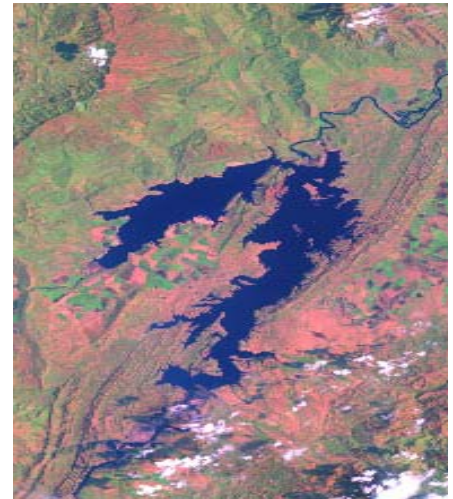


## 1.1 Producción de Cartografía de Cobertura y Uso del Suelo, Escala 1:100.000 (Metodología Corine Land Cover – CLC)





## *Proyecto: "CORINE LAND COVER COLOMBIA"*

### **Adaptación de la metodología "Corine Land Cover" para Colombia y producción de la cobertura "Corine Land Cover Colombia" para la cuenca del río Magdalena – Cauca.**

El Instituto de Hidrología, Meteorología y Estudios Ambientales (IDEAM), la Corporación Autónoma Regional del Río Grande de la Magdalena (Cormagdalena) y el Instituto Geográfico Agustín Codazzi (IGAC) acordaron, mediante la firma de un convenio, desarrollar un proyecto para adaptar y validar la nomenclatura y la metodología CORINE Land Cover con el propósito de construir un mapa de cobertura de la tierra a escala 1:100 000 para la cuenca del río Magdalena – Cauca.

Durante la primera fase de éste estudio se diseñó un sistema de clasificación estructurado en 3 niveles y 62 clases de coberturas, con base en él, se combinaron técnicas de procesamiento digital e interpretación visual de imágenes Landsat ETM complementadas con el uso de fotografías aéreas y trabajo de campo, para generar la base de datos de cobertura de la tierra en 5 zonas diferentes localizadas en la cuenca del río Magdalena.

Al final de ésta primera etapa, se inició la socialización del resultado del trabajo a otros organismos colombianos y se presentó el sistema de clasificación de cobertura de la tierra CLC Colombia, al ICONTEC para empezar la normalización oficial de la nomenclatura.

En la segunda fase, se viene desarrollando la interpretación con base en la nomenclatura y metodología desarrolladas en la fase piloto, acompañadas de un proceso continuo de control de calidad interno y apoyado por visitas de campo. Todas las actividades son realizadas por técnicos, profesionales y expertos colombianos con apoyo de expertos franceses de ONF e IGN France International.

Palabras Claves: Corine Land Cover / Corine Land Cover Colombia / Landsat TM / Cobertura de la Tierra / PIAO / Interpretación visual.

#### **1.1.1 Introducción**

El proyecto "Corine Land Cover" 1990 (CLC90) que fue desarrollado en Europa, define una metodología específica elaborada para realizar el inventario de la cobertura de la tierra. La base de datos de la cobertura de la tierra constituye un soporte a la toma de decisiones en políticas relacionadas con el medio ambiente y el ordenamiento territorial, validada por la Unión Europea. Hoy en día se aplica sobre la totalidad del territorio europeo a través del proyecto CLC2000.



La base de datos de la cobertura de la tierra (CLC) permite describir, caracterizar, clasificar y comparar las características de la cobertura de la tierra, interpretadas a partir de la utilización de imágenes de satélite de resolución media (Landsat) para la construcción de mapas de cobertura a escala 1:100 000.

En Colombia no existía un sistema de clasificación y una metodología uniforme para levantar información de las coberturas de la tierra. Para dar respuesta a este problema, el proyecto “Corine Land Cover Colombia” busca estandarizar una clasificación de cobertura de la tierra, con subdivisiones definidas de acuerdo a la información suministrada por imágenes Landsat TM y según las condiciones locales del territorio nacional. La adaptación y validación de la metodología CLC permitirá comparar estadísticas de ocupación de la tierra y crear líneas de comunicación entre las diferentes instituciones que la adopten y además, homologar la información a nivel mundial.

