cantidad de software. UML puede utilizarse para modelar desde sistemas de información hasta aplicaciones distribuidas basadas en Web. (Método de Lenguaje Unificado).

6.4 Modelado.

6.4.1 Modelo del Dominio.

MODELO DEL DOMINIO

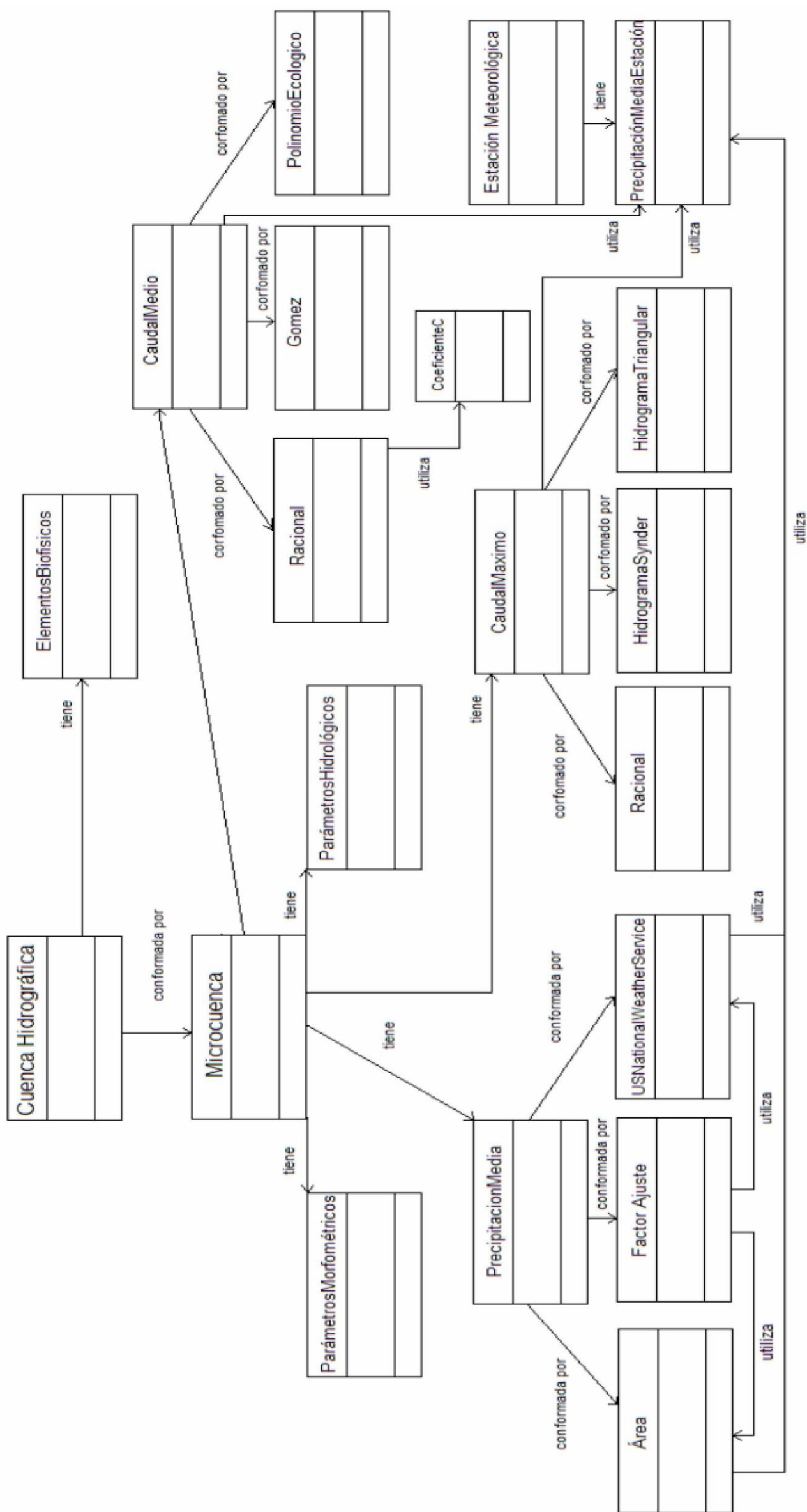


Figura 9. Modelo del Dominio

6.4.2

Descripción de los Casos de Uso

Modelo de los Casos de Uso

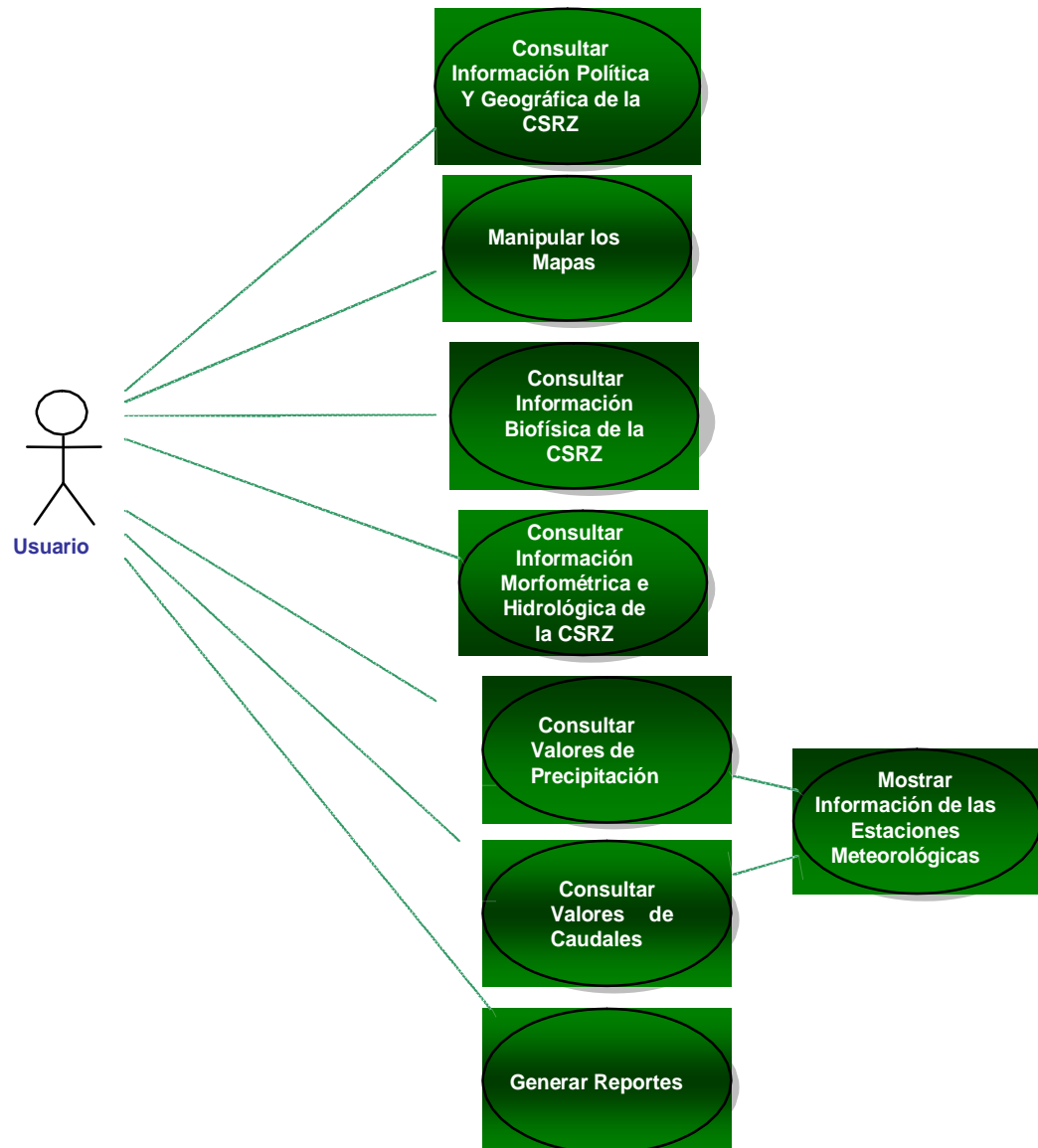
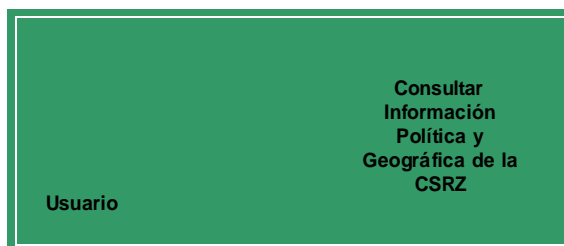


Figura 10. Modelo de C-U



Identificador	UC01
Use Case	
Use Case:	Consultar Información Política y Geográfica de la CSRZ
Actor:	Usuario
Ref. Req.:	Rf001, Rf002, Rf008
Propósito:	Presentar los datos generales de la CSRZ para identificar su ubicación y características.
Descripción:	<p>El usuario ingresa al menú de <i>CSRZ</i> ubicada en la Barra de Tareas en donde se elige la opción de <i>DATOS GENERALES</i>; con el propósito de localizarla política y geográficamente, así como caracterizarla y analizarla a través de los diferentes mapas que la componen entre ellos el mapa Base y Red Hídrica.</p> <p>El usuario ingresa al menú de <i>ALTERNATIVAS DE MANEJO AMBIENTAL</i> y visualiza los factores y aspectos mas afectados de la CSRZ.</p>
Tipo:	Primario Real
Precondición:	El usuario debe estar ubicado en el menú CSRZ
Poscondición:	<ul style="list-style-type: none">• Visualización de información política y geográfica de la CSRZ.• Presentación del mapa base y sistema de red hídrica.• Caracterización de la CSRZ• Alternativas de manejo ambiental para las microcuencas degradadas y peligrosas.

CURSO NORMAL DE EVENTOS

1. El usuario ingresa al menú CSRZ ubicado en la barra de tareas
2. El sistema muestra dos submenús DATOS GENERALES y MICROCUENCAS
3. El usuario ingresa al submenú de DATOS GENERALES.
4. El sistema muestra cuatro opciones como son: INFORMACIÓN PRIMARIA, MAPA DE UBICACIÓN POLÍTICA Y GEOGRÁFICA, MAPA BASE, RED

HÍDRICA ORIGINAL Y DE CAMPO.

5. El usuario elige la opción INFORMACIÓN PRIMARIA
6. El sistema muestra la ventana UBICACIÓN POLITICA DE LA CUENCA SUPERIOR DEL RÍO ZAMORA
7. El sistema muestra la información política, las características climáticas, las coordenadas geográficas, y las fotos de cada de una de las microcuencas que componen la CSRZ; además carga hipervínculos de conexión a otras ventanas y botones de acceso a fotografías.
8. El usuario visualiza fotografías e información completa de la CSRZ.
9. El Use Case finaliza.

CURSO ALTERNATIVO DE EVENTOS**A. Selección de las opciones MAPA DE UBICACIÓN POLÍTICA Y GEOGRÁFICA, MAPA BASE, RED HÍDRICA ORIGINAL Y DE CAMPO**

- A5. El usuario ingresa a cualquiera de la tres opciones presentadas
- A6. El sistema muestra la pantalla seleccionada con el mapa correspondiente ya sean de **UBICACIÓN POLÍTICA Y GEOGRÁFICA, BASE o RED HÍDRICA ORIGINAL Y DE CAMPO**
- A7. El sistema carga la información alfanumérica así como la información de la base de datos geográfica (mapa y datos geo-espaciales).
- A8. El sistema muestra las herramientas desplazamiento y consulta (ampliación de la visión y desplazamiento, opciones de visualización de la tabla de atributos, y exportación de mapa a imagen para generar reporte)
- A9. El usuario elige las herramientas desplazamiento y consulta.
- A10. Se hace referencia al Caso de Uso MANIPULAR LOS MAPAS
- A11. El usuario puede manipular el mapa a través de sus herramientas y a su vez consultar y/o ver información de relevancia para el.
- A12. El Use Case Finaliza.

C. Alternativas de Manejo Ambiental.

- C1. El usuario ingresa al menú EXTRAS ubicado en la barra de tareas
- C2. El sistema muestra tres opciones MAPA GEOGRAFICO, ALTERNATIVAS DE MANEJO AMBIENTAL y REPORTES
- C3. El usuario elige la opción de ALTERNATIVAS DE MANEJO AMBIENTAL
- C4. EL sistema muestra dos opciones FACTORES Y ASPECTOS AMBIENTALES MAS AFECTADOS; y REPORTE DE NOTICIAS
- C5. El usuario elige la opción FACTORES Y ASPECTOS AMBIENTALES

MAS AFECTADOS

C6. El sistema carga la pantalla y muestra botones para ingresar a la información de los factores y aspectos ambientales mas afectados de las microcuencas que pertenecen a la CRSZ; las alternativas de mitigación, compensación y control; y el marco legal.

C7. El usuario elige una alternativa y visualiza la información completa de la misma.

C8. El Use Case Finaliza.

D. Selección de la opción REPORTE DE NOTICIAS

DC5. El usuario elige la opción REPORTE DE NOTICIAS sobre la CSR

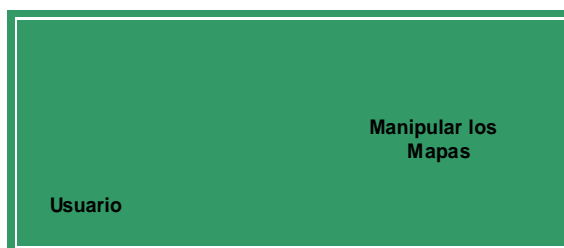
DC6. El sistema enlista en pantalla noticias importantes sucedidas entorno a la situación hidrológica reportada durante el periodo de investigación para realizar el inventario hidrológico de la CRSZ (2005 – 2007).

DC7. El usuario elige el hipervínculo de la fecha de noticia que requiere.

DC8. El sistema tras la selección de link de la fecha de noticia se conecta al repositorio de datos y presenta el reporte seleccionado.

DC9. El Use Case Finaliza.

Cuadro 8. Caso de Uso # 1



Identificador	UC02
Use Case	
Use Case:	Manipular los mapas
Actor:	Usuario
Ref. Req.:	Rf002, Rf003, Rf004, Rf005, Rf006, Rf007, Rf008, Rf009, Rf011, Rf012, Rf014, Rf015, Rf020, Rf021, Rf022, Rf023, Rf024, Rf025, Rf026, Rf027, Rf028, Rf029, Rf030, Rf031, Rf032, Rf036, Rf037.
Propósito:	Manipular los mapas con ayuda de las herramientas de desplazamiento y consulta como son: ampliación, reducción de

visión, activación/desactivación de capas, tabla de atributos sobre las capas de los mapas; tabla de consultas; así como menú para cambio de color y borde de mapas, fijación de datos en los mapas, selección de shapes; y exportación del mapa a imagen para imprimir.

Descripción: El usuario puede visualizar la estructura del mapa seleccionado en capas así como su información geodatabase. Realizar consultas interactivas a través de las herramientas incorporadas, determinar la activación o desactivación de una capa en el mapa, obtener información del cada elemento de la capa que el usuario seleccione; usar las herramientas de ampliación de visión, desplazamiento, visualizar la tabla de atributos de cada capa, realizar una exportación del mapa en imagen para impresión, visualizar las leyendas de los elementos y finalmente cambiar de color y bordes en las capas de los mapas.

Tipo: Primario Real

Precondición: El usuario debe estar ubicado en la barra de tareas.
El usuario podrá realizar la petición a través de botones o hipervínculos desde las ventanas que permitan conectarse a los diferentes mapas geográficos.

Poscondición:

- Mostrar la información del elemento del mapa que se ha seleccionado.
- Interactuar entre las capas del mapa y actualizarlas automáticamente.
- Desplazar el mapa con las herramientas de ampliación de visión.
- Utilizar las herramientas de consulta para obtener valores específicos.
- Cambiar la presentación de las capas del mapa mediante el uso de la paleta de colores, cambio de bordes y asignación de leyenda de los elementos.
- Exportar el mapa en formato JPG, GIF, BMP para su posterior impresión.

CURSO NORMAL DE EVENTOS

1. El usuario se ubica en una ventana que posee un Mapa Geográfico
2. El sistema carga los shapes o capas correspondientes del mapa y los muestra a través de un área de visualización y su leyenda
3. El usuario visualiza u oculta las capas del mapa, activándolas o desactivándolas en el mapa expuesto.
4. El sistema actualiza el mapa en forma automática o manual.
5. El usuario selecciona una herramienta de desplazamiento.
6. El usuario se mueve en el mapa de norte/sur, este/oeste, etc. libremente, y a su vez se acerca o se aleja, así como visualizar su totalidad el mapa.
7. El sistema presenta el mapa en el estado que el usuario requiera, a través de la elección de las diferentes herramientas.
8. El usuario identifica mediante el menú de información georeferencial los elementos gráficos del mapa con las capas activas.
9. El sistema muestra la información de los atributos del elemento seleccionado, existentes en la capa activa.
10. El usuario elige ver la tabla de atributos en la herramienta de CONSULTAR TABLA DE DATOS de una capa activa del mapa.
11. El sistema muestra la tabla completa de todos los elementos del shapefile.
12. El usuario elige cambiar el color de la capa y fijar la leyenda de cada elemento.
13. El sistema presenta una paleta de colores que puede seleccionar, así como un hipervínculo para fijar la leyenda de los elementos.
14. El usuario elige exportar el mapa a imagen de tipo JPG, GIF ó BMP.
15. El sistema exporta el mapa en el formato deseado y en el estado que el usuario ha requerido.
16. El usuario elige el hipervínculo de un objeto gráfico para consulta hacia una conexión directa con la base de datos.
17. El sistema tras la selección del objeto gráfico se conecta al repositorio de datos y presenta información real del objeto seleccionado.
18. El Use Case finaliza

CURSO ALTERNO DE EVENTOS

A. Consulta Interactiva en la Tabla de Atributos.

- A9.** El sistema carga los campos, activa el menú que puede utilizar para generar la consulta, y presenta todos los registros que posee la tabla

seleccionada del repositorio de datos geográfico.

A10. El usuario digita la consulta que desea realizar sobre la tabla seleccionada.

A11. El sistema genera la depuración de búsqueda y resalta todos los registros que cumplen con la necesidad de consulta que requiere el usuario

A12. El usuario genera la impresión de datos consultados.

A13. El sistema imprime un reporte en donde se incluyen la tabla depurada con la consulta ingresada y la imagen del mapa con los elementos seleccionados en la consulta resaltados.

A14. El Use Case continúa en el paso 9 del curso normal de eventos

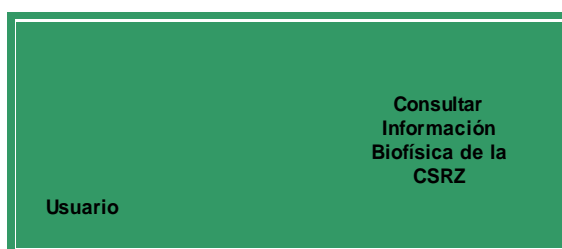
B. Forma de Consulta.

BA10. El usuario puede elegir la opción de *AYUDA* para realizar consulta.

BA11. El sistema presenta la información de cómo generar la consulta sobre la tabla seleccionada para obtener resultados óptimos necesarios para el usuario.

BA12. El Use Case continúa en el paso A10 de curso alterno de eventos.

Cuadro 9. Caso de Uso # 2



Identificador	UC03
Use Case	
Use Case:	Consultar Información Biofísica de la CSRZ
Actor:	Usuario
Ref. Req.:	Rf003, Rf004, Rf005, Rf006, Rf007, Rf023, Rf024, Rf026, Rf028, Rf040
Propósito:	Permitir al usuario consultar información referente a cobertura vegetal, texturas de suelos, pendientes del cauce, temperatura media anual y pendientes del terreno de la CSRZ.
Descripción:	El usuario ingresa al menú de ELEMENTOS BIOFÍSICOS ubicado en la barra de tareas en donde puede elegir opciones de COBERTURA VEGETAL, TEXTURAS DE SUELOS,

PENDIENTES DEL CAUCE, TEMPERATURA MEDIA ANUAL y PENDIENTES DEL TERRENO pertenecientes a la CSRZ; opciones que permitirán acceder a sus datos y mapas cartográficos respectivos, como también realizar consultas sobre los mismos.

Tipo: Primario Real

Precondición: El usuario debe estar ubicado en el menú ELEMENTOS BIOFÍSICOS

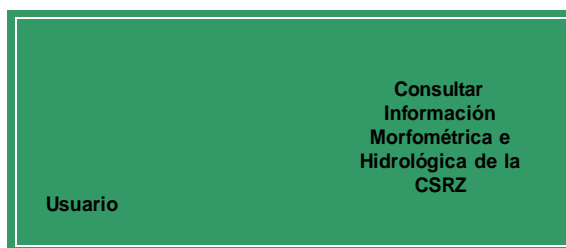
Poscondición:

- Consultar información de cobertura vegetal
- Consultar información de texturas de suelos
- Consultar información de pendientes del cauce
- Consultar información de temperatura media anual
- Consultar información de pendiente del terreno
- Visualización y manejo mapas con sus datos georeferenciados.

CURSO NORMAL DE EVENTOS

1. El usuario ingresa al menú de ELEMENTOS BIOFÍSICOS ubicado en la barra de tareas
2. El sistema muestra cinco opciones como son COBERTURA VEGETAL, TEXTURAS DE SUELOS, PENDIENTES DEL CAUCE, TEMPERATURA MEDIA ANUAL y PENDIENTES DEL TERRENO de la CSRZ
3. El usuario elige una de las opciones presentadas debido a que el funcionamiento de estas ventanas es el mismo.
4. El sistema muestra la respectiva ventana según la opción elegida, posteriormente exhibe en pantalla el mapa correspondiente, la leyenda del mapa, las capas activas y no activas; las herramientas de desplazamiento consulta; el análisis del tema, y la información obtenida de la base de datos geográfica.
5. El usuario elige las herramientas desplazamiento y consulta.
6. Se hace referencia al Caso de Uso MANIPULAR LOS MAPAS.
7. El usuario puede manipular el mapa a través de sus herramientas y a su vez consultar y/o ver información de relevancia para el.
8. El Use Case finaliza.

Cuadro 10. Caso de Uso # 3



Identificador	UC04
Use Case	
Use Case:	Consultar Información Morfométrica e Hidrológica de la CSRZ
Actor:	Usuario
Ref. Req.:	Rf008, Rf009, Rf010, Rf011, Rf012, Rf013, Rf014
Propósito:	Permitir al usuario consultar información morfométrica e hidrológica, manipular sus mapas y visualizar las fotografías de cada una de las microcuencas de la CSRZ.
Descripción:	El usuario ingresa al menú de CSRZ ubicado en la barra de tareas en donde se muestra el menú de MICROCUENCAS, permitiendo elegir tres opciones: MAPA DE LAS 32 MICROCUENCAS, PARÁMETROS MORFOMETRICOS y PARÁMETROS HIDROLÓGICOS, opciones que permitirán realizar consultas sobre cada microcuenca como son: nombre, área, perímetro, índice de forma, forma, pendiente del terreno, elevación media (Parámetros Morfométricos); longitud del cauce principal, altura donde nace el cauce, desnivel del cauce, pendiente del cauce, pendiente media del cauce, densidad de corrientes, densidad de drenaje, y tiempo de concentración (Parámetros Hidrológicos), conjuntamente con su mapa cartográfico y fotografías del terreno de cada una de ellas.
Tipo:	Primario Real
Precondición:	El usuario debe estar ubicado en el menú MICROCUENCAS
Poscondición:	<ul style="list-style-type: none">• Consultar información de Parámetros Morfométricos.• Consultar información de Parámetros Hidrológicos.• Visualizar y manipular los mapas geográficos; y• Visualizar las fotografías del terreno de cada una de las microcuencas de la CSRZ.

CURSO NORMAL DE EVENTOS

1. El usuario ingresa al menú de la CSRZ ubicado en la barra de tareas
2. El sistema muestra las opciones del menú como son DATOS GENERALES y MICROCUENCAS
3. El usuario ingresa al menú de MICROCUENCAS.
4. El sistema muestra tres opciones como son: MAPA DE LAS 32 MICROCUENCAS, PARÁMETROS MORFOMETRICOS y PARÁMETROS HIDROLÓGICOS
5. El usuario elige la opción PARÁMETROS MORFOMETRICOS o PARÁMETROS HIDROLÓGICOS debido a que el funcionamiento de ambas ventanas es el mismo.
6. El sistema muestra la respectiva ventana según la opción elegida, posteriormente exhibe en pantalla una opción de búsqueda de microcuenca para presentar sus datos y cargarlos en una tabla, mostrando además botones de acceso a mapas y reportes.
7. El usuario selecciona una microcuenca de la tabla mostrada.
8. El usuario selecciona el botón *Visualizar Mapa*
9. El sistema muestra el mapa correspondiente de la microcuenca seleccionada, con sus correspondientes herramientas de desplazamiento y consulta de datos georeferenciados.
10. El usuario selecciona la opción *Ver Fotos*
11. El sistema muestra las fotografías del terreno de la microcuenca correspondiente con los respectivos controles de visualización.
12. El usuario selecciona la opción *Generar Reporte*.
13. El sistema genera un reporte de los parámetros morfométricos e hidrológicos de las microcuencas, listo para ser impreso.
14. El Use Case Finaliza.

CURSO ALTERNATIVO DE EVENTOS**A5. Elección de la opción MAPA DE LAS 32 MICROCUENCAS**

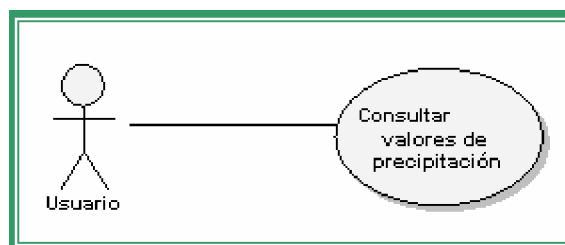
- A6. El usuario elige la opción MAPA DE LAS 32 MICROCUENCAS
- A7. El sistema muestra la ventana seleccionada con sus correspondientes herramientas de desplazamiento y consulta de datos georeferenciados; conjuntamente con botones de acceso a fotos y datos completos de cada microcuenca; e hipervínculos de acceso a otras ventanas del sistema.
- A8. El usuario elige las herramientas desplazamiento y consulta.

A9. Se hace referencia al Caso de Uso MANIPULAR LOS MAPAS.

A10. El usuario puede manipular el mapa a través de sus herramientas y a su vez consultar y/o ver información de relevancia para el.

A11. El Use Case Finaliza.

Cuadro 11. Caso de Uso # 4



Identificador	UC05
Use Case	
Use Case:	Consultar valores de precipitación
Actor:	Usuario
Ref. Req.:	Rf019, Rf020, Rf021, Rf022, Rf023, Rf024.
Propósito:	Presentar los valores de precipitación mensual y anual de la CSRZ, calculados a partir de tres métodos con su respectivo análisis para que el usuario pueda realizar consultas sobre los mismos.
Descripción:	<p>El usuario puede consultar información de precipitación mensual y media mensual recopilados en un periodo desde 1969 hasta 1998; así también la precipitación anual y media anual que se distribuyen sobre la CSRZ, dado el mismo periodo, datos calculados mediante los métodos de:</p> <ul style="list-style-type: none">- Áreas de precipitación.- U. S. National Weather Service.- Ajustado. <p>El usuario puede elegir cualquiera de los tres métodos para visualizar sus cálculos y análisis correspondiente.</p>
Tipo:	Primario Real
Precondición:	<p>El usuario debe estar ubicado en el menú PRECIPITACION MEDIA de la barra de tareas</p> <p>El usuario elige cualquier método de cálculo de precipitación</p>

media.

Poscondición:

- Mostrar la información de precipitación mensual y media mensual, calculados mediante los métodos U. S. Nacional Weather Service y Ajustado
- Mostrar la información de precipitación anual y media anual, calculados mediante los métodos de áreas de precipitación, U. S. Nacional Weather Service y Ajustado
- Visualizar la forma de cálculo para el método U. S. Nacional Weather Service, de manera grafica aplicada en la microcuenca de San Cayetano.

CURSO NORMAL DE EVENTOS

1. El usuario ingresa al menú de PRECIPITACION MEDIA ubicado en la barra de tareas
2. El sistema muestra tres opciones: FACTOR DE AJUSTE, POR AREAS y NATIONAL WEATHER SERVICE
3. El usuario elige la opción FACTOR DE AJUSTE para visualizar los datos calculados mediante el método ajustado
4. El sistema muestra la ventana seleccionada, la tabla de valores de precipitación dados en el periodo 69-98, y el análisis obtenido sobre la aplicabilidad de este método a la realidad de la cuenca en estudio; posteriormente exhibe en pantalla una opción de búsqueda de microcuenca para presentar sus resultados estimados y cargarlos en la tabla, un botón de generación de reportes e hipervínculos de ayuda y de acceso a otras ventanas del sistema
5. El usuario depura la búsqueda solo para una microcuenca en específica, seleccionándola a través del nombre de la microcuenca.
6. El sistema muestra los registros correspondientes a la microcuenca que ha sido seleccionada, así como el valor del factor de ajuste mediante el cual fue calculado.
7. El usuario consulta información y genera reportes listos para su impresión. El Use Case finaliza.

CURSO ALTERNATIVO DE EVENTOS

A. Precipitación Media por Áreas

A3. El usuario ingresa al menú POR ÁREAS para visualizar los datos calculados mediante el método de precipitación media por áreas.

A4. El sistema carga el mapa del método de áreas de precipitación, con las capas de isoyetas y el grid de precipitación media anual.

A5. El usuario elige ver los valores de precipitación dados en el periodo de 1969 a 1998.

A6. El sistema muestra la tabla de valores de precipitación dados en el periodo 69-98, y el análisis obtenido sobre la aplicabilidad de este método a la realidad de la cuenca en estudio.

A7. El usuario depura la búsqueda solo para una microcuenca en específica, a través del nombre de la microcuenca.

A8. El sistema muestra los registros correspondientes a la microcuenca que ha sido seleccionada.

A9. El Use Case continúa en el paso 1 del curso normal de eventos.

B. Método U. S. Nacional Weather Service

B3. El usuario ingresa al menú NATIONAL WEATHER SERVICE para visualizar los datos calculados mediante el Método U. S. Nacional Weather Service.

B4. El usuario elige visualizar una APLICACIÓN PRÁCTICA DEL MÉTODO APLICADA A LA MICROCUENCA DE SAN CAYETANO.

B5. El sistema presenta el mapa de la microcuenca enlazada con las capas de: distancia a las estaciones más cercanas, coordenadas X,Y de la microcuenca, puntos de control de las estaciones; el análisis obtenido sobre la aplicabilidad de este método a la realidad de la cuenca en estudio.

B6. Se hace referencia al Caso de Uso MANIPULAR LOS MAPAS.

B7. El usuario visualiza los valores de precipitación media mensual y anual.

B8. El sistema presenta la tabla de valores de precipitación media mensual y anual de todas las microcuencas de la cuenca en estudio, calculados mediante el método U. S. Nacional Weather Service.

B9. El usuario depura la búsqueda solo para una microcuenca en específica, a través del nombre de la microcuenca

B10. El sistema muestra los registros correspondientes a la microcuenca que ha sido seleccionada.

B11. El Use Case finaliza.

C. Centroides de Microcuencas.

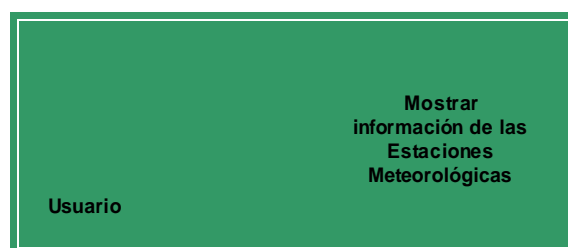
CB4. El usuario elige visualizar los *centroides de las microcuencas* de la CSRZ.

CB5. El sistema presenta el mapa de las microcuencas enlazada con las capas de: áreas de transición, red hídrica y ubicación de las centroides de cada microcuenca.

CB6. Se hace referencia al Caso de Uso MANIPULAR LOS MAPAS.

CB7. El Use Case continúa en el paso B2 del curso alterno de eventos.

Cuadro 12. Caso de Uso # 5



Identificador	UC06
Use Case	
Use Case:	Mostrar información de las estaciones meteorológicas.
Actor:	Usuario
Ref. Req.:	Rf017, Rf018.
Propósito:	Mostrar la información geográfica; los datos obtenidos de precipitación media mensual y anual; los datos obtenidos de la precipitación máxima en 24 H, la distribución de Ajuste de Gumbel de cada estación meteorológica que influye en la CSRZ.
Descripción:	<p>El usuario visualiza información geográfica de cada estación meteorológica, sus coordenadas geográficas, coordenadas planas UTM.</p> <p>Se ubica los puntos de cada estación en un mapa base.</p> <p>Se muestra la información de precipitación media mensual y anual en cada estación.</p> <p>Se muestra la información de la precipitación máxima en 24H y Distribución de Ajuste de Gumbel.</p>
Tipo:	Primario Real

Precondición: El usuario debe estar ubicado en el menú ESTACIONES METEOROLÓGICAS de la barra de tareas.

El usuario elige una opción para ingresar a la información estaciones meteorológicas del menú presentado.

Poscondición:

- Mostrar la tabla de coordenadas geográficas y coordenadas planas UTM.
- Visualizar los valores de precipitación media mensual, media anual.
- Visualizar los valores de precipitación máxima en 24H y la Distribución de Ajuste de Gumbel.

CURSO NORMAL DE EVENTOS

1. El usuario ingresa en el menú de ESTACIONES METEOROLÓGICAS ubicado en la barra de tareas.
2. El usuario elige el menú de INFORMACIÓN Y CONVERSIÓN.
3. El sistema muestra la ventana seleccionada con los datos informativos: nombre de estación, tipo de estación, coordenadas geográficas, elevación sobre el nivel del mar; conversión de coordenadas geográficas a valor decimal y su posterior conversión a coordenadas UTM de cada estación meteorológica en dos tablas por separado; así como también se presenta un botón de generación de reportes e hipervínculos de ayuda y acceso a otras ventanas del sistema; posteriormente exhibe en pantalla una opción de búsqueda de estación para presentar sus valores en forma individual.
4. El usuario consulta información de las estaciones y genera reportes listos para ser impresos.
5. El Use Case finaliza.

CURSO ALTERNATIVO DE EVENTOS

A. Precipitación media mensual y anual en las estaciones.

A1. El usuario ingresa en el menú de PRECIPITACIÓN MEDIA MENSUAL Y ANUAL de estaciones.

A2. El sistema muestra la ventana seleccionada con el respectivo análisis de cálculo, exhibe en pantalla una opción de búsqueda de estación para presentar los valores de precipitación media mensual y anual del periodo 1969

– 1998 de cada estación y cargarlos en una tabla; finalmente un botón de generación de reportes e hipervínculos de ayuda.

A3. El usuario consulta información y genera reportes listos para su impresión.

A4. El Use Case finaliza.

B. Precipitación máxima y Distribución de Ajuste Gumbel.

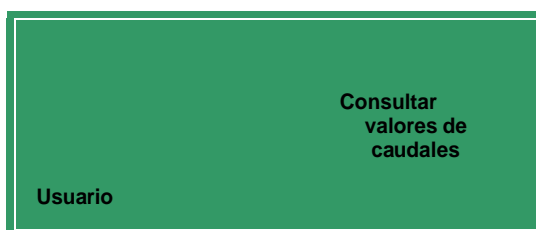
B1. El usuario ingresa en el menú de PRECIPITACIÓN MÁXIMA Y DISTRIBUCIÓN DE AJUSTE DE GUMBEL para cada estación.

B2. El sistema muestra la tabla de valores de precipitación máxima en 24H del período 1969 – 1998 de cada estación y la distribución de Ajuste de Gumbel en dos fichas, además un botón de generación de reportes.

B4. El usuario consulta información y genera reportes listos para su impresión.

B5. El Use Case finaliza.

Cuadro 13. Caso de Uso # 6



Identificador	UC07
Use Case	
Use Case:	Consultar valores de caudales
Actor:	Usuario
Ref. Req.:	Rf025, Rf027, Rf029, Rf030, Rf031, Rf032, Rf033, Rf034, Rf035.
Propósito:	Permitir al usuario consultar información referente a estimación de caudales medios y máximos de la CSRZ por cada uno de sus diferentes métodos de cálculo.
Descripción:	El usuario ingresa al menú de ESTIMACIÓN DE CAUDALES ubicado en la barra de tareas, en donde se muestran dos submenús como son CAUDALES MEDIOS y CAUDALES MÁXIMOS los mismos que constan de diferentes métodos de calculo como son: para el primero los métodos del POLINOMIO ECOLÓGICO, GÓMEZ, RACIONAL, MEDICIÓN IN SITU; y para

el segundo RACIONAL, HIDROGRAMA SINTÉTICO DE SNYDER, HIDROGRAMA UNITARIO TRIANGULAR y PRECIPITACIÓN MÁXIMA EN 24H; todos estos permitirán realizar consultas sobre su respectivos resultados estimados.

Tipo: Primario Real

Precondición: El usuario debe estar ubicado en el menú de ESTIMACIÓN DE CAUDALES

Poscondición:

- Consultar valores de caudales medios.
- Consultar valores de caudales máximos.
- Visualización y manipulación de los diferentes mapas que intervienen en cada método expuesto.

CURSO NORMAL DE EVENTOS

1. El usuario ingresa al menú de ESTIMACIÓN DE CAUDALES ubicado en la barra de tareas.
2. El sistema muestra dos submenús como son: CAUDALES MEDIOS y CAUDALES MÁXIMOS
3. El usuario elige la opción CAUDALES MEDIOS
4. El sistema muestra un submenú con las opciones de POLINOMIO ECOLÓGICO, GÓMEZ, RACIONAL, MEDICIÓN IN SITU
5. El usuario elige la opción de POLINOMIO ECOLÓGICO.
6. El sistema muestra un submenú con las opciones de RESULTADOS ESTIMADOS, MAPA DE COBERTURA VEGETAL PARA EL COEFICIENTE K y MAPA DE RELACION DE EVAPOTRANSPIRACIÓN POTENCIAL SOBRE LLUVIA.
7. El usuario elige la opción RESULTADOS ESTIMADOS.
8. El sistema muestra la ventana seleccionada con el respectivo análisis de calculo de caudales medios, posteriormente exhibe en pantalla una opción de búsqueda de microcuenca para presentar sus resultados estimados y cargarlos en una tabla, un botón de generación de reportes e hipervínculos de ayuda y de acceso a otras ventanas del sistema; mostrando además tres fichas con los tres métodos POLINOMIO ECOLÓGICO, GÓMEZ y RACIONAL
9. El usuario selecciona un método en la ficha.
10. El usuario consulta información, genera reportes o accede a los mapas relacionados con el método de cálculo seleccionado.
11. El Use Case finaliza.

