

TABLA DE CONTENIDO

2	SISTEMA DE INFORMACION GEOGRAFICO- SIG POMCA –	2
2.1	INTRODUCCIÓN A LOS SISTEMAS DE INFORMACIÓN GEOGRÁFICOS (SIG)	2
2.2	ESTADO CARTOGRAFICO DEL DEPARTAMENTO DE CÓRDOBA Y DE LA ZONA ALTA DEL RÍO SINÚ.....	6
2.2.1	<i>Descripción General</i>	6
2.2.1.1	Información Existente	7
2.2.1.2	Proceso de Estructuración de Cartografía Básica y Temática a Escala 1:100.000	9
2.3	PROCESAMIENTO DIGITAL DE LAS IMÁGENES DE SATÉLITE.....	14
2.3.1	<i>Etapa I. Adquisición de imágenes LANDSAT 7 TM</i>	14
2.3.1.1	Fusión de Bandas	16
2.3.2	<i>Etapa II : Georreferenciación digital de imágenes</i>	16
2.3.2.1	Metodología	17
2.3.2.2	Remuestreo y correcciones geométricas	20
2.3.3	<i>Etapa III : Elaboración del Mosaico Digital</i>	20
2.3.3.1	Salida gráfica final digital y análoga	21
2.3.4	<i>Desarrollo de cartografía básica digital a partir de sensores remotos</i>	22
2.3.4.1	Metodología	22
2.4	PROCESAMIENTO DIGITAL DE IMÁGENES PARA LA GENERACIÓN DEL MAPA DE COBERTURA.....	24
2.4.1	<i>Metodología</i>	24
2.4.1.1	Clasificación Digital preliminar	25
2.4.2	<i>Verificación de campo</i>	33
2.4.2.1	Ajuste y generación de la clasificación vectorial definitiva de Cobertura Vegetal	33
2.4.2.2	Salida gráfica final digital y análoga	34
2.5	CAPTURA DIGITAL Y ESTRUCTURACIÓN DE LOS MAPAS TEMÁTICOS DE GEOLOGÍA Y SUELOS	34
2.5.1	<i>Revisión y validación</i>	35
2.5.2	<i>Salida gráfica final digital y análoga</i>	35
2.6	DISEÑO DEL SISTEMA DE INFORMACIÓN GEOGRÁFICO.....	35
2.6.1	<i>Introducción al SIG POMCA</i>	36
2.6.2	<i>Fase de Conceptualización</i>	39
2.6.2.1	Objetivo del SIG POMCA	39
2.6.2.2	Inventario de la información existente.....	39
2.6.3	<i>Etapa de Diseño</i>	42
2.6.4	<i>Calidad de la Información</i>	45
2.6.4.1	Organización de la Base de Datos SIGPOMCA	45
2.6.5	<i>Generación de Metadatos Geográficos</i>	48
2.6.6	<i>Desarrollo de Modelos</i>	52
2.6.6.1	Definición de Entidades	55
2.7	DESARROLLO Y MONTAJE DEL SIGPOMCA	86
2.7.1	<i>Consultas Al Sistema</i>	87
2.7.2	<i>Implementación bajo ArcView 3.2 y 8.3</i>	87
2.7.3	<i>Pruebas y Resultados</i>	90
2.8	CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES	91

2 SISTEMA DE INFORMACION GEOGRAFICO– SIG POMCA –

2.1 Introducción A Los Sistemas De Información Geográficos (Sig)

Un SIG se considera como todo el conjunto de herramientas y elementos que permiten organizar adecuadamente la información básica y temática, conectada a una base cartográfica georreferenciada que permite realizar operaciones de consultas y análisis. También se puede describir como una herramienta de análisis que permite identificar relaciones espaciales entre las distintas informaciones que contiene un mapa.

Los elementos que conforman un SIG son cinco principalmente: El software o programa de manejo del sistema de información; el hardware ó equipo de computo que soporta el software; el especialista que diseña y monta el sistema en el software seleccionado, el usuario que contribuye en la alimentación del sistema y que realiza las consultas y los datos con los que se alimenta el sistema y que se constituye como la base de este ya que sin ellos el sistema no existiría.

Los datos son almacenados por capas de información, cada tema (Theme) es independiente de los otros aunque estén referenciados a una misma base cartográfica. Explicado de otra manera es como si a diferentes acetatos se les adicionara una grilla guía igual a todos y a cada uno se le dibujara temas diferentes como líneas de vías, líneas de ríos, polígonos de municipios y puntos de centros poblados y al sobreponerlos se observara el mapa básico de un departamento.

Los SIG pueden llegar a responder a cinco tipos de preguntas:

- a. De Localización: Que hay en?
- b. De Condición: Dónde Sucede que?
- c. De Tendencias: Que ha cambiado?
- d. Rutas: Cuál es el camino optimo?
- e. Pautas: Que pautas existen?
- f. Modelos: Que ocurriría Si?

El manejo de información está fundamentado en estructuras de datos que son ingresadas al sistema bajo un modelo organizado de datos que se encuentran espacializados mediante una base cartográfica digital básica y temática. Este tipo de conexión permite que se pueda llegar a tener un sistema interactivo entre el usuario y el sistema.

La estructura cartográfica digital del sistema debe cumplir con requisitos muy específicos de estructuración digital y de relaciones topológicas y geográficas que finalmente son los que permiten llegar a explorar y explotar las potencialidades del SIG.

Ajustes de Información

La información analizada en el sistema puede presentar tres tipos de ajustes: Exacto, Jerárquico y Difuso. El ajuste exacto se presenta cuando a una misma base cartográfica se relacionan varios elementos de consulta y sobre esta misma se realizan las consultas. Un ejemplo de este ajuste es el de los elementos sociales como educación, salud, NBI, Desplazados, etc que se asocian directamente a un municipio y las consultas se realizan sobre la entidad municipio.

Cuando se encuentran bases cartográficas referidas a límites contiguos jerárquicamente como en el caso de los municipios que conforman un departamento, los departamentos que conforman un país, etc se dice que hay un ajuste jerárquico.

Y por último el ajuste difuso que se presenta cuando los límites de los mapas no ajustan ni de forma exacta ni jerárquica, sino que debe ser trazada a partir de una sobreposición de mapas y a un nuevo análisis de información temática como en el caso de las unidades de zonificación ecológica que se conforman de la sobreposición de varios mapas temáticos que producen una nueva unidad.

Calidad de los Datos

La información ingresada al sistema debe intentar cumplir con los siguientes parámetros:

1. Exactitud Posicional: Se refiere a la exactitud en la localización de los elementos sobre el mapa en relación con la posición que realmente ocupan en el espacio.
2. Exactitud Temática: Exactitud de los valores de los atributos
3. Consistencia Lógica: Relaciones descritas en la estructura de datos. Errores detectados cuando el sistema genera topología
4. Temporalidad: La información debe ser lo más actualizada posible y toda referida al mismo tiempo
5. Integridad: Criterios tenidos en cuenta durante el proceso de creación de la base de datos para que sea coherente y homogénea.

Algunos de los errores en datos más frecuentes son:

Tabla 1. Fuentes más comunes de error en los Sistemas de Información

Etapas	Fuentes de Error
Recogida de Datos	Errores en la recogida de información en el trabajo de campo. Errores en los mapas existentes utilizados como fuentes de información. Errores en el análisis de los datos en las imágenes de satélite.
Captura de Datos	Inexactitudes en la digitalización causadas por el operador o los equipos. Inexactitudes inherentes a los elementos geográficos
Almacenamiento	Insuficiente precisión numérica y espacial
Manipulación	Intervalos de clase inapropiados Errores en las líneas frontera. Propagación de errores por múltiples superposiciones de mapas. Polígonos ficticios causados por la superposición de mapas
Salidas Cartográficas	Inexactitudes en las escalas Errores causado por la inexactitud del dispositivo gráfico de salida. Errores causados por la deformación del material cartográfico.
Uso de los Resultados	La información puede ser incorrectamente entendida La información puede ser utilizada de forma inapropiada
Fuente: (Aronoff, 1989 p.142 En Gutierrez, 1194 p.72)	

Tipos de Modelos de Datos en los SIG

En los SIG se pueden diferenciar dos grandes tipos de modelos: el modelo Vectorial y el modelo Raster. De igual manera para cada tipo de modelo de datos existe un software especializado de manejo, aunque también se encuentren los que manejan los dos tipos de modelos. Según la escala de trabajo los elementos de cada modelo reflejan una situación más acercada ó general de la realidad.

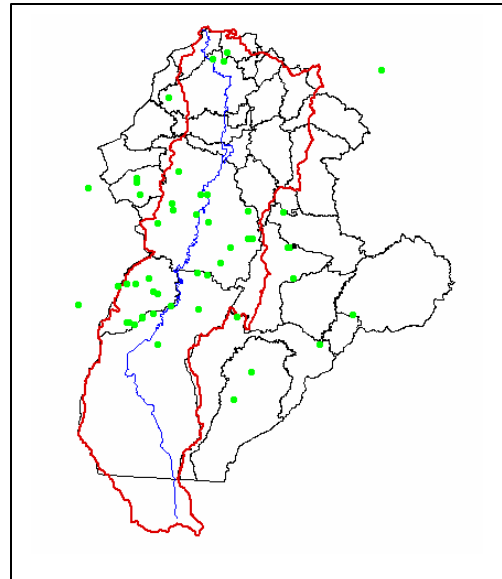
Modelo Vector: Está caracterizado por que su unidad fundamental la constituyen las entidades (elementos que no pueden ser subdivididos y que son similares a otros), representadas digitalmente mediante objetos espaciales como líneas, puntos y polígonos sobre un plano cartesiano de coordenadas (x,y). Las entidades no tienen que ser visibles en la realidad, como en el caso de las líneas divisorias de aguas que no están representadas físicamente pero que son trazadas mediante el análisis de la hidrografía y curvas de nivel.

En la imagen se observa la representación de puntos, líneas y polígonos en un mapa.

Los puntos se describen como objetos espaciales de cero dimensiones que tienen una ubicación espacial pero sin longitud ni anchura.

Las líneas son objetos espaciales de una dimensión, ya que tienen longitud, pero no anchura, están definidas por una sucesión de puntos.

Los polígonos son objetos espaciales de dos dimensiones, ya que tienen longitud y anchura. Se presentan mediante una sucesión de líneas que cierran.

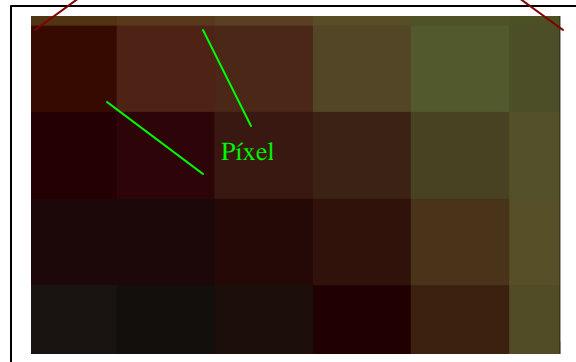
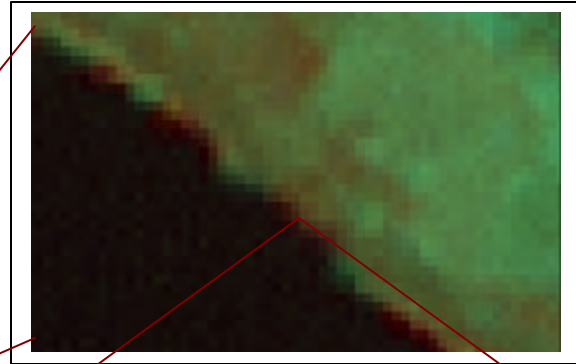
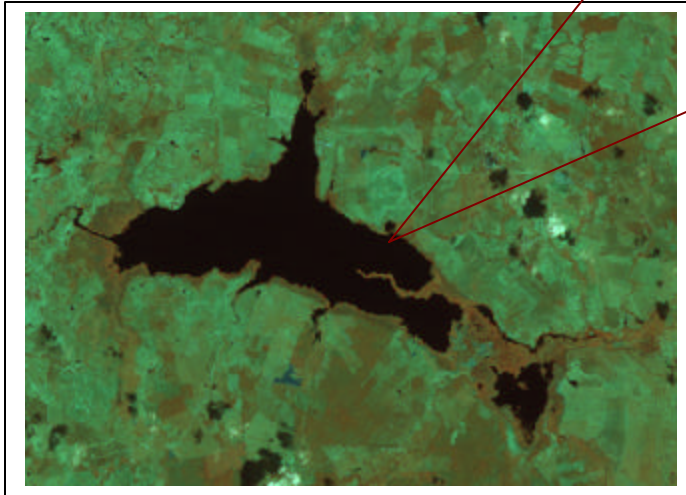


Grafica 1. Ejemplo Modelos SIG

Modelo Raster: El modelo raster suele ser un poco más complejo que el vector, puesto que los elementos del mundo están representados por una gran malla virtual conformada por múltiples celdas o píxeles que contienen Niveles digitales que representan la realidad. Un nivel digital es el valor que se asocia a un elemento según el espectro de color que este refleje y el conjunto de estos niveles es el que conforma una imagen tipo raster como es el caso de las producidas por los sensores remotos. Normalmente después de haber realizado análisis con información tipo raster esta es pasada a tipo vector mediante la digitalización.

Los software de SIG permiten convertir información tipo Vector a Raster mediante herramientas avanzadas de triangulación que simulan la tercera dimensión del vector representado en un objeto. El ejemplo más común es el de desarrollar un modelo digital de terreno (DEM) a partir de las curvas de nivel.

En las siguientes imágenes se puede observar una imagen tipo Raster y sus píxeles observados mediante el aumento ó zoom de una pequeña zona



Grafica 2. Detalles Formato Raster

2.2 Estado Cartográfico del Departamento de Córdoba y de la Zona Alta del Río Sinú

2.2.1 Descripción General

El Departamento de Córdoba y la zona alta del río Sinú están constituidos por 23 planchas cartográficas 1:100.000 y 197 planchas 1:25.000, esta cartografía presenta grandes blancos de información, debido a la continua presencia de nubes especialmente en los municipios de Tierralta, Valencia, Puerto Libertador en el Departamento de Córdoba e Ituango (Antioquia). La ubicación de las planchas dentro del Departamento de Córdoba y los blancos cartográficos de información se pueden observar en el Grafico 3 *Mapa de Fuertes Blancos de Información Cartográfica para la Cuenca del Río Sinú*.

En Colombia existen cinco orígenes cartográficos en coordenadas planas y para Córdoba corresponden dos: Origen Central (Bogotá) y Origen Oeste (Buenaventura). Esta confluencia de orígenes hace que se presenten problemas con la implementación de un SIG, ya que no se puede representar gráficamente la información dentro de un solo plano, es decir los límites cartográficos no empatan y tendría que seccionarse toda la cartografía en dos ejes. Por tal motivo y por

acuerdo de los directivos y técnicos de la CVS se determinó generar toda la información con origen Bogotá.

Mediante la herramienta *projection Utility* que suministra el ArcView la información fuente que se encontraba con origen Buenaventura y que era requerida por el proyecto fue transformada a origen Bogotá, de igual manera se convirtió la información encontrada en coordenadas Geográficas.

2.2.1.1 Información Existente

De forma general la Corporación contaba al iniciar el Proyecto con tres tipos de información: La primera de ellas proveniente de los archivos digitales tipo dxf bajo el programa de Autocad que fueron adquiridos por la CVS directamente al IGAC (escala 1:100000). El segundo origen de información fue el suministrado por los diferentes Planes de Ordenamiento Territorial de cada municipio también desarrollados en Autocad a excepción del POT de Montería desarrollado en ArcView. La tercera fuente correspondió a algunos estudios que ya se habían desarrollado para el departamento y que contenían algunos archivos digitales (Información de proyectos realizados por el IGAC), en su mayoría en formato análogo.

Del análisis de la información anterior se concluyó que los archivos digitales existentes en la Corporación presentaban deficiencias para ser utilizados dentro del Sistema de Información Geográfico, ya que la mayoría de ellos son de tipo dxf y dwg, los cuales no reunían las características básicas para ingreso en SIG. En el ítem de Inventario de información se realiza un análisis detallado de la información encontrada y analizada.

Para poder implementar los archivos dxf y dwg se debe hacer un proceso extenso de adecuación, empezando por georreferenciar los archivos que no lo están, convertirlos todos al origen Bogotá y empezar a estructurar layer por layer como un archivo .shp para darle atributos y hacer "merges" (uniones) entre las diferentes planchas. Este proceso es dispendioso de realizar por lo que se planteó una nueva estructuración de las cartografías básicas 1:100.000 del IGAC y de paso la actualización de la cartografía básica que incluyó curvas de nivel, red de drenaje, vías y centros urbanos. También fue sugerida la digitalización de la cartografía 1:25000 para uso interno de la Corporación.

Adicional al problema del formato de los archivos se encontró que una parte del departamento no contaba con información cartográfica, ni siquiera en formato análogo, debido a la presencia de nubes, especialmente en la zona denominada

como cuenca alta y que corresponde al PNN Paramillo en el municipio de Tierralta, al occidente del municipio de Valencia y un sector del municipio de Canalete.

Las anteriores zonas coinciden también con los blancos de información temática, ya que es la primera vez que se realiza un estudio que integra toda la cuenca hidrográfica del Río Sinú y que especialmente da respuesta a los blancos de información en la zona alta de la cuenca, además de entregar todos los productos bajo formato digital de SIG que permite la actualización, trabajo y consulta de la cartografía temática y básica.

Para dar solución temporal a los problemas planteados anteriormente con la cartografía básica se adecuó un archivo de trabajo y de impresión basado en archivos digitales obtenidos del proyecto SIG-PAFC (formato dxf) para la cuenca media y baja, los archivos de cartografía básica del proyecto zonificación de áreas por aptitud forestal comercial para el departamento de Córdoba desarrollado por CONIF y otros archivos generales con cobertura municipal y red de drenaje general del IGAC y de la Carta digital del mundo (DWG), además de los archivos adquiridos al IGAC del departamento. Comparándolos entre ellos se observó que todos presentaban inconsistencias pero que cada uno de forma independiente podía ser un insumo en la construcción de la cartografía base de trabajo.

Con la cartografía conjugada y unificada de los temas anteriores se empezó el proceso de desarrollo de temáticos y prueba del Sistema de Información Geográfico para el proyecto denominado SIGPOMCA.

Algunos de los procesos que se desarrollaron con la cartografía inicial fueron los de identificación y trazado preliminar de las subcuencas hidrográficas pertenecientes a la Cuenca del Río Sinú, generación de temas del componente socioeconómico, de infraestructuras, y de ubicación general, delimitación preliminar y detallada a 1:100000 de la Cuenca del Río Sinú y determinación de áreas municipales entre otras.

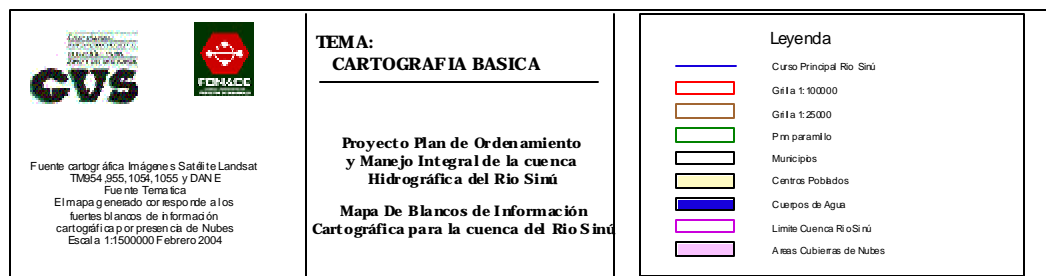
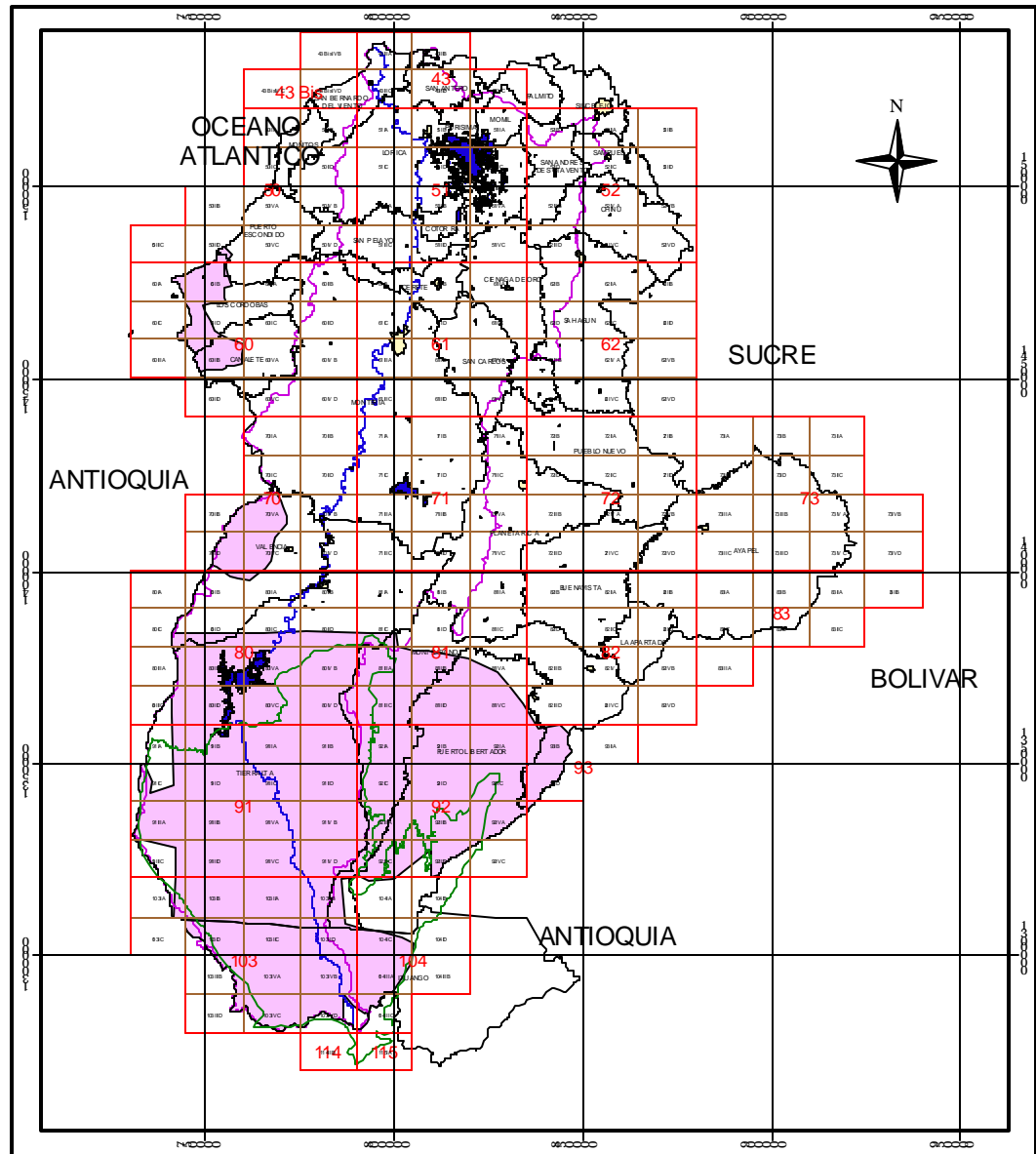
2.2.1.2 Proceso de Estructuración de Cartografía Básica y Temática a Escala 1:100.000

El proceso final de adecuación se desarrolló mediante la estructuración de la cartografía básica tipo dxf suministrada por el IGAC y la actualización y complementación de áreas sin información mediante el procesamiento e interpretación de Imágenes Landsat7 TM de años recientes; simultáneamente y a partir de las imágenes se generaron el mapa de Cobertura y Uso de la Tierra para la cuenca y de igual manera se digitalizaron y estructuraron todos los mapas temáticos como: suelos, geología, geomorfología, etc.

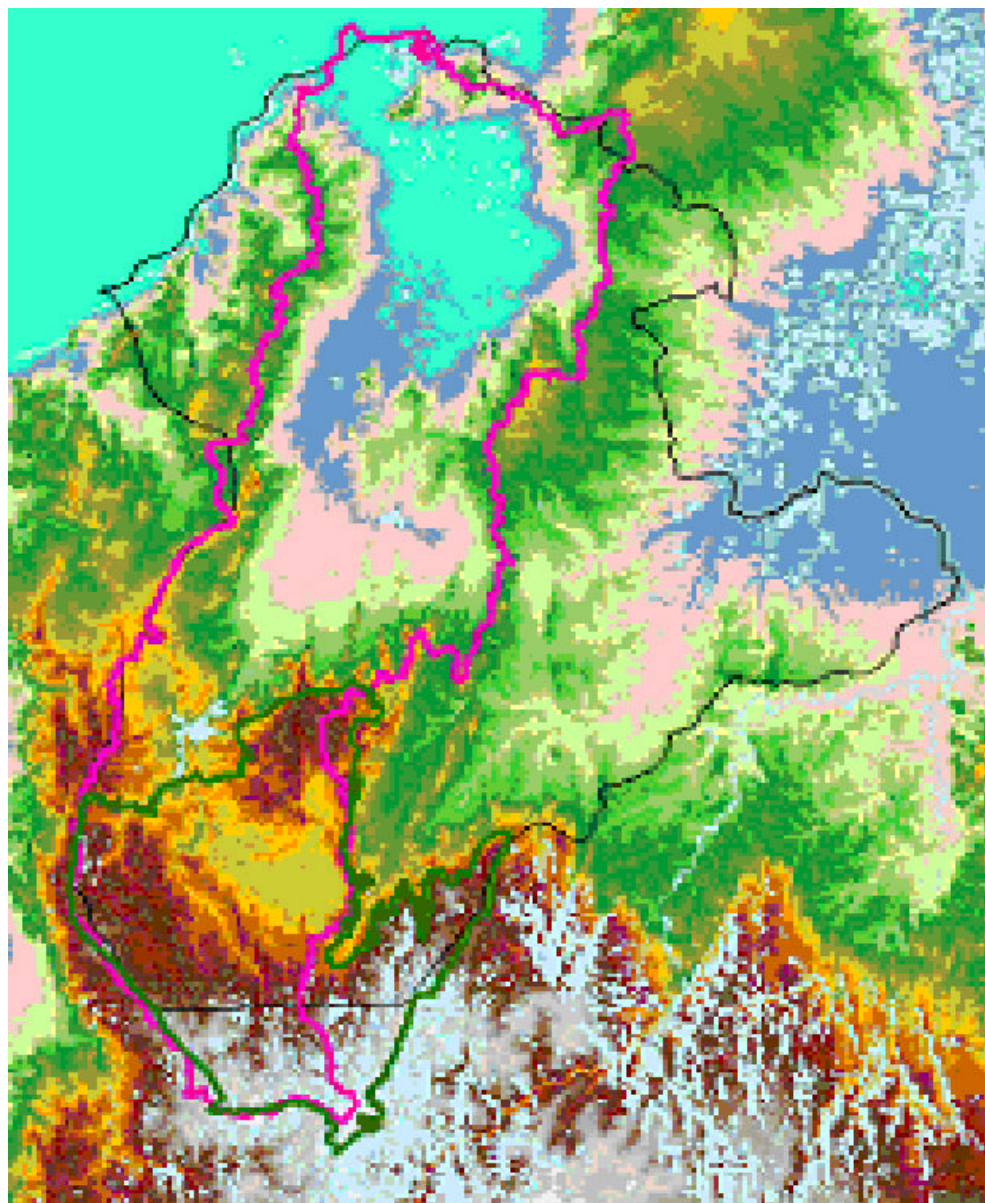
Para la selección de las imágenes se realizó un inventario detallado de las mismas y se adquirieron las que presentaron un porcentaje de nubosidad inferior al 20%, principalmente en el área del Parque Nacional Natural Paramillo, con el fin de cubrir parte de los blancos de información existente. Por otra parte también se realizó la interpretación de un Grid generado a partir de una imagen de Radar que fue adquirido de la página web del United States Geological Services (USGS).

