

**ESTUDIO MULTITEMPORAL DE IMÁGENES SATELITALES CON FINES DE
DELIMITACIÓN DEL COMPLEJO BAJO SAN JORGE MARGEN IZQUIERDO
(B13) Y DIAGNOSTICO DE ZONAS INTERVENIDAS ANTROPICAMENTE
(AGRICULTURA Y GANADERIA).**

VIDAL ANDRES ATENCIA VERGARA

JOHN JAIRO CONTRERAS CHAVEZ

DAVID MANUEL VERGARA HERRERA

**UNIVERSIDAD DE SUCRE
FACULTAD DE INGENIERIA
PROGRAMA DE INGENIERIA AGRICOLA
SINCELEJO
2008**

**ESTUDIO MULTITEMPORAL DE IMÁGENES SATELITALES CON FINES DE
DELIMITACION DEL COMPLEJO BAJO SAN JORGE MARGEN IZQUIERDO
(B13) Y DIAGNOSTICO DE ZONAS INTERVENIDAS ANTROPICAMENTE
(AGRICULTURA Y GANADERIA).**

VIDAL ANDRES ATENCIA VERGARA

JOHN JAIRO CONTRERAS CHAVEZ

DAVID MANUEL VERGARA HERRERA

Trabajo de grado para optar el titulo de Ingeniero Agrícola

Director

HUMBERTO NEL FLOREZ RAMOS

INGENIERO CATASTRAL Y GEODESTA

Codirector

MEDARDO MARTINEZ

INGENIERO AGRÍCOLA

**UNIVERSIDAD DE SUCRE
FACULTAD DE INGENIERIA
PROGRAMA DE INGENIERIA AGRICOLA
SINCELEJO
2008**

Nota de aceptación

Presidente del jurado

Jurado

Jurado

Sincelejo,

“Únicamente los autores son responsables de las ideas expuestas en el presente trabajo”

DEDICATORIA

A DIOS, Guiador y sustentador de mi vida

A MI FAMILIA, Por su apoyo incondicional

A todos los que de una u otra forma contribuyeron a la realización de este logro.

VIDAL ANDRES ATENCIA VERGARA

A DIOS, Guiador y sustentador de mi vida

A MI FAMILIA, Por su apoyo incondicional

A todos los que de una u otra forma contribuyeron a la realización de este logro.

JOHN JAIRO CONTRERAS CHAVEZ

A DIOS, Guiador y sustentador de mi vida

A MI FAMILIA, Por su apoyo incondicional

A todos los que de una u otra forma contribuyeron a la realización de este logro.

DAVID MANUEL VERGARA HERRERA

AGRADECIMIENTOS

Los autores expresan su agradecimiento a:

La UNIVERSIDAD DE SUCRE.

JOSÉ BASTIDAS, ingeniero agrónomo por la donación de las imágenes de satélite.

HUMBERTO FLOREZ, Ingeniero Catastral Y Geodesta, Director del proyecto.

MEDARDO MARTINEZ, Ingeniero Agrícola, Codirector del proyecto.

ANGEL ESTERLING, Ingeniero Agrónomo.

GUSTAVO BARROS, Ingeniero Agrícola.

ALEJANDRO ZAMORA, Biólogo Marino.

CONTENIDO

	Pag
INTRODUCCIÓN	21
1. ESTADO DEL ARTE	23
1.1 HUMEDALES	23
1.1.2 Ciénagas	23
1.1.3 Caños	24
1.1.4 Playones Comunales	24
1.1.5 Playa Fluvial	24
1.2 CLASIFICACIÓN SIMPLIFICADA DE HUMEDALES	25
1.3 DISTRIBUCIÓN DE LOS HUMEDALES EN COLOMBIA	26
1.4 FUNCIONES DE LOS HUMEDALES DE LA DEPRESIÓN MOMPOSINA	27
1.5 OCUPACIÓN DE LA DEPRESION MOMPOSINA	28
1.6 TENENCIA DE TIERRAS	32
1.7 IMPACTO SOBRE LOS HUMEDALES CAUSADO POR LAS PRÁCTICAS DE AGRICULTURA Y GANADERIA	34
1.7.1 Disminución en la capacidad de retención del agua	34
1.7.2 Incrementos en las áreas inundadas	34
1.7.3 Disminución en la oxigenación de las ciénagas	35
1.7.4 Disminución en el porcentaje de sedimentos retenidos	35
1.7.5 Disminución en el volumen de pesca	36
1.7.6 Efecto en la economía	36
1.7.7 Efecto en la biodiversidad	37
1.8 DETERMINACIÓN DEL ÁREA REAL DEL HUMEDAL Y SU ZONA DE PROTECCIÓN	37
1.9 TELEDETECCIÓN	39
1.10 SENSOR	40

1.10.1 Clasificación de los sensores remotos	41
1.10.2 Resolución de un sistema sensor	42
1.11 PROPÓSITOS DE LA TELEDETECCIÓN	47
1.12 PLATAFORMAS DE TELEDETECCIÓN ESPACIAL	48
1.13 INTERPRETACIÓN DE IMÁGENES	49
1.14 TÉCNICAS UTILIZADAS PARA ANÁLISIS MULTITEMPORAL	50
1.14.1 Composiciones multitemporales	50
1.14.2 Diferencia entre imagen	50
1.14.3 Cocientes multitemporales	50
1.14.4 Componentes principales	50
1.14.5 Regresión	51
1.14.6 Vectores multitemporales	51
1.15 COMPOSICIONES EMPLEADAS PARA LA DISCRIMINACIÓN	51
1.15.1 Composición en color natural RGB 321 (color verdadero)	52
1.15.2 Composición en falso color RGB 432	53
1.15.3 Composición en falso color RGB 453	54
1.15.4 Composición en falso color RGB 341	55
1.15.5 Composición en falso color RGB 531	56
1.16 REVISIÓN DEL MARCO LEGAL PARA HUMEDALES Y ZONAS ALEDAÑAS EN COLOMBIA	57
1.17 CRITERIOS PARA LA DELIMITACIÓN DE HUMEDALES	60
1.17.1 Revisión de información	60
1.17.2 Uso de tierra	60
1.17.3 Información de sensores remotos	61
1.17.4 Suelos	61
1.17.5 Registro de información hidrológica	61
1.17.6 Determinación de las condiciones presentes	61

1.18 DETERMINACIÓN DEL LÍMITE DEL HUMEDAL (FRANJA DE PROTECCION)	62
1.19 FACTORES QUE AFECTAN LOS HUMEDALES DE LA DEPRESION MOMPOSINA	63
1.19.1 Factores naturales internos	63
1.19.2 factores naturales externos	63
1.19.3 Factores externos inducidos por el hombre	63
1.19.4 Factores internos inducidos por el hombre	64
2 LOCALIZACIÓN Y DESCRIPCIÓN DE LA ZONA DE ESTUDIO	66
2.1 UBICACIÓN	66
2.2 GEOMORFOLOGÍA	70
2.3 HIDROLOGÍA	72
2.3.1 Río Magdalena	72
2.3.2 Río Cauca	73
2.3.3 Río San Jorge	74
2.4 HIDRODINÁMICA	74
2.5 CLIMATOLOGÍA	75
2.6 BIODIVERSIDAD	75
2.7 GANADERÍA	78
2.8 AGRICULTURA	79
2.9 PESCA	79
3. METODOLOGIA	81
3.1 ANÁLISIS VISUAL	83
3.2 METODOLOGÍA DE LOS CÁLCULOS	84
3.3 CALCULO DE ÁREA DE LOS CUERPOS DE AGUA	85
3.4 OBTENCIÓN DE LA ZONA DE PROTECCIÓN	86
3.5 CLASIFICACIÓN DIGITAL	87
3.6 OBTENCIÓN DE LOS MAPAS DE COBERTURAS	87

4. RESULTADOS	90
4.1 GENERACION DE MAPAS	94
4.1.1 Coberturas de suelos en el complejo B13	94
4.1.2 Dinámica hídrica (aguas bajas – aguas altas)	94
4.1.3 Coberturas de suelos de zonas de protección	94
5. ANALISIS DE RESULTADOS	99
5.1 CUERPOS DE AGUA	100
5.2 ZONA DE PROTECCIÓN	101
6. CONCLUSIONES	104
7. RECOMENDACIONES	106
8. BIBLIOGRAFIA	108
ANEXOS	112

LISTA DE TABLAS

	Pag
Tabla 1. Tipos de humedales	25
Tabla 2. Función de los humedales	27
Tabla 3. Municipios pertenecientes a la Deprecion Momposina	70
Tabla 4. Representación de la fauna en la Deprecion Momposina	77
Tabla 5. Representación de la flora en la Deprecion Momposina	78
Tabla 6. Coberturas en el B13 (excluyendo cuerpos de agua)	92
Tabla 7. Area de los cuerpos en aguas altas y aguas bajas	93
Tabla 8. Coberturas en zonas de proteccion	93

LISTA DE FIGURAS

	Pag
Figura 1. Ocupación de los Zenú en la Depresión Momposina	30
Figura 2. Elementos de un sistema sensor	40
Figura 3. Sensor remoto activo	42
Figura 4. Sensor remoto pasivo	42
Figura 5. Landsat – ETM (30)	43
Figura 6. Landsat – ETM (15)	43
Figura 7. Resolución radiométrica	44
Figura 8. Espectro electromagnético	45
Figura 9. Curva de reflectividad característica	47
Figura 10. Combinación RGB 321	52
Figura 11. Combinación RGB 432	53
Figura 12. Combinación RGB 453	54
Figura 13. Combinación RGB 341	55
Figura 14. Combinación RGB 531	56
Figura 15. Definición del límite del humedal con su respectiva franja de protección	62
Figura 16. Puntos cardinales de Colombia	67
Figura 17. Ubicación del complejo B13	68
Figura 18. Ubicación del complejo B13 junto a otros complejos	69
Figura 19. Depresión Momposina	71
Figura 20. Cuenca del Río Magdalena	73
Figura 21 metodología	82
Figura 22. Imagen con diferente tipo de algoritmo	84
Figura 23. Edición topológica delimitación de cuerpos de agua del complejo B13, imagen multiespectral RGB 456 (sin realce visual).	85

Figura 24. Creación de los límites de la zona de protección del complejo B13.	86
Figura 25. Combinación RGB 456, con realce visual, se observan claramente la cobertura vegetal en tonos naranja y verde.	88
Figura 26. Toma y clasificación de muestras para la obtención de coberturas de cultivos y pastos. Combinación RGB 432 (sin realce visual).	89
Figura 27. Imagen de la zona de estudio	90
Figura 29. Imagen de la zona de estudio ampliada	91

LISTA DE GRAFICOS

	Pag
Grafica 1. Distribución de los humedales en Colombia	26
Grafica 2. Distribución de Magangue	33
Grafica 3. Coberturas del complejo B13	99
Grafica 4. Dinamica de la cobertura de suelos del B13 en aguas altas y bajas	101
Grafica 5. Comparación porcentual de coberturas entre la zona de proteccion y el complejo B13	102

LISTA DE MAPAS

	Pag
MAPA 1. COBERTURAS DE SUELOS EN EL COMPLEJO B13	95
MAPA 2. DIMANICA HIDRICA (AGUAS BAJAS – AGUAS ALTAS)	96
MAPA 3. COBERTURAS DE SUELOS DE LA ZONA DE PROTECCIÓN	97
MAPA 4. AMPLIACION DE UNA PARTE DEL MAPA COBERTURAS DE SUELOS DE LA ZONA DE PROTECCIÓN	98

LISTA DE ANEXOS

	Pag
Anexo A. Iguana	113
Anexo B. Gallito de ciénaga	113
Anexo C. Garza blanca	113
Anexo D. Bocachico	113
Anexo E. Azulejo	114
Anexo F. Chigüiro	114
Anexo G. Buchón de agua	114
Anexo H. Número de captaciones que se presentan en la Región Caribe	115
Anexo I. Movilización pesquera en la cuenca del Río Magdalena, 1972 – 2000	116

GLOSARIO

CONVENCIÓN RAMSAR El Convenio de Ramsar, o Convención relativa a los Humedales de Importancia Internacional especialmente como Hábitats de Aves Acuáticas, fue firmado en la ciudad de Ramsar, Irán, el 2 de febrero de 1971 y entró en vigor en 1975. Actualmente (diciembre de 2000) cuenta con 123 Partes Contratantes (Estados miembros) en todo el mundo.

CUERPOS DE AGUA Son las áreas cubiertas con agua de origen natural, como son los lagos, lagunas, ciénagas, pantanos y ríos. Artificiales como embalses, estanques, piscinas o canales de distinto grado de sedimentación.

DIQUE Un dique es un terraplén natural o artificial, por lo general de tierra, construido para contener las aguas de un río o aguas estancadas.

EDICIÓN TOPOLOGICA La topología define las relaciones espaciales de un objeto de manera cualitativa, es decir, diseñando en su idea toda relación de medida.

HISTOGRAMAS Una representación grafica de las frecuencias observadas en una determinada imagen.

LANDSAT Serie de satélites construida por la NASA, dedicados específicamente a la detección de recursos naturales.

PASTOS Tipo de vegetación herbácea que come el ganado en el mismo lugar donde se cría.

RATROJO Tipo fisonómico de vegetación, caracterizado por la mezcla densa de biotipos leñosos arbóreos y arbustivos y la falta de una estratificación definida. En los rastrojos altos predominan los elementos arbóreos mientras que en los bajos arbustivos.

RESUMEN

Los complejos de humedales, localizados en la Depresión Momposina, presentan valores ecológicos y ambientales de importancia regional y nacional. Que en la actualidad son subvalorados lo que conlleva a una mala intervención sobre ellos que desconoce la dinámica funcional de estos ecosistemas.

En este trabajo se realizó la delimitación y un análisis de la intervención antrópica (agricultura y ganadería) en las ciénagas que conforman el complejo Bajo San Jorge Margen Izquierdo (B13), determinando los componentes principales que intervienen en la alteración del régimen natural de los cuerpos de agua de la región.

Un aspecto esencial en los complejos de humedales es la delimitación y caracterización espacial de los diferentes elementos funcionales. El uso de sistemas de información geográfica (SIG), es una gran herramienta para el almacenamiento, análisis y manipulación de información que es referenciada a una situación geográfica, en el establecimiento de las áreas de las ciénagas el uso de un SIG facilita su estudio. Así mismo, se establecen indicadores de la hidrología en la ciénaga y ríos, tales como modelos de drenaje, y predicciones de flujos de entrada y salida. Sirviendo además como soporte de mapeo para el cálculo y delimitación de áreas.

ABSTRACT

The whole of dampness, Localized in the momposine depression, show ecological and environmental values of regional and national importance; which are valueless in the actuality ; it generates a bad intervention on them which unknown the functional dynamic of these systems of ecology.

In this work were realized an analysis of the anthropic intervention (agriculture and cattle breeding) in the swamps that integrate the whole of the left margin of the low saint george (BB), by means of determinations of the principal components that intervene in the alteration of the natural regime of the water bodies of the region.

An essential aspect in the whole of the humidities is the spatial delimitation and characterization of the different functional elements the use of the geographical information system (GIS), is a big tool for recording, to analyse and to manipulate an information which is referenced to a geographical situation in the establishment of the areas of dampness the use of a GIS, what makes easy their study. Of this same way were established indicators of the hydrology in the swamp and rivers, such as drainage models and predications of the flows of entrance and departure. It serves too like support of the maps for to calculate and to lay limit to the areas.

INTRODUCCIÓN

Colombia es uno de los cuatro países con mayor disponibilidad de recursos hídricos del planeta, su estratégica posición continental, en medio del trópico, la ha dotado con dos grandes extensiones de agua marina, que bañan las Costas Pacífica y Caribe; sobre su superficie corren innumerables sistemas de agua dulce, que nutren cada rincón de nuestra geografía, factores como régimen climático, complejidad orogénica y ubicación biogeográfica se han combinado de forma excepcional para permitir que el recurso hídrico sea abundante y modele el paisaje tropical formando ríos, estuarios, pantanos, ciénagas y lagunas.

Los humedales son un elemento vital dentro del amplio mosaico de ecosistemas con que cuenta el país y se constituyen, por su oferta de bienes y prestación de servicios ambientales, en un renglón importante de la economía nacional, regional y local. A pesar de esto en Colombia la importancia de los humedales ha sido subvalorada tradicionalmente, conllevando a la degradación acelerada de estos medios cuna de diversidad biológica y fuentes de agua. En Colombia existen 1938 ciénagas que cubren un área aproximada de 4700 km² y se encuentran localizadas principalmente en los bajos de los ríos Magdalena, San Jorge y Cauca, y en los ríos Atrato y Sinú.

Los humedales de la Depresión Momposina, no están exentos de esta problemática, muestra de ello es la intervención de la cual son objeto por parte de los pobladores que habitan esta región con la construcción de obras para contención y evacuación de aguas, así mismo, obras de protección frente a crecientes (canales y diques), aumentando el área de zonas secas para ser empleadas en la ganadería y agricultura. Estas acciones han alterado de manera drástica la dinámica de los cuerpos de agua de la región, poniendo en alto riesgo las especies de flora y fauna que habitan en estos ecosistemas como también la

calidad de vida de las poblaciones que se ven afectadas por los periodos de inundaciones que experimentan todos los años en época invernal.

Dentro del ciclo hidrológico, los humedales juegan un rol crítico en el mantenimiento de la salud y regulación hídrica de sus cuencas hidrográficas, desarrollando entre otras, funciones de mitigación de impactos, retención de sedimentos y recarga de acuíferos. Los humedales son sistemas vivos que requieren un manejo sostenible, de tal forma que el hombre acceda a disfrutar de los múltiples servicios ambientales que estos sistemas proporcionan; por lo tanto el hombre, como beneficiario directo o indirecto, tiene la obligación de velar por su restauración y/o conservación a fin de evitar la pérdida o disminución de estos hábitats.

En la actualidad las herramientas con las que se cuenta que permitirían hacer el control sobre estas son muchas, pero en nuestro caso se optó por la utilización de imágenes de satélites de diferentes fechas. Una imagen debía mostrar los cuerpos de agua en relativa normalidad respecto al cauce y la otra los cuerpos de aguas desbordados, invadiendo las zonas alteradas antropicamente. Esto conjugado con poderosas herramientas computacionales como el software Spring 4.3 permitieron determinar que tanto un cuerpo se sale de su cauce normal haciendo la salvedad que fue para una específica.

1. ESTADO DEL ARTE

1.1 HUMEDALES

Los humedales se definen como extensiones de marisma, pantanos, turberas, cuerpos de agua de régimen natural o artificial, permanentes o temporales, estancadas, corrientes, dulces, salobres y saladas incluyendo las áreas de aguas marinas cuya profundidad en marea baja no exceda los seis metros¹.

El sistema de humedales está conformado por dos subcomponentes: el de aguas quietas o léntico, representado por las ciénagas y playones; y el segundo, el de aguas en movimiento o lótico, por los ríos y caños principales.

1.1.2 Ciénagas. Las ciénagas son depósitos que presentan flujo muy lento de aguas (ecosistemas lénticos), con algún grado de conexión con el río, del cual depende la renovación de sus aguas e intercambio de biota. Son cuerpos de agua poco profundos, por lo común con menos de 5 m; se exceptúan algunas lagunas formadas en antiguos brazos de ríos, que alcanzan 15 m o más², las ciénagas cumplen funciones ambientales muy importantes: retienen grandes cantidades de agua, regulan caudales de ríos y maximizan los procesos de decantación y deposición de materiales, dadas las actividades biológicas que sustentan, ayudando así en el mejoramiento de la calidad del agua proveniente de las partes altas de la cuenca, y de los asentamientos humanos adyacentes que vierten directamente sus aguas residuales sobre estas.

¹ Convención Ramsar. Art 1.1

² ARIAS, 1985. Citado por Interpretación visual de imágenes de sensores remotos y su aplicación en levantamientos de cobertura y uso de la tierra.1ª ed. Santa Fé de Bogotá, 2005.

1.1.3 Caños. Son los canales naturales meandriformes de conexión entre el río y las ciénagas, delimitados por albardones menores permanentes o temporales (sumergidos por prolongación del espejo de agua de las ciénagas), su principal característica es la temporalidad de la dirección de flujo de aguas por el mismo, dependiente de las diferencias entre los niveles del agua en el río y en la ciénaga (flujo hacia río en época de sequía y hacia ciénagas en época de creciente). Permiten el tránsito de sedimentos, vegetación flotante y peces., son usados como abrevaderos y como vías para la navegación local³.

1.1.4 Playones Comunales. Los playones comunales son terrenos baldíos que periódicamente se inundan con las aguas de las ciénagas que los forman, o con las de los ríos en sus avenidas, cuya importancia radica en el papel que juegan en el mantenimiento de hábitats para la fauna silvestre, en general, y de peces, en particular.

1.1.5 Playa Fluvial. La superficie plana o casi plana comprendida entre la línea de las bajas aguas de los ríos y aquella donde lleguen estas ordinariamente en su mayor crecimiento, que periódicamente se inundan a consecuencia del mar de Leva y de las avenidas de los ríos, lagos, lagunas y ciénagas⁴.

³ ARIAS, Op.cit.

⁴ Artículo 19, capítulo IV, Decreto 2663 de 1994

1.2 CLASIFICACIÓN SIMPLIFICADA DE HUMEDALES

Según la convención Ramsar se reconocen nueve tipos de humedales principales. Tabla 1.

Tabla 1. Tipos de humedales.