A. OPCION CAUDALES MAXIMOS

A3. El usuario elige la opción CAUDALES MAXIMOS

A4. El sistema muestra un submenú con las opciones de RACIONAL, HIDROGRAMA SINTÉTICO DE SNYDER, HIDROGRAMA UNITARIO TRIANGULAR y PRECIPITACIÓN MÁXIMA EN 24H

A5. El usuario elige cualquiera de las tres opciones: RACIONAL, HIDROGRAMA SINTÉTICO DE SNYDER, HIDROGRAMA UNITARIO TRIANGULAR debido a que el manejo de las ventanas es el mismo.

A6. El sistema muestra la ventana seleccionada con el respectivo análisis de calculo de caudales máximos, posteriormente exhibe en pantalla una opción de búsqueda de microcuenca para presentar sus resultados estimados y cargarlos en una tabla, un botón de generación de reportes e hipervínculos de ayuda y de acceso a otras ventanas del sistema; mostrando además tres fichas con los tres métodos expuestos.

A7. El usuario selecciona un método en la ficha.

A8. El usuario consulta información, genera reportes o accede a los mapas relacionados con el método de cálculo seleccionado.

A9. El Use Case finaliza.

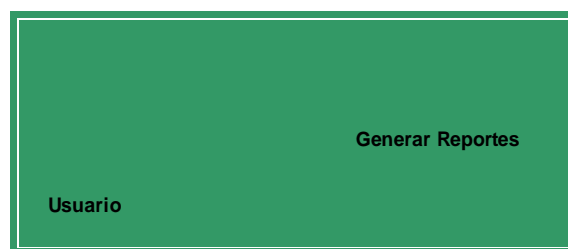
B. OPCION SELECCIÓN DE MAPAS

B7. El usuario ingresa a cualquiera de las opciones MAPA DE COBERTURA VEGETAL PARA EL COEFICIENTE K o MAPA DE RELACION DE EVAPOTRANSPIRACIÓN POTENCIAL SOBRE LLUVIA.

B8. Se hace referencia al Caso de Uso MANIPULAR LOS MAPAS.

B9. El Use Case finaliza.

Cuadro 14. Caso de Uso # 7



Identificador	UC08
Use Case	
Use Case:	Generar Reportes
Actor:	Usuario
Ref. Req.:	Rf012, Rf14, Rf016, Rf017, Rf019, Rf021, Rf025, Rf027, Rf029, Rf032, Rf033, Rf034, Rf035
Propósito:	Permitir al usuario realizar consultas y reportes sobre cada tabla de resultados o información extraída del Inventario Hidrológico.
Descripción:	<p>El usuario selecciona una Estación Meteorológica o Microcuenca sobre el menú de REPORTEES ubicado en la opción EXTRAS de la barra de tareas, para la creación de un reporte con su información completa lista para su impresión.</p> <p>El usuario realiza consultas y reportes sobre cada tabla de resultados o información extraída del Inventario Hidrológico en las ventanas del sistema que poseen la opción <i>Generar Reporte</i>.</p>
Tipo:	Primario Real
Precondición:	<p>El usuario debe estar ubicado en el menú de REPORTEES ubicado en la opción EXTRAS de la barra de tareas.</p> <p>El usuario debe seleccionar la opción <i>Generar Reporte</i> en las diferentes ventanas del sistema con acceso a datos.</p>
Poscondición:	<ul style="list-style-type: none">• Generar e imprimir reportes de tablas, resultados, datos hidrológicos, e información obtenida a través de consultas específicas sobre los mapas geográficos.• Depurar la búsqueda de datos sobre las tablas, resultados e información, mediante el ingreso de la consulta por parte del usuario.• Imprimir valores consultados requeridos por el usuario.

CURSO NORMAL DE EVENTOS

1. El usuario ingresa al menú EXTRAS de la barra de tareas.
2. El usuario ingresa al submenú de REPORTES.
3. El sistema muestra dos opciones REPORTE MICROCUENCAS y REPORTE ESTACIONES.
4. El usuario elige una opción presentada debido a que la funcionalidad de ambas es la misma.
5. El sistema muestra la ventana seleccionada.
6. El usuario depura su búsqueda por microcuenca o por estación meteorológica, según la opción seccionada.
7. El sistema carga en los campos todos datos principales de la microcuenca o estación meteorológica, y muestra una opción de *Generar Reporte*
8. El usuario selecciona la opción *Generar Reporte*
9. El sistema genera el reporte especificado, permitiendo la opción de impresión de reporte
10. El Use Case finaliza.

CURSO ALTERNO DE EVENTOS**C. Generar impresión de datos**

- A1. El usuario ingresa a una ventana del sistema que posee la opción de *Generar Reporte* de sus datos expuestos, como tablas de valores o resultados que requieran ser impresos; específicamente las ventanas relacionadas con el Análisis Hidrológico como son de Precipitación, Caudales Medios y Máximos.
- A2. El usuario elige la opción *Generar Reporte*.
- A3. El sistema muestra un reporte de datos donde se incluyen tablas y resultados.
- A4. El sistema permite la opción de impresión de reporte.
- A5. El Use Case finaliza.

Cuadro 15. Caso de Uso # 8

6.4.3 Prototipo de Pantallas

Nombre de Pantalla:	SISTEMA DE INFORMACIÓN DE LA CUENCA SUPERIOR DEL RÍO ZAMORA
Caso de Uso:	UC01, UC02, UC03, UC04, UC05, UC06, UC07, UC08
Autor	Ludeña Hernán, Valarezo Francisco
Referencia	P001



Menú: CSRZ Pestaña: Datos Generales

Nombre de Pantalla:	Ubicación Política de CUENCA SUPERIOR DEL RÍO ZAMORA
Caso de Uso:	UC01.
Autor	Ludeña Hernán, Valarezo Francisco
Referencia	P002

CSRZ

Estaciones Meteorológicas

Elementos Biofísicos

Precipitación Media

Estimación de Caudales

Información Primaria CSRZ

Ubicación Política
País: Ecuador
Región: Sur Oeste
Provincia: Loja
Cantón: Loja
Cuenca: Este del cantón
Límites:
Al norte con la parroquia de Jimbilla.
Al sur con el Nudo de Cajanuma.
Al este limita con la cordillera de los Andes límite provincia de Zamora Chinchipe y parque nacional Podocarpus.
Al oeste con la parroquia de Taguá, cantón Catamayo y parroquia el Tambo.
Parroquias que abarca: San Sebastián, Sagrado, El Valle y Sucre
[Ampliar](#)

Coordenadas Geográficas

Geográficas		Planas	
Latitud Sur	Longitud oeste	Coordenadas E	Coordenadas N
03° 53' 33,4"	79° 15' 39,33"	693 083 m	9 569 544 m
04° 06' 59,84"	79° 09' 48,26"	703 959 m	9 544 625 m

Características Climáticas

Factor climático	Valor	Periodo 69-98
Temperatura	15.7 °C	
Precipitación	908.8 mm	
Heliofanía	1585.5 h de sol	
Humedad relativa (P. anual)	73%	
Velocidad media del viento	14.4 Km.*h ⁻¹	
Dirección del viento	Norte y Este	

Microcuencas

Apangora	El Capuli	Mendieta	Santa Urcu
Carigan	El Carmen	Monica	Shucus
Chorrera	El Rosal	Namanda	Sin nombre.001
Ciudadela	El Salado	Potrerillos	Sin nombre.002
Consecocha	La Benda	Quilloyacu	Sin nombre.003
Curitroje	Las Minos	Sambo Yacu	Viveros
De Alumbré	Las Pavas	San Cayetano	Volcan
De Sangre	Las Violetas	San Simon	Zaña

[Ver Imágenes](#)[Salir](#)

[Mapa de Ubicación política y geográfica](#)[Mapa base de la CSRZ](#)[Red hídrica original y de campo de la CSRZ](#)

Nombre de Pantalla:	Fotos de la Microcuenca
Caso de Uso:	UC04.
Autor	Ludeña Hernán, Valarezo Francisco
Referencia	P003

Fotos de la Microcuenca

APANGORA

Acercar Alejar Normal

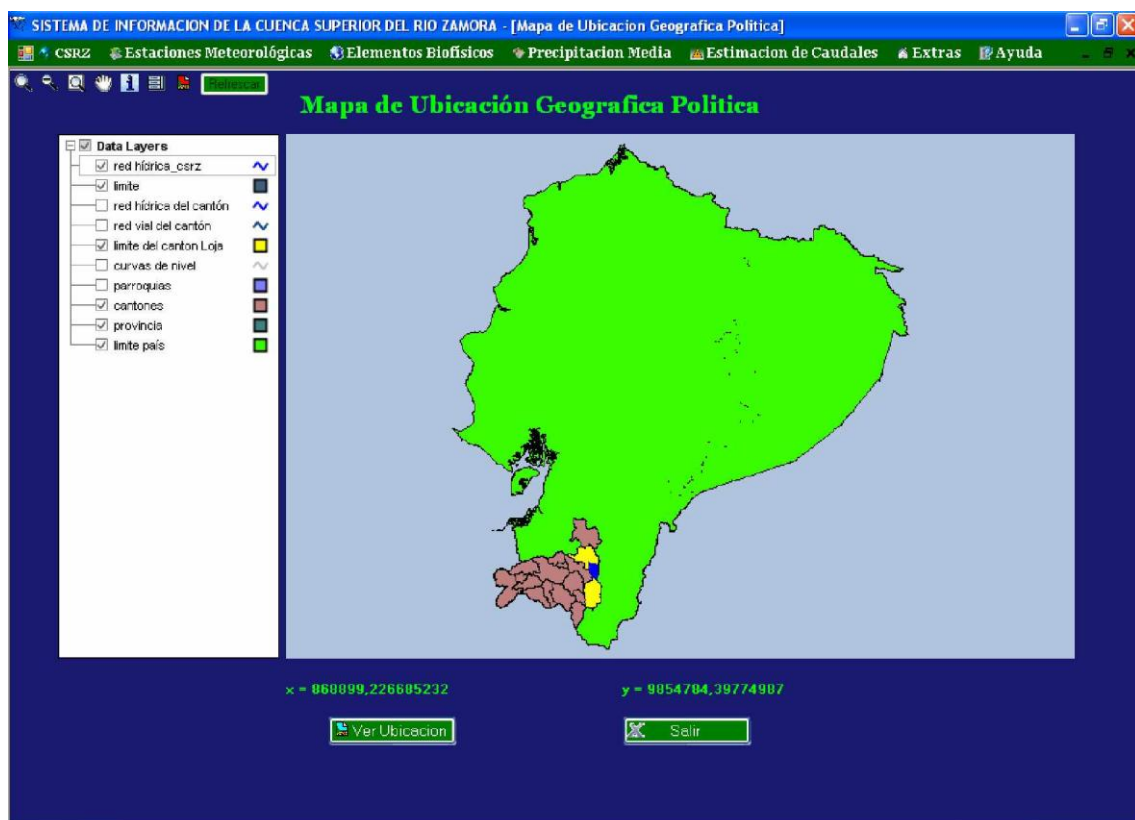


Anterior 1 de 23 Siguiente

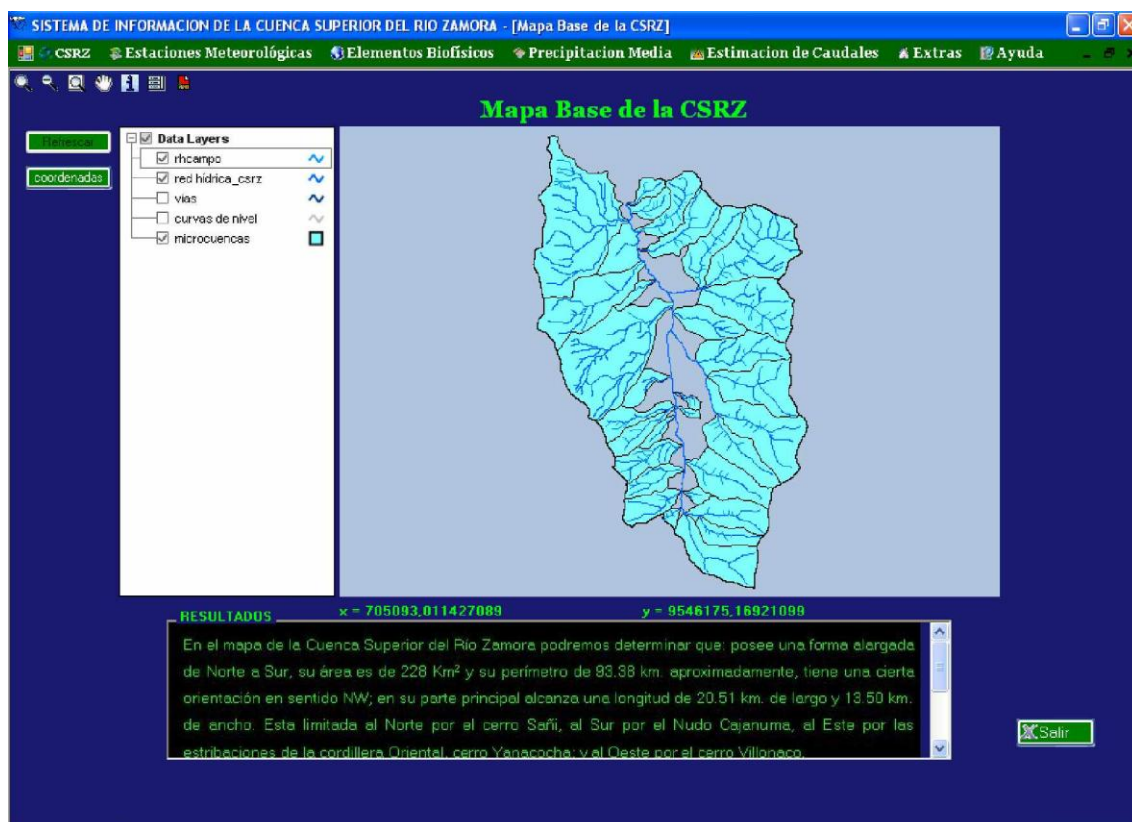
Nombre de Pantalla:	Imágenes BMP de la CUENCA SUPERIOR DEL RÍO ZAMORA
Caso de Uso:	UC01.
Autor	Ludeña Hernán, Valarezo Francisco
Referencia	P004



Nombre de Pantalla:	Mapa de Ubicación Geográfica Política
Caso de Uso:	UC01, UC02.
Autor	Ludeña Hernán, Valarezo Francisco
Referencia	P005



Nombre de Pantalla:	Mapa Base de la CSRZ
Caso de Uso:	UC01, UC02.
Autor	Ludeña Hernán, Valarezo Francisco
Referencia	P006



Nombre de Pantalla:	Documento a imprimir
Caso de Uso:	UC01, UC04.
Autor	Ludeña Hernán, Valarezo Francisco
Referencia	P007

Documento a imprimir



Agregar Datos

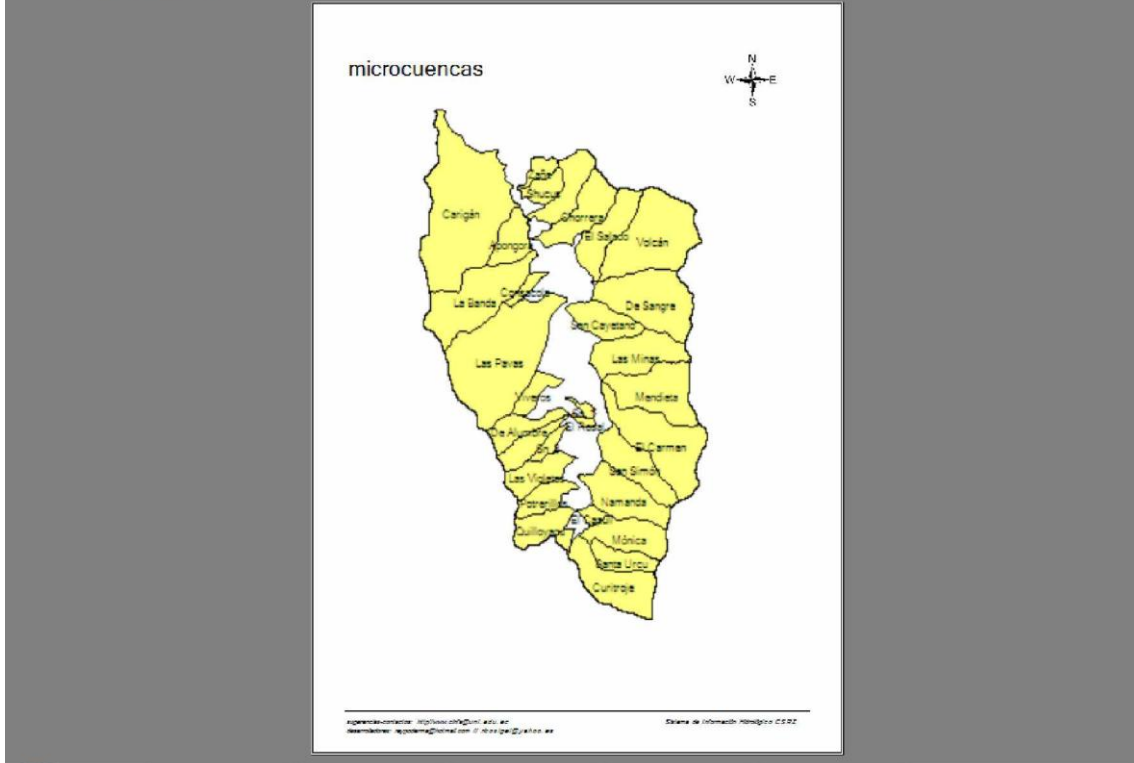
☒ Nombre del shape ☒ Puntos Cardinales

Vista previa

Nombre de Pantalla:	Vista preliminar
Caso de Uso:	UC01, UC04.
Autor	Ludeña Hernán, Valarezo Francisco
Referencia	P008

Vista preliminar

microcuencas



expediente contacto: <http://www.unl.edu.ec>
desarrollador: apoyos@informa.com / hsn@unl.edu.ec

Sistema de Información Hidrológica C002

Nombre de Pantalla:	Mapa de la Red Hídrica Original
Caso de Uso:	UC01, UC02.
Autor	Ludeña Hernán, Valarezo Francisco
Referencia	P009

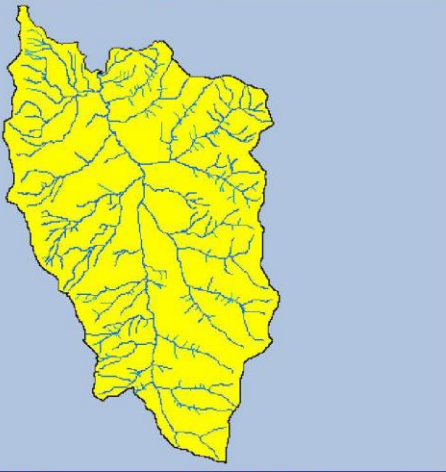
SISTEMA DE INFORMACION DE LA CUENCA SUPERIOR DEL RIO ZAMORA - [Mapa de la Red Hídrica Original]

CSRZ Estaciones Meteorológicas Elementos Biofísicos Precipitación Media Estimación de Caudales Extras Ayuda

Mapa de la Red Hídrica Original

Data Layers

- ☒ rhcampo
- ☒ red_hidrica_csrz
- ☒ límite



MORFOLOGIA GENERAL x = 715823.043880174 y = 9545919.30310806

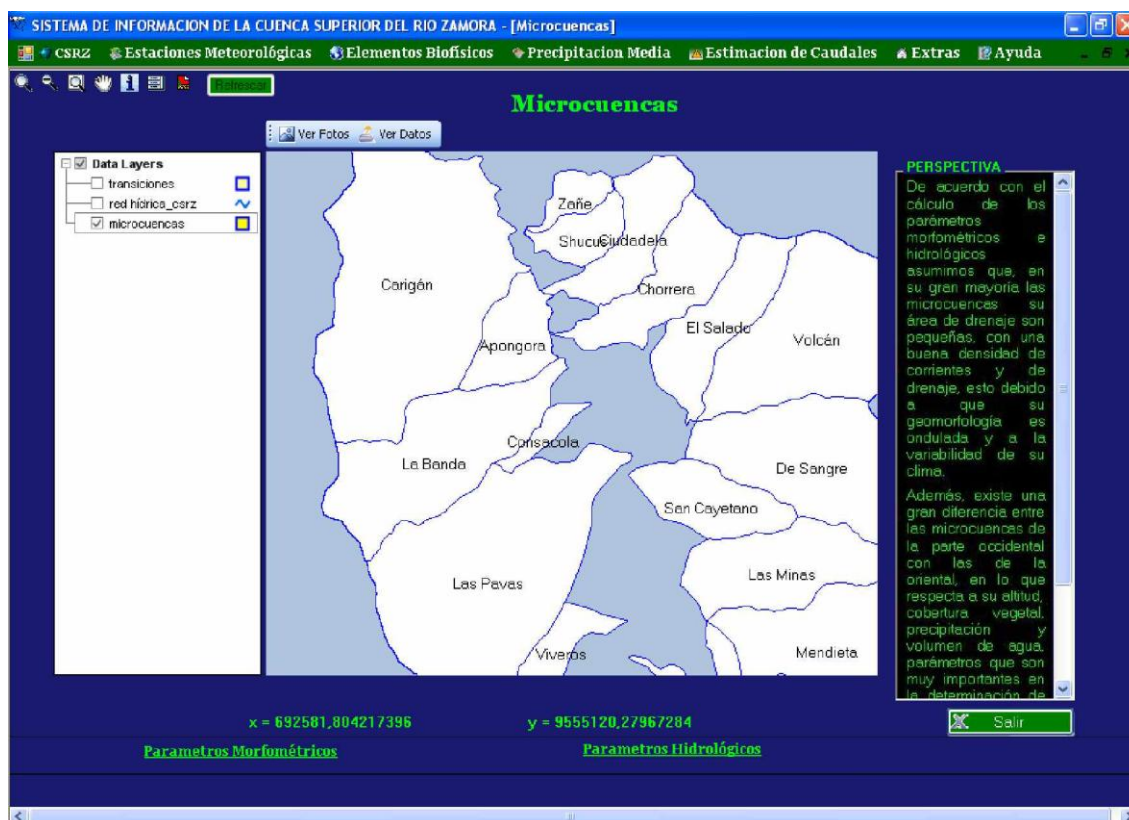
La morfología general de la CRSZ es dendrítica, es decir, que posee un gran número de ramificaciones, esto debido a su topografía abrupta sobre todo en su parte Este, pudiéndose notarse claramente una densidad mayor debido básicamente al aumento de la pendiente con respecto al Oeste.

La CRSZ se encuentra drenada por los ríos Malacatos, el cual se halla conformado por las quebradas Curitroje, Mónico, Namanda, Sin nombre 001, Sin nombre 002, Sin nombre 003.

Salir

Menú: CSRZ Pestaña: Microcuencas

Nombre de Pantalla:	Microcuencas
Caso de Uso:	UC02, UC04.
Autor	Ludeña Hernán, Valarezo Francisco
Referencia	P010



Nombre de Pantalla:	Parámetros Morfométricos e Hidrológicos
Caso de Uso:	UC04.
Autor	Ludeña Hernán, Valarezo Francisco
Referencia	P011

Parámetros Morfométricos e Hidrológicos

Nombre de la Cuenca: ← Depurar Búsqueda Todas

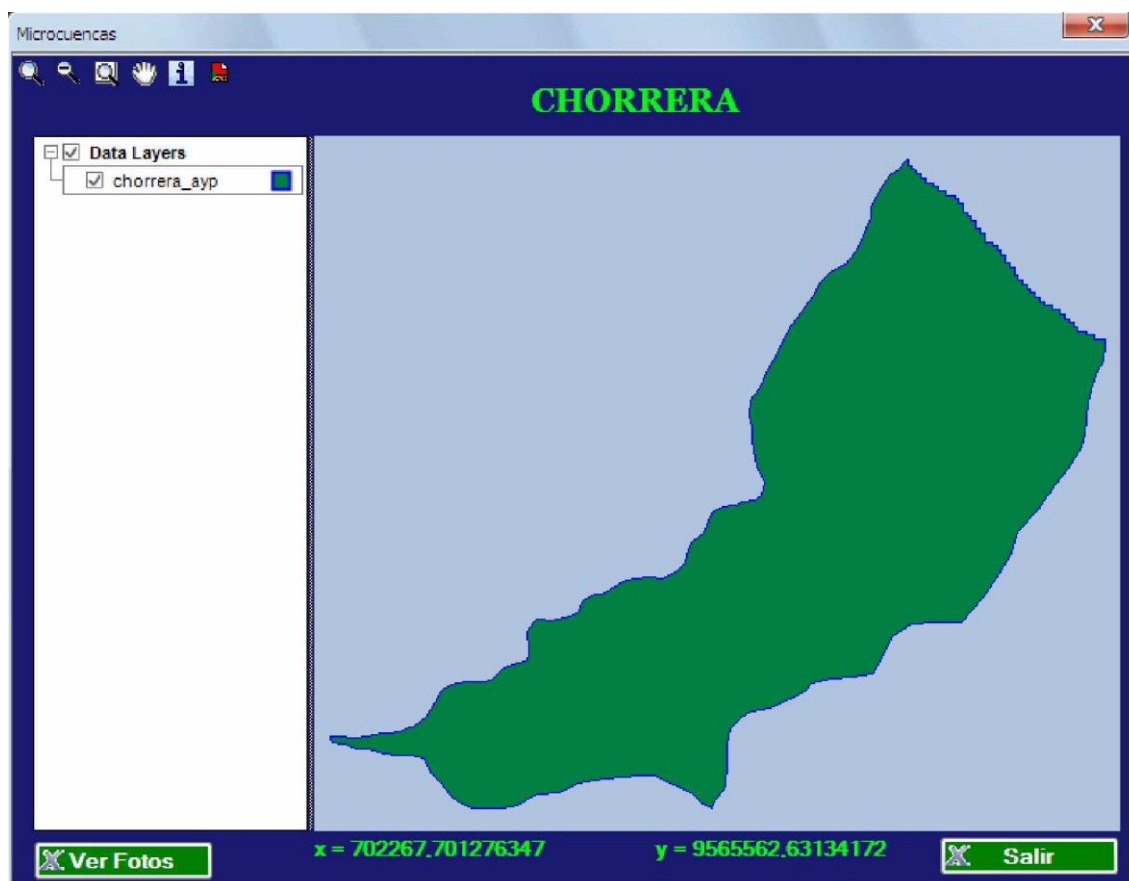
PARAMETROS MORFOMETRICOS				PARAMETROS HIDROLOGICOS				
	Num	Microcuenca	Area	Perimetro	Indice_Forma	Forma	Pendiente_Max_Terreno	Pendiente_Media_Terreno
▶	1	Apangora	3,9	9,2	1,3	oblonga	38,2	3,1
	2	Carigán	25,7	25,3	1,4	oblonga	40,5	6
	3	Chorrera	6,2	13,8	1,5	oblonga	40,5	10,7
	4	Ciudadela	4,9	12,3	1,5	oblonga	40,1	10,2
	5	Consacola	1	6,2	1,7	oblonga	9,8	3,2
	6	Cuntroje	8,3	15,1	1,5	oblonga	38,1	12,1
	7	De Alumbre	3,5	11	1,6	oblonga	38,1	6,9
	8	De Sangre	11,7	14,8	1,2	ovalada	38,3	10,8

Unidades:
Area = km²; Perimetro = km; Indice Forma = Cg; Pendiente Max Terreno = %; Pendiente Media Terreno = %; Altura Media = m.s.n.m.

PERSPECTIVA
La Cuenca Superior del Río Zamora está constituida por 32 áreas, que de acuerdo al criterio de Vásquez (1987), tienen la categoría de microcuencas, sumando una superficie de 205 km², además, la cuenca contienen áreas de transición las que ocupan un área de 27,5 km². Analizando las áreas de todas las s microcuencas vemos que son valores bajos de 44 ha a 2566 ha, que según el principio de la hidrología, son áreas de respuesta inmediata a una

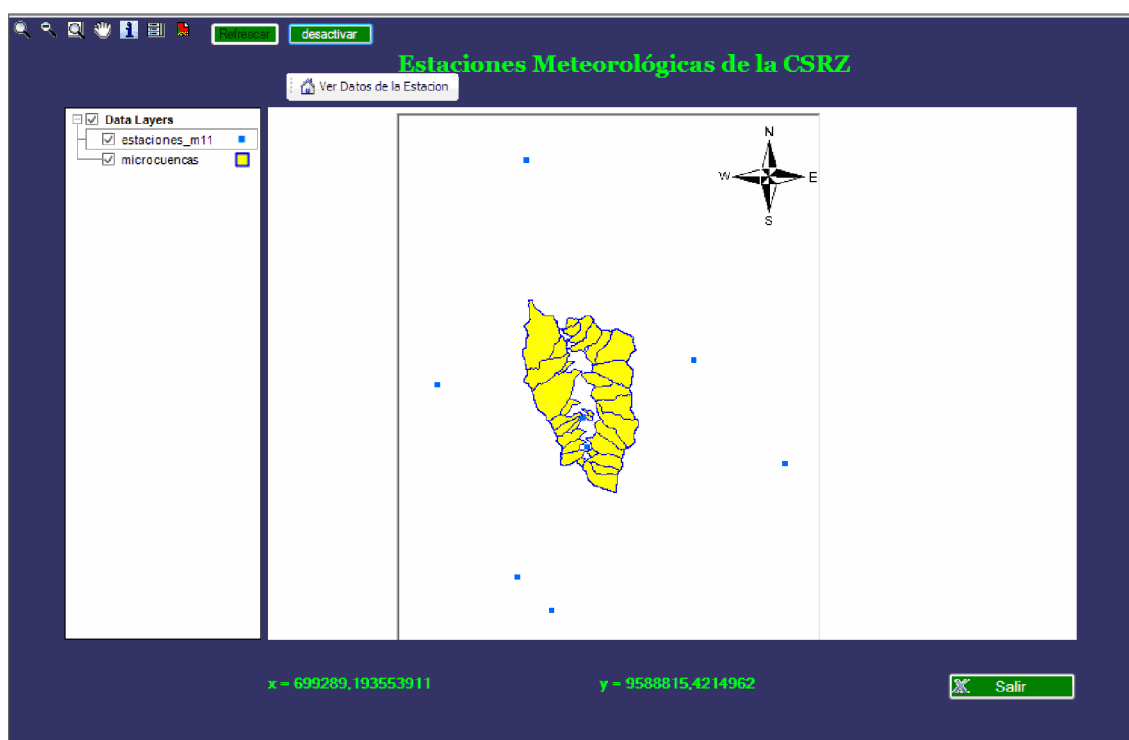
Visualizar Mapa Generar Reporte Visualizar Mapa 32 Microcuencas Salir

Nombre de Pantalla:	Microcuenca
Caso de Uso:	UC02, UC04.
Autor	Ludeña Hernán, Valarezo Francisco
Referencia	P012



Menú: Estaciones Meteorológicas

Nombre de Pantalla:	Mapa de las Estaciones Meteorológicas
Caso de Uso:	UC02, UC06.
Autor	Ludeña Hernán, Valarezo Francisco
Referencia	P013



Nombre de Pantalla:	Estaciones Meteorológicas influyentes en la CSRZ
Caso de Uso:	UC06.
Autor	Ludeña Hernán, Valarezo Francisco
Referencia	P014

Estaciones Meteorológicas que influyen en la CSRZ

Estacion:

Num	Estacion	Tipo	Latitud	Longitud	Elevacion_msnm
1	Saraguro	Meteorológica Tercer Orden	03°37'14"	79°13'56"	2525
2	San Lucas	Fluviométrica	04°03'53"	79°11'40"	2380
3	El Cisne	Fluviométrica	03°51'00"	79°27'00"	2230
4	Catamayo	Meteorológica Segundo Orden	03°59'34"	79°22'03"	1238
5	La Argelia	Meteorológica Segundo Orden	04°01'50"	79°11'58"	2165
6	Cajanuma	Fluviométrica	04°03'53"	79°11'40"	2380
7	Malacatos	Meteorológica Tercer Orden	04°12'53"	79°16'30"	1600
8	Vicabamba	Meteorológica Tercer Orden	04°15'18"	79°14'05"	1560
9	San Francisco		03°57'50"	79°04'15"	1620
10	Zamora		04°05'00"	78°58'00"	1940

Referencia

Se ha recopilado, analizado y sistematizado la información de estaciones que registran datos necesarios para el análisis en las microcuencas en estudio. El período considerado es de 30 años (1969-1998), considerando que se tendrá un error del 2%, su actualización de datos del período 1999-2007 no se dispone debido a que no está a la venta.

Procedimiento

Se ha convertido de coordenadas geográficas a coordenadas plana UTM, para luego ubicar los puntos de cada estación en una mapa. Se hace conversión de un valor sexagesimal (grados) a un valor decimal.

Ya ordenados se procede al llenado de vacíos de datos, aplicando el método de regresión lineal simple, considerando que las estaciones...

Conversiones de coordenadas

Estacion	Conversion_Decimal_X	Conversion_Decimal_Y	CoordenadasU
Saraguro	-79.2322222	-3.6206666	636350.54
San Lucas	-79.2652778	-3.73194444444444	632653.94
El Cisne	-79.45	-3.85	672110.5
Catamayo	-79.3675	-3.99277777777778	681244.86
La Argelia	-79.1994444	-4.03055555555556	699897.32
Cajanuma	-79.1944444	-4.06472222222222	700444.19
Malacatos	-79.275	-4.21472222222222	691462.48

Generar Reporte

Salir

Precipitación Media Mensual y Anual

Valores de Precipitación Máxima y Distribución de Ajuste de Gumbel

Nombre de Pantalla:	Precipitación Media Mensual de Estaciones Meteorológicas
Caso de Uso:	UC06.
Autor	Ludeña Hernán, Valarezo Francisco
Referencia	P015

Precipitación Media mensual y anual de las Estaciones Meteorológicas que influyen en la CSRZ (mm)

Estacion:

Periodo	Enero	Febrero	Marzo	Abril	Mayo	Junio
1969	81,9	126,6	97,7	111,2	20,3	39
1970	122,7	160	88,7	45,8	109	70,3
1971	119,4	162	189,1	67,4	37,6	66,1
1972	86,3	117,4	142	76,7	38	42,2
1973	42	107,6	53,7	54,8	47,5	37,8
1974	64,2	168,9	175,8	50,3	46,8	57,2
1975	45,4	188,4	67,1	95,8	72,4	128,1
1976	103,4	150,3	177,7	104,3	42,6	62,3
1977	88,7	44,8	59,3	125,9	22,6	50,9
1978	51,2	76,7	102,5	143,6	95,8	42,4

Precipitación Media Mensual:

Mes	Media
Enero	79,4
Febrero	110,2
Marzo	139
Abril	91
Mayo	55,7
Junio	38,7
Julio	27,7

Referencia
De las estaciones descritas, para el cálculo de la precipitación media mensual, se ha seleccionado ocho como son: San Lucas, San Francisco, La Argelia, Cajanuma, Zamora, Vilcabamba, Malacatos y Catamayo, las cuales registran información necesaria y de acuerdo a su ubicación influyen en el análisis de lluvias.