El Grid de radar fue interpretado mediante el Software de ArcGis 8.3 para el análisis hidrográfico y de relieve y con el ArcView 3.3 para el análisis Geológico, particularmente el componente estructural. Este tipo de imágenes es de gran ayuda especialmente en las zonas montañosas por la gran variedad de niveles digitales que presenta y que permiten distinguir detalladamente la variación del relieve aproximadamente cada 100 metros. *(Ver Gráfica 4 Imagen Grid Radar)*

El análisis del Grid se enfoca especialmente a la zona alta donde se trazó un drenaje preliminar interpretando las depresiones del relieve como zonas de acumulación y conducción de aguas. También se complementaron algunas áreas de drenaje en el municipio de Valencia.



Grafica 3. Mapa de Blancos de Información



Proyecto Plan De Ordenamiento Y Manejo Integral De La Cuenca Del Río Sinú

Imagen del Grid de Radar Obtenido del USGS

Grafica 4. Imagen del Grid Radar

Dentro de la etapa de procesamiento de imágenes que fue realizado a través de la firma Geospatial Ltda., se obtuvieron los siguientes productos:

- Archivos originales de Imágenes adquiridas Landsat TM 954, 955, 1054 y 1055
- Archivos de las imágenes Landsat TM 954, 955, 1054 y 1055 georreferenciadas con coordenadas planas origen Bogotá para todas las Bandas
- Archivo con mosaico de imágenes para el Departamento de Córdoba y Cuenca Alta del Río Sinú georreferenciadas para todas las bandas.
- Mapa clasificado por tipos de cobertura en formato digital a escala 1:100.000.
- Archivo digital de imagen con clasificación vectorizada original escala 1:100.000.
- Documento en archivo digital y análogo con índice detallado del procesamiento realizado en la imagen.
- Archivos tipo E00 por cada cobertura, estructurados y empalmados (IGAC e Imágenes) según catalogo de objetos IGAC y empalmados con origen Bogotá para todo el Departamento de Córdoba y la Zona Alta del Río Sinú. (Incluye Metadata). Las coberturas recibidas fueron: Corrientes, Cuerpos de agua, Curvas de nivel, Centros Poblados, Vías y Toponimia de todos.
- Archivos de coberturas digitalizadas de suelos y geología (incluye los temas de fallas, contactos y plegamientos).
- Memoria del proceso de estructuración de la cartografía básica y Temática.

De forma general el proceso desarrollado por la firma Geospatial partió del análisis de la cartografía básica del IGAC suministrada por la CVS, la cual se estructuró y complementó con las imágenes de satélite adquiridas, el Grid de Radar y la cartografía digitalizada por el DANE a escala 1:25000 que existe para algunas zonas del departamento.

Para el desarrollo del tema de cobertura vegetal se trabajó en conjunto entre el equipo del Proyecto POMCA y la firma Geospatial. La firma consultora georreferenció, procesó y generó una clasificación preliminar de cobertura plasmada en las imágenes de satélite, la cual fue validada por el equipo del Proyecto POMCA con la comprobación de campo donde se geoposicionó y corroboró la información extraída de las imágenes. Para el trabajo en el área del PNN Paramillo se validó la información de las imágenes con los funcionarios del Parque Nacional Natural Paramillo y algunos campesinos de la zona, particularmente del sector de Saiza.

Se puede decir que la información recolectada en campo varío con respecto al de las imágenes de satélite especialmente en las zonas de la margen izquierda del Río Sinú entre Lorica y Montería, Tierralta y la zona circundante de la Ciénaga de Betancí, donde desde la fecha de toma de las imágenes y la fecha de los recorridos de campo ha existido un cambio notable en el uso del suelo. Las imágenes usadas y adquiridas en virtud del proyecto fueron la 1054 de Febrero del 2001, 954 de Febrero del 2003, 1055 de Noviembre del 2001, 955 de Febrero de 2003 y un pequeño segmento de la 1053 del 2001 que cubre la desembocadura del río Sinú y que fue suministrada por el Instituto de Investigaciones Marinas (INVEMAR).

Aunque las imágenes seleccionadas fueron las de menor nubosidad no fue posible cubrir todos los blancos de información y algunas áreas de la cuenca alta requerirán una complementación posterior en materia de cartografía básica. Algunos de estos drenajes fueron interpretados visualmente utilizando la imagen ó el Grid de radar con el fin de completar tales áreas, pero requerirán de la rigurosidad del caso cuando el IGAC trabaje tal área. Para tener claridad sobre cuales fueron estas zonas en el tema de corrientes aparece un atributo adicional a la tabla donde se establece la fuente del drenaje.

Si bien, se realizó un control de calidad de información en cuanto a la generación de cartografía básica teniendo en cuenta la coherencia presentada entre las imágenes y la información estructurada, la orientación de drenajes, codificación según el catálogo de objetos, continuidad y topología de esta. Existen diferencias entre la red de drenaje y las curvas de nivel ya que en algunas zonas no guardan la coherencia y exactitud que debería tener. Esta inconsistencia no es subsanable por el momento por las fuentes de información tomadas, recordando que la red de drenaje fue extraída de imágenes y las curvas de nivel en la zona alta se desarrollaron a partir del Grid, el cual tiene un nivel de detalle diferente al de las imágenes de satélite.

Tal inconveniente será resuelto mediante la generación de curvas de nivel mediante un par estereoscópico de imágenes que no presenten nubosidad o cuando el IGAC cubra los blancos de información existentes mediante la generación de cartografía 1:25:000 principalmente en el área de la cuenca alta del Río Sinú.

2.3 Procesamiento Digital De Las Imágenes De Satélite

A continuación se presenta todo el desarrollo del procesamiento digital que fue realizado a las imágenes de satélite Landsat 7 TM por parte de la firma consultora Geospatial.

2.3.1 Etapa I. Adquisición de imágenes LANDSAT 7 TM

Para este estudio y una vez delimitada el área de trabajo, se buscaron los quick looks de las mejores y mas recientes tomas de las imágenes del sensor óptico LANDSAT 7, escenas 09054, 09055, 10053, 10054 y 10055. Las imágenes utilizadas, de fecha más reciente cumplen con el requisitos básicos en cuanto a que el promedio de cobertura de nubes fuera inferior al 20%.

Las escenas adquiridas del sensor LANDSAT 7, poseen las siguientes características:

Escena 09054

Dataset Attribute	Attribute Value
Scene ID	7009054000303450
Acquisition Date	2003/02/03
WRS-2 Path	9
WRS-2 Row	54
Upper Left Corner	9°37'07"N, 75°49'22"W
Upper Right Corner	9°22'08"N, 74°06'15"W
Lower Left Corner	7°58'48"N, 76°10'23"W
Lower Right Corner	7°43'52"N, 74°27'41"W
Scene Center	8°40'37"N, 75°08'24"W
Cloud Cover	5%
Browse Available	Yes
Day or Night	Day
Flight Path	Descending
Sun Elevation	49.533760
Sun Azimuth	128.475967
Receiving Station	EDC
Scene Start Time	2003:034:15:06:19.5162577
Scene Stop Time	2003:034:15:06:33.0851874

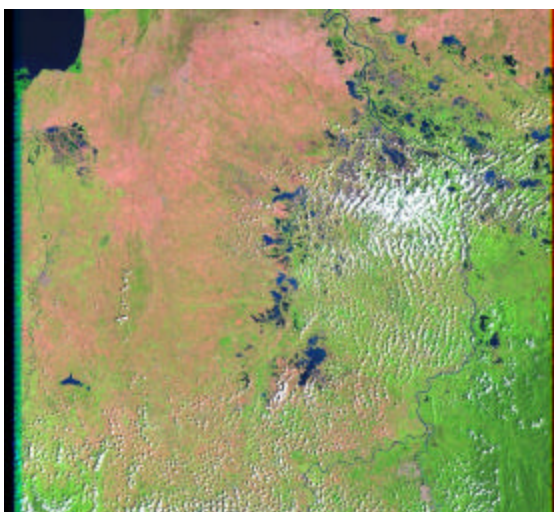


Tabla 2 - Metadata escena 09054 Grafico No. 5 Escena LANDSAT 7 TM 09054

Escena 09055

Dataset Attribute	Attribute Value
Scene ID	7009055000303450
Acquisition Date	2003/02/03
WRS-2 Path	9
WRS-2 Row	55
Upper Left Corner	8°10'19"N, 76°07'56"W
Upper Right Corner	7°55'23"N, 74°25'11"W
Lower Left Corner	6°32'02"N, 76°28'54"W
Lower Right Corner	6°17'09"N, 74°46'29"W
Scene Center	7°13'51"N, 75°27'06"W
Cloud Cover	19%
Browse Available	Yes
Day or Night	Day
Flight Path	Descending
Sun Elevation	50.252163
Sun Azimuth	126.935707
Receiving Station	EDC
Scene Start Time	2003:034:15:06:43.4311336
Scene Stop Time	2003:034:15:06:57.0064374

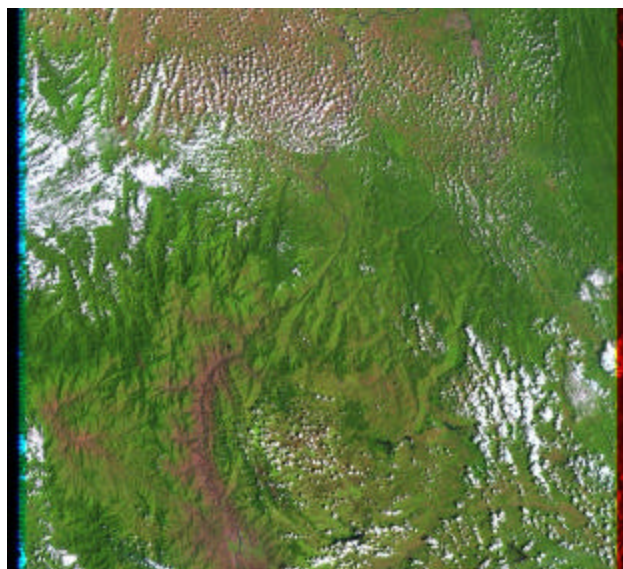


Tabla 3 - Metadata escena 09055

Grafico No. 6 Escena LANDSAT 7 TM 09055

Escena 10054

Dataset Attribute	Attribute Value
Scene ID	7010054000103550
Acquisition Date	2001/02/04
WRS-2 Path	10
WRS-2 Row	54
Upper Left Corner	9°37'07"N, 77°20'59"W
Upper Right Corner	9°22'09"N, 75°37'58"W
Lower Left Corner	7°58'54"N, 77°41'56"W
Lower Right Corner	7°44'00"N, 75°59'20"W
Scene Center	8°40'37"N, 76°40'03"W
Cloud Cover	20%
Browse Available	Yes
Day or Night	Day
Flight Path	Descending
Sun Elevation	50.137367
Sun Azimuth	128.308060
Receiving Station	EDC
Scene Start Time	2001:035:15:14:20.4932569
Scene Stop Time	2001:035:15:14:34.0044479

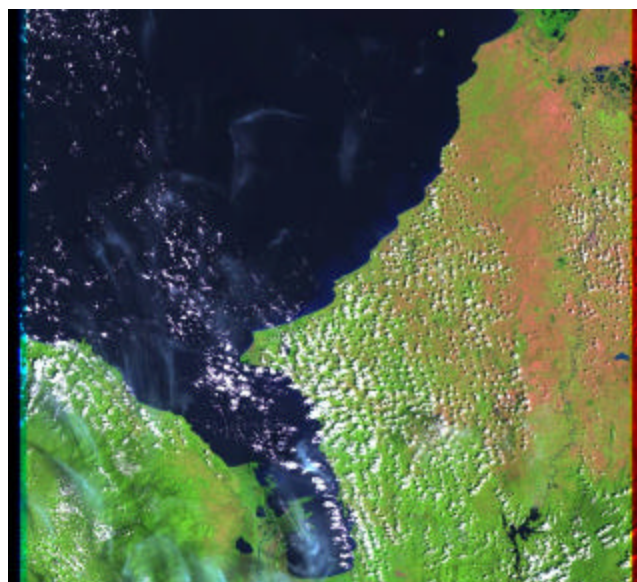


Tabla 4 - Metadata escena 10054

Grafico No. 7 Escena LANDSAT 7 TM 10054

Escena 10055

Dataset Attribute	Attribute Value
Scene ID	7010055000130750
Acquisition Date	2001/11/03
WRS-2 Path	10
WRS-2 Row	55
Upper Left Corner	8°10'18"N, 77°40'00"W
Upper Right Corner	7°55'22"N, 75°57'19"W
Lower Left Corner	6°31'55"N, 78°00'57"W
Lower Right Corner	6°17'02"N, 76°18'37"W
Scene Center	7°13'51"N, 76°59'10"W
Cloud Cover	21%
Browse Available	Yes
Day or Night	Day
Flight Path	Descending
Sun Elevation	56.757194
Sun Azimuth	132.552429
Receiving Station	EDC
Scene Start Time	2001:307:15:12:40.2227757
Scene Stop Time	2001:307:15:12:53.7825574

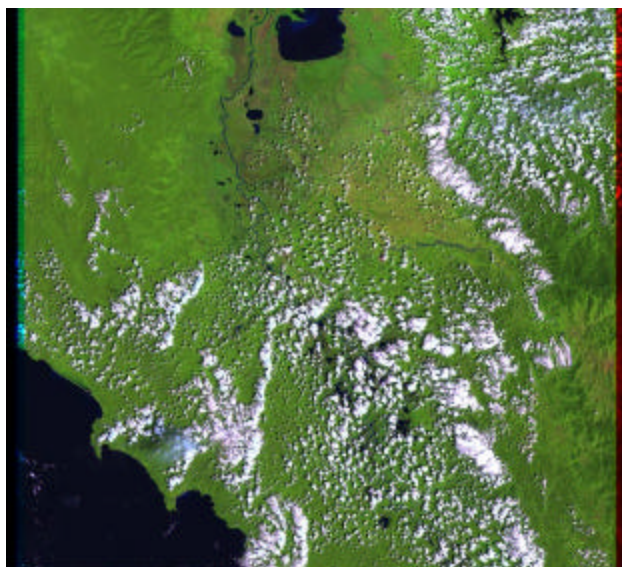


Tabla 5 - Metadata escena 10055 Grafico No. 8 Escena LANDSAT 7 TM 10055

2.3.1.1 Fusión de Bandas

Para poder obtener la información cartográfica a la escala requerida, se efectuó un sinergismo de la banda pancromática 8 de 15 metros con las demás bandas 1,2,3,4,5 y 7 a 30 metros. Este procedimiento si bien mejoro la resolución espacial, la resolución espectral siguió siendo la misma.

Adquisición de la Cartografía Básica

Como insumo requerido en el proceso de georreferenciación de las imágenes, la CVS suministro archivos digitales de la cartografía IGAC a escala 1:100.000 y se complemento con cartografía digital DANE a escala 1:25.000.

2.3.2 Etapa II : Georreferenciación digital de imágenes

El proceso de georreferenciación de las imágenes de satélite está referido a la incorporación de coordenadas x,y, con base en el establecimiento de puntos de control ya sea a partir de la imagen propiamente dicha, como de cartografía análoga o digital, recurriendo igualmente a listados de puntos de control con coordenadas, o posicionamiento mediante GPS. Específicamente dentro del

presente trabajo para la georreferenciación se utilizó el sistema de procesamiento digital de imágenes PCI Geomática versión 9 y Ecognition versión 3.

2.3.2.1 Metodología

Puntos de control

Cuando se habla de georreferenciación lo que se busca es la introducción de coordenadas x,y con base en el establecimiento de puntos de control, ya sea a partir de una imagen georreferenciada, cartografía análoga o digital, listados de puntos de control con coordenadas, posicionamiento GPS, etc.

Para que el ajuste entre imagen y cartografía sea correcto se requiere atender a tres aspectos: número, localización y distribución, usando el sistema para procesamiento digital de imágenes PCI Geomatica Software versión 9.

Como la base cartográfica IGAC para el caso supera los 20 años, fue necesario la introducción de cerca de 100 puntos para garantizar el perfecto ajuste debido al cambio físico de algunos elementos utilizados como amarre (cruce de ríos, meandros etc).

La distribución de estos puntos se hizo lo mas homogéneamente posible para evitar errores debidos a una ponderación excesiva de algún sector de la imagen. En las zonas montañosas se introdujeron puntos sobre zonas de distinta altitud para evitar errores debido al desplazamiento del relieve.

Los Gráficos No. 9,10,11 y 12 muestran la composición 1-2 y 3 de las escenas, donde se señalan la ubicación y distribución de los puntos de control. Los puntos que aparecen en color amarillo corresponden a puntos que intervienen en el modelo, mientras los de color azul son los que elevan el error medio cuadrático (RMS) por encima del umbral previamente fijado.

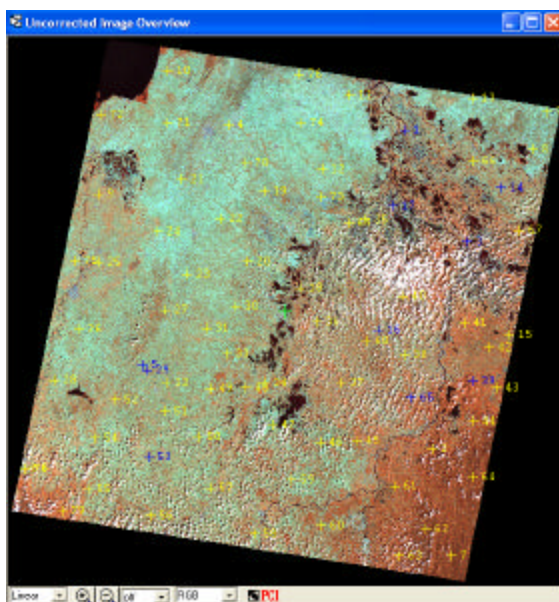


Grafico No. 9. Puntos de Control - Escena LANDSAT 09054

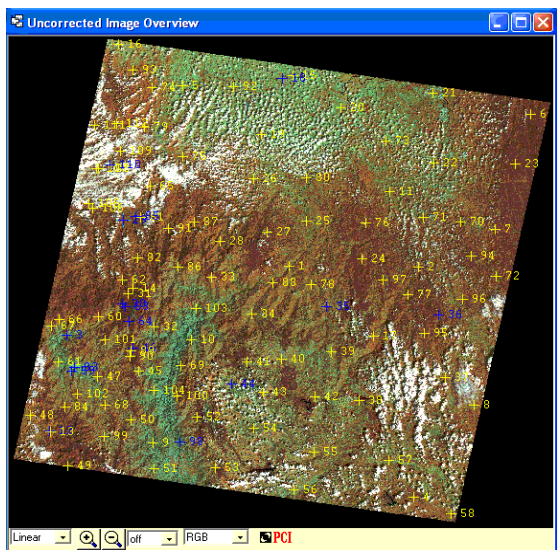


Grafico No. 10. Puntos de Control - Escena LANDSAT 09055

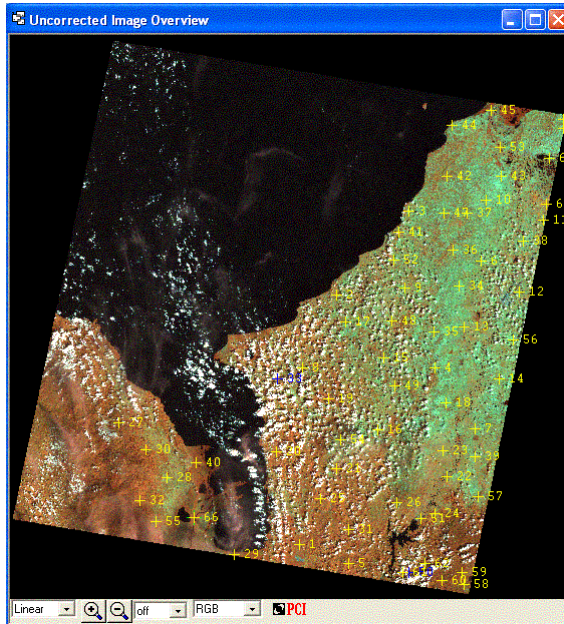


Grafico No. 11. Puntos de Control - Escena LANDSAT 10054

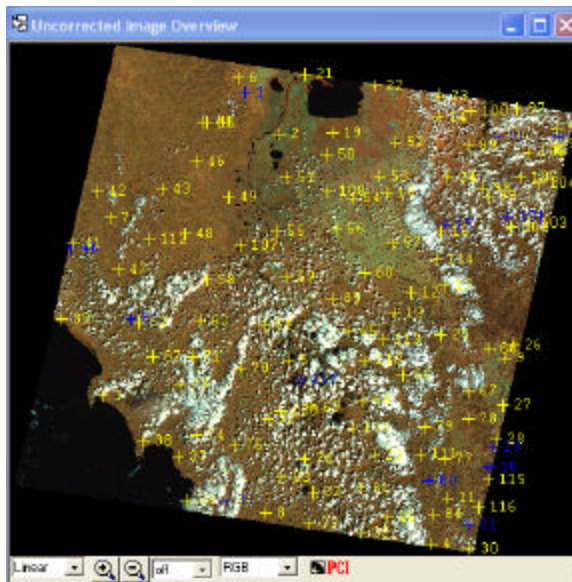


Grafico No. 12. Puntos de Control - Escena LANDSAT 10055

El RMS promedio que arrojó los puntos de control utilizados garantizan que las coordenadas reales del terreno con las coordenadas de las imágenes, estén desfasadas en un rango no superior de 0.2 mm a la escala de la resolución espacial de las imágenes, como lo indican las normas cartográficas internacionales.

Es de anotar que en aquellas zonas en donde no se cuenta con cartografía base IGAC, los productos generados a partir de las imágenes georreferenciadas de estas zonas, como vías e hidrografía, deben considerarse con el criterio de ser la mejor aproximación de información de la zona, donde la misma no existe.

2.3.2.2 Remuestreo y correcciones geométricas

Seguidamente de la obtención de puntos de control se procedió a remuestrear las imágenes, con el fin de efectuar las correcciones geométricas de la imagen, de esta manera georreferenciar cada píxel de las escenas utilizadas.

2.3.3 Etapa III : Elaboración del Mosaico Digital

Se elaboró un mosaico digital de las escenas georreferenciadas; para lo cual se llevo a cabo el siguiente procedimiento:

Teniendo en cuenta las coordenadas mínimas y máximas del área de estudio se creó un archivo en disco para la elaboración del mosaico, teniendo en cuenta el sistema de proyección Transversa de Mercator, el tamaño de píxel de 15 metros y las bandas de almacenamiento de los niveles digitales de las imágenes y la radiometría espectral de 8 bits, de las imágenes fuente a unir.

Se almacenó en el archivo del mosaico la primera escena ya georreferenciada, con los niveles digitales puros del sensor LandSat 7; es decir sin ningún balanceo de tonalidades.

Para el almacenamiento de la segunda escena ya georreferenciada, se hizo necesario balancear los niveles digitales de la imagen, teniendo como referencia los niveles digitales existentes del mosaico registradas en disco.

Finalmente se procedió a registrar en disco la segunda imagen en el mosaico y a efectuar los mismos procedimientos para el resto de imágenes, obteniendo el mosaico presente en la grafica 13.

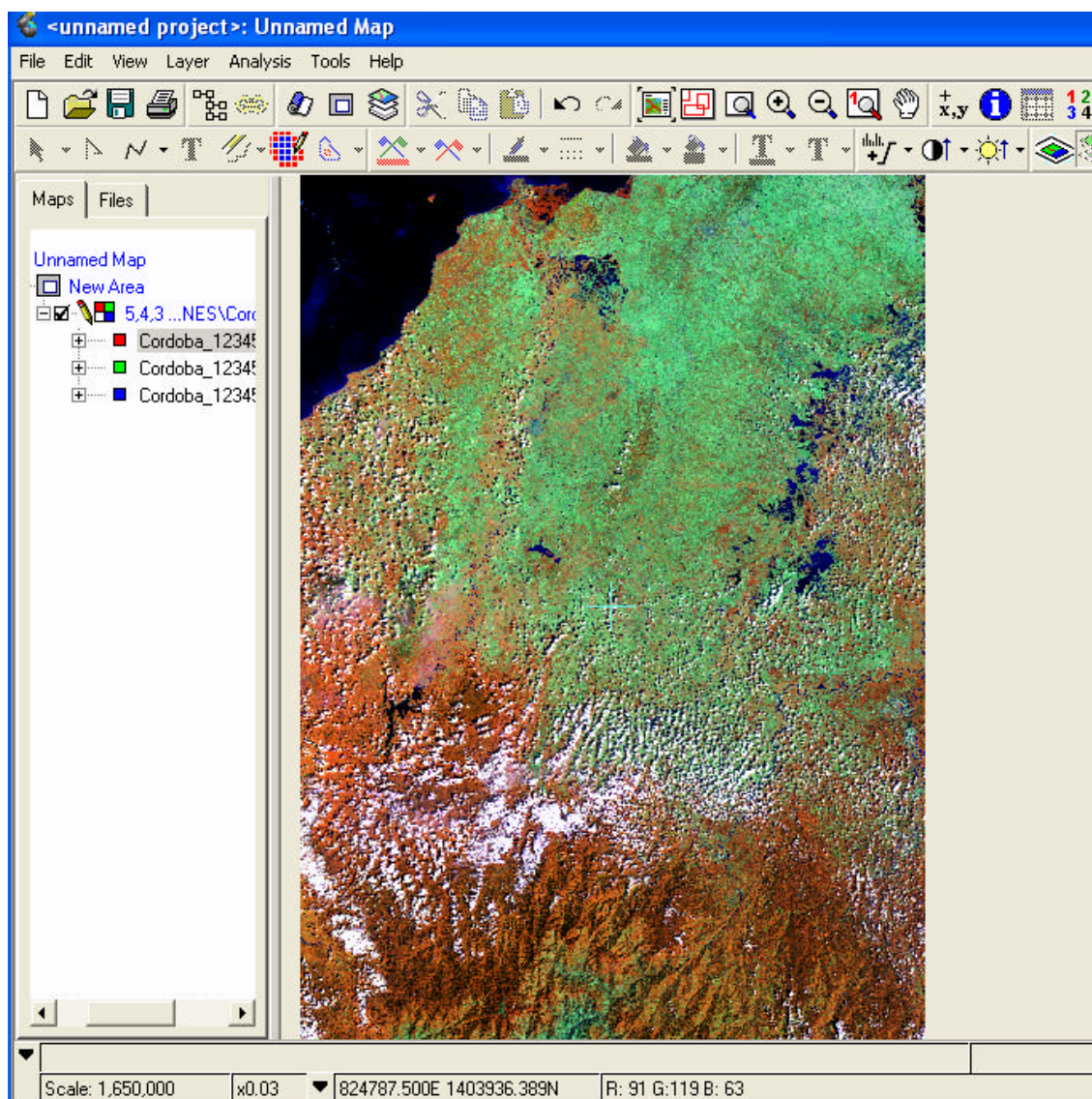


Grafico No. 13. Mosaico del área de estudio

2.3.3.1 Salida gráfica final digital y análoga

Se generó un archivo raster del mosaico con extensión tif, así como un archivo de ploteo con extensión prt. Complementariamente y como elemento de documentación, este nivel de información esta acompañado de un archivo en formato xls con la metadata, que describe las condiciones del producto.