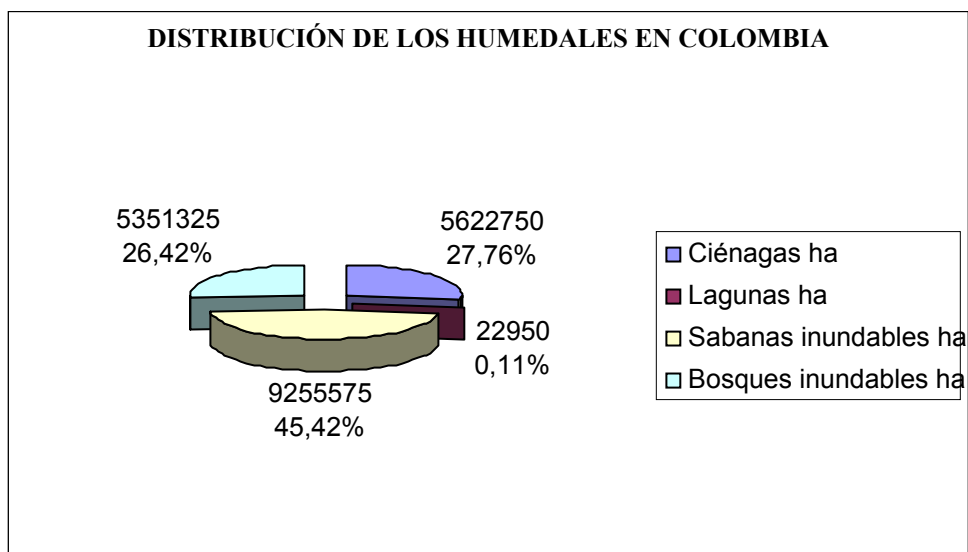
Sistema	Descripción
Marinos	Humedales costeros, inclusive lagunas costeras, costas rocosas, arrecifes de coral
Estuarios	Áreas de manglares, pantanos salados, aguas estuarinas y pantanos lodosos intermareales.
Lacustres	A él corresponden los lagos y lagunas de carácter temporal o permanente e incluso toda el área de influencia que ellos puedan alcanzar durante los periodos de inundación.
Fluviales	Ríos, arroyos permanentes. Deltas interiores, arroyos intermitentes, planicies inundables.
Palustres	Ambientes comprendidos por manantiales, oasis, ojos de agua, bosques pantanosos, ciénagas, caños y pantanos permanentes o estacionales.
Geotérmico	Humedales geotérmicos.
Acuicultura	Estanques de peces, crustáceos, moluscos.
Agropecuario	Estanques y charcas de granjas, tierra irrigada, arrozales, tierra arable estacionalmente inundada.
Urbano e industrial	Salinas, reservorios, fosas de grava, sistemas de aguas negras, hidroeléctricas.

Fuente. Instituto de investigación de recursos biológicos Alexander Von Humboldt.

1.3 DISTRIBUCIÓN DE LOS HUMEDALES EN COLOMBIA

Estudios realizados por el Ministerio de Ambiente, Vivienda y Desarrollo Territorial, afirman que en Colombia el área aproximada de estos sistemas es de 20252500 ha., representados por lagos, pantanos, ciénagas, llanuras y bosques inundados. Distribuidos de la siguiente manera. Grafica 1.

Grafica 1. Distribución de los humedales en Colombia



Fuente. Ministerio de Ambiente, Vivienda y Desarrollo Territorial

1.4 FUNCIONES DE LOS HUMEDALES DE LA DEPRESIÓN MOMPOSINA

Los humedales son ecosistemas muy productivos, pero sus diferencias y complejidad hacen muy difícil la generalización acerca de sus funciones. De hecho, conocemos mucho menos acerca del funcionamiento de los humedales que sobre los bosques y praderas. Tabla 2.

La relación del suelo, el agua, las especies animales, los vegetales y los nutrientes permiten que los humedales desempeñen estas funciones y generen vida silvestre, pesquería, recursos forestales, abastecimiento de agua y fuentes de energía. La combinación de estas características permite que los humedales sean importantes para la sociedad.

Tabla 2. Función de los humedales

FUNCIÓN DE LOS HUMEDALES
Almacenamiento de nutrientes.
Retener una gran masa de sedimentos provenientes de los diferentes ríos evitando que no afecten los ecosistemas marinos de la Costa Atlántica.
Hábitat de fauna silvestre.
Hábitat de plantas silvestres y cultivadas.
Regulación de la salida del agua. (control de inundaciones)
Recarga y descarga de acuíferos (aguas subterráneas)
Control de erosión
Filtros previniendo el aumento de nitritos, los cuales producen eutroficación (exceso de carga orgánica).
Estabilización microclimática.
Recreación y turismo.
Facilita el intercambio de carbono, nitrógeno, fósforo y otros materiales con la atmósfera y el entorno.
Educación e investigación científica.
Intercambio de carbono, nitrógeno, fósforo y otros materiales con la atmósfera, y el contorno en general.

Fuente. Instituto de investigación de recursos biológicos Alexander Von Humboldt.

1.5 OCUPACIÓN DE LA DEPRESION MOMPOSINA

La ocupación del territorio de la Depresión Momposina a lo largo del siglo XX fue catastrófica para la red de caños, ciénagas y humedales, debido a que la ganadería extensiva y la agricultura se impusieron como modelo productivo En la zona.

La baja productividad de las cosechas tradicionales de los campesinos en arroz, maíz y otros cultivos, no fue capaz de competir con la baja pero segura rentabilidad de la ganadería. La falta de una política eficaz por parte del estado para proteger la producción agrícola en la región, permitió la ganaderización de la Depresión Momposina, consolidándose el desarrollo de una cultura enemiga de los humedales, pues el ganado necesita tierras drenadas y secas para su buen desarrollo. Así las ciénagas empezaron a ser desecadas para ganar terrenos para la ganadería, Durante el siglo XX, todo el territorio de la Depresión Momposina se lleno de caminos y jarillones que tenían como fin principal secar tierras para la ganadería, controlar las inundaciones y servir como carreteras y caminos para el transporte terrestre, abandonándose el tradicional sistema de transporte fluvial por los caños de la Depresión Momposina.

En los últimos cincuenta años los ríos que circulan por esta región se transformaron en el principal enemigo de las comunidades que habitan esta zona, por considerar que estos eran los culpables con sus constantes inundaciones, de todas sus tragedias agrícolas, sociales y por que impedía la consolidación de la ganadería extensiva. Pero lo que las comunidades de la Depresión Momposina olvidaron fue que hace muchos años, por allá en el siglo XI d.C. y desde el siglo IX a.C., existió en la Depresión Momposina una comunidad indígena. Los Zenú que habitaron el territorio durante más de 20 siglos. Figura 1. Desarrollando el sistema productivo más eficiente y sostenible que se haya conocido jamás en toda la región, en Colombia y América.

Gran parte de estas tierras anegadizas fueron transformadas en zonas de cultivo intensivo aprovechando los sedimentos y las inundaciones, a través de la construcción de un novedoso sistema de canales hidráulicos que permitían el drenaje rápido de las crecientes hacia las ciénagas y humedales, mientras que en la época de sequía a través de estos mismos canales las aguas regresaban a los ríos para su evacuación, dejando los terrenos de cultivos abonados con los sedimentos de los ríos Magdalena, Cauca y San Jorge⁵.

El secreto de los indígenas Zenú fue muy simple: permitir la libre entrada y salida de las crecientes de los ríos Magdalena, Cauca y San Jorge hacia la Depresión Momposina. A partir de conocer la máxima cota de inundación anual durante décadas pudieron establecer cual era el nivel o altura que tenían que tener los terrenos dedicados al cultivo intensivo. Durante siglos se dedicaron a construir el más fantástico sistema de canales y camellones, donde los unos eran el drenaje y los otros las áreas de los terrenos de cultivos que estaban siempre por encima del máximo nivel de inundación. Los camellos tenían entre uno y dos metros de altura y un promedio de 10 a 15 metros de ancho, por longitudes que iban desde 50 metros hasta varios kilómetros de largo. Inundaciones y sedimentos eran en esta forma aprovechados para la agricultura, de manera que siempre se mantuvieron limpios los caños que comunicaban los ríos entre sí⁶.

⁵ Departamento Nacional de Planeación Republica de Colombia y Organización de las Naciones Unidas para la agricultura y la alimentación. Santa Fé de Bogotá: Gente Nueva, 2003.

⁶ Ibid.

Figura 1. Ocupación de los Zenú en la Depresión Momposina



Fuente. Resistencia en el San Jorge

Las investigaciones indican que en la época de los Zenú la densidad de población en estas zona era de 170 personas/km² en contraste con la actualidad es menor de 1 persona/ km².

Los campesinos de la Depresión Momposina descendientes de los Zenú y de los Malibú olvidaron la forma sabia en que sus antepasados ocuparon el territorio aprovechando las inundaciones y los sedimentos como abono. Tres siglos de colonización española impusieron a las comunidades otra forma de ver el territorio. El ganado traído desde Europa empezó a dominar la economía costeña y desplazar las antiguas prácticas sostenibles de la agricultura en las regiones anegadizas de la Depresión Momposina. La estrategia de ocupación del territorio cambio. Ahora era más importante impedir la entrada del agua a los terrenos donde se encontraba pastando el ganado. Poco a poco grandes extensiones de

tierra inundable fueron aisladas con jarillones para secarlas, reduciendo ostensiblemente la capacidad de amortiguamiento de las inundaciones en toda la región.

Cada vez las aguas de las inundaciones que llegaban de los ríos Magdalena, Cauca y San Jorge a través de los caños tuvieron menos espacio para depositarse, porque las tierras estaban ocupadas por el ganado, pero el agua que entraba a la región era la misma, pero con menos espacio en la zona de los humedales. Con el paso del tiempo el impacto de las inundaciones empezó a ser cada vez más intenso en aquellas zonas que no estaban aisladas o donde era imposible de controlar la inundación con la construcción de jarillones y carreteras. Cada finquero y campesino estaba preocupado de proteger su terreno de la inundación y así, Perdieron la visión en conjunto de todo el territorio, fragmentando la región en una multitud de islas de terrenos no “inundables”, fincas y parcelas, donde pastaban sus ganados. Fue en este momento cuando el mal manejo y ordenamiento del territorio en su conjunto, los llevo a desconocer y olvidar totalmente el funcionamiento hidráulico de los caños de la Depresión Momposina y tomaron la equivocada decisión de taponar todas las bocas de comunicación de los caños con los ríos Magdalena, Cauca y San jorge por considerar que estos eran los culpables de las inundaciones y el enemigo numero uno de la ganadería y el desarrollo de la región, porque causaba la destrucción permanente de las cosechas.

Esta doble historia de la Depresión Momposina, con su primera etapa de producción intensiva sostenible por parte de los indígenas Zenú, (que convirtieron el problema de las inundaciones y los sedimentos en algo benéfico para la comunidad) y la segunda etapa histórica de la colonización española, (que impuso la cultura de la ganadería extensiva, transformando los ríos Magdalena, Cauca, San jorge y los humedales en el principal enemigo de la ocupación humana del territorio de la Depresión Momposina).

Esto nos enseña que es el hombre y su civilización la que tiene que adaptarse a las condiciones de los sistemas naturales y no tratar de invertir los procesos porque finalmente es el mismo hombre el que termina perdiendo la posibilidad de ocupar sosteniblemente el territorio en el futuro, poniendo en peligro el desarrollo de las generaciones venideras. Por eso Las comunidades humanas en la Depresión Momposina, no pueden olvidar que están ocupando un territorio que durante miles y millones de años ha sido un lugar dominado por los humedales, las ciénagas y que es un territorio catalogado como de alto riesgo de inundaciones. Ignorar la realidad nos conduce al fracaso. Reconocer la verdad nos conduce al triunfo.

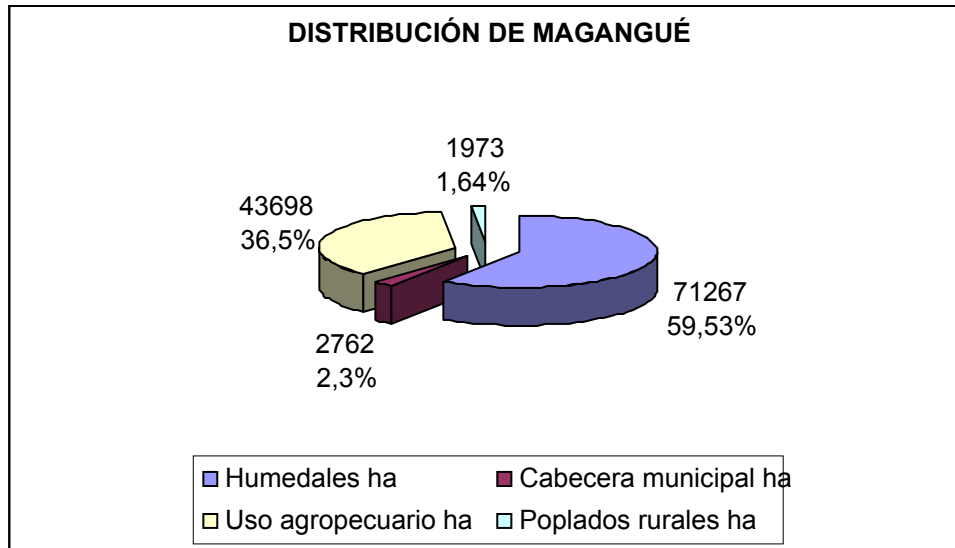
1.6 TENENCIA DE TIERRAS

Las estadísticas y las tendencias observadas hoy en día en la distribución de las tierras, señalan concentración en manos de grandes propietarios y disminución de tierras comunales y playones o cual genera un uso insostenible de los recursos naturales, a pesar de la existencia de normas y leyes.

En las que las poblaciones más vulnerables tenían una fuente de seguridad alimentaría permanente, con base en el aprovechamiento de la oferta ambiental. En la actualidad los derechos de uso y control del territorio que tienen los campesinos y pescadores de la región, compiten con los intereses de los grandes ganaderos y son epicentro de desencuentros que desembocan en una crítica situación social e institucional. El conflicto sobre la ocupación de ciénagas y playones se presenta como uno de los más relevantes en el contexto del territorio.

Muestra de ello es lo que acontece en el municipio de Magangué cuya extensión total del es de 119700 ha. Distribuida según el plan de ordenamiento territorial. Grafica 2.

Grafica 2. Distribución de Magangué



Fuente. Poblamiento y ciudades del Caribe colombiano.

Sólo quedarían para uso agropecuario y forestal 43698 ha, Sin embargo existen 89928 ha, es decir, cerca de 46230 ha (38,8%) son apropiaciones ilegales de playones y áreas de humedales, en detrimento del ecosistema, en la medida en que el poblamiento se haga de manera espontánea y desordenada y el aumento de la población sea evidente, de igual manera crecerán los riesgos ambientales y los costos socioeconómicos derivados de inundaciones, especialmente cuando, en razón a la alteración de la dinámica hídrica, estos fenómenos supera los niveles históricos, como viene sucediendo de unos años para acá esto provoca que la población cada vez se enfrenta más a la escasez de alimentos debido a problemas ambientales y la sobre explotación de los recursos acuáticos, así como también la imposibilidad de cultivar durante gran parte del año. Esta situación se ve combinada con problemas de desempleo, migración rural urbana y violencia, que aumentan la crisis de los pobladores.

La mala distribución y uso de la tierra ha Creando grandes conflictos sociales debido a intereses disímiles entre los pescadores, agricultores y ganaderos que se

asientan en la zona por la falta de control institucional en la actividad y la desecación de ciénagas en las zonas bajas para la ganadería y la agricultura.

1.7 IMPACTO SOBRE LOS HUMEDALES CAUSADO POR LAS PRÁCTICAS DE AGRICULTURA Y GANADERIA

Para referirse a la acción humana sobre los humedales de la Depresión Momposina, vale la pena iniciar este aporte con la reflexión de Tenzin Gyatso, decimocuarto Dalailama del Tibet “Nuestros antepasados concibieron la tierra como un lugar lleno de riquezas y dones, lo cual es cierto. En el pasado, mucha gente creyó también que la naturaleza podía perdurar inacabablemente, lo cual sabemos aclarar que es cierto solo si nos preocupamos de que sea así. Nos es difícil perdonar la destrucción cometida en el pasado, como resultado de un desconocimiento. Pero hoy tenemos acceso a más información y se hace imprescindible volver a examinar, con criterios éticos, la tierra que nos ha sido legada, nuestras responsabilidades y lo que hemos de entregar a las generaciones venideras”.

La disminución en la extensión de las ciénagas y aumento en las áreas ocupadas por playones, trae consigo una serie de alteraciones enunciadas a continuación.

1.7.1 Disminución en la capacidad de retención del agua. La alteración de estas dos coberturas (Ciénagas y playones) refleja claramente la disminución en la capacidad de retención del agua en el humedal, lo cual se puede decir es la causa de los siguientes fenómenos.

1.7.2 Incrementos en las áreas inundadas. Sin desconocer que las inundaciones en la Depresión Momposina, corresponden a procesos naturales de normal ocurrencia periódica que se presentan asociadas a la dinámica de las

corrientes aluviales de los ríos Magdalena, Cauca y San Jorge y del sistema de ciénagas y caños de la región.

Al reducirse el volumen de almacenamiento de las ciénagas no implica que las lluvias que se presentan a lo largo de las cuencas de los ríos que circulan por esta zona disminuyan, por lo que las masas de agua que no encuentran lugar para depositarse continúan su recorrido irrumpiendo en zonas destinadas a prácticas agrícolas y zonas habitadas por las comunidades cercanas a los humedales.

Los agricultores con el objetivo de tener sus cultivos con un contenido de humedad óptimo en épocas secas, abren surcos para desviar parte del agua que circula por los ríos y los caños naturales. Una vez comienza la época invernal con el aumento en el nivel y caudal del río aumenta también su energía cinética por lo que grandes volúmenes de agua irrumpen en estos terrenos con grandes consecuencias como la pérdida de los cultivos establecidos allí.

1.7.3 Disminución en la oxigenación de las ciénagas. Se reduce la reoxigenación de las aguas, debido a la disminución en la superficie de los espejos de agua, que están en contacto con el aire a lo largo de dichos espejos de agua, complementada por la acción de los vientos que mezclan las capas superficiales y profundas.

1.7.4 Disminución en el porcentaje de sedimentos retenidos. Lo cual incrementa el grado de turbidez de las aguas que he hayan o circulan por esta zona. Lo que influye directamente en las comunidades de la Costa Norte de Colombia, de esta manera no solo los pobladores de la Depresión Momposina se ven afectados. Muestra de ello es el elevado número de captaciones para

abastecer los acueductos locales. Tabla 9. Oferta de servicios de agua potable y saneamiento básico en la región Caribe.

1.7.5 Disminución en el volumen de pesca. Los recursos pesqueros han sufrido de manera más intensa las acciones de adecuación por lo que la actividad pesquera ha experimentado fuertes descensos tabla 10. En los últimos años muestra de esto es la reducción poblacional de doce de las especies más utilizadas comercialmente, también se ha reportado la extinción de algunas especies propias de la región como sucedió con el coroncoro⁷.

La observación y las conversaciones con los pescadores ratifican la alarmante disminución de las especies. Es muy fácil constatar que los peces para la venta están por debajo de la talla mínima permitida, hay presencia de artes de pesca no permitidos y los esfuerzos pesqueros superan los estándares internacionales. Hoy se extraen del Magdalena 8.000 toneladas sobre el potencial del río, que en condiciones normales los expertos calculan en 20000 toneladas⁸.

En la zona, el recurso pesquero se constituye en uno de los renglones extractivos de mayor importancia para las comunidades de la región, algunas de ellas dependen de manera absoluta de la pesca, por lo que son susceptibles a la dinámica de cambio. En términos generales, se puede considerar que este recurso es el reflejo de las condiciones del ambiente acuático.

1.7.6 Efecto en la economía. La dinámica hidráulica natural se ha vuelto adversa y el agotamiento de la oferta ambiental está resultando en un balance negativo en el cual los recursos invertidos (tiempo, insumos, esfuerzo) no compensan los

⁷ Corporación Autónoma regional del Río Grande de la Magdalena

⁸ Ibid

beneficios obtenidos, por lo tanto la rentabilidad local no es adecuada, llevando a un empobrecimiento generalizado.

1.7.7 Efecto en la biodiversidad. La entrada del ganado a los playones coincide con la época en la cual las babillas e hicoteas hacen sus nidos y el pisoteo del ganado reduce la reproducción de esta especies.

1.8 DETERMINACIÓN DEL ÁREA REAL DEL HUMEDAL Y SU ZONA DE PROTECCIÓN

El área de los humedales en estudio esta definida por métodos topográficos basados en la toma de datos con la ayuda de sensores remotos. Existen distintos métodos para la delimitación de superficies, desde la toma de datos en el terreno hasta técnicas más avanzadas como el uso de tecnología satelital.

El levantamiento puede ser topográfico o geodésico donde la diferencia principal radica en que el primero abarca un área relativamente pequeña, la cual no incluye errores por la omisión de la curvatura de la tierra, mientras que el geodésico se usa en levantamientos de grandes superficies.

Los métodos geodésicos más importantes se perfeccionaron en la década de los noventa gracias a nuevas y modernas tecnologías basadas en información satelital, base fundamental de algunas aplicaciones de los sistemas de información geográficos (SIG) y los sistemas de posicionamiento global (GPS); los GPS fueron diseñados para aplicaciones militares por el Departamento de defensa de los Estados Unidos de América, teniendo en cuenta esto dicha entidad vio la necesidad de limitar su exactitud para evitar que esta tecnología fuese empleada para fines no pacíficos, por lo que se le incluyó errores aleatorios a la señal, es

decir, los receptores usados en la actualidad están sujetos a una degradación de su precisión en función de la circunstancia geoestratégica y geopolítica del momento.