### **1.1.2 Objetivo**

El objetivo general del proyecto consiste en probar, validar y adoptar el sistema de clasificación de las coberturas del suelo “CORINE Land Cover” en la cuenca del Magdalena – Cauca. La producción se debe desarrollar a escala 1:100 000, según la distribución oficial de las planchas IGAC.

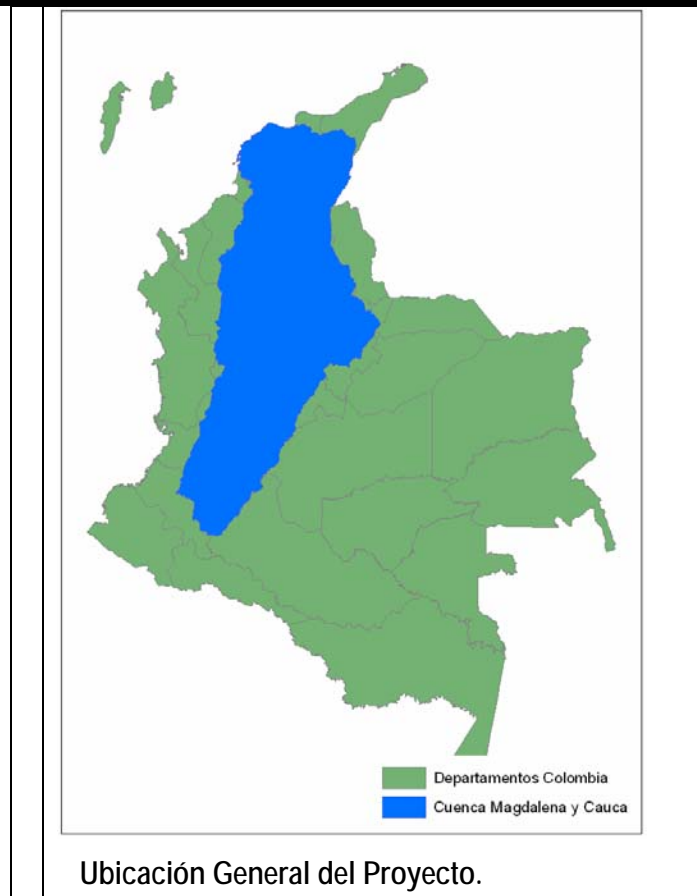
Como objetivos específicos del segundo convenio específico, correspondiente a la fase operativa del proyecto, se contemplaron los siguientes:

- Reforzar la capacitación del grupo de técnicos del IDEAM, CORMAGDALENA e IGAC en temas relacionados con la interpretación de la cobertura de la tierra mediante la utilización de imágenes de satélite, así como en las metodologías y nomenclatura CLC Colombia.
- Mejorar la adaptación de la clasificación de cobertura de la tierra “Corine Land Cover”;
- Estructurar la Base de Datos “Corine Land Cover Colombia”;
- Interpretar y validar la cobertura de la tierra para las planchas 1:100 000 que conforman la cuenca del río Magdalena – Cauca.

### **1.1.3 Localización del Proyecto**

La fase de producción se extiende sobre la totalidad de la cuenca del río Magdalena - Cauca (Fig. 2). Hasta ahora se desarrolló en los departamentos de Huila, Tolima, Cundinamarca, Boyacá, Santander, Cauca, Valle del Cauca, Bolívar, Atlántico y Magdalena.

*Figura 1: Área del proyecto.*



#### 1.1.4. Metodología

##### a) Materiales

La producción de la base de datos “Corine Land Cover Colombia” se hace a partir de la interpretación de imágenes de satélites Landsat 7 ETM+. Para interpretar las imágenes, los intérpretes se apoyan en datos auxiliares:

- Fotografías aéreas posteriores al año 1994: el IGAC pone a disposición del proyecto su biblioteca de fotografías aéreas;
- Cartografía base a escala 1:100 000 y/o 1:25 000: el IGAC a disposición del proyecto los productos cartográficos del instituto;

- Mapas temáticos: obtenidas de las CARs, del IDEAM o de los institutos especializados en medio ambiente;
- Imágenes SPOT 5: archivos de CORMAGDALENA o de SIMCI (proyecto de cartografía de los cultivos de coca en Colombia, departamento del ONUDC)

## b) Software y Hardware

La interpretación de las imágenes de satélite se hace directamente en pantalla con un sistema de información geográfica (tab. 1); cada intérprete tiene una licencia SIG con configuración mínima para interpretar. El proceso de las imágenes (corte, proyección) se hace con software de proceso de imágenes (tab. 1). Tabla 1. Lista de software.