Valores de Precipitación máxima en 24H y Distribución de Ajuste de Gumbel

Nombre de Pantalla:	Precipitación Máxima en 24H y Ajuste de las Estaciones Meteorológicas
Caso de Uso:	UC06.
Autor	Ludeña Hernán, Valarezo Francisco
Referencia	P016

Valores de Precipitación Máxima en 24 H (mm) y Distribución de Ajuste Gumbel de las Estaciones Metereológicas

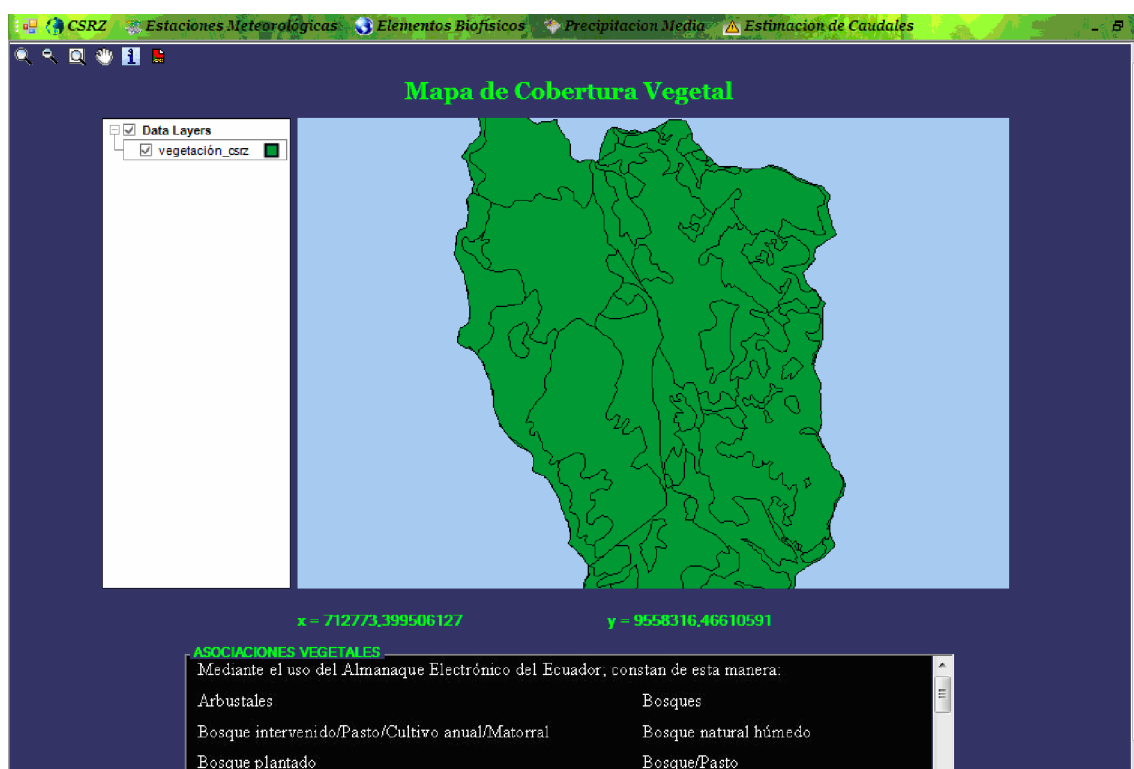
Valores de Precipitación		Ajuste de Gumbel							
	AÑO	San Lucas	San Francisco	La Argelia	Cajamarca	Zamora	Vilcabamba	Malacatos	Calamayo
▶	1964	0	63,7	26,4	0	52,6	0	46,3	23,6
	1965	39,7	0	50,2	0	40	0	28	30,3
	1966	30,7	57,5	55	0	80,2	0	31,4	23,4
	1967	30,8	0	54	0	70,2	0	36,2	55,7
	1968	35,8	62,2	37,2	0	38,7	0	33,2	41,4
	1969	43,2	73,2	23,5	0	69,6	0	65	42,3
	1970	64	83,9	47,7	0	45,9	0	42	17,3
	1971	24,6	0	37,3	0	70,5	0	40,7	32,6
	1972	31,3	63,8	34,2	75	0	61	60,6	50,8
	1973	200	57,9	28,9	50,1	0	51	49,5	31
	1974	42,3	105,1	59,4	38,1	0	54,8	33,5	41,3
suma:		974,6	1269	1517,5	1320,6	979,9	1492,1	1502,2	962,9
total:		21	18	36	25	18	27	35	27
media:		46,4	70,5	42,2	52,8	54,4	55,3	42,9	35,7
oc:		36,5	23,5	12,2	15	16,7	21	15,7	12,6
Yn		0,5252	0,5202	0,541	0,53086	0,5202	0,5332	0,54034	0,5332
on:		1,0696	1,0493	1,1313	1,09145	1,0493	1,1004	1,12847	1,1004
Periodos de retorno 1964 hasta 1988									

Generar Reporte

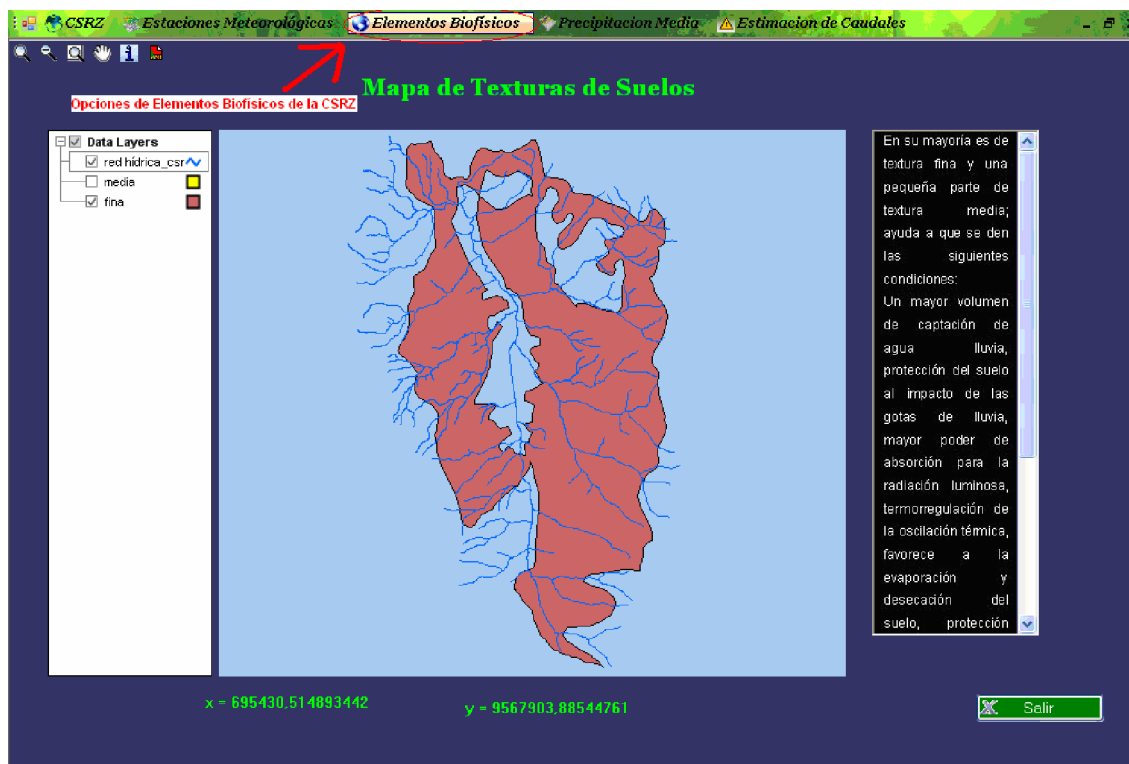
Salir

Menú: Elementos Biofísicos

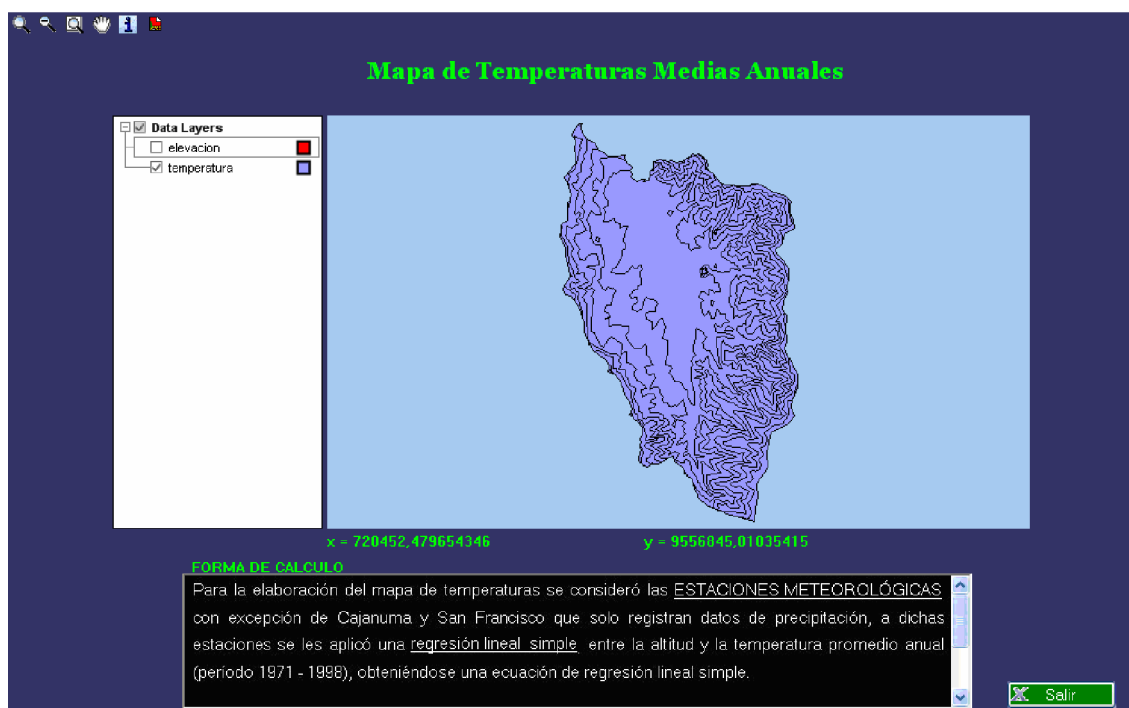
Nombre de Pantalla:	Mapa de Cobertura Vegetal
Caso de Uso:	UC02, UC03.
Autor	Ludeña Hernán, Valarezo Francisco
Referencia	P017



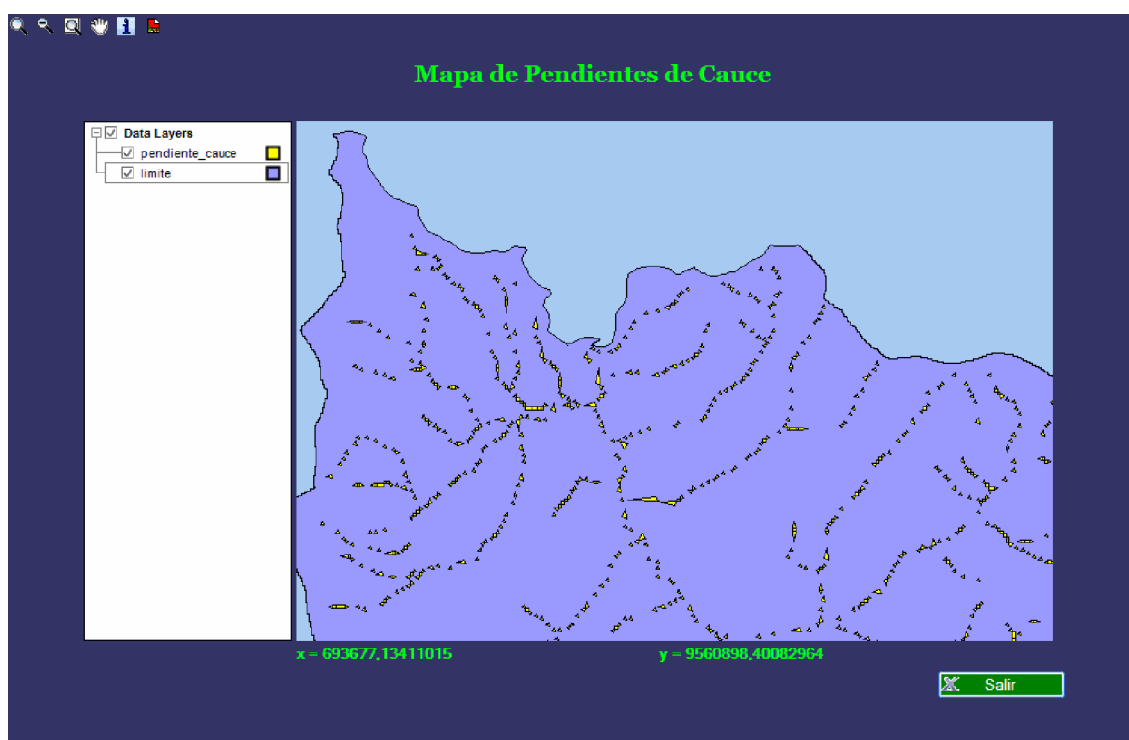
Nombre de Pantalla:	Mapa de Texturas de Suelos
Caso de Uso:	UC02, UC03.
Autor	Ludeña Hernán, Valarezo Francisco
Referencia	P018



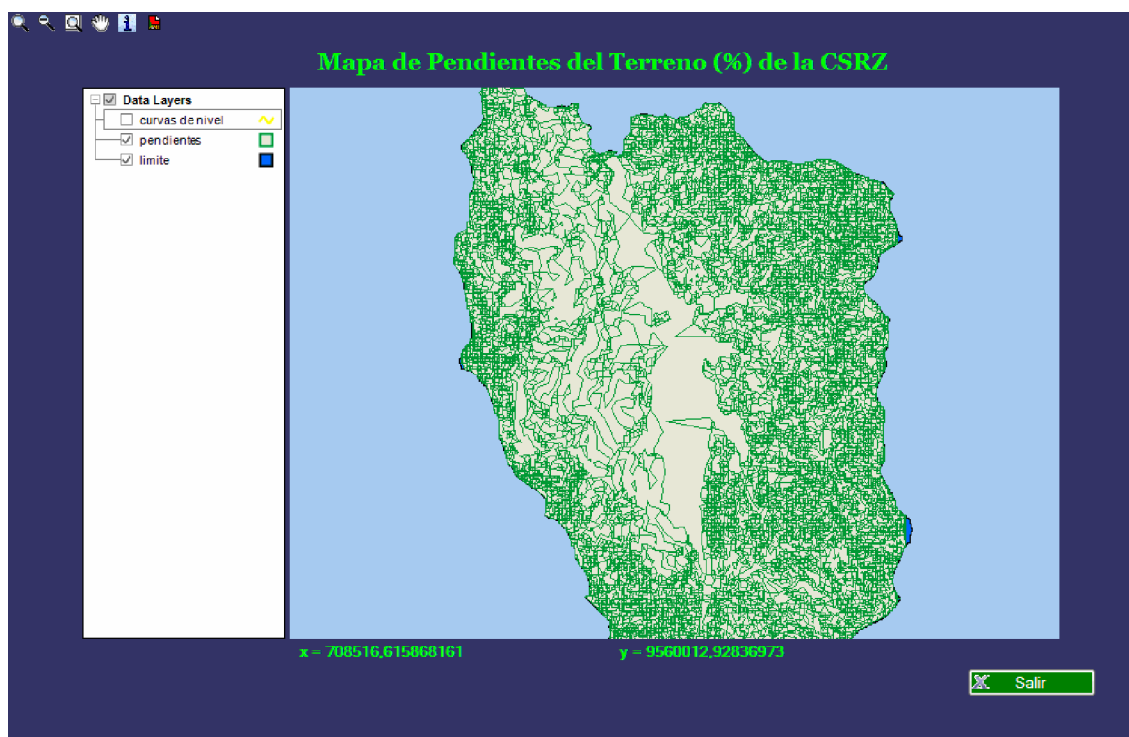
Nombre de Pantalla:	Mapa de Temperaturas Medias Anuales
Caso de Uso:	UC02, UC03.
Autor	Ludeña Hernán, Valarezo Francisco
Referencia	P019



Nombre de Pantalla:	Mapa de Pendientes del Cauce
Caso de Uso:	UC02, UC03.
Autor	Ludeña Hernán, Valarezo Francisco
Referencia	P020



Nombre de Pantalla:	Mapa de Pendientes del Terreno % de la CSRZ
Caso de Uso:	UC02, UC03.
Autor	Ludeña Hernán, Valarezo Francisco
Referencia	P021



Menú: Precipitación Media

Nombre de Pantalla:	Factor de Ajuste para el calculo de Precipitación Media en las Microcuencas
Caso de Uso:	UC05.
Autor	Ludeña Hernán, Valarezo Francisco
Referencia	P022

Precipitacion Media Mensual (mm) generada por el Método Ajustado

Nombre de Microcuenca: Precipitación Media Anual (mm):

Factor de Ajuste

Microcuenca	valor
Apanzora	1.2
Cangán	1.2
Chorrera	0.9
Ciudadela	1.5
Consacola	1
Cuntroje	1.4
De Alumbre	0.8
De Sangre	1.1
El Capulí	1.1
El Carmen	1.6
El Rosal	1.1
El Salado	1
La Banda	1

Periodo	Enero	Febrero	Marzo	Abril	Mayo
1969	77,76	129,96	58,32	145,32	53,64
1970	202,8	157,92	117,24	35,36	81,6
1971	82,4	126,24	171	66,12	48,96
1972	120,96	121,92	216,24	113,4	60,96
1973	109,56	183,72	131,04	105,84	67,92
1974	49,08	126,96	147,72	15,96	30,72
1975	72,12	260,52	94,08	93,84	72,48
1976	111,24	171,48	94,8	145,44	54,36
1977	75,96	111,48	114,72	158,76	30
1978	48,72	52,44	151,2	50,88	46,32

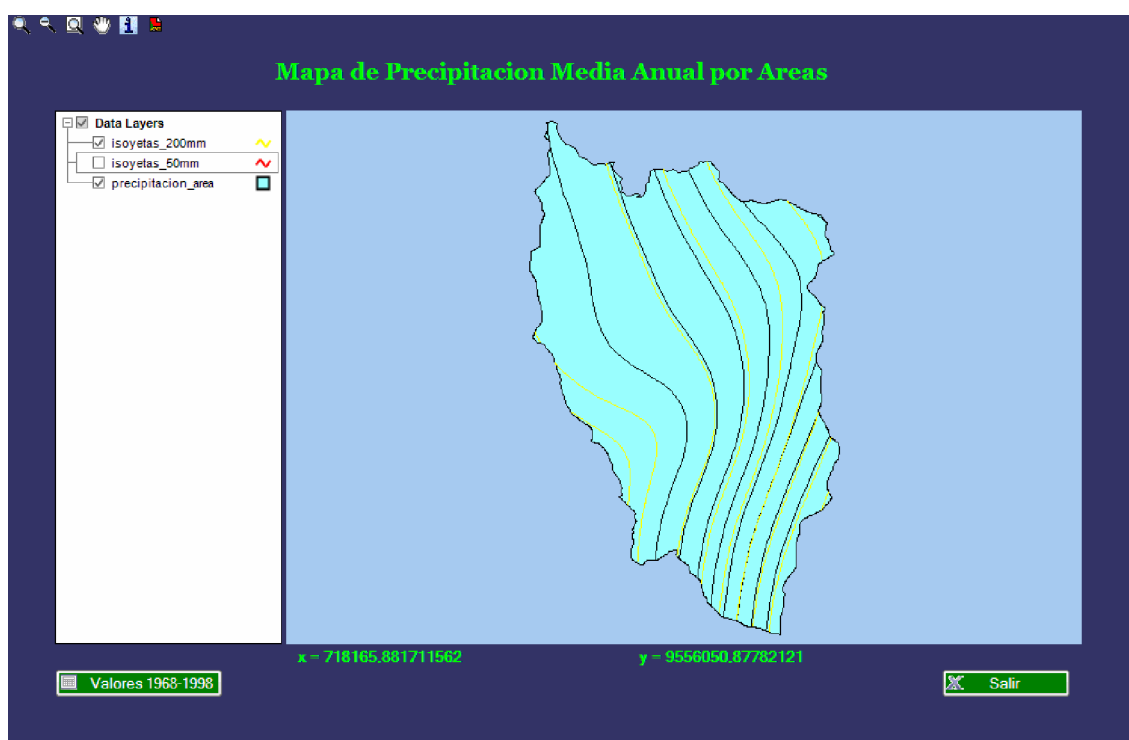
PROCEDIMIENTO

Para determinar el Factor de Ajuste se procede a dividir el valor promedio anual obtenido por el método de ÁREAS DE PRECIPITACIÓN para el valor promedio anual por el método U. S. National Weather Service. Los valores de ajuste obtenidos para la CSRZ se ubican entre 0.8 y 1.4, para lo posterior dichos valores se

ANÁLISIS

La precipitación media mensual estimada por el método ajustado y que se distribuyen en cada una de las microcuencas en estudio, se definen dos periodos, uno seco con precipitaciones medias mensuales de 75,21 mm - 51,71 mm que inicia en junio hasta septiembre; y otro lluvioso con

Nombre de Pantalla:	Mapa de Precipitación Anual por Área
Caso de Uso:	UC02, UC05.
Autor	Ludeña Hernán, Valarezo Francisco
Referencia	P023



Nombre de Pantalla:	Valores de precipitación período 1969 - 1998
Caso de Uso:	UC05.
Autor	Ludeña Hernán, Valarezo Francisco
Referencia	P024

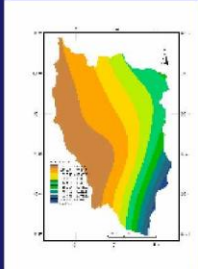
Valores de la Precipitación periodo 1969-1998

Valores del periodo 1969-1998 generadas por el Método de Áreas de Precipitación (mm)

Nombre de Microcuencas: 977.86

	Num	Microcuenca	Valor
▶	1	Apangora	977,86
	2	Carigán	891,59
	3	Chorrera	1268,83
	4	Ciudadela	1258,05
	5	Consacola	968,22
	6	Cunitroje	1613,57
	7	De Alumbre	772,08
	8	De Sangre	1397,63
	9	El Capulí	1241,18
	10	El Carmen	1700,42
	11	El Rosal	966,21
	12	El Salado	1318,29
	13	La Banda	951,56
	14	Las Minas	1207,13
	15	Las Pavas	853,17
	16	La Vaca	897,28

Se observa que la precipitación es más abundante en la parte oriental (a 3314 m.s.n.m se precipitan 2108 mm) que en la parte occidental (a 2422 m.s.n.m se precipitan 800 mm), debido a varios factores como: la influencia de los vientos húmedos que provienen del SE, el relieve es más accidentado y su parte alta está cubierta de bosque denso. [Ver mas...](#)

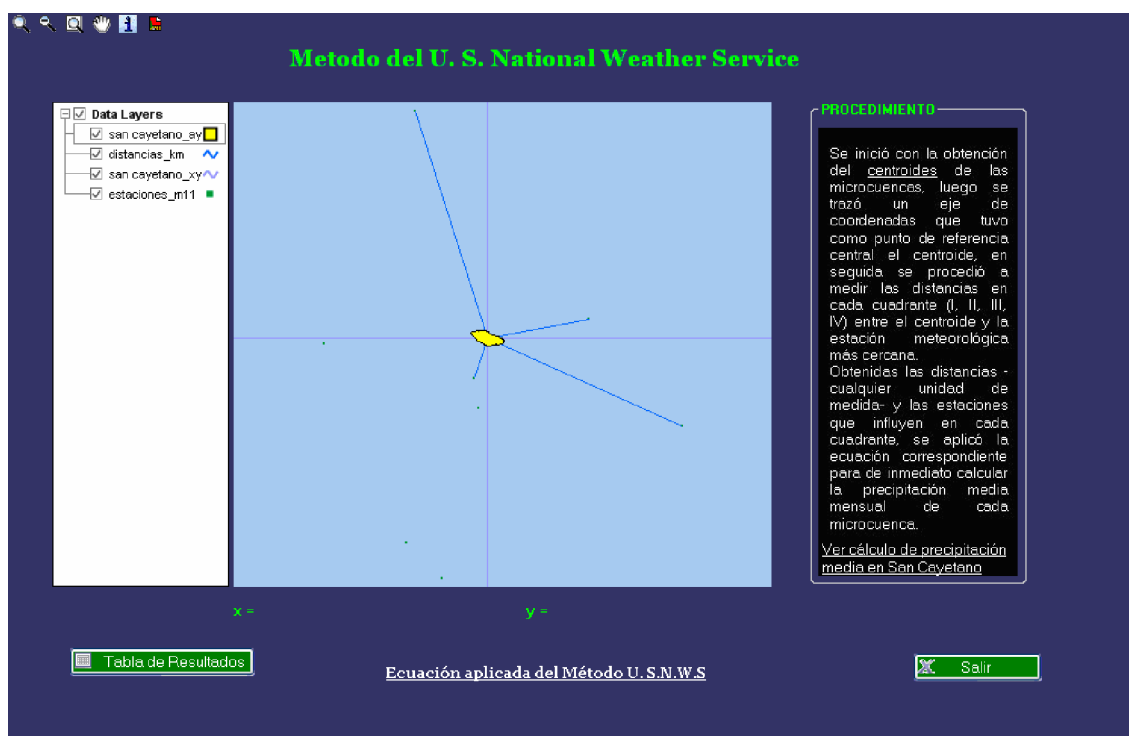


[Generar Reporte](#)

[Salir](#)

Pestaña National Weather Service

Nombre de Pantalla:	Método U. S. National Weather Service
Caso de Uso:	UC02, UC05.
Autor	Ludeña Hernán, Valarezo Francisco
Referencia	P025



Nombre de Pantalla:	Precipitación Media Mensual de las Microcuencas aplicando el Método U. S. Nacional Weather Service
Caso de Uso:	UC05.
Autor	Ludeña Hernán, Valarezo Francisco
Referencia	P026

Precipitación Media Mensual de las Microcuencas aplicando el Metodo U.S. National Weather Service

Precipitacion Media Mensual (mm) generada por el Metodo U. S. National Weather Service

Nombre de Microcuenca: Apangora

Apangora	Caigan	Chorrera	Ciudadela	Consacola	Cuniroje	De Alumbre	De Sangre	El Capuli	El Carmen	El Rosal	El Salado	La Banda
periodo	enero	febrero	marzo	abril	mayo	junio						
1969	95,3	130,4	71,9	154,1	74,2	79,6						
1970	227,5	180,6	141,5	55,8	93	188,9						
1971	118,1	137,9	218,9	94,2	79,6	97,8						
1972	124,6	133,8	263,2	171,5	52,9	59						
1973	208,4	222,2	168,8	146,2	64	74,2						
1974	82,1	121,4	184,8	74,5	50,2	95,4						
1975	94,2	176,1	79,6	146,2	55,1	185,5						
1976	134,5	183,7	149,7	202,8	71,8	107,4						
1977	90,5	94	142	215,4	25,7	100,8						
1978	51,6	80,5	243,4	123	93	86,2						
1979	53,4	71	258,4	109,8	36,7	25,7						
1980	188,4	230,5	195,4	180,6	58,4	56,1						

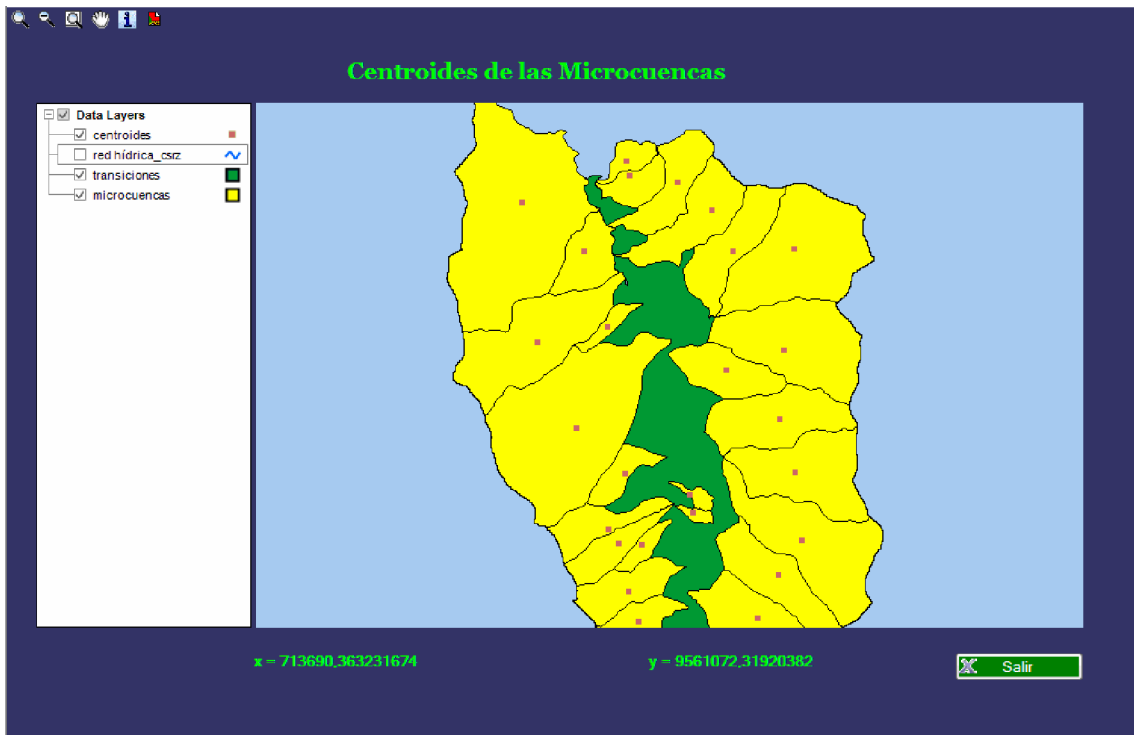
RESULTADOS

Precipitación Media Anual (mm): 1969 1196

Precipitación Media Mensual (mm): Enero 120

Generar Reporte Salir

Nombre de Pantalla:	Centroides de las Microcuencas
Caso de Uso:	UC02, UC05.
Autor	Ludeña Hernán, Valarezo Francisco
Referencia	P027



Menú: Estimación de Caudales

Pestaña: Caudales Medios

Nombre de Pantalla:	Resultados Estimados de Caudales Medios
Caso de Uso:	UC07.
Autor	Ludeña Hernán, Valarezo Francisco
Referencia	P028

Caudales Medios Mensuales y Anuales (l^ss-1)

Se presenta la estimación de los caudales medio mensual, por tres métodos: Polinomio Ecológico, Gomez y Racional, donde se utilizó información de los valores de precipitación media mensual y anual de las ESTACIONES METEOROLÓGICAS circundantes, así como también de la intersección de los mapas de: Texturas de suelos, Pendientes y Vegetación.

Nombre de Microcuenca: Apangora (l^ss-1): 1 = litros s = segundos

Método del Polígono Ecológico Método de Gomez Método Racional

Periodo	Enero	Febrero	Marzo	Abril	Mayo	Junio
1963	92,6	130,3	110,2	133,7	110,9	94,2
1970	165,4	157,8	138,8	97,5	103,2	138,5
1971	111	131,5	151,8	121,2	93	101,6
1972	130,8	134,5	164,9	145,3	109,2	94,9
1973	126,4	153,6	146,6	130,5	110,4	107
1974	92,8	125	144,1	93,1	67,3	89,6
1975	112,5	171,5	144,8	120,3	110	124,8
1976	112,3	120,6	122,2	120,4	111,4	125,0

Mes	Media	Max	Min
Enero	117,1	171,1	88,1
Febrero	132,6	171,5	90,1
Marzo	144,9	185,3	110,2
Abril	130,1	164,5	93,1

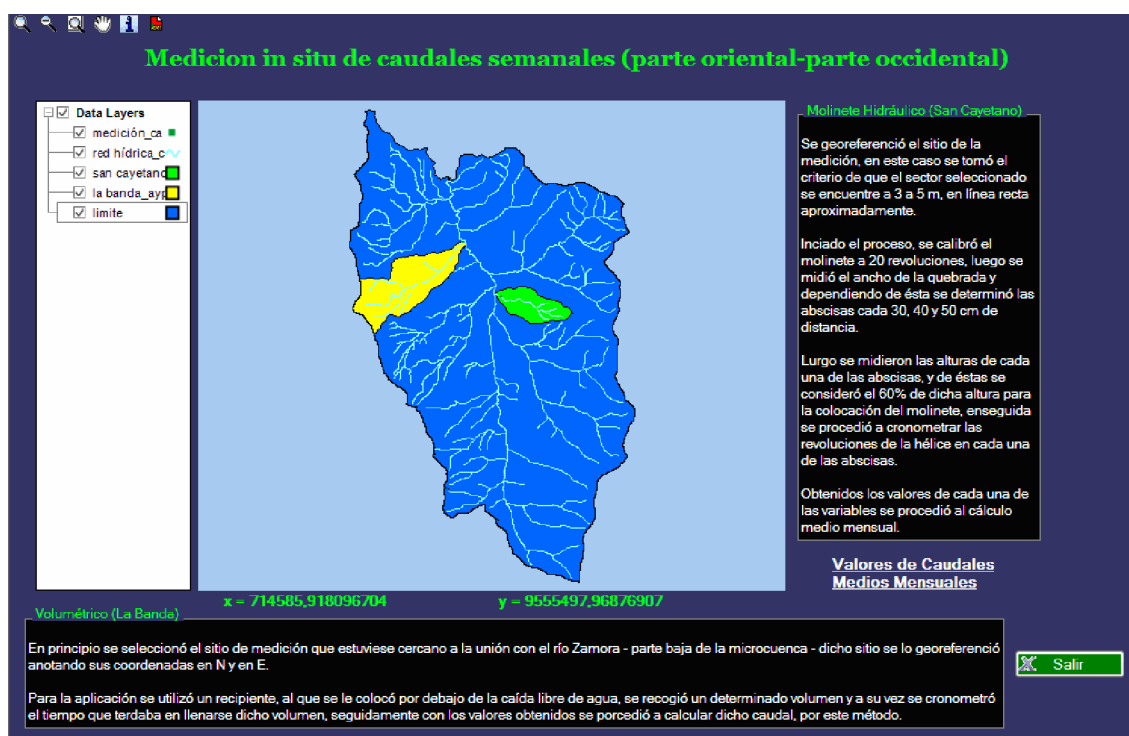
[Expresión Matemática](#) [Mapa del Coeficiente K](#) [Mapa de Evapotranspiración sobre lluvia](#) [Ver analisis del calculo....](#)

[Generar Reporte](#) [Salir](#)

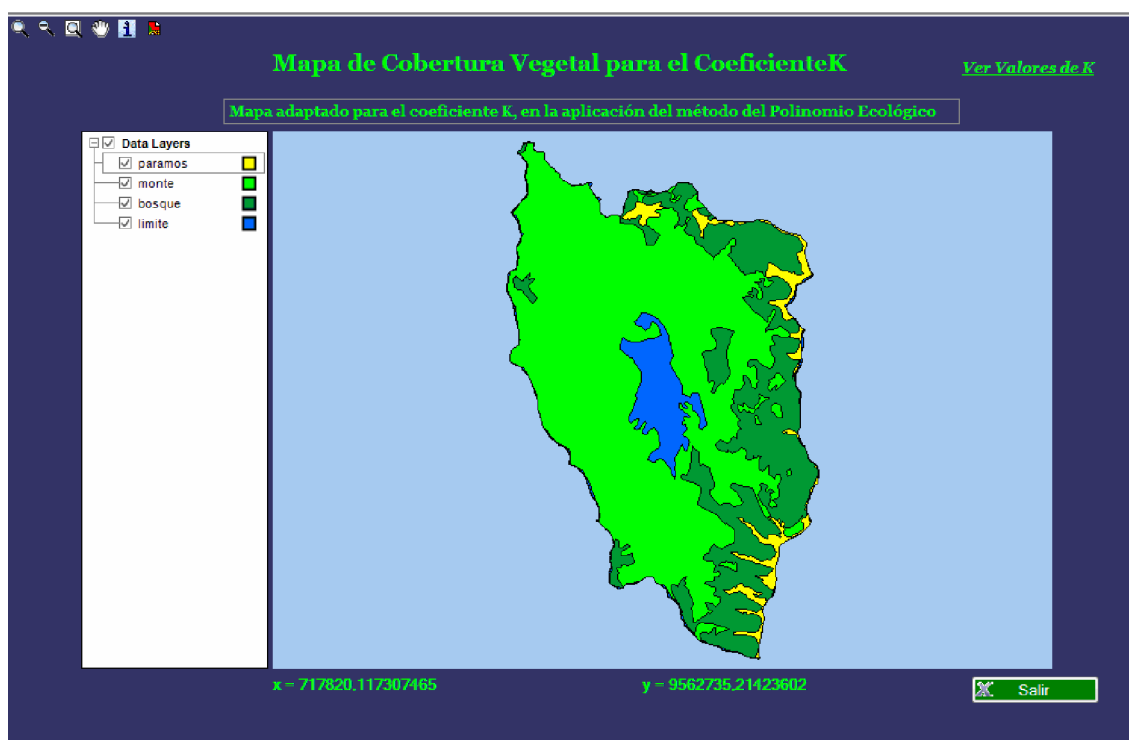
ANALISIS

Al interpretar los valores de los caudales medios mensuales estimados por los métodos empíricos; se infiere que el método racional es el más deficiente, ya que presenta valores muy bajos (caudales medios mensuales < a 80 l^ss-1), y que en realidad no se generan dichos caudales (criterios del Jefe de Planta de la Unidad Municipal de Agua Potable y Alcantarillado de Loja -UMAPAL-).