Por lo que se deduce que los GPS tienen en la mayoría de los casos errores nominales de cálculo de 15m que puede aumentar hasta los 100m cuando el Departamento de Defensa de los EE.UU. lo estime oportuno, existen empresas que ofrecen GPS de mayor precisión con un margen de error que oscila entre 1m - 3m, es el llamado DGPS (diferencial GPS) los cuales funcionan procesando dos tipos de datos las efemérides que corresponden a su posición exacta en el espacio y el tiempo exacto en UTM (Universal Time Coordinated), y los datos de almanaque, que son los mismos datos pero en relación con otros satélites de la red, así también como sus orbitas, cada uno de ellos transmite todos estos datos vía señal de radio ininterrumpidamente a la tierra. La red anteriormente mencionada es un sistema compuesto por 24 satélites llamada NAVSTAR situada en una órbita ubicada a 20200Km de la tierra, está unida a un receptor GPS que permite ubicar nuestra posición en cualquier lugar de la tierra, de día o de noche y bajo cualquier condición meteorológica.

Existe otra red satelital, cuya función principal es la teledetección espacial de recursos naturales, parte importante de la información que puede manejar un sistema de información geográfico (SIG).

El Sistema de Información Geográfica (SIG) combina el soporte lógico con el soporte físico para acceder a visualizar, manipular y desplegar una amplia serie de información orientada geográficamente, tal como usos de la tierra, tipos de suelos, tipos de vegetación, precipitaciones, curvas de nivel, infraestructura humana o distribuciones de las especies -es decir, todo lo que pueda ser registrado en un mapa.

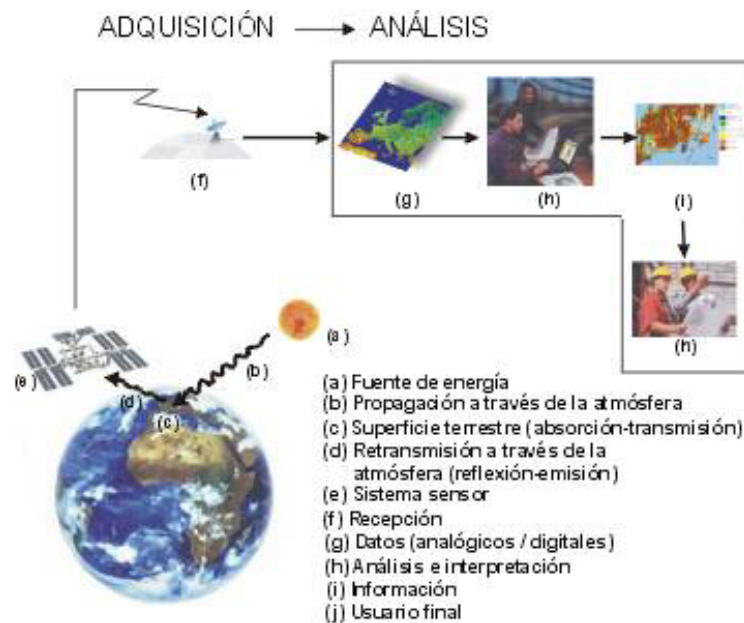
Los SIG tienen diversas y eficaces aplicaciones que ayudan a resolver los problemas de la ingeniería y la ciencia en general, por ejemplo las ciencias agrícolas, catastrales, manejo de cuencas hidrográficas, antropología, manejo del medio ambiente, y en general cualquier rama de la ciencia que requiera el estudio de datos distribuidos geográficamente .

Una de las aplicaciones de los SIG, anteriormente mencionadas y que a resultado ser de gran ayuda en la mitigación de un problema considerado nocivo para la sociedad, es la conservación de humedales, cada vez mas deteriorados, por esto cada vez se intenta mas protegerlos, principalmente por las entidades encargadas por el estado para dicho fin.

1.9 TELEDETECCIÓN

Proceso de adquisición de información a distancia, sin que exista contacto entre la fuente de información (objetivo) y el receptor de la misma (sensor). De forma gráfica y genérica, los elementos básicos de un sistema de teledetección. Figura 2.

Figura 2. Elementos de un sistema de teledetección



Fuente. <http://geologia.ujaen.es/usr/jprigol/teled.html>

Existe además una interacción significativa entre la energía electromagnética y el medio por el que viaja, es decir, la atmósfera. El efecto neto de la atmósfera depende de diversos factores (longitud de onda, condiciones atmosféricas, magnitud de la señal energética, trayecto de las ondas) y está controlado principalmente por los mecanismos de absorción y dispersión atmosférica⁹.

⁹ Rigol Sánchez, Citado por Interpretación visual de imágenes de sensores remotos y su aplicación en levantamientos de cobertura y uso de la tierra. 1ª ed. Santa Fé de Bogotá, 2005.

1.10 SENSOR

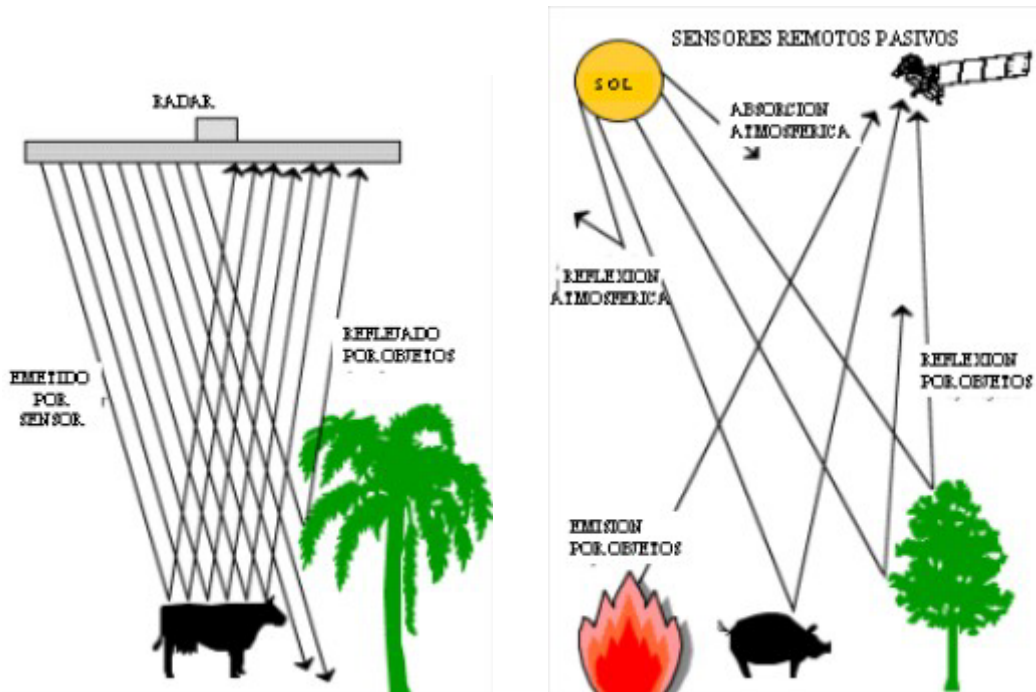
El sensor remoto adquiere la información de tres formas: reflexión, emisión y emisión reflexión. Siendo la reflexión la más importante para los sensores remotos ya que la principal fuente de energía es el sol, pues al iluminar la superficie terrestre esta refleja gran cantidad de energía en función del tipo de cubierta la cual posteriormente es captada por el sensor para luego transmitir a la estación receptora, el fenómeno de radiación es el tipo de transferencia de energía que emite el sol, esta se da por medio de ondas electromagnéticas que poseen un campo eléctrico y campo magnético la cual describe dos elementos fundamentales, la longitud de onda (λ) y la frecuencia (f).

1.10.1 Clasificación de los sensores remotos. La principal forma de clasificar los sensores remotos es la que considera el procedimiento de recibir la energía procedente de las cubiertas. En este sentido tenemos dos tipos de sensores:

1.10.1.1 Activos. Cuando son capaces de emitir su propio haz de energía, que posteriormente recogen tras su reflexión sobre la superficie que pretende observar. El equipo más común es el radar, éste trabaja en la región de las microondas y su importancia radica en que no es afectado por las condiciones climáticas. Figura 3.

1.10.1.2 Pasivos. Se limitan a recoger la energía electromagnética procedente de las cubiertas terrestres ya sea ésta reflejada de los rayos solares, o emitida en virtud de su propia temperatura. Figura 4.

Figura 3. Sensor remoto activo Figura 4. Sensor remoto pasivo



Fuente.

http://www.igac.gov.co:8080/igac_web/UserFiles/File/ciaf/TutorialSIG_2005_26_02/paginas/ctr_prsistemasensor.htm

1.10.2 Resolución de un sistema sensor. La resolución de un sistema sensor es la habilidad para discriminar información de detalle. Dicha resolución depende del buen funcionamiento y combinación de sus componentes.

1.10.2.1 Resolución espacial. Designa al objeto más pequeño que puede ser distinguido sobre una imagen. En los sensores ópticos – electrónicos el tamaño de la mínima unidad de información en la imagen se denominada píxel. Al menor tamaño del píxel se incrementa la probabilidad de identificar con mayor detalle el objeto. Figuras 5. y 6. La resolución de estos sensores depende de la altura

orbital, velocidad de exploración o número de detectores. La resolución espacial tiene un papel importante en la interpretación de la imagen porque marca el detalle que se ofrece. También está relacionada con la escala de trabajo y con la fiabilidad de la interpretación.

Figuras 5. Landsat-ETM (30)



Figura 6. Landsat-ETM (15)



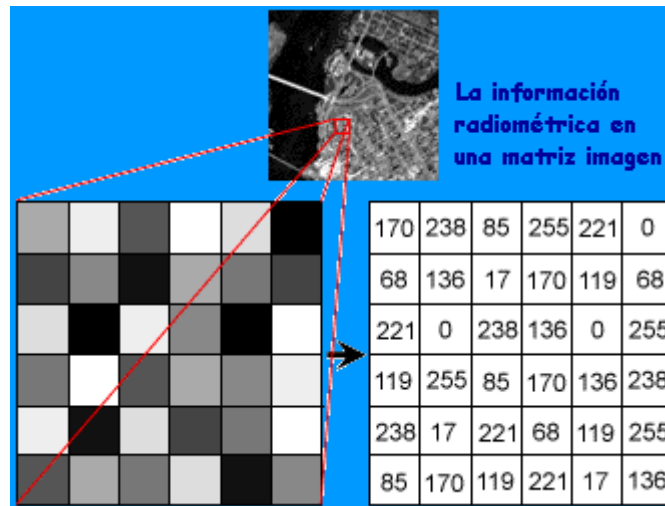
Fuente.

http://www.igac.gov.co:8080/igac_web/UserFiles/File/ciaf/TutorialSIG_2005_26_02/paginas/ctr_prsistemasensor.htm

1.10.2.2 Resolución espectral. Indica el número y anchura de las bandas espectrales que puede discriminar el sensor. Será más útil cuanto mayor número de bandas proporcione. Los sensores de alta resolución espectral permiten recoger información en bandas muy estrechas, dejando aparte suelos, vegetación imperceptible con sensores convencionales.

1.10.2.3 Resolución radiométrica. Capacidad para detectar variaciones en la radiancia espectral que recibe, indicada por los niveles de gris recogidos. Cuanto mayor sea la precisión radiométrica mejor será la interpretación. Figura 7.

Figura 7. Resolución radiométrica



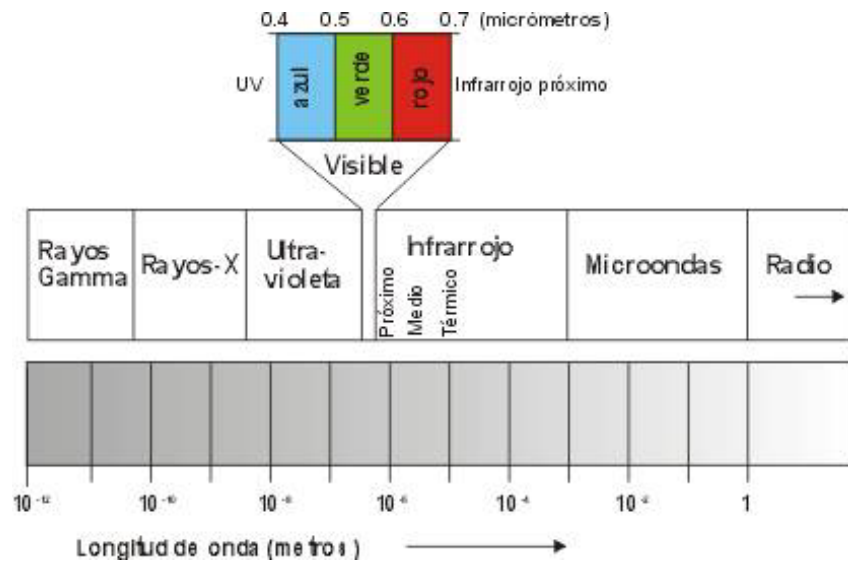
Fuente. <http://www.ceagi.org/teledetec/Paginas/Pagina3.html>

1.10.2.4 Resolución temporal. Se refiere a la frecuencia de cobertura que proporciona el sensor, y la periodicidad con que esta adquiere datos de la misma porción de la superficie terrestre. El ciclo de la cobertura es función de la órbita del satélite (altura, velocidad, inclinación), así como el diseño del sensor, principalmente el ángulo de observación y de abertura.

1.10.2.5 Relaciones entre distintos tipos de resolución. Los diferentes tipos de resolución están muy relacionados. El mayor problema deriva de la transmisión de las imágenes a la superficie terrestre. Cada sistema de teledetección ofrece unas características según sean los fines para que se diseñe. Un solo sistema no puede cubrir todas las expectativas.

Desde el punto de vista de la percepción remota se destacan una serie de bandas que son las más empleadas. Figura 8.

Figura 8. Espectro electromagnético



Fuente. <http://www.ceagi.org/teledetec/Paginas/Pagina3.html>

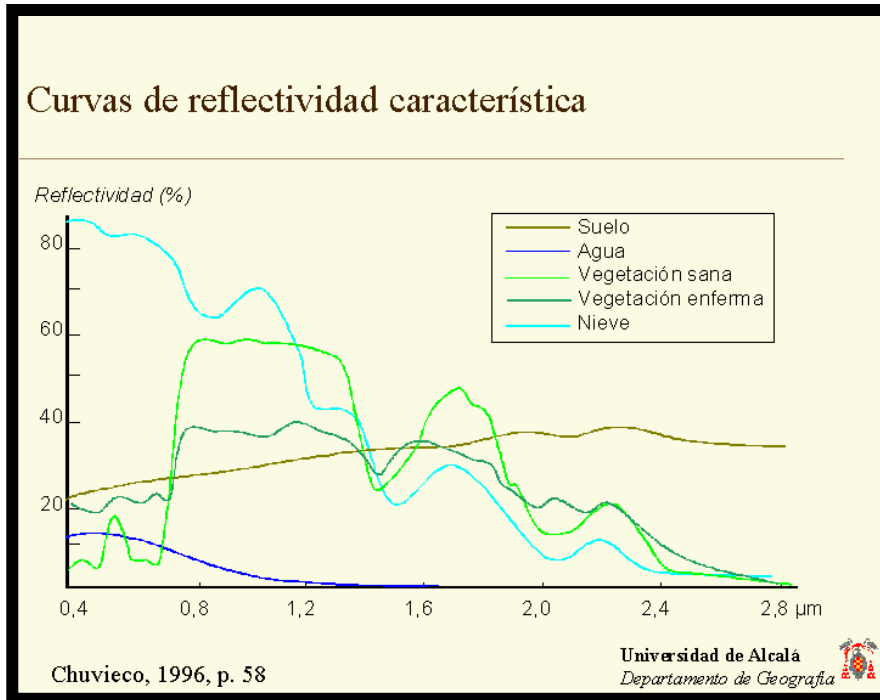
El espectro visible está formado idealmente por tres colores básicos: rojo, verde y azul, con longitudes de onda entre 0.4 y 0.7 micrómetros. Estas formas energéticas, que se comportan de acuerdo a la teoría básica ondulatoria, pueden reflejarse en la superficie terrestre y proporcionar información sobre sus características, tal y como lo hacen las ondas del espectro visible que podemos ver en forma de colores caracterizando cualquier objeto. Por esta razón han sido creados sensores infrarrojos, ultravioleta, de calor, de radar, etc. (la mayoría en el rango del visible a las microondas), que pueden ser usados como ojos artificiales para obtener información adicional de la superficie terrestre, aparte de la información visible por nuestros ojos. Si estos sensores están situados a gran

altura sobre la superficie terrestre, ya sea en aviones o satélites artificiales (por ejemplo, a 700-800 Km), permiten además obtener una perspectiva vertical y panorámica¹⁰, Se consiguen de esta forma nuevas imágenes de la tierra que corresponden a energías reflejadas o emitidas por la misma, que nuestros ojos no detectan, pero que proporcionan información sobre las características del terreno, como puede ser el tipo de vegetación, o la composición principal de un suelo o formación rocosa, ya que según la composición química y la estructura física de un objeto, éste reflejará o emitirá la energía de diferente manera en las distintas regiones del espectro electromagnético. Las curvas que muestran la intensidad de energía emitida o reflejada por un objeto en diferentes longitudes de onda son denominadas curvas espectrales (y firmas o signatures a sus aspectos más distintivos) y son uno de los elementos clave en los estudios de teledetección. Ésta es la razón por la que los objetos presentan distintos colores, ya que, por ejemplo, si un objeto concreto refleja más luz azul que roja y verde, aparecerá a nuestra vista con tonalidades azules. Así, una imagen adquirida correspondiente al espectro visible (ondas en la región del rojo, verde y azul) desde un satélite, sería, en cierto modo, equivalente a la observación directa de la tierra desde el satélite.

Figura 9.

¹⁰ Schowengerdt. Citado por Interpretación visual de imágenes de sensores remotos y su aplicación en levantamientos de cobertura y uso de la tierra.1ª ed. Santa Fé de Bogotá, 2005.

Figura 9. Curva de reflectividad característica



Fuente. Chuvieco

1.11 PROPÓSITOS DE LA TELEDETECCIÓN

las investigaciones de teledetección tienen dos propósitos principales: (1) permitir la observación de las características del terreno con una perspectiva diferente, a una escala diferente, o con una visión espectral diferente, y (2) reducir la cantidad de trabajo de campo necesaria para cubrir el área de estudio completa. Un aspecto fundamental a tener en cuenta es que las características del terreno (estructura, litología, fracturas, etc.) y los procesos físicos (clima, agentes erosivos, etc.) que actúan sobre un área, gobiernan la naturaleza y el aspecto de un paisaje: relieve, topografía, drenaje, suelo, vegetación, etc., reflejándose esto

en las imágenes¹¹. El principal resultado de lo anterior es que las imágenes de teledetección pueden ser estudiadas usando técnicas clásicas de fotointerpretación.

1.12 PLATAFORMAS DE TELEDETECCIÓN ESPACIAL

El programa Landsat proyecto surgido a finales de los 60, financiado por la agencia espacial norteamericana, dedicado exclusivamente a la observación de los recursos terrestres. El Landsat 7 TM, siendo este el más sofisticado de la serie, cuyo sensor es un mapeador temático pasivo, es decir utiliza la energía solar y no la energía propia para la teledetección de objetos.

La resolución espacial para bandas correspondiente al multiespectral es de 30m * 30m y de 15m * 15m en la banda 8 (pancromática), la altura de la órbita 705 Km., resolución temporal 16 días y el área que proporciona una imagen es de 185Km * 185Km.

Luego que el satélite haya obtenido la información y se haya hecho el procesamiento digital se suele pasar al análisis visual de dichas imágenes que se realiza empleando otras bandas al sensor, coincidiendo con la capacidad de los monitores empleados en informática, monitores RGB. Los monitores poseen tres cañones RGB (red, green, blue). Con los que por combinación se tiene la posibilidad de enviar en cada uno de ellos una banda al sensor, combinándose en la pantalla y dando como resultado los diferentes colores y tonos.

¹¹ Gupta, Citado por Interpretación visual de imágenes de sensores remotos y su aplicación en levantamientos de cobertura y uso de la tierra.1ª ed. Santa Fé de Bogotá, 2005.

La red de satélites de recursos naturales, entre los cuales se destaca Landsat, esta familia de satélites ha sido el proyecto más fructífero en teledetección espacial desarrollado hasta el momento. Una imagen Landsat 7 etm+ está compuesta por 8 bandas espectrales que pueden ser combinadas de distintas formas para obtener variadas composiciones de color u opciones de procesamiento. El Landsat 7 puede adquirir imágenes en un área que se extiende desde los 81° de latitud norte hasta los 81° de latitud sur y, obviamente, en todas las longitudes del globo terrestre. Su órbita es realizada en aproximadamente 99 minutos, permitiendo al satélite dar 14 vueltas a la tierra por día, y cubrir la totalidad del planeta en 16 días. La órbita es descendente, o sea de norte a sur, el satélite cruza la línea del Ecuador entre las 10:00 y 10:15 (hora local) en cada pasaje. El Landsat 7 está "heliosincronizado", o sea que siempre pasa a la misma hora por un determinado lugar.