2.3.4 Desarrollo de cartografía básica digital a partir de sensores remotos

Inicialmente el proceso de adecuación de la cartografía básica del departamento de Córdoba se concibió, como la revisión y estructuración de la información adquirida al Instituto Geográfico Agustín Codazzi, y su posterior actualización, a través de la interpretación de las imágenes de satélite Landsat 7TM; sin embargo, luego de la evaluación de la información y de la dinámica presente en el área de estudio, se determinó la interpretación total de los niveles de vías, hidrografía y centros poblados en el área de estudio a partir del mosaico de las imágenes de satélite, y su complementación de algunos detalles con la cartografía existente, caso de centros urbanos Puerto Escondido y Puerto Libertador que no aparecen en la imagen.

Con relación a la hipsometría del área de estudio, se hizo necesario recurrir a cartografía digital base de las planchas DANE, y a la hipsometría generada a partir de imagen raster de radar suministrada por la CVS.

A continuación se describe el procedimiento efectuado para la consecución de los niveles de la cartografía base:

2.3.4.1 *Metodología*

Interpretación visual de elementos cartográficos

A través del análisis visual de la respuesta espectral, forma y textura de los elementos cartográficos de hidrografía, vías y centros poblados, que el sensor LANDSAT 7 TM captura en sus seis (6) bandas previamente fusionadas con la pancromática, se trazó cada elemento de hidrografía, vías y centros poblados en niveles de información temática de tipo vector, con la utilización del sistema para procesamiento digital de imágenes PCI Geomática Software versión 9.

Para la correcta identificación y trazado del nivel de hidrografía se utilizó la composición de las bandas 4, 5 y 7 en los cañones rojo, verde y azul, respectivamente, con el fin de obtener una mejor respuesta visual de los niveles digitales, de los cuerpos de agua y la vegetación que circunda los ríos y quebradas, permitiendo separar los drenajes en drenajes dobles y drenajes sencillos, y a su vez en ordenes de importancia, como principales y secundarios.

Para la correcta identificación y trazado de los niveles de vías y centros poblados se utilizó la composición en verdadero color de las bandas 1,2 y 3 en los cañones

rojo, verde y azul, respectivamente, con el fin de obtener una mejor respuesta visual de los niveles digitales, permitiendo clasificar las vías en principales y secundarias; seguidamente se utilizó la composición de las bandas 4, 5 y 7 en los canales rojo, verde y azul, respectivamente, con el fin de clasificar las vías en pavimentadas y sin pavimentar.

Es de anotar que la presencia de vegetación arbórea y rastrojo al lado de las vías, ocultó gran parte de la red vial secundaria, así como la presencia de nubes y sombras, especialmente en la parte alta de la cuenca del río Sinú, razón por la cual se optó por complementar en algunos casos la red vial con la cartografía digital del Instituto Geográfico Agustín Codazzi IGAC; en relación a la red de drenaje, en aquellas zonas cubiertas de nubes y sombras se completó los drenajes bajo el criterio del equipo técnico del proyecto POMCA.

Edición y estructuración

El nivel de hipsometría requirió en primera instancia el empalme y edición de las curvas de nivel de las planchas Dane que cubren el área de estudio, las cuales corresponden a curvas de nivel cada 100 mts en las planchas 43Bis a la 73, y curvas de nivel cada 200 mts en las planchas 80 a la 115; se procesaron las curvas de nivel cada 200 mts con un algoritmo de interpolación de mínima distancia, generada con el software Autodesk Land 2004, completando así el requerimiento de curvas de nivel cada 100 mts; y en aquellas zonas del sector de la cuenca alta del río Sinú; en áreas con ausencia total de información se completó la hipsometría con las curvas de nivel generadas a partir de los contornos de los niveles digitales del grid del radar suministrado por la CVS, a partir del algoritmo "Contourn" del módulo 3D Analyst de ArcGIS 8.3, esta hipsometría debe ser utilizada con el criterio de ser la mejor aproximación de información en la zona, donde la misma no existe a partir de la cartografía del IGAC. Del análisis se concluye que existen desplazamientos de las curvas de nivel en el sector de la cuenca alta del río Sinú cercana a los 300 mts, debido a que el nivel de detalle y amarre topográfico del grid obtenido a partir de la fuente de la imagen (USGS). De igual manera, en la cuenca media y baja aparecen zonas donde las curvas no representan fidelidad con respecto a los drenajes obtenidos de las imágenes de satélite; esto puede suceder por errores inherentes a la cartografía base o por cambios en los cursos de agua. Este nivel de información está estructurado con el campo numérico "ALTURA", que representa la cota o altitud de cada isolinia.

La incorporación de los niveles de información de hidrografía, vías y centros poblados, en un sistema de información geográfica, requirió de la edición de

empalmes tanto de los drenajes como de las vías, para su posterior estructuración vectorial en red hídrica y red vial respectivamente, con el uso del software Autodesk Map 2004; así mismo se estructuró el sentido de captura de los drenajes, de tal manera que su nodo inicial correspondiera a su nacimiento y su nodo final correspondiera a la desembocadura del mismo, útil en análisis hidráulico de redes.

El nivel de hidrografía, esta estructurado según el Catálogo de Objetos CO-25 del IGAC, en dos capas de información, la primera "CORRIENTES", estructurada como topología de red lineal, y la segunda CUERPOS DE AGUA" estructurada como topología de polígonos, en ambas capas sus correspondientes atributos "CODIGO" que representa el código numérico del objeto y el atributo "OBJETO" que representa el nombre del objeto.

En el caso de las vías, igualmente se siguió los lineamientos del IGAC, estructurándose en una capa de información como topología de red lineal de las carreteras con sus respectivos atributos "TEDS" como el código numérico que representa el estado de la superficie y "TNUV" como el código numérico que representa el número de vías.

En el caso de zonas urbanas, se estructuró como topología de polígono con su atributo de "NOMBRE" como el nombre común de la población.

Finalmente como elemento de documentación, cada nivel de información esta acompañado de un archivo en formato xls con la metadata, que describe las condiciones del producto.

2.4 Procesamiento Digital de Imágenes Para La Generación del mapa de cobertura.

2.4.1 Metodología

El mapa de cobertura Vegetal se elaboró a partir de la interpretación visual y digital de imágenes de satélite del sensor Landsat 7 TM, correspondiente a las escenas No. 09054 con fecha de toma 3 de Febrero de 2003, la escena No. 09055 con fecha de toma 3 de Febrero de 2003, la escena No. 10054 con fecha de toma 4 de Febrero de 2001, la escena No. 10055 con fecha de toma 3 de Noviembre de 2001 y la escena No. 10053 suministrada por la CVS, bajo el convenio con el INVEMAR, las cuales se verificaron y validaron en campo y ajustaron en algunos casos temática y espacialmente según criterios de los profesionales de la CVS. De otra parte cabe anotar que se utilizaron las imágenes previamente fusionadas para

obtener mejor resolución espacial "15 mts", sin embargo este sinergismo no se vio reflejado en un mejor realce radiométrico de las coberturas presentes en el área de estudio, ni espacial ya que posteriormente se eliminaron áreas menores a 15 has a solicitud de los profesionales de la CVS. A continuación se describe cada una de las actividades llevadas a cabo.

2.4.1.1 Clasificación Digital preliminar

Para la elaboración de la Cobertura vegetal, se realizó la clasificación de las imágenes Landsat 7 09054, 09055, 10054 y 10055 de acuerdo con la estructura de clasificación de la Leyenda de Cobertura y Uso de la tierra a nivel de subgrupo, que cubren la zona correspondiente al departamento de Córdoba en el noroccidente Colombiano, se aplicó un sistema de clasificación orientado a objetos, desarrollado en el software **eCognition**. El término "Orientado a objetos" significa que la clasificación de la imagen se realizó sobre una colección de objetos discretos que representan abstracciones de esta y al mismo tiempo del mundo real, con límites, significado y un determinado sentido según el contexto de la aplicación; dichos objetos corresponden a agrupaciones de píxeles con características similares en cuanto a comportamiento espectral, forma y otros atributos que llegan a ser definidos, para obtener así información significativa de acuerdo a la aplicación deseada.

En primera instancia se hace necesario la extracción o creación de dichos objetos, y esto se realiza a través de la implementación de un algoritmo de segmentación denominado *Multiresolution Segmentation*, posteriormente y una vez realizado dicho proceso, se obtienen objetos como unidades básicas para el análisis de la imagen, se aplican entonces procedimientos de clasificación que basados en Lógica Difusa permiten asignar a través de diferentes tipos de funciones (distancia a muestras definidas, características en determinados atributos) un adecuado sistema de clasificación para la totalidad de la región a clasificar.

Por segmentación se define un proceso por el cual se busca un objeto en una determinada dimensión espacial, para así dividir la totalidad de la imagen en regiones o "grupos de píxeles conectados" con una cierta homogeneidad que se pueden denominar objetos imagen. El algoritmo empleado para generar dichos objetos, esta basado en la minimización de una heterogeneidad que tiene en cuenta el color y la forma del posible objeto a crear; a partir de la evaluación de la heterogeneidad resultante al adicionar un píxel a un objeto existente, si el valor establecido de heterogeneidad excede un determinado umbral o valor, se genera un nuevo objeto y no se añaden más píxeles a este, se trata entonces de generar objetos a partir de una técnica de crecimiento de regiones que minimizan la heterogeneidad promedio de los mismos.

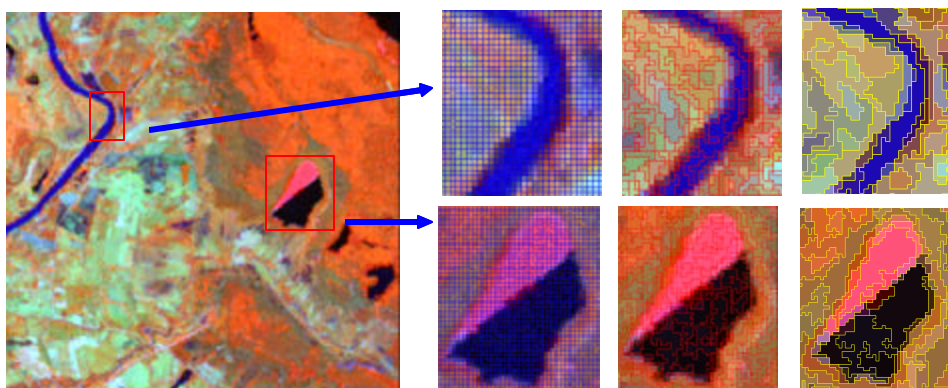


Grafico No. 14. Proceso Segmentación

Como se puede ver en la ilustración anterior correspondiente a la imagen **10054**, a medida que se permite una mayor variación en la heterogeneidad de los objetos a crear (de izquierda a derecha en las dos zonas ampliadas), se obtienen nuevos objetos (zonas o áreas delineadas en colores azul, rojo y amarillo en cada uno de los cortes) que al agrupar una determinada cantidad de píxeles con un alto grado de correlación espectral, tienden a representar mejor aquellas áreas con un determinado significado espacial, en este caso zonas con vegetación de Ciénaga, ciénagas, y zonas de bosque en el corte inferior; así como ríos y zonas de pastos en el corte superior. Mientras mayor sea la variación permitida para los objetos, mayor cantidad de píxeles agruparan, y por ende se observara que estos presentan una mayor variación espectral.

Dado que este criterio no solo esta en función de la variabilidad en color (valor digital de los píxeles en las bandas que se determinen adecuadas para la segmentación), sino además de una variabilidad en forma, que considera el cambio en la geometría del objeto que se produce cuando se adiciona un píxel, se busca entonces que la nueva forma del objeto se ajuste a dos modelos que describen formas ideales. Un parámetro permite ajustar la *Lisura* o linealidad de los bordes, garantizando que los objetos generados posean bordes lisos que se aproximan a formas geométricas más rectas; y un parámetro de *compactación* que permite que los objetos generados se ajusten a formas compactas, es decir permite la obtención de objetos que se aproximan a formas circulares, garantizando que posean una geometría mas regular y por ende un menor comportamiento fractal. La definición de una correcta correspondencia de dichos parámetros: Color y Forma que es compuesto a su vez por los parámetros de lisura y compactación, permite generar objetos coherentes con los objetivos de la clasificación. En la ilustración anterior, se puede observar como se generan objetos de acuerdo a una segmentación donde solo es permitida una variabilidad en

forma, y solamente por la definición del criterio de compactación; como se observa en los dos cortes superiores los objetos generados no poseen ningún sentido ni coherencia con la información disponible, pero si tienden a presentar una forma geométrica un tanto regular; mientras que en los cortes de la parte inferior, la segmentación realizada permitió generar objetos que en un alto grado representan la información existente, y esto ha sido posible al asignar una adecuada correspondencia entre los criterios de forma y color. Para las segmentaciones realizadas en la presenta aplicación, se definió una correspondencia máxima de 80% para la variabilidad permitida en color, y un 20% para la permitida en forma; y del mismo modo se definió que el máximo de variabilidad permitida por los criterios de Lisura y Compactación sería del 80% y 20% respectivamente.

El proceso de clasificación realizado mediante lógica difusa hace uso de lo que se conoce como clasificadores suaves (soft classifiers). Un clasificador suave permite otorgar membresías (valores que representan el grado de pertenecía o posibilidad de asignación) a los objetos a cada una de las clases, estos valores no son absolutos sino que toman en cuenta la variación espacial de coberturas en la superficie terrestre. Su principal ventaja es la de dirimir conflictos en zonas de alta heterogeneidad, permitir otorgar valores de membresía a más de una clase y calcular probabilidades de pertenencia a otras clases. Desde este punto de vista un clasificador suave se aproxima más a la incertidumbre del conocimiento humano acerca del mundo y conllevan a resultados que están mucho más relacionados con nuestra forma de pensar y de percibir el entorno.

Los posibles valores de membresía varían en un rango entre 0 y 1, mientras que en los sistemas clásicos de clasificación binaria, estos toman valores absolutos de cero o uno. Un valor de uno en la teoría binaria representa una membresía total mientras que un valor de cero representa una membresía nula. Para la lógica difusa las membresías de un píxel o grupo de píxeles toman valores continuos entre cero y uno, valores que representan el grado de pertenencia de estos a determinada clase. La asignación de dichos valores se realiza de acuerdo a funciones específicas que de acuerdo a un rango definido (determinados por un mínimo y máximo) establecen un valor correspondiente, este concepto puede ser ilustrado de la siguiente manera:

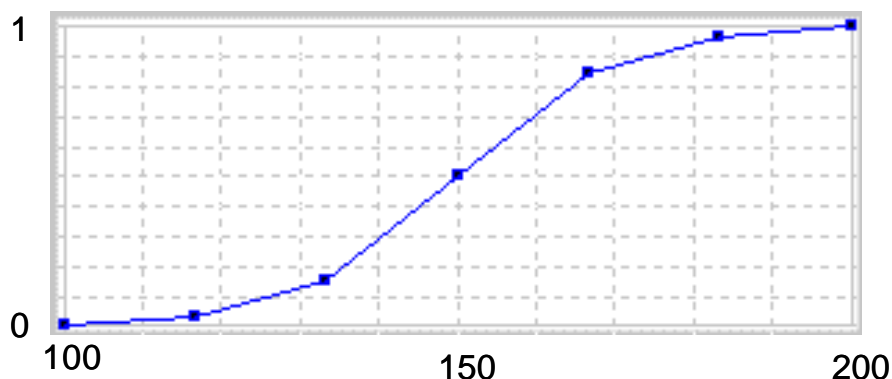


Gráfico No. 15. Membresías

Se desea definir una clase A, cuya principal característica es que todos aquellos objetos que la conforman tienen valores del atributo X, siempre superiores a 180, pero se podría decir que a partir de un valor de 150, los objetos podrían representar en un buen grado pero no absolutamente a la misma clase (se define clase como el conjunto de información espacial que bajo un determinado comportamiento espacial y espectral representa la información que se desea clasificar, pastos, ríos, bosques, etc). Si un determinado objeto posee un valor en el atributo X inferior a 100, el valor de membresía para dicho objeto a la clase A, sería 0 (atributo se podría definir como una propiedad propia del objeto, que resulta de algunas operaciones matemáticas entre los píxeles que lo componen medias, desviaciones estándar, razones etc. o entre los objetos que lo circundan o delimitan jerárquicamente, distancias, áreas relativas, longitud de los límites que comparten etc.), es decir con seguridad se puede decir que el objeto no pertenece a dicha clase; si el valor del atributo X está entre 140 y 160, los valores de membresía oscilarán también entre los 0.4 y 0.6, es decir que el objeto puede o no pertenecer a la clase A, pero es mucho más seguro que no lo sea; mientras que para valores superiores a 170, los valores de membresía serán superiores a 0.75, es decir que los objetos clasificados como clase A, por cumplir un determinado requerimiento en el atributo X, y con membresías cercanas a 1, estarán representado adecuadamente dicha clase.

Definir un muestreo adecuado, es decir objetos que son representativos de una determinada clase, por determinada respuesta espectral, permite que al igual que en un sistema de clasificación píxel a píxel, se pueda establecer por medio de distancias euclidianas en un determinado espacio muestral, la asignación a una clase, pero en este caso no una asignación binaria o absoluta, sino de acuerdo con el grado de similitud del objeto a la muestra tomada, de nuevo, el valor de asignación o de membresía se realiza con respecto a la distancia existente entre el objeto y la muestra, a menor distancia mayor será el nivel de membresía y viceversa.

De esta forma y como se muestra a continuación se hace posible llevar a cabo una clasificación no solo sobre las características espectrales de las coberturas, sino que en base a las características de los objetos que las representan, se pueden obtener diferentes tipos de funciones y métodos de clasificación. Los diferentes tipos de operaciones multibanda, tales como índices, relaciones entre bandas u otro tipo de operaciones aplicables aun objeto, hacen que la discriminación de determinadas coberturas sea mucho mas directa,; de igual forma es posible desarrollar y aplicar un gran numero de funciones relacionales, que permiten a través del análisis de las propiedades de determinada cobertura (el conjunto de los objetos que la componen), determinar de una mejor manera las relaciones y diferencias que existen entre esta y otras coberturas existentes, facilitando en muchos casos las tareas de clasificación.

Segmentación

Realizada la segmentación se observa como los objetos delimitan áreas homogéneas, y como sus límites, son a su vez los límites entre diferentes coberturas en la imagen 09054, se puede decir entonces que los resultados del proceso de segmentación para esta y las restantes imágenes son adecuados.

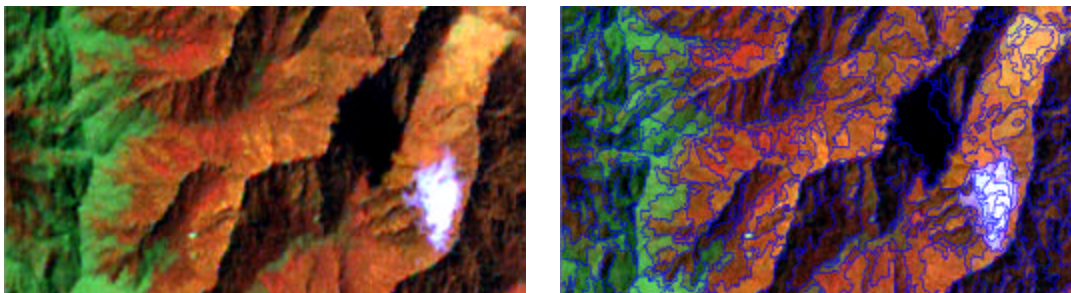


Gráfico No. 16. Proceso de segmentación

Muestreo

Se toman las muestras necesarias para cada una de las clases o coberturas definidas, en el caso de coberturas homogéneas (cuerpos de agua, bosque primario) solo es necesario definir un objeto que represente adecuadamente la cobertura objetivo. Mientras que para otro tipo de coberturas la toma de varias muestras permite una mejor clasificación.



Gráfico No. 17. Proceso de muestreo

Clasificación

Se realiza entonces el proceso de clasificación, a través de un clasificador por distancia (nearest neighbor), que determina el grado de pertenencia de cada uno de los objetos en la imagen, a cada una de las clases que se han definido a partir de la distancia existente entre estos y las muestras definidas; únicamente el mayor valor de membresía, que representa la menor distancia y por ende una mayor similitud con la muestra, permite definir la asignación a la respectiva clase.

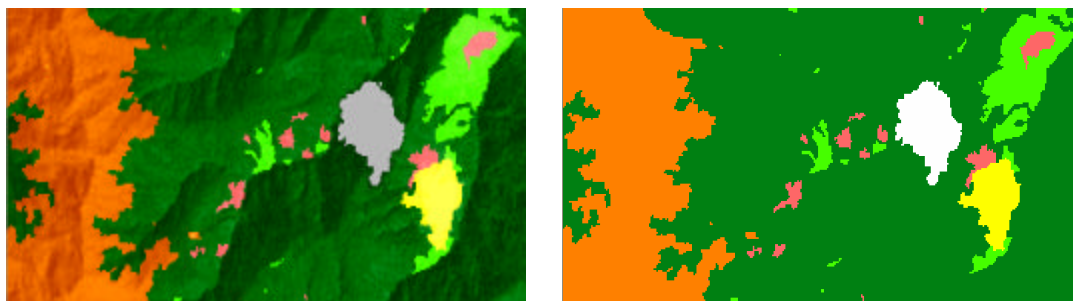


Gráfico No. 18. Proceso de clasificación

De esta forma se clasificaron coberturas como Centros Poblados en la imagen 10054, Pastos, Algunos sectores de Bosque Primario y Secundario en las imágenes 10054, 10055 y 09054, Rastrojos y Ríos. En el caso de coberturas como Pastos, Cultivos y Vegetación baja, se realiza primero un proceso de muestreo como se explico anteriormente, y posteriormente como se muestra a continuación se hizo necesario la diferenciación y clasificación de estas por otro tipo de atributos.

El uso de atributos es útil también para los propósitos de la clasificación, en este caso se utilizan las características que presentas dos coberturas en la Banda 4 (Infrarrojo Medio) de la imagen **10054** (gráfico No. 17), para clasificar de la mejor forma posible las zonas de interés.

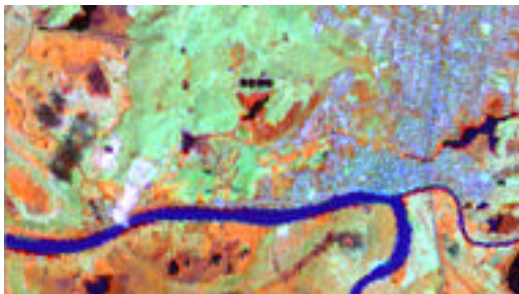


Gráfico No. 19



El análisis de las características o valores que presentan los objetos en determinados rangos de una función, son la base para el establecimiento de los valores de membresía a una determinada clase. En este caso se analizan los valores que presentan las zonas que corresponden en la imagen a bosque secundario, en la función denominada Razón entre Bandas (el valor del objeto en la banda 4, dividido por la suma de los valores del mismo en las demás bandas de la imagen, el rango de dicha función va de 0 a 1. Se pueden discriminar dichas zonas a partir de valores superiores a los 0.258 (en tonos azules en la imagen del gráfico No. 18); a partir de dicho valor se define la correspondiente función de membresía a la clase, y se obtiene una clasificación en donde solo aquellos objetos que cumplen dicho requerimiento, poseen valores de membresía altos y se considera entonces como objetos de la clase bosque secundario (gráfico No. 19).

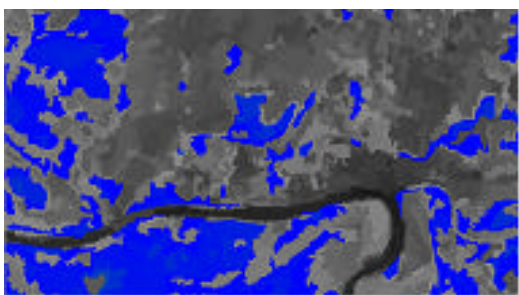


Gráfico No. 20

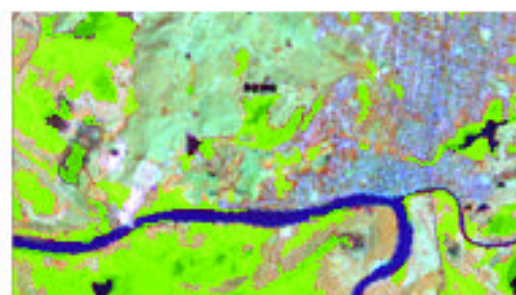



Gráfico No. 21

 Bosque Secundario

Pero como se podrá observar, algunos de los objetos clasificados son en realidad cuerpos de agua, es por ello que se requiere definir una función de membresía para esta nueva clase, y así poder asignar correctamente los objetos que se encuentran mal clasificados. Para este caso se emplea el valor de la *Media* del objeto en la banda 4 (la suma de los valores en la banda 4 de cada uno de los píxeles del objeto, dividido por el número de píxeles que lo conforman). Se caracterizan estas coberturas por presentar valores digitales bajos en dicha banda, inferiores a 90 (objetos en tonos verdes y azules en la imagen de la gráfica No. 19,

y a partir de la construcción de la función de membresía, se obtiene entonces la clasificación para las dos coberturas, mientras que se clasifican adecuadamente ambas coberturas, aquellos objetos que estaban clasificados como bosques, y cuya membresía a la clase cuerpos de agua es mayor a partir de la nueva función, ahora pasan a ser parte de dicha clase.