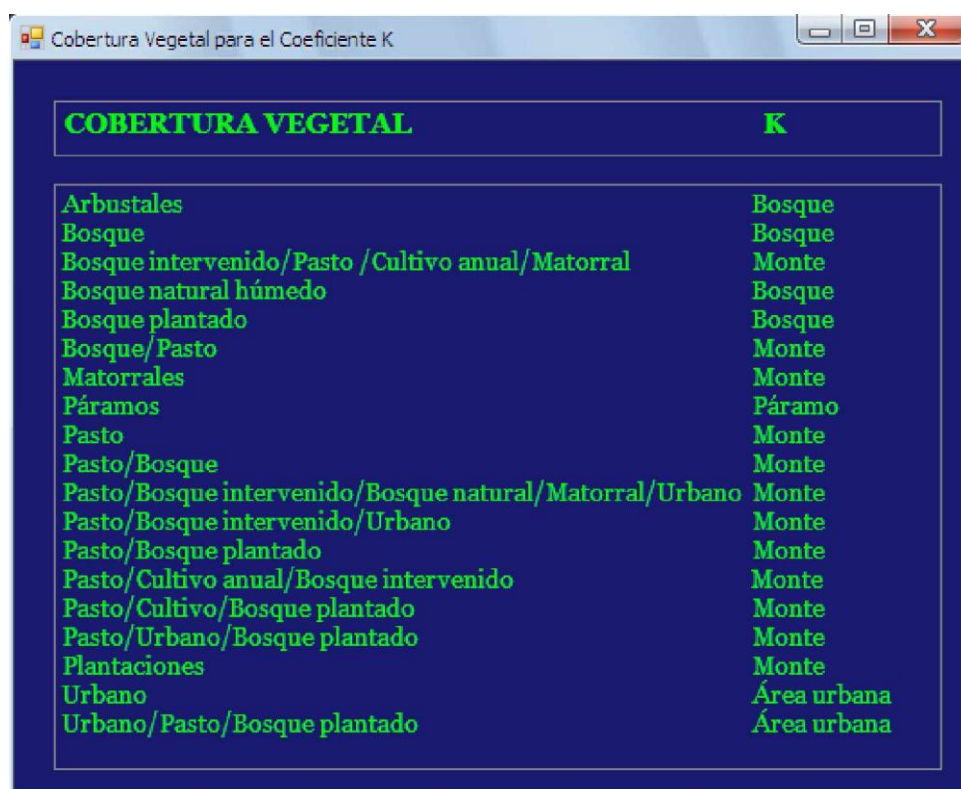
Nombre de Pantalla:	Medición in situ de caudales semanales (parte oriental-parte occidental)
Caso de Uso:	UC02, UC07.
Autor	Ludeña Hernán, Valarezo Francisco
Referencia	P029



Nombre de Pantalla:	CoeficienteK
Caso de Uso:	UC02, UC07.
Autor	Ludeña Hernán, Valarezo Francisco
Referencia	P030

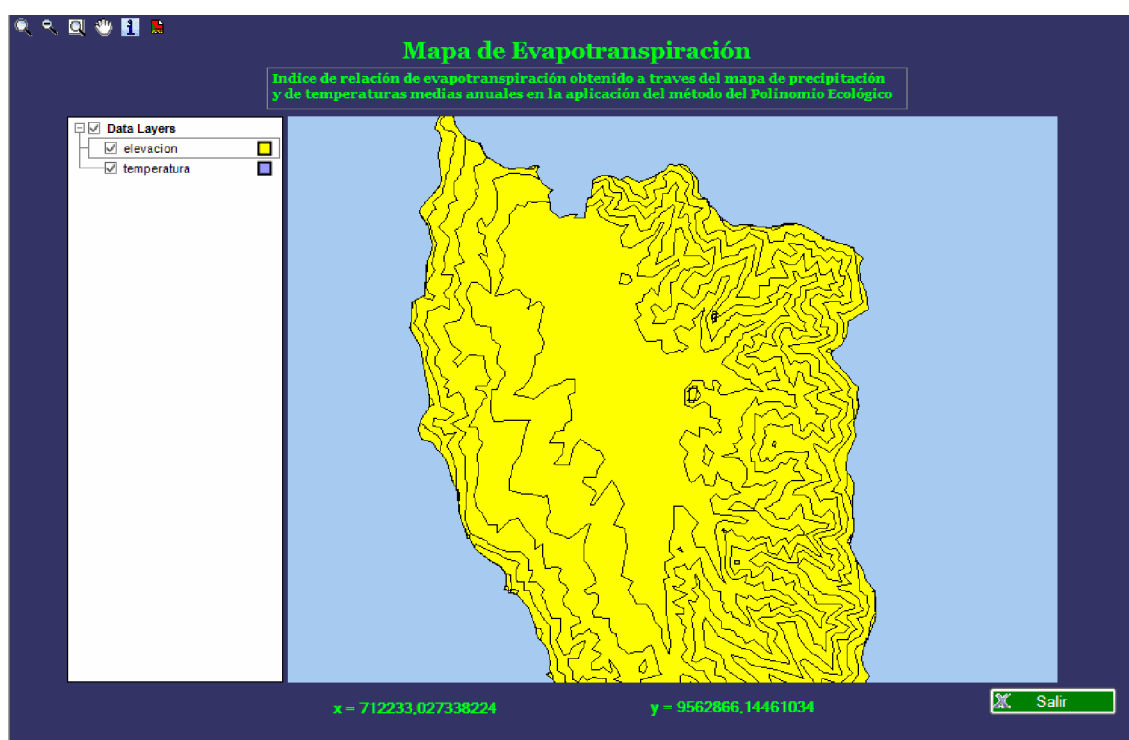


Nombre de Pantalla:	Cobertura Vegetal para el Coeficiente K
Caso de Uso:	UC07.
Autor	Ludeña Hernán, Valarezo Francisco
Referencia	P031

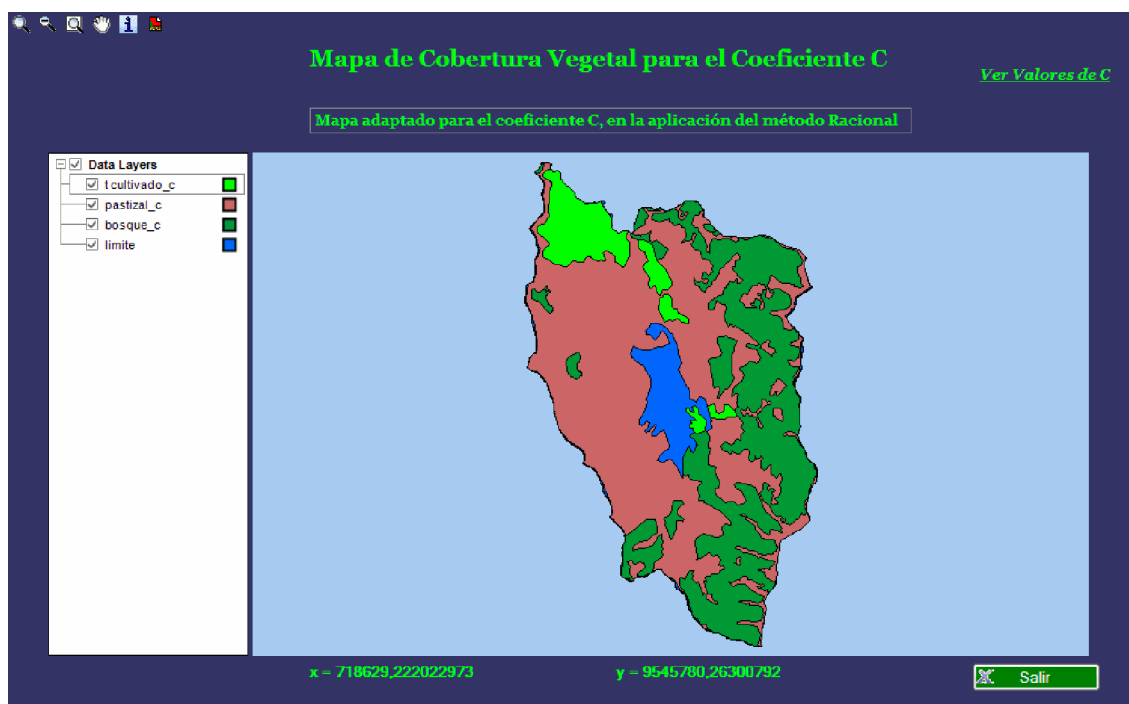


COBERTURA VEGETAL	K
Arbustales	Bosque
Bosque	Bosque
Bosque intervenido/Pasto /Cultivo anual/Matorral	Monte
Bosque natural húmedo	Bosque
Bosque plantado	Bosque
Bosque/Pasto	Monte
Matorrales	Monte
Páramos	Páramo
Pasto	Monte
Pasto/Bosque	Monte
Pasto/Bosque intervenido/Bosque natural/Matorral/Urbano	Monte
Pasto/Bosque intervenido/Urbano	Monte
Pasto/Bosque plantado	Monte
Pasto/Cultivo anual/Bosque intervenido	Monte
Pasto/Cultivo/Bosque plantado	Monte
Pasto/Urbano/Bosque plantado	Monte
Plantaciones	Monte
Urbano	Área urbana
Urbano/Pasto/Bosque plantado	Área urbana

Nombre de Pantalla:	Mapa de Evapotranspiración
Caso de Uso:	UC02, UC07.
Autor	Ludeña Hernán, Valarezo Francisco
Referencia	P032



Nombre de Pantalla:	Mapa de Cobertura Vegetal para el Coeficiente C
Caso de Uso:	UC02, UC07.
Autor	Ludeña Hernán, Valarezo Francisco
Referencia	P033



Pestaña: Caudales Máximos

Nombre de Pantalla:	Resultados Estimados de Caudales Máximos
Caso de Uso:	UC07.
Autor	Ludeña Hernán, Valarezo Francisco
Referencia	P034

Maxima Crecidas (m^3s^{-1}), para diferentes Periodos de Retorno (T_r)

Se presenta la estimación de caudales máximos, por tres métodos empíricos sencillos que se adaptan a la disponibilidad de información, y que relacionan las características de la cuenca (área, longitud de la corriente, pendiente del cauce, longitud al centroide de la cuenca) coeficientes de escorrentía, vegetación y de pendientes del terreno, así como también los factores de lluvia (precipitación máxima en 24 H).

Nombre de Microcuenca:

Método Racional Hidrograma Sintético de Snyder Hidrograma Unitario Triangular (SCS)

Microcuenca	T_r5	T_r10	T_r25	T_r50
Apangora	32,3	38,53	46,37	52,22
Cangán	116,7	141,17	172,03	194,98
Chorrera	44,21	53,02	64,13	72,4
Ciudadela	34,6	41,91	51,15	57,97
Consacola	10,05	11,8	14,01	15,65
Curitroje	125,34	145,41	170,81	188,62
De Akumbre	28,68	35,37	41,28	45,66
De Sangre	109,73	128,47	152,12	169,7
El Capulí	24,97	28,77	33,69	37,34
El Camen	157,22	182,16	213,71	237,13
El Rosal	11,23	12,95	15,15	16,77
El Salado	46,06	54,82	65,96	74,07
La Banda	48,09	56,43	66,96	74,78
Las Minas	83,78	97,35	114,5	127,25

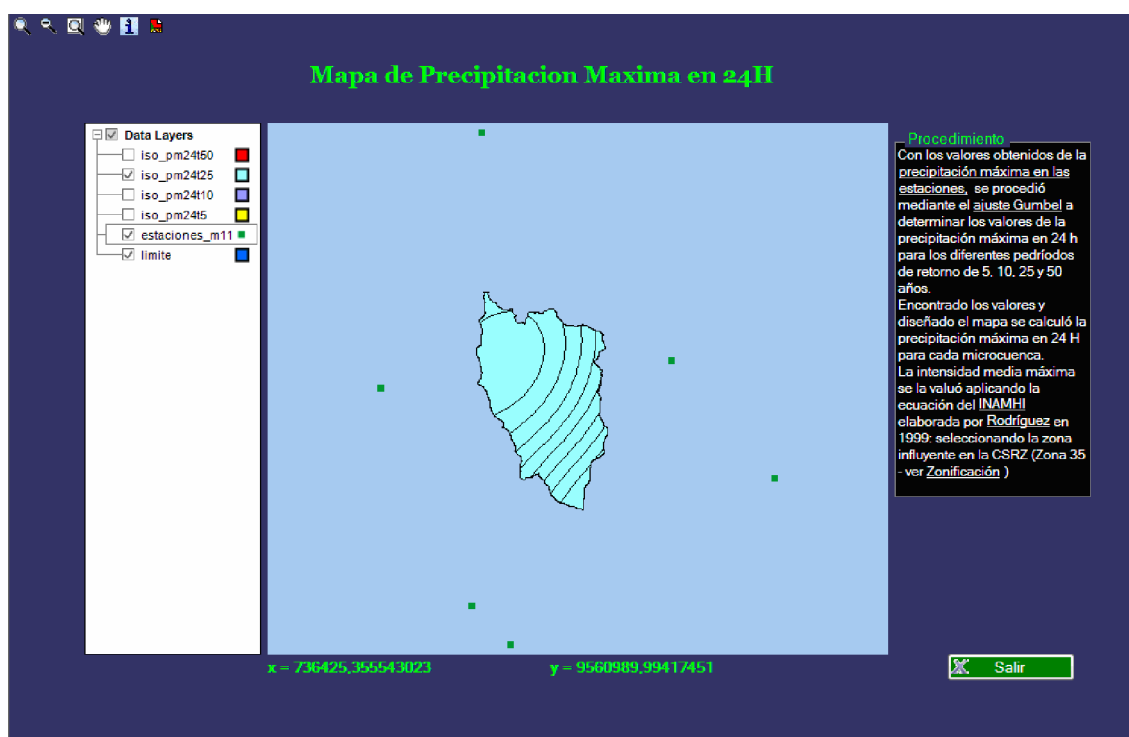
Expresión Matemática

ANÁLISIS

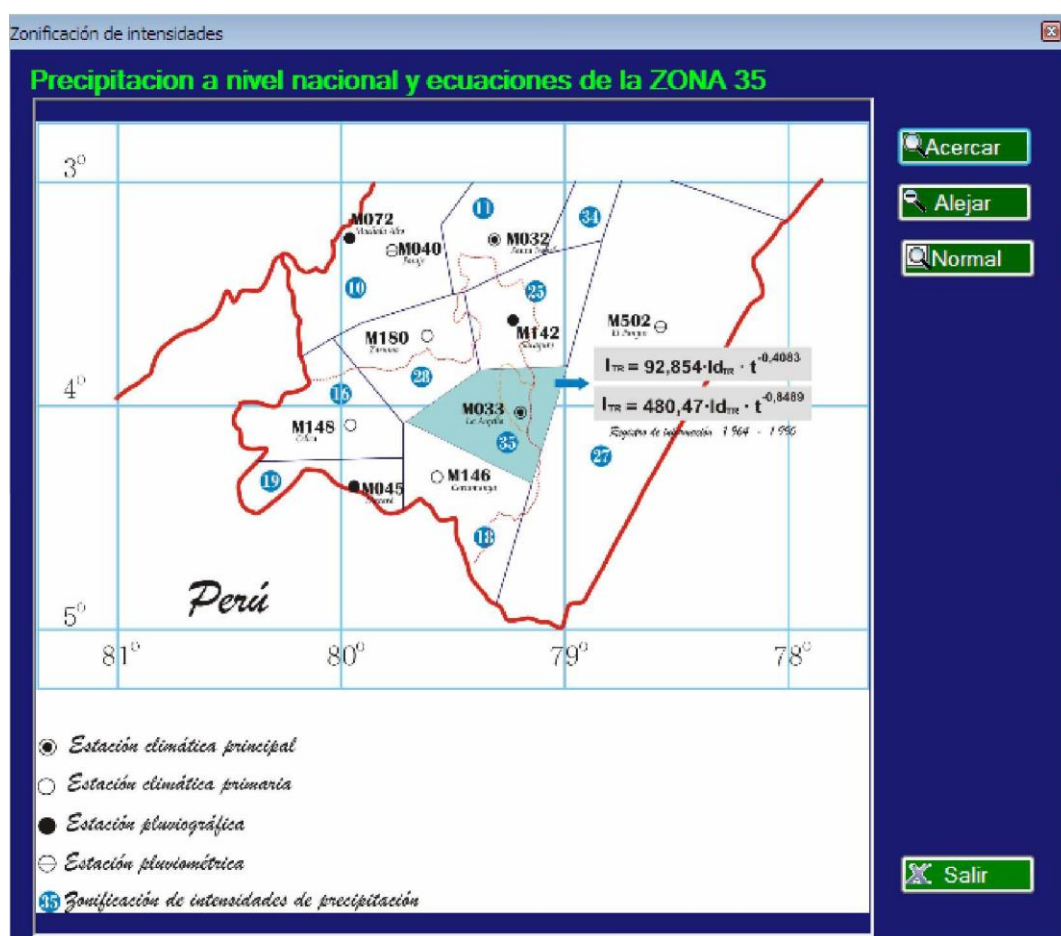
Por no poseer registros de pluviógrafo en todas las estaciones; se tomó como valor de referencia las precipitaciones máximas en 24 H, las que se ajustaron por el método de Gumbel para los diferentes periodos de retorno, que es una medida de la probabilidad que un evento de una determinada magnitud sea igualado o excedido por lo menos una vez en un año cualquiera.

Analizando los valores obtenidos mediante los tres métodos, primeramente se hace mención, que los valores de caudales son directamente proporcionales al área de las microcuencas, y a su tiempo de concentración

Nombre de Pantalla:	Mapa de Precipitación máxima en 24H
Caso de Uso:	UC02, UC07.
Autor	Ludeña Hernán, Valarezo Francisco
Referencia	P035



Nombre de Pantalla:	Zonificación de Intensidades
Caso de Uso:	UC07.
Autor	Ludeña Hernán, Valarezo Francisco
Referencia	P036



Nombre de Pantalla:	Valores de Intensidad de precipitación (mm*h ⁻¹) del Inamhi
Caso de Uso:	UC07.
Autor	Ludeña Hernán, Valarezo Francisco
Referencia	P037

Valores de Precipitación (mm*h⁻¹) para
Períodos de Retorno de 5, 10, 25 y 50 años

Calculados con la Ecuación de
intensidades del INAMHI:

$$I_T = 92,845 * t_c^{-0,4083} * \frac{P_{max\ 24H}}{24}$$

I_T = Intensidad de precipitación para cualquier
período de retorno, mm*h⁻¹
 t_c = Tiempo de concentración.
 $P_{max\ 24H}$ = Precipitación máxima de 24 H, mm ajustada
a Gumbel.

Precipitación Máxima en 24H,mm

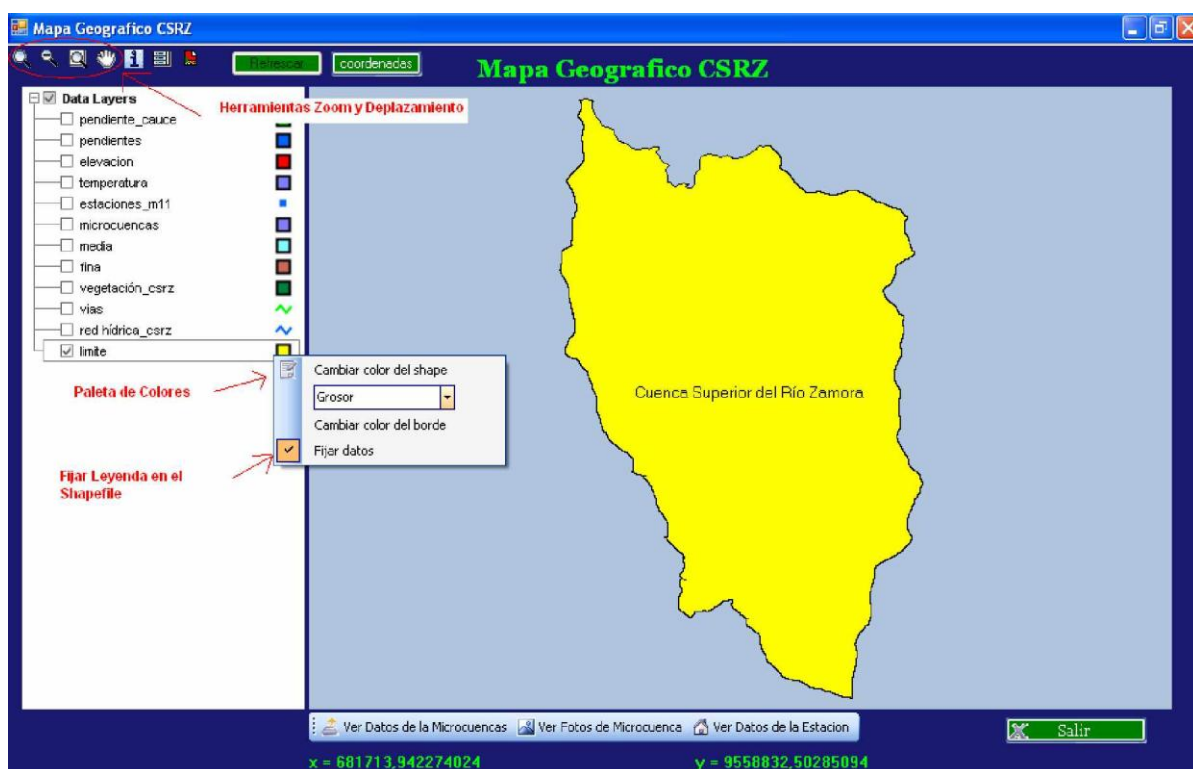
Intensidad máxima mm*h⁻¹,ecuación del INAMHI


Microcuenca	T5	T10	T25	T50	t _c _min	I5	I10	I25
Apangora	33,24	39,66	47,73	53,75	4,88	67,33	80,33	96,68
Cangán	33,61	40,66	49,55	56,16	29,19	32,79	39,67	48,34
Chomera	38,27	45,9	55,52	62,68	21,46	42,34	50,77	61,41
Ciudadela	36,79	44,57	54,4	61,65	18,96	42,81	51,86	63,3
Consacola	34,97	41,07	48,75	54,46	4,49	73,25	86,02	102,1
Curtroje	82,86	96,14	112,93	125,37	21,71	91,24	105,85	124,34
De Alumbre	43,23	53,33	62,23	68,84	13,30	58,14	71,72	83,69
De Sangre	52,88	61,92	73,32	81,79	20,56	59,53	69,7	82,54
El Capulí	69,65	80,56	94,34	104,57	3,36	164,28	189,99	222,49
El Carmen	71,5	82,85	97,2	107,85	21,34	79,28	91,86	107,77
El Rosal	54,01	62,36	72,9	80,72	5,55	103,79	119,82	140,07
El Seledó	41,72	49,65	59,65	67,09	19,02	48,49	57,7	69,32
La Banda	33,85	39,72	47,13	52,64	28,30	33,45	39,24	46,56

Fuente: Anuarios Meteorológicos del INAMHI

Generar Reporte
Salir

Nombre de Pantalla:	Mapa Geográfico CSRZ
Caso de Uso:	UC01, UC02.
Autor	Ludeña Hernán, Valarezo Francisco
Referencia	P038



Nombre de Pantalla:	Aviso
Caso de Uso:	UC02.
Autor	Ludeña Hernán, Valarezo Francisco
Referencia	P039
	

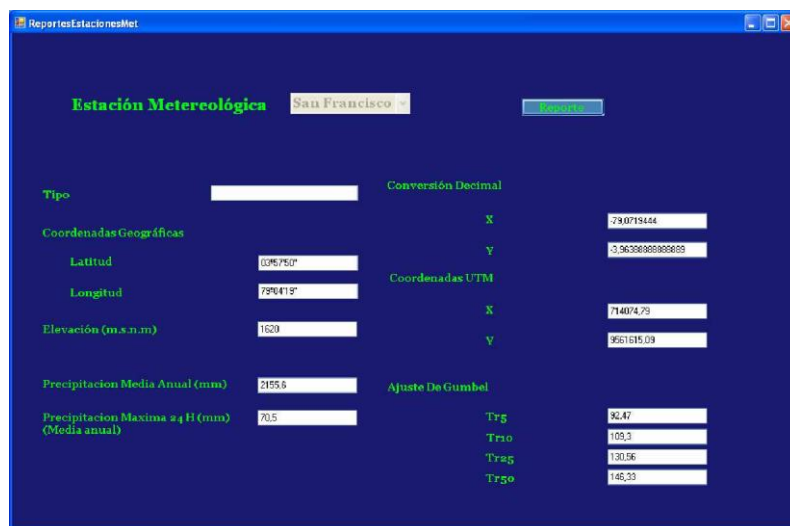
Nombre de Pantalla:	Reportes
Caso de Uso:	UC08.
Autor	Ludeña Hernán, Valarezo Francisco
Referencia	P040



Microcuenca Las Pavas Reporte

Area (km ²)	22.1	Caudal Medio Anual (l*s-1)	
Perímetro (km)	20.8	Ecológico	275.9
Forma	ovalada	Gómez	402.1
Pendiente Maxima Terreno (%)	36.3	Racional	23.2
Pendiente Media Terreno (%)	4.6	Caudal Máximo (m ³ *s-1)(Tr=tiempo retorno=años)	
Altura Media (m.s.n.m)	2297.2	Racional	
Tipo Corriente (Intermitente-Perennes)	I	Tr5	91.87
Altura nace cauce (m)	2125.9	Tr10	106.46
Densidad de corriente (km)	1.31	Tr25	124.88
Densidad de drenaje (km/km ²)	1.64	Tr50	138.58
Longitud cauce principal (km)	8.4	Hidrograma Sintético de Snyder	
Pendiente media del cauce (%)	3.6	Tr5	23.48
Precipitación Media Anual (mm)		Tr10	0
Factor Ajuste	834.39	Tr25	31.51
Areas de precipitación	853.17	Tr50	35.41
National Weather Service	927.1	Hidrograma Unitario Triangular (SCS)	
		Tr5	57.27
		Tr10	66.36
		Tr25	77.85
		Tr50	86.39

Nombre de Pantalla:	Reportes Estaciones
Caso de Uso:	UC08.
Autor	Ludeña Hernán, Valarezo Francisco
Referencia	P041



Nombre de Pantalla:	Datos Informativos
Caso de Uso:	UC02.
Autor	Ludeña Hernán, Valarezo Francisco
Referencia	P042



Nombre de Pantalla:	Consulta de Datos
Caso de Uso:	UC02.
Autor	Ludeña Hernán, Valarezo Francisco
Referencia	P043

Consulta de Datos

DATOS DEL SHAPE SELECCIONADO

Consulta:

Campos:

Operadores:

Consultas:

LONG_km > 0.5

Consultar

Borrar

459 Seleccionados de 1725

Ver solo la seleccion

Generar Reporte

SHAPE_ID	TEXTUSERID	TTVL	LONG_metro	LONG_km	LONG_miles
1	via2	Camino pavimentado de dos o más vías	385,737813	0,39	0,24
2	via2	Camino pavimentado de dos o más vías	385,737813	0,39	0,24
3	via2	Camino pavimentado de dos o más vías	385,737813	0,39	0,24
4	via2	Camino pavimentado de dos o más vías	385,737813	0,39	0,24
5	via2	Camino pavimentado de dos o más vías	382,142161	0,38	0,237
6	via2	Camino pavimentado de dos o más vías	382,142161	0,38	0,237
7	via2	Camino pavimentado de dos o más vías	382,142161	0,38	0,237
8	via2	Camino pavimentado de dos o más vías	7,667946	0,01	0,005
9	via2	Camino pavimentado de dos o más vías	7,667946	0,01	0,005
10	via2	Camino pavimentado de dos o más vías	7,667946	0,01	0,005
11	via2	Camino pavimentado de dos o más vías	4,404,970260	4,40	2,733
12	via2	Camino pavimentado de dos o más vías	461,834522	0,46	0,287

Salir

Nombre de Pantalla:	Mensaje de Ayuda
Caso de Uso:	UC01, UC02, UC03, UC04, UC05, UC06, UC07, UC08.
Autor	Ludeña Hernán, Valarezo Francisco
Referencia	P044

REGRESION LINEAL SIMPLE

Calculada para las variables altitud (m.s.n.m) y temperatura, donde altitud se representa por x y temperatura por y.
 $Y = -0,0078X + 33,601$

Aceptar

Menú Alternativas de Manejo Ambiental

Nombre de Pantalla:	Alternativas de Manejo Ambiental
Caso de Uso:	UC01.
Autor	Ludeña Hernán, Valarezo Francisco
Referencia	P045



Nombre de Pantalla:	Reporte Noticias
Caso de Uso:	UC01.
Autor	Ludeña Hernán, Valarezo Francisco
Referencia	P046

ReporteNoticias

Reporte de Noticias

Artículos enero - febrero abril mayo junio-julio Agosto Octubre noviembre-diciembre

2004, abril 4 miércoles

[2004, abril 4 miércoles](#)
[2004, abril 8 Jueves \(p1\)](#)
[2004, abril 8 Jueves \(p2\)](#)
[2004, abril 15 Jueves \(1\)](#)
[2004, abril 15 Jueves \(2\)](#)
[2004, abril 15 Jueves \(3\)](#)

En Loja las lluvias no cesan

LOJA, LA HORA

LA CIUDAD de Loja, durante los últimos meses ha sido afectada por continuas variaciones climáticas. Este hecho no se viene produciendo solo en nuestra ciudad sino en toda la región interandina, así lo informó Carlos Naranjo, Previsor del tiempo del Instituto Nacional de Meteorología Inhami.

Esta situación se debe, acotó el funcionario, a que los patrones meteorológicos, es decir los diferentes sistemas que generan variaciones climáticas, no están ubicados en las zonas que deberían estar, por esta razón se producen irregularidades en la presencia de precipitaciones y en la variación de temperatura en Sudamérica específicamente en la zona sur del Ecuador, concretamente en Loja.

Otro factor importante debido al cual se producen los bruscos cambios climáticos, especialmente en la provincia de Loja, es la influencia atmosférica del Perú, según este factor se producirán lluvias bastante considerables pero en forma ocasional durante el presente mes.

IRREGULARIDADES CONTINUARÁN

Por otra parte Naranjo informa que estas variaciones climáticas continuarán durante todo el mes de abril, "vamos a tener días con presencia de precipitaciones y días totalmente secos y con variaciones de temperaturas".



Nombre de Pantalla:	Ventana Reporte
Caso de Uso:	UC08.
Autor	Ludeña Hernán, Valarezo Francisco
Referencia	P047

Microcuenca

Informe principal

Microcuenca:
Apangora

08/05/2008

Parametros Morfométricos	
Area (km ²)	3,9
Perimetro (km)	9,2
Forma	oblonga
Pendiente Max Ter (%)	38,2
Pendiente Media Ter (%)	3,1
Altura Media (m.s.n.m)	2089,6

Caudal Medio Anual (l*s-1)	
Polinomio Ecológico	107,6
Gómez	76,6
Racional	4,6

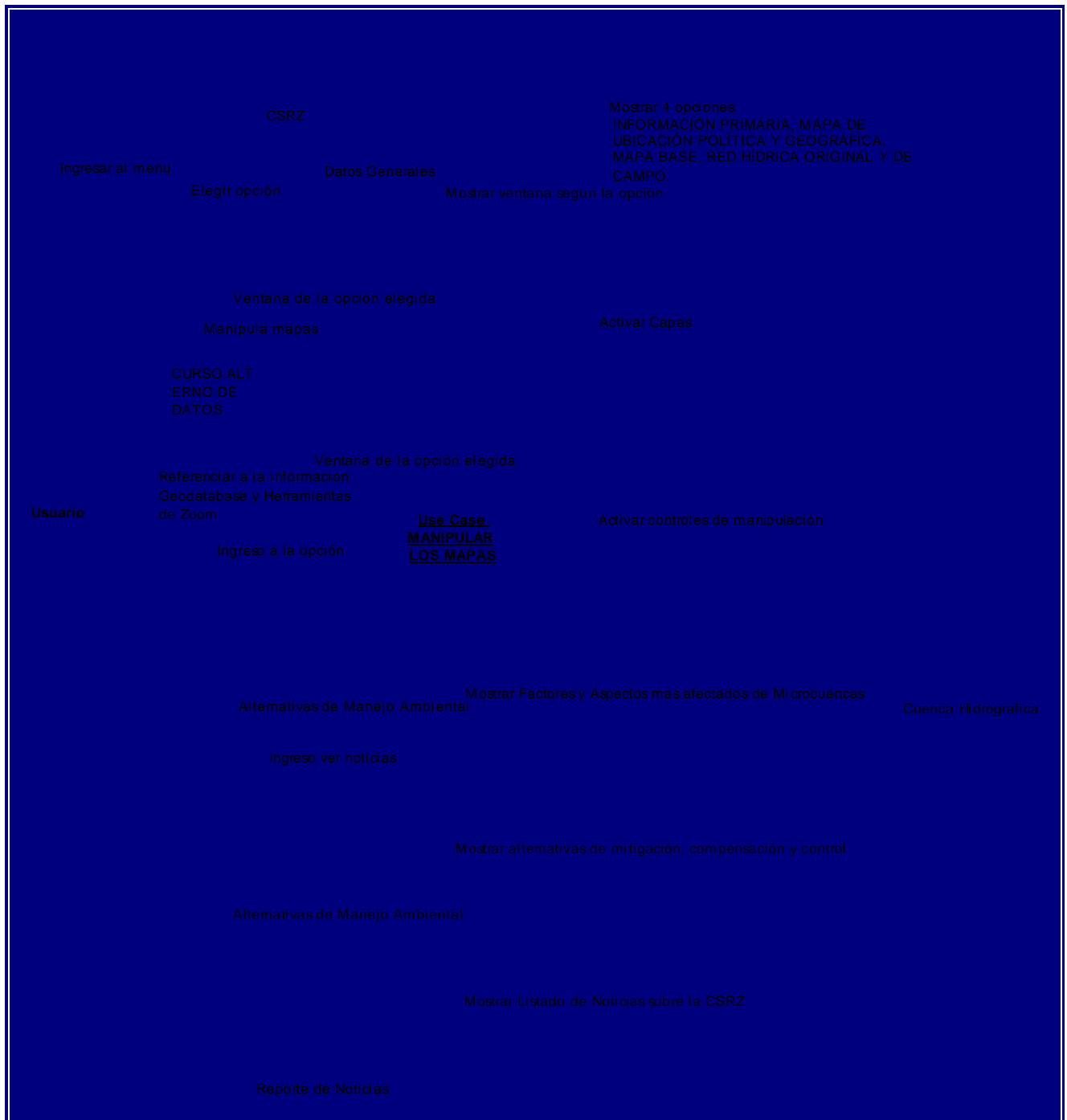
Caudal Máximo (m ³ *s-1) (Tr=tiempo retorno)	
Racional	
Tr 5	32,3
Tr 10	38,53
Tr 25	48,37
Tr 50	52,22
Hidrograma Sintético de Snyder	
Tr 5	3,05
Tr 10	3,05
Tr 25	3,05
Tr 50	3,05

Hidrograma Unitario Triangular	
Tr 5	19,08
Tr 10	22,77
Tr 25	27,4
Tr 50	30,65

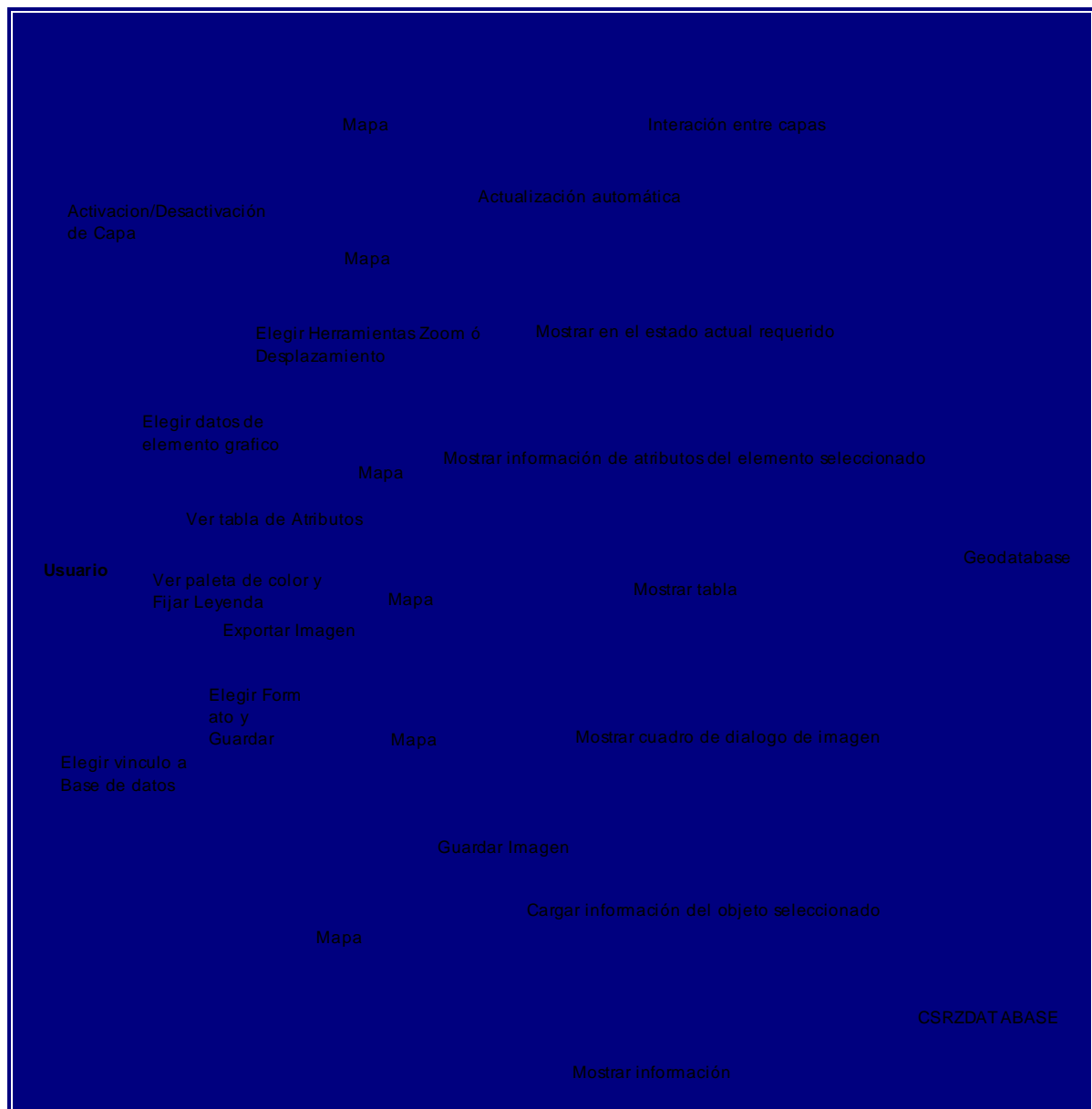
Parametros Hidrológicos	
Tipo Corriente	I
(Intermitente - Perenne)	
Altura Nace Cauce (m)	2070,1
Densidad Corriente(km)	0,26
Densid Drenaje(km/km ²)	0,39
Long Cauce Principal(km)	1,5
Pendiente Media Cauce(%)	2,1

6.4.4 Diagrama de Robustez

6.4.4.1 Caso de Uso: Consultar información política y geográfica de la CSRZ.

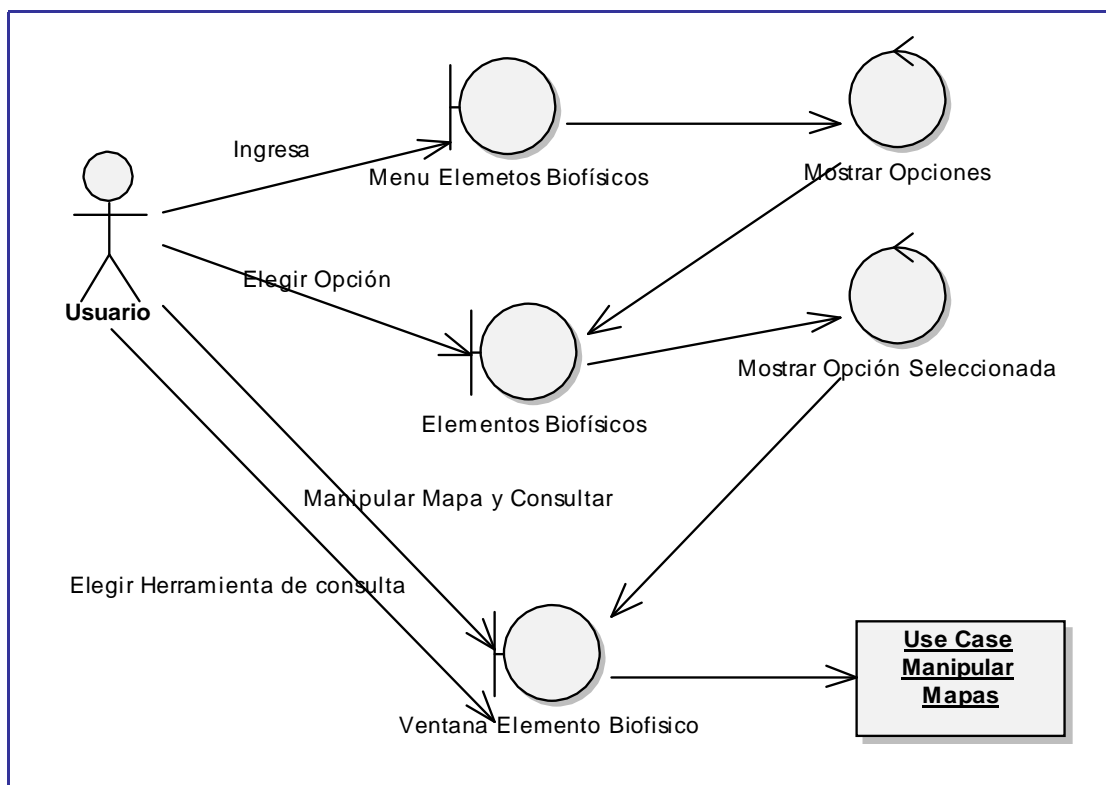


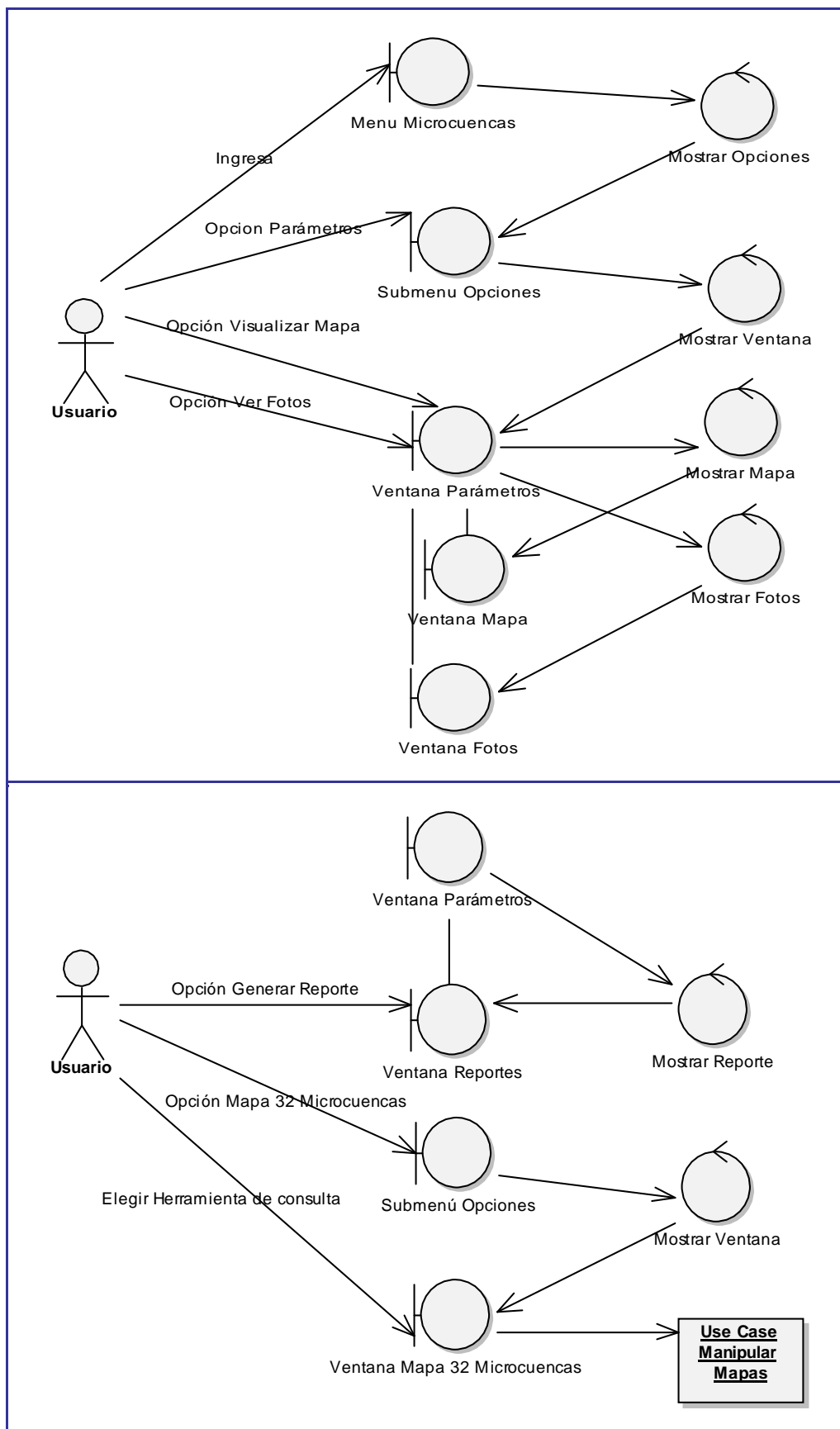
6.4.4.2 Caso de Uso: Manipular los Mapas