1.13 INTERPRETACIÓN DE IMÁGENES

Un método importante para la interpretación de imágenes es el llamado análisis multitemporal, consistente en el seguimiento de procesos dinámicos al tratarse de información adquirida por un sensor situado en una órbita estable y repetitiva, las imágenes de satélite constituyen una fuente de gran valor para estudiar los cambios que se producen en la superficie terrestre. Ya sea debido a ciclos estacionales de las cubiertas, catástrofes naturales o alteraciones de origen antrópico.

1.14 TÉCNICAS UTILIZADAS PARA ANÁLISIS MULTITEMPORAL

1.14.1 Composiciones multitemporales. Se basan en comparar visualmente los tonos de gris ó color que ofrecen dos o más imágenes de distintas fechas este método es ventajoso en categorías urbanas¹².

1.14.2 Diferencia entre imagen. consiste en una simple resta entre las imágenes de dos fechas, previamente homogenizada en cuanto a radiometría y geometría, permite discriminar aquella zona que han experimentado cambio en el periodo de tiempo determinado, las zonas estables presentarán un valor cercano a cero, mientras las que hallan experimentado cambio presentaran un valor distinto a cero (negativo ó positivo) ¹³.

1.14.3 Cocientes multitemporales. Fundamentada en la diferencia de imagen con distintas fechas, este método no presenta la significación de cambio frente a los valores originales.

1.14.4 Componentes principales. Se refiere a sintetizar un conjunto de bandas en otro mas reducido sin perder gran parte de la información original.

¹² Sader y Winne 1992, citado por Citado por Interpretación visual de imágenes de sensores remotos y su aplicación en levantamientos de cobertura y uso de la tierra. 1ª ed. Santa Fé de Bogotá, 2005.

¹³Fundamentos de teledetección Espacial. Madrid, Ediciones RIALP, S.A. 1996. 576p.

1.14.5 Regresión. Se emplea para estimar valores de una variable de interés a partir de otra que esta fuertemente asociada con ella. Esta asociación se mide a partir de unas observaciones comunes en ambas variables a partir del las cuales se ajusta una función que la relaciona numéricamente.

1.14.6 Vectores multitemporales. Esta técnica intenta incorporar no solo la importancia, sino también la dirección del cambio entre imágenes. El principio es el siguiente, si un píxel cambia su cobertura entre dos fechas también modificara su emplazamiento espectral. La magnitud de cambio vendrá dada por la longitud del vector que separa ambos puntos¹⁴.

Todos estos métodos y técnicas de análisis de imágenes se logran gracias al desarrollo computarizado y el uso de software especializado en el procesamiento e interpretación de imágenes satelitales y también con el apoyo de Sistema de Información Geográfica.

El cual ayuda a un sin número de aplicaciones de algunas ramas de la ciencia como son la geografía, arqueología, geología y ecología entre otros. Para esta última rama la toma de datos mediante sensores remotos nos sirve en la clasificación de suelos, aptitud agrícola, hidrología y manejo de cuenca, y análisis del medio rural.

1.15 COMPOSICIONES EMPLEADAS PARA LA DISCRIMINACIÓN

Las combinaciones se emplean para discriminar aspectos de la vegetación, los cultivos, cuerpos de agua. Etc.

¹⁴ Ibid.

1.15.1 Composición en color natural RGB 321 (color verdadero). Es la combinación más próxima a la percepción de la tierra con nuestros ojos en el espacio, de allí el nombre de color verdadero. Las bandas visibles dan respuesta a la luz que ha penetrado más profundamente. Y por tanto sirve para discriminar aguas poco profundas, aguas turbias, corrientes, batimetría y zonas con sedimentos. Figura 10.

Figura 10. Combinación RGB 321



Fuente. Autores

1.15.2 Composición en falso color RGB 432. En esta composición se realza de manera significativa la vegetación, permitiendo determinar su estado sucesional o sanitario. Por otro lado, las zonas urbanas son bien identificables. Figura 11.

Figura 11. Combinación RGB 432



Fuente. Autores.

1.15.3 Composición en falso color RGB 453. Realza con gran detalle los límites de agua y tierra. El agua se ve de color azul intenso. Los diferentes tipos de vegetación se muestran en colores marrones, verdes y naranja. Realza las diferencias de humedad en el suelo. Es usada para el análisis de humedad en los suelos y en la vegetación generalmente el suelo húmedo se observa más oscuro. Figura 12.

Figura 12. Combinación RGB 453



Fuente autores

1.15.4 Composición en falso color RGB 341. En esta composición la vegetación se observa de color verde intenso, las zonas urbanas responden espectralmente con un color violeta. De verde a negro la vegetación arbolada muy densa y en negro las zonas cubiertas por agua. Figura 13.

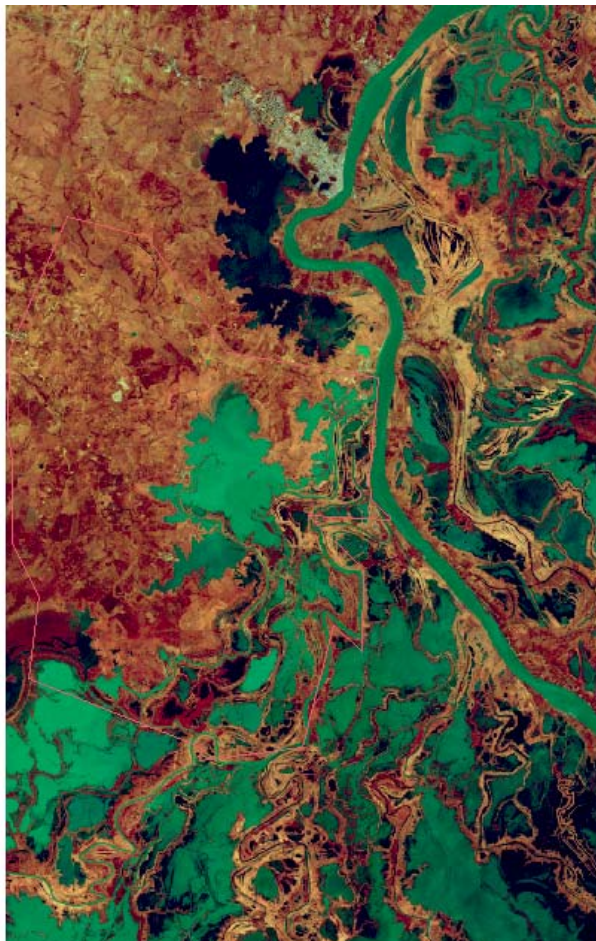
Figura 13. Combinación RGB 341



Fuente. Autores

1.15.5 Composición en falso color RGB 531. Esta composición muestra las zonas urbanas de color azul claro a plateado. La vegetación de color marrón a negro, dependiendo de la densidad y su estado sanitario, entre más denso y vigorosa la vegetación tiende a ser más oscuro. El agua se registra en colores que van del negro al azul oscuro, esto depende del contenido de partículas en suspensión y los suelos desnudos tienen un color amarillo ver figura 14.

Figura 14, Combinación RGB 531



Fuente. Autores

1.16 REVISIÓN DEL MARCO LEGAL PARA HUMEDALES Y ZONAS ALEDAÑAS EN COLOMBIA

A continuación se hará una breve revisión de las principales normas que regulan el uso y manejo de los humedales y zonas aledañas por los marcos legales vigentes.

Art. 80. Del decreto ley 2811 de 1974. Sin perjuicio de los derechos privados adquiridos con arreglo a la ley, las aguas son de dominio público, inalienables e imprescriptibles. Cuando en este Código se hable de aguas sin otra calificación, se deberán entender las de dominio público¹⁵.

Art. 83. Del decreto ley 2811 de 1974. Salvo derechos adquiridos por particulares, son bienes inalienables e imprescriptibles del Estado:

El álveo o cauce natural de las corrientes, el lecho de los depósitos naturales de agua, las playas marítimas, fluviales y lacustres, una faja paralela a la línea de mareas máximas o a la del cauce permanente de ríos y lagos, hasta de treinta metros de ancho, las áreas ocupadas por los nevados y los cauces de los glaciares y los estratos o depósitos de las aguas subterráneas¹⁶.

Art. 86. Del decreto ley 2811 de 1974. Toda persona tiene derecho a utilizar las aguas de dominio público para satisfacer sus necesidades elementales, las de su familia y las de sus animales, siempre que con ello no cause perjuicios a terceros. El uso deberá hacerse sin establecer derivaciones, ni emplear máquina ni aparato, ni detener o desviar el curso de las aguas, ni deteriorar el cauce o las márgenes de la corriente, ni alterar o contaminar las aguas en forma que se imposibilite su aprovechamiento por terceros. Cuando para el ejercicio de este derecho se

¹⁵ Código Nacional de Recursos Naturales Renovables y de Protección al Medio Ambiente.

¹⁶ Ibid.

requiera transitar por predios ajenos, se deberá imponer la correspondiente servidumbre.¹⁷

Ley 160 de 1994. También conocida como Ley de reforma agraria. Hace énfasis en el uso de las islas, playones madre viejas desecadas de los ríos, lagos, lagunas y ciénagas y su exclusiva adjudicación a campesinos o pescadores. En aquellas sabanas y playones comunales, advierte la norma, que se inundan a consecuencia de las avenidas de los ríos, lagunas o ciénagas, no se deberán llevar a cabo programas de adquisición de tierras. Concluye categóricamente afirmando que los playones y sabanas comunales constituyen reserva territorial del Estado y son imprescriptibles. No podrán ser objeto de cercamientos que tiendan a impedir el aprovechamiento de dichas tierras por los vecinos del lugar¹⁸.

Decreto 1866 de 1994. Reglamenta el artículo de la ley 160 de 1994 respecto de los procesos de adjudicación de tierras cuando se hayan dado procesos de desecación de cuerpos de agua causado por retiro de las aguas. Dicho retiro, establece la norma, debe ocurrir por razones naturales y debe ser de carácter irreversible. Además, la adjudicación debe seguir a una delimitación clara de la franja protectora del respectivo cuerpo de agua. El retiro definitivo e irreversible de las aguas deberá ser corroborado por el IDEAM. A partir de esta constatación la autoridad ambiental delimitará la franja de protección del cuerpo de agua, cuya propiedad es de la nación y no será adjudicable¹⁹.

Decreto 2663 DE 1994 (CAPITULO IV) Artículo 20. Serán objeto del procedimiento de delimitación o deslinde, entre otros, los siguientes bienes de propiedad nacional:

¹⁷ Ibid.

¹⁸ CONGRESO DE COLOMBIA. Ley 160 de 1994

¹⁹ EL PRESIDENTE DE LA REPUBLICA DE COLOMBIA. Decreto 1866 del 3 de agosto de 1994.

Los bienes de uso público, como las playas marítimas y fluviales, los terrenos de bajamar, los ríos y todas las aguas que corren por cauces naturales, así como sus lechos, a excepción de aquellos que, según lo dispuesto por el inciso 2 del Artículo 677 del Código Civil, sean considerados como de propiedad privada.

Las tierras baldías donde se encuentren las cabeceras de los ríos navegables.
Las márgenes de los ríos navegables no apropiados por particulares por título legítimo.

Las islas de los ríos y lagos que sean ocupadas y desocupadas alternativamente por las aguas en sus creces y bajas periódicas.

Los terrenos que han permanecido inundados o cubiertos por las aguas por un lapso de diez (10) años o más.

Los lagos, ciénagas, lagunas y pantanos de propiedad nacional.

Las tierras recuperadas o desecadas por medios artificiales y otras causas, cuyo dominio no corresponda por accesión u otro título a particulares²⁰.

Ley 357 de 1997, aprobatoria de la Convención relativa a los Humedales de Importancia Internacional especialmente como Hábitat de Especies Acuáticas, firmada en Ramsar, Irán en 1971, específica que: “1. Las Partes Contratantes deberán elaborar y aplicar su planificación de forma que favorezca la conservación de los humedales incluidos en la Lista de Humedales de Importancia Internacional y en la medida de lo posible el uso racional de los humedales de su territorio”²¹.

Resolución 157 del 12 de febrero de 2004, el Ministerio de Ambiente, Vivienda y Desarrollo Territorial adoptó unas medidas para garantizar el uso sostenible,

²⁰ EL PRESIDENTE DE LA REPUBLICA DE COLOMBIA. Decreto 2663 de 1994

²¹ CONGRESO DE COLOMBIA. LEY 357 de 1997

conservación y manejo de los humedales en Colombia y se desarrollan aspectos referidos a los mismos en aplicación de la Ley 357 de 1997.

1.17 CRITERIOS PARA LA DELIMITACIÓN DE HUMEDALES

El artículo 8 de la Resolución 157 de 2004, ordena sobre la delimitación de la línea de marea máxima y la del cauce permanente de los humedales, así como las dimensiones y el acotamiento de la faja paralela de los humedales, a que se refieren los artículos 83 literal d) del Decreto Ley 2811 de 1974 y 14 del Decreto 1541 de 1978, se realizará teniendo en cuenta los criterios biofísicos, ecológicos, geográficos y socioeconómicos y los que para el efecto defina el Ministerio de Ambiente , Vivienda y Desarrollo Territorial.

1.17.1 Revisión de información. Usar la información descrita con anterioridad, así como los aspectos físico biótico generado para la formulación del plan de manejo para la realización de los siguientes pasos:

Localizar el sitio o humedal a ser delimitado en un mapa base en el que se determinen y marquen sus límites, así como las vías principales, patrones de drenaje, vegetación etc.

Estimación del tamaño del sitio o humedal.

Utilizando el mapa base se hará el cálculo del tamaño del humedal, el cual será verificado en campo, teniendo en cuenta, por ejemplo, si se trata de una ciénaga, río, lago, pantano y sus patrones de drenaje, así como cambios en la topografía o elevación.

1.17.2 Uso de tierra. Información del uso de la tierra en el área adyacente al humedal objeto de la delimitación.

1.17.3 Información de sensores remotos. La información sobre sensores remotos como fotografías aéreas e imágenes de satélite es útil en la identificación de humedales y sus características como uso de la tierra, tipos de vegetación, comunidades vegetales, y grado de inundación.

1.17.4 Suelos. Se debe contar con la Información generada en la formulación del plan de manejo sobre: asentamientos, usos del suelo, geología, tipos de vegetación, uso y manejo del suelo, que incluya características y propiedades de suelos hídricos, así como frecuencia, duración de la inundación si es el caso, coeficientes de permeabilidad (si se cuenta con los datos), descripción y clasificación de los suelos presentes en al área objeto de delimitación.

1.17.5 Registro de información hidrológica. La información hidrológica es indispensable para la evaluación de las condiciones de un humedal. Esta información incluye datos de caudal de la corriente o cursos de agua, predicciones de inundaciones y registros históricos.

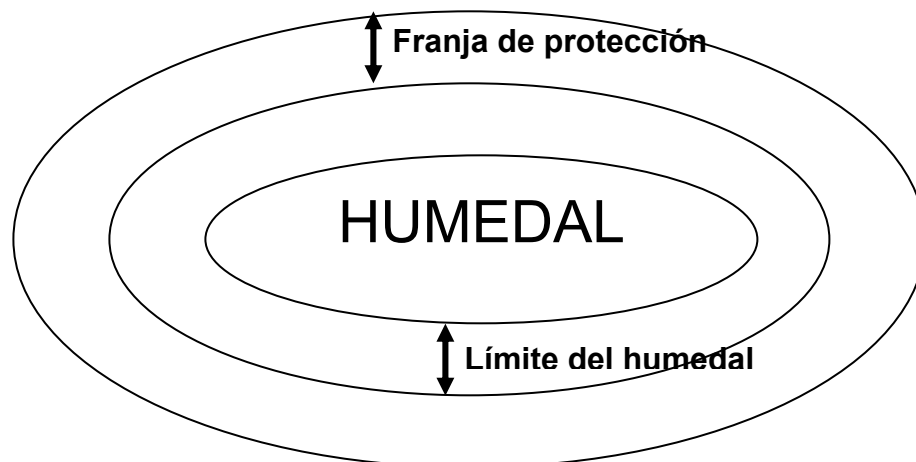
1.17.6 Determinación de las condiciones presentes. Utilizando la información sobre los aspectos referentes a factores de perturbación en el humedal, se identifican las condiciones naturales o inducidas por el hombre que pueden estar afectando los aspectos hidrológicos, vegetación y suelos del humedal. Tales impactos incluyen, entre otros, canalización, drenaje, represamiento, construcción de terraplenes o jarillones, tomas de agua, rellenos, remoción de la vegetación o

de suelos, así como modificaciones adyacentes al humedal que puedan afectar su hidrología.

1.18 DETERMINACIÓN DEL LÍMITE DEL HUMEDAL (FRANJA DE PROTECCION)

Una vez determinado el límite del humedal objeto de estudio, se procederá a establecer una franja paralela de protección, a que aluden los artículos 83 literal d), y 14 del Decreto 1541 de 1978, constituida por una franja paralela a la línea de mareas máximas o a la del cauce permanente, hasta de 30 metros de ancho, que involucra las áreas inundables para el paso de las crecientes no ordinarias y las necesarias para la amortiguación, protección y equilibrio ecológico del humedal y el mantenimiento permanente de su zona de transición. Figura 19.

Figura 15. Definición del límite del humedal con su respectiva franja de protección



Fuente. Resolución 157 del 12 de febrero de 2004

1.19 FACTORES QUE AFECTAN LOS HUMEDALES DE LA DEPRESION MOMPOSINA

Se describen los principales factores teniendo como referencia los contemplados en la Aproximación al Diagnóstico de la Política Nacional para Humedales Interiores.

1.19.1 Factores naturales internos. Hace mención a los procesos ecológicos del humedal como sucesión natural en la vegetación, variación en el nivel del agua causada por la precipitación etc. que influyen en su funcionamiento.

1.19.2 factores naturales externos. Incluye aquellos factores que se producen fuera del humedal tales como el cambio climático, variaciones en el nivel de los ríos que circulan por la zona.

1.19.3 Factores externos inducidos por el hombre. Describe aquellos procesos de origen antropico.

1.19.3.1 Aumento de la sedimentación por erosión. Se considera como una de las mayores amenazas desde el tipo de vista geológico, el derivado de eventuales deslizamientos en el San Jorge, los cuales se relacionan con procesos erosivos generados por la tala e intervención sobre taludes, así mismo, los procesos degradativos de la cuenca del río Cauca la cual aporta cerca de 100.000m³/año de sedimentos producto de la actividad minera los cuales son arrastrados por el río para finalmente ser depositados en las áreas bajas del departamento de

Bolívar a la altura del brazo de Loba, considerado el principal receptor de sedimentos de sistema Cauca - San Jorge²².

1.19.3.2 Minería. la minería en el norte de Antioquia y el Sur de Bolívar, produce un alto impacto sobre el medio ambiente, ya que las técnicas de extracción actuales genera efluentes y vertimientos con altos contenidos de mercurio que se han acumulado en la región por más de 300 años.

1.19.3.3 Contaminación (orgánica, química, industrial). Aguas a bajo y para el suministro de agua. Por su localización, los cuerpos de agua que conforman la Depresión Momposina reciben la acumulación de toda la carga de agroquímicos, desechos industriales, urbanos de los grandes centros urbanos de Colombia²³

1.19.4 Factores internos inducidos por el hombre. Hace referencia al deterioro del humedal generado por el empleo de tierras para la agricultura y la ganadería.

1.19.4.1 Taponamiento de caños naturales y aperturas de nuevos caños. La principal causa del deterioro de los humedales de la zona de estudio está ligada con la destrucción de los ecosistemas acuáticos asociados a los ríos y ciénagas. Generado principalmente por el taponamiento de caños naturales y apertura de nuevos caños. Por el afán de expandir la fronteras agrícolas y ganaderas los habitantes de esta región han recurrido al taponamiento de caños para evitar la libre circulación del agua entre el río y la ciénaga, como también la apertura de caños artificiales para poder drenar en menor tiempo las tierras con fines

²² Corporación Autónoma regional del Río Grande de la Magdalena

²³ Ecológica, Revista, por Andrés Duque

productivos provocando la desecación acelerada de los cuerpos de agua en la Depresión Momposina.

1.19.4.2 Construcción de diques. Que impidan el paso del agua hacia la zona adecuada para la agricultura y ganadería. Esto deja la zona en condiciones altamente vulnerables, puesto que una falla de los diques ocasiona inundaciones de gran magnitud y cuantiosas pérdidas, debido al uso intensivo de la tierra en la zona. Además, la construcción de diques a lo largo de los grandes ríos hace que se pierda el almacenamiento natural existente y, por lo tanto la amortiguación de las crecientes creada por dicho almacenamiento, lo que perjudica a las áreas localizadas aguas abajo. Conllevando a la alteración inducida de la dinámica hídrica de las masas de agua.

1.19.4.3 Tala de bosques. En la Depresión Momposina se evidencia una notable reducción de las especies de arbustos y árboles principalmente maderables y palmas. Existen relictos de lo que anteriormente fueron bosques primarios y manglares en las zonas cenagosas, que en la actualidad han desaparecido, por lo que esta practica se destaca como la alteración ambiental más trascendental para la fauna silvestre en general; la alteración de los bosques afecta su fauna al reducir la extensión, fragmentación y cambios en la estructura y calidad de los hábitats.

2. LOCALIZACIÓN Y DESCRIPCIÓN DE LA ZONA DE ESTUDIO

2.1 UBICACIÓN

El territorio continental de la República de Colombia se encuentra ubicado en la esquina noroccidente de América del Sur, sobre la línea ecuatorial, en plena zona tórrida. A pesar que la mayor parte de su extensión, se encuentra en el hemisferio norte, Colombia es equidistante con los dos extremos del continente Americano.