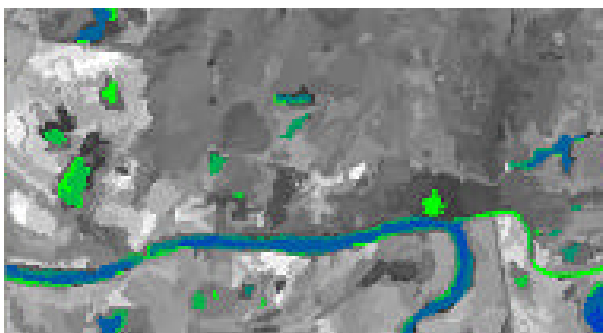


Gráfico No. 22

De esta forma se clasificaron directamente en las imágenes coberturas como: Nubes a partir de valores de brillo superiores 150, al igual sombras por valores en el mismo atributo inferiores a 80 y por encontrarse generalmente a una distancia en píxeles inferior a 30, a objetos clasificados como nubes. Para el caso de coberturas como ciénagas en la imagen 10054 se aplicaron atributos de forma, es decir a diferencia de cuerpos de agua como ríos que son mas largos que anchos, las ciénagas presentan bordes y formas mas regulares, se utilizan entonces atributos de clasificación como la relación largo/ancho del objeto con valores inferiores a los 2.3; mientras que para la clasificación de otro tipo de cuerpos de agua, como estanques y embalse, se aplican atributos de área, a menor sea el área de un objeto o menor numero de píxeles lo formen y que presenten una respuesta espectral característica de un cuerpo de agua, este será clasificado como estanque, por lo general este valor varia entre 4 y 15 píxeles.

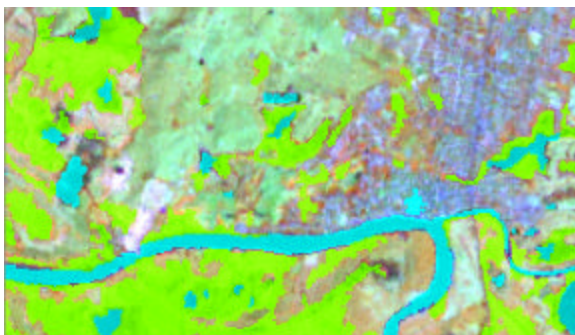


Gráfico No. 23 – Clasificación obtenida a partir del uso de atributos

En el caso de la clasificación de zonas de cultivos, en las imágenes 10054, y 09054 dadas las características de este tipo de coberturas a presentar bordes definidos, que contrastan con las coberturas adyacentes, se utilizaron atributos de forma y área, para su diferenciación de zonas de pastos, rastrojos, vegetación baja y bosques. En zonas de presencia de vegetación de manglar en la imagen 10054 la diferenciación a coberturas como bosque primario, se realiza de acuerdo a la distancia de este tipo de vegetación a ciénagas, y en otros casos en la misma imagen se aplica un enmascaramiento de dichas zonas para su posterior clasificación por medio muestras. La clasificación de coberturas como pastos, rastrojos y vegetación baja se hace en base a atributos como razón entre bandas en las imágenes 10054, 10055 y 09054 con valores superiores a los 0.22, y por medio de la desviación estándar de los objetos en las bandas 3, 4 y 5 en las imágenes 09055 y 09054, con valores entre los 1.2 y 3.5, 1 y 2.1 y 2.6 y 3.2 respectivamente.

La clasificación de Centros poblados en la imágenes 09055, 09054 y 10054 se realiza a partir de atributos texturales obtenidos de la Matriz GLCM o Matriz de Coocurrencia de grises de las bandas 1 y 2, se analizan en especial el Segundo y Cuarto Momento (Contraste y Entropía) donde los valores de dicha cobertura oscilan entre los 11 y 20 en el primer momento en ambas bandas, y entre los 100 y 180 en el segundo momento también para las dos bandas. La clasificación de otros Rasgos Culturales como vías, se realiza a partir de la digitalización sobre las imágenes en el software PCI Geomatica 9.

2.4.2 Verificación de campo

Seguidamente de la clasificación preliminar, se imprimió en papel la clasificación a escala 1: 100.000, con el fin de verificar, validar y en algunos casos modificar temática y espacialmente las unidades por parte de los profesionales de la CVS, y apoyados en cartografía base extraída a partir de las imágenes como ríos, vías e información secundaria como hipsometría.

2.4.2.1 *Ajuste y generación de la clasificación vectorial definitiva de Cobertura Vegetal*

Una vez efectuadas las modificaciones de las unidades tanto temática como espacialmente, propuestas por los profesionales de la CVS, se procedió a procesar la imagen raster clasificada, con el objeto de obtener la vectorización, y poligonización de las unidades con sus respectivos atributos de cobertura vegetal, área y perímetro. A solicitud de los profesionales de la CVS, se eliminaron aquellos polígonos inferiores a 15 hectáreas y que según la escala de trabajo no serían cartografiables.

2.4.2.2 Salida gráfica final digital y análoga

Se generó un archivo raster de la clasificación con extensión tif y un archivo vector con extensión shp, así como un archivo de impresión a escala 1:100.000 con extensión prt y su respectiva copia análoga como salida final. Complementariamente y como elemento de documentación, este nivel de información está acompañado de un archivo en formato xls con la metadata, que describe las condiciones del producto.

2.5 Captura digital y estructuración de los mapas temáticos de geología y suelos

Este proceso de captura se realizó semi-automáticamente a través de la digitalización de las planchas escaneadas y previamente orientadas con mínimo seis (6) puntos, cuatro (4) en las esquinas y dos ó más al interior en cruces de cuadrícula, arrojando una desviación estándar acorde a las necesidades del proyecto y la escala del mapa (0.002 mm a la escala del mapa), con la utilización del software Raster Design 2004 de Autodesk.

La información geoespacial de geología, está estructurada siguiendo los lineamientos del estándar de INGEOMINAS versión 1.1. "Estándares Cartográficos y de manejo de información gráfica para mapas geológicos departamentales y planchas escala 1:100.000", aplicada en el estudio en cinco niveles de información del Diccionario de datos para coberturas de Geología. En el cual el primer nivel de información "UCG_P" corresponde a las unidades geológicas definidas como topología de polígono, con su respectivo atributo "COD" que representa el nombre abreviado de la unidad; un segundo nivel de información "UCG_P" corresponde a los contactos de las unidades geológicas definidas como topología de líneas, con su respectivo atributo "COD" que representa el código numérico de identificación del tipo de contacto, y el atributo "OBJETO" como la descripción o nombre del tipo de contacto de las unidades geológicas; un tercer nivel de información "FGE_L" corresponde a las fallas geológicas definidas como topología de líneas, con su respectivo atributo "COD" que representa el código numérico de identificación del tipo de falla, y el atributo "OBJETO" como la descripción o nombre del tipo de falla; un cuarto nivel de información "LMT_L" corresponde a los lineamientos geológicos definidos como topología de líneas, con su respectivo atributo "COD" que representa el código numérico de identificación del tipo de lineamiento o estructura plegada, y el atributo "OBJETO" como la descripción o nombre del tipo de lineamiento o estructura plegada; y finalmente un quinto nivel de información "DMS_L" corresponde a los datos fotogeológicos definidos como topología de

punto, con su respectivo atributo "COD" que representa el código numérico de identificación del tipo de datos estructurales (buzamientos), y el atributo "OBJETO" como la descripción o nombre del tipo de datos estructural.

Las unidades de suelos, se estructuraron vectorialmente como topología de polígono, con sus respectivos atributos de clase agrológica, símbolo, así como sus atributos inherentes a su geometría como área y perímetro.

2.5.1 Revisión y validación

Como control de la información generada a partir de información secundaria se imprimieron los mapas preliminares, que fueron objeto de revisión y validación tanto temática como espacialmente por parte de los funcionarios de la CVS.

2.5.2 Salida gráfica final digital y análoga

Se generaron los archivos tipo vector con extensión shp, así como un archivo de impresión a escala 1:100.000 con extensión prt y su respectiva copia análoga como salida final. Complementariamente y como elemento de documentación, este nivel de información esta acompañado de un archivo en formato xls con la metadata, que describe las condiciones del producto.

2.6 Diseño Del Sistema De Información Geográfico

En esta sección se presenta el desarrollo del sistema de información geográfico que se implementó para la Fase de Diagnostico del Proyecto (SIG POMCA)

El diseño del SIG POMCA se realizó en cuatro fases:

1. CONCEPTUALIZACIÓN

- a. Definición de los objetivos que persigue el SIG de acuerdo a las necesidades planteadas y a los lineamientos de la CVS
- b. Desarrollo del inventario de la información existente y que pueda contribuir al desarrollo del SIG.
- c. Análisis de los contextos temáticos que se relacionan en el sistema
- d. Inventario de necesidades temáticas

2. DISEÑO

- a. Determinación de lineamientos básicos del sistema
- b. Desarrollo del modelo conceptual, Entidad - Relación y cartográfico.
- c. Generación de una estructura de datos organizada

3. DESARROLLO Y MONTAJE

- a. Adecuación de la información existente para ingresar al sistema
- b. Generación de bases de datos y temas georreferenciados.
- c. Desarrollo de proyectos temáticos.

4. PRUEBAS Y RESULTADOS

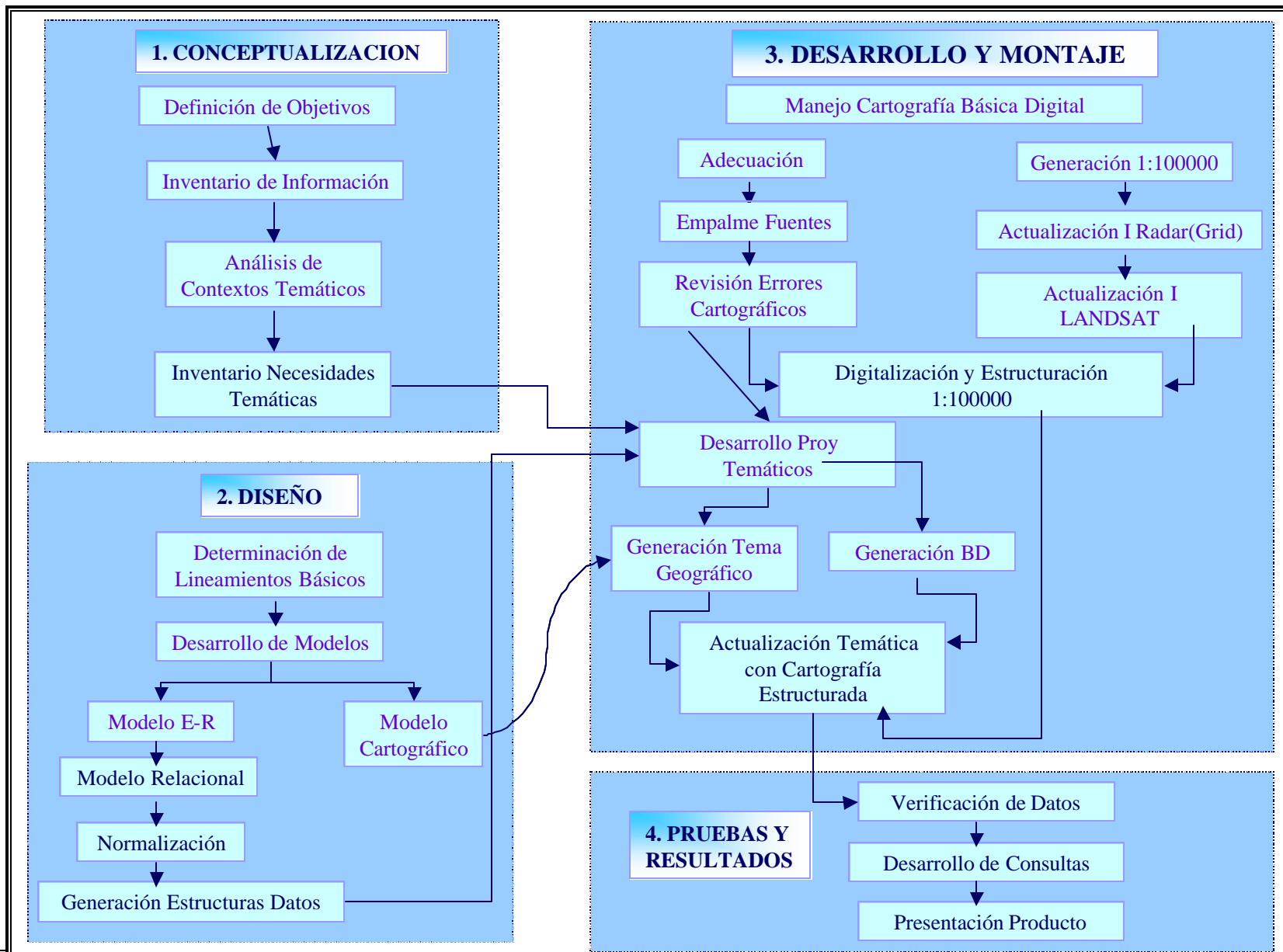
- a. Verificación de los datos subidos al sistema comparados con la realidad de la zona
- b. Desarrollo de consultas o análisis de datos
- c. Presentación del producto.

2.6.1 Introducción al SIG POMCA

Además de todos los componentes propios del ordenamiento de la cuenca que la caracterizan y califican se determinó generar uno adicional que integra el componente espacial de la información mediante la implementación de un SIG que tomara la cuenca como una unidad integral de elementos físicos, biológicos, sociales, culturales y económicos que conllevan a generar la unidad de planificación.

Dicho SIG deberá permitir a la CVS en forma posterior a la implementación generar consultas y tomar decisiones sobre la optimización de los recursos implícitos en la cuenca de acuerdo a la información de los diferentes estudios o modelos que se hayan ingresado al sistema.

Grafico 24. Modelo General Diseño SIGPOMCA



Como se mencionó anteriormente la generación del sistema propuesto se dividió en cuatro fases. La etapa de conceptualización se desarrolló sobre las necesidades del diagnóstico de la cuenca, mientras que para la etapa de diseño se tomó parcialmente el modelo conceptual del SIG que se está desarrollando para la CVS, con el fin de integrarlo a las necesidades que la cuenca del río Sinú plantea para la Corporación.

El desarrollo y montaje se dirigió a la elaboración del diagnóstico, además del establecimiento de los insumos básicos como coberturas (.shp), Proyectos (.apr), imágenes (.img) y archivos de impresión (layouts) para el posterior ingreso al SIG de la CVS.

2.6.2 Fase de Conceptualización

2.6.2.1 *Objetivo del SIG POMCA*

Generar el sistema de información geográfico para el ordenamiento y manejo integral de la cuenca hidrográfica del Río Sinú como unidad de planificación en su etapa de diagnóstico.

2.6.2.2 *Inventario de la información existente*

El inventario de la información se realizó especialmente para los archivos digitales que se encontraban disponibles en la CVS que en su mayoría correspondieron a los presentados por los planes de ordenamiento territorial de los diferentes municipios. De la cartografía básica se analizaron los encontrados en formato análogo y digitales que estaban dentro de la corporación.

El archivo de inventario se desarrolló en excel (Ver archivo adjunto y Anexo 1 *Inventario Información Cartográfica y Temática CVS*) donde usando filtros se facilitan las consultas por los diferentes datos ingresados en las columnas así:

- Tipo de Información: Si es digital o análoga (papel)
- Escala Aproximada: Escala en que se desarrolló
- Año: Año del mapa
- Tipo de Archivo: según el software utilizado (shp, dwg, dxf, img, etc)
- Nombre mapa o número cartográfico
- Origen: Para el departamento de Córdoba se encuentran dos orígenes cartográficos el Oeste (Buenaventura) y el Central (Bogotá)
- Fuente: De que fuente o estudio se obtuvo la información
- Calificación:

✓ Apta: Puede ingresar al sistema directamente sobre origen Bogotá (centro)

- ✓ Apta_Oeste: Puede ingresar al sistema pero debe cambiarse a origen Bogotá (centro), por encontrarse con origen Buenaventura (Oeste)
- ✓ Adecuar: Los archivos se encuentran como .dxf ó dwg y deben transformarse a Shp, están georreferenciados, cambio de origen a Bogotá y estructuración básica de información
- ✓ Adecuar_Shp: Los archivos se encuentran como Sh, exportados de dxf o dwg, están georreferenciados, hay que hacer cambio de origen a Bogotá y unión de coberturas entre planchas
- ✓ No georef: Información que no se encuentra georreferenciada y solo funciona como archivo de impresión en CAD ya que para ingresar al sistema hay que hacer un proceso de georreferenciación y estructuración al sistema
- ✓ No abre: Información que presenta errores originales de archivo y no se visualiza o crea errores en el sistema.
- Observaciones
- Ruta de Acceso actual: Donde se encuentra el archivo ubicado

Análisis de Contextos Temáticos

El esquema de ejecución del proyecto Pomca Río Sinú fue concebido de acuerdo con los lineamientos que para tal fin estableció el comité operativo del convenio No.192026 y que consistió en las siguientes fases:

- Inventario de la información temática y cartográfica existente
- Elaboración de términos de referencia para la contratación del primer grupo de profesionales que desarrollaron el diagnostico (sociólogo, ingeniero ambiental, biólogo e ingeniero auxiliar).
- Determinación de necesidades de equipos y software.
- Recopilación de información primaria
- Procesamiento y elaboración del informe
- Elaboración de términos de referencia para la contratación del segundo grupo de profesionales.
- Recolección de información primaria y secundaria
- Análisis y procesamiento de la información
- Elaboración de mapas temáticos

El proceso del SIG del POMCA dio inicio a partir de la contratación del segundo grupo de profesionales y a partir de allí se estructuró el sistema de información del proyecto.

Las actividades a desarrollar partieron de lo establecido en el decreto No.1729 de ordenamiento de cuencas para la fase de diagnostico cuyas actividades son:

- Delimitación, extensión, localización y situación ambiental de la cuenca hidrográfica.
- Zonificación ambiental de la cuenca (generación de línea base)
- Caracterización físico - biótica
- Caracterización socioeconómica y cultural de la población
- Inventario y caracterización de los recursos naturales
- Inventario específico del recurso hídrico
- Inventario detallado de los usuarios y usos actuales y potenciales de los recursos naturales renovables de la cuenca.
- Identificación de Amenazas, conflictos e impactos

A partir de las actividades mencionadas se dio inicio al trabajo conjunto con el grupo del proyecto para establecer los lineamientos para después definir en forma individual las entidades, atributos y relaciones. La escala de trabajo en que se desarrolló la fase de diagnóstico fue de 1:100.000

Inventario Necesidades Temáticas

Teniendo en cuenta los contextos anteriormente mencionados y de acuerdo a lo observado con los profesionales de las diferentes áreas temáticas se determinó que las necesidades temáticas y a su vez las consultas que responden el proyecto en su escala de trabajo son:

- Caracterización Hídrica e Hidrológica de toda la Cuenca Hidrográfica del Río Sinú: Incluyó la determinación de los principales cauces, cuerpos de agua, determinación de áreas, longitudes, Densidad de drenaje, Orden y pendientes.
- Localización Nacional, Departamental y Local de la cuenca: Contiene el entorno nacional, la ubicación dentro del departamento con áreas, extensiones, límites municipales y sectorización de la cuenca
- Información Social de la cuenca: Tiene en cuenta información sobre educación, salud, demografía, indicadores sociales, desplazados, ONG`s y grupos étnicos
- Información sobre Infraestructuras Municipales: Temas relacionados con acueductos, alcantarillados, captaciones de agua, rellenos sanitarios, mataderos, plantas de tratamiento de aguas residuales y aguas negras, Distribución de Gas domiciliario y luz, pistas de aterrizaje, canales y distritos de riego entre otros.

- Información sobre calidad de agua: contiene parámetros de color, pH, Hierro, Oxígeno Disuelto y Demanda biológica de Oxígeno.
- Información sobre Usuarios del recurso agua, suelo, flora y fauna
- Temas físicos de geomorfología, pendientes, geología, suelos. Contienen además todos los temas asociados como ubicación de minas, fallas, contactos y plegamientos.
- Información sobre Amenazas por Inundación, Deslizamientos y Sísmica.
- Tema de Cobertura y Uso Actual del Terreno
- Localización de ecosistemas municipales, departamentales y de áreas de conservación especial ó de interés ambiental y la flora y fauna asociada.
- Información Climatológica que contiene las estaciones hidrométricas, climatológicas, isoyetas, isotermas, evapotranspiración, pisos térmicos, zonas climáticas y zonas de vida.
- Información económica que contenga el estado de tenencia y producción de la cuenca
- Información Recurso Ictico que relaciona todo el tema de pesca, las áreas sensibles, asociaciones y proyectos piscícolas en la cuenca.

2.6.3 Etapas de Diseño

Lineamientos básicos del Sistema

Conformación De la Red SIGPOMCA

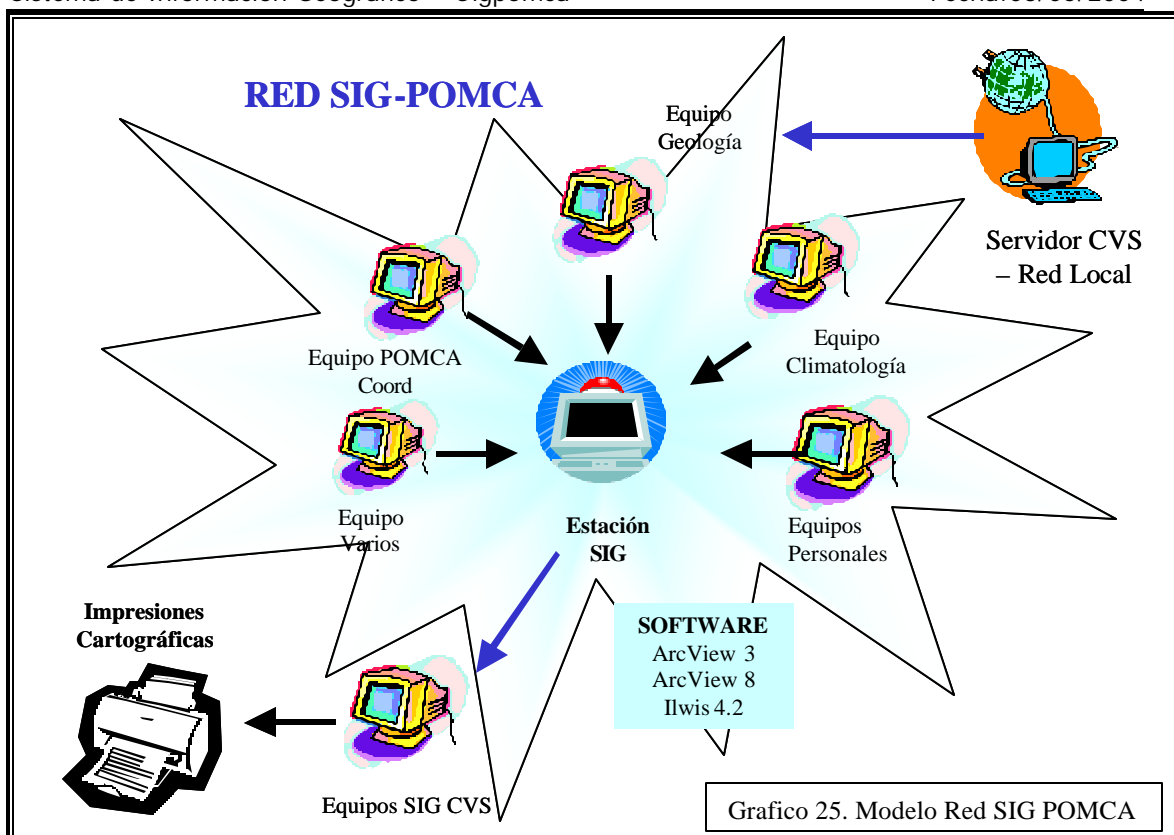
El Sistema de Información Geográfico del Proyecto POMCA se concibió como tipo monousuario; es decir cada profesional maneja su información dentro del equipo de computo asignado y desde allí por la red interna de la CVS se traspasa al Equipo central del SIGPOMCA. La información ingresada a este fue la seleccionada y clasificada en tablas e imágenes de acuerdo al modelo relacional planteado para el proyecto.

En los equipos de geología, climatología y biótico se manejó información bajo formato de SIG, debido a que los profesionales de estas áreas fueron capacitados para generar su información temática estructurada bajo Arcview, contribuyendo así en la implementación de la información del SIGPOMCA. Por lo que en la estación

de trabajo se organizó y generó mapas temáticos adicionales como el de calidad de agua, infraestructura, producción, socioeconómico, subcuencas, cobertura y uso actual, entre otros. Además de las operaciones relacionales solicitadas para la generación de nuevos temas.

Adicional a los trabajos anteriores dentro de la Estación SIGPOMCA se realizó el Diseño conceptual del SIGPOMCA, la interpretación de imágenes de satélite, la revisión y adecuación de la cartografía básica y todos los procesos de impresión, ingreso y consulta de información.

A continuación se describen las especificaciones técnicas del equipo de trabajo donde se realizó el proceso de diseño e implementación del SIG: Estación de Trabajo DELL Precisión 4 con Procesador Intel (R) Xeon 3.0 Hgz, 1 Giga en RAM, Capacidad de almacenamiento de 74 GB y sistema operativo Windows 2000. El Software con el que se contó fue con una licencia de ArcView 8.3 adquirida por el Proyecto y Licencia de Arview 3.2 suministrada por la CVS.



La escala de trabajo con la que se diseñó e implementó el SIGPOMCA fue de 1:100.000 que permite dimensionar el territorio en forma regional. La escala fue determinada teniendo en cuenta la extensión de la cuenca (1'395.244 Has) y el nivel de detalle de la información existente.

Todos la información temática fue generada, revisada y estructurada con base cartográfica 1:100.000 y para algunas zonas se actualizó y detalló con fotografías aéreas. Los niveles de píxel de las imágenes fueron ampliados para extracción de información a 1:50.000 permitiendo un mejor proceso de generación de polígonos a 1:100.000.

La información que no se podía conectar con una base geográfica física fue plasmada mediante el desarrollo de límites inferidos de cartografía básica, como es el caso de la información socioeconómica trabajada con límites municipales; las subcuencas hidrográficas, líneas de isoyetas, isothermas e incluso el límite de la cuenca del Sinú entre otros.

2.6.4 Calidad de la Información

Durante el proceso de generación de temáticos e implementación de la información se realizaron diferentes procesos de revisión; entre otros se utilizó un Global Posición System (GPS) Garmin Etrex Vista mediante el cual se verificó la georeferenciación de la base cartográfica estructurada para el proyecto en sitios como canteras, areneras, estaciones, vías, centros poblados, cultivos, acueductos, sistemas de tratamientos, etc. Se puede decir que el 90% de los puntos ingresados al sistema fueron georeferenciados dentro de los procesos temáticos del proyecto generando una exactitud geográfica o posicional dentro del sistema.

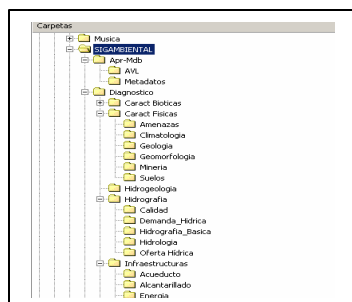
La información general que no era necesaria georeferenciar se analizó y determinó de la conjugación de todas las fuentes posibles de información conocidas para obtener documentos y tablas de información actualizados en tiempo y en exactitud. Dichas fuentes se pueden observar en los metadatos respectivos a cada tema.