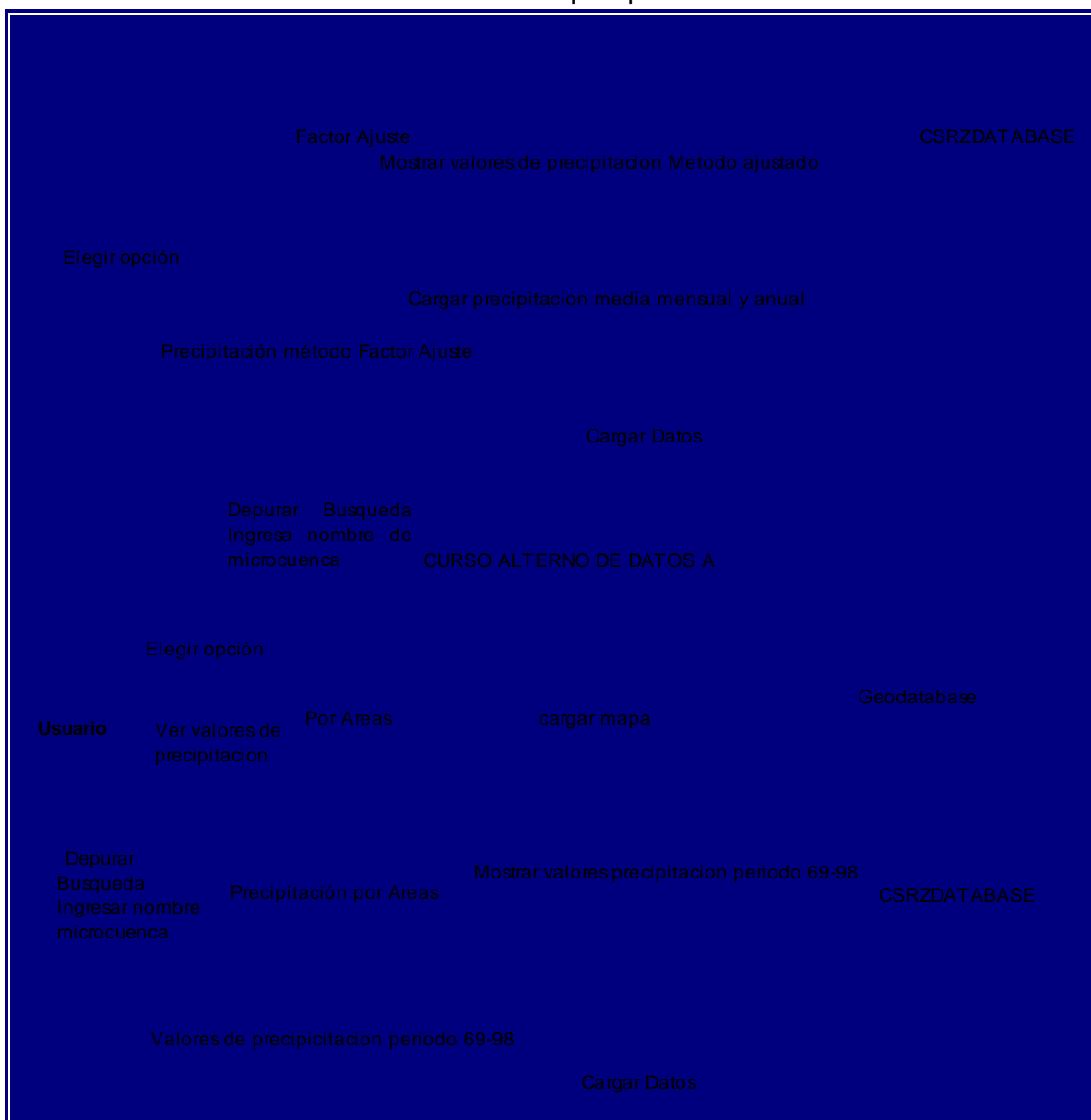
6.4.4.3 Caso de Uso: Consultar Información Biofísica de la CSRZ

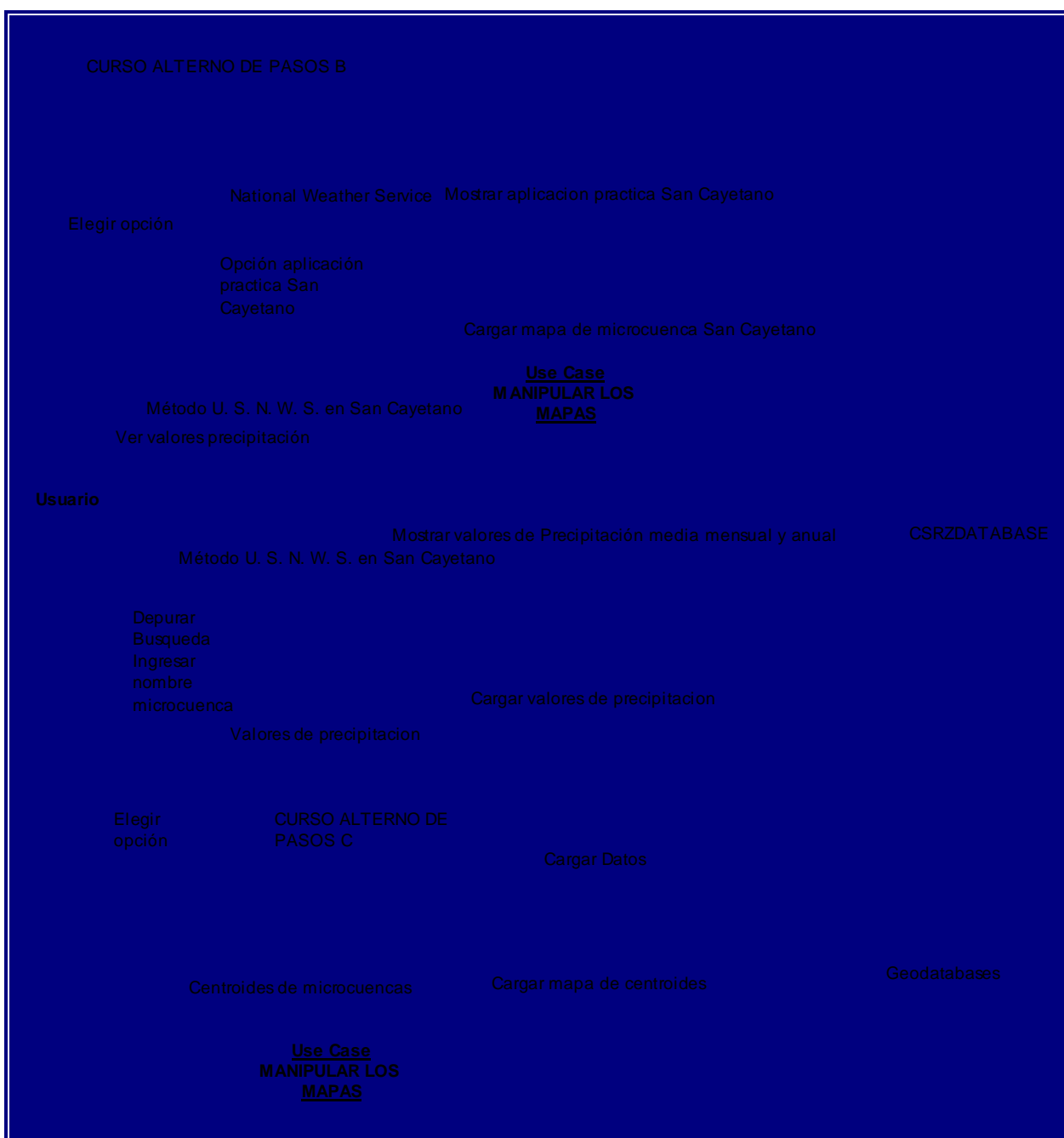


6.4.4.4 Caso de Uso: Consultar Información Morfométrica e Hidrológica de la CSRZ



6.4.4.5 Caso de Uso: Consultar valores de precipitación





6.4.4.6 Caso de Uso: Mostrar información de las estaciones meteorológicas

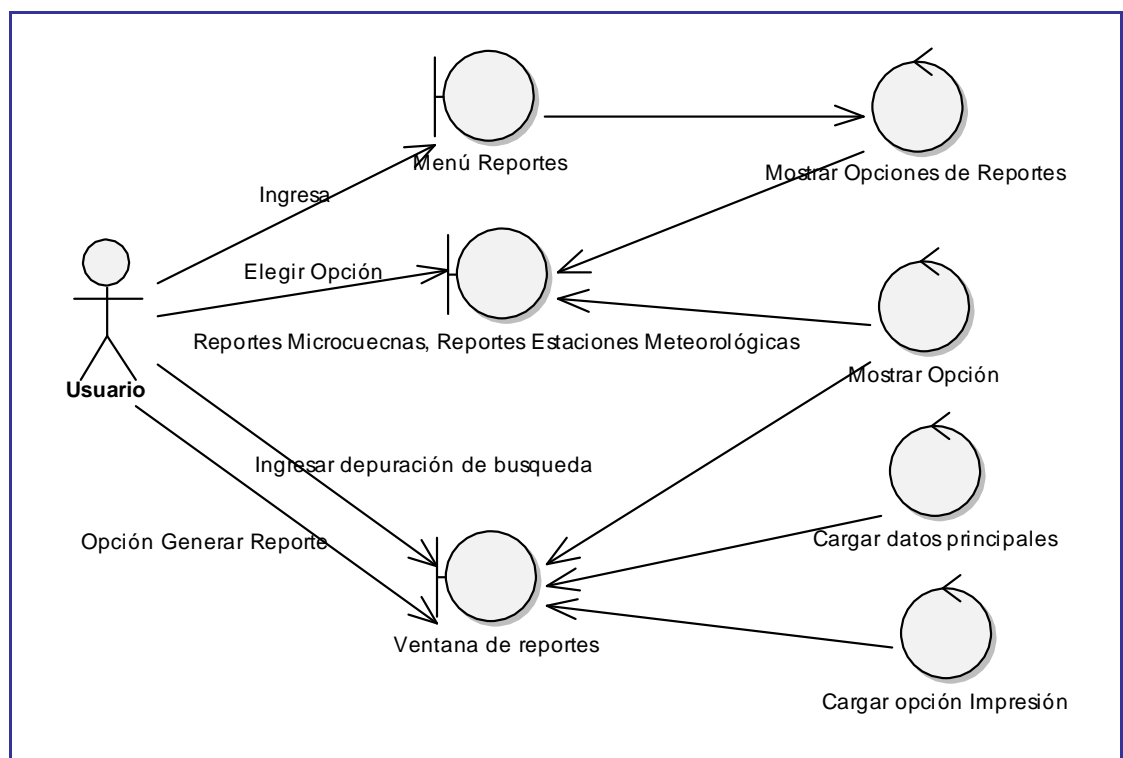


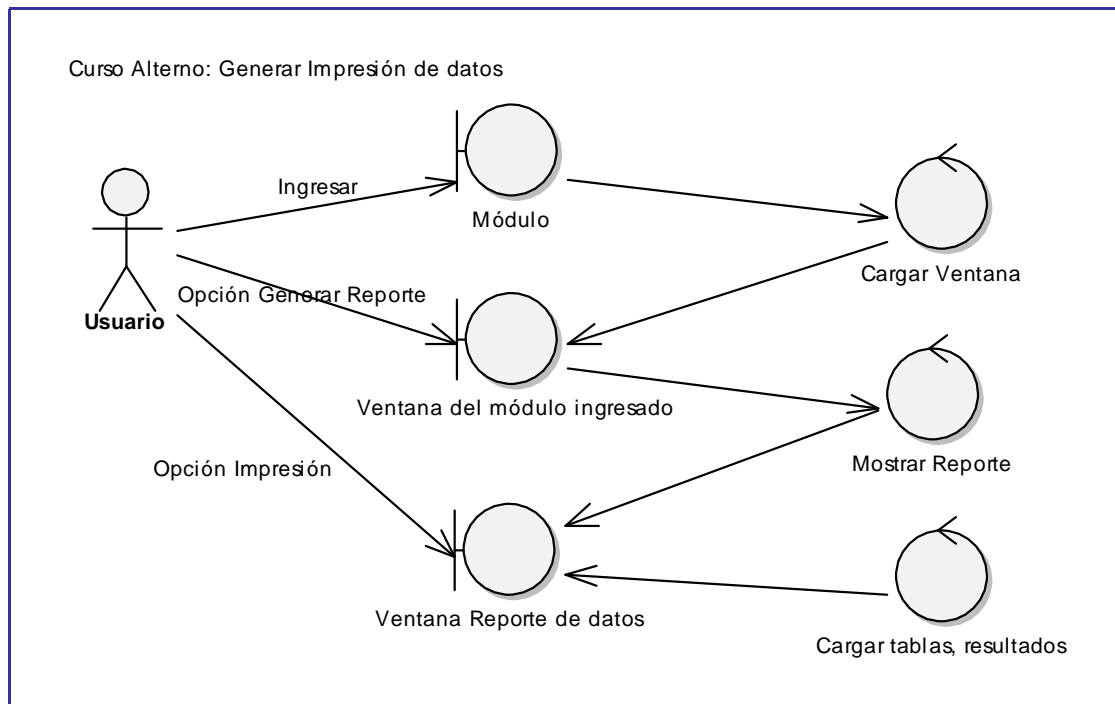
6.4.4.7 Caso de Uso: Consultar valores de caudales.





6.4.4.8 Caso de Uso: Generar Reportes







6.4.5 Diagramas de Secuencia

6.4.5.1 Casos de Uso: Consultar información política y geográfica de la CSRZ

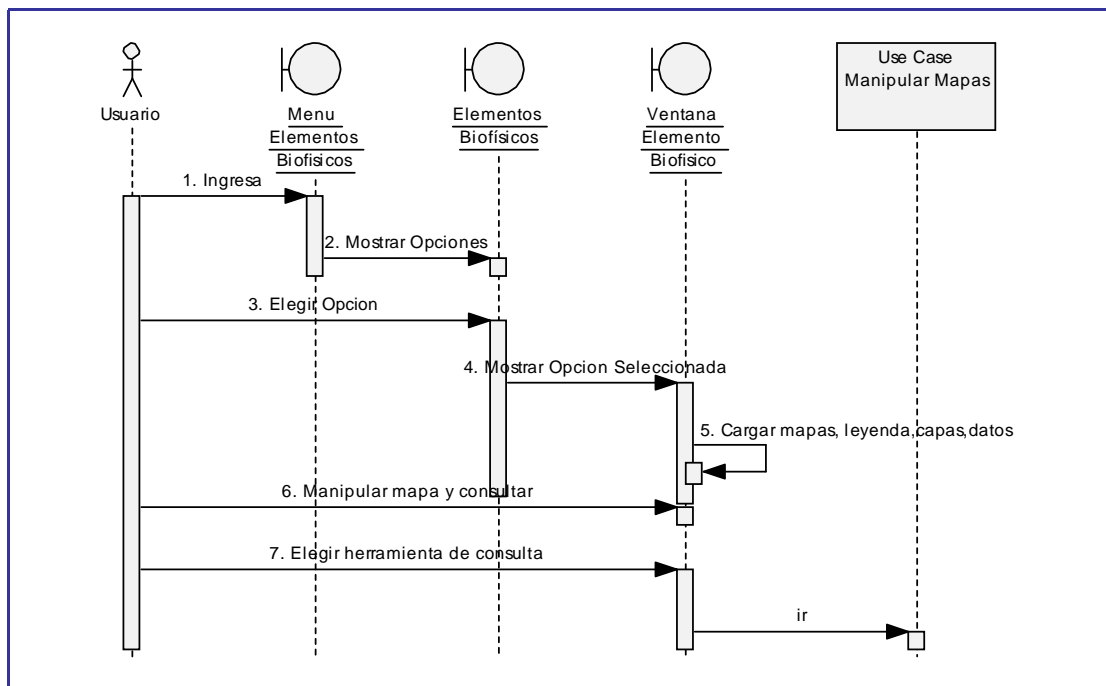




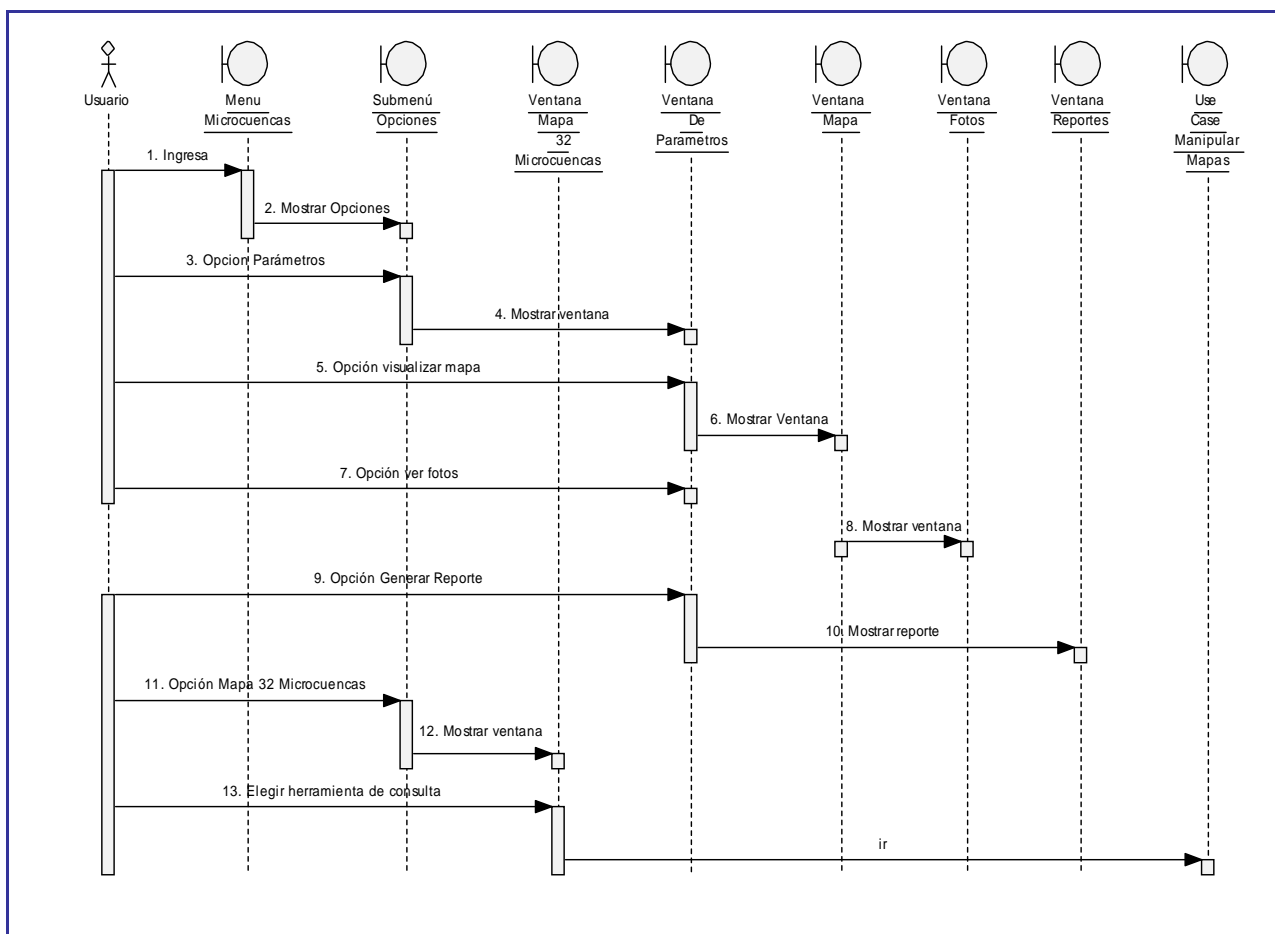
6.4.5.2 Caso de Uso: Manipular los mapas

Usuario	Mapa	Geodatabase	CSRZDATABASE
1. Activación ó Desactivación de capa	2. Se actualiza en forma automática o manual		
Visualizar actualización			
3. Elegir Herramientas de Zoom y Desplazamiento			
4. Ver mapa en estado requerido			
5. Elegir elemento para visualizar información	Mostrar información de atributos		
6. Mostrar información de los atributos del elemento	Ver atributos		
7. Consultar la tabla de atributos	Mostrar la tabla de atributos		
8. Visualizar la tabla de atributos del shapefile	Ver tabla		
9. Elegir paleta de colores y fijar leyenda			
10. Presenta la paleta de colores o fija la leyenda			
11. Exportar mapa a imagen	Mostrar dialogo		
12. Presentar dialogo para exportar			
13. Elegir objeto y visualizar datos	14. Cargar datos de objeto seleccionado		
Visualizar datos	Mostrar datos completos de elemento		
CURSO ALTERNO DE EVENTOS			
A9. Cargar campos activar menú de consulta	Depurar tabla mediante la consulta		
A10. Digitar consulta			
A11. Visualizar la tabla depurada			
A12. Generar Reporte	Generar reporte entre tabla y el mapa		
A13. Mostra dialogo para impresión con la tabla depurada y mapa			
A14. Continúa en el paso 9 de Curso Normal			
BA10. opción Ayuda			
BA11. Mostrar dialogo de ayuda de como generar consulta			
BA12. Continúa el Caso de Uso Alterno en el paso A10			

6.4.5.3 Caso de Uso: Consultar Información Biofísica de la CSRZ



6.4.5.4 Caso de Uso: Consultar Información Morfométrica e Hidrológica de la CSRZ



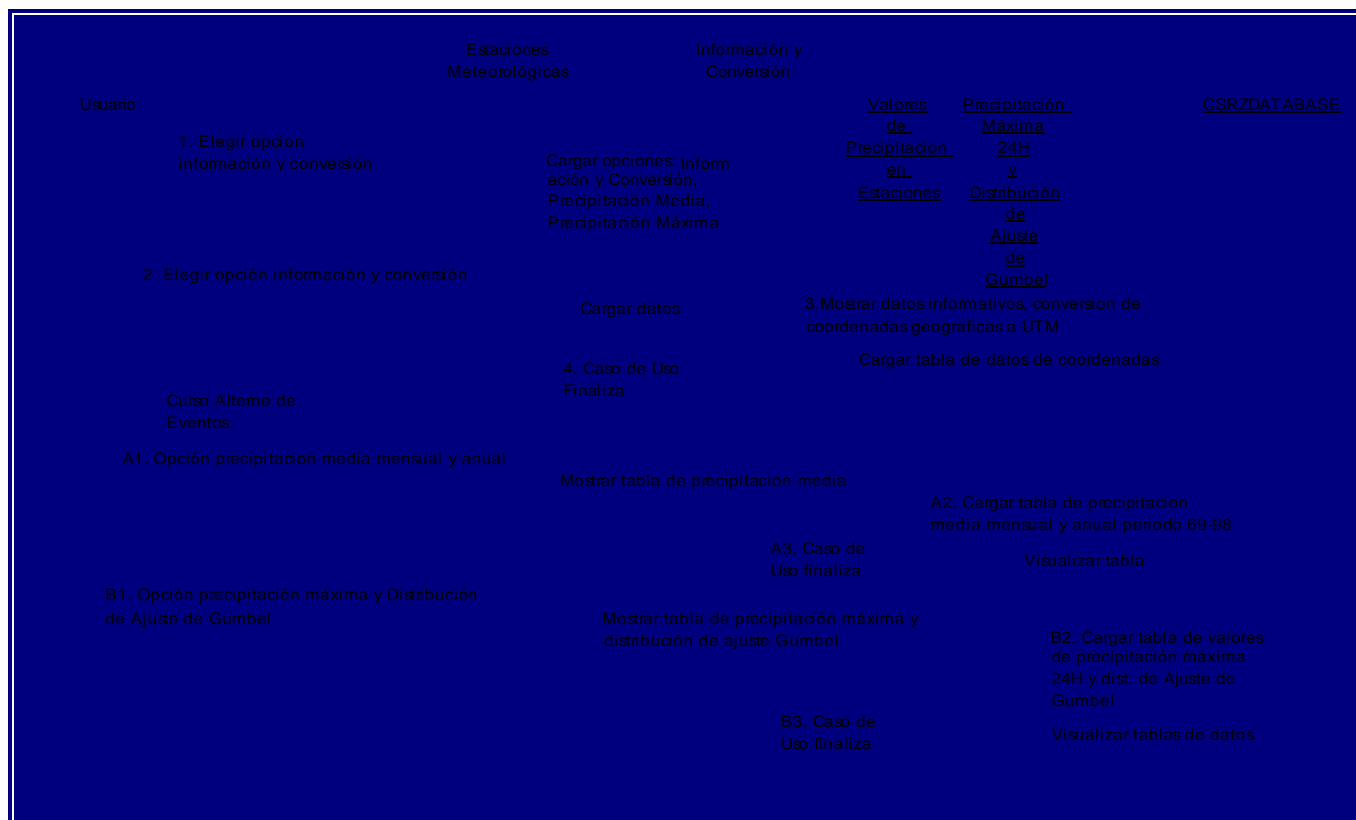


6.4.5.5 Caso de Uso: Consultar valores de precipitación





6.4.5.6 Caso de Uso: Mostrar información de las Estaciones Meteorológicas

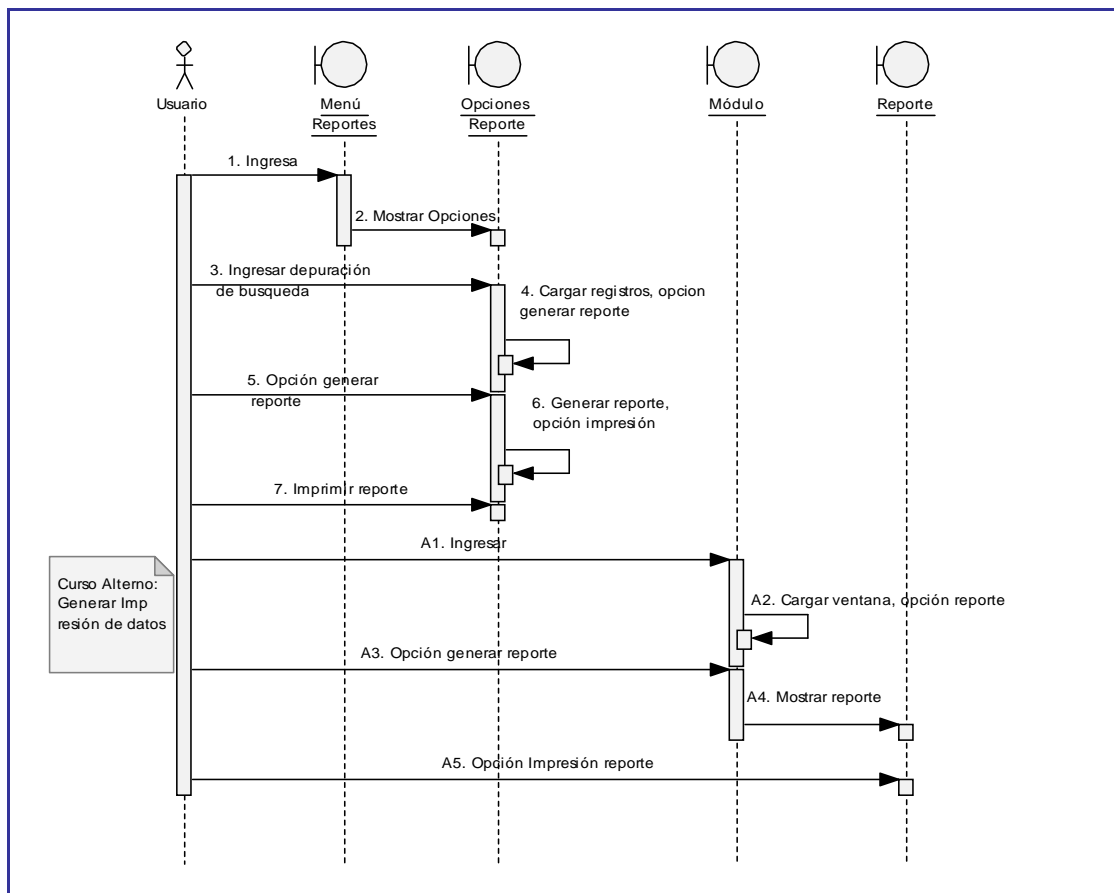




6.4.5.7 Caso de Uso: Consultar Valores de Caudales



6.4.5.8 Caso de Uso: Generar Reportes





6.4.6 Diagrama de Paquetes

Interacción con la librería de MapWindow (Active X)



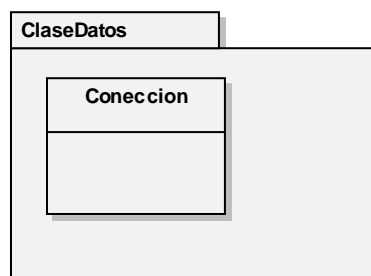
Diagrama de Paquetes del Sistema de Información Hidrológica de la CSRZ

El diagrama de paquete se encuentra comprendido por tres partes:

- Paquete de datos
- Paquete de negocios
- Paquete de vistas

Cada paquete se describe a continuación, con sus subpaquetes y clases que la conforman:

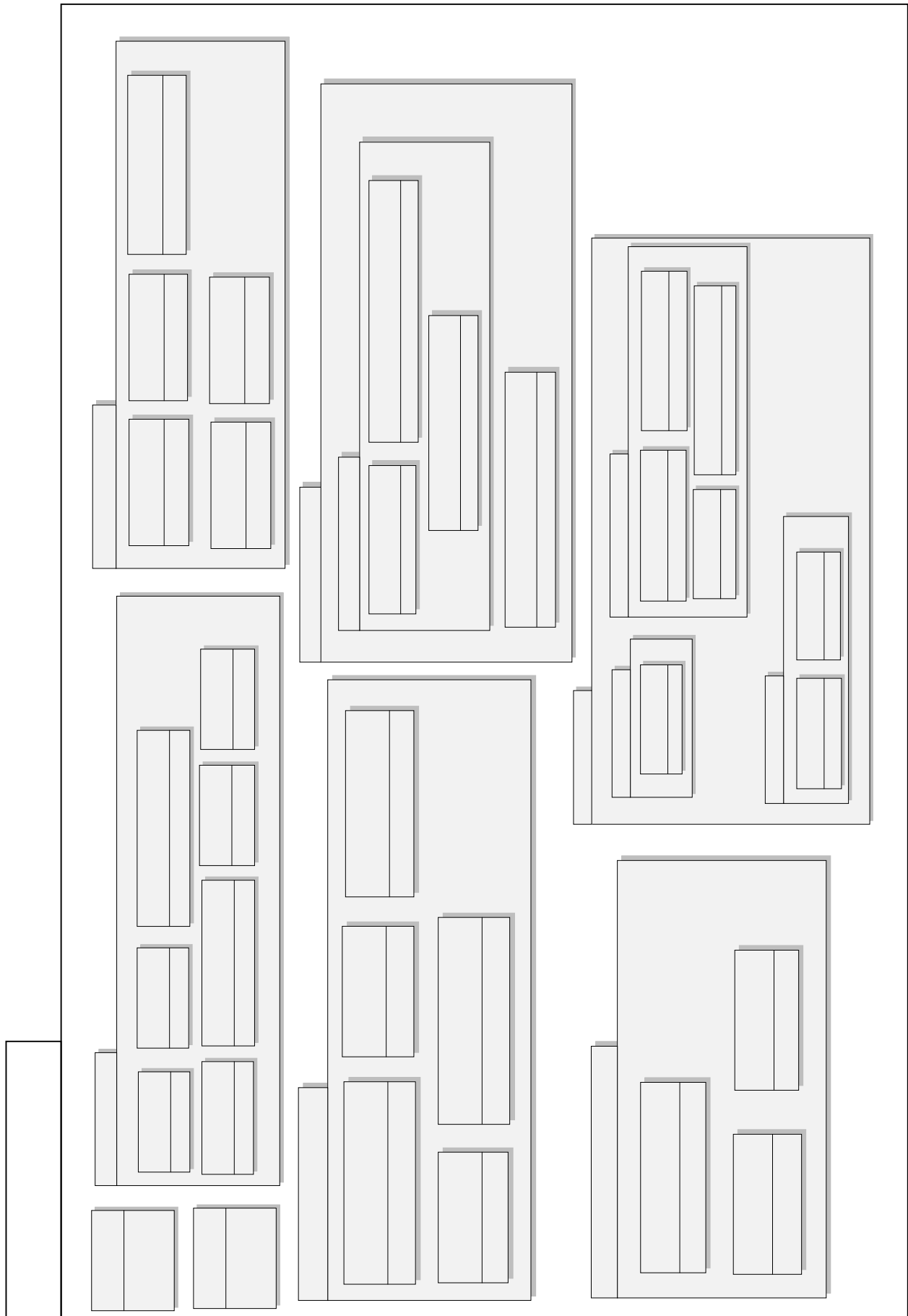
Paquete Datos



Paquete de negocios



Paquete de vistas (Siguiendo Página)