Por el Norte, Colombia llega hasta los 12°26'46" de latitud norte, en el sitio denominado Punta Gallinas en la península de la Guajira, que a su vez, constituye el extremo septentrional del continente suramericano.

Por el sur, el territorio llega hasta los 4°12'30" de latitud sur, en el sitio donde la quebrada San Antonio vierte sus aguas al caudaloso río Amazonas.

El extremo Oriental se localiza a los 60°50'54" de longitud oeste de Greenwich, sobre la isla de San José en el río Negro (En Colombia denominado río Guainía), frente a la Piedra del Cocuy, límite común entre las Repúblicas de Colombia, Brasil y Venezuela.

Por el Occidente llega hasta los 79°02'33" de longitud oeste de Greenwich, que corresponden al Cabo Manglares en la desembocadura del río Mira en el Océano Pacífico. Figura 20.

Colombia es un país de superficie territorial media, debido a que no está entre los más extensos ni entre los más pequeños. Tiene una extensión terrestre de 1141748 Km² ocupando el cuarto lugar entre los países de Suramérica, el séptimo en América y el número 25 del mundo.

Figura 16. Puntos cardinales de Colombia



Fuente. Geografía e historia de Colombia

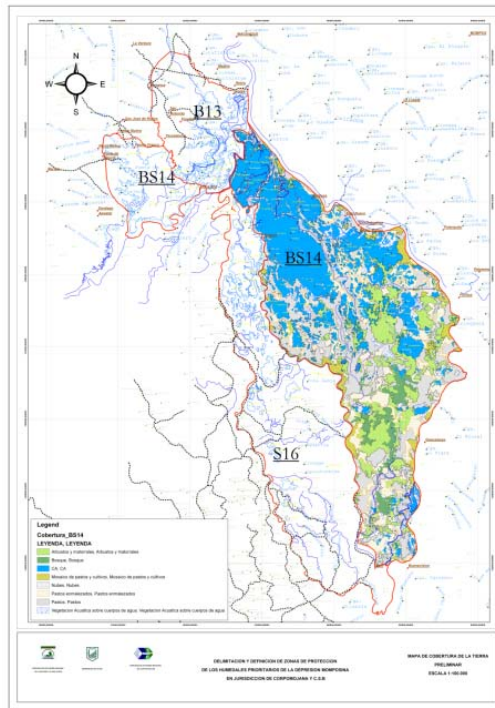
La Depresión Momposina esta ubicada en el centro de las llanuras del Caribe del país, por donde circulan algunas de las principales vías de comunicación fluvial, como son los ríos Magdalena, Cauca y San Jorge. Las coordenadas geográficas que enmarcan la Depresión Momposina son: $7^{\circ} 56'$ y $9^{\circ} 52'$ N y entre los $73^{\circ} 52'$ y $75^{\circ} 32'$ W presenta un área aproximada de 800000 ha. Ocupa zonas de los departamentos de Antioquia, Magdalena, Córdoba, Sucre y Bolívar. Tabla 3. Dentro de la cual se ubica el complejo Bajo San Jorge Margen Izquierdo (B13). Área piloto de este estudio. Figuras 17 y 18.

Figura 17. Ubicación del complejo B13



Fuente. Geografía e historia de Colombia

Figura 18. Ubicación del complejo B13 junto a otros complejos



Fuente. CORMAGDALENA.

Tabla 3. Municipios pertenecientes a la Depresión Momposina

Departamento	Municipios
Antioquia	Henchí y Caucasia
Bolívar	San Jacinto del Cauca, Montecristo, Achí, Tiquisio, Pinillos, Magangué, San Martín de Loba, Barranco de Loba, Hatillo de Loba, Altos del Rosario, El Peñon, Margarita, San Fernando, Mompós, Talaigua Nuevo y Sicuc
Córdoba	Ayapel, Buenavista y Pueblo Nuevo
Magdalena	El Banco, San Sebastián, Santa Ana, San Zenón, San Fernando, Guamal y Santa Bárbara de Pinto
Sucre	Majagual, Guaranda, Sucre, San Benito, San Marcos y Caimito

Fuente. Corporación Autónoma Regional del Río Grande de la Magdalena

2.2 GEOMORFOLOGÍA

La Depresión Momposina se define como el hundimiento de su superficie y por ende de la corteza terrestre debido en parte a la interacción de las placas Nazca, Sudamérica y Caribe entre sí, por la acción de las fallas geológicas activas de esta zona²⁴. Como también por el peso de los sedimentos traídos por los ríos que circulan por ella, explican su constante hundimiento (tres milímetros por año) figura 19.

²⁴ Toussaint, 1993. Citado por el Ministerio de Ambiente, Vivienda y Desarrollo Territorial. [En línea]. <http://web.minambiente.gov.co/biogeo/menu/biodiversidad/ecosistemas/historia_geologia.htm>

Figura 19. Depresión Momposina



Fuente. Colombia parques naturales

La Depresión Momposina Se encuentra situadas por encima de los veinticinco metros sobre el nivel del mar. Corresponde a la macrounidad principal Depósitos Cuaternarios Aluviales, conformados principalmente por los depósitos fluvio-lacustres no consolidados de arcilla, limo, areniscas y conglomerados, los cuales están relacionados con la sedimentación de los ríos Magdalena, Cauca, San Jorge y sus ciénagas adyacentes. Se considera que los 41 y 50m superficiales fueron depositados los últimos 11000 años, los sedimentos en esta franja están formados por capas de gravillas, arenas, arcillas y limo intercalados. Pruebas C-14 efectuadas a partir de apiques ubicados en diferentes sectores de la Depresión

Momposina señalan que los 26 – 27 m de sedimentos más superficiales se depositaron en los últimos 7500 años²⁵.

2.3 HIDROLOGÍA

El aporte de las aguas del Magdalena en la Depresión Momposina conforma una de las subregiones más anegadizas del país, configurando la red de caños y brazos que se comunican entre sí y forman el característico laberinto de ciénagas “delta interior del río Magdalena” en el cual convergen las aguas de dos de los ríos más importantes de Colombia. Los ríos Cauca y San Jorge.

2.3.1 Río Magdalena. Es el río de mayor importancia en Colombia, no sólo por su gran extensión, superior a todos los demás, sino también, por la riqueza económica de las tierras que comprende. El Magdalena es el río de la Patria. Su longitud total, desarrollada de sur a norte, entre las cordilleras Central y Oriental, es de 1558 Km., de los cuales son navegables 1290 Km. interrumpidos en el salto de Honda. El río Magdalena nace en el páramo de las papas (Macizo Colombiano), a 3600 m.s.n.m. desemboca en el océano Atlántico (Bocas de Ceniza). Como megacuenca cuenta con una extensión de 273350 Km². Figura 24. la cual ocupa el 24% del territorio nacional²⁶. En la cuenca del Magdalena asientan aproximadamente el 80% de la Población del país y se concentra la mayor parte de de la actividad socioeconómica que genera el 85% del PIB. Condiciones que contribuyen a la desregulación del régimen hídrico y el deterioro de la calidad de la

²⁵ Van Der Hammen en 1984. Citado por el Ministerio de Ambiente, Vivienda y Desarrollo Territorial. [En línea]. <<http://web.minambiente.gov.co/biogeno/menu/biodiversidad/ecosistemas/historiageologia.htm>>

²⁶ Corporación Autónoma Regional del Río Grande de la Magdalena CORMAGDALENA. [En línea]. <http://www.cormagdalena.com.co/>

cuenca en su conjunto²⁷. Aporta el 10,6% de la oferta hídrica del país .arrojando al mar 8000 m³/seg. Y recibe las aguas de cerca de 500 afluentes por ambas orillas, así como, más de 5000 arroyos y quebradas.

Figura 20. Cuenca del Río Magdalena



Fuente. CORMAGDALENA

2.3.2 Río Cauca. El río Cauca es el más importante entre los muchos afluentes del Magdalena, nace en la laguna del buey (Macizo colombiano), a 3200 m.s.n.m. con una longitud total de 1350 Km., de los cuales son navegables un poco más de 620 km. Corre entre las cordilleras Central y Occidental y desemboca en el Brazo

²⁷ Ministerio de Ambiente, Vivienda y Desarrollo Territorial. [En línea]. <<http://web.minambiente.gov.co>

de loba (departamento de Bolívar), Su cuenca tiene una superficie de 63000 Km²²⁸.

2.3.3 Río San Jorge. El río San Jorge nace el nudo de Paramillo. Presenta una longitud de 368 Km. Confluye al igual que el río Cauca en el Brazo de Loba. Posee una cuenca de 9901 Km².

2.4 HIDRODINÁMICA

La dinámica de la llanura de inundación esta regida por el intercambio anual del agua tanto de río a las ciénagas como de las ciénagas hacia el río dicha inundación actúa periódicamente y se considera la responsable de toda la riqueza y diversidad del sistema.

Las crecientes anuales obedecen al régimen de las precipitaciones en las partes altas y medias de las cuencas de los ríos Magdalena, Cauca y San Jorge, donde esta es predominantemente bimodal, con un primer período entre mediados de abril y principios de junio y un segundo período de mayor intensidad entre mediados de agosto a diciembre. Es así como la Depresión Momposina presenta una primera creciente entre mayo y julio y una segunda entre octubre y diciembre²⁹. En este sentido los primeros meses del año el río recarga las ciénagas, mientras al final de cada año las ciénagas drenan hacia el río.

²⁸ CORMAGDALENA, Op cit.

²⁹Instituto de Hidrología, Meteorología y Estudios Ambientales (IDEAM). [En línea]. <http://www.ideam.gov.co/atlas/mclima.htm>

La presencia de aguas de desbordamientos de los ríos inunda tierras y forma ciénagas en las partes más bajas. En cuanto a la periodicidad de las inundaciones, las grandes unidades morfológicas presentan un comportamiento característico tipología que varía de acuerdo a su altura geomorfológico, las más altas (diques principales, terrazas bajas y medias) comprenden menos de un mes de inundación y entre las bajas (playones lacustres, manglares, rebordes de ciénaga, bajos) entre seis a doce meses de inundación. Las ciénagas por estar más bajas de acuerdo a su unidad, se presentan con carácter permanente o semipermanente y otras que en verano llegan a secarse.

2.5 CLIMATOLOGÍA

La Depresión Momposina presenta una temperatura máxima de 30° C y una mínima de 25,9° C, el promedio de la temperatura es de 28,4° C. Los meses más calurosos son marzo y abril, alcanzando la temperatura promedio 28,4° C, temperatura ambiente que baja en la medida que entra el período de lluvias. La precipitación promedio multianual (1941-2001) es aproximadamente 2700 ^{mm}/año. La humedad relativa promedio es de 74%, cifra que cambia directamente con el período de lluvia y la temperatura, en los meses húmedos la humedad relativa alcanza su pico más alto 85% en el mes de octubre.

2.6 BIODIVERSIDAD

Cuando las condiciones ecológicas de los ambientes acuáticos no han sufrido alteraciones drásticas e irreversibles, se presenta en ellos una compleja red trófica, producto de su desarrollo evolutivo a través del tiempo y el espacio; las bases de tal red se apoyan entre otras cosas por ser este un lugar de transición entre el medio acuático y terrestre, en la existencia de una singular composición

biótica, situación que resulta atractiva para diversos grupos de fauna silvestre que aprovechan la oferta de refugio y concentración constante de alimento en la zona. Pues además de ser escasas y seguramente muy especializadas por lo que cuya distribución geográfica es restringida, es muy probable incluso que existan organismos aún sin descubrir. Condición que aumenta significativamente la importancia de los ecosistemas de humedales.

Como muestra de la riqueza en biodiversidad se destacan los siguientes organismos tablas 4 y 5. Y anexos.

Tabla 4. Representación de la fauna en la Depresión Momposina

	Nombre común	Nombre científico
AVES	Garzas	Ardea spp
	Patos	Dendrocygna autumnali
	Pollas de agua	Gallinula spp
	Gallitos de ciénaga	Jacana
	Pisingos	Dendrocygna autumnalis
	Barraquete	Anas discor
	Guacamayas	Ara ararauna
	Canario	Sicalis flaveola
MAMÍFEROS	Chigüiro	Hydrochaeris hydrochaeris
	Mico de noche	Aotus lemurinus
	Manatí	Trichechus manatus
REPTILES Y ANFIBIOS	Caimanes	Crocodylus intermedius
	Babillas	Caiman crocodylus
	Iguana común	Iguana iguana
	Galápagos	Podocnemis vogli
	Tortugas	Podocnemis spp
	Boa	Boa constrictor
PECES	Bocachico	Prochilodus magdalenae
	Nicuro	Pimlolodius clarias
	Dorada	Brycon moorei
	Bagre tigre	Pseudoplatystoma fasciatum
	Blanquillo	Sorubim lima
	Cachama	Colossoma Brachypomus
	Mojarra	Chaquetilla kraussi
	Moncholo	Hoplias malabaricus

Fuente. Corporación Autónoma Regional del Río Grande de la Magdalena

Tabla 5. Representación de la flora en la Depresión Momposina

	Nombre común	Nombre científico
FLORA	buchón de agua	Eichornia crassipes
	tarulla	Pistia stratiotes
	oreja de ratón	Salvinia natans
	lenteja de agua	Azolla filiculoides
	lechuga de agua	Nymphaea goudotiana

Fuente. Corporación Autónoma Regional del Río Grande de la Magdalena

2.7 GANADERÍA

La base principal de la economía de la Depresión Momposina es la ganadería. Normalmente se utiliza el sistema de explotación de libre pastoreo o ganadería extensiva. En los hatos ganaderos predomina la mezcla cebú con ganado criollo y pardo suizo. Se desarrolla básicamente la ganadería extensiva de doble propósito, que se maneja mediante la trashumancia de ganado debido a las variables condiciones generadas cada año por el régimen pluvial, trasladando la totalidad de los hatos hacia las zonas ribereñas y de ciénagas, donde se hace uso de playones para aprovechar las pasturas naturales que rebrotan al bajar los niveles de aguas de las ciénagas durante la estación seca. Este sistema es utilizado por medianos y grandes ganaderos que movilizan sus hatos, tanto internamente, como desde las sabanas de los departamentos que tienen influencia en la Depresión Momposina. Permaneciendo en las sabanas en invierno. Se explotan gramíneas nativas (canutillo y gramalote) y exóticas (admirable, angleton, aleman y brachiaria).

2.8 AGRICULTURA

La segunda actividad en su orden de competencia como aporte del sector económico se cultivan los siguientes productos: Arroz, sorgo, plátano, yuca, maíz y frutales como mango, guayaba, papaya, zapote y naranja. Los agricultores en la Depresión Momposina combaten las plagas, malezas y enfermedades de los cultivos, aplicando una gran diversidad de biocidas, los cuales están siendo utilizados en gran escala y con pocos controles.

2.9 PESCA

En el sector pesquero se lleva a cabo la explotación de especies nativas como: Bocachico, Bagre, Pacora, Arenka y Moncholo, lo cual se realiza de manera rudimentaria. Además se han construido algunos estanques piscícolas con especies conocidas como Tilapia Y Cachama a muy baja escala. Cabe resaltar que la producción pesquera de la región, las ciénagas aportan el 55% de la captura total, lo que demuestra la importancia de estos ecosistemas.

El ciclo de vida de las especies de peces que habitan estos ecosistemas es el siguiente: Durante la estación de aguas bajas, algunas especies migratorias como el bocachico (*Prochilodus magdalenae*) y el bagre (*Pseudoplatystoma fasciatum*) deben realizar viajes a lo largo de la cuenca en búsqueda de condiciones ambientales más favorables, dada la notoria reducción de las espejos de agua. Por lo que, algunas especies inician su recorrido hacia las partes altas de la cuenca (fenómeno conocido como subienda), buscando condiciones más favorables, tales como alta concentración de oxígeno y baja turbidez, Durante el resto de la temporada de aguas bajas, estas especies permanecen en el río desplazándose hacia la desembocadura de los caños, donde la mayoría de ellos inicia el proceso de maduración. En el caso del bocachico, éste desova en el

cauce principal y la corriente se encarga de arrastrar los huevos fecundados a las ciénagas³⁰.

Iniciada la época de aguas altas las condiciones ambientales en los ríos se tornan adversas, ya que aumenta el caudal y la turbidez y disminuye la productividad por parte del perifidron, lo que torna difícil la consecución de alimento. Por esta razón los peces inician su migración aguas a bajo (fenómeno conocido como bajanza) y los huevos fecundados y alevinos son arrastrados hacia las ciénagas en donde encuentran condiciones favorables para su desarrollo³¹.

³⁰ Galvis, Mojica y Camargo, 1997 citado por el Ministerio de Ambiente, Vivienda y Desarrollo Territorial. [En línea]. <<http://web.minambiente.gov.co> >

³¹ Ibid.

3. METODOLOGIA

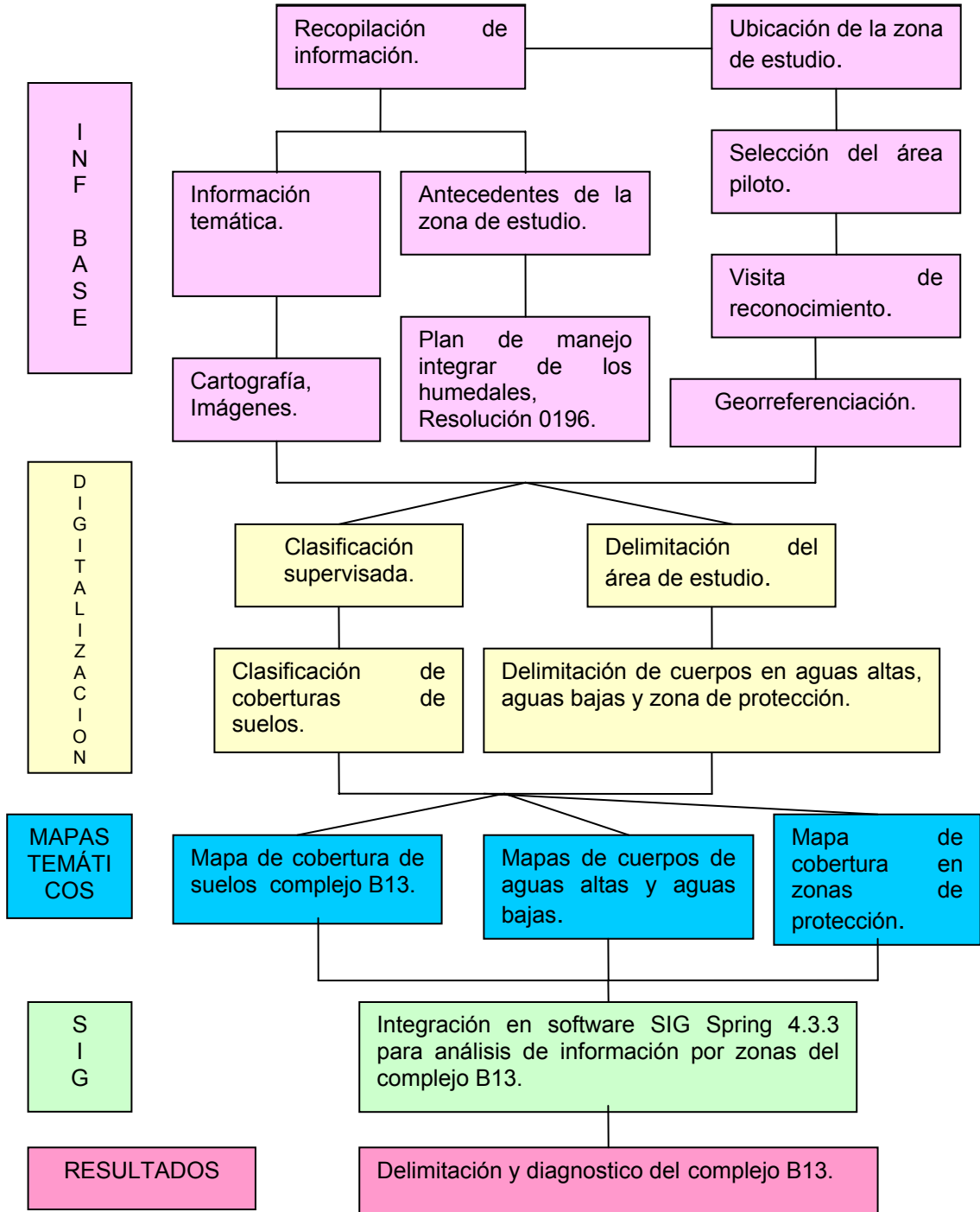
La interpretación de imágenes, consiste en examinarlas y analizarlas con el propósito de identificar objetos dentro de ellas.

Los intérpretes de imágenes identifican los objetos a partir de otros elementos que les son asociados o a partirse componentes, ya que se deben introducir las coordenadas de puntos fácilmente reconocibles en la imagen, los puntos que se añaden deben estar en un mismo sistema de proyección y de coordenadas.

Dentro de este contexto se hizo una visita de campo la cual tiene como finalidad la identificación y georreferenciación de elementos geomorfológicos fácilmente reconocibles (ríos, caños, ciénegas), que hacen parte del complejo B13 y los cuales nos permitieron delimitar el mismo con la ayuda del material cartográfico existente. Figura 21.

METODOLOGIA

Figura 21.