Con respecto a la información cartográfica básica se realizó un proceso minucioso de revisión de la información generada por la firma Geospatial Ltda, para que respondiera a una consistencia lógica y estructural, sin embargo se presentan algunas discrepancias con las curvas de nivel y algunos drenajes por las dificultades en la adquisición y/o consecución de información.

2.6.4.1 Organización de la Base de Datos SIGPOMCA

La información ingresada al sistema fue guardada bajo la siguiente ruta de acceso y se hace necesario conservarla así dentro del disco duro (C:) si se quiere acceder a los proyectos y mapas generados.

Esta base puede ser consultada también en excel bajo filtros si se quiere conocer de forma rápida la información existente. La Carpeta principal es la que se ubica en el disco duro y las subcarpetas son las que en orden consecutivo le siguen



Grafica 26. Visualización
Estructura de Directorios

Carpeta Principal	Carpeta Orden 1	Carpeta Orden 2	Carpeta Orden 3	Contenido Información
SIGAMBIENTAL	Apr - Mdb	Apr-Mdb		Proyectos de Arcview3 y los Mapas de Arcview 8
		Avl		Archivos de Colores para cada Tema
		Metadatos		Metadatos de la información ingresada al sistema
	Diagnostico	Características Bióticas	Cobertura	Cobertura del Departamento y La Cuenca Sinú
			Ecosistemas	Ecosistemas Cuenca y Áreas Mpaes
			Fauna	Listados Especies y Usuarios recurso Fauna
			Flora	Listados Especies y Usuarios recurso Flora
		Características Físicas	Amenazas	Amenazas por Inundación, Sismicidad y Movimientos en masa
			Climatología	Isoyetas, isotermas, ETP, Zonif Climática, Zonas vida, Estac climáticas
			Geología	Contactos, Estructuras, Fallas, Geología
			Geomorfología	Paisaje, Gran Paisaje, Subpaisaje, Geomorfología
			Minería	Areneras, Canteras
			Suelos	Aptitud Uso, litología, Deslizamientos, Pendientes, usuarios Rec Suelo
		Hidrogeología		Captaciones Agua Subterráneas
		Hidrografía	Calidad	Todo lo referente a calidad de agua y parámetros de evaluación
			Demanda Hídrica	Usuarios del Recurso Agua
			Hidrografía Básica	Corrientes Principales y Cuerpos de Agua
			Hidrología	Estaciones Hidrometricas, Area estaciones, subcuencas
			Oferta Hídrica	
		Infraestructuras	Infraestructura	Inf General de Infraestructuras
			Acueducto	Información Municipal
			Alcantarillado	Información Municipal
			Energía	Información Municipal
			Gas	Información Municipal
			Mataderos	Información Municipal
			Residuos	Información Municipal
		Socioeconómico	Demografía	Información Municipal
			Desplazados	Información Municipal
			Educación	Información Municipal
			Empresas	Información Municipal
			Etnias	Información Municipal
			Grupos Ilegales	Información Municipal
			ONG	Información Municipal
			Producción y Extracción	Inf por municipios de cultivos, proyectos piscícolas, Bovinos y Pastos
			Salud	Información Municipal
	Generalidades	Córdoba		Información General a todos los temas por Departamento
		Nacional		Información General a todos los temas del país
		Sinú		Información General a todos los temas para la Cuenca del Sinú

2.6.5 Generación de Metadatos Geográficos

Los metadatos geográficos son documentos informativos que referencian la información necesaria y a veces detallada acerca de los procedimientos llevados a cabo para la producción de información geográfica temática ó básica, ya sea en formato análogo ó digital. "Los metadatos geográficos permiten a un productor describir totalmente los datos geográficos de manera que los usuarios puedan entender las presunciones y limitaciones y puedan evaluar la aplicabilidad de los datos para el uso específico de su interés" (ICONTEC, 2001).

La metadata puede suministrar muchos datos acerca de la producción de un tema y de las fuentes a las que se recurrieron para obtenerlo. Para la implementación del SIGPOMCA se implementó una metadata de categoría 1 (Básica), esta se presentan en word y excel.

Para Colombia la entidad encargada de estandarizar los métodos usados es el Instituto Colombiano de Normas Técnicas y Certificación (ICONTEC) mediante la Norma Técnica Colombiana NTC 4611 Referida a la Información Geográfica. Metadatos. Esta norma es una adaptación de las Normas impuestas por ISO Internacional y que también se encuentra dentro de los estándares usados por el ArcView 8x.

Características del Metadato Geográfico

La NTC 4611 presenta la categoría del metadato en una jerarquía de relaciones y organización de la información, que comprende nueve secciones: Identificación, calidad de los datos, organización espacial de los datos, referencia espacial, entidades y atributos, distribución y referencia de los metadatos; y dos secciones de soporte: Citación y contacto. Estas secciones están subdivididas en tipos de entidad del metadato geográfico que contienen las capas individuales de documentación. El formato suministrado por Esri también contiene estas secciones distribuidas como formato formulario.

Aplicación de la metadata del proyecto

Como se mencionó anteriormente la metadata de los temas puede ser asociada directamente bajo ArcCatalogo de ArcView8 y vinculada a cada tema (Ver Grafica 8). La información de la metadata corresponde a:

1. SECCION IDENTIFICACIÓN GENERAL

- Abstract: Breve resumen de lo que indica el tema

- Purpose: Propósito que se siguió para generar el tema
- Supplemental Information: Información adicional general del proceso de obtención
- Acces Constraints: Restricciones de acceso ó de uso que se le debe dar

CONTACT

- Person: Persona con quien se puede contactar para tener razón del tema
- E-mail
- Telephone: Teléfono donde se pueda ubicar

CITATION

- Title: Título del tema
- Originator: Autor del tema y que responde por su validez temática
- E-mail
- Telephone: Teléfono donde se pueda ubicar
- Publication Date: Fecha de la publicación
- Publication Place: Lugar de la publicación
- Publisher: Publicador ó editor

TIME PERIOD

- Correntness Reference: Periodo de evaluación tenido en cuenta para la realización del tema. Puede ser por una serie de tiempo ó por datos únicos.
- Beginning Date: Fecha de inicio del periodo de datos
- Ending Date: Fecha en que finaliza la toma de muestras

STATUS

- Progress: Estado actual del proceso del tema (Completo, En trabajo, Planeado)

SPATIAL DOMAIN

- North
- South
- East
- West

2. SECCION CALIDAD DE DATOS

DATA QUALITY

- Logical Consistency Report: Reporte general del proceso de realización del tema
- Accuracy Report: Reporte del nivel de precisión de la información
- Explanación: Explicación del reporte

SOURCE INFORMATION – Fuentes de Información

- Title: Título del estudio
- Originator: Autor (es) del estudio
- Source Scale Denominator: Valor de la escala de la fuente de trabajo

- Type of source medio: Medio de comunicación usado con la fuente de información
- Source Citation abbreviation: Nombre o sigla de la fuente
- Source Contribution: Aporte dado por la fuente
- Title: Título del estudio
- Originator: Autor (es) del estudio
- Publication Date: Fecha de la Publicación
- Geospatial Data Presentation Form: Tipo de presentación de los Datos. (Puede ser Document, Map, Model, Profile, Raster digital data, video, View)
- Publication Place: Lugar de la publicación
- Publisher: Publicador o editor
- Correntness Reference: Periodo de evaluación que tuvieron en cuenta para la realización del tema Fuente. Puede ser por una serie de tiempo ó por datos únicos
- Beginning Date: Fecha de inicio del periodo de datos tenidos en el tema fuente.
- Ending Date: Fecha en que finaliza la toma de muestras tenidos en el tema fuente.
- Process Description: Descripción del proceso por pasos
- Process Software, Versión: Software y Versión usada

3. SECCION ORGANIZACIÓN DE LOS DATOS

DATA ORGANIZATION

- Direct Spatial Reference Method: Tipo de dato utilizado (Punto, Raster ó Vector)

4. SECCION REFERENCIA ESPACIAL

GENERAL

- Geographic Coordinate System Name: Nombre del sistema de coordenadas usado
- Projected Coordinate System Name: Nombre del sistema de proyección usado
- Horizontal Datum Name: Nombre del Datum Horizontal
- Elipsoid Name: Nombre del Elipsoide
- Horizontal Coordinate System (local): Nombre del sistema de coordenadas

ENTITY ATTRIBUTE

- Label: Nombre del Atributo
- Definition: Definición General del Atributo
- Definition Source: Definición detallada del atributo y de las siglas usadas

2.6.6 Desarrollo de Modelos

La base de un SIG es el manejo de datos organizados e interrelacionados entre ellos mediante un modelo general que responda a las necesidades planteadas por el usuario. Para generar estas bases en un ámbito geográfico se cuenta con tres tipos de modelos principalmente: Modelo Entidad- Relación, Modelo Relacional y Modelo Cartográfico.

El Modelo Entidad Relación (E-R) es el que presenta de forma sencilla y abstracta el mundo real del tema que se quiere modelar. El modelo está basado en las entidades que son el objeto o cosa del mundo real que se quiere presentar y que llega a ser único dentro del sistema que se monta. A las entidades las describen los atributos que son la información que ellas contienen y que a su vez las caracterizan como únicas (*Ver capítulo de cartografía. Modelo Entidad Relación Proyecto POMCA*).

El último elemento que conforma el modelo E-R son las relaciones, que no es más que la asociación entre las entidades propuestas. Adicionalmente se puede contar con un elemento descriptor que muestra la forma como se relacionan las entidades.

Las entidades pueden tener tres tipos de relaciones: Uno a Uno (1-1), Uno a Muchos (1-n) y Muchos a Muchos (n-n), Dichas relaciones deben contar con las reglas de Integridad de los datos y de la No redundancia entre ellos. Para esto se realiza procesos de normalización en que se rompen las todas las relaciones existentes de muchos a muchos y se verifica la no duplicidad de datos, además de otras características propias de las bases de datos y necesarias para el montaje en un sistema manejador de bases avanzado como sql u Oracle. Esta normalización e implementación se está realizando con el software Acces generando formularios bajo formato de internet, sin embargo este es un producto que se encuentra para implementar en un proyecto posterior (*Ver Grafica 9. Ejemplo Implementación Acces*).

El modelo relacional como tal está elaborado con las mismas bases del modelo E-R, pero su diferencia radica en la representación gráfica de el, ya que este además de mostrar las entidades y relaciones presenta los atributos que contiene cada entidad.

El modelo cartográfico es una aplicación específica de los SIG ya que presenta los contenidos temáticos ingresados al sistema y la forma en que se realizan las operaciones para generar los mapas temáticos (*Ver capítulo de cartografía, Modelo Cartográfico Proyecto POMCA*). Para la cuenca el modelo estuvo fundamentado en siete secciones: cartografía básica, socioeconómico, infraestructuras y coberturas, climáticos, de calidad de agua, físicos y bióticos.

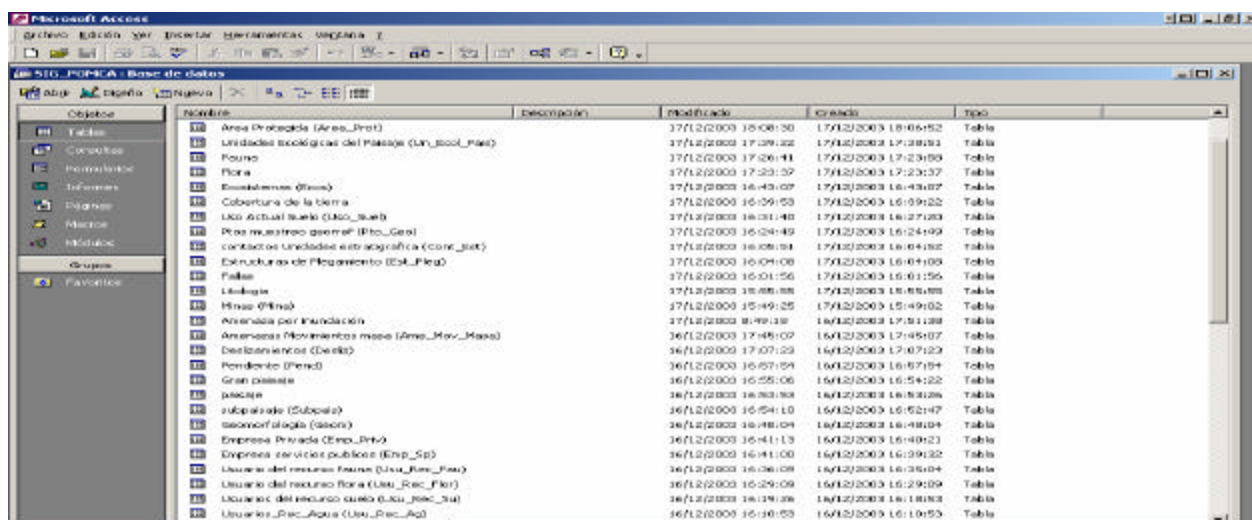
Los mapas básicos tienen en cuenta la interrelación de la cartografía básica (hidrografía, curvas de nivel, centros poblados y vías) para generar nuevos límites geográficos como el límite de la cuenca y de las subcuencas, áreas aferentes a estaciones, revisión y estandarización de límites municipales y departamentales y a partir de todos estos generar mapas como localización nacional y municipal, división política, mapa de subcuencas e hidrográfico entre otros que se pueden observar directamente en el modelo cartográfico.

La sección de aspectos socioeconómicos compara cada indicador social y económico teniendo como base el municipio, al igual que la sección de cobertura de servicios públicos e infraestructura. El tema de calidad del agua refleja el comportamiento teniendo en cuenta las áreas aferentes a las estaciones de muestreo de calidad de agua.

El tema físico contiene la presentación de los temas de geomorfología, geología, amenazas y pendientes. Dentro del tema biótico se encuentran la zonificación ecológica, cobertura actual, los recursos ícticos, uso actual, zonas de vida y presencia de flora y fauna.

Dentro de todos los submodelos se observan operaciones como análisis, sobre posición, interceptación, corte, etc que representan como se realiza las operaciones entre temas determinados para llegar a otro utilizando las herramientas que ofrece el ArcView.

Contar con una buena base cartográfica y temática estructurada, genera la diferencia entre la conceptualización de un sistema de información y un sistema de información geográfico y la validez de los temas ingresados es lo más importante dentro del montaje del SIG; de allí que se haya dedicado dentro del proyecto cuantiosos recursos para revisar y estructurar la cartografía básica y a partir de esta generar una base temática coherente actualizada con la presencia de corrientes, cuerpos de agua, centros poblados y curvas de nivel.



Objeto	Nombre	Descripción	Modificado	Creado	Tipo
Tabla	10 Area Protecida (Area_Pro)		17/12/2003 15:08:30	17/12/2003 15:08:52	Tabla
Tabla	10 Unidades biológicas del paisaje (Un_biol_pais)		17/12/2003 17:29:22	17/12/2003 17:29:51	Tabla
Tabla	10 Puntos		17/12/2003 17:26:41	17/12/2003 17:23:59	Tabla
Tabla	10 Flora		17/12/2003 17:23:37	17/12/2003 17:23:37	Tabla
Tabla	10 Especies de flora		17/12/2003 16:43:07	17/12/2003 16:43:07	Tabla
Tabla	10 Cobertura de la tierra		17/12/2003 16:39:53	17/12/2003 16:39:52	Tabla
Tabla	10 Uso actual suelo (Uso_suel)		17/12/2003 16:31:40	17/12/2003 16:27:03	Tabla
Tabla	10 Puntos de muestreo (Pto_Mue)		17/12/2003 16:24:49	17/12/2003 16:24:49	Tabla
Tabla	10 Unidades geográficas (Un_Geo)		17/12/2003 16:08:58	17/12/2003 16:08:58	Tabla
Tabla	10 Estructuras de almacenamiento (Est_Alga)		17/12/2003 16:04:08	17/12/2003 16:04:08	Tabla
Tabla	10 Puntos		17/12/2003 16:01:56	17/12/2003 16:01:56	Tabla
Tabla	10 Linderos		17/12/2003 15:58:58	17/12/2003 15:58:58	Tabla
Tabla	10 Minas (Min)		17/12/2003 15:49:25	17/12/2003 15:49:25	Tabla
Tabla	10 Amenaza por inundación		17/12/2003 8:49:18	16/12/2003 17:51:18	Tabla
Tabla	10 Amenaza Movimiento masa (Amen_Mov_Masa)		16/12/2003 17:45:07	16/12/2003 17:45:07	Tabla
Tabla	10 Deslizamientos (Desli)		16/12/2003 17:07:23	16/12/2003 17:07:23	Tabla
Tabla	10 Pendiente (Pend)		16/12/2003 16:57:59	16/12/2003 16:57:59	Tabla
Tabla	10 Gran paisaje		16/12/2003 16:55:06	16/12/2003 16:54:22	Tabla
Tabla	10 Paisaje		16/12/2003 16:53:58	16/12/2003 16:53:26	Tabla
Tabla	10 Subparalelo (Subpara)		16/12/2003 16:54:10	16/12/2003 16:52:47	Tabla
Tabla	10 Seccion estratégica (Seccion)		16/12/2003 16:48:04	16/12/2003 16:48:04	Tabla
Tabla	10 Empresa Privada (Emp_Priv)		16/12/2003 16:41:13	16/12/2003 16:40:23	Tabla
Tabla	10 Empresa servicios públicos (Emp_Sp)		16/12/2003 16:41:00	16/12/2003 16:39:32	Tabla
Tabla	10 Usuario del recurso forestal (Usu_Rec_Flor)		16/12/2003 16:36:08	16/12/2003 16:35:04	Tabla
Tabla	10 Usuario del recurso flora (Usu_Rec_Flor)		16/12/2003 16:29:09	16/12/2003 16:29:09	Tabla
Tabla	10 Usuario del recurso suelo (Usu_Rec_Suel)		16/12/2003 16:19:06	16/12/2003 16:18:03	Tabla
Tabla	10 Usuario del recurso agua (Usu_Rec_Ag)		16/12/2003 16:10:53	16/12/2003 16:10:53	Tabla

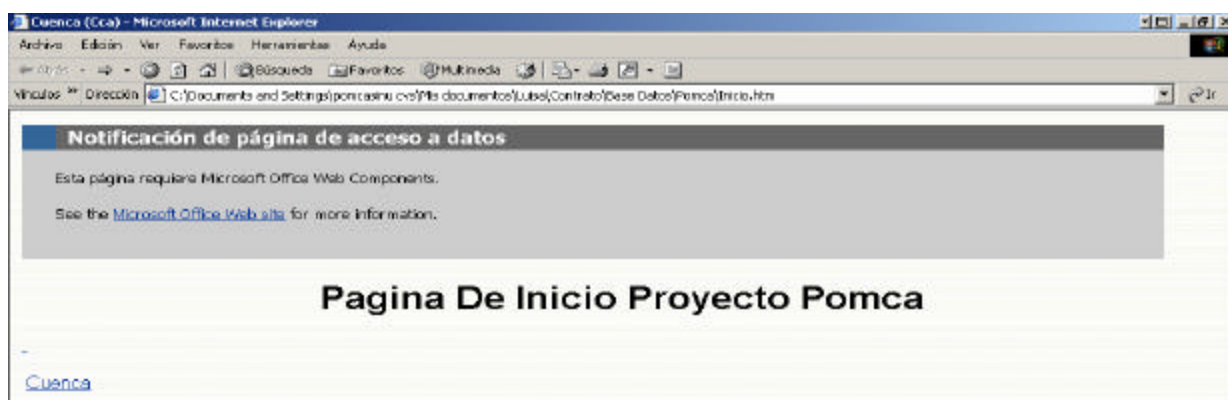


Grafico 28. Ejemplo Implementación
Acces

2.6.6.1 Definición de Entidades

Cuenca (Cca): Es un área natural en la que 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. En el SIG se observa el límite topográfico de la cuenca como el polígono generado de la unión de los puntos de máxima altura que alrededor de la cuenca van definiendo la dirección de la caída de aguas, también conocidos como divisoria de aguas. Fue trazada inicialmente con cartografía básica 1:100.000 y posteriormente actualizada con imagen de Radar.

Para el presente diseño, la cuenca se consideró como eje central del estudio ya que es una unidad geográfica en donde todos los elementos que la integran se condicionan mutuamente de una manera estrecha y armónica haciendo que se considere esta como una muy buena unidad para la planeación del desarrollo regional. A partir de ella se desarrollará los diferentes submodelos del SIG.

La cuenca puede contener los siguientes atributos:

Cuenca (Cca)			
Atributo	TD	Nombre	Categorías
Cod_Cca	N	Código Cuenca	
Coord_Nto_mE	S	Coordenadas mE (X) Nacimiento de la corriente principal	
Coord_Nto_mN	S	Coordenadas mN (Y) Nacimiento de la corriente principal	
Coord_Dra_mE	S	Coordenadas mE (X) Desembocadura de la corriente principal	
Coord_Dra_mN	S	Coordenadas mN (Y) Desembocadura de la corriente principal	
Nom_Cca	S	Nombre de la Cuenca	
Area	N	Area de la Cuenca en hectáreas	
Long_Cca	N	Longitud de la cuenca de drenaje	
Long_Cau_Cca		Longitud de la corriente en metros de nacimiento a desembocadura	
Perim_Cca	N	Perímetro de la Cuenca en metros	
Orden_Cca	N	Orden de la Cuenca	
Pend_Cca	N	Pendiente de la Cuenca	

Subcuencas (SubCca): Se delimito como subcuencas para el POMCA toda el área de influencia de cada tributario de las principales cuencas (Sinú, San Jorge y Canalete) que sean de orden 4 y 5 dentro de la clasificación morfométrica realizada sobre cartografía 1:100.000. Esta entidad puede contener los siguientes atributos:

Subcuenca (SubCca)			
Atributo	TD	Nombre	Categorías
Cod_SubCca	N	Código Subcuenca	
Nom_SubCca	S	Nombre de la Subcuenca	
Area_SubCca	N	Area de la Subcuenca en hectáreas	
Long_SubCca	N	Longitud de todas las corrientes de la Subcuenca de drenaje	
Long_Cau_SubCca		Longitud de la corriente en metros de nacimiento a	

		desembocadura del cauce principal	
Perim_SubCca	N	Perímetro de la Subcuenca en metros	
Dens_Dren	N	Densidad de drenaje cuenca en (m/m2)	
Cota_Nto	N	Cota en msnm del nacimiento	
Cota_Dra	N	Cota en msnm de la desembocadura	
Orden_SubCca	N	Orden de la Subcuenca	
Cca_dra	s	Nombre de la subcuenca en que desemboca	
Nro Orden			
Pend_SubCca	N	Pendiente de la Subcuenca	
Ofert_SubCca	N	Oferta hídrica de la subcuenca (m ³ /sg)	

Cuerpos de Agua (CA): Dentro de una cuenca se pueden encontrar diferentes cuerpos de agua como Ciénagas - Pantanos, Embalses y Estanques que hacen parte de la gran cuenca pero que se convierten en un área de estudio específico cuando se detallan las escalas.

A los cuerpos de agua se pueden aplicar diferentes tipos de clasificaciones de acuerdo al análisis que se quiera realizar ya sea ecológico, hidrológico, geológico, etc. Y de acuerdo a cada uno de estos se dará una clasificación dentro del SIG ya que uno de los principales enfoques del proyecto están dados a generar una mejor caracterización de los cuerpos de agua.

Los Cuerpos de Agua pueden contener los siguientes atributos:

Cuerpos de Agua (CA)			
Atributo	TD	Nombre	Categorías
Cod_CA	N	Código Cuerpo de Agua	
Nom_CA	S	Nombre del Cuerpo de Agua	
Area_Max_CA	N	Area en niveles máximos del Cuerpo de Agua	
Area_Min_CA	N	Area en niveles mínimos del Cuerpo de Agua	
Perim_CA	N	Perímetro de la cuenca asociada al Cuerpo de Agua	
Cat_CA	S	Categoría del Cuerpo de Agua	Ciénaga, pantano, embalse, estanque

Sectorización de la cuenca (Sect_Cca): Es la clasificación que la CVS ha determinado para cada cuenca para poder distribuirlas como grandes unidades de manejo y su divisoria corresponde a un conjunto de municipios. Así por ejemplo la cuenca del Río Sinú está dividida en: zona Alta, Zona Media, Zona del Bajo cenaguero, Bajo Costanero y Bajo Sabanero.