Tabla 2: Lista software

Software	Descripción	Cantidad
Proceso de imágenes	Licencias ERDAS	3
S.I.G	ArcGis – Arc View	6

Tabla 3: Lista de equipos del proyecto

Hardware	Descripción	Cantidad
Computador	Computadores Pentium 4	6
Impresión	Plotter HP	1
	Impresora color 2000C	1
Escáner	Escáner HR	2
Equipamiento de campo	GPS	3
	Cámara digital	1

## c) Recursos humanos

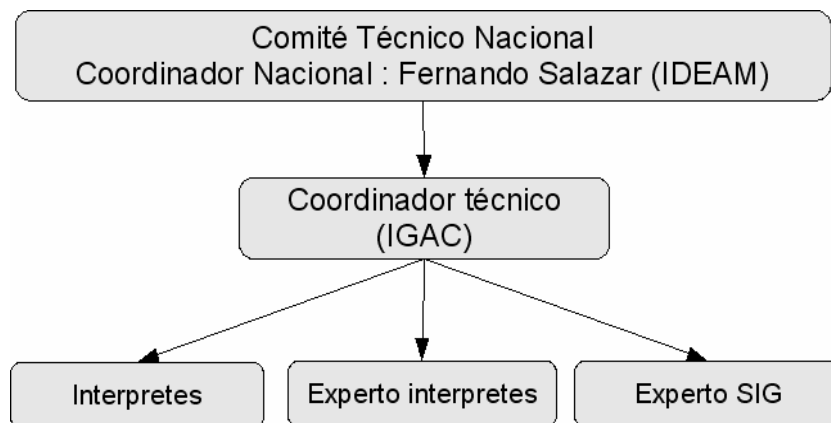
El proyecto cuenta con la participación de profesionales especialistas en interpretación de Imágenes de Sensores Remotos y especialistas en Sistemas de Información Geográfica, asesorados por expertos del Instituto Geográfico Nacional Francia International (IGN France International).

### Estructura del proyecto en la fase 2

La fase de producción se está realizando con representantes de los organismos implicados (fig. 3):

- **IGAC:** diversos especialistas miembros de las Subdirecciones de Cartografía y Geografía, Agrología y el CIAF participan en la fase de adaptación de la nomenclatura, interpretación, supervisión y control de calidad.
- **IDEAM:** el Subdirector de Ecosistemas participa encargado de la coordinación a nivel nacional del proceso. Además se cuenta con la participación de diversos especialistas para cada una de las actividades;
- **CORMAGDALENA:** los representantes de este organismo participan a través del proyecto FFEM – Cormagdalena bajo la supervisión del Interventor del convenio entre ONF y Cormagdalena. Cuenta con el apoyo de los intérpretes (3 ingenieros) y la coordinadora S.I.G.
- **ONF Internacional:** interviene de manera puntual asegurando el buen funcionamiento del grupo de trabajo y el cumplimiento de los objetivos iniciales. Su responsable para la fase piloto fue el ingeniero David Cosme. Actualmente la asistencia técnica esta a cargo del Dr. Jean Baptiste Routier, delegado al proyecto por el Ministerio de asuntos exteriores de Francia;
- **IGN France International:** interviene como apoyo internacional para asegurar que la metodología conserve una base común con la utilizada en Europa. Además se encarga a lo largo del proyecto del control calidad de la base de datos.

*Figura 2: Organigrama del Proyecto*



#### d) *Base de datos de imágenes de satélite*

##### **Criterios de selección**

Las imágenes de satélites son escogidas de acuerdo de tres criterios prioritarios:

- Las imágenes deben tener una cobertura de nubes mínima;
- Las imágenes deben corresponder al rango de tiempo de adquisición del año de referencia;

- Si no se encuentran imágenes con una cobertura de nubes mínima, se puede ampliar el rango de adquisición de las imágenes, hasta 1998 y 2002.