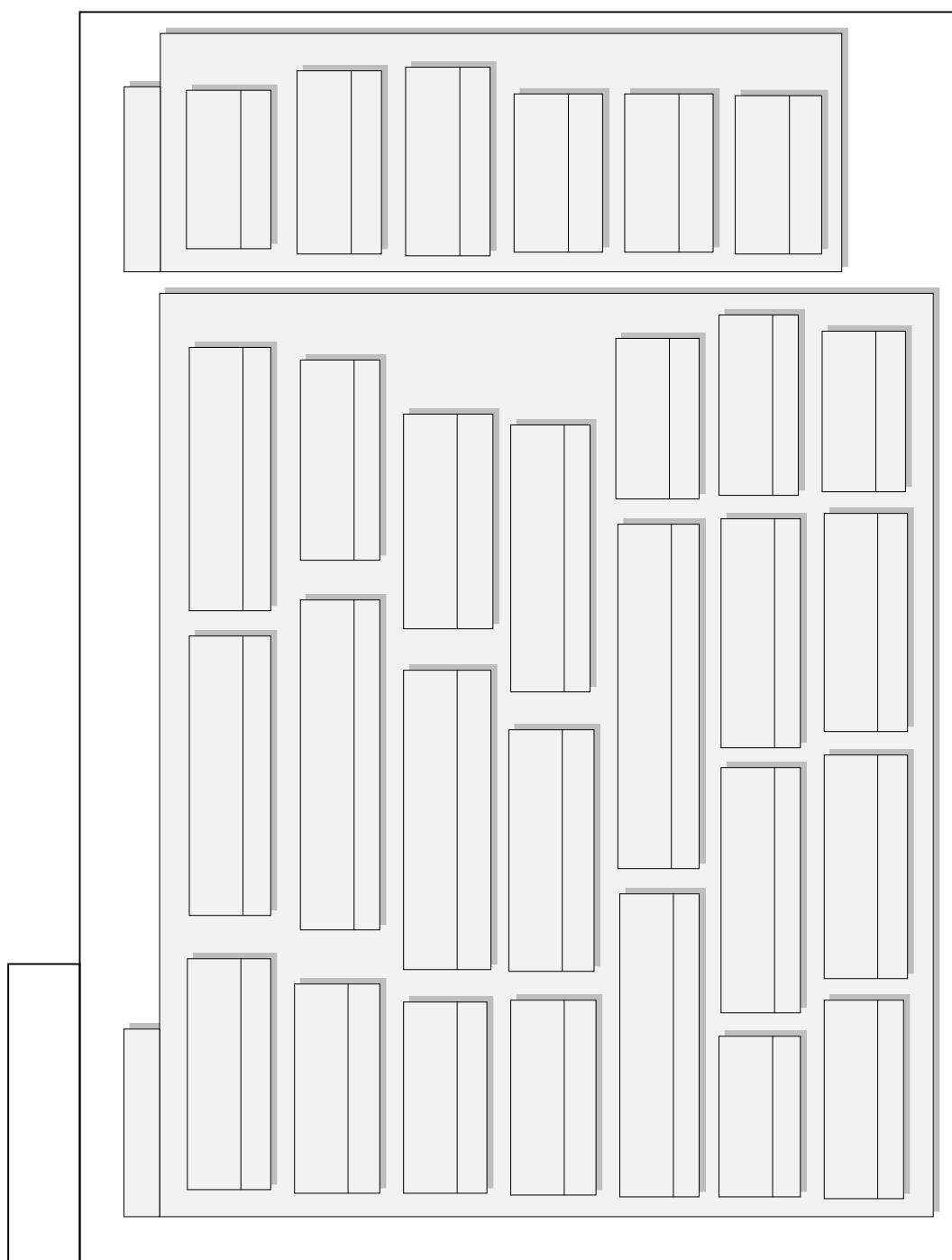


Diagrama de Clases del Paquete Datos SistemaInformacionCSRZ.ClaseDatos

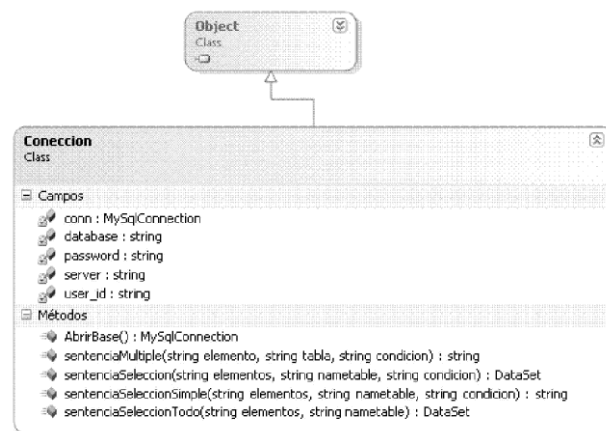


Diagrama de Clases del Paquete Negocios SistemaInformacionCSRZ.ClaseNegocios

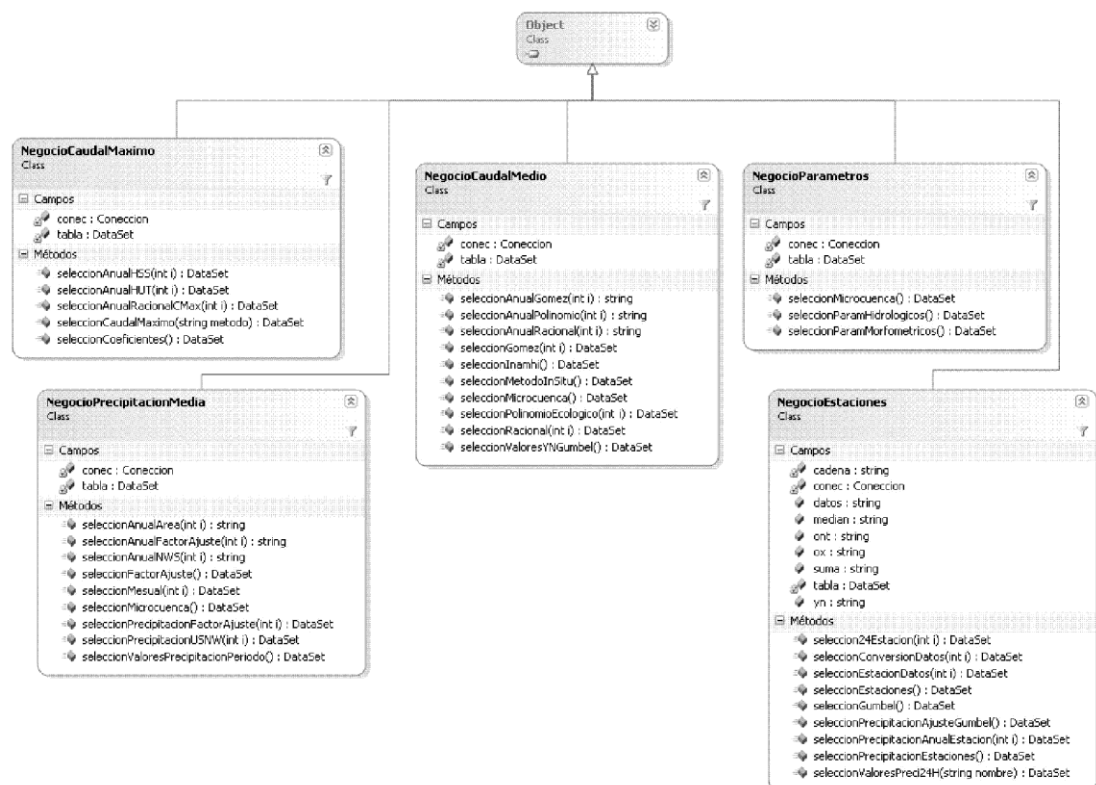
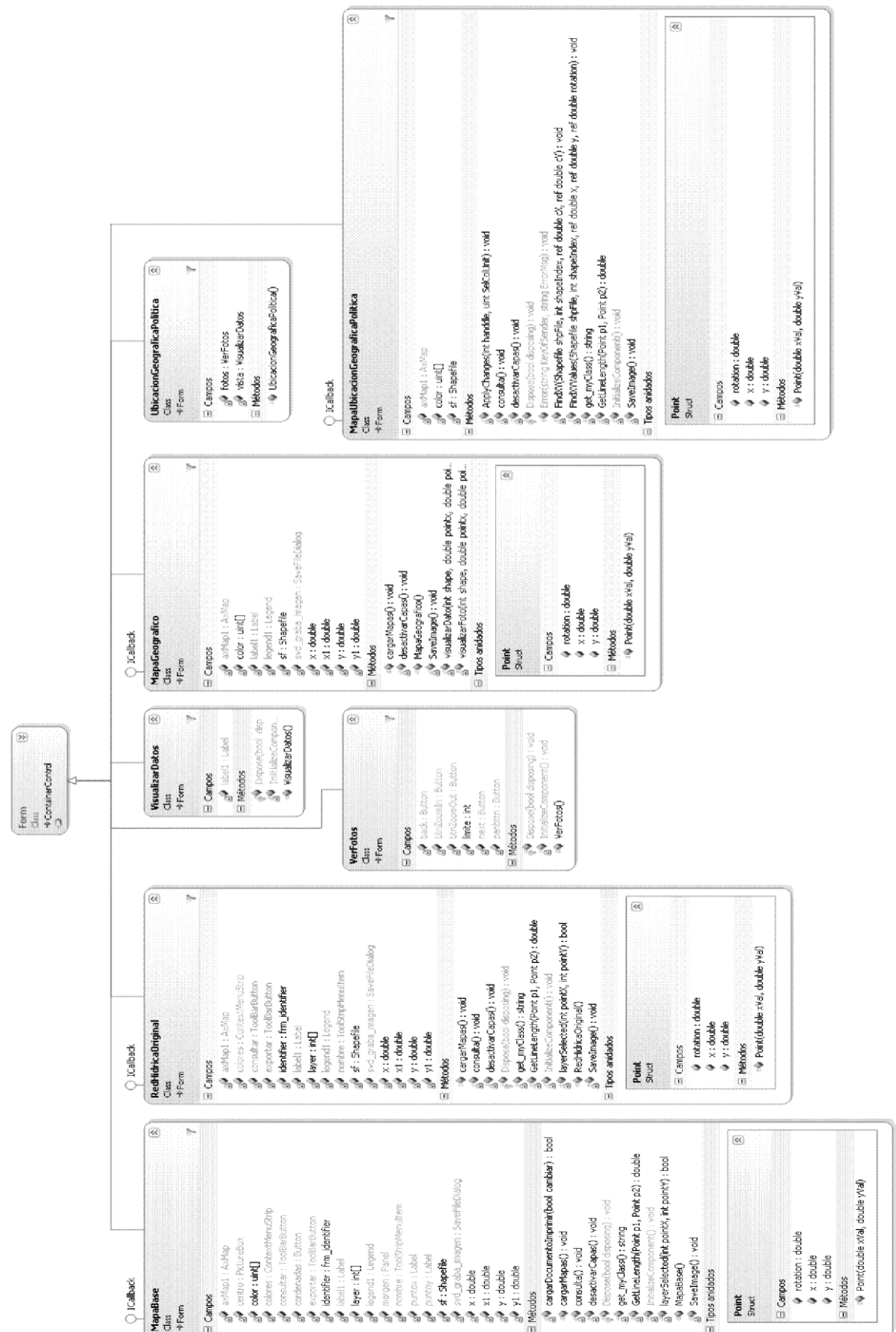
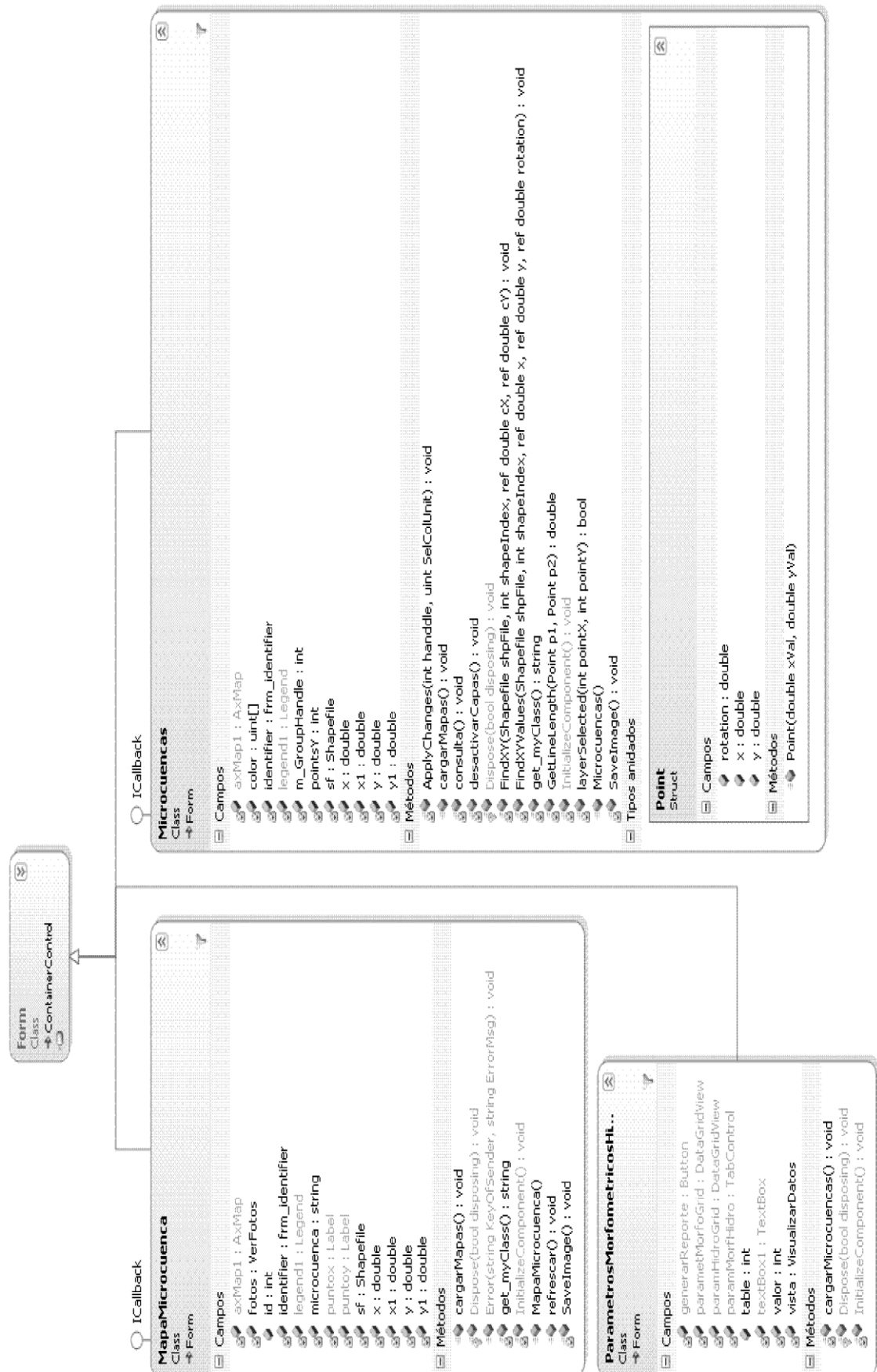


Diagrama de Clases del paquete de Vistas

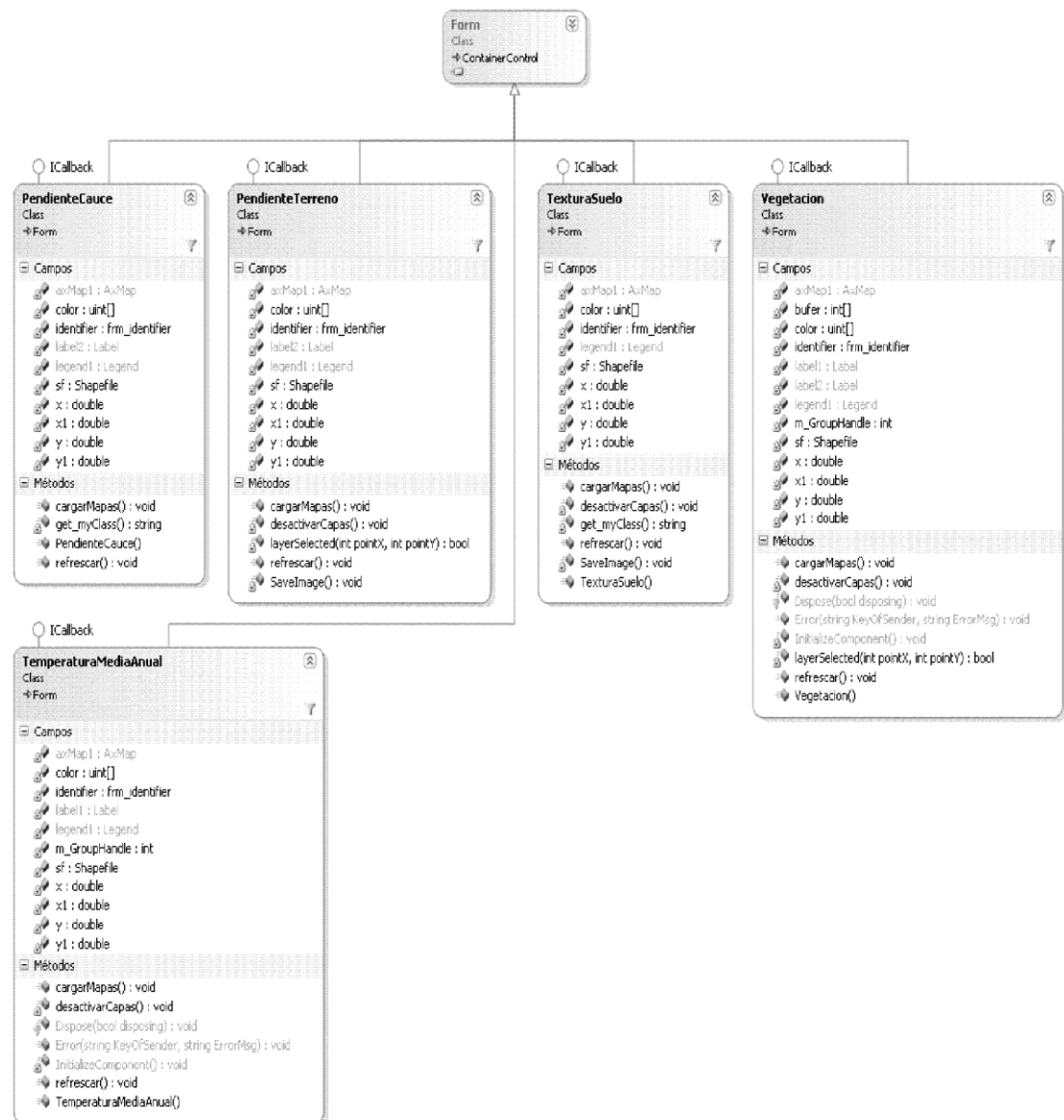
SistemaInformacionCSRZ.PresentacionUsuario.Caracterizacion



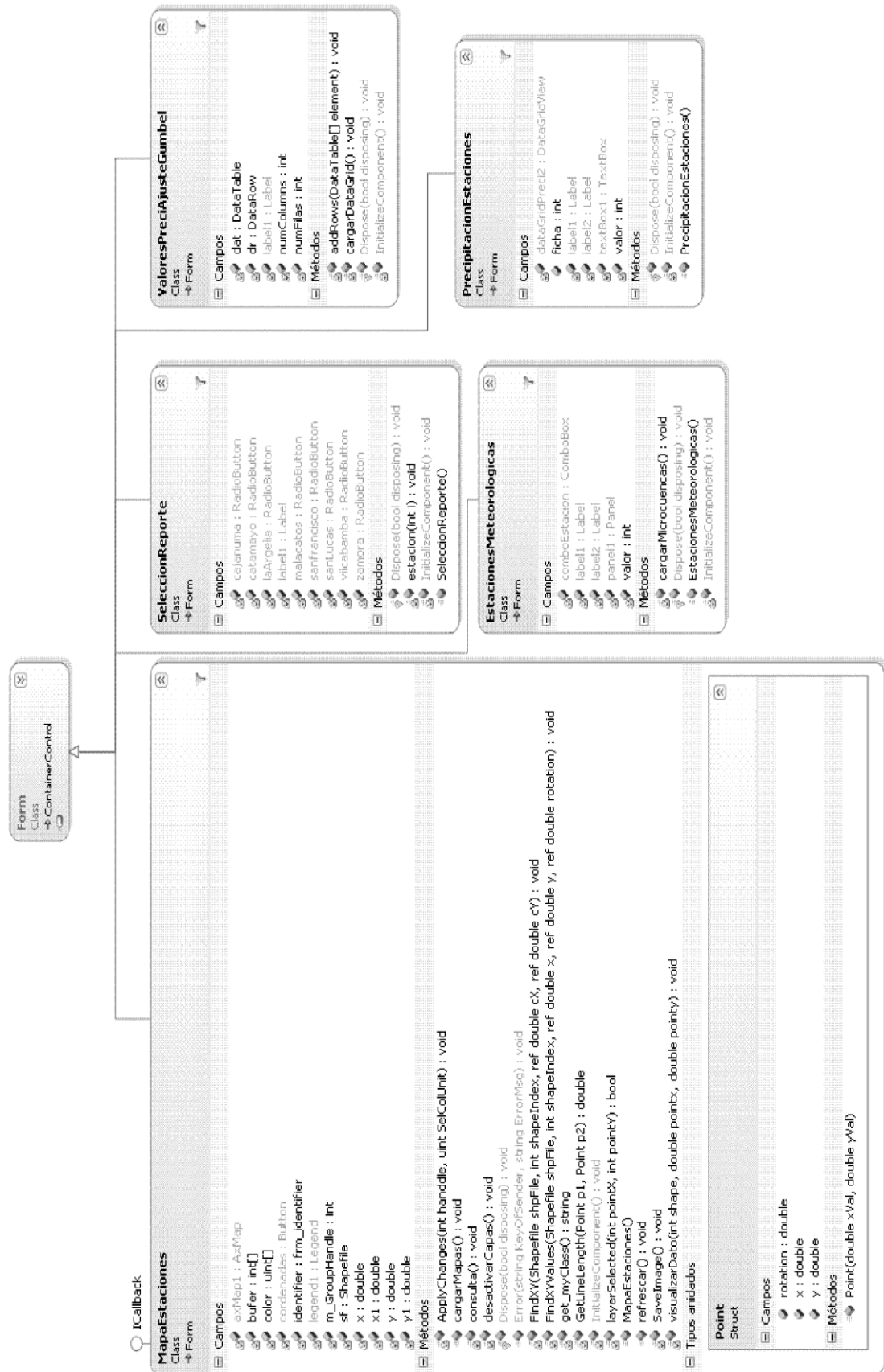
SistemaInformacionCSRZ.PresentacionUsuario.CaracterizacionMicrocuencas



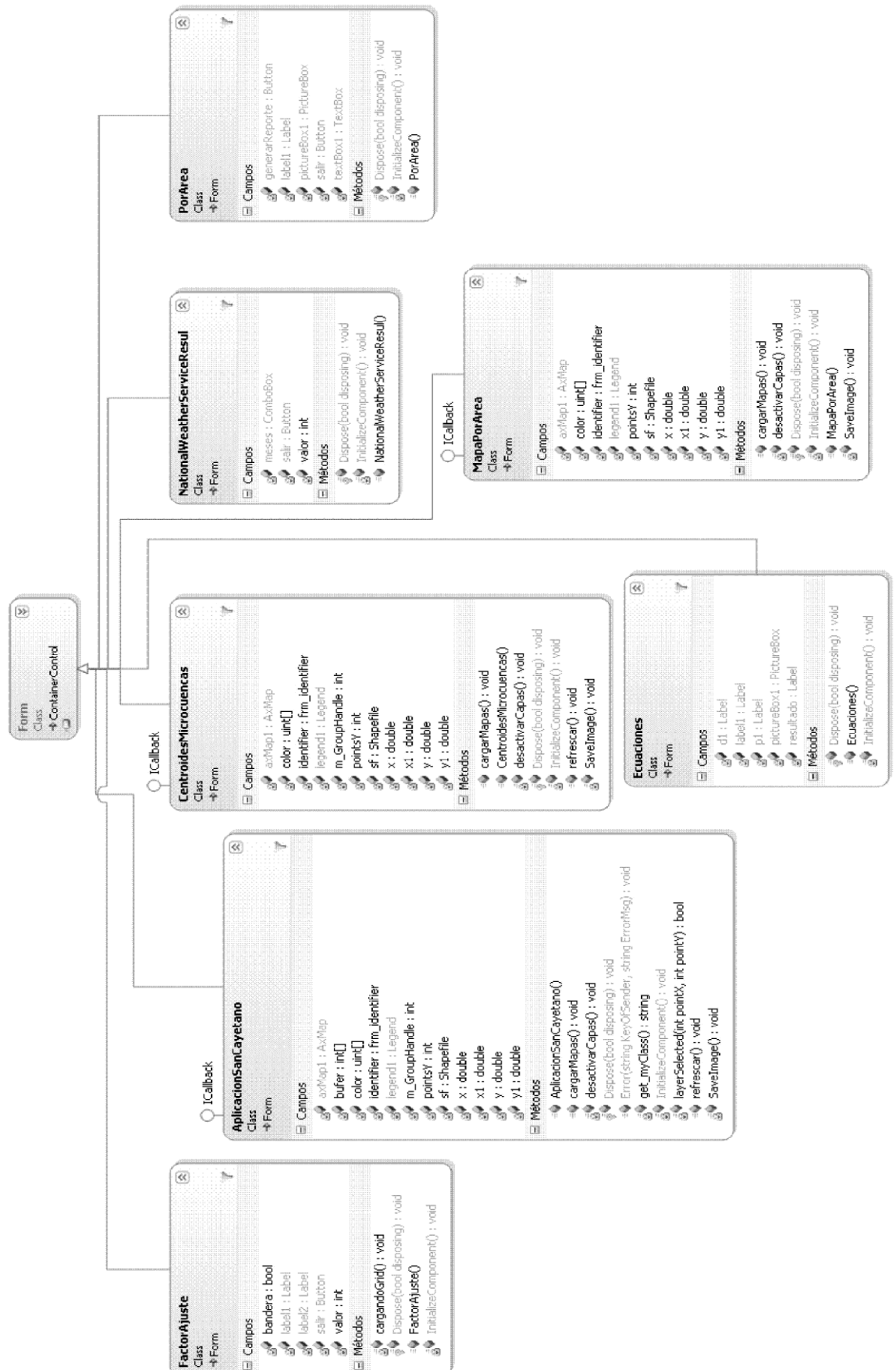
SistemaInformacionCSRZ.PresentacionUsuario.ElementosBiofisicos



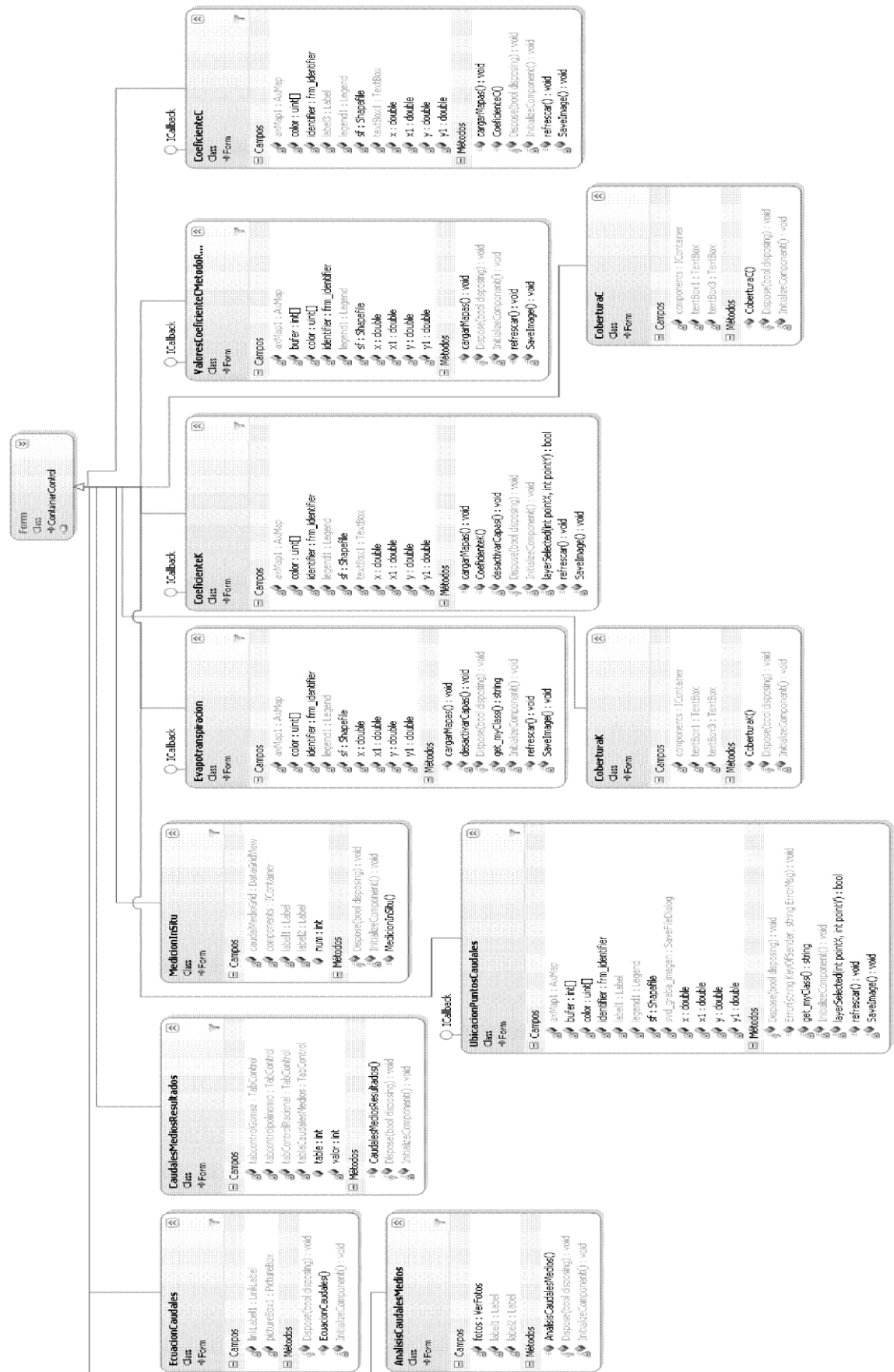
SistemaInformacionCSRZ.PresentacionUsuario.EstacionesMeteoreologicas



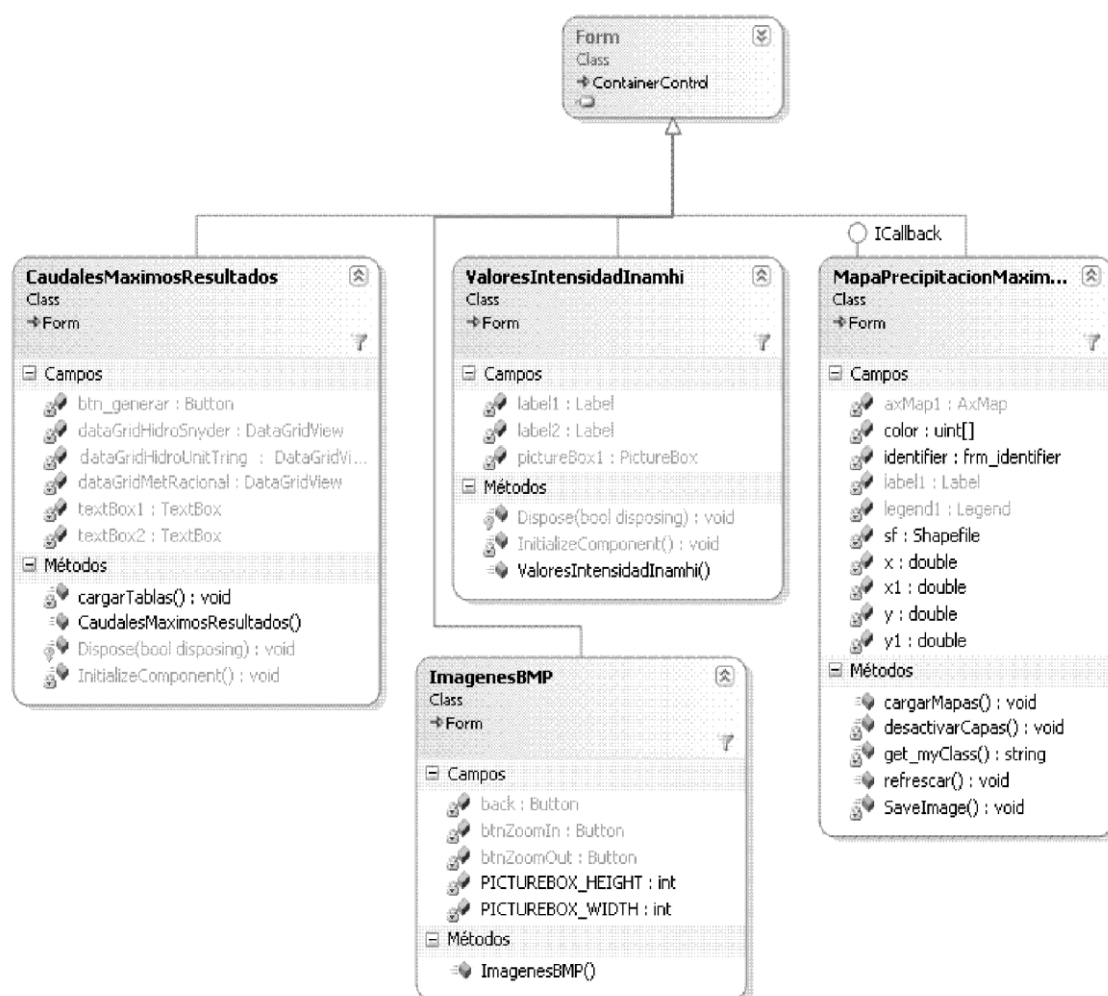
SistemaInformacionCSRZ.PresentacionUsuario.PrecipitacionMedia



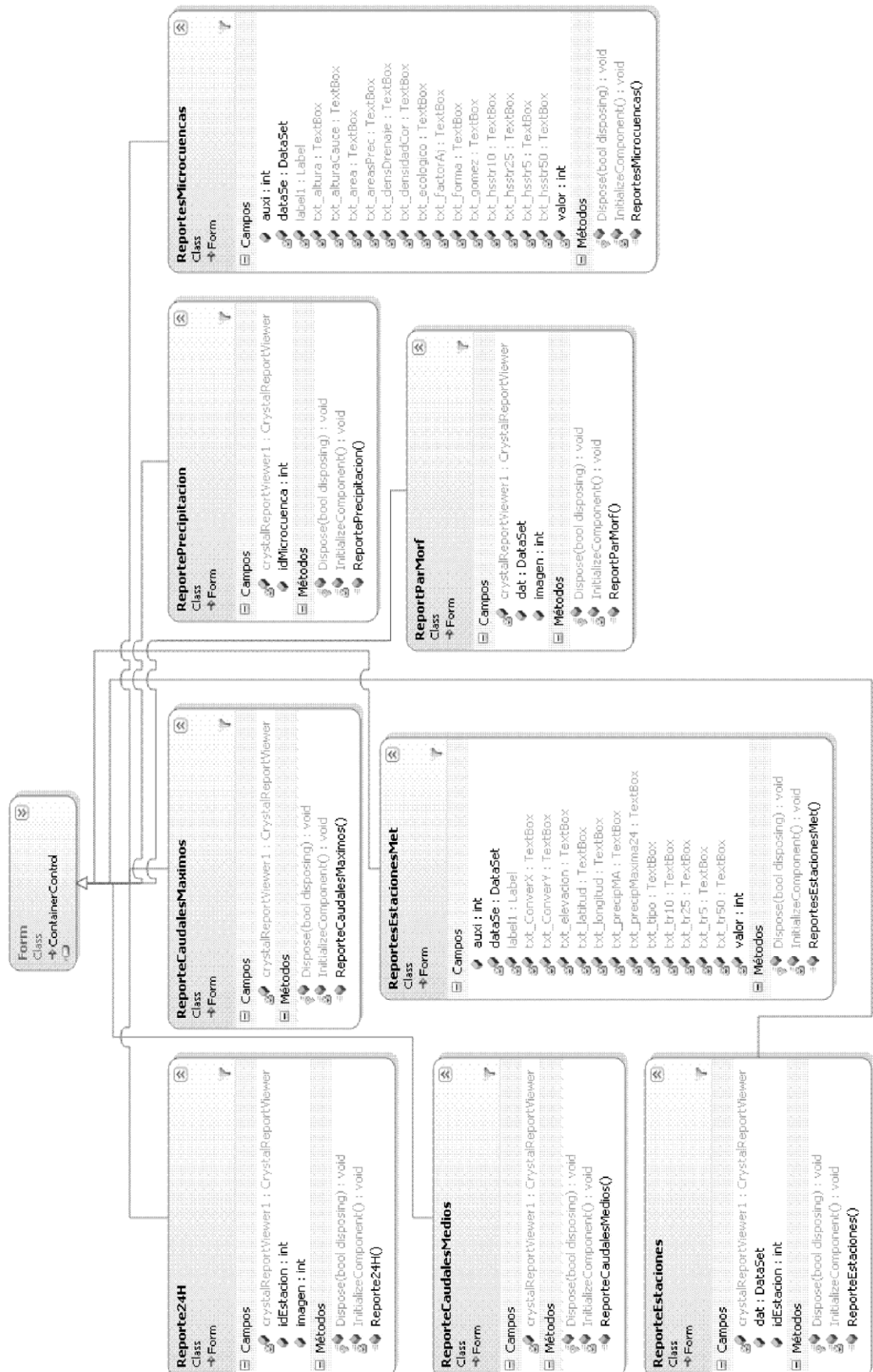
SistemaInformacionCSRZ.PresentacionUsuario.CaudalesMedios



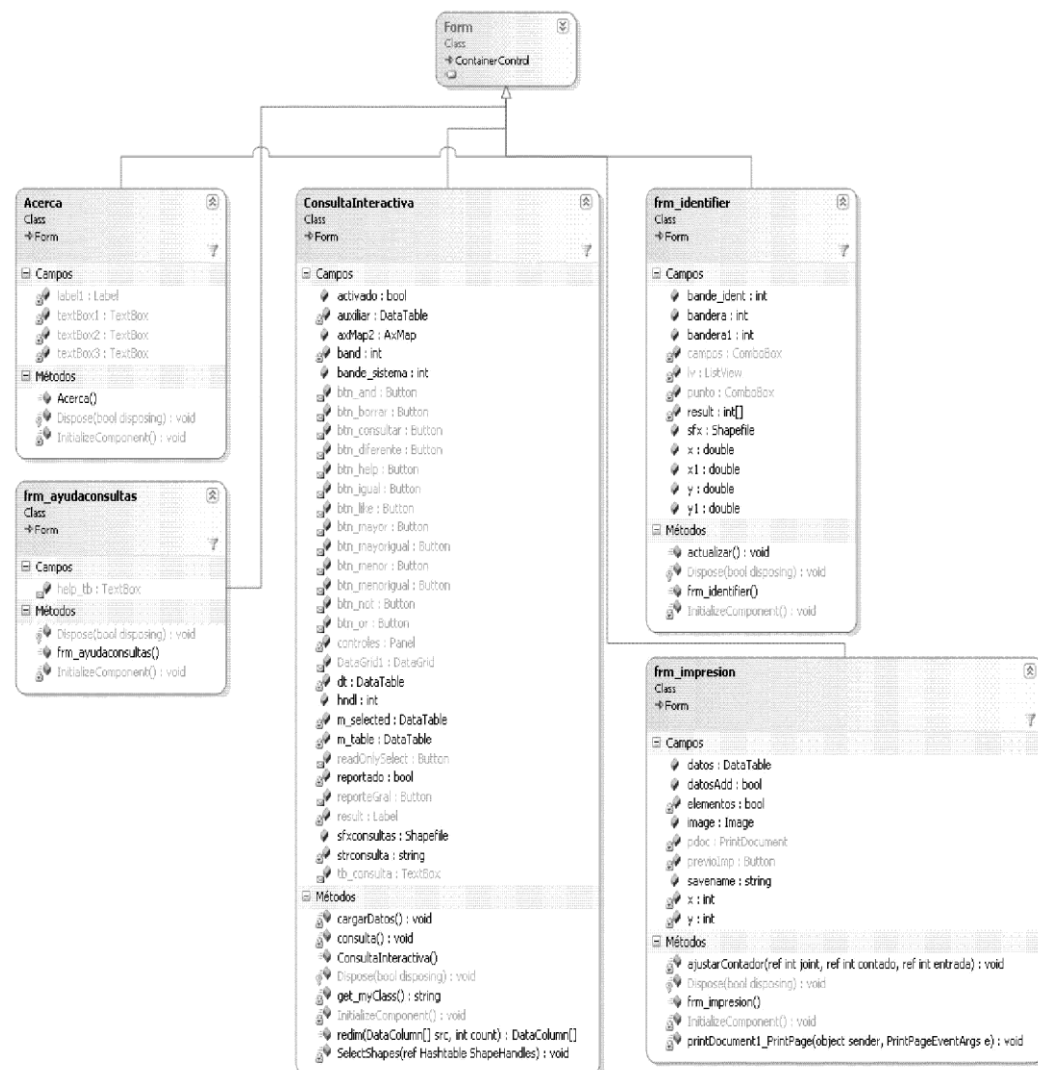
SistemaInformacionCSRZ.PresentacionUsuario.CaudalesMaximos



SistemaInformacionCSRZ.PresentacionUsuario.Reportes



SistemaInformacionCSRZ.PresentacionUsuario.Utilidades



6.4.7 Modelo Entidad Relación

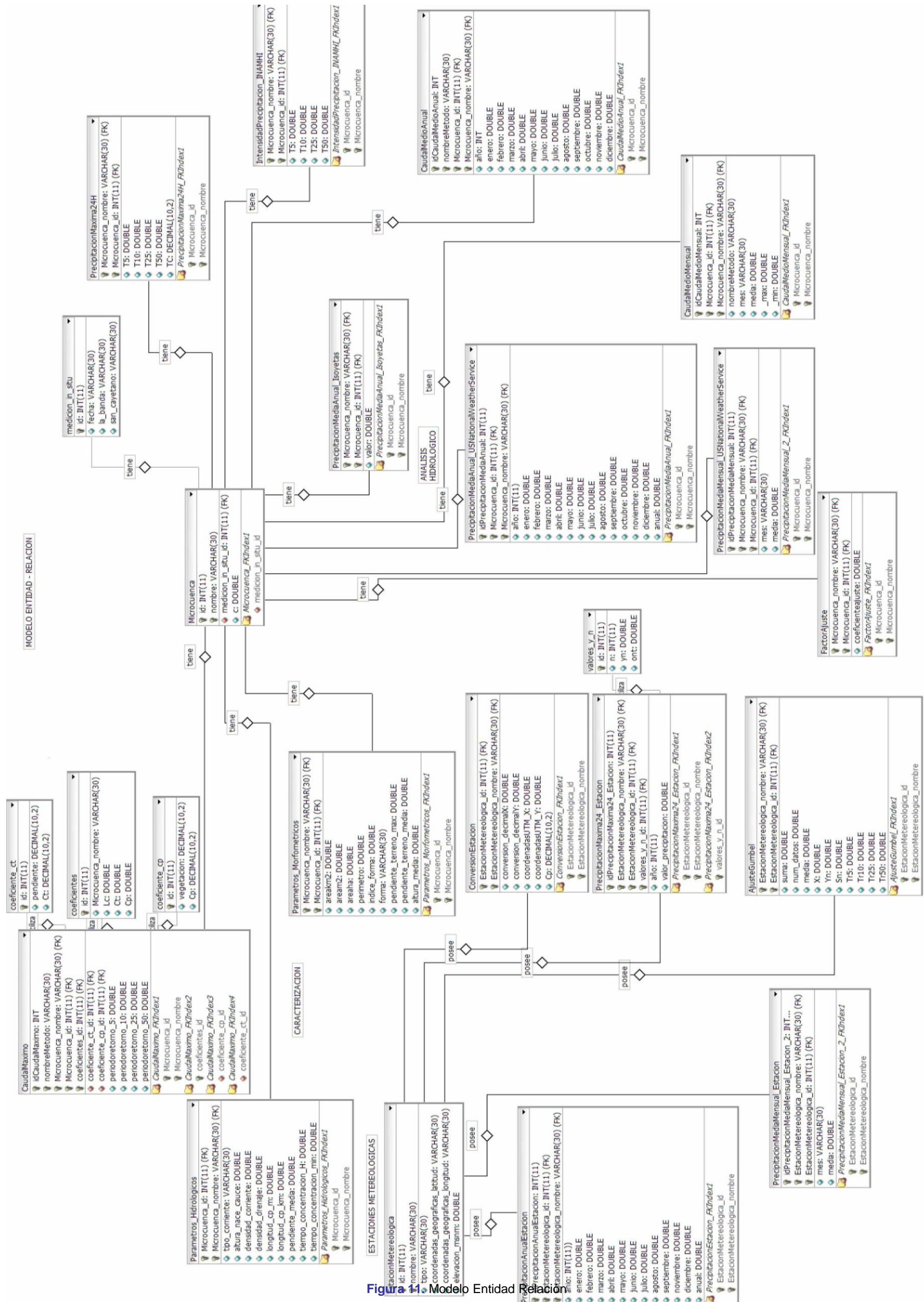


Figura 4. Modelo Entidad Relación

6.5 Plan de Validación

Definición del personal que se encargara de aplicar el plan de validación:

- Personal Técnico del CINFA.
- Personal Informático del CINFA
- Director del CINFA: Ing. Aníbal González
- Tesisistas.