La Sectorización de la Cuenca pueden contener los siguientes atributos:

Sectorización de la cuenca (Sect_Cca)			
Atributo	TD	Nombre	Categorías
Cod_Mpio	N	Código del Municipio donde se encuentra la cuenca	
Nom_Mpio	S	Nombre del Municipio donde se encuentra la cuenca	
Cod_Cca	N	Código Cuenca	
Cod_Sect_Cca	N	Código Sectorización de la Cuenca	
Nom_Sect_Cca	S	Nombre de la sectorización de la Cca	

Municipio (Mpio): Administrativamente es la unidad territorial que refleja la mínima expresión del estado. Dentro del Proyecto el Municipio es eje central de la caracterización socioeconómica y de cobertura de infraestructuras ya que en el se contienen aspectos, aspectos culturales y aspectos económicos. Puede contener los siguientes atributos:

Municipio (Mpio)			
Atributo	TD	Nombre	Categorías
Cod_Mpio	N	Código DANE del Municipio	
Nom_Mpio	S	Nombre del Municipio	
Area_Mpio	N	Area del Municipio	
Perim_Mpio	N	Perímetro del Municipio	

CARACTERIZACION SOCIOECONOMICA

ASPECTOS SOCIALES

Información Educativa del Municipio (Inf_Educ_Mpio): Hace referencia a la información que sobre educación se encuentra sobre los municipios que conforman la cuenca. Puede contener los siguientes atributos:

Información Educativa del Municipio (Inf_Educ_Mpio)			
Atributo	TD	Nombre	Categorías
Cod_Mpio	N	Código DANE del Municipio	
Nom_Mpio	S	Nombre del Municipio	
Matric_Mpio	N	Número de matrículas educativas por municipio	
Tasa_Analf	N	Tasa de Analfabetismo por municipio	
Tasa_Esc_M	N	Tasa de Escolaridad por municipio	
Proy_Amtal	N	Número de proyectos ambientales escolares (Res 1743/94)	
Nro_Inst	N	Número de Instituciones oficiales	
RelAD_Urb	S	Relación alumno docente Urbano	
RelAD_Rur	S	Relación alumno docente Rural	

Información sobre salud del Municipio (Inf_sal_Mpio): Hace referencia a la información que sobre salud se encuentra en los municipios que conforman la cuenca. Puede contener los siguientes atributos:

Información sobre salud del Municipio (Inf_sal_Mpio)			
Atributo	TD	Nombre	Categorías
Cod_Mpio	N	Código DANE del Municipio	
Nom_Mpio	S	Nombre del Municipio	
Tasa_Nat_M	N	Tasa de Natalidad por Municipio	
Pob_nbi	N	Necesidades Básicas Insatisfechas en la población	
Porc_nbi	N	Porcentaje de NBI	
Pob_Subsi	N	Número de población subsidiada (SISBEN)	
Pob_Vinc	N	Número de población vinculada al sistema salud	

Porc_cob_v	N	Porcentaje cobertura población vinculada	
Porc_Cob_a	N	Porcentaje cobertura población afiliada	

Información sobre Demografía del Municipio (Inf_Dem_Mpio): Hace referencia a la información que sobre demografía se encuentra en los municipios que conforman la cuenca. Puede contener los siguientes atributos:

Información sobre Demografía del Municipio (Inf_Dem_Mpio)			
Atributo	TD	Nombre	Categorías
Cod_Mpio	N	Código DANE del Municipio	
Nom_Mpio	S	Nombre del Municipio	
Pob_Mpio	N	Número de Habitantes del Municipio	
Dens_Pob_Mpio	N	Densidad poblacional del Municipio en Hab/Km ²	
Pob_Cabece	N	Número de Habitantes en la cabecera urbana	
Pob_Resto	N	Número de Habitantes en la zona rural	
Tasa_cto	N	Tasa de Crecimiento del municipio	

Información sobre Indicadores Sociales del Municipio (Inf_IndSoc_Mpio): Hace referencia a la información que sobre Indicadores Sociales se encuentra en los municipios que conforman la cuenca. Puede contener los siguientes atributos:

Información sobre Indicadores Sociales del Municipio (Inf_IndSoc_Mpio)			
Atributo	TD	Nombre	Categorías
Cod_Mpio	N	Código DANE del Municipio	
Nom_Mpio	S	Nombre del Municipio	
NBI_Hogar	N	Necesidades Básicas Insatisfechas por Hogar	
NBI_Hog_Cab	N	Necesidades Básicas Insatisfechas por Hogar en cabecera Urb	
NBI_Hog_Rest	N	Necesidades Básicas Insatisfechas por Hogar en zona rural	
NBI_Pers	N	Necesidades Básicas Insatisfechas por Persona	
NBI_Pers_Cab	N	Necesidades Básicas Insatisfechas por Persona en cabecera Urb	
NBI_Pers_Rest	N	Necesidades Básicas Insatisfechas por Persona en zona rural	
Mis_Hogar	N	Miseria por Hogar	
Mis_Hog_Cab	N	Miseria por Hogar en cabecera Urb	
Mis_Hog_Rest	N	Miseria por Hogar en zona rural	
Mis_Pers	N	Miseria por Persona	
Mis_Pers_Cab	N	Miseria por Persona en cabecera Urb	
Mis_Pers_Rest	N	Miseria por Persona en zona rural	

Información sobre Municipios Generadores Y Receptores de Desplazados (Inf_Desp_Mpio): Hace referencia a la información que sobre municipios generadores y receptores de desplazados pertenecientes a la cuenca. Puede contener los siguientes atributos:

Información sobre Municipios Generadores Y Receptores de Desplazados (Inf_Desp_Mpio)			
Atributo	TD	Nombre	Categorías
Cod_Mpio	N	Código DANE del Municipio	
Nom_Mpio	S	Nombre del Municipio	
Fam_Desp	N	Número de Familias Desplazadas por un municipio Receptor	
Hom_Desp	N	Número de hombres Desplazados por un municipio Receptor	
Muj_Desp	N	Número de Mujeres Desplazadas por un municipio Receptor	
Porc_Desp	N	Porcentaje desplazados con el departamento	

Información sobre Organización y Participación Comunitaria del Municipio (Inf_Comun_Mpio): Hace referencia a la información que sobre organizaciones y participaciones comunitarias se encuentra en los municipios que conforman la cuenca. Puede contener los siguientes atributos:

Información sobre Organización y Participación Comunitaria del Municipio (Inf_Comun_Mpio)			
Atributo	TD	Nombre	Categorías
Cod_Mpio	N	Código DANE del Municipio	
Nom_Mpio	S	Nombre del Municipio	
ONG_Mpio	N	Número de ONG` s por Municipio	
ONG_Hab_Mpio	N	Número de ONG` s por cada 1000 Hab en el Mpio	
JAC_Mpio	N	Número de Juntas de Acción Comunal por Mpio	
JAC_Hab_Mpio	N	Número de JAC por cada 1000 Hab en el Mpio	

INFRAESTRUCTURAS MUNICIPALES

Información sobre Coberturas e infraestructuras del Municipio (Inf_CobInf_Mpio): Esta información esta relacionando el análisis que a nivel municipal se realiza con respecto al Reglamento de Agua Potable y Saneamiento Básico (RAS). Puede contener los siguiente atributos:

Información sobre Coberturas e infraestructuras del Municipio (Inf_CobInf_Mpio)			
Atributo	TD	Nombre	Categorías
Cod_Mpio	N	Código DANE del Municipio	
Nom_Mpio	S	Nombre del Municipio	
Rez_Act_Mpio	N	Rezago máximo actual del Alcantarillado con respecto al agua potable	10 ó 15
Inf_Via_Mpal	N	Km de vías municipales	
Inf_Via_Dpto	N	Km de vías departamentales dentro del municipio	
Inf_Via_Nal	N	Km de vías nacionales dentro del municipio	
Deficit_Dda_Ap	S	Déficit de demanda de agua potable en el municipio	

Captaciones de Agua Superficiales (Capt_Sup): Sitio en la fuente de agua cruda donde se capta el caudal superficial necesario para el sistema de abastecimiento de agua. Puede contener los siguientes atributos:

Captaciones de Agua Superficiales (Capt_Sup)			
Atributo	TD	Nombre	Categorías
Cod_Cap_Sup	N	Código de la captación del Agua Superficial	
Nom_Cap_Sup	S	Nombre de la captación del Agua superficial	
Nom_Mpio	S	Nombre del Municipio donde se encuentra la captación del Agua superficial	
Cod_Subcca	N	Código de la subcuenca donde toma el agua la captación	
Cod_CA	N	Código del cuerpo de Agua de donde toma el agua la captación	
Nom_CA_Subcca	S	Nombre del Cuerpo de Agua o de la Subcuenca donde toma el agua la captación	
Cord_x_Capt_Sup	S	Coordenadas x Planas Btá donde se encuentra la captación	
Cord_y_Capt_Sup	S	Coordenadas y Planas Btá donde se encuentra la captación	
Toma_Capt_Sup	D	Fecha del día en que se georeferencia la captación	
Cod_Usu_Rec_Ag	N	Código del usuario del recurso agua	
Nom_Usu_Rec_Ag	S	Nombre del usuario que hace uso del recurso agua	
Est_Capt_Sup	S	Estado Actual de la Captación de Agua Superficial	Bueno, Malo, Regular
Capac_Capt_Sup	N	Capacidad de la captación medida en Lt/Sg	
Q_real_Capt_Sup	N	Caudal real promedio Captado por el usuario Lt/sq	

Captaciones de Agua Subterráneas (Cod_Capt_ASub): Sitio en la fuente de agua freatica donde se capta el caudal necesario para un sistema de abastecimiento de agua. Puede contener los siguientes atributos:

Captaciones de Agua Subterráneas (Capt_Agua_Sub)			
Atributo	TD	Nombre	Categorías
Cod_Capt_ASub	N	Código de la captación del Agua Subterránea	
Cod_CCA	N	Código de la cueca asociada a la captación de Agua subterránea	
CordX_Capt_ASub	S	Coordenadas x Planas Btá donde se encuentra la captación	
CordY_Capt_ASub	S	Coordenadas y Planas Btá donde se encuentra la captación	
Tipo_Capt_Asub	S	Tipo de la captación	Pozo, Aljibe, Manantial
Nom_mpio	S	Nombre del municipio	
Nom_cap_ag	S	Nombre de la captación	
Cota	N	Cota donde se encuentra la captación	
Ub_cap_ag	S	Ubicación de la captación de agua	
Local_cap	S	Localización captación	
Informante	S	Nombre del informante	
Propietari	S	Nombre del propietario	
Constructo	S	Nombre del constructor	
Loc_topog	S	Localización topografica	
Año_const	D	Año construcción	
Estado	S	Estado de la captación	
Fm_geol	S	Formación Geológica	
Alt_Boca	N	Altura Boca (m)	
Prof_m	N	Profundidad (m)	
Diámetro	N	Diámetro de la bomba	
Material	S	Material de construcción	
Met_Explot	S	Método de explotación	
Pot_Bomba	N	Potencia de la Bomba	

Tipo_energ	S	Tipo de energía Usada para el funcionamiento	
Uso_Cap_Ag	S	Uso dado a la captación de agua	
Nro_Usuarios	N	Número Usuarios	
Q_l_s	N	Caudal en litros por segundo	
Calidad_ag	N	Calidad del agua	
Toma_Cap_a	D	Fecha en que se georeferencia la captación	
Observaciones	S	Observaciones	
Fuente	S	Fuente de información	

Cobertura Acueducto (Cob_Acued): Cobertura que presenta el sistema de abastecimiento de agua para una población. Puede contener los siguientes atributos.

Cobertura Acueducto (Cob_Acued)			
Atributo	TD	Nombre	Categorías
Cod_Emp_Sp	N	Código de la Empresa de servicio público encargada	
Nom_Emp_Sp	S	Nombre de la Empresa de servicio público encargada	
Cod_Mpio	N	Código DANE del Municipio	
Nom_Mpio	S	Nombre del Municipio	
Num_Suscr_Acued	N	Número de Suscriptores	
Cob_Acued	S	% de cubrimiento en redes del Casco Urbano	
Cob_Min_Ras_Acued	N	Cobertura mínima establecida en el RAS para acueducto según el nivel de complejidad del Mpio	
Est_Cob_Acued	S	Estado de la cobertura actual comparando la cobert del mpio con respecto a la mínima del Ras	Suficiente o Insuficiente
Pob_Benef_Acued	N	Número de la población beneficiada por acueducto	
Sit_Leg_Acued	S	Situación legal ambiental del Acueducto sobre el permiso de concesión	Con Permiso Sin Permiso
Demanda_Acued	N	Demanda actual de agua en el municipiomedida en Lt/Sg	

Planta de Tratamiento de Agua Potable (Pta_Ap): Punto donde se encuentra el conjunto de obras, equipos y materiales necesarios para efectuar los procesos que permitan cumplir con las normas de calidad del agua potable. Puede contener los siguientes atributos.

Planta de Tratamiento de Agua Potable (Pta_Ap):			
Atributo	TD	Nombre	Categorías
Cod_Pta_Ap	N	Código de la planta de tratamiento de agua potable	
Nom_Pta_Ap	S	Nombre de la planta de tratamiento de agua potable	
Cod_Usu_Rec_Agu	N	Cédula o Nit de la persona que hace uso del recurso Agua	
Nom_Usu_Rec_Agu	S	Nombre de la persona que hace uso del recurso Agua	
Cod_Mpio	N	Código DANE del Municipio donde se encuentra ubicada la planta	
Nom_Mpio	S	Nombre del Municipio donde se encuentra ubicada la planta	
Cod_Cap_Ag_Sup	N	Código de la principal fuente de captación de agua usada en la planta	
CordX_Pta_Ap	S	Coordenadas x Planas Btá donde esta la planta	
CordY_Pta_Ap	S	Coordenadas y Planas Btá donde esta la planta	
Toma_Pta_Ap	D	Fecha del día en que se georeferencia la planta	

Est_Pta_Ap	S	Estado Actual de la planta de tratamiento	Bueno, Malo, Regular
Capac_Pta_Ap	N	Capacidad de tratamiento de la planta en Lt/Sg	
Q_real_Pta_Ap	N	Caudal real promedio de agua tratada en Lt/sg	
Tipo_Pta_Ap		Tipo de tratamiento de la planta	Convencional/ compacta

Cobertura de Alcantarillado (Cob_Alcant): Cobertura actual que presenta el alcantarillado (conjunto de obras para la recolección, conducción y disposición final de las aguas residuales y/o de las aguas lluvias). Puede contener los siguientes atributos.

Cobertura Alcantarillado (Alcant)			
Atributo	TD	Nombre	Categorías
Cod_Emp_Sp	N	Código de la Empresa de servicio público encargada	
Nom_Emp_Sp	S	Nombre de la Empresa de servicio público encargada	
Cod_Mpio	N	Código DANE del Municipio	
Nom_Mpio	S	Nombre del Municipio	
Num_Suscr_Alcant	N	Número de Suscriptores	
Cob_Alcant	N	% de cubrimiento en redes del Casco Urbano	
Pob_Benef_Alcant	N	Número de la población beneficiada por Alcantarillado	

Sistema de Tratamiento de Agua Residual (Sist_Tto_Res): son las instalaciones y procesos para tratar las aguas residuales. Puede contener los siguientes atributos.

Sistema de Tratamiento de Agua Residual (Sist_Tto_Res)			
Atributo	TD	Nombre	Categorías
Cod_Sist_Tto_Res	N	Código del sistema de t/miento de agua residual (sitio)	
Cod_Pto_Vto	N	Código del Punto de Vertimiento	
Cod_Usu_Rec_Su	N	Cédula o Nit de la persona que hace uso del recurso suelo	
Nom_Usu_Rec_Su	S	Nombre de la persona que hace uso del recurso suelo	
Cod_Mpio	N	Código DANE del Municipio donde se encuentra el Sist Tto Res	
Nom_Mpio	S	Nombre del Municipio donde se encuentra el Sist Tto Res	
Tipo_Sist_Tto_Res	S	Tipo del Sistema de Tratamiento	Lagunas, filtros plantas, etc
CordX_Sist_Tto_Res	S	Coordenadas X Planas Bogotá donde esta el sistema	
CordY_Sist_Tto_Res	S	Coordenadas Y Planas Bogotá donde esta el sistema	
Toma_Sist_Tto_Res	D	Fecha del día en que se georeferencia el sistema	
Est_Sist_Tto_Res	S	Estado Actual del sistema de tratamiento de agua residual	Bueno, Malo, Regular
Capac_Sist_Tto_Res	N	Capacidad de tratamiento del sistema en Lt/Sg	
Q_real_Sist_Tto_Res	N	Caudal real promedio de agua tratada en Lt/sg	
Sit_Leg_Alcant	S	Situación legal ambiental del Alcantarillado sobre vertimientos	Con Permiso Sin Permiso

Cobertura Sistema de Recolección de Residuos Sólidos (Sist_Rec_Res): Conjunto de actividades que permiten la recolección de residuos dentro del municipio. Puede contener los siguientes atributos.

Cobertura Sistema de Recolección de Residuos Sólidos (Sist_Rec_Res)			
Atributo	TD	Nombre	Categorías
Cod_Mpio	N	Código DANE del Municipio	
Nom_Mpio	S	Nombre del Municipio analizado	
Cod_Emp_Sp	N	Código de la Empresa de servicio público encargada	
Nom_Emp_Sp	S	Nombre de la Empresa de servicio público encargada	
Num_Suscr_Sist_Rec_Res	N	Número de Suscriptores del Sistema de residuos	
Cob_Min_Ras_Sist_Rec_Res	N	Cobertura mínima establecida en el RAS para la recolección según el nivel de complejidad del Mpio	
Est_Cob_Sist_Rec_Res	S	Estado de la cobertura actual comparando la cobertura del mpio con respecto a la mínima del Ras	
Pob_Benef_Sist_Rec_Res	N	Número de la población beneficiada por el sistema de recolección	

Sistema de Disposición Final de Residuos Sólidos (Sist_Res_Sol): Lugar en el que se disponen los residuos generados. Puede contener los siguientes atributos.

Sistema de Disposición Final de Residuos Sólidos (Sist_Res_Sol)			
Atributo	TD	Nombre	Categorías
Cod_Sist_Res_Sol	N	Código del sistema de disposición final de residuos sólidos (sitio)	
Nom_Usu_Rec_Su	S	Nombre del usuario que hace uso del recurso suelo	
Cod_Usu_Rec_Su	N	Cédula o Nit de la persona que hace uso del recurso suelo	
Cod_Pto_Vto	N	Código del Punto de vertimiento donde se desechan los lixiviados	
Cod_Mpio	N	Código DANE del Municipio donde se encuentra ubicado el sist res sol	
Nom_Mpio	S	Nombre del Municipio donde se encuentra ubicado el sist res sol	
Tipo_Sist_Res_Sol	S	Tipo del Sistema de disposición final residuos	Relleno, Botadero, Incinerador, etc
CordX_Sist_Res_Sol	S	Coordenadas X Planas Bogotá donde esta el sistema	
CordY_Sist_Res_Sol	S	Coordenadas Y Planas Bogotá donde esta el sistema	
Toma_Sist_Res_Sol	D	Fecha del día en que se georeferencia el sistema	
Est_Sist_Res_Sol	S	Estado Actual del sistema de disposición final de residuos	Bueno, Malo, Regular
Sit_Leg_Sist_Res_sol	S	Situación legal ambiental del Sistema de disposición final de residuos	Con Permiso Sin Permiso

Punto de Vertimiento de Aguas Residuales (Pto_Vto_Ares): Es cualquier descarga final de sustancias contenidas en un líquido residual de cualquier origen realizado en un punto fijo. Puede contener los siguientes atributos:

Punto de Vertimiento de Aguas Residuales (Pto_Vto_Ares)			
Atributo	TD	Nombre	Categorías
Cod_Pto_Vto_Ares	N	Código del punto de Vertimiento del Agua Residual	
Cod_CA	N	Código del cuerpo de Agua que recibe el vertimiento	
Cod_Subcca	N	Código de la subcuenca que recibe el vertimiento	
Nom_CA_Subcca	S	Nombre del Cuerpo de Agua o de la Subcuenca que recibe el vertimiento	
CordX_Pto_Vto_Ares	S	Coordenadas X Planas Btá del Vertimiento	
CordY_Pto_Vto_Ares	S	Coordenadas Y Planas Btá del Vertimiento	
Toma_Pto_Vto_Ares	D	Fecha del día en que se georeferencia el Vertimiento	
Cod_Usu_Rec_Ag	N	Código del usuario que hace uso del recurso agua	
Nom_Usu_Rec_Ag	S	Nombre de la persona que hace uso del recurso agua	
Q_Pto_Vto_Ares	N	Caudal desechado (Lt/sg)	
Sit_Leg_Pto_Vto_Ares	S	Situación legal ambiental del punto de vertimiento con el capítulo 6 del Dec 1594/84	Cumple No cumple

Cobertura Sistema de Distribución de Gas Domiciliario (Sist_Gas): Contempla el análisis de la distribución de gas por municipio. Puede contener los siguientes atributos:

Cobertura Sistema de Distribución de Gas Domiciliario (Sist_Gas)			
Atributo	TD	Nombre	Categorías
Cod_Emp_Sp	N	Código de la Empresa de servicio público encargada	
Nom_Emp_Sp	S	Nombre de la Empresa de servicio público encargada	
Cod_Mpio	N	Código DANE del Municipio Analizado	
Nom_Mpio	S	Nombre del Municipio Analizado	
Num_Suscr_Sist_Gas	N	Número de Suscriptores	
Num_Pred_Sist_Gas	N	Número de predios con disponibilidad de servicio	
Cob_Sist_Gas	N	% de cubrimiento en redes de gas	
Pob_Sist_Gas	N	Número de la población beneficiada por servicio gas	

Cobertura del Sistema de Distribución Energía (Sist_energ): Contempla el análisis de la distribución de energía por municipio. Puede contener los siguientes atributos:

Cobertura del Sistema de Distribución Energía (Sist_energ)			
Atributo	T D	Nombre	Categoría
Cod_Emp_Sp	N	Código de la Empresa de servicio público encargada	
Nom_Emp_Sp	S	Nombre de la Empresa de servicio público encargada	
Cod_Mpio	N	Código DANE del Municipio Analizado	
Nom_Mpio	S	Nombre del Municipio Analizado	
Num_Suscr_Sist_energ	N	Número de Suscriptores del sistema energía	
Num_Pred_Sist_energ	N	Número de predios con disponibilidad de servicio	
Cob_Sist_energ	N	% de cubrimiento en redes de energía	
Pob_Sist_energ	N	Número de la población beneficiada por servicio energía	

Matadero (Matadero): Sitio en el que se realiza sacrificio de animales bajo ciertas condiciones básicas de salubridad. Puede contener los siguientes atributos:

Matadero (Matadero)			
Atributo	TD	Nombre	Categorías
Cod_Matadero	N	Código del matadero	
Nom_Matadero	S	Nombre como se conoce el matadero	
Cod_Mpio	N	Código del Municipio donde se encuentra el matadero	
Nom_Mpio	S	Nombre del Municipio donde se encuentra el matadero	
Cod_Emp_Priv	N	Código (Cédula o Nit) de la empresa privada dueña del matadero	
Nom_Emp_Priv	S	Nombre de la empresa privada dueña del matadero	
CordX_Matadero	S	Coordenadas X Planas Btá del Matadero	
CordY_Matadero	S	Coordenadas Y Planas Btá del Matadero	
Toma_Matadero	D	Fecha del día en que se georeferencia el Matadero	
Num_Anim_Sacrif	S	Número diario de animales sacrificados	
Sit_Leg_Matadero	S	Situación legal ambiental	Cumple No cumple
Cod_Usu_Rec_Agu	N	Cédula o Nit de la persona que hace uso del recurso Agua	
Cod_Pto_Vto	N	Código del Punto de Vertimiento donde van los lixiviados del proceso	
Cod_Pta_Tto_Ares	N	Código de la planta de tratamiento del agua residual generada	

Pistas Aterrizaje (P_Aterrizaje): Incluye los sitios donde se efectúa toda llegada y salida de sistemas de transporte aéreo, carga y descarga de personal, materias u objetos para ser transportados vía aérea. Puede contener los siguientes atributos:

Pistas Aterrizaje (P_Aterrizaje)			
Atributo	TD	Nombre	Categorías
Cod_P_Aterrizaje	N	Código de la pista de aterrizaje	
Nom_P_Aterrizaje	S	Nombre como se conoce la pista de aterrizaje	
Cod_Mpio	N	Código del Municipio donde se encuentra la pista de aterrizaje	
Nom_Mpio	S	Nombre del Municipio donde se encuentra el matadero de aterrizaje	
Cod_Emp_Priv	N	Código (Cédula o Nit) de la empresa privada dueña de la pista	
Nom_Emp_Priv	S	Nombre de la empresa privada dueña de la pista	
CordX_P_Aterrizaje	S	Coordenadas X Planas Btá de la pista de aterrizaje	
CordY_P_Aterrizaje	S	Coordenadas y Planas Btá de la pista de aterrizaje	
Toma_P_Aterrizaje	D	Fecha del día en que se georeferencia la pista	
Tipo_P_Aterrizaje	S	Tipo de Pista de aterrizaje	Aeropuerto, Helipueto, pista fumigación, etc
Vuelos_Diarios	N	Número de Vuelos despachados diariamente	

CALIDAD DEL RECURSO

Información sobre Calidad del Agua (Inf_Cal_Agua): Contiene la información correspondiente a la calidad del agua tomada en las estaciones hidrométricas por el monitoreo realizado de URRRA – CVS.