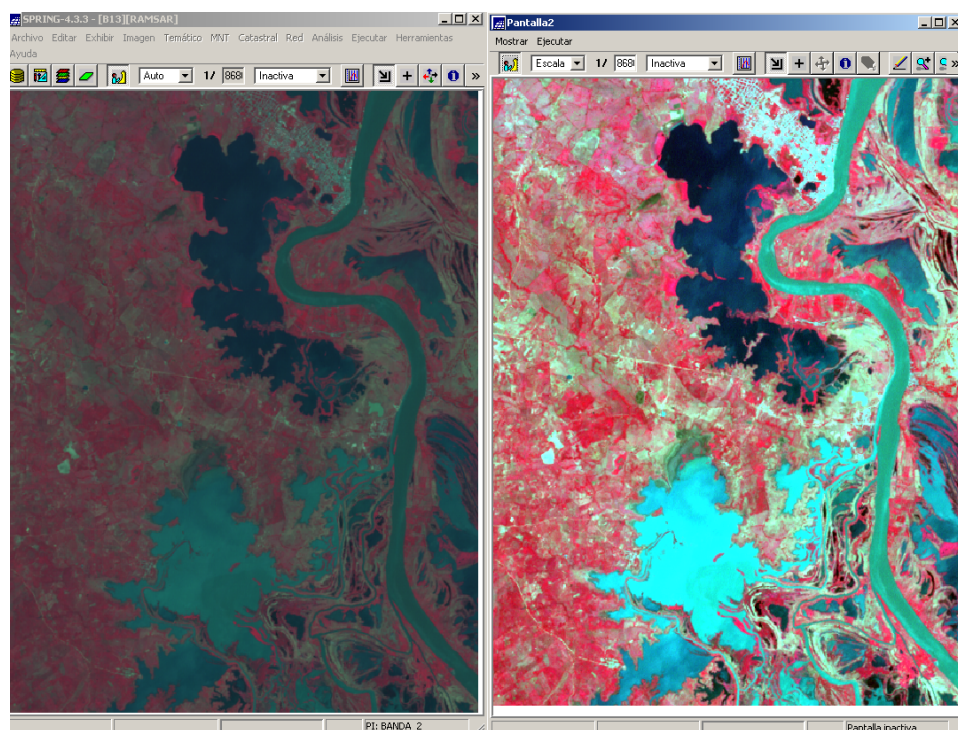
3.1 ANÁLISIS VISUAL

Esto tiene que ver con el análisis propiamente dicho de la imagen, las características individuales y la deducción de aspectos no observables, el análisis visual de imágenes de satélite se realiza empleando tres (3) bandas del sensor, coincidiendo con la capacidad de los monitores que poseen un total de tres (3) cañones RGB, RED/GREEN/BLUE, ROJO, VERDE, AZUL, con lo que por combinación de los datos de estos colores básicos se construyen el resto de colores. Ciertas combinaciones se realizan con las bandas o canales correspondientes al visible denominado “color real”, si se combinan con otras bandas se denominan “falso color”, estos parámetros, junto con los histogramas de frecuencia, determinan los procesos de realce y mejoras, que deben aplicarse para una mejor interpretación y el análisis de la imagen.

Como también aplicar un tratamiento digital en la imagen con distintos tipos de algoritmos, combinaciones en falso color, operaciones aritméticas entre bandas, transformaciones de tonos, intensidad y saturación.

Los diferentes tipos de algoritmos nos muestran con una mejor claridad las características de las imágenes, que con la simple visualización son de difícil observación. Figura 22.

Figura 22. Imagen con diferente tipo de algoritmo



Fuente autores

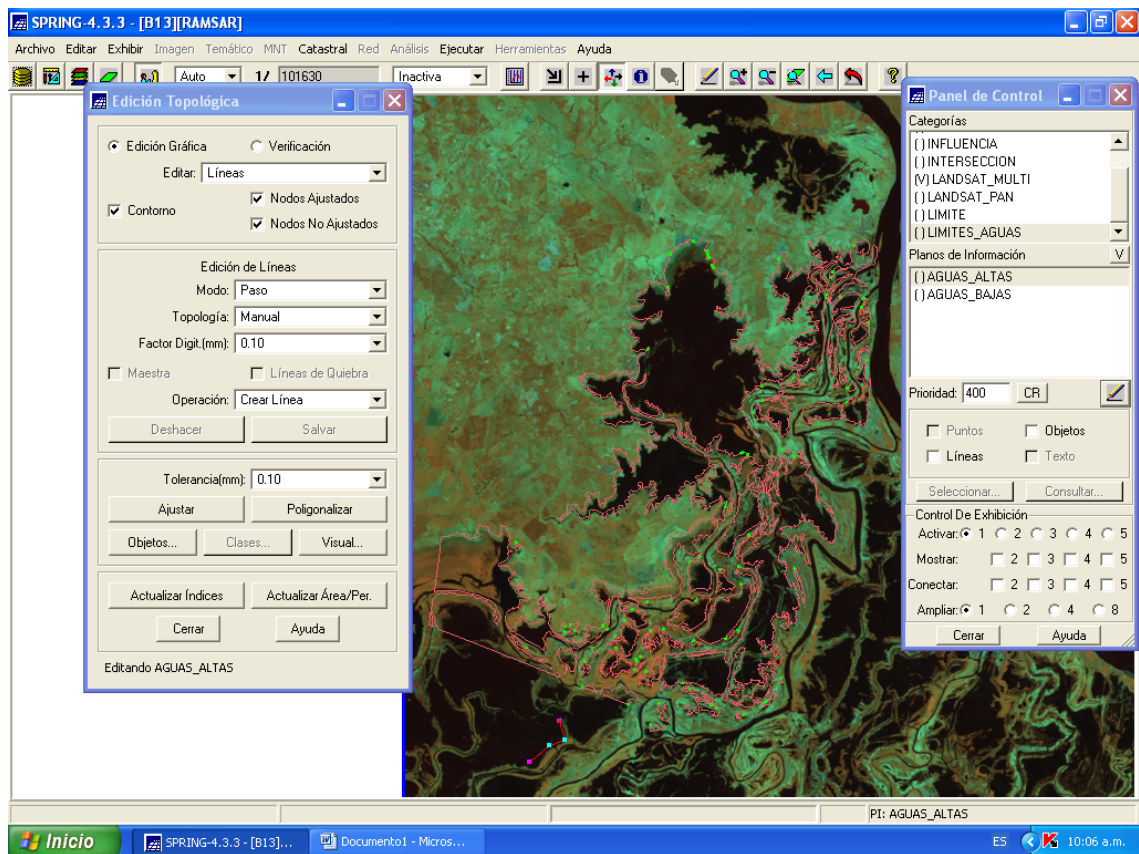
3.2 METODOLOGÍA DE LOS CÁLCULOS

Un SIG utiliza información de localización, permitiendo almacenar y manipular información geográfica de manera eficiente, realizar análisis y fenómenos geográficas, permitiendo generar mapas de cualquier información que este almacenadas en bases de datos o tablas y contengan un componente geográfico lo cual posibilita visualizar patrones, relaciones y tendencias que no se pueden ver en una base de datos o en un listado.

3.3 CALCULO DE ÁREA DE LOS CUERPOS DE AGUA

Un componente geográfico importante del SIG es la manipulación de datos topológicos para obtener resultados topográficos y catastrales, tales como delimitación, cálculos de propiedades geométricas (lineales, planimétricas y espaciales). Figura 23.

Figura 23. Edición topológica delimitación de cuerpos de agua del complejo B13, imagen multiespectral RGB 456 (sin realce visual).



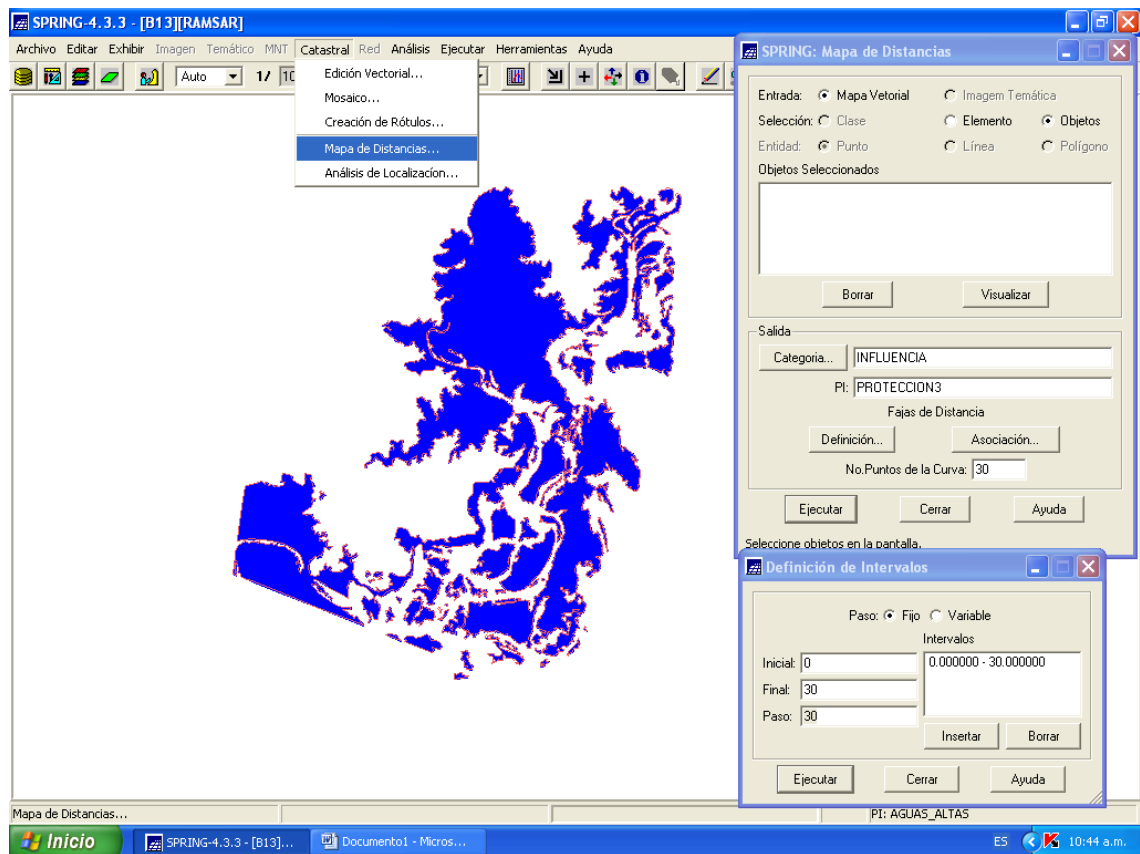
Fuente. Autores

3.4 OBTENCIÓN DE LA ZONA DE PROTECCIÓN

teniendo en cuenta los cuerpos de aguas altas ya delimitados, se procede a calcular los límites de la zona de protección, con la ayuda de un desfase aplicado a 30 metros de dichos cuerpos de agua, con la zona ya definida se puede calcular el área y el perímetro, y las estadísticas de dichas propiedades.

Figura 24.

Figura 24. Creación de los límites de la zona de protección del complejo B13.



Fuente. Autores

3.5 CLASIFICACIÓN DIGITAL

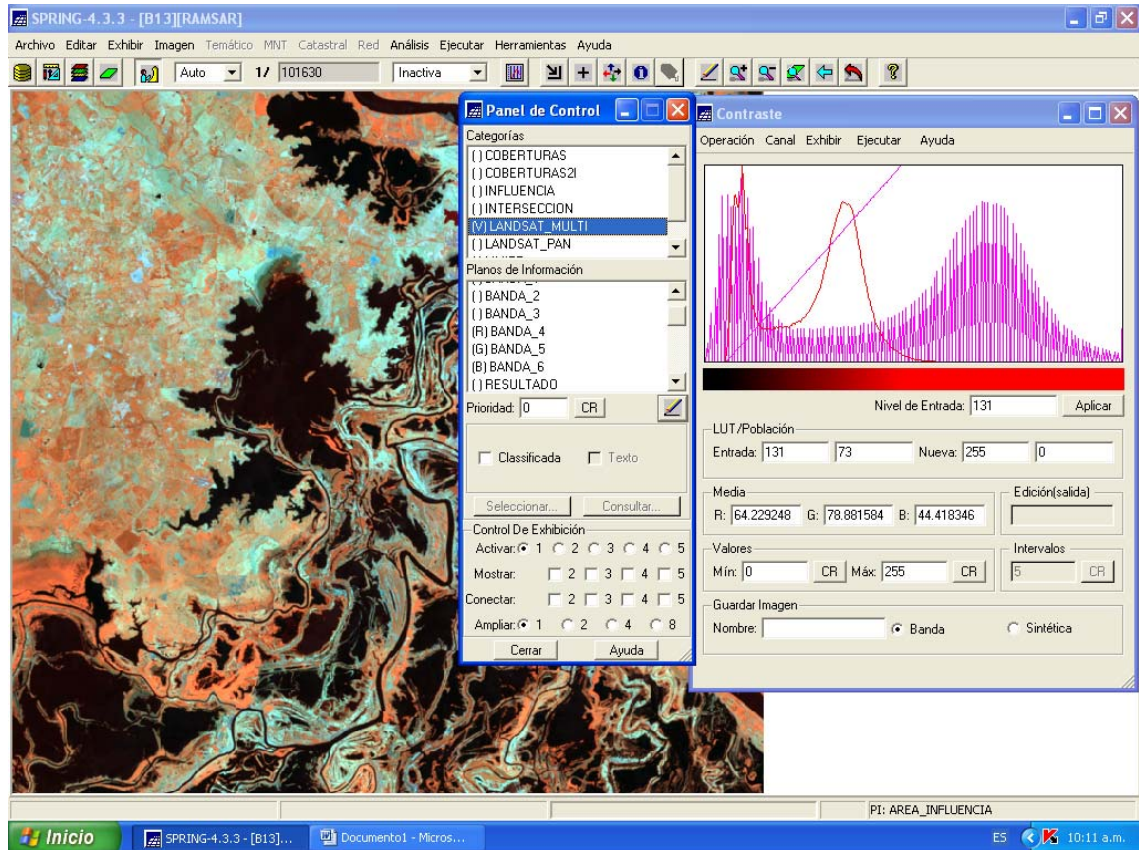
Una imagen puede ser dividida en distintas clases, de tal forma que los píxeles que tienen propiedades espectrales similares son agrupados en la misma clase.

La separación de esta clase, se realiza con métodos estadísticos o geométricos. La clasificación es más exitosa si los objetos al ser separados tienen características espectrales muy similares. Un conocimiento representativo en el área a ser mapeada, es un prerrequisito para una aplicación exitosa de las técnicas de clasificación de imágenes.

3.6 OBTENCIÓN DE LOS MAPAS DE COBERTURAS

Para obtener el mapa de coberturas, se realiza un análisis visual de la imagen aplicándole unos procesos de realce y mejoras, con la mejor combinación de bandas, para encontrar cual es la mejor opción que permita extraer las coberturas.

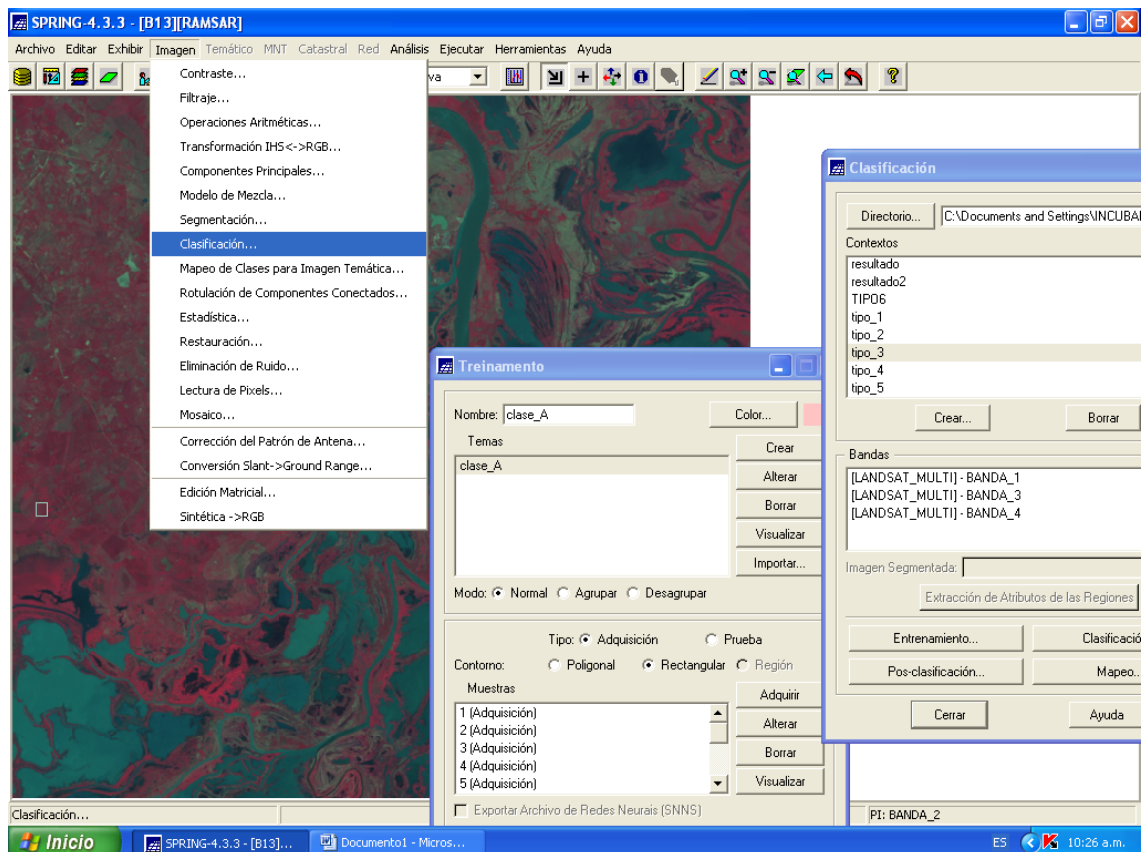
Figura 25. Combinación RGB 456, con realce visual, se observan claramente la cobertura vegetal en tonos naranja y verde.



Fuente. Autores

Para obtener los mapas digital de coberturas del complejo B13, se realiza un análisis visual de la imagen aplicándole unos procesos de realce y mejoras, con la mejor combinación de bandas, para encontrar cual es la mejor opción que permita extraer las coberturas. Figura 25; Además se realiza una clasificación con todas las coberturas muestreadas. Figura 26; Estos datos se integran y se genera un mapa físico con ayuda del software scarta 4.3.3, el cual es un complemento cartográfico de spring 4.3.3

Figura 26. Toma y clasificación de muestras para la obtención de coberturas de cultivos y pastos. Combinación RGB 432 (sin realce visual).

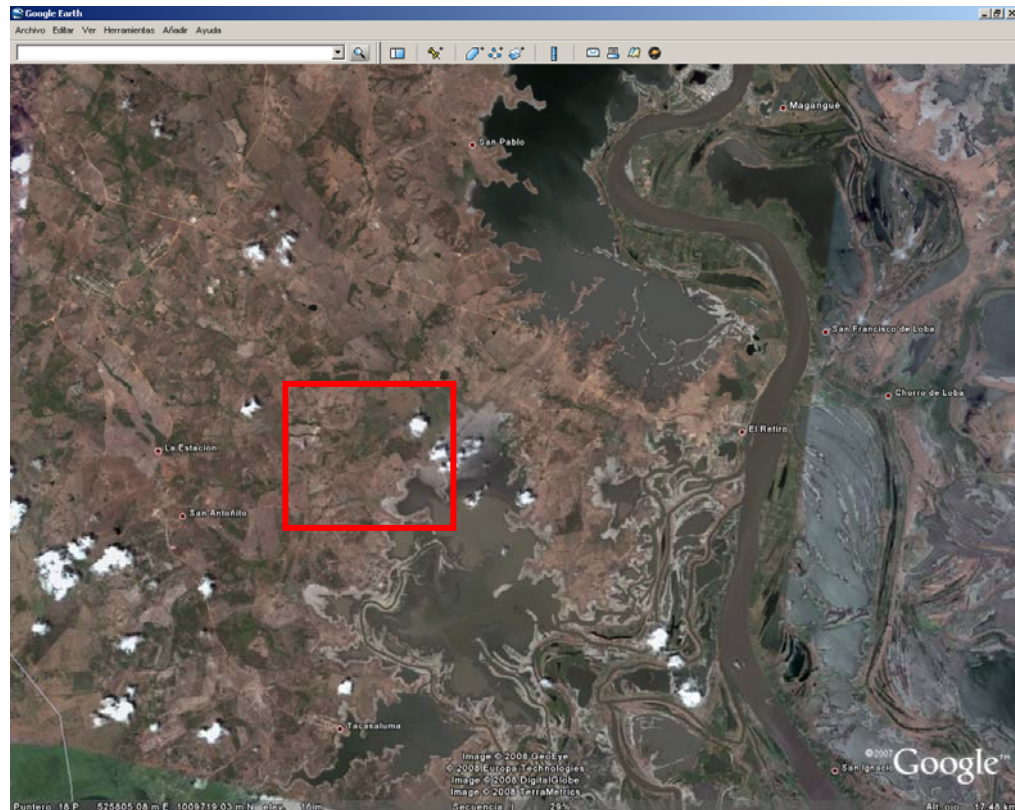


Fuente. Autores

4. RESULTADOS

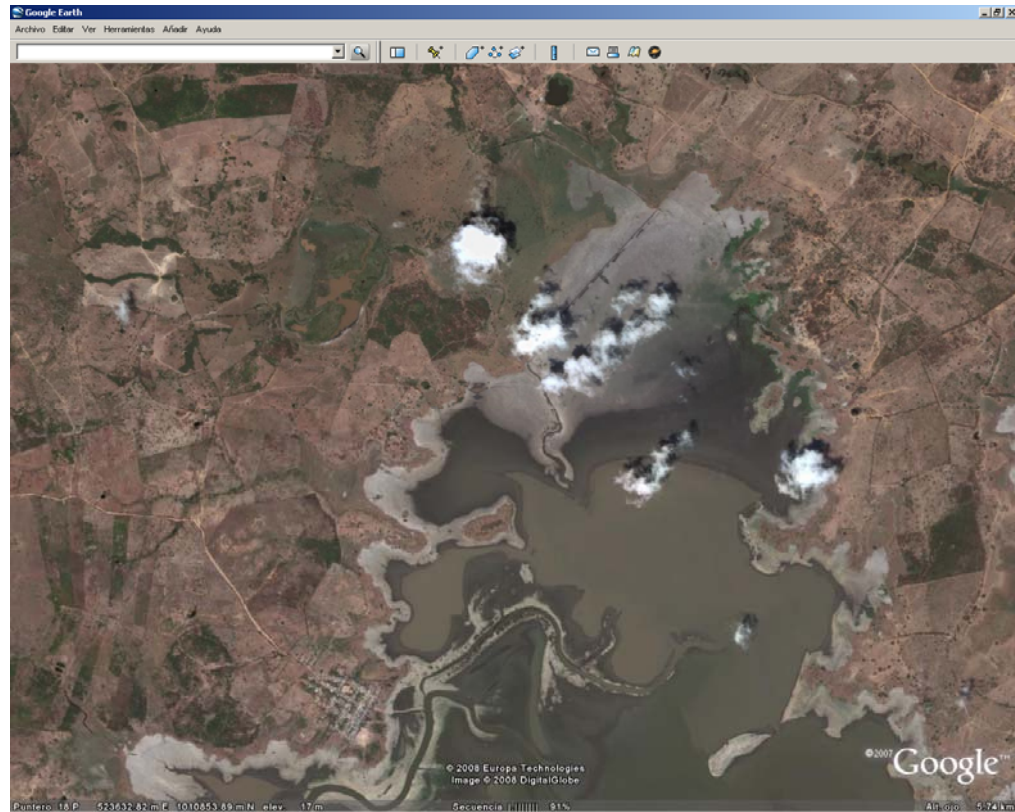
La identificación de los cuerpos de aguas y demás coberturas se realizó usando el sistema de información geográfica (SIG). SPRING 4.3.3; empleando la técnica, Análisis multitemporal y diferencia entre imágenes, basados en dos imágenes, una multiespectral (aguas bajas) de fecha 07 / 07 / 2001 y la segunda pancromática o banda 8 (aguas altas). Fechada 01/07/2001. Para la identificación de la cobertura vegetal y uso de suelo se utilizó la imagen multiespectral antes mencionada, para hallar resultados confiables se complementa con el análisis visual y digital de las imágenes con una inspección ocular en campo, proceso de georreferenciación y apoyo en imágenes de Google Earth. Figuras 27 y 28

Figura 27. Imagen de la zona de estudio



Fuente. Google Earth.