Definir el formato a utilizar para la ejecución de procesos en el manejo de mapas y tablas de datos, el mismo tiene el siguiente formato:

ROL: Usuario (Usuarios que intervienen en el Sistema).

E: Excelente.

M: Muy Buena.

B: Buena.

R: Regular

P: Valoración de acuerdo a un rango definido (0 - 5).

FUNCIONALIDAD	E	M	B	R	TOTAL
Funcionalidad del Sistema.	P	P	P	P	
Funcionalidad del Sistema.	4				
Funcionalidad del Sistema.		4		3	
...	
...	
Funcionalidad del Sistema.			2	...	

Cuadro 16. Formato que registra la petición del Usuario

Tipos de pruebas aplicadas al sistema “Aplicación SIG (Sistema de Información Geográfico) para la caracterización y análisis hidrológico de la cuenca superior del Río Zamora (Hoya de Loja)”:

- Pruebas de Funcionalidad, verificar funciones incorrectas o ausentes, errores.
- Pruebas de Aceptación, realizadas al cliente y verifica la funcionalidad total.
- Pruebas de Usabilidad, evaluar la utilidad y robustez del sistema.

Para considerar el desarrollo de estos 3 tipos de pruebas se ha considerado necesario la elaboración del siguiente formato.

ROL: Usuario

E: Excelente.

M: Muy Buena.

B: Buena.

R: Regular

FUNCIONALIDAD	E	M	B	R	TOTAL
Inicio de Sesión					
Vista del menú principal					
Vista de submenús para selección de módulo.					
Lectura de cuadros informativos acerca del tema seleccionado					
Acceso a mapas geográficos de la CSRZ					
Manejo de herramientas de consulta sobre los mapas geográficos: ampliar la vista, desplazamiento y vista de atributos.					
Activación y desactivación de capas					
Utilización de la paleta de color sobre cada mapa.					
Utilización de opciones de bordes y tamaños de mapas					
Ingreso y validación de la información necesaria para realizar una consulta					
Consultas sobre la información georeferenciada de cada mapa					
Visualización de los mapas según la consulta seleccionada sobre los datos georeferenciales					
Almacenamiento de imágenes creadas en base a los cambios aplicados a los mapas					
Generación de la ventana de impresión para los mapas.					
Generación de reportes en base a la información del Inventario					

Hidrológico.

Interacción de la información entre mapas, tablas de datos; y análisis del Inventario Hidrológico.

Menú de acceso al módulo de datos generales de la CSRZ

Menú de acceso al módulo de microcuencas

Visualización de imágenes e información primaria sobre cada microcuenca.

Visualización de tablas de parámetros morfométricos e hidrológicos

Menú de acceso al módulo de Estaciones Meteorológicas

Menú de acceso al módulo de Elementos Biofísicos.

Menú de acceso al módulo de Precipitación Media

Visualización de valores calculados a través de los métodos:

Áreas de precipitación, USNWS y Factor de ajuste.

Menú de acceso al módulo de Caudales Medios

Visualización de valores calculados a través de los métodos:

Polinomio Ecológico, Gómez, Racional e In Situ.

Menú de acceso al módulo de Caudales Máximos

Visualización de valores calculados a través de los métodos:

Racional, Snyder y SCS

Manejo del Mapa Geográfico de la CSRZ.

Generación de reporte en base a consultas realizadas sobre la información georeferencial del mapa geográfico

Visualización de Alternativas de manejo ambiental y reporte de noticias.

Depuración de búsqueda sobre la información del Inventario Hidrológico.

Visualización de citas bibliográficas sobre la información del Inventario Hidrológico

Cuadro 17. Formato de prueba del Sistema

Pruebas de Funcionamiento Aplicadas al Sistema

Pruebas aplicadas a la funcionalidad del sistema dentro de los procesos:

- Manipulación de mapas de la CSRZ: Base, Ubicación Política – Geográfica, Red Hídrica, Microcuencas, Estaciones Meteorológicas, Vegetación, Texturas, etc.
- Facilidad en la manipulación de todas las herramientas de consulta sobre los mapas geográficos.
- Utilización de herramientas de consulta de cada mapa (alejarse, acercarse, etc.)
- Control en la utilización de la paleta de colores, bordes y tamaños sobre los mapas.
- Control en la fijación de datos georeferenciados sobre los mapas.
- Manejo de capas (activación, desactivación, movilidad, agrupación, etc.)
- Validación y control en la selección de herramientas de consulta y capas en cada mapa.
- Interacción de la información georeferenciada con los mapas y la información del Inventario Hidrológico.
- Consulta de datos sobre la información georeferenciada de los elementos del mapa.
- Consulta de datos de microcuencas y estaciones meteorológicas sobre la información del Inventario Hidrológico en sus respectivos mapas.
- Ingreso de datos para la realización de consultas
- Validación de datos ingresados para cada consulta.
- Visualización de las consultas realizadas sobre los mapas geográficos con su cuadro de valores.
- Generación de reportes en base a las consultas realizadas sobre el mapa geográfico.
- Control de reportes e impresión de los mapas.
- Tiempos de carga de la información georeferenciada en cada mapa.
- Tiempos de respuesta de acceso a la BD.
- Facilidad de navegación entre formularios.
- Ingreso al Menú Principal y submenús.
- Generación de reportes en base a la información del Inventario Hidrológico como: precipitación media, caudales medios y máximos. Etc.

Pruebas de Aceptación Aplicadas al Sistema

Las pruebas realizadas fueron:

Pruebas aplicadas para verificar la funcionalidad total de la aplicación, la misma que se las realizó a los usuarios del sistema (Personal técnico e informático del CINFA) empleando una encuesta (ver Anexo 2); en la misma se representaron todas las funcionalidades del sistema a través de preguntas de fácil comprensión para el usuario.

Estas funcionalidades fueron expuestas en las pruebas de funcionamiento.

Pruebas de Usabilidad Aplicadas al Sistema

Pruebas aplicadas para verificar la utilidad del sistema y la robustez del mismo:

- Interfaz amigable
- Facilidad de navegación
- Facilidad de manejo de herramienta y controles en los mapas
- Facilidad de realización de consultas y reportes.
- Seguimiento de aplicaciones
- Interpretación de errores

Estas pruebas se aplicaron con la manipulación del sistema por parte de los usuarios, con el propósito de verificar el cumplimiento correcto de cada una de las funcionalidades del sistema.

6.5.1 Fase de Validación

La fase de validación se llevó a cabo el día 30 de Abril del 2008. Las pruebas fueron aplicadas al personal técnico y al personal informático del CINFA de la Universidad Nacional de Loja, siendo un total de 5 encuestas (ver Anexo 3).

Los diferentes usuarios iniciaron la aplicación de las encuestas luego de utilizar el sistema de información hidrológico realizando operaciones sobre el mismo, y realizando consultas para probar el funcionamiento correcto de todos los módulos y determinar fallos o nuevos requerimientos.

Con la aplicación de estas pruebas no se encontraron errores en la ejecución del sistema sino más bien recomendaciones de estética del programa en cuanto a presentación de tablas, mapas y controles en los mapas; recomendaciones que fueron tomadas en cuenta y ejecutadas en el sistema de información hidrológico.

Con la aplicación de las pruebas también se logró obtener nuevos requerimientos para ser tomados en cuenta en futuras investigaciones; debido a que requieren de mayor cantidad de tiempo y esfuerzo.

Concluyendo de esta manera que el sistema si cumple con todos los requerimientos propuestos por el usuario al inicio de la realización del sistema de información hidrológico.

. Para mejor comprensión se detalla el esquema de procesos para la tabulación de datos del plan de validación. (Ver Anexo 4); Seguidamente se muestra una tabla de valores con los resultados de las pruebas realizadas en esta fase:

Los rangos de evaluación son *E (excelente)*, *M (Muy Buena)*, *B (Buena)*, *R (Regular)*, *T (Total)*; los valores van a estar dados sobre el número de encuestas en este caso **5**. Por ejemplo se va a explicar con el primer parámetro evaluado: **Inicio de Sesión**

Los valores registrados se obtuvieron de las encuestas realizadas a los usuarios específicamente a través de la siguiente pregunta:

¿La manipulación y acceso al menú de navegación principal es?

Excelente	()
Muy Buena	()
Buena	()
Regular	()

Obteniendo como resultado **2** encuestas para el valor de **E (Excelente)**, y **3** encuestas para el valor de **M (Muy Buena)**, sumando estos dos valores se registra en **T (Total)** el valor de **5**;

Este mismo mecanismo se sigue para todas las funcionalidades del sistema:

FUNCIONALIDAD	E	M	B	R	T
Inicio de Sesión	2	3	0	0	5
Vista del menú principal	2	3	0	0	5
Vista de submenús para selección de módulo.	1	4	0	0	5
Lectura de cuadros informativos acerca del tema seleccionado	1	4	0	0	5
Acceso a mapas geográficos de la CSRZ	1	4	0	0	5
Manejo de herramientas de consulta sobre los mapas geográficos: ampliar la vista, desplazamiento y vista de atributos.	1	2	2	0	5
Activación y desactivación de capas	1	2	2	0	5
Utilización de la paleta de color sobre cada mapa.	4	1	0	0	5
Utilización de opciones de bordes y tamaños de mapas	4	1	0	0	5
Ingreso y validación de la información necesaria para realizar una consulta	1	4	0	0	5
Consultas sobre la información georeferenciada de cada mapa	0	5	0	0	5
Visualización de los mapas según la consulta seleccionada sobre los datos georeferenciales	1	4	0	0	5
Almacenamiento de imágenes creadas en base a los cambios aplicados a los mapas	2	3	0	0	5
Generación de la ventana de impresión para los mapas.	2	3	0	0	5
Generación de reportes en base a la información del Inventario Hidrológico.	3	2	0	0	5
Interacción de la información entre mapas, tablas de datos; y análisis del Inventario Hidrológico.	4	1	0	0	5
Menú de acceso al módulo de datos generales de la CSRZ	3	2	0	0	5
Menú de acceso al módulo de microcuencas	3	2	0	0	5
Visualización de imágenes e información primaria sobre cada microcuenca.	2	3	0	0	5
Visualización de tablas de parámetros morfométricos e hidrológicos	2	3	0	0	5
Menú de acceso al módulo de Estaciones Meteorológicas	3	2	0	0	5

Menú de acceso al módulo de Elementos Biofísicos.	3	2	0	0	5
Menú de acceso al módulo de Precipitación Media	3	2	0	0	5
Visualización de valores calculados a través de los métodos: Áreas de precipitación, USNWS y Factor de ajuste.	2	3	0	0	5
Menú de acceso al módulo de Caudales Medios	3	2	0	0	5
Visualización de valores calculados a través de los métodos: Polinomio Ecológico, Gómez, Racional e In Situ.	2	3	0	0	5
Menú de acceso al módulo de Caudales Máximos	3	2	0	0	5
Visualización de valores calculados a través de los métodos: Racional, Snyder y SCS	2	3	0	0	5
Manejo del Mapa Geográfico de la CSRZ.	1	2	2	0	5
Generación de reporte en base a consultas realizadas sobre la información georeferencial del mapa geográfico	2	3	0	0	5
Visualización de Alternativas de manejo ambiental y reporte de noticias.	3	2	0	0	5
Depuración de búsqueda sobre la información del Inventario Hidrológico.	1	4	0	0	5
Visualización de citas bibliográficas sobre la información del Inventario Hidrológico	1	4	0	0	5
Resultado	69	90	6	0	165

Cuadro 18. Cuadro de resultados de pruebas

Obteniendo como resultado los siguientes totales:

E (Excelente)=69 **M** (Muy Bueno)=90 **B** (Bueno)=6 **T** (Total)=165

De estos totales se procede a calcular el porcentaje correspondiente según su valoración a través de una regla de tres así. Por Eje:

$$\begin{array}{rclcl}
 165 & \text{equivale} & 100\% \\
 69 & \text{equivale} & ? = & \frac{100 \times 69}{165} = 41.8 = 42\% \text{ (Excelente)}
 \end{array}$$

A través de estos cálculos realizados sobre los resultados del cuadro de pruebas (cuadro 18) se puede concluir que existe 42 % de una aceptación **Excelente**, 54% de aceptación **Muy Buena**, y un 4% de aceptación **Buena** en las funciones del

sistema. Concluyendo que el 54% de los resultados son **Muy Buenos** siendo de gran aceptación por sus mayores porcentajes en Excelente y Muy Bueno.

6.5.2 Detección de Requerimientos

Con la aplicación de las diferentes pruebas como se indico en el apartado anterior no se encontraron errores en la ejecución del sistema sino recomendaciones de estética del programa que fueron corregidos exitosamente pero además nuevos requerimientos que se detallan a continuación:

Se recomienda:

- Colocar fotografías de los ríos que conforman la red hídrica de la CSRZ
- Desplazar en rangos por color para los grid's convertidos a shapefiles, por ejemplo el grid de pendientes, temperaturas, vegetación.
- Incrementar la herramienta de adición, eliminación de capas o shapefiles
- Creación de una opción que permita la edición de polígonos, líneas y puntos para un shapefile.
- Integrar una herramienta de visualización matemática para cálculos de áreas y longitudes de un shapefile.

Las necesidades resumidas de las encuestas realizadas a los usuarios potenciales del sistema como son el personal técnico del CINFA serán implementadas en futuras investigaciones debido a su alto grado de complejidad en el desarrollo de las nuevas necesidades ya que debido a un minucioso análisis se invertirá una mayor cantidad de tiempo y recursos, convirtiéndose en un nuevo proyecto que podrá ser utilizado no solo en forma específica para una sola cuenca como es la CSRZ, sino para cualquier tipo de proyecto geográfico en estudio.



7. VALORACIÓN TÉCNICA ECONÓMICA

El sistema de información hidrológico de la cuenca superior del río Zamora contribuye al desarrollo de la ciudad y provincia en el campo de la Hidrología, es decir en la distribución correcta y manejo del agua sobre la ciudad de Loja.

El software final cumple con todas las necesidades y requerimientos expuestos al inicio del proyecto, debido a que se utilizaron métodos y herramientas para su desarrollo de muy buena calidad.

Los costos para el desarrollo del sistema se minimizaron debido a que se utilizó primeramente software libre en la parte de selección de la herramienta GIS como es MapWindow conjuntamente con la Base de datos Mysql, el primero con licenciamiento MPL (Mozilla Public License), y la segunda herramienta con licenciamiento de libre distribución GNU/GPL.

Los costos para la herramienta de lenguaje de programación .Net se omitieron debido a que es software propietario y su licenciamiento está financiado por la Universidad Nacional de Loja, la posee para prácticas educativas para los desarrolladores de sistemas dentro de la misma.

Finalmente los costos de fabricación en su totalidad por los dos desarrolladores son:

Herramientas de programación	\$ 20
Consultas en Internet	\$ 100
Consultas en textos	\$ 20
Asesoría de expertos	\$ 80
Material de Oficina, extras	\$ 250
Total	\$ 470



8. Conclusiones

El desarrollo de este proyecto de investigación nos permitió obtener las siguientes conclusiones:

- La correcta recolección y sistematización de la información mejoran notablemente los procesos de caracterización y análisis hidrológico de la Cuenca superior del río Zamora, permitiendo el desarrollo del sistema para cumplir con todos los requerimientos expuestos por los usuarios para posteriormente ser implantado satisfactoriamente en el CINFA.
- La caracterización de una cuenca permiten describir correctamente sus parámetros morfométricos e hidrológicos, los mismos que facilitan su representación tanto en un SIG como en la vida real.
- Para obtener informes y resultados apegados a la realidad en un SIG es necesario entender y aplicar en cualquier herramienta de programación los métodos de análisis hidrológico, los mismos que hacen referencia a la precipitación media mensual y anual así como a la estimación de caudales medios mensuales y anuales, y máximas crecidas sobre la Cuenca Superior del río Zamora utilizados en la toma de decisiones para la realización de obras de carácter hidrológico.
- La herramienta open source MapWindow se acopla correctamente en el desarrollo de los SIG's debido a que esta disponible en la Web, posee un componente OCX (Active X) que permite crear controles para el manejo claro y correcto de los mapas, de acuerdo a la naturaleza de un sistema a la medida e integrándose perfectamente con el lenguaje C# para cubrir con todas las necesidades del usuario.
- La generación de reportes a través de Crystal Report nos permite obtener documentos agradables a la vista del usuario y se integra perfectamente al lenguaje de programación C#.
- El conocimiento previo del uso y los beneficios de ICONIX nos ayuda a construir un SIG desde la determinación de requerimientos hasta la etapa de implantación, debido a que es una metodología fácil de aplicar y entender.

- El coste de programar las funcionalidades de este sistema fueron bajos, gracias a que pudo ser aplicable el uso de la Herramienta SIG MapWindow como software libre para el manejo de información geográfica y la Herramienta MySQL igualmente como software libre para la creación de la Base de Datos.
- La utilización conjunta de .Net y la herramienta SIG MapWindow permiten crear sistemas de información capaces de mostrar la realidad de Loja en cuanto a resolver problemas de hidrología a través del análisis de mapas con información geográficamente referenciada.
- La determinación de nuevos requerimientos a medida que transcurrió el desarrollo del sistema permitió ir puliendo y mejorando en su totalidad las características finales que tendría la aplicación.



9. Recomendaciones

Luego haber finalizado el desarrollo e implantación del presente proyecto brindamos las siguientes recomendaciones:

- Utilizar la aplicación SIG de la Cuenca Superior del Río Zamora de la hoya de Loja como referente de consulta para instituciones públicas y privadas en relación a estudios hidrológicos.
- Actualizar la información de la Cuenca Superior del Río Zamora con los datos hidrológicos hasta el periodo actual para posteriormente actualizarla en nuestro sistema.
- Desarrollar nuevas funcionalidades SIG que complementen a nuestra aplicación, como temas de investigaciones posteriores, dichas funcionalidades pueden ser las siguientes: se agregó la presentación de mapas grid, herramientas de adición de capas, eliminación de capas, la inclusión de un editor de mapas en formato shapefile, así como muchas otras funcionalidades propias de SIG's
- La frontal del sistema de información hidrológica de la cuenca superior del río Zamora sea transformada a Web para que esta información puede ser accedida desde cualquier parte del mundo, definiendo tecnologías que brinden todas las funcionalidades de MapWindow
- Utilizar esta aplicación en el Centro Integrado de Geomática Ambiental (CINFA) cuando se requiera crear nuevas aplicaciones SIG para la provincia de Loja y resto del Ecuador, encaminadas al mejoramiento y automatización de procesos utilizando sistemas de información geográfico.
- A los estudiantes de carrera de Ingeniería en sistemas del Área de Energía de la Universidad Nacional de Loja adentrarse más a los Sistemas de Información Geográfico, debido a que estos sistemas están vinculados con la realidad de Loja en la actualidad y el desarrollo de estos sistemas traerá consigo beneficios a corto y largo plazo para el adelanto de Loja y el país, ya que el análisis de estos sistemas podrían ayudar a la prevención de desastres naturales en el futuro, constituyéndose en el éxito para resolver problemas a nivel geográfico debido a los cambios climáticos que afronta hoy el país y el mundo.

- Desarrollar más Sistemas de Información Geográfica relacionados a los recursos hídricos para las demás hoyas del Ecuador para así integrarlos a nuestro sistema y tener toda información hídrica de todo el Ecuador en uno solo, y de esta manera ampliar su análisis y beneficios.
- Utilizar la plataforma Microsoft.Net específicamente el lenguaje C# y MapWindow como herramienta GIS para el desarrollo de futuros sistemas de información geográfico similares que resuelvan problemas relacionados con información hidrológica y geográfica de un determinado lugar en estudio.
- Utilizar software libre dirigido al manejo de información geográfica para el desarrollo sistemas de información geográficos, como MapWindow por su bajo costo de inversión.
- El sistema de información hidrológico de la Cuenca Superior del Río Zamora se integre a otros proyectos de Sistemas de Información Geográfico presentes en nuestra universidad así como en otras universidades de la localidad.



10. Bibliografía

Referencias Bibliográficas:

BÁTÍZ PAREDES, JUAN DE DIOS. 2002. Desarrollo Orientado a Objetos con UML.

CARVAJAL, K; PIEDRA, R. 2007. Inventario Hidrológico de la CSRZ. Universidad Nacional de Loja

DOUROJEANNI, A. 2002. Gestión del agua a nivel de cuencas. Teoría y práctica. CEPAL. Chile, 2002

ECUADOR, CENTRO INTEGRADO DE GEOMÁTICA AMBIENTAL (CINFA). Estudio de cuencas hidrográficas. Loja, Ecuador, CINFA. 125 p.

ECUADOR, CENTRO INTEGRADO DE GEOMÁTICA AMBIENTAL (CINFA). Manejo de Cuencas Hidrográficas. Loja, Ecuador, CINFA.

GARCÍA, JOSÉ y HINOJOSA, A. Agosto 2001. Aplicación de Métodos de Sistemas de Información Geográfica para la Caracterización de la Hidrología Superficial en la Región de Puertecitos-San Luís Gonzaga, B. C.

GONZÁLEZ, A. 2007. Unidad de Manejo Integral de Cuencas y Ordenamiento Territorial [diapositivas]. Loja, Ecuador, Universidad Nacional de Loja. 25 diap.

GONZÁLEZ SECO, JOSÉ ANTONIO. 2007. El lenguaje de programación C#.

PRESSMAN, ROGER S. 2002. Ingeniería del Software. Un Enfoque Práctico. Quinta Edición. Madrid, McGraw-Hill

ROSENBERG, DOUG ; STEPHENS, MATT. 2007. Use Case Driven Object Modeling with UML. Theory and Practice. New York, Springer-Verlag.

Referencias desde Internet:

[C#] <http://tdg.lsi.us.es/~csharp>

[CINFA] http://www.cinfa.edu.ec/Acerca_de_CINFA



[Iconix]	http://es.kioskea.net/genie-logiciel/methodes-agiles.php3 http://es.wikipedia.org/w/index.php
[Licencia Mozilla]	http://es.wikipedia.org/wiki/Mozilla_Public_License
[MapWindow]	http://www.mapwindow.org/mapwingis.php http://recursos.gabrielortiz.com/ http://www.mapwindow.org/wiki/index.php/MapWinGIS_Developer's_Guide
[MySQL]	http://es.wikipedia.org/w/index.php?title=Mysql&redirect=no
[.Net]	http://es.wikipedia.org/wiki/.net
[SIG]	http://es.wikipedia.org/wiki/Sistema de Informaci%C3%B3n Geogr%C3%A1fica http://www.monografias.com/trabajos/gis/gis.shtml http://www.oas.org/dsd/publications/unit/oea65s/ch10.htm
[Teoría GIS]	http://www.gabrielortiz.com/Teoria/GIS.asp



11. Anexos

ANEXO 1: ANTEPROYECTO

1. Planteamiento del problema

1.1 Tema

Aplicación SIG (Sistema de Información Geográfico) para la caracterización y análisis hidrológico de la cuenca superior del Río Zamora (Hoya de Loja).

1.2 Situación Problemática

Teniendo presente que en una empresa, institución ó profesionales, el primordial recurso que se maneja para poder ampliar la misión y visión que anhelan, esta dada en la información; la correcta y eficaz utilización que se le de, tendrá gran incidencia en el desempeño y validez de los proyectos que desarrollen.

El desarrollo de sistemas de información en el aspecto geográfico (SIG) que se realizan para la caracterización y análisis hidrográfico, existentes en el mercado, no son accesibles para todas las personas por su elevado costo económico y humano, requieren demasiado entrenamiento y tiene mucha capacidad que no se maneja por utilizar metodologías diversas (resultados diferentes); sin estar dirigido como un software que permita visualizar, planificar ejecutar acciones de aprovechamiento y conservación en la parte hidrológica, con especificaciones necesarias para agilizar cálculos, estudios hidrológicos, conservación de vegetación que se da en el territorio ecuatoriano concretamente en la ciudad de Loja; ya que los SIG para la caracterización y análisis hidrográfico comerciales difieren mucho del sector en donde fueron creados.

Estos SIG's generan información que se utiliza para la toma de decisiones en la resolución de problemas de diferentes profesiones relacionados en el área de la Hidrología, tales como diseño y operación de obras hidráulicas, aprovechamiento para riego y consumo humano, sistema de drenaje, generación hidroeléctrica, control de inundaciones, erosión y control de sedimentos, contaminación, fines recreativos, construcción de puentes, etc. con fines académicos, de información, económicos y profesionales

El manejo de la caracterización y análisis hidrográfico de la cuenca superior del Río Zamora (Hoya de Loja), hoy en día se lo realiza en forma manual, en donde el cálculo de datos se vuelve tedioso y repetitivo por no encontrarse almacenados y ser necesarios en cada estudio realizado por los usuarios que los requieren para la caracterización de microcuencas orientado al diseño y operación de obras hidráulicas, aprovechamiento para riego y consumo humano, sistema de drenaje, generación hidroeléctrica, control de inundaciones, erosión y control de sedimentos, contaminación, fines recreativos, construcción de puentes, etc.; lo que causa gran demora y gastos económicos significativos que afectan a la calidad, precisión y ahorro en los resultados.

La información y resultados obtenidos en los proyectos de caracterización de la cuenca del Río Zamora no se encuentran físicamente almacenados y ordenadamente, complicando la búsqueda y obtención de información, estando limitado para el uso de determinadas personas; ocasionando que instituciones, empresas, profesionales que requieran hacer uso de esta información, se les dificulte, produciendo pérdidas de tiempo, calidad y dinero al tener que realizar todo el proceso manual.

Al referirse al alto costo de recursos económicos y humanos para el análisis hidrográfico, no se considera aspectos técnicos necesarios dirigido a realizar una correcta estimación (fenómenos hidrológicos, observaciones meteorológicas) provocando pérdidas económicas significativas, y mucho entrenamiento al personal.

1.3 Problema de la Investigación

Inexistencia de una Aplicación SIG para la caracterización y análisis hidrológico de la cuenca superior del Río Zamora (Hoya de Loja).

1.3.1 Delimitación

El presente proyecto de investigación tomando en cuenta todos los procesos para su desarrollo será elaborado en un tiempo aproximado de ocho meses, posteriormente será implantado en el Centro Integrado de Geomática Ambiental CINFA del Área Agronómica y de Recursos Naturales Renovables de la Universidad

Nacional de Loja, ya que el desarrollo del Sistema contiene aspectos requeridos y necesarios que maneja el departamento así como el área a la que pertenece.

1.4 Justificación

1.4.1 Justificación Académica

La carrera de Ingeniería en Sistemas del Área de Energía, Industrias y Recursos Naturales no Renovables de la Universidad Nacional de Loja, preocupada por el avance tecnológico de nuestro país forma profesionales capaces de brindar soluciones computacionales acordes a las necesidades tecnológicas de nuestra sociedad.

Es por ello que el desarrollo del presente proyecto tiene como propósito poner en práctica todos los conocimientos adquiridos durante el transcurso de la carrera de Ingeniería en Sistemas, conocimientos que nos permiten estar en capacidad de poder desarrollar un sistema computacional, así tomando en consideración los problemas de nuestra sociedad buscar soluciones basándonos en conceptos computacionales y aportar de alguna manera en el desarrollo de la sociedad.

Finalmente como punto importante a destacar, el desarrollo del proyecto nos permitirá relacionar la práctica con los conocimientos científicos adquiridos y además nos permitirá investigar y conocer más a fondo sobre el apareamiento de nuevas tecnologías y nuevos conceptos informáticos.

1.4.2 Justificación Técnica

Con el transcurso de nuestra carrera universitaria de ingeniería en sistemas fuimos adquiriendo conocimientos de tecnologías nuevas que se encuentran fácilmente en el mercado, es por ello que hemos creído conveniente para el desarrollo del presente proyecto la utilización de:

El lenguaje de programación C#, lenguaje que forma parte de la plataforma .NET de Microsoft y esta siendo muy utilizado en la actualidad debido a su fácil manejo, sencillez y todas las seguridades que brinda.

Para la manipulación de datos hemos creído conveniente utilizar Base de Datos en MySQL 5.0, por ser considerado software libre, debido su facilidad para manipular datos y facilidad en la conexión con los lenguajes de programación.

Finalmente para la creación de los mapas cartográficos seleccionamos MapWindow debido a que es de entorno libre y es una herramienta de escritorio, y su uso conjuntamente con MySQL no representara un valor económico para la elaboración del proyecto.

La aplicación será desarrollada como una herramienta de escritorio debido a que MapWindow tiene mayores funcionalidades y recursos para uso de desarrollo, en comparación a una herramienta de desarrollo Web.

1.4.3 Justificación Operativa

Los resultados de estudios sobre micro cuencas juegan un papel fundamental para la toma de decisiones de muchos profesionales vinculados en esta área, debido a que siempre buscaremos las mejores soluciones para el beneficio de nuestro ecosistema.

Es por ello que de acuerdo a un estudio preliminar realizado se contara con una factibilidad operativa para la realización del proyecto, debido a que se podrá acceder con facilidad a la información necesaria para poder automatizar los procesos relacionados con estudios sobre micro cuencas, dicha información en su mayoría nos será proporcionado por el departamento CINFA y sus expertos.

Finalmente con la fácil disponibilidad de la información y la adquisición de las herramientas informáticas que se encuentran en el mercado, el desarrollo del proyecto se lo podrá construir de una manera, eficaz, rápida y segura.

1.4.4 Justificación Económica

El desarrollo del sistema se justifica económicamente debido a que los costos que demandara su realización son moderados y fáciles de disponer, y su implementación traerá consigo beneficios significativos para el Área Agropecuaria, tanto para el CINFA como para los futuros usuarios.

En cuanto al licenciamiento por uso de la Plataforma .Net la universidad posee este licenciamiento, el cual nos permitirá utilizarlo libremente, mientras que la Base De Datos MySQL y la herramienta MapWindow no representaran ningún valor económico debido a que son de entorno libre. El costo económico para el desarrollo del presente proyecto no estará centrado en licencias sino en todos los factores que intervendrán en el proceso de desarrollo del mismo.

1.5 Objetivos de la Investigación

1.5.1 Objetivo General

Desarrollo de una Aplicación SIG para la caracterización y análisis hidrográfico de la cuenca Superior del Río Zamora (Hoya de Loja) con fines de planeación para aprovechamiento y conservación de los recursos naturales, suelo, agua y vegetación.

1.5.2 Objetivos Específicos

- Recopilar la información biofísica del sector en estudio.
- Sistematizar la información biofísica (suelo, agua) del sector en estudio.
- Almacenar ordenadamente y confiable, la información correspondiente a la cuenca superior del Río Zamora (Hoya de Loja).
- Diseñar el módulo que permita mejorar la aplicación de los métodos de caracterización de la cuenca hidrográfica, para la obtención de informes y resultados
- Diseñar el módulo que permita mejorar la aplicación de los métodos de análisis hidrológicos, para la obtención de informes y resultados
- Implantar la aplicación SIG en el CINFA de la UNL, con la colaboración de especialistas en el tema hidrográfico, para visualizar la caracterización y el análisis de la cuenca.

2. Marco Teórico

a. Introducción

El Tema de agua está lleno de contradicciones. El agua puede ser salada, dulce o intermedia, abundante o escasa según el lugar o la estación, limpia o contaminada,

fresca o deliciosa para beber, etc. Pero hay una característica del agua que no tiene calificación alguna, es imposible que exista vida sin ella. El agua transforma o transporta las sustancias químicas y físicas que hacen posible toda la vida vegetal y animal sobre la tierra. El propio cuerpo humano tiene un 70% de oxígeno e hidrógeno, el compuesto que forma el agua.

Actualmente, ningún gobierno consideraría completa su política o estrategia si no toma en cuenta al sector agua, en términos de su uso y disponibilidad, para los requerimientos domésticos e industriales, la producción agrícola, la generación de electricidad y las necesidades ambientales. Una sequía prolongada puede reducir marcadamente la productividad en cada uno de los países en desarrollo, contribuir significativamente a la reducción de la disponibilidad de alimento *per cápita*; ser a menudo una causa directa de hambre, producir numerosas muertes de seres humanos y de ganado. Es de suma importancia conocer, analizar y adaptar métodos que permitan aprovechar en forma racional las disponibilidades hidráulicas del país.

b. Definición y objetivo de la hidrografía

La hidrología es la ciencia que estudia la distribución del agua en la Tierra, sus reacciones físicas y químicas con otras sustancias existentes en la naturaleza, y su relación con la vida en el planeta.

El objetivo fundamental de la hidrografía es la determinación de esos eventos. Por lo tanto esta disciplina es de mucha importancia en la planeación, diseño y operación de proyectos hidráulicos de riego, agua potable y generación hidroeléctrica. Las dimensiones físicas o la capacidad de conducción de una estructura hidráulica se determinan, desde luego, de acuerdo con los volúmenes y gastos que se deseen almacenar, controlar o transmitir.

En tal virtud se necesita de estudios hidrológicos con la finalidad de determinar la disponibilidad de fuentes naturales y para conocer si el abastecimiento de la fuente es adecuado en todo tiempo o, si se requerirá de otras estructuras para corregir las deficiencias o para disponer de volúmenes excedentes de agua. La seguridad de las presas en lo que concierne a la capacidad del vertedor y a la elevación máxima del embalse depende, en gran medida, de la determinación de una tormenta de diseño y

de su conversión a una avenida generada en la cuenca, o bien directamente de la última, y en menor grado de las olas y la marea generada por el viento. Asimismo la estabilidad de muros y terraplenes depende de los estudios hidrológicos e hidráulicos que definen los niveles probables del agua, así como la duración y cambios en el tiempo de dichos niveles.

El uso actual del agua para abastecimiento doméstico e industrial, riego, generación de energía, recreación, piscicultura, navegación y su importancia en la protección del medio ambiente, ha propiciado el desarrollo de la hidrología superficial, la cual trata de fenómenos y procesos hidrológicos que se producen en la superficie terrestre, en especial los flujos superficiales.