Según el Decreto 1594 del 84 Disposiciones Sanitarias sobre el Agua se determinaron las siguientes calificaciones:

Turbidez (N.T.U)	
Rango	Calificación según la Norma
50-150	Alta Tratabilidad Sedimentable
150-300	Mediana Tratabilidad con Coagulante
300-700	Baja Tratabilidad con Coagulante
> 700	Muy Baja Tratabilidad con coagulante

PH (Und)	
Rango	Calificación según la Norma
0-4	Sustancia ácida
4-6	Agua con acidez moderada
6-8	Agua Estable Neutralidad
8-10	Agua con basicidad moderada
10-14	Sustancia Básica

Color (U C)	
Rango	Calificación según la Norma
5-45	Agua Sin Color
45-90	Agua Baja en Color
90-135	Agua Medianamente con color
135-175	Agua con color
> 175	Agua Coloreada

DBO (mg/Lt)	
Rango	Calificación según la Norma
0-1	Agua Limpia
1-3	Baja Contaminación
3-5	Moderada Contaminación
>5	Agua Contaminada

Fe (mg/lt)	
Rango	Calificación según la Norma
0-10	Apta (No produce coloración Roja)
10-15	Apta con tratamiento (Produce coloración roja)
> 15	No apta para uso doméstico

OD (Oxígeno Disuelto) (mg/Lt)	
Rango	Calificación según la Norma
0-3	Baja Concentración
3-6	Apta Para uso Doméstico
6-8	Buena concentración de OD
8	100 % saturación
>8	Aireación por turbulencia y sobre saturación

Puede contener los siguientes atributos:

Información sobre Calidad del Agua (Inf_Cal_Agua)			
Atributo	TD	Nombre	Categorías
Cod_Area_Est_Hidrom	N	Código asignado al área de la estación hidrométrica	
Nom_Area_Est_Hidrom	S	Nombre de la estación hidrométrica a la que se le asocia los parámetros de calidad del agua	
Color_Max	N	Valor del color máximo encontrado en los registros	
Color_Min	N	Valor del color mínimo encontrado en los registros	
Color_Norma	S	Calificación de la Norma según valores Max y Min	SegúnTabla
PH_Max	N	Valor del pH máximo encontrado en los registros	
PH_Min	N	Valor del pH mínimo encontrado en los registros	
PH_Norma	S	Calificación de la Norma según valores Max y Min	SegúnTabla
Fe_Max	N	Valor del Fe máximo encontrado en los registros	
Fe_Min	N	Valor del Fe mínimo encontrado en los registros	
Fe_Norma	S	Calificación de la Norma según valores Max y Min	SegúnTabla
OD_Max	N	Valor del OD máximo encontrado en los registros	
OD_Min	N	Valor del OD mínimo encontrado en los registros	
OD_Norma	S	Calificación de la Norma según valores Max y Min	SegúnTabla
DBO_max	N	Valor del DBO máximo encontrado en los registros	
DBO_Min	N	Valor del DBO mínimo encontrado en los registros	
DBO_Norma	S	Calificación de la Norma según valores Max y Min	SegúnTabla

USUARIOS DE RECURSOS

Usuarios del Recurso Agua (Usu_Rec_Ag): Son todas las personas naturales o jurídicas que están haciendo uso del recurso ya sea para captar agua para diferentes usos o para desechar aguas residuales. Puede tener los siguientes atributos:

Usuarios del Recurso Agua (Usu_Rec_Ag)			
Atributo	TD	Nombre	Categorías
Cod_CA	N	Código del cuerpo de agua de la que se hace uso del recurso	Opcional
Cod_Subcca	N	Código de la subcuenca de la que se hace uso del recurso	Opcional
Cod_Cca	N	Código Cuenca de la que se hace uso del recurso	Opcional
Nom_Ca_Subcca_Cca	S	Nombre del cuerpo de agua, de la subcuenca ó de la cuenca principal de la que se hace uso del recurso	
Cod_Usu_Rec_Ag	N	Cédula o Nit de la persona que hace uso del recurso	
Nom_Usu_Rec_Ag	S	Nombre de la persona que hace uso del recurso	
Tipo_Pers_Rec_Ag	S	Caracterización de la persona que hace uso del rec	Natural/jurídica
Tipo_Usu_Rec_Ag	S	Tipo de uso que se realiza sobre el recurso	Doméstico, industrial, Agrícola, ganadero, Vertimiento, Prod Energía, Acuicola, Forestal
Q_Prom_Usado	N	Caudal promedio usado por persona (Lt/sg)	
Afec_Rec_Ag	S	Afectación ejercida sobre el Recurso Agua	Captación, Vertimiento, Contaminación

Usuarios del Recurso Suelo (Usu_Rec_Su): Son todas las personas naturales o jurídicas que está haciendo uso del recurso suelo ya sea para explotación, aprovechamiento y/o recuperación. Puede tener los siguientes atributos:

Usuarios del Recurso Suelo (Usu_Rec_Su)			
Atributo	TD	Nombre	Categorías
Cod_Cca	N	Código de la Cuenca de donde se encuentra el usuario	
Cod_Usu_Rec_Su	N	Cédula o Nit de la persona que hace uso del recurso suelo	
Nom_Usu_Rec_Su	S	Nombre de la persona que hace uso del recurso	
Tipo_Pers_Rec_Su	S	Caracterización de la persona que hace uso del rec	Natural/jurídica
Tipo_Usu_Rec_Su	S	Tipo de uso que se realiza sobre el recurso	Explotación, Aprovechamiento y/o recuperación
Ha_Us_Rec_Su	N	Hectáreas usadas por el recurso suelo	
Afec_Rec_Su	S	Afectación ejercida sobre el Recurso suelo	Degradación, cambio de uso, Contaminación, Eliminación

Usuarios del Recurso Flora (Usu_Rec_Flor): Son todas las personas naturales o jurídicas que está haciendo uso del recurso Flora ya sea para explotación comercial, aprovechamiento natural y/o recuperación. Puede tener los siguientes atributos:

Usuarios del Recurso Flora (Usu_Rec_Flor)			
Atributo	TD	Nombre	Categorías
Cod_Cca	N	Código de la cuenca donde se encuentra el ecosistema	
Cod_Ecos	N	Código del ecosistema en la cuenca	
Nom_ecos	S	Nombre del ecosistema analizado	
Cod_Esp_Flor	N	Código de la especie de flora reportada	
Cod_Usu_Rec_Flor	N	Cédula o Nit de la persona que hace uso del recurso Flora	
Nom_Usu_Rec_Flor	S	Nombre de la persona que hace uso del recurso	
Tipo_Pers_Rec_Flor	S	Caracterización de la persona que hace uso del rec	Natural/jurídica
Tipo_Usu_Rec_Flor	S	Tipo de uso que se realiza sobre el recurso Flora	Según Tabla Tipos de uso
Afec_Rec_Flor	S	Afectación ejercida sobre el Recurso Flora	Degradación, cambio de uso, Contaminación, Eliminación

TIPOS DE USO REALIZADOS SOBRE LA FLORA	
Conv	Nombre
Ma	Madera, maderable
Or	Ornato (ornamentación)
Al	Alimento
AlAv	Alimento Aves
AlFa	Alimento Fauna
Me	Medicina
AcEs	Aceites Esenciales
Tx	Tóxico

Mg	Mágico
Re	Religioso
Art	Artesanal
Con	Construcción
ProAg	Protector Fuentes de Agua
ReSu	Recuperador de suelos
In	Industrial
Ins	Insecticida
Lñ	Leña, combustible

Usuarios del Recurso Fauna (Usu_Rec_Fau): Son todas las personas naturales o jurídicas que está haciendo uso del recurso Fauna ya sea para explotación comercial, aprovechamiento natural y/o recuperación. Puede tener los siguientes atributos:

Usuarios del Recurso Fauna (Usu_Rec_Fau)			
Atributo	TD	Nombre	Categorías
Cod_Cca	N	Código de la cuenca donde se encuentra el ecosistema	
Cod_Ecos	N	Código del ecosistema en la cuenca	
Nom_ecos	S	Nombre del ecosistema analizado	
Cod_Esp_Fau	N	Código de la especie de fauna reportada	
Cod_Sist_Rec_Fau	N	Código dado por el sistema del Usuario del rec faun	
Cod_Usu_Rec_Fau	N	Cédula o Nit de la persona que hace uso del recurso fauna	
Nom_Usu_Rec_Fau	S	Nombre de la persona que hace uso del recurso	
Tipo_Pers_Rec_Fau	S	Caracterización de la persona que hace uso del rec	Natural/jurídica
Tipo_Usu_Rec_Fau	S	Tipo de uso que se realiza sobre el recurso fauna	Según Tabla Tipos de uso
	S	Afectación ejercida sobre el Recurso fauna	Degradación, cambio de uso, Contaminación, Eliminación

Empresa Prestadora de Servicios Públicos (Emp_Sp): Corresponde a todas aquellas empresas que prestan un servicio público a los municipios, tales como acueducto, alcantarillado, gas, teléfono y energía

Empresa Prestadora de Servicios Públicos (Emp_Sp)			
Atributo	TD	Nombre	Categorías
Cod_Emp_Sp	N	Nit de la Empresa prestadora de servicios públicos ó cédula del representante legal	
Nom_Emp_Sp	S	Nombre de la Empresa prestadora de servicios públicos	
Tipo_Serv	S	Tipo de servicio que presta	

Empresa Privada (Emp_Priv): Corresponde a todas aquellas empresas diferentes a las de servicios públicos que se encuentran en los municipios y que prestan algún tipo de servicio.

Empresa Privada (Emp_Priv)

Atributo	TD	Nombre	Categorías
Cod_Emp_Priv	N	Nit de la Empresa ó cédula del representante legal	
Nom_Emp_Priv	S	Nombre de la Empresa	
Tipo_Serv	S	Tipo de servicio que presta	

ASPECTOS FISICOS

Dentro de los aspectos físicos se evalúa en conjunto el tema de geomorfología que trata la forma que posee la corteza terrestre y que se relaciona estrechamente con algunos factores formantes del suelo (clima, relieve, material parental, tiempo de formación del suelo) La geomorfología suministra especialmente datos de carácter práctico como condiciones de drenaje, peligro de erosión o derrumbamiento, etc. Está constituido por las unidades de gran paisaje, paisaje y subpaisaje

Este tema de geomorfología se presenta como un mapa conformado a partir de las unidades de subpaisaje y su base de datos se conforma adicionalmente por unidades de paisaje y gran paisaje

Geomorfología (Geom)			
Atributo	TD	Nombre	Categorías
Cod_Geom	N	Código Geomorfología dominante	
Nom_Geom	S	Nombre de la unidad geomorfológica predominante	
Cod_Subpais	N	Código del Subpaisaje	
Nom_Subpais	S	Nomenclatura del Subpaisaje	
Cod_pais	N	Código de paisaje	
Nom_pais	S	Nomenclatura del paisaje	
Cod_Granp	N	Código del Gran paisaje	
Nom_pais	S	Nomenclatura del paisaje	

Subpaisaje (Subpais): Ultima categoría del sistema de clasificación geomorfológica, correspondiente a una división del paisaje, establecida según posición dentro del mismo (cima, ladera, falda, dique natural, orillales, basin...), caracterizada por uno o más atributos morfométricos: forma y grado de pendiente; tipo de erosión; grado de disección y clase de condición de drenaje. (IGAC, 1998). Esta entidad puede contener los siguientes atributos:

Subpaisaje (Subpais)			
Atributo	TD	Nombre	Categorías
Cod_Cca	N	Código de la cuenca	
Cod_Subpais	N	Código del Subpaisaje	
Nom_Subpais	S	Nomenclatura del Subpaisaje	
Area	N	Número de Hectáreas de la unidad de subpaisaje dibujada	

Paisaje (Pais): Porción tridimensional de la superficie terrestre resultante de una geogénesis específica, que puede describirse en términos de una misma

características mesoclimática morfológica, de material litológico y/o edad, dentro de la cual se espera alta homogeneidad pedológica y cobertura/ uso de la tierra similares, espinazo, estratovolcan, montaña ramificada, abanico terraza, plano de marea, etc (IGAC, 1998). Esta entidad puede contener los siguientes atributos:

Paisaje (Pais)			
Atributo	TD	Nombre	Categorías
Cod_Cca	N	Código de la cuenca	
Cod_pais	N	Código de paisaje	
Nom_pais	S	Nomenclatura del paisaje	
Area	N	Número de Hectáreas de la unidad de paisaje dibujada	

Gran Paisaje (GranP): Gran porción de tierra constituida por asociación ó complejo de paisajes, con relaciones de parentesco geogenético, climático, litológico (grupos de rocas) y topográfico general. Las formas generales del mesorelieve han sido determinadas por procesos geomórficos endógenos ó exógenos definidos como plegamiento, volcanismo, denudación, disolución, depositación fluvial, marina, lacustre, etc. Esta entidad puede contener los siguientes atributos:

Gran Paisaje (GranP)			
Atributo	TD	Nombre	Categorías
Cod_Cca	N	Código de la cuenca	
Cod_Gran_Granp	N	Código del Gran paisaje	
Nom_Granp	S	Nomenclatura del Gran paisaje	
Area	N	Número de Hectáreas de la unidad de Granpaisaje dibujada	

Pendiente (Pend): Presenta información cuantitativa o cualitativa de la cuesta o declive de un terreno. Esta entidad puede contener los siguientes atributos:

Pendiente (Pend)			
Atributo	TD	Nombre	Categorías
Cod_Cca	N	Código de la cuenca en estudio	
Cod_Pend	N	Código de la Pendiente	
Tipo_Pend	S	Tipo de la pendiente	Según Tabla Pendientes
Rango_Pend	S	Rango de la pendiente en porcentaje de inclinación	Según Tabla Pendientes

Tabla de Pendientes		
Nomenclatura	Rango	Pendiente
	0-3%	Plano a ligeramente Plano
	3-7%	Ligeramente inclinado a ligeramente ondulado
	7-12%	Moderadamente inclinado a ondulado
	12-25%	Fuertemente inclinado o fuertemente ondulado
	25-50%	Moderadamente escarpado o fuertemente quebrado
	50-75%	Escarpado
	> 75%	Muy Escarpado

Deslizamientos (Desliz): Representa los puntos donde se evidencian signos de movimientos en masa. Esta entidad puede contener los siguientes atributos:

Deslizamientos (Desliz)			
Atributo	TD	Nombre	Categorías
Cod_Cca	N	Código de la cuenca en estudio	
Cod_Desliz	N	Código del punto de deslizamiento	
Coord_X_Desliz	S	Coordenadas X (longitud, mE) del Deslizamiento	
Coord_Y_Desliz	S	Coordenadas Y (Latitud, mN) de la estación	
Tipo_Desliz	S	Tipo de Deslizamiento	Según Tabla
SubT_Desliz	S	Subtipo de Deslizamiento	Según Tabla
Act_Desliz	S	Actividad del Deslizamiento	Según Tabla
Prof_Desliz	S	Profundidad del Deslizamiento	Según Tabla
Veg_Desliz	S	Vegetación presente en la zona del deslizamiento	Según Tabla
Esc_Desliz	S	Escarpe presente en la zona del deslizamiento	Según Tabla
Cod_pol_Desliz	S	Código asignado del deslizamiento de acuerdo a las características anteriores	Según Tabla

N	Tipo	SubTipo	Actividad	Profundidad	Vegetación	Escarpe
1	Slide	Rotacional	Estable	Superficial	Sin vegetación	Escarpe
2	Flowslide	Translacional	Durmiente	Profundo	Pequeña veget	Cuerpo
3	Flow	Complejo	Activo		Gran Vegetación	
4	Derrumbe					
5	Creep					

Determinación del Código asignado a diferentes polígonos que representan movimientos en masa (Cod_pol_Desliz):

Primer Dígito: Representa el Tipo
Segundo Dígito: Representa el Subtipo
Tercer Dígito: Representa la Actividad
Cuarto Dígito: Representa la Profundidad
Quinto Dígito: Representa la vegetación
Sexto Dígito: Representa el Escarpe
Amenazas por Movimientos en Masa

Amenazas por Movimientos en Masa (Ame_Mov_Masa): Para la determinación de las amenazas por movimientos en masa presentes en la cuenca se determinó usar el método estadístico bivariado propuesto por Jose Luis Naranjo Henao¹. Los cálculos están basados en el cruce entre el mapa de deslizamientos con cada uno de los mapas de los factores (geomorfológico, pendientes, uso del suelo, geología, climatológico), seguido por el cálculo de las densidades de los movimientos en masa en cada una de las clases de los diferentes mapas, y la determinación de valores de peso. La combinación de los valores de peso calculados para cada mapa produce un mapa de valores de peso, el que después

¹ Jose Luis Naranjo Henao: Profesor Programa Geología Universidad de Caldas

de clasificarlos en clases de susceptibilidad, produce el mapa final. Esta entidad puede contener los siguientes atributos:

Amenazas por Movimientos en Masa (Ame_Mov_Masa)			
Atributo	TD	Nombre	Categorías
Cod_Ame_Mov_Masa	N	Código de las Amenazas por Movimientos en Masa	
Cod_Geom	N	Código de la Unidad Geomorfológica	
Nom_Geom	S	Nombre de la unidad geomorfológica predominante	
Cod_Pend	N	Código de la Pendiente	
Tipo_Pend	N	Tipo de la Pendiente	
Cod_Desliz	N	Código del punto de deslizamiento	
Tipo_Desliz	S	Tipo de Deslizamiento	
Cod_Uso_Suel	N	Código del Tipo de Uso del Suelo	
Tipo_Uso_Suel	S	Tipo de Uso del suelo	
Cod_litol	N	Código de la litología	
Nom_litol	S	Nombre de la unidad litológica	
Cod_ZClima	N	Código de la Zona climática	
Nom_Z_Clima	S	Nombre de la zona climática	
Calif_Ame_Mov_Masa	S	Calificación de la amenaza por movimientos en masa	

Amenaza Sísmica (Ame_Sism): Es la probabilidad de ocurrencia de un evento sísmico en una zona determinada teniendo en cuenta los siguientes parámetros:

Sismicidad Histórica y Sismicidad Instrumental
Factores generadores de sismos
Distribución de las estructuras

Amenaza Sísmica (Ame_Sism)			
Atributo	TD	Nombre	Categorías
Cod_Ame_Sism	N	Código de las Amenazas por Movimientos en Masa	
Calif_Ame_Sism	S	Calificación dada a la amenaza sísmica	

Amenaza por Inundación (Ame_Inun): La probabilidad de que ocurra una inundación (efecto que se dan en áreas amplias y largos periodos de tiempo, se habla de inundación cuando el caudal de la corriente excede los niveles promedios de agua, es decir que sobrepasa su caudal natural. Las amenazas por inundación se determina a partir de la historia del río, conocimiento de los caudales, carga de sedimentos, cobertura vegetal, infraestructuras, periodos de retorno.)

Esta entidad puede contener los siguientes atributos:

Amenaza por Inundación (Ame_Inun)			
Atributo	TD	Nombre	Categorías
Cod_Ame_Inun	N	Código de las Amenazas por Inundación	
Cod_Est_Hidrom	N	Código de la estación hidrométrica	
Nom_Est_Hidrom	S	Nombre de la estación hidrométrica	
Cod_Geom	N	Código de la Unidad Geomorfológica	
Nom_Geom	S	Nombre de la unidad geomorfológica predominante	

Inf_Caudal	S	Nivel máximo alcanzado en m.s.n.m por un caudal de retorno	
Clase_Ame_Inun	S	Clase de la amenaza por inundación	

Minas (Mina): yacimiento, formación o criadero de minerales o de materias fósiles, útil y aprovechable económicamente, ya se encuentre en el suelo ó el subsuelo. (Min Minas 2001) Esta entidad puede contener los siguientes atributos:

Minas (Mina)			
Atributo	TD	Nombre	Categorías
Cod_Cca	N	Código de la cuenca estudiada	
Cod_Mina	N	Código de la mina	
Nom_Mina	S	Nombre de la mina	
Coord_X_Mina	S	Coordenadas X (longitud, mE) de la mina	
Coord_Y_Mina	S	Coordenadas Y (Latitud, mN) de la mina	
Tipo_Expl_Mina	S	Tipo de Explotación de la Mina	Cielo Abierto, Subterráneo, fluvial
Sit_Leg_Mina	S	Situación Legal de la Mina	Con Licencia Ambiental, Otro Permiso, Sin Licencia
Toma_Mina	D	Fecha del día en que se georeferencia la mina	
Material_e	S	Material de Explotación	
Tipo_explo	S	Tipo de Explotación	
Imp_agua	S	Importancia Ambiental del Agua	
Imp_suelo	S	Importancia Ambiental del Suelo	
Imp_paisa	S	Importancia Ambiental del Paisaje	
Imp_fauna	S	Importancia Ambiental de la fauna	
Usos	S	Usos	

Litología (Litol):

Esta entidad puede contener los siguientes atributos:

Litología (Litol)			
Atributo	TD	Nombre	Categorías
Cod_Cca	N	Código de la Cuenca en estudio	
Cod_litol	N	Código de la litología	
Nom_Litol	S	Nombre de la unidad litológica	
Area_Litol	S	Area en hectáreas de la unidad litológica	
Nom_Estrat	S	Nomenclatura estratigráfica	
Nom_Form	S	Nombre de la Formación o Unidad	
Tiemp_Geol	S	Tiempo Geológico	
Local_Tipo	S	Localidad Tipo	

Rasgos Geológicos Estructurales

Fallas (Falla):

Esta entidad puede contener los siguientes atributos:

Fallas (Falla)			
Atributo	TD	Nombre	Categorías
Cod_Cca	N	Código de la cuenca analizada	
Cod_Falla	N	Código de la falla	
Nom_Falla	S	Nombre de la falla	
Clase_Falla	S	Clase de la falla	Falla, Lineamiento
Tipo_Falla	S	Tipo de la falla	Normal, Inversa, Cabalgamiento, De rumbo sinextral, De rumbo dextral

Estructuras de Plegamiento (Est_pleg):

Esta entidad puede contener los siguientes atributos:

Estructuras de Plegamiento (Est_pleg)			
Atributo	TD	Nombre	Categorías
Cod_Cca	N	Código de la cuenca analizada	
Cod_Est_Pleg	N	Código de la estructura de plegamiento	
Clase_Est_Pleg	S	Clase de la estructura de plegamiento	Anticlinal, Sinclinal, Monoclinal

Contactos entre Unidades Estratigráficas (Cont_Est):

Esta entidad puede contener los siguientes atributos:

Contactos entre Unidades Estratigráficas (Cont_Est)			
Atributo	TD	Nombre	Categorías
Cod_Cca	N	Código de la cuenca analizada	
Cod_Cont_Est	N	Código del contacto estratigráfico	
Tipo_Cont_Est	S	Tipo del contacto estratigráfico	Definido, incierto, Aproximado

Puntos de muestreo georeferenciados en la Cuenca (Pto_Geo):

Corresponde a todos los puntos muestreados durante el proyecto y que no se han contenido en otros temas. Esta entidad puede contener los siguientes atributos:

Puntos de muestreo georeferenciados en la Cuenca (Pto_Geo)			
Atributo	TD	Nombre	Categorías
Cod_Cca	N	Código de la cuenca en estudio	
Cod_Ptos_Geo	N	Código del punto geológico	
Coord_X_Pto_Geo	S	Coordenadas X (longitud, mE) del punto geológico	
Coord_Y_Pto_Geo	S	Coordenadas Y (Latitud, mN) del punto geológico	
Tom_Pto_Geo	D	Fecha de la toma del punto geológico	
Cob_Pto_Geo	S	Cobertura observada en el punto muestreado	
Loc_Geog_Pto_Geo	S	Localización cartográfica ó nombre del sitio donde se georreferencia	
Obs_Pto_Geol	S	Observaciones del punto geológico	

Uso Actual del Suelo (Uso_Suel):

Esta entidad puede contener los siguientes atributos:

Uso Actual del Suelo (Uso_Suel)			
Atributo	TD	Nombre	Categorías
Cod_Uso_Suel	N	Código del Tipo de Uso Actual del Suelo	
Nom_Uso_Suel	S	Nombre del Tipo de Uso Actual del suelo	
Area_Uso_Suel	N	Número de Hectáreas cubiertas	

ASPECTOS BIOLOGICOS

Cobertura de la tierra (Cob_Tier): Representa el tipo de cobertura que se presenta en la zona, los diferentes rangos que cubre la tierra tales como agua, bosques, otros tipos de vegetación, rocas desnudas, arenas, estructuras hechas por el hombre. Para el proyecto se ha determinado a partir de imágenes de satélite LANDSAT TM. Esta entidad puede contener los siguientes atributos:

Cobertura de la Tierra (Cob_Tier)			
Atributo	TD	Nombre	Categorías
Cod_Cob_Tier	N	Código de la Cobertura Vegetal	
Gran_Grupo_Cob_Tier	S	Gran Grupo clasificado de la cobertura vegetal	
Grupo_Cob_Tier	S	Grupo clasificado de la cobertura vegetal	
Sub_Grupo_Cob_Tier	S	Sub Grupo clasificado de la cobertura vegetal	
Tipo_Cob_Tier	S	Tipo Clasificado de la cobertura vegetal	
Area_Cob_Vgtal_Cob_Tier	N	Area de la cobertura vegetal en Hectáreas	
Sim_Cob_Tier	S	Símbolo de la cobertura vegetal	

Ecosistemas (Ecos): Es una unidad funcional materializada en un territorio que presenta una homogeneidad en sus condiciones biofísicas y antrópicas en una porción de espacio geográfico definido, que se visualiza en la confluencia de una asociación de clima, geoformas, sustratos, comunidades bióticas y usos antrópicos específicos (Etter 1997 en Humboldt, 1998).

Ecosistemas (Ecos)			
Atributo	TD	Nombre	Categorías
Cod_Cca	N	Código de la cuenca estudiada	
Cod_Ecos	N	Código del ecosistema en la cuenca	
Nom_Ecos	S	Nombre del Ecosistema	
Area_Ecos	N	Número de hectáreas por ecosistema	
Simb_Ecos	S	Símbolo simplificado del ecosistema	

Flora (Flor): Reúne la información que sobre flora se encuentra en la cuenca asociada a los ecosistemas determinados anteriormente. Esta entidad puede contener los siguientes atributos:

Flora (Flor)			
Atributo	TD	Nombre	Categorías
Cod_Esp_Flor	N	Código de la especie de flora reportada	
Nom_com_Esp_Flor	S	Nombre común de la especie de flora reportada	
Nom_cient_Esp_Flor	S	Nombre científico de la especie de flora reportada	
Fam_Esp_Flor	S	Familia a la que pertenece la especie de flora report	
Cod_mpio	N	Código del mpio donde se reporto la especie flora	
Fte_Reprt_Esp_Flor	S	Estudio Fuente del reporte de la especie flora	
Zon_rep_esp_flor	S	Zona del reporte de la especie Flora	
Cod_Usu_Rec_Flor	N	Cédula o Nit de la persona que hace uso del recurso flora	
Est_Flor	S	Estatus de conservación de la especie flora	Extinto, Amenazado crítico, A en peligro, A vulnerable, Leve, sin datos

Fauna (Fau): Reúne la información que sobre fauna se encuentra en la cuenca asociada a los ecosistemas determinados anteriormente. Esta entidad puede contener los siguientes atributos:

Fauna (Fau)			
Atributo	TD	Nombre	Categorías
Nom_com_Esp_Fau	S	Nombre común de la especie de fauna reportada	
Nom_cient_Esp_Fau	S	Nombre científico de la especie de fauna reportada	
Fam_Esp_Fau	S	Familia a la que pertenece la especie de fauna report	
Cod_mpio	N	Código del mpio donde se reporto la especie fauna	
Fte_Reprt_Esp_Fau	S	Estudio Fuente del reporte de la especie fauna	
Cod_Usu_Rec_Fau	N	Cédula o Nit de la persona que hace uso del recurso fauna	
Zon_rep_esp_flor	S	Zona del reporte de la especie Flora	
Est_Fau	S	Estatus de conservación de la especie Fauna	Extinto, Amenazado crítico, A en peligro, A vulnerable, Leve, sin datos
Abun_R_Fau	S	Abundancia relativa de la fauna	

Unidades Ecológicas del Paisaje (Un_Ecol_Pais): Es una unidad de características físicas y bióticas homogéneas de elementos apreciables a simple vista (fenosistemas) y de no identificables superficialmente (criptosistemas). Puede considerarse como una unidad de análisis, interpretación y evaluación que se determina dentro de un estudio de zonificación ecológica.

La zonificación ecológica es el proceso de sectorización de un área compleja en unidades homogéneas caracterizada con respecto a factores físicos, biológicos y socioeconómicos y su evaluación con relación a su uso potencial y uso sostenible para unos fines específicos. Se evalúan en función a las potencialidades y limitaciones con el propósito de determinar requerimientos de manejo y conservación la tolerancia a intervenciones del hombre.

Esta entidad puede contener los siguientes atributos:

Unidades Ecológicas del Paisaje (Un_Ecol_Pais)			
Atributo	TD	Nombre	Categorías
Cod_Cca	N	Código de la cuenca analizada	
Cod_Un_Ecol_Pais	N	Código de la unidad ecológica del paisaje	
Cod_ZClima	N	Código de la zona climática	
Cod_Pend	N	Código de la pendiente	
Cod_Litol	N	Código de la litología	
Cod_Aso_Suel	N	Código de la asociación de los suelos	
Cod_cob_tier	N	Código de la cobertura de la tierra	
Cod_Uso_Suel	N	Código del uso de la tierra	
Cod_Geom	N	Código de la geomorfología	

Area Protegida (Area_Prot): Comprende las áreas que ambientalmente merecen manejo especial y que están determinadas dentro del Sistema de Parques nacionales naturales como PNN, Santuario de flora y fauna, área única, vía parque ó en diferentes leyes ambientales bajo diferentes categorías. Esta entidad puede contener los siguientes atributos:

Area Protegida (Area_Prot)			
Atributo	TD	Nombre	Categorías
Cod_Area_prot	N	Código del área protegida	
Nom_Area_prot	S	Nombre del área protegida	
Cat_Man_Area_prot	S	Categoría de manejo del área protegida	
Dec_Area_Prot	S	Decreto que constituye el área protegida	
Ext_Area_Prot	N	Extensión en Has del área protegida	

Area de interés ambiental (Area_Int_Amtal): Corresponde aquellas zonas consideradas por los municipios ó por estudios de interés ambiental, ya sea por su valor paisajístico, por contener especies de flora y fauna con importancia de conservación, por presentar amenazas ambientales, deterioros de suelo ó por ser de cuencas hidrográficas en ordenación ó reservas forestales.

Area de interés ambiental (Area_Int_Amtal)			
Atributo	TD	Nombre	Categorías
Cod_Area_int_Amtal	N	Código del área protegida	
Nom_Area_int_Amtal	S	Nombre del área protegida	
Cat_Man_Area_int_Amtal	S	Categoría de manejo propuesta para estudio de zonificación	*
Ext_Area_Prot	N	Extensión en Has del área protegida	

* Estas categorías de manejo serán las propuestas por el Proyecto POMCA Río Sinú para realizarse su delimitación y reglamentación bajo estudios posteriores y que podrán ser categorizadas como áreas naturales protegidas dentro del contexto se Sistema Regional de Áreas protegidas (SIRAPS).