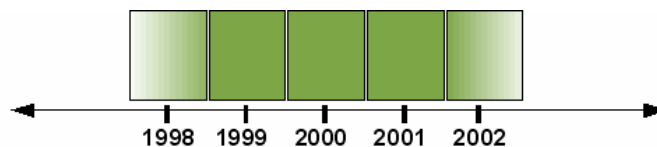
### **Características del producto**

Año de referencia de la base de datos: 2000

- **Coherencia en el tiempo:** Con el fin de conservar una coherencia de la cobertura en el tiempo, las imágenes de satélite son adquiridas para el año de referencia 2000, autorizando una variación de adquisición de más o menos un año (fig. 3).

En el caso de que las imágenes no siguen los criterios de selección, es posible extender el rango de selección de las imágenes hasta los años 1998 y 2002.

**Figura 3: Tiempo adecuado de Adquisición de imágenes satélite.**



- **Origen de las imágenes:**

Las imágenes de satélite son imágenes de Landsat 7 ETM+, obtenidas en multiespectral y en pancromática.

- **Coherencia de la geometría:**

Las imágenes son ortorectificadas por el IGAC y entregadas en el sistema de referencia nacional MAGNA-SIRGAS.

- **Coherencia de la calidad:**

Las imágenes no son procesadas para correcciones atmosféricas. Las imágenes son procesadas para entregar el sinergismo de 15 metros.

- **Productos:**

- Producto 1: imágenes individuales ortorectificadas, en geográfica MAGNA-SIRGAS, de 15 metros de resolución;
- Producto 2: planchas IGAC individuales, ortorectificadas, en geográfica MAGNA-SIRGAS, que vienen del mosaico

 *Base de Datos de Imágenes 2000*

**Figura 4: Visualización de la Distribución de las imágenes de la Base de Datos**

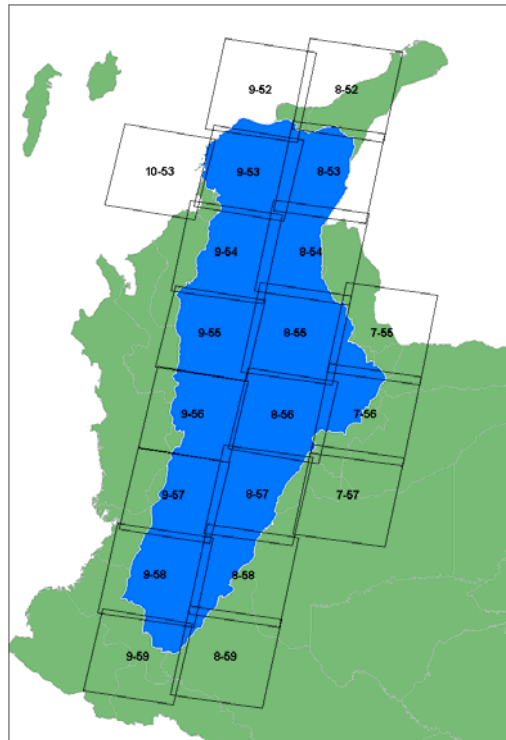




Tabla 4: Base de Datos de las imágenes de Satélite del Proyecto CLCC

Path / Row	Fecha
7-55	
7-56	
7-57	
8-52	
8-53	
8-54	
8-55	
8-56	
8-57	
8-58	
8-59	
9-52	
9-53	
9-54	
9-55	
9-56	
9-57	
9-58	
9-59	
10-53	



## f) Metodología de la fase de producción

### ✚ Balance y diagnóstico de los datos existentes

#### - Imágenes de satélites y modelo de proyección.

Las imágenes de satélites constituyen la información de base del proceso de producción de la base de datos "Corine Land Cover Colombia". Sin embargo, no pueden ellas solas (cualquiera que sea la sofisticación de los tratamientos que son aplicados) entregar un producto cartográfico satisfactorio que responda perfectamente a las normas esperadas y deben para eso ser completados por informaciones complementarias.

#### - Los Tratamientos Geométricos

El proceso de ortorectificación de las imágenes satelitales que fue realizado por la Subdirección de cartografía del IGAC, se apoyó sobre mapas topográficos existentes de buena calidad con el fin de obtener una precisión planimétrica suficiente, compatible también con otras fuentes de datos.