Figura 28. Imagen de la zona de estudio ampliada



Fuente. Google Earth.

Se destaca que aunque la visita de campo no se realizó en la misma fecha de obtención de la imagen, existen elementos geomorfológicos que no cambian de manera considerable en un lapso de tiempo corto y que son fácilmente identificables (caños, ríos y ciénagas), además, para la obtención de la cobertura y uso del suelo se hace con el apoyo de imágenes googleearth. Para evitar al máximo subjetividad que puede causar las tonalidades parecidas en la combinación de bandas que permita la identificación de las coberturas. Los resultados son los siguientes.

Las coberturas a identificar son: cuerpos de aguas (ciénagas), cultivos, pastos, vegetación en temprano estado de crecimiento y suelos desnudos. Tales coberturas son las que predominan en el complejo B13.

A continuación se tabulan los valores correspondientes a cada cobertura con sus respectivas variables (Número de muestras, Mínimo, Mediana, Máximo, Sumatoria total, Media, desviación estándar y coeficiente de variación

Tabla 6. Coberturas en el B13 (excluyendo cuerpos de agua)

	Cultivos	Pastos	Rastrojos	Suelos desnudos
Muestras	896	639	872	1282
Mínimo m ²	0.08	0.05	0.1	0.06
Mediana ha	1,74	0,20	0,20	0,22
Máximo ha	48,85	170,41	8275,77	282,33
Área total ha	1018,16	1784,15	9535,29	266,39
Media ha	1,13	2,79	10,93	0,27
Desviación estándar	31882.56	108869.13	2800958.24	92552.52
Coeficiente de Variación	2,81	3,9	25,61	4,46

Fuente. Autores

Tabla 7. Área de los cuerpos en aguas altas y aguas bajas

	Aguas altas	Aguas bajas
Muestras	57	57
Ausente	0	0
Mínimo ha	0,14	0,32
Mediana ha	4,96	9,96
Máximo ha	2535,29	2082,02
Área total ha	5449,32	3870,98
Media ha	95,60	67,91
Desviación estándar	365,47	277,58
Coefficiente de Variación	3.82	4.08

Fuente: Autores

Tabla 8. Coberturas en zonas de protección

	Cultivos	Pastos	Rastrojos	Suelos desnudos
Muestras	382	249	417	533
Mínimo m2	0,2456	0.296	0.952	0.0684
Mediana ha	0,14	0.13	0.16	0.12
Máximo ha	5,66	11,74	15,64	8,35
Área total ha	155,85	114,37	228,94	283,24
Media ha	0,48	0,46	0,55	0,53
Desviación estándar	6185.46	10474.568	12895.56	10012.54
Coefficiente de Variación	1,51613	2.2805	2.35148	1.88413

Fuente: Autores

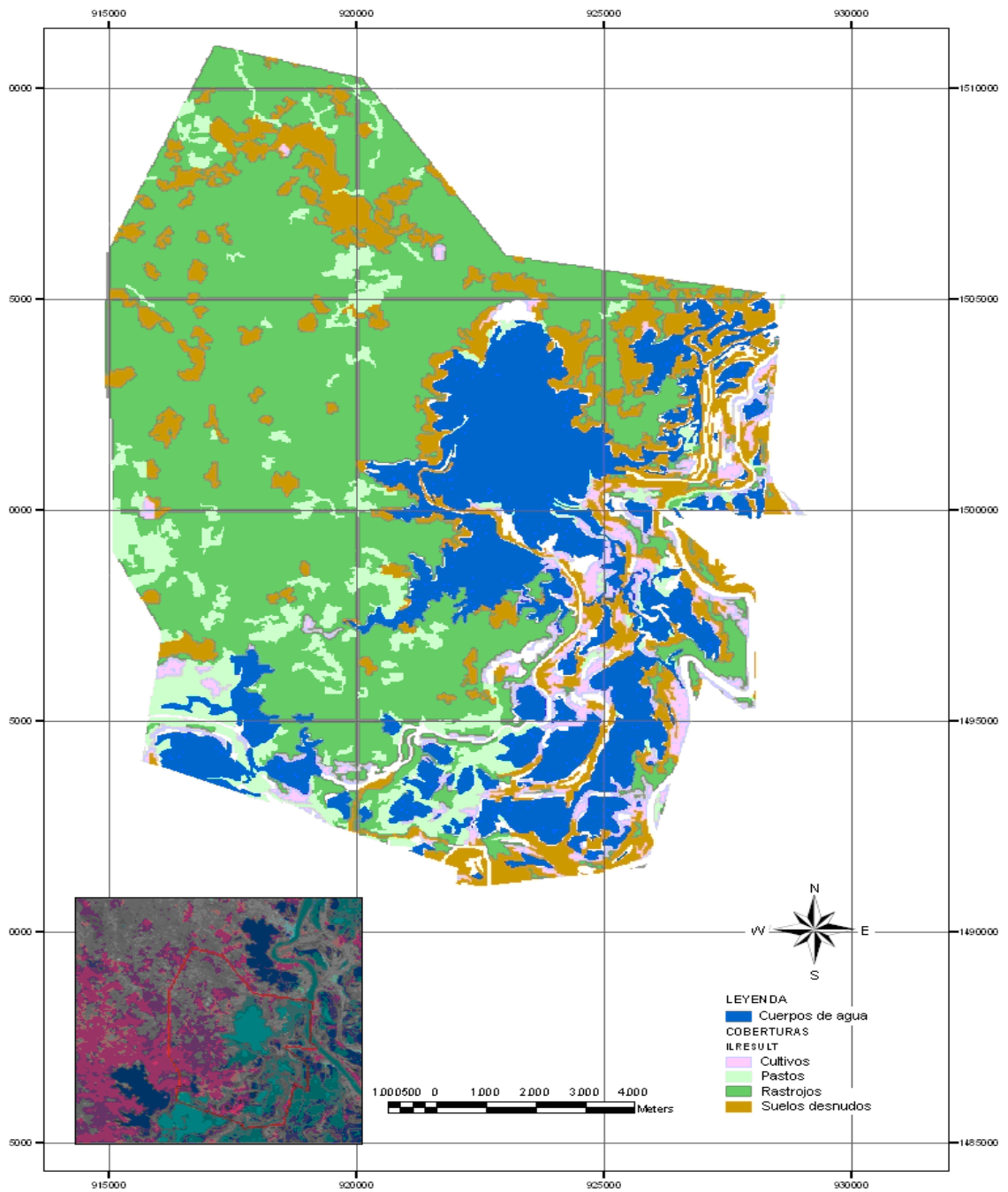
4.1 GENERACION DE MAPAS

4.1.1 Coberturas de suelos en el complejo B13. Este mapa se obtuvo después de la clasificación supervisada de la imagen satelital multiespectral, empleando varias combinaciones de bandas del espectro electromagnético, dando como resultado las coberturas (pastos, cultivos, rastrojos, suelo desnudo y cuerpos de agua). Dicha información está contenida en la tabla 6. Mapa 1.

4.1.2 Dinámica hídrica (aguas bajas – aguas altas). Este mapa se obtuvo luego del análisis realizado a la imagen multiespectral, con la ayuda de una combinación de bandas que resalta en gran manera los cuerpos de agua. (aguas bajas), además de analizar una imagen pancromática la cual es la más apropiada para el análisis de cuerpos de agua (aguas altas). Dicha información está contenida en la tabla 7. Mapa 2.

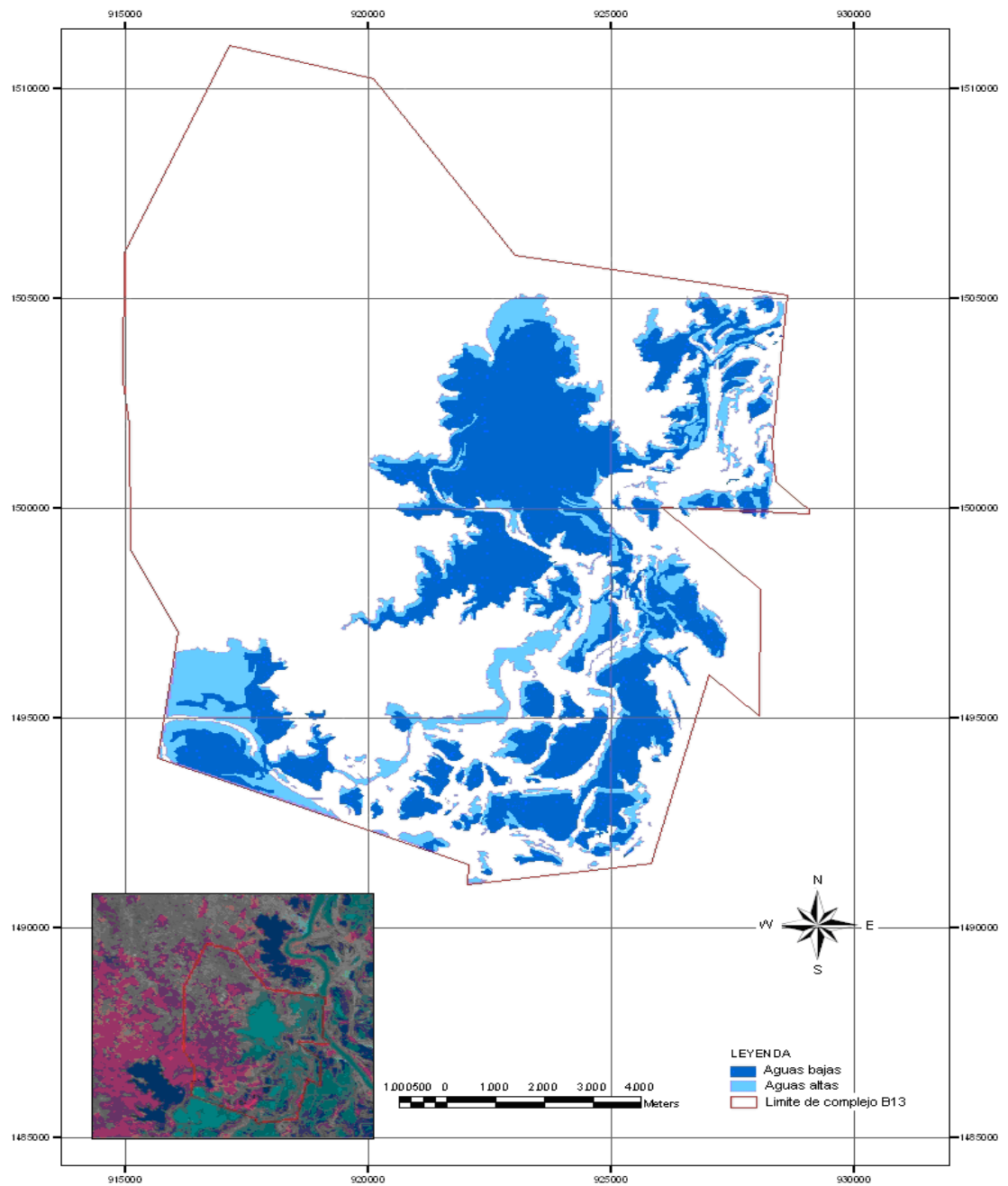
4.1.3 Coberturas de suelos de zonas de protección. Luego de obtener el mapa de cobertura general, se desactivan los planos de información que están fuera del área de protección y de esta forma resaltar este mapa. Dicha información está contenida en la tabla 8. Mapa 3 y 4

MAPA 1. COBERTURAS DE SUELOS EN EL COMPLEJO B13



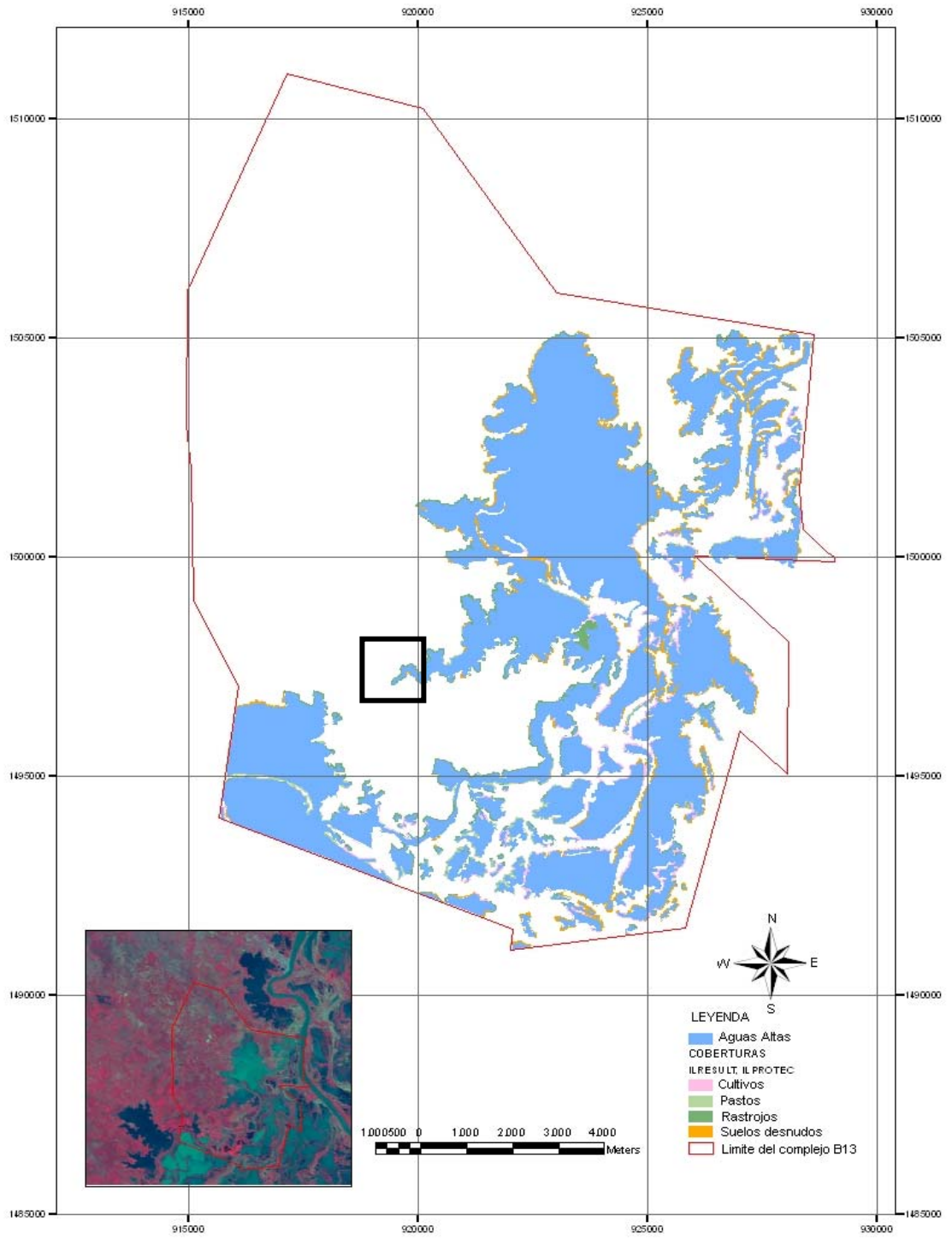
Fuente: Autores

MAPA 2. DIMANICA HIDRICA (AGUAS BAJAS – AGUAS ALTAS)



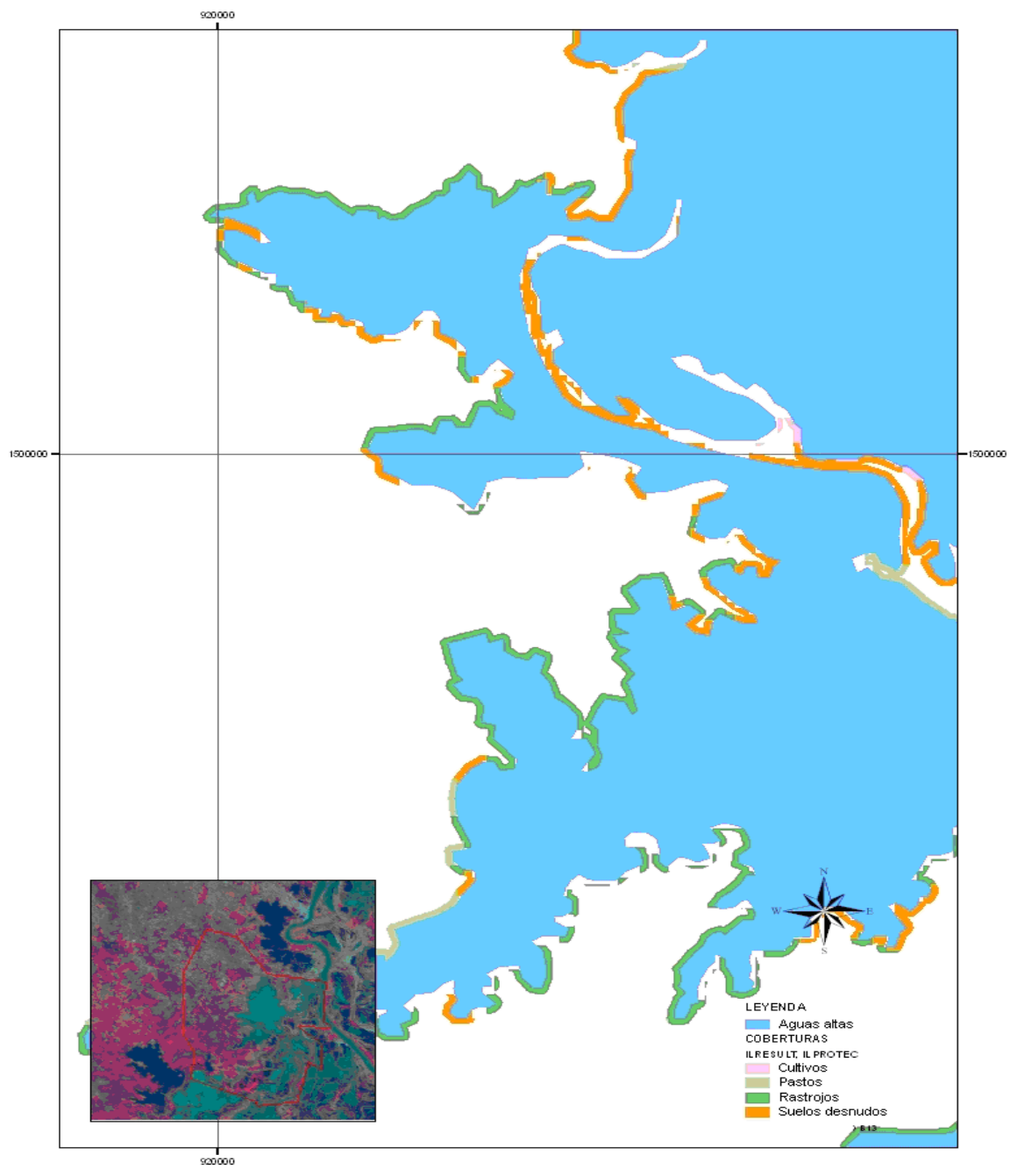
Fuente: Autores

MAPA 3. COBERTURAS DE SUELOS DE LA ZONA DE PROTECCIÓN



Fuente: Autores

MAPA 4. AMPLIACION DE UNA PARTE DEL MAPA COBERTURAS DE SUELOS DE LA ZONA DE PROTECCIÓN

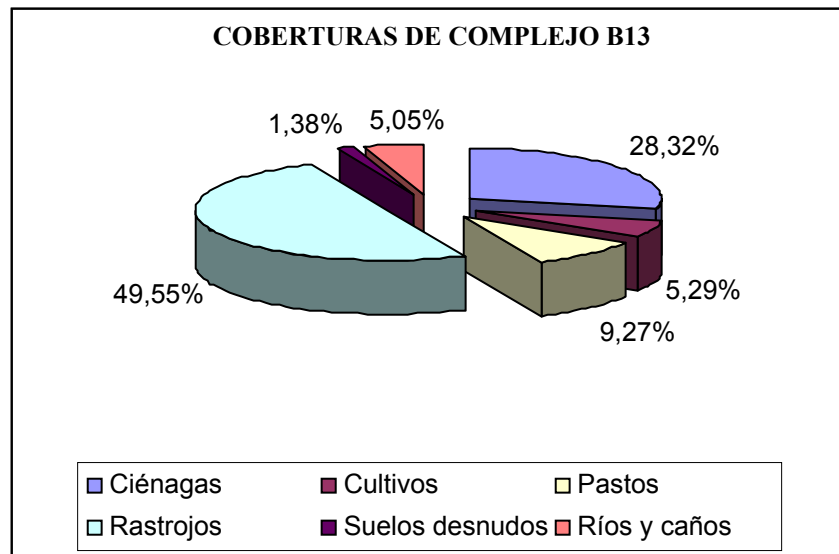


Fuente: Autores

5. ANALISIS DE RESULTADOS

El complejo B13 posee una superficie de 19240.73 has. Distribuidas así: Cuerpos de agua (ciénagas) en aguas altas 28,32%, cultivos 5,30%, suelos desnudos 1,38%, rastrojos 49,55%, pastos 9,27%, el restante 5,05% corresponde en un mayor porcentaje a cuerpos de agua en movimiento (caños y ríos); a esta última cobertura no se le aplicó una edición topológica que permitiera obtener su área ya que estos no varían esta propiedad con el tiempo, de acuerdo al análisis visual realizado, y un porcentaje mínimo corresponde a coberturas distintas a las anteriormente mencionadas, de poca superficie y muy dispersas, lo cual imposibilita detectarlas en el análisis visual.