Las categorías de manejo encontradas dentro de la normatividad ambiental colombiana son:

- Area de Reserva Forestal
 - Forestal Productora
 - Forestal Protectora
 - Forestal Protectora – Productora
- Reservas Faunísticas
 - Territorio Faunístico
 - Reserva de caza
 - Coto de caza
- Reservas de Pesca
 - Area especial de manejo integrado
 - Area de Reserva
- Areas de Manejo especial
 - Parque Nacional
 - Reserva Natural
 - Area Natural Única
 - Santuario de Flora
 - Santuario de Fauna
 - Vía Parque
 - Distrito de Manejo integrado
 - Distrito de conservación de suelos
- Parque Natural Regional
- Reserva Natural de la Sociedad Civil

Estación climatológica (Est_Climat): Instalación donde se recogen observaciones climatológicas ordinarias mediante aparatos de precisión y registradores. Puede contener los siguientes atributos:

Estación climatológica (Est_Climat)			
Atributo	TD	Nombre	Categorías
Cod_Est_Climat	N	Código de la estación climatológica	
Coord_X_Est_Climat	S	Coordenadas X (longitud, mE) de la estación climatológica	
Coord_Y_Est_Climat	S	Coordenadas Y (Latitud, mN) de la estación climatológica	
Nomb_Est_Cimat	S	Nombre de la estación climatológica	
Cod_Mpio	N	Código DANE del Municipio donde está la estación climatológica	
Per_Est_Climat	S	Periodo de registro (años) de la estación climatológica	
Fec_Est_Climat	D	Fecha de instalación de la estación climatológica	
Fec_Sus_Est_Climat	D	Fecha de suspensión de la estación climatológica	
Prec_Est_Climat	N	Profundidad de la precipitación Media mensual (mm) de la estación climatológica	
Temp_Est_Climat	N	Temperatura en la estación climatológica Media mensual °C	
HR_Est_Climat	N	Humedad Relativa en la estación climatológica Media mensual (%)	
Tipo_Est_Climat	S	Tipo de la estación analizada	Climatológica, pluviométrica
ETP_Est_Climat	N	Evapotranspiración en la estación climatológica Media mensual (mm)	
BS_Est_Climat	N	Brillo solar en la estación climatológica Media mensual (Horas)	
Deficit		Deficit de agua en cada estación (resultado del Balance Hídrico)	
Exceso		gua en cada estación (resultado del Balance Hídrico)	
ia		Indice de aridez	
ih		Indice de humedad	
1ra_letra		1a Letra de la clacificación según Thornthwaite	
2da_letra		2da Letra de la clacificación según Thornthwaite	
3ra_letra		Dada por el carácter termico, expresada en la evapotranspiración potencial, y se calcula en función de la temperatura media mensual	
Isoterma		Indica las estaciones que se utilizaron para el calculo de las Isotermas	
Isoyeta		Indica las estaciones que se utilizaron para el calculo de las Isoyetas	
Bal_hidri		Indica las estaciones que se utilizaron para el calculo del Balance Hidrico	
Est_etp		Indica las estaciones que se utilizaron para el calculo de la ETP	
Fuente		Muestra de donde se tomó información para los calculos respectivos	

Isoyetas (Isoy): Líneas representativas de sitios de igual precipitación media multianual determinadas a partir de los datos medidos en las estaciones climatológicas y pluviometricas. Esta entidad puede contener los siguientes atributos:

Isoyetas (Isoy)			
Atributo	TD	Nombre	Categorías
Cod_Isoy	N	Código de la Isoyeta	
Val_Isoy	S	Valor de la isoyeta	

Precipitación en el área (Prec_Area): Es el área correspondiente a zonas con precipitación media multianual entre isoyetas.

Precipitación en el área (Prec_Area)			
Atributo	TD	Nombre	Categorías
Cod_Prec_Area	N	Código asignado al área de precipitación	
Val_Isoy	S	Valor de la isoyeta asociada al área	
Area	N	Número de Hectáreas ocupadas	

Isotermas (Isot): Líneas representativas de sitios de igual temperatura media multianual determinadas a partir de los datos medidos en las estaciones climatológicas y pluviométricas. Esta entidad puede contener los siguientes atributos:

Isotermas (Isot)			
Atributo	TD	Nombre	Categorías
Cod_Isot	N	Código de la Isoterma	
Valor_Isot	S	Valor de la isoterma	

Temperatura en el área (Temp_Area): Es el área correspondiente a zonas con temperatura media multianual de similar valor entre isotermas.

Temperatura en el área (Temp_Area)			
Atributo	TD	Nombre	Categorías
Cod_Temp_Area	N	Código asignado a la temperatura en el área	
Val_Isot	S	Valor de la isoterma asociada al área	
Area	N	Número de Hectáreas ocupadas	

Iso índice Hídrico (IsoH): Líneas representativas de sitios de igual índice hídrico (relación entre la precipitación, el exceso ó déficit de agua en el suelo y la evapotranspiración, determinados mediante la metodología de Thornthwaite). Esta entidad puede contener los siguientes atributos:

Iso índice Hídrico (IsoH)			
Atributo	TD	Nombre	Categorías
Cod_IsoH	N	Código del Iso índice Hídrico	
Valor_IsoH	S	Valor del Iso índice Hídrico	

Iso Relación de Evapotranspiración (IsoETP): líneas representativas de sitios con igual relación de precipitación y evapotranspiración. Esta entidad puede contener los siguientes atributos:

Iso Relación Evapotranspiración (IsoETP)			
Atributo	TD	Nombre	Categorías
Cod_IsoETP	N	Código de la Iso Relación de Evapotranspiración	
Valor_IsoETP	N	Valor de la Iso relación de evapotranspiración	

Relación de Evapotranspiración en el área (ETP_Area): líneas representativas de sitios con igual relación de precipitación y evapotranspiración. Esta entidad puede contener los siguientes atributos:

Relación de Evapotranspiración en el área (ETP_Area)			
Atributo	TD	Nombre	Categorías
Cod_ETP_Area	N	Código de la relación de Evapotranspiración en el área	
Valor_IsoETP	N	Valor de la Iso relación de evapotranspiración asociada al área	

Piso Térmico (Pterm): Corresponde a una zona cuya temperatura media se encuentra en un rango determinado. Esta entidad puede contener los siguientes atributos:

Piso Térmico (Pterm)			
Atributo	TD	Nombre	Categorías
Cod_Pterm	N	Código del piso térmico	
Nom_Pterm	S	Nombre del piso térmico	
Rango_Temp	S	Rango de temperaturas del piso térmico	

Zonas Climáticas (Zclima): Zonas a las que corresponde igual valor de índice hídrico. Esta entidad puede contener los siguientes atributos:

Zonas Climáticas (Zclima)			
Atributo	TD	Nombre	Categorías
Cod_ZClima	N	Código de la Zona climática	
Símb_IsoH	S	Símbolo de la zona climática	
Tipo_Clima	S	Tipo de clima	

ZONAS CLIMATICAS		
Índice Hídrico	Símbolo	Tipo Climático
110,1 y más	A	Super Húmedo
80.1 a 100	B4	Muy Húmedo
60.1 a 80.0	B3	Húmedo
40.1 a 60.0	B2	Moderadamente Húmedo
20.1 a 40.0	C2	Semi húmedo
-20.0 a 0.0	C1	Semiseco
-40.0 a -20.1	D	Semiárido
-60.0 a -40.1	E	Árido

Zonas de Vida (Z_Vida): Unidad Climática natural en que se agrupan diferentes asociaciones correspondientes a determinados ámbitos de Temperatura, precipitación y humedad, calificados de acuerdo a los parámetros establecidos en la metodología de Holdridge

Zonas de Vida (Z_Vida)			
Atributo	TD	Nombre	Categorías
Cod_Z_Vida	N	Código de la Zona de Vida	
Nom_Z_Vida	S	Nombre de la Zona de Vida	

Estación Hidrométrica (Est_Hidro): Instalación donde se capturan datos relacionados a los caudales generados por un cuerpo de Agua. Esta entidad puede contener los siguientes atributos:

Estación Hidrométrica (Est_Hidro)			
Atributo	TD	Nombre	Categorías
Cod_Est_Hidro	N	Código de la estación hidrométrica	
Coord_X_Est_Hidro	S	Coordenadas X (longitud, mE) de la estación hidrométrica	
Coord_Y_Est_Hidro	S	Coordenadas Y (Latitud, mN) de la estación hidrométrica	
Nomb_Est_Hidro	S	Nombre de la estación hidrométrica	
Cod_SubCca	N	Código de la Subcca de influencia en la estación	
Cod_CA	N	Código del cuerpo de influencia en la estación	
Nomb_SubCca_CA	S	Nombre de la subcuenca o del cuerpo de agua analizado	
Per_Est_Hidro	S	Periodo de registro (años) de la estación hidrométrica	
Fec_Est_Hidro	D	Fecha de instalación de la estación hidrométrica	
Fec_Sus_Est_Hidro	D	Fecha de suspensión de la estación hidrométrica	
Qmm_Est_Hidro	N	Caudal medio mensual reportado en la estación hidrométrica (m ³ /sg)	
Q_Desb	N	Caudal de desborde (m ³ /sg)	
Rend_Est_Hidro	N	Rendimiento de la cuenca definida hasta la estación (lt/sg/km ²)	

Información sobre caudales (Inf_Caudal): corresponde a la información asociada a caudales tomados en las estaciones hidrometricas. Esta entidad puede contener los siguientes atributos

Información sobre caudales (Inf_Caudal)			
Atributo	TD	Nombre	Categorías
Cod_Est_Hidro	N	Código de la estación hidrométrica	
Nomb_Est_Hidro	S	Nombre de la estación hidrométrica	
Cod_SubCca	N	Código de la Subcca de influencia en la estación	
Cod_CA	N	Código del cuerpo de influencia en la estación	
Nomb_SubCca_CA	S	Nombre de la subcuenca o del cuerpo de agua analizado	
Qmm_Est_Hidro	N	Caudal medio mensual reportado en la estación hidrométrica (m ³ /sg)	
Q_Desb	N	Caudal de desborde (m ³ /sg)	
Rend_Est_Hidro	N	Rendimiento de la cuenca definida hasta la estación (lt/sg/km ²)	

A continuación se presenta la relación del profesional a cargo de complementar la base de datos correspondiente y a contribuir con la implementación dentro del sistema de cada tema:

Tabla 3. Relación de Control Bases de Datos		
Nombre Archivo	Ubicación	Encargado
Cuenca (Cca)	Generalidades / Sinu	Luisa Pinzón
Subcuenca (SubCca)	Generalidades / Sinu	Luisa Pinzón
Cuerpos de Agua (CA)	Generalidades / Sinu	Luisa Pinzón
Sectorización de la cuenca (Sect_Cca)	Generalidades / Sinu	Luisa Pinzón
Municipio (Mpio)	Generalidades / Cordoba	Luisa Pinzón
Información Educativa del Municipio (Inf_Educ_Mpio)	Diagnostico/ Socioeconómico/educación	Carlos Negrete
Información sobre salud del Municipio (Inf_sal_Mpio)	Diagnostico/ Socioeconómico/Salud y recreación	Carlos Negrete
Información sobre Demografía del Municipio (Inf_Dem_Mpio)	Diagnostico/ Socioeconómico/demografía	Carlos Negrete
Información sobre Indicadores Sociales del Municipio (Inf_IndSoc_Mpio)	Diagnostico/ Socioeconómico	Carlos Negrete
Información sobre Municipios Generadores Y Receptores de Desplazados (Inf_Desp_Mpio)	Diagnostico/ Socioeconómico/desplazados	Carlos Negrete
Información sobre Recreación y Deporte del Municipio (Inf_Recrea_Mpio)	Diagnostico/ Socioeconómico/salud y recreación	Carlos Negrete
Información sobre Organización y Participación Comunitaria del Municipio (Inf_Comun_Mpio)	Diagnostico/ Socioeconómico/ONG	Carlos Negrete
Información sobre Coberturas e Infraestructuras del Municipio (Inf_CobInf_Mpio)	Diagnostico/ Infraestructuras	Carlos Negrete
Captaciones de Agua Superficiales (Capt_Sup)	Diagnostico/ Infraestructuras	Edgardo Pérez
Captaciones de Agua Subterráneas (Cod_Capt_ASub)	Diagnostico/ Infraestructuras	Luisa Pinzón
Cobertura Acueducto (Cob_Acued)	Diagnostico/ Infraestructuras	Edgardo Pérez
Planta de Tratamiento de Agua Potable (Pta_Ap)	Diagnostico/ Infraestructuras	Edgardo Pérez
Cobertura de Alcantarillado (Cob_Alcant)	Diagnostico/ Infraestructuras	Edgardo Pérez
Sistema de Tratamiento de Agua Residual (Sist_Tto_Res)	Diagnostico/ Infraestructuras	Edgardo Pérez
Cobertura Sistema de Recolección de Residuos Sólidos (Sist_Rec_Res)	Diagnostico/ Infraestructuras	Edgar do Pérez
Sistema de Disposición Final de Residuos Sólidos (Sist_Res_Sol)	Diagnostico/ Infraestructuras	Edgardo Pérez
Punto de Vertimiento de Aguas Residuales (Pto_Vto_Ares)	Diagnostico/ Infraestructuras	Edgardo Pérez
Cobertura Sistema de Distribución de Gas Domiciliario (Sist_Gas)	Diagnostico/ Infraestructuras	Edgardo Pérez
Cobertura del Sistema de Distribución Energía (Sist_energ)	Diagnostico/ Infraestructuras	Edgardo Pérez
Matadero (Matadero)	Diagnostico/ Infraestructuras	Edgardo Pérez
Pistas Aterrizaje (P_Aterrizaje)	Diagnostico/ Infraestructuras	Edgardo Pérez

Nombre Archivo	Ubicación	Encargado
Usuarios del Recurso Agua (Usu_Rec_Ag)	Diagnostico/ Hidrografía / demanda hídrica	Todos
Usuarios del Recurso Suelo (Usu_Rec_Su)	Diagnostico/ características físicas/suelos	Todos
Usuarios del Recurso Flora (Usu_Rec_Flor)	Diagnostico/ características bióticas/flora	Todos
Usuarios del Recurso Fauna (Usu_Rec_Fau)	Diagnostico/ características bióticas/fauna	Todos
Empresa Prestadora de Servicios Públicos (Emp_Sp)	Diagnostico/ Socioeconómico/empresas	Edgardo Pérez
Empresa Privada (Emp_Priv)	Diagnostico/ Socioeconómico/empresas	Edgardo Pérez
Geomorfología (Geom)	Diagnostico/ características físicas/geomorfología	Carlos Torres
Subpaisaje (Subpais)	Diagnostico/ características físicas/geomorfología	Carlos Torres
Paisaje (Pais)	Diagnostico/ características físicas/geomorfología	Carlos Torres
Gran Paisaje (GranP)	Diagnostico/ características físicas/geomorfología	Carlos Torres
Pendiente (Pend)	Diagnostico/ características físicas/geomorfología	Carlos Torres – Marcela Reyes
Deslizamientos (Desliz)	Diagnostico/ características físicas/geomorfología	Carlos Torres – Marcela Reyes
Amenazas por Movimientos en Masa (Ame_Mov_Masa)	Diagnostico/ características físicas/Amenazas	Carlos Torres – Marcela Reyes
Amenaza Sísmica (Ame_Sism)	Diagnostico/ características físicas/Amenazas	Carlos Torres – Marcela Reyes
Amenaza por Inundación (Ame_Inun)	Diagnostico/ características físicas/Amenazas	Carlos Torres – Marcela Reyes
Minas (Mina)	Diagnostico/socioeconómico/producción - Extrac	Marcela Reyes
Litología (Litol)	Diagnostico/ características físicas/geología	Edgar Bueno
Fallas (Falla)	Diagnostico/ características físicas/geología	Edgar Bueno
Estructuras de Plegamiento (Est_pleg)	Diagnostico/ características físicas/geología	Edgar Bueno
Contactos entre Unidades Estratigráficas (Cont_Est)	Diagnostico/ características físicas/geología	Edgar Bueno
Puntos de muestreo georeferenciados en la Cuenca (Pto_Geo)	Diagnostico/ Generalidades / Sinú	Todos
Uso Actual del Suelo (Uso_Suel)	Diagnostico/ características físicas/suelo	Geospacial
Cobertura de la Tierra (Cob_Tier)	Diagnostico/ características bióticas/cobertura	Geospacial
Ecosistemas (Ecos)	Diagnostico/ características bióticas/ecosistemas	Jose Castañeda
Flora (Flor)	Diagnostico/ características bióticas/flora	Jose Castañeda
Fauna (Fau)	Diagnostico/ características bióticas/fauna	Jose Castañeda
Unidades Ecológicas del Paisaje (Un_Ecol_Pais)	Diagnostico/ características bióticas	Todos
Area Protegida (Area_Prot)	Diagnostico/ características bióticas	Jose Castañeda
Area de interés ambiental (Area_Int_Amtal)	Diagnostico/ características bióticas	Jose Castañeda
Estación climatológica (Est_Climat)	Diagnostico/ características físicas / climatología	Mauricio C – Jorge I
Isoyetas (Isoy)	Diagnostico/ características físicas / climatología	Mauricio C – Jorge I
Precipitación en el área (Prec_Area)	Diagnostico/ características físicas / climatología	Mauricio C – Jorge I
Isotermas (Isot)	Diagnostico/ características físicas / climatología	Mauricio C – Jorge I
Temperatura en el área (Temp_Area)	Diagnostico/ características físicas /	Mauricio C – Jorge

Nombre Archivo	Ubicación	Encargado
Iso Índice Hídrico (IsoH)	Diagnostico/ características físicas / climatología	Mauricio C – Jorge I
Iso Relación Evapotranspiración (IsoETP)	Diagnostico/ características físicas / climatología	Mauricio C – Jorge I
Relación de Evapotranspiración en el área (ETP_Area)	Diagnostico/ características físicas / climatología	Mauricio C – Jorge I
Piso Térmico (Pterm)	Diagnostico/ características físicas / climatología	Mauricio C – Jorge I
Zonas Climáticas (Zclima)	Diagnostico/ características físicas / climatología	Mauricio C – Jorge I
Zonas de Vida (Z_Vida)	Diagnostico/ características físicas / Hidrología	Mauricio C – Jorge I
Estación Hidrométrica (Est_Hidro)	Diagnostico/ características físicas / Hidrología	Mauricio C – Jorge I
Información sobre caudales (Inf_Caudal)	Diagnostico/ características físicas / Hidrología	Mauricio C – Jorge I

2.7 Desarrollo y Montaje del SIGPOMCA

El montaje del SIGPOMCA está enfocado para ingresar la información bajo los estándares y entidades anteriormente establecidas permitiendo así generar procesos de consulta y de operaciones entre los temáticos creados.

El sistema permite generar los siguientes tipos de operaciones:

- Disolver: Unifica elementos de un tema a partir de un atributo específico y desaparece los límites físicos entre ellos.
- Merge: Realiza unión entre dos temas a través de los límites geográficos
- Clip: Realiza cortes entre temas de acuerdo a la selección realizada
- Intersect: Realiza intersecciones entre dos temas por el atributo seleccionado generando una nueva tabla que une los dos temas interceptados.
- Union: Realiza uniones entre dos temas de forma completa
- Assign by join: Realiza conexiones virtuales entre bases de datos por un mismo atributo
- Selección y localización por dibujos y entre entidades: Esta herramienta permite seleccionar todos los atributos que se encuentran ó interceptan dentro de un área seleccionada. También se puede realizar para un número de metros en círculo ó realizar buffers (áreas contiguas a una línea, punto ó polígono).

Sobre las tablas ó bases de datos generadas se pueden realizar todas las consultas posibles que respondan a la información ingresadas ya sean simples ó complejas y también se pueden hacer múltiples operaciones entre los valores de sus columnas.

Al sistema pueden acceder especialmente tres tipos de Usuarios:

- Usuarios Normales: Son todas aquellas personas que sin tener conocimiento de la herramienta la consultan mediante un aplicativo específico ó mediante Internet. Estos usuarios tienen acceso restringido a la información contenida en el sistema y no pueden realizar ningún aporte directo sobre la información presentada.
- Usuarios especializados: Estos usuarios pueden acceder de forma directa a la herramienta y pueden realizar aportes a los temas ingresados bajo niveles de seguridad de la información. Este tipo de usuario ha tenido una capacitación anterior sobre el manejo e importancia de los SIG y estará comprometido a no realizar ninguna operación que desfavorezca los temas ingresados.
- Programadores y Especialistas Avanzados: Este tipo de usuario accede al sistema para realizar programación avanzada sobre aplicativos que permitan la interacción con el público en general. Tienen todo el acceso disponible a la información y también permite el montaje bajo plataformas de Internet. También realiza las actualizaciones de información y consultas especializadas.

2.7.1 Consultas Al Sistema

Algunas de las consultas generales que se pueden realizar en el sistema son:

- Ubicación de coordenadas en puntos específicos
- Determinación de áreas y perímetros para polígonos trazados
- Longitudes entre dos puntos
- Ubicación espacial de municipios, centros poblados, canteras, areneras, subcuencas, cuerpos de agua, estaciones hidrométricas y climatológicas, Asociaciones de pescadores, Áreas de interés ambiental, infraestructuras y pozos subterráneos.
- Area, Ubicación, Extensión y características de unidades geomorfológicas, geológicas, de cobertura y uso actual, de pisos térmicos, zonas de vida, pendientes, aptitud del suelo
- A nivel municipal información sobre calidad de agua, desplazados, salud, coberturas de servicios, densidad, indicadores sociales, producción y ONG

Se pueden llegar a detallar muchas consultas observando los atributos que contiene cada entidad e imaginándose operaciones entre los temas ingresados.

2.7.2 Implementación bajo ArcView 3.2 y 8.3

Todos las entidades mencionadas durante el diseño fueron ingresadas bajo Arcview 3 en un proyecto denominado SIGAMBIENTAL y categorizado por ejes

temáticos. Las impresiones (Layouts) también fueron montados en este proyecto y la estandarización de colores por tema fueron guardadas como archivos avl.

Todos los temas antes mencionados se desarrollaron como .shp de diferentes tipos como líneas, puntos y polígonos. Estos temas guardan correspondencia entre ellos, especialmente los de tipo polígono que corresponden a los temáticos de cobertura, suelos y geología que fueron digitalizados por Geospatial y los de geomorfología, unidades ecológicas del paisaje, conflictos, zonificación ambiental, ecosistemas, áreas aferentes a estaciones, isoyetas e isotermas que fueron digitalizados en pantalla, además de todas los ajustes digitales realizados a los temas entregados por Geospatial.

The screenshot shows the ArcView GIS 3.3a interface. The main window displays a map of the Iberian Peninsula with a legend on the left. The legend lists various environmental factors: Calidad de Agua, Climatología, Cobertura Vegetal, Componente Físico, Ecosistemas, Geomorfología, Hidrología, Infraestructura, Masas de Agua Subt., Producción, and Social. The 'Layers' window on the right shows the project structure.

[illegible][illegible]

Grafico 29. Ejemplo Implementación
ArcView 3.2

En cuanto a la implementación bajo plataforma de Arcview 8.3 se realizó el montaje integral del proyecto, desde donde se podrán consultar los temas "DATA FRAME", los metadatos asociados y se estructuraron los ploteos bajo formato PDF.

2.7.3 Pruebas y Resultados

Este proceso inició casi al tiempo con el diseño, hasta tener un sistema estructurado con información escala 1:100.000; sin embargo este proceso de pruebas y resultados debe continuar debido a que los temas generados deben ser enriquecidos con estudios de mayor de detalle en algunos aspectos de la línea base ambiental del proyecto.

2.8 Conclusiones y Recomendaciones

- El Sistema de Información Geográfico del Proyecto POMCA es una herramienta eficaz y útil en el momento de toma de decisiones, debido a que contiene de forma organizada y estructurada todas las áreas temáticas que incorporó el estudio, además de las herramientas propias de un SIG que facilitan la consulta y cruce de información.
- Resulta importante mencionar que este es el primer estudio donde se aborda integralmente la cuenca y dicho logro proviene del uso de software, hardware e información actualizada que mediante un procesamiento permitió trabajar áreas antes nunca estudiadas desde el punto de vista geográfico.
- El proyecto POMCA mediante la estructuración de la información básica y temática del departamento en formato digital se convierte en un insumo fundamental para la implementación del Sistema de Información Ambiental Regional, teniendo en cuenta el nivel de detalle, la actualización de la información, el gran número de componentes temáticos analizados, entre otros aspectos.
- Las imágenes de satélite Landsat adquiridas durante el desarrollo del proyecto dieron inicio al banco de sensores remotos de la Corporación, el cual ha sido desarrollado a partir de este proyecto y permite el desarrollo de otro tipo de estudios y/o análisis en zonas específicas con un mayor nivel de detalle.
- La zona alta de las cuencas hidrográficas de los ríos Sinú y San Jorge presenta áreas con blancos de información por la continua presencia de nubes, sin embargo el proyecto generó cartografía básica mediante un modelo de interpolación de curvas de nivel utilizando para ello el Grid de Radar y la interpretación de la red de drenaje obtenida del procesamiento de las imágenes satélite. Esta información fue determinante para la elaboración de los planos temáticos de geología, geomorfología, cuencas y amenazas entre otros.
- Para complementar la cartografía 1:25000, la opción más conveniente es la realización de sobre vuelos para toma de fotografías aéreas, el proceso de foto lectura y la digitalización de tal información. Por otra parte se puede generar la información a partir del procesamiento de un par estereoscópico de imágenes de radar. Sin embargo, es recomendable hacerlo en coordinación con el Instituto Geográfico Agustín Codazzi para que tal información cumpla con los requerimientos de ley.

- A nivel del Sistema de Información Geográfico de las Cuencas Hidrográficas de los Ríos San Jorge y Canalete se sugiere continuar con el modelo planteado dentro del proyecto del Río Sinú, teniendo en cuenta desde su fase de inicio las bases de datos generadas, además de su complementación con otros atributos adicionales.
- El SIG es una herramienta interactiva que permite el desarrollo de múltiples consultas básicas ó compuestas pero que requiere de un conocimiento previo del manejo básico de software (salvo implementaciones específicas) y de conocer los temas que le han sido ingresados, por ello es necesario que los usuarios reciban capacitaciones sobre la importancia del manejo del SIG en la organización de información y sobre las herramientas que este contiene.
- Para el caso del proyecto, el SIG permite hacer múltiples consultas y múltiples análisis, utilizando para ello las herramientas del sistema, tanto en aspectos bióticos y físicos como sociales y de infraestructura. De igual manera permite realizar planeación ambiental a partir de la zonificación ecológica y la zonificación ambiental, labores que involucran el estudio de las políticas nacionales y corporativas o su redireccionamiento.