Los procesos que estudia la hidrología involucran tantas variables que es difícil, prever si alguna vez se aproximará al status de ciencia exacta o, incluso, si alguna vez podrá llegar a ser completamente considerada como ciencia independiente. Las ciencias en las cuales se apoya la hidrología son básicamente la geografía física.

c. Características morfológicas de la cuenca

Los parámetros morfométricos de una cuenca integran un conjunto de estimaciones realizadas, en la mayoría de los casos, al iniciar un estudio hidrológico, con fines de aprovechamiento o control; sobre todo cuando la cuenca en análisis no cuenta con información hidrométrica y habrá que aplicar ciertos métodos y criterios, para efectuar las determinaciones hidrológicas básicas, como son: el régimen de escurrimientos líquidos y sólidos y sus avenidas normales y máximas.

El análisis morfométrico es el estudio de un conjunto de variables lineales, de superficie y de relieve; que permite conocer las características físicas de una cuenca, lo cual permite realizar comparaciones entre varias cuencas, así como ayuda a la interpretación de la funcionalidad hidrológica y en la definición de las estrategias para la formulación de su manejo. En general, todos los parámetros son fáciles de obtener y constituyen el punto de partida de las estimaciones hidrológicas en una cuenca.

d. Manejo cartográfico para la delimitación de unidades hidrográficas

El primer paso para elaborar el plan de manejo de una cuenca es la delimitación espacial del área de estudio, es decir, la unidad hidrográfica básica de operación.

La delimitación de cada nivel unidad hidrográfica, requiere de su localización geográfica mediante el conocimiento y manejo cartográfico, en éste caso, la base es el mapa topográfico que se configura con las curvas de nivel cotas topográficas. Las curvas de nivel o cotas topográficas; son líneas isométricas, es decir, son líneas de igual elevación o altitud respecto al nivel medio del mar.

e. Precipitación y Esgurrimiento de una cuenca.

Precipitación.

La precipitación es la fuente primaria del agua. Desde hace mucho tiempo los hidrólogos saben que únicamente el 25% de la precipitación total que cae en áreas continentales regresa al mar como escurrimientos o flujo de agua.

Actualmente se conoce que la evaporación desde la superficie de los océanos es la fuente principal de humedad para precipitación y, que probablemente no más del 10% de la precipitación continental se puede atribuir a la evaporación en los continentes. Sin embargo la cercanía a los océanos no conlleva necesariamente a una precipitación adecuada como lo ponen en evidencia muchas islas desérticas. La localización de una región con respecto al sistema general de circulación, la latitud y la distancia a la fuente de humedad son las variables que tienen influencia en el clima. Las barreras orográficas a menudo ejercen una influencia mucho mayor en el clima de una región que la cercanía a la fuente de humedad.

Coeficiente de Esgurrimiento

Se entiende por **coeficiente de escurrimiento** a la relación entre la lámina de agua precipitada sobre una superficie y la lámina de agua que escorre superficialmente, (ambas expresadas en mm).

$$k = \frac{P_r}{E_s}$$

Donde:

P_r = Precipitación en (mm)

E_s = Lámina escurrida en (mm)

El valor del parámetro k varía mucho en función del tipo de uso del suelo, en el cuadro siguiente se presentan algunos valores generalmente aceptados para precipitaciones de larga duración.

Característica del área	Valor de k
Residencial urbano - Casas unifamiliares	0.30
Residencial urbano - Apartamentos con jardines	0.50
Comercial e industrial	0.90
Forestada (dependiendo del suelo)	0.05 - 0.20
Parques, prados, terrenos cultivados	0.05 - 0.30
Pavimentadas con asfalto o concreto	0.85 - 1.00
Terreno saturado por lluvias prolongadas	1.00

Observando estos valores determinados por medio de ensayos de campo, se puede apreciar fácilmente porque la destrucción de los bosques y la urbanización provocan crecidas muchos mayores.

Hipótesis

La implementación de un SIG para caracterización y análisis hidrográfico de la cuenca Superior del Río Zamora (Hoya de Loja), agilizará el cálculo de los procesos y obtención de resultados.

3. Diseño Metodológico

3.1 Tipo de Estudio

Los Tipos de Estudio a ser utilizados son el **EXPERIMENTAL Y DESCRIPTIVO**

El tipo de estudio **EXPERIMENTAL** se enmarca dentro de la investigación por alcance y es un método lógico y sistemático, donde se manejan hipótesis que deben ser demostradas y comprobadas, se provoca el fenómeno contrastando las relaciones de causa – efecto, las variables se manipulan cuidadosamente con el fin de determinar su influencia o predominio.

Mientras que el tipo de estudio **DESCRIPTIVO** es un método en el cual se aplica la observación directa a los procesos. Este método es necesario porque no se limita a la simple recolección y tabulación de datos, sino que hace la interpretación y el análisis imparcial de los mismos con una finalidad pre-establecida en el inicio de la investigación. Permitiendo identificar y delimitar de una forma precisa el problema, la formulación de la hipótesis y la recolección e interpretación de los datos.

Como complemento de estos tipos de estudio, se utilizarán los métodos **cualitativos y cuantitativos**; los **cualitativos** que se los conoce como características de una decisión de un todo o nada nos ayudarán a determinar las características del sistema, mientras que los **cuantitativos** que son características en términos de intensidad nos ayudarán en la parte de tabulación de la información.

3.2 Población, muestra y unidades de observación

Población:

La población del presente proyecto lo constituyen tanto los especialistas como el personal técnico del Departamento del CINFA del Área de Agronomía de la Universidad, el Director del departamento del CINFA y todos los Ingenieros afines al tema hidrográfico pertenecientes al área y estudiantes.

Muestra:

Como resulta difícil aplicar las distintas técnicas de recolección de información a todos los especialistas que conforma el universo a ser investigado se ha seleccionado una muestra que se la determina de la siguiente manera:

$$n' = \frac{s^2}{V^2} \quad n' = \text{tamaño de la muestra sin ajustar.}$$
$$n = \frac{n'}{1 + n'/N} \quad n = \text{tamaño de la muestra.}$$

N = tamaño de la población.

V^2 = varianza de la población

s^2 = varianza de la muestra expresada como la probabilidad de ocurrencia.

La misma técnica se la aplicara para el personal técnico y para los estudiantes, excepto en el caso del Director Del Área, ya que es una sola persona y se puede acceder directamente la información

Unidades de observación:

Los elementos de observación objetos de esta investigación lo constituyen dos procesos fundamentales:

- Caracterización de la cuenca superior del Río Zamora (Hoya de Loja)
- Análisis hidrológico de la cuenca superior del Río Zamora (Hoya de Loja).

3.3 Métodos e Instrumentos

Los métodos a utilizar son: El método inductivo y el método deductivo.

El **método inductivo**, es un proceso analítico sintético mediante el cual parte del estudio de casos, hechos o fenómenos particulares para llegar al descubriendo de un principio o ley general. Utilizando este método para obtener la información del personal técnico y los especialistas para luego ir hacia niveles superiores como lo es el Director del Área, a través de ciertas técnicas como son: Entrevista y la Observación.

El **método deductivo** sigue un proceso sintético analítico, es decir contrario al anterior; se presentar conceptos, principios, definiciones, leyes o normas generales de las cuales se extraen conclusiones o consecuencias en las que se aplican; o se examinan casos particulares sobre la base de las afirmaciones generadas presentadas. Utilizaremos este método puesto que partimos de una entrevista realizada al Director del Área para posteriormente acceder a la información a través de entrevistas realizadas al personal técnico y especialistas.

A partir de estos dos métodos, se incluye un método general como es el Método **HIPOTÉTICO – DEDUCTIVO**, ya que para la realización del presente proyecto se plantea una hipótesis, que se comprobara en el transcurso del proyecto.

Pero también se cuenta con instrumentos que nos ayudaran en la recolección de información y a comprender de mejor forma los procesos que rigen el sistema, teniendo una visión mas clara y profunda del objeto de investigación a tratar:

Como instrumentos principales tenemos:

- **Observación**, que consiste en observar el hecho para su posterior análisis, este método nos ayudara a observar como se ejecutan los procesos y como interactúan con el medio
- **Entrevista**, es una técnica que consiste en un interrogatorio dirigido a aquellas personas que pueden dar información sobre el asunto investigado., este método nos permitirá obtener información de los procesos desde el punto de vista de los Directivos y del personal técnico y especialistas, y a su vez nos ayudaran a determinar los requerimientos del sistema.
- **Encuesta**, que consiste en entregar a las personas un cuestionario que debe ser llenado por ellas libremente, en este caso la encuesta se aplicara a un grupo de estudiantes del Área.

3.4 Elaboración del informe y alternativas de solución

A partir de la información obtenida mediante la tabulación, que no es más que clasificar los datos en términos de intensidad, el siguiente paso consiste en realizar un análisis de los resultados obtenidos, para posteriormente presentarlos en un informe detallado y preciso, señalando la situación actual de todos los procesos que se realizan como son la caracterización y análisis hidrográfico, y almacenamiento de la información.

Además este análisis nos ayudara a tomar decisiones en cuanto a requerimientos del usuario y también a determinar las características que tendrá el sistema.

La información mas revelante que se obtendrá con el proceso de análisis es:

- Pasos para realizar la caracterización de una cuenca hidrográfica.
- Detalle de las actividades que se realizan en el análisis hidrográfico de la cuenca.
- Detalle de los principales problemas que surgen en la realización de las actividades, y obtención de la información.

- Requerimientos de los usuarios, clientes y sus prioridades para el sistema
- Necesidades de los usuarios que realizan el proceso de caracterización y análisis hidrográfico ya sean estudiantes, docente, profesionales.

Las alternativas de solución serán planteadas a través del análisis minucioso de los requerimientos y necesidades de los usuarios y clientes del sistema; para optar por la mejor solución que traiga consigo beneficios tanto para el departamento del CINFA como para los usuarios del sistema y los clientes como son estudiantes, docentes o profesionales en general.

4. Organización y gestión de la Investigación

4.1 Recursos

4.1.1 Humanos

Para la realización de este sistema se contara con el asesoramiento de un experto en el manejo hidrográfico.

- Especialistas (Para Asesoramiento)
- Personal Técnico Del CINFA
- Ingenieros en Sistemas (Para Capacitación)
- Investigadores
- Director De Tesis

4.1.2 Económicos

Los recursos económicos a invertir en la realización de este proyecto son capitales propios ya que su costo es moderado y factible de adquirir, siendo un costo aproximado de \$1.000 dólares, estimado en la matriz de operatividad de los objetivos.

4.1.3 Materiales

- Internet
- Materiales de escritorio
- Disketes.

- CD regrabables
- Lápiz, borrador,
- Carpetas, hojas
- Servicios Básicos
- Luz.
- Agua.
- Transporte.
- Teléfono
- Documentación
- Copias
- Tinta para Impresora
- Encuadernación
- Imprevistos

4.1.4 Técnicos o Tecnológicos

Los recursos tecnológicos que serán utilizados para el desarrollo del Sistema de Información Geográfico para la caracterización y análisis hidrográfico de la cuenca superior del río Zamora son:

Hardware:

- Computadoras
- Flash Memory.
- Impresora.
- Scanner.
- Celular.
- Repuestos.

Software:

- Software Visual Studio 2005.
- MapWindow
- Software MySQL 5.0
- Software utilitario (Windows Xp, Office, Encarta, etc.).

4.2 Cronograma de actividades

Ver Anexo A2.

4.3 Bibliografía

- ECUADOR, CENTRO INTEGRADO DE GEOMÁTICA AMBIENTAL (CINFA). Estudio de cuencas hidrográficas. Loja, Ecuador, CINFA. 125 p.
- ECUADOR, CENTRO INTEGRADO DE GEOMÁTICA AMBIENTAL (CINFA). Manejo de Cuencas Hidrográficas. Loja, Ecuador, CINFA.
- GONZÁLEZ. A. 2007. Unidad de Manejo Integral de Cuencas y Ordenamiento Territorial [diapositivas]. Loja, Ecuador, Universidad Nacional de Loja. 25 diap.
- DOUROJEANNI A; ET. AL. 2002. Gestión del agua a nivel de cuencas: teoría y práctica. CEPAL. Chile.
- OÑATE, Fernando, 2006. Integración a la aplicación de los sistemas de información geográfica a la hidrología. Loja, Ecuador, Universidad Técnica Particular de Loja. 20 p.
- GARCÍA, José y HINOJOSA, A., Agosto 2001. Aplicación de Métodos de Sistemas de Información Geográfica para la Caracterización de la Hidrología Superficial en la Región de Puertecitos-San Luís Gonzaga, B. C. EN: GEOS. Unión Geofísica Mexicana, A. C. México, Universidad de Guadalajara. Pp. 114 – 490.
- TORRES, Elibeth y otros. Adaptación de un modelo de simulación Hidrológica a la cuenca del río Laja, Guanajuato, México. EN: MÉXICO, Manejo Integral de Cuencas S. A. de C. V. 56234. Montecillo, Estado de México. Pp. 481 – 490.
- [http://www.mywatershedwatch.org/description_Spanish.htm]
- [<http://www.cinfa.edu.ec/Formacion.html>]
- [http://es.wikipedia.org/wiki/Sistema_de_Informaci3n_Geogr3fica]
- [dev.mysql.com/doc/refman/5.0/es/index.html]
- [www.mysql-hispano.org/index.php?m=read&id=400]
- [<http://www.sparxsystems.com.au/products/ea.html>]
- [www.microsoft.com/spanish/msdn/vcsharp/default.asp]
- [msdn2.microsoft.com/en-us/vcsharp/aa336809.aspx]
- [www.microsoft.com/spanish/msdn/comunidad/mtj.net/voices/MTJ_3227.asp]

4.4 Anexos

Anexo A1: PLAN OPERATIVO

RECURSOS HUMANOS			
DESCRIPCION	Numero de Horas	Costo por Hora (\$)	Costo Total (\$)
Especialistas (Asesoramiento)	20	5	100
Personal Técnico del CINFA	20	5	100
Ingenieros en Sistemas (capacitación)	40	10	400
Investigadores	2	0	0
Director De Tesis	1	0	0
RECURSOS MATERIALES			
DESCRIPCION	Numero	Costo Unitario	Costo Total
Internet	20	1	20
Materiales de escritorio(disket, cd regrabables, lápiz, borrador, hojas)	-	-	20
Servicios Básicos (Luz, agua, teléfono, transporte)	-	-	60
Documentación	-	-	10
Copias	-	-	20
Tinta para Impresora	-	-	10



Encuadernación	-	-	10
Imprevisto	-	-	20
RECURSOS TECNOLOGICOS			
DESCRIPCION	Numero	Costo Unitario	Costo Total
HARDWARE			
Uso del Computador			40
Uso Impresora			20
Memoria Flash			20
Uso del celular			30
Repuestos			50
SOFTWARE			
Software Visual Studio 2005.			*
MapWindow			Libre
Software MySQL 5.0			20
Software utilitario (Windows Xp, Office, Encarta, etc.).			100
TOTAL			1050

* Licencias ya adquiridas, existentes o estudiantiles.



ANEXO A2: Plan Operativo

Nombre de Tarea	Duración	Comienzo	Final
Investigación Bibliográfica publicada y no publicada	13 días	01/10/2007	17/10/2007
Visitar el departamento de CINFA de la UNL	4 días	20/10/2007	23/10/2007
Análisis de las variables y procesos más importantes para el sistema.	6 días	24/10/2007	31/10/2007
Establecer los controles necesarios para realizar los procesos	3 días	01/11/2007	04/11/2007
Investigación Bibliográfica de Gestión de Base de Datos	3 días	06/11/2007	09/11/2007
Selección de una Base de Datos óptima y segura	10 días	11/11/2007	22/11/2007
Configuración de Seguridad de la Base de Datos	1 día	24/11/2007	24/11/2007
Visitar el CINFA del AARNR de la UNL.	4 días	25/11/2007	28/11/2007
Investigación Bibliográfica referente a la caracterización	7 días	01/12/2007	09/12/2007
Determinar los factores que intervienen en el proceso de caracterización de una cuenca con los especialistas	7 días	10/12/2007	18/12/2007
Sistematizar la información	2 días	19/12/2007	22/12/2007
Diseño de procesos mas eficientes para la aplicación de métodos para la caracterización de una cuenca	9 días	23/12/2007	03/01/2008
Realizar el modelado del modulo sistema de caracterización de una cuenca	13 días	05/01/2008	21/01/2008
Selección de los Lenguajes y herramientas de programación	2 días	22/01/2008	23/01/2008
Construcción del modulo de software de caracterización de una cuenca	5 días	26/01/2008	30/01/2008
Visitar el CINFA(Centro Integrado de Geomática Ambiental) del AARNR de la UNL	2 días	03/02/2008	04/02/2008
Investigación Bibliográfica referente al análisis hidrográfico	2 días	05/02/2008	06/02/2008
Determinar los factores que intervienen en el análisis hidrográfico de una cuenca con los especialistas	7 días	07/02/2008	17/02/2008
Sistematizar la información	2 días	18/02/2008	19/02/2008
Diseño de procesos mas eficientes para la aplicación de métodos para el análisis hidrográfico de una cuenca	9 días	20/02/2008	01/03/2008
Realizar el modelado del modulo sistema para el análisis hidrográfico de una cuenca	13 días	02/03/2008	18/03/2008
Selección de los Lenguajes y herramientas de programación	1 día	21/03/2008	21/03/2008
Construcción del modulo de software para el análisis hidrográfico de una cuenca	5 días	22/03/2008	28/03/2008
Construcción del Sistema con unificación de módulos	14 días	29/03/2008	15/04/2008
Configuración del SIG con los expertos y muestra de resultados a los expertos	5 días	18/04/2008	22/04/2008
Pruebas del sistema	5 días	25/04/2008	29/04/2008
Implementación del sistema	5 días	03/05/2008	07/05/2008

ANEXO A3: Matriz de Consistencia General

ENUNCIADO DE LA PROBLEMÁTICA: Inexistencia de una Aplicación SIG (Sistema de Información Geográfico) para la caracterización y análisis hidrológico de la cuenca superior del Río Zamora (Hoya de Loja).					
TEMA	PROBLEMA	OBJETO DE INVESTIGACIÓN	OBJETIVO GENERAL	OBJETIVOS ESPECÍFICOS	HIPÓTESIS
Aplicación SIG (Sistema de Información Geográfico) para la caracterización y análisis hidrológico de la cuenca superior del Río Zamora (Hoya de Loja).	Inexistencia de una aplicación SIG para la caracterización y análisis hidrológico de la cuenca superior del Río Zamora (Hoya de Loja).	Adaptación de software personalizado para la caracterización y análisis hidrográfico.	Desarrollo de una Aplicación SIG para la caracterización y análisis hidrográfico de la cuenca Superior del Río Zamora (Hoya de Loja) con fines de planeación para el aprovechamiento y conservación de los recursos naturales, suelo, agua y vegetación.	<ul style="list-style-type: none"> • Recopilar la información biofísica del sector en estudio. • Sistematizar la información biofísica (suelo, agua) del sector en estudio. • Almacenar ordenadamente y confiable, la información correspondiente a la cuenca superior del Río Zamora (Hoya de Loja). • Diseñar el módulo que permita mejorar la aplicación de los 	La implementación de un SIG para la caracterización y análisis hidrográfico de la cuenca Superior del Río Zamora (Hoya de Loja), agilizará el cálculo de los procesos y obtención de resultados.



				<p>métodos de caracterización de la cuenca hidrográfica, para la obtención de informes y resultados.</p> <ul style="list-style-type: none">• Diseñar el módulo que permita mejorar la aplicación de los métodos de análisis hidrológicos, para la obtención de informes y resultados.• Implantar la aplicación SIG en el CINFA de la UNL, con la colaboración de especialistas en el tema hidrográfico, para visualizar la caracterización y el análisis de la cuenca.	
--	--	--	--	---	--

Matriz de Consistencia Específica

OBJETIVO ESPECÍFICO	PROBLEMA ESPECÍFICO	ALTERNATIVA DE SOLUCIÓN	FUNDAMENTACIÓN CIENTÍFICA-CATEGORIAL
<ul style="list-style-type: none"> Recopilar la información biofísica del sector en estudio. 	<p>La información biofísica del sector en estudio, esta documentada en hojas sueltas, realizando el manejo para análisis manualmente, en forma redundante, con demora excesiva de tiempo, existiendo retraso al necesitar de los cálculos hidrográficos.</p>	<p>Recolectar la mayor información en estudios realizados respecto a la cuenca hidrográfica, con la adaptación de métodos y modelos de simulación hidrográficos.</p>	<ul style="list-style-type: none"> Modelos de simulación hidrográfica. Manual de Manejo de Microcuencas.
<ul style="list-style-type: none"> Sistematizar la información biofísica (suelo, agua) del sector en estudio. 	<p>La información del sector en estudios no se encuentra sistematizada, dando redundancia de criterios</p>	<p>Normalizar criterios científicos para definir los datos precisos que se requieren, con la adaptación de métodos y modelos de simulación hidrográficos.</p>	<ul style="list-style-type: none"> Modelos de simulación hidrográfica. Manual de Manejo de Microcuencas.
<ul style="list-style-type: none"> Almacenar ordenadamente y confiable, la información 	<p>Inexistencia de una base de datos que permita almacenar la información para agilizar los</p>	<p>Mediante MYSQL, Diseñar he implementar una base de datos con sus respectivas pruebas de</p>	<ul style="list-style-type: none"> Modelo Entidad – Relación. Base de Datos MYSQL.



correspondiente a la cuenca superior del Río Zamora.	procesos de caracterización y análisis hidrográfico.	puestas en marcha, y almacenar la información de la cuenca en estudio.	<ul style="list-style-type: none"> • Pruebas de la base de datos. • Gestión de Base de Datos.
<ul style="list-style-type: none"> • Diseñar el módulo que permita mejorar la aplicación de los métodos de caracterización de la cuenca hidrográfica, para la obtención de informes y resultados. 	<p>Los métodos para la caracterización de la cuenca hidrográfica se los aplica en forma manual y de manera repetitiva por cada estudio realizado sobre la cuenca hidrográfica, lo que no permite generar reportes en forma rápida y oportuna</p>	<p>Automatizar la aplicación de los métodos para la caracterización de una cuenca a través de la implementación de un sistema que permita agilizar estos procesos y además generar informes.</p>	<ul style="list-style-type: none"> • Estudio actual sobre los procesos para caracterizar una cuenca. • Métodos para la caracterización de una cuenca hidrográfica • Conceptos Básicos De Cuencas • Funciones de una cuenca • Componentes de una cuenca • Clasificación de cuencas • Zonas que integran una cuenca • Características morfológicas de una cuenca • Manejo cartográfico de una

			cuenca
<ul style="list-style-type: none"> Diseñar el módulo que permita mejorar la aplicación de los métodos de análisis hidrológicos, para la obtención de informes y resultados. 	<p>Los métodos para el análisis hidrográfico se los realiza en forma manual y de manera repetitiva por cada estudio realizado sobre la cuenca hidrográfica, lo que no permite generar reportes en forma rápida y oportuna</p>	<p>Automatizar la aplicación de los métodos para el análisis hidrográfico de una cuenca a través de la implementación de un sistema que permita agilizar estos procesos y además generar informes.</p>	<ul style="list-style-type: none"> Estudio actual sobre los procesos de análisis hidrográfico de una cuenca Tipos de manejo de cuencas Conceptos básicos de hidrología Cuencas Hidrológicas
<ul style="list-style-type: none"> Implantar la aplicación SIG en el CINFA de la UNL, con la colaboración de especialistas en el tema hidrográfico, para visualizar la caracterización y el análisis de la cuenca. 	<p>Inexistencia de un SIG para caracterizar y realizar un análisis hidrográfico de la cuenca del río Zamora</p>	<p>Implementar el SIG conjuntamente con los especialistas</p>	<ul style="list-style-type: none"> Que es un SIG Conceptos básicos sobre SIG (sistema de información geográfico)

**Matriz de Operatividad**

Objetivo Específico: Recopilar la información biofísica (suelo, agua) del sector en estudio.						
Actividades o tareas	Metodología	Inicio	Final	Responsable	Presupuesto	Salidas Esperadas
Investigación Bibliográfica publicada y no publicada	<ul style="list-style-type: none"> - Internet. - Revistas. - Biblioteca. - Manuales relacionados con el manejo de cuencas hidrográficas - Mapa Digital. - Archivos manuales. 	01-10-2007	17-10-2007	Hernán Ludeña Francisco Valarezo	\$ 100	Información sobre el manejo de cuencas hidrográficas, Métodos para la caracterización y análisis hidrográfico de cuencas
Visitar el departamento de CINFA de la UNL	- Se entrevistará al director del departamento, experto en el tema	20-10-2007	23-10-2007	Hernán Ludeña Francisco Valarezo	\$ 150	Documentos organizados y específicos. Diagramas de flujo.



	hidrográfico. - Se entrevistará con el personal técnico encargado de registrar los proyectos hídricos y mapas digitales.					
--	---	--	--	--	--	--

Objetivo Específico: Sistematizar la información biofísica (suelo, agua) del sector en estudio.

Actividades o tareas	Metodología	Inicio	Final	Responsable	Presupuesto	Salidas Esperadas
Análisis de las variables y procesos más importantes para el sistema.	- Se analiza las variables y procesos que sea lo más puntual para la caracterización y análisis	24-10-2007	31-10-2007	Hernán Ludeña Francisco Valarezo	\$ 10	Variables de control. Módulos para integración.



	hidrográfico.					
Establecer los controles necesarios para realizar los procesos	- Se verificará mediante controles para que no permita que exista datos repetitivos	01-11-2007	04-11-2007	Hernán Ludeña Francisco Valarezo	\$ 5	Control de errores.

Objetivo Específico: Almacenar ordenadamente y confiable, la información correspondiente a la cuenca superior del Río Zamora.

Actividades o tareas	Metodología	Inicio	Final	Responsable	Presupuesto	Salidas Esperadas
Investigación Bibliográfica	<ul style="list-style-type: none"> - Internet o Revistas. - Biblioteca. - Manuales de Gestión de Base de datos - Archivos manuales. 	06-11-2007	09-11-2007	Hernán Ludeña Francisco Valarezo	\$ 50	Información de Gestión de Base de Datos con ensamble a .NET



	- Cursos.					
Selección de una Base de Datos óptima y segura	- Cumplimiento estándares de seguridad, migración, facilidad de acceso, etc.	11-11-2007	22-11-2007	Hernán Ludeña Francisco Valarezo	\$ 30	Modelo Entidad – Relación. Base de Datos.
Configuración de Seguridad	- De acuerdo a la información se establece nivel de seguridad mediante clave de acceso	24-11-2007	24-11-2007	Hernán Ludeña Francisco Valarezo	\$10	Códigos de Acceso.



OBJETIVO ESPECÍFICO: Diseñar el módulo que permita mejorar la aplicación de los métodos de caracterización de la cuenca hidrográfica, para la obtención de informes y resultados.

Actividades	Metodología	Fecha		Responsables	Presupuesto	Resultados esperados
		INICIO	FINAL			
Visitar el CINFA(Centro Integrado de Geomática Ambiental) del AARNR de la UNL	Realizar visitas y entrevistas con personal técnico y con los especialistas del CINFA	25-11-2007	28-11-2007	Francisco Valarezo Hernán Ludeña	\$ 10,00	Información de cómo se realizan los procesos actualmente para caracterizar una cuenca hidrográfica
Investigación Bibliográfica	Consultas en: Libros – Internet – Reportes – Revistas, Tesis, Documentación del CINFA referente a cuencas y su caracterización.	01-12-2007	09-12-2007	Francisco Valarezo Hernán Ludeña	\$ 5,00	Información sobre cómo caracterizar una cuenca y todo referente a cuencas. Métodos utilizados para caracterizar una cuenca Información sobre la cuenca superior del río Zamora



Determinar los factores que intervienen en el proceso de caracterización de una cuenca con los especialistas	Análisis de los factores y variables que intervienen en el proceso de caracterización de una cuenca	10-12-2007	18-12-2007	Francisco Valarezo Hernán Ludeña	\$ 3,00	Variables que intervienen en la caracterización de una cuenca.
Sistematizar la información	Elaboración de Marco Conceptual	19-12-2007	22-12-2007	Francisco Valarezo Hernán Ludeña	\$ 10,00	Obtención del Marco Conceptual
Diseño de procesos mas eficientes para la aplicación de métodos para la caracterización de una cuenca	A través de las variables obtenidas diseñar los nuevos procesos	23-12-2007	03-01-2007	Francisco Valarezo Hernán Ludeña	\$ 10,00	Procesos mas eficientes para la aplicación de los métodos para caracterizar una cuenca



Realizar el modelado del modulo sistema de caracterización de una cuenca	Elaboración de diagramas de flujo de los nuevos procesos y todos los diagramas del sistema a través del modelo ICONIX (Modelo de desarrollo de software)	05-01-2007	21-01-2007	Francisco Valarezo Hernán Ludeña	\$ 40	Modelado del modulo del sistema de caracterización de una cuenca
Selección de los Lenguajes y herramientas de programación	Justificar la elección de .Net como el lenguaje a utilizar y comenzar con el aprendizaje del mismo.	22-01-2007	23-01-2007	Francisco Valarezo Hernán Ludeña	\$20	Conocimiento a fondo del lenguaje .NET y de las herramientas a utilizar



Construcción del modulo de software de caracterización de una cuenca	Utilización del lenguaje. NET y MapWindow para iniciar con la construcción del modulo de caracterización de una cuenca.	26-01-2007	30-01-2007	Francisco Valarezo Hernán Ludeña	\$ 150	Modulo de software de caracterización de una cuenca con su respectivo código fuente.
--	---	------------	------------	----------------------------------	--------	--

OBJETIVO ESPECÍFICO: Diseñar el módulo que permita mejorar la aplicación de los métodos de análisis hidrológicos, para la obtención de informes y resultados.

Actividades	Metodología	Fecha		Responsables	Presupuesto	Resultados esperados
		INICIO	FINAL			
Visitar el CINFA(Centro Integrado de Geomática Ambiental) del AARNR de la UNL	Realizar visitas y entrevistas con personal técnico y con los especialistas del CINFA	03-02-2007	04-02-2007	Francisco Valarezo Hernán Ludeña	\$ 10,00	Información de cómo se realizan los procesos actualmente para análisis hidrográfico



Investigación Bibliográfica	Consultas en Libros – Internet – Reportes – Revistas, Tesis, Documentación del CINFA referente al análisis de cuencas hidrográficas	05-02-2007	06-02-2007	Francisco Valarezo Hernán Ludeña	\$ 5,00	Información sobre como realizar el análisis hidrográfico de una cuenca Métodos utilizados para el análisis hidrográfico
Determinar los factores que intervienen en el proceso del análisis hidrográfico de una cuenca con los especialistas	Análisis de los factores y variables que intervienen en el proceso de análisis hidrográfico de una cuenca	07-02-2007	17-02-2007	Francisco Valarezo Hernán Ludeña	\$ 3,00	Variables que intervienen en el análisis hidrográfico de una cuenca
Sistematizar la información	Elaboración de Marco Conceptual	18-02-2007	19-02-2007	Francisco Valarezo Hernán Ludeña	\$ 10,00	Obtención del Marco Conceptual



Diseño de procesos mas eficientes para la aplicación de métodos para el análisis hidrográfico de una cuenca	A través de las variables obtenidas diseñar los nuevos procesos	20-02-2007	01-03-2008	Francisco Valarezo Hernán Ludeña	\$ 10,00	Procesos mas eficientes para la aplicación de los métodos para el análisis hidrográfico de una cuenca
Realizar el modelado del modulo sistema para el análisis hidrográfico de una cuenca	Elaboración de diagramas de flujo de los nuevos procesos y todos los diagramas del sistema a través del modelo ICONIX (Modelo de desarrollo de software)	02-03-2008	18-03-2008	Francisco Valarezo Hernán Ludeña	\$ 40	Modelado del modulo del sistema para el análisis hidrográfico de una cuenca
Selección de los Lenguajes y herramientas de	Justificar la elección de MAP Windows como	21-03-2008	21-03-2008	Francisco Valarezo Hernán Ludeña	\$20	Conocimiento a fondo de la herramienta MAP Windows



programación	herramienta para el diseño cartográfico y comenzar con el aprendizaje del mismo.					
Construcción del modulo de software para el análisis hidrográfico de una cuenca	Utilización del lenguaje. NET y de la herramienta MAP Windows para la construcción del modulo para el análisis hidrográfico de una cuenca	22-03-2008	28-03-2007	Francisco Valarezo Hernán Ludeña	\$ 50	Modulo de software para el análisis hidrográfico de una cuenca con su respectivo código fuente y mapas cartográficos.

OBJETIVO ESPECÍFICO: Implantar la aplicación SIG en el CINFA de la UNL, con la colaboración de especialistas en el tema hidrográfico, para visualizar la caracterización y el análisis de la cuenca.

Actividades	Metodología	Fecha		Responsables	Presupuesto	Resultados esperados
		INICIO	FINAL			
Construcción del Sistema con unificación de módulos.	A través de los dos módulos de software construir el sistema final	29-03-2007	15-04-2008	Francisco Valarezo Hernán Ludeña		Interfaces graficas del sistema y su código fuente
Configuración del SIG con los expertos y muestra de resultados a los expertos	Una vez construido el sistema configurarlo con los especialistas	18-04-2007	22-04-2008	Francisco Valarezo Hernán Ludeña		Sistema final completo
Pruebas del sistema	Realizar pruebas del sistema a través de la introducción de datos reales para la detección de posibles fallos	25-04-2008	29-04-2008	Francisco Valarezo Hernán Ludeña		Detección de fallos y corrección de los mismos



Implementación del sistema	Instalación del sistema y capacitación de usuarios	03-05-2008	07-05-2008	Francisco Valarezo Hernán Ludeña		Sistema implementado y puesta en marcha
----------------------------	--	------------	------------	----------------------------------	--	---

Anexo 2: Formato de Encuesta

UNIVERSIDAD NACIONAL DE LOJA

Encuesta sobre el Sistema de Información Hidrológico de la CSRZ

Con la presente, se pretende validar la adecuada aceptación del sistema para la caracterización y análisis hidrológico de la Cuenca Superior del Río Zamora.

1. La manipulación y acceso al menú de navegación principal es:

Excelente	()
Muy Buena	()
Buena	()
Regular	()

2. La manipulación y acceso a los menús para selección de los módulos (microcuencas, elementos biofísicos, precipitación, caudales, etc.) es:

Excelente	()
Muy Buena	()
Buena	()
Regular	()

3. En la ayuda para visualizar los mapas, el manejo de las herramientas de consulta: alejar, acercar, desplazamiento, etc., resuelven fácilmente las dudas del usuario en forma:

Excelente	()
Muy Buena	()
Buena	()
Regular	()

4. La consulta en el menú de información georeferencial (i) en cada mapa es:

Excelente	()
Muy Buena	()
Buena	()
Regular	()

5. La consulta en el menú de la tabla de atributos en capa mapa es:

Excelente	()
Muy Buena	()
Buena	()
Regular	()

6. La interacción entre las diferentes capas de los mapas con sus controles de activación, desactivación paletas de color y bordes trabajan en forma:

Excelente	()
Muy Buena	()
Buena	()
Regular	()

7. La presentación de los diferentes reportes en cada interfaz del sistema que se obtienen son:

Excelente	()
Muy Buena	()
Buena	()
Regular	()

8. En la presentación de mensajes informativos, de control, de error, etc.; su interpretación se capta de manera:

Excelente	()
Muy Buena	()
Buena	()
Regular	()

9. La velocidad para funcionamiento del sistema según el módulo requerido es:

Excelente	()
Muy Buena	()
Buena	()
Regular	()



Anexo 3: Encuestas Realizadas









Anexo 4: Esquema de procesos para la tabulación de datos del plan de validación

Las encuestas realizadas son calificadas a través de los rangos establecidos en cada pregunta como son: Excelente, Muy buena, Buena y Regular.

Para dar inicio a la realización del plan de tabulación primeramente se le asignó a cada pregunta un sinnúmero de procesos que se detallan a continuación:

PREGUNTA	PROCESOS EVALUADOS
1. La manipulación y acceso al menú de navegación principal es:	Inicio de Sesión Vista del menú principal
2. La manipulación y acceso a los menús para selección de los módulos (microcuencas, elementos biofísicos, precipitación, caudales, etc.) es:	Vista de submenús para selección de módulo. Accesos a mapas geográficos de la CSRZ. Menú de acceso al módulo de datos generales de la CSRZ. Menú de acceso al módulo de microcuencas. Menú de acceso al módulo de Estaciones Meteorológicas. Menú de acceso al módulo de Precipitación Media. Menú de acceso al módulo de Caudales Medios. Menú de acceso al módulo de Caudales Máximos.
3. En la ayuda para visualizar los mapas, el manejo de las herramientas de consulta: alejar, acercar, desplazamiento, etc., resuelven fácilmente las dudas del usuario en forma:	Manejo de herramientas de consulta sobre los mapas geográficos. Activación y desactivación de capas. Manejo del Mapa Geográfico de la CSRZ
4. La consulta en el menú de información georeferencial (i) en cada mapa es:	Generación de reporte en base a consultas realizadas sobre la información georeferencial del mapa geográfico.
5. La consulta en el menú de la tabla de atributos en capa mapa es:	Ingreso y validación de la información necesaria para realizar una consulta. Consultas sobre información georeferenciada de

6. La interacción entre las diferentes capas de los mapas con sus controles de activación, desactivación paletas de color y bordes trabajan en forma:
7. La presentación de los diferentes reportes en cada interfaz del sistema que se obtienen son:
8. En la presentación de mensajes informativos, de control, de error, etc.; su interpretación se capta de manera:
9. La velocidad para funcionamiento del sistema según el módulo requerido es:

cada mapa.

Utilización de la paleta de color sobre cada mapa. Utilización de opciones de bordes y tamaños de mapas.

Interacción de la información entre mapas, tablas de datos y análisis del Inventario Hidrológico.

Almacenamiento de imágenes creadas en base a los cambios aplicados a los mapas.

Generación de la ventana de impresión para los mapas.

Generación de reportes en base a la información del Inventario Hidrológico.

Depuración de búsqueda sobre la información del Inventario Hidrológico.

Lectura de cuadros informativos acerca del tema seleccionado.

Visualización de citas bibliográficas sobre la información del Inventario Hidrológico.

Visualización de mapas según la consulta seleccionada sobre los datos georeferenciales.

Visualización de imágenes e información primaria sobre cada microcuenca.

Visualización de tablas de parámetros morfométricos e hidrológicos.

Visualización de valores calculados a través de los métodos: Áreas de precipitación, USNWS y Factor de Ajuste.

Visualización de valores calculados a través de los métodos: Polinomio Ecológico, Gómez, Racional e In Situ.

Visualización de valores calculados a través de los métodos: Racional, Snyder, SCS.

Visualización de Alternativas de Manejo Ambiental y reporte de noticias.