Grafica 3. Coberturas del complejo B13



Fuente. Autores

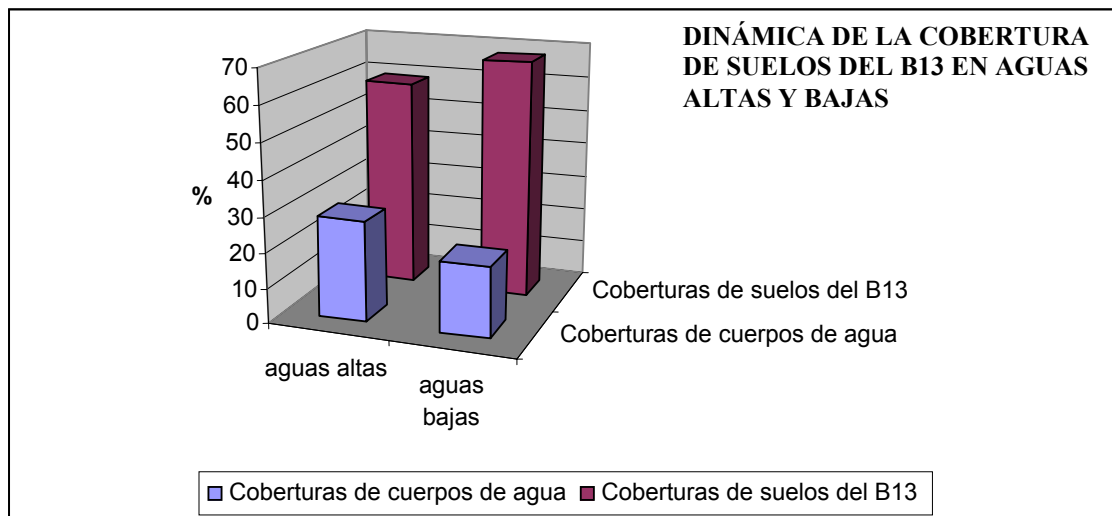
La mitad del complejo B13 tiene una cobertura que corresponde a vegetación tipo rastrojos por ser una vegetación nativa de esta región, correspondiente a rastrojos

altos y bajos, con un porcentaje mas reducido encontramos los cultivos, siguiendo con la misma tendencia encontramos los suelos desnudos, estos tienden a estar cerca de los cuerpos de agua que al momento de llegar al descenso de los niveles de agua en época de baja precipitación, estos pasan a ocupar el espacio que antes era ocupado por el agua (playones). Otro pequeño porcentaje de suelo desnudo se nota en los caminos, potreros y otras áreas afectadas severamente por la erosión. En un porcentaje menor encontramos los pastos que están integrados por tres subcategorías representados por pastos naturales, los cuales se mantienen con cobertura densa, creciendo en forma espontánea, sin ningún manejo agronómico y pastos manejados.

5.1 CUERPOS DE AGUA

Según la tabla 7. Los cuerpos de agua en temporada baja ocupan un porcentaje del 20.00% y en aguas altas de 28.30%, se observa un incremento del 8.30% con respecto al total de la cobertura del complejo B13 (aguas bajas), y un aumento del 41.00% con respecto a la superficie de agua en comparación con dicha temporada. (No se incluyen cuerpos de agua móviles los cuales no cambiaron de espejo de agua como por ejemplo: ríos, caños etc.).

Grafica 4. Dinámica de la cobertura de suelos del B13 en aguas altas y bajas



Fuente. Autores

5.2 ZONA DE PROTECCIÓN

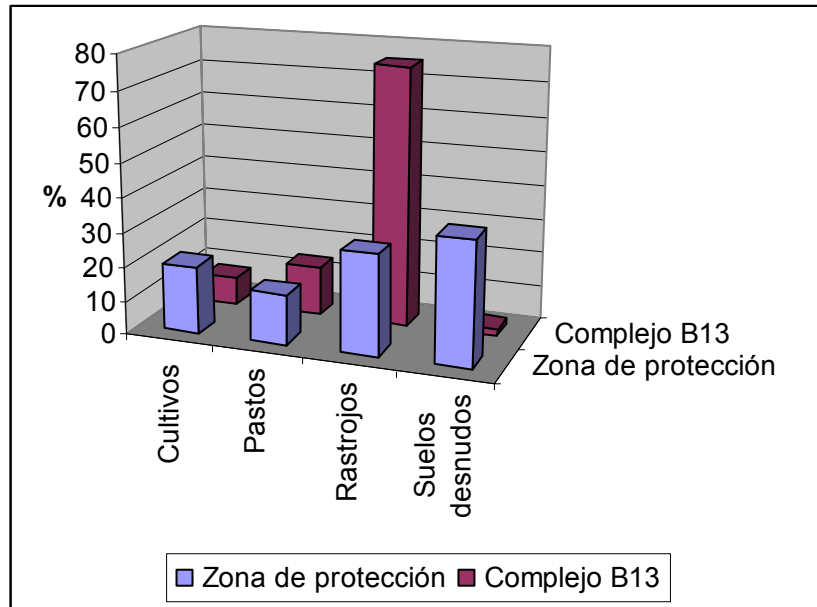
Esta zona corresponde al límite permitido por la ley para la intervención antrópica de cualquier tipo, en aras de la conservación de los humedales, en contraste presenta la mayor intervención porcentual en lo referente a la intervención antrópica, abarca una superficie que corresponde a 782.10 has lo que corresponde a un porcentaje de 4.06% del complejo B13 divididas así:

Cultivos: correspondiente al 0.81% del complejo B13 y un 20.00% del área de protección.

Pastos: corresponde al 0.60% del complejo B13 y 14.62% del área de protección.

Suelo desnudo: corresponde al 1.47% del complejo B13 y 36.22% del área de protección.

Grafica 5. Comparación porcentual de coberturas entre la zona de protección y el complejo B13.



Fuente: Autores

El mayor porcentaje de coberturas que se presenta es el de suelo desnudo, estos son los llamados playones que corresponden al área de descenso de las aguas altas, Siguiendo en forma descendente con respecto a los porcentajes de coberturas, se encuentra rastrojos, dicha cobertura presenta un notable descenso respecto al área total del complejo B13, esto debido al aumento de las coberturas de pastos y cultivos por el uso de estos suelos para la ganadería y agricultura.

Comparando el porcentaje de cobertura de cultivo con respecto al área total del B13, hay un incremento notorio, lo cual se debe también a la cercanía a los cuerpos de agua, razón fundamental para el aumento de coberturas que requieren la intervención antròpica directa.

Es de amplio conocimiento la gran fertilidad que poseen los suelos de áreas aledañas a los humedales, por ejemplo la región de la mojana , perteneciente a la depresión momposina, investigaciones agrícolas realizadas en esta zona han dado como resultado enormes producciones en comparación con los suelos de otras regiones, y por esto la zona es catalogada como de gran potencial para las actividades de este tipo, esto debido principalmente a los aportes de sedimentos con gran contenido de materia orgánica, que son arrastrados por las corrientes de aguas, además de la provisión de aguas permanentes en los humedales, estas características favorables a los cultivos, son las que han dado pie para la reiterada intervención antròpica, donde los principales son de canalización y retención de aguas, las primeras se usan para abastecer del preciado liquido a los cultivos o puede ser para drenar una zona y así volverla apta para dicha actividad, y la segunda como barreras físicas que impida el flujo natural del agua.

Otra cobertura que tiene un incremento en comparación con la totalidad del complejo B13, es la de pastos, aunque es la de menor porcentaje en la zona de protección del complejo B13, por el poco interés que tienen los propietarios de ganados en sembrar este tipo de coberturas, esto se debe al poco tiempo que estos suelos son empleados para pastar luego de la trashumancia.

6. CONCLUSIONES

El estudio y tratamiento de imágenes de satélite T.M permite localizar y referenciar geográficamente zonas de cultivos, pasos, rastrojos, suelos desnudos y superficies de agua, que a su vez posibilitan estudios evolutivos como la delimitación de los cuerpos de agua y obtención de mapas de coberturas.

La teledetección se revela como una de las fuentes de adquisición de información más importante para la alimentación de los sistemas de información geográfica la cual permite con gran precisión y rapidez analizar y diagnosticar las zonas intervenidas antropicamente y así tomar decisiones que conlleven al mejor manejo de estos ecosistemas.

La Depresión Momposina, cumple la función ambiental de regular los cauces de los ríos Magdalena, Cauca y San Jorge, amortigua las inundaciones y facilitar la decantación y acumulación de sedimentos, estas funciones son indispensables en la regulación ambiental y equilibrio ecológico de la Costa Caribe y el país. La dinámica de sus aguas y la biodiversidad de las especies de fauna y flora, que ahí encuentran su hábitat, proveen seguridad alimenticia y fuente de ingresos a sus pobladores.

Los planos de inundación (playones comunales) y aquellas zonas cercanas a los cuerpos de agua, que han sido adecuadas para la agricultura y la ganadería tienden a incrementarse de manera descontrolada por la acción antrópica trae como consecuencia una notable reducción de las ciénagas y por ende trastorno en la dinámica hídrica del complejo B13, cuyo resultado es la presencia de caudales máximos mayores y caudales mínimos cada vez menores. Esta situación genera condiciones descontroladas del manejo ambiental, con la consecuente baja o nula oferta hídrica en épocas secas y presencia de inundaciones en época invernal.

En la zona de estudio, la base natural presente ha llegado al límite de sus posibilidades de sostenibilidad, la degradación es evidente y está afectando la totalidad de los procesos socioeconómicos. La deforestación con fines, agropecuarias, la alteración inducida de la dinámica hídrica, la aplicación de metodologías de explotación inapropiadas, generó un cambio generalizado en las condiciones originales hacia terrenos abiertos para uso en ganadería, agricultura, asentamientos e infraestructura. Esto ocasionó que en la actualidad existan algunas especies en riesgo de extinción, un marcado deterioro del hábitat y una disminución crítica de la capacidad productiva.

Existen tierras aptas para la agricultura y ganadería fuera del área de protección, en las cuales con la ayuda de un buen manejo agronómico e inclusión de tecnología como riego y drenaje, permiten el sostenimiento del ganado y los cultivos en cualquier época del año en estas zonas; el uso de estas medidas conllevaría al fin de la trashumancia y el establecimiento de cultivos en el área de los humedales

7. RECOMENDACIONES

El buen manejo de los recursos que ofrecen los humedales solo es posible cuando se analizan todas las variables que intervienen en él, lo que significa la integración de las corporaciones regionales con jurisdicción y las comunidades locales con fines de mantener y mejorar la condiciones ambientales.

El reconocimiento del papel de las fluctuaciones del nivel del agua, las variaciones temporales, variaciones espaciales y la interrelación que se presenta entre los distintos elementos que conforman un complejo de humedal debe ser estudiado de forma integral y no fragmentado para poder dar un uso sostenible de las riquezas que estos ecosistemas presentan.

La degradación ambiental y el uso inadecuado de los recursos en la Depresión Momposina como consecuencias de prácticas inapropiadas en la ganadería y agricultura demandan un ordenamiento ambiental y manejo de recursos naturales cuidadoso, con miras a garantizar el equilibrio entre los factores naturales y las productivas, lo cual implica un manejo sostenible de los ecosistemas que se encuentran en los humedales.

Los humedales son zonas dinámicas, expuestas a la influencia de factores naturales y antrópicos. Para mantener su productividad, biodiversidad y permitir un uso sostenible de sus recursos por parte de los seres humanos es necesario un acuerdo global entre las distintas partes interesadas comunidades, propietarios, instituciones.

Las entidades encargadas de las políticas ambientales deben presentar proyectos de delimitación de zonas aledañas a los humedales en aras de proteger el medio, iniciando con un área estipulada por los convenios internacionales, evaluando el comportamiento del ecosistema y observando que este sea el adecuado, si estos correctivos no solucionan la problemática, se debe delimitar un área aun mayor que permita recuperar la zona de los humedales.

Además de un límite espacial que quede consignado en un documento, se debe ubicar un límite físico (amojonamiento), con la ayuda de las coordenadas señaladas en la cartografía que corresponden al límite del área de protección, para evitar definitivamente el ingreso del hombre con fines de modificar el ecosistema de los humedales.

8. BIBLIOGRAFIA

ABELLO VIVES, Alberto y GIAIMO CHAVEZ, Silvana. Poblamiento y ciudades del Caribe colombiano. Santa Fé de Bogotá: Gente Nueva LTDA, 2000. 484p.

CONGRESO DE COLOMBIA. LEY 160 de 1994. [En línea].<
<http://intranet.incoder.gov.co:95/intranet/Download/Ley%20160%20de%201994.doc>>

CONGRESO DE COLOMBIA. LEY 357 de 1997. [En línea].<
http://www.presidencia.gov.co/prensa_new/decretoslinea/2000/abril/18/dec698182000.doc>

Corporación Autónoma regional del Río Grande de la Magdalena (COORMAGDALENA). [En línea]. < <http://www.cormagdalena.com.co>>.

Cooperativa de Enseñanza y Aprendizaje Geográfico Integral (CEAGI). México. [En línea]. < <http://www.ceagi.org/teledetec/Paginas/Pagina3.html> >.

CHUVIECO, Emilio. Fundamentos de teledetección Espacial. Madrid, ediciones RIALP, S.A. 1996. 576p

DEPARTAMENTO NACIONAL DE PLANEACIÓN REPUBLICA DE COLOMBIA y ORGANIZACIÓN DE LAS NACIONES UNIDAS PARA LA AGRICULTURA Y LA ALIMENTACIÓN. Programa de sostenible de la región de la Mojana. Santa Fé de Bogotá: Gente Nueva, 2003. 436p.

DUQUE, Andres. Revista ecológica: tipos y características de los humedales en Colombia. Santa Fé de Bogotá: imprenta. 1992. v.3. 60p

EL PRESIDENTE DE LA REPUBLICA DE COLOMBIA. Código Nacional de Recursos Naturales Renovables y de Protección al Medio Ambiente. [En línea].<
<http://www.ideam.gov.co/legal/decretos/1970/d2811-1974.htm> >

_____ Decreto 1866 del 3 de agosto de 1994. [En línea].<
http://www.presidencia.gov.co/prensa_new/decretoslinea/1994/agosto/03/dec1866031994.pdf - >

_____. Decreto 2663 de 1994[En línea].<
<http://intranet.incoder.gov.co:95/intranet/Download/Decreto%202663%20de%201994.doc>>

FALS BORDA, Orlando. Resistencia en el San Jorge: historia doble de la Costa. Santa Fé de Bogotá: Carlos Valencia editores, 1984. v.3, 404p.

INSTITUTO DE HIDROLOGIA, METEOROLOGIA Y ESTUDIOS AMBIENTALES (IDEAM). [En línea]. <[http:// www.ideam.gov.co/atlas/mclima.htm](http://www.ideam.gov.co/atlas/mclima.htm). >

INSTITUTO GEOGRAFICO AGUSTIN CODAZZI. Principios básicos de cartografía temática. Santa Fé de Bogotá. 1998. 248p.

_____ Interpretación visual de imágenes de sensores remotos y su aplicación en levantamientos de cobertura y uso de la tierra. 1ª ed. Santa Fé de Bogotá, 2005. 156p.

_____ [En línea].
<http://www.igac.gov.co:8080/igac_web/UserFiles/file/ciaf/TutorialSIG_2005_26_02/paginas/ctr_prsistemasensensor.htm >
MINISTERIO DE DESARROLLO ECONÓMICO. Inventario nacional del sector de agua potable y saneamiento básico 1ª ed. Santa fe de Bogotá: Panamericana formas e impresos, 2000. 349p.

MINISTERIO DE AMBIENTE, VIVIENDA Y DESARROLLO TERRITORIAL. Resolución 157 del 12 de febrero.

MINISTERIO DE AMBIENTE, VIVIENDA Y DESARROLLO TERRITORIAL. [En línea]. <
<http://www.minambiente.gov.co/biogeo/menu/biodiversidad/ecosistemas/historia-geologica.htm>>

NEOTRÓPICOS. Fundación ecológica para la restauración, conservación y promoción del aprovechamiento perdurable de la planicie aluvial de la Depresión Momposina, en la confluencia de los ríos Cauca, San Jorge y Cesar con el Magdalena. [En línea]. < http://www.wiki.neotropicos.org/images/8/8a/1POEM_096_LMN.jpg>

SAMPER MARTINEZ, Diego, GONZALEZ AFANADOR, Edith y GUILLOT MONROY, Gabriel. Colombia caminos del agua. 1ª ed. Calí: Carvajal S.A, 1993. 196p

SANTILLANA. La enciclopedia del estudiante: geografía e historia de Colombia. 1ª ed. Santa Fé de Bogotá: santillana S.A, 2006. v.20, 317p.

Universidad de Jaén. Departamento de Geología. España. [En línea].<
<http://www.geologia.ujaen.es/usr/jprigol/teled.html> >

VILLEGAS ASOCIADOS S.A. Colombia parques naturales. 1ª ed. Santa Fé de Bogotá: VILLAGAS ASOCIADOS S.A, 2006. 447p.

ANEXOS

Anexo A. Iguana



Anexo B. Gallito de ciénaga



Fuentes. http://www.wiki.neotropicos.org/images/8/8a/1POEM_096_LMN.jpg>

Anexo C. Garza blanca



Anexo D. Bocachico



Fuentes. http://www.wiki.neotropicos.org/images/8/8a/1POEM_096_LMN.jpg>

Anexo E. Azulejo



Anexo F. Chigüiro



Fuentes. http://www.wiki.neotropicos.org/images/8/8a/1POEM_096_LMN.jpg>

Anexo G. Buchón de agua



Fuente. http://www.wiki.neotropicos.org/images/8/8a/1POEM_096_LMN.jpg>

Anexo H. Número de captaciones que se presentan en la Región Caribe.

Tipo de Fuente captada	Número de captaciones				
	Atlántico	Bolívar	Córdoba	Magdalena	Sucre
Río	11	19	10	14	0
Arroyo, caño	3	10	0	1	0
Ciénaga, laguna	1	2	0	0	0
Fuentes subterráneas	21	26	14	34	75

Fuente. Inventario nacional del sector de agua potable y saneamiento básico.

Anexo I. Movilización pesquera en la cuenca del río magdalena, 1972 – 2000

MOVILIZACIÓN PESQUERA EN LA CUENCA DEL RÍO MAGDALENA, 1972 - 2000	
AÑOS	TONELADAS
1972	67885
1973	66861
1974	78847
1976	65000
1977	72162
1978	63700
1980	63247
1982	45376
1984	34734
1986	31664
1988	30276

1900	9150
1992	11620
1994	19486
1996	8920
1997	7449
1998	7582
1999	8629
2000	16650

Fuente. Departamento Nacional de Planeación Republica de Colombia y Organización de las Naciones Unidas para la agricultura y la alimentación.