#### - Proyección de los datos Satelitales

El conjunto de los datos satelitales fue ortorectificado en una misma proyección y estándar. La elección del sistema de proyección (MAGNA-SIRGAS) fue definida con los organismos colombianos participantes.

#### - Tratamientos Radiométricos:

El trabajo de interpretación de las imágenes espaciales se realiza a partir de la observación de las pantallas de computadora. Con el fin de optimizar la observación, los datos satelitales pueden tener alguno(s) de los tres tipos de tratamientos siguientes:

- Adaptación radiométrica sobre cada escena o grupos de escenas con la misma fecha;
- Definición de las composiciones coloreadas según temáticas de investigación (Agrícola, natural, urbana,) (combinación de canales 432, 453 u otro). Filtros y otros tratamientos de mejoramiento local de dinámica se realizaron a necesidad para mejorar los contrastes y la nitidez de las imágenes;
- Fusiones con las bandas pancromáticas y multiespectrales de Landsat ETM + podrán también ser efectuadas según la temática definida

#### - Los datos auxiliares

La documentación "auxiliar" está integrada por todas las informaciones importantes y muchas veces imprescindibles para una buena interpretación de datos satelitales y comprende principalmente:



- los mapas topográficos;
- los mapas temáticos ligados a la ocupación del suelo;
- Las informaciones estadísticas;
- Las fotografías aéreas recientes si es posible;
- Los datos satelitales de muy alta resolución y más exhaustivos (Spot5, Iconos,...).

La recopilación y la utilización de datos "auxiliares" son imprescindibles en el establecimiento de la metodología CLC. Las acciones de observación sobre el terreno constituyen, también, una información muy importante.

### *Capacitación de intérpretes*

#### - Taller de nivelación

Se organizó un taller de trabajo para la presentación de los protocolos metodológicos desarrollados en la fase piloto, incluyendo patrones, nomenclatura y control de calidad. En este taller de trabajo se consideraron los siguientes aspectos:

- Un análisis de los resultados obtenidos en la primera fase particularmente en relación con la definición de la nomenclatura, teniendo en cuenta algunas observaciones hechas por expertos de otras entidades durante el proceso de discusión de la propuesta
- Una toma de conciencia del concepto CORINE Europa, Centroamérica y por supuesto Colombia, su contexto técnico y político, sus objetivos y las diferentes etapas de su elaboración y la metodología correspondiente a la técnica de interpretación PIAO;
- Una descripción detallada de los criterios y especificidades metodológicas a seguir durante las diferentes etapas del proceso, del sistema "Corine Land Cover Colombia";
- Una reflexión sobre la nomenclatura "Corine Land Cover Colombia" adaptada a la cuenca del Río Magdalena - Cauca.

Este taller estuvo orientado por el equipo de intérpretes que trabajaron en la fase inicial del proyecto, con el apoyo del experto júnior Francés como aporte de la asistencia técnica.

#### - Curso de introducción Arc Gis

Según la técnica PIAO la principal herramienta para el procedimiento de generación de la base de datos "Corine Land Cover Colombia" es el computador, mediante la utilización del software ArcGIS. Se hizo indispensable realizar una capacitación básica en las herramientas del software aplicadas a la interpretación en pantalla con el propósito de nivelar el conocimiento del equipo de intérpretes.

Aunque lo ideal habría sido tener esta capacitación antes de iniciar la etapa de producción, por problemas de calendario en los cursos que habitualmente adelanta el CIAF, entidad responsable de esta parte del proyecto, esta actividad se llevó a cabo en el mes de Marzo.

#### - Taller de metadatos

El objetivo mayor del taller será dar a conocer el resultado del trabajo de concertación en el desarrollo de un perfil particular de metadato del producto para los datos "Corine Land Cover Colombia", que cumpla con los aspectos estipulados por cada una de las instituciones generadoras del producto y que adicionalmente contemple las especificidades propias del dato CLCC. Estará orientado por los expertos en metadatos y estandarización del CIAF, y la fecha para su realización se definirá posteriormente.

#### Distribución del trabajo

La superficie de la cuenca Magdalena - Cauca está cubierta en su totalidad por 165 planchas 1:100 000 (grilla oficial IGAC). La mayor parte de ellas con información completa y algunas otras con información parcial. Teniendo en cuenta los porcentajes de participación de las diferentes instituciones, la distribución de planchas se muestra en la tabla 4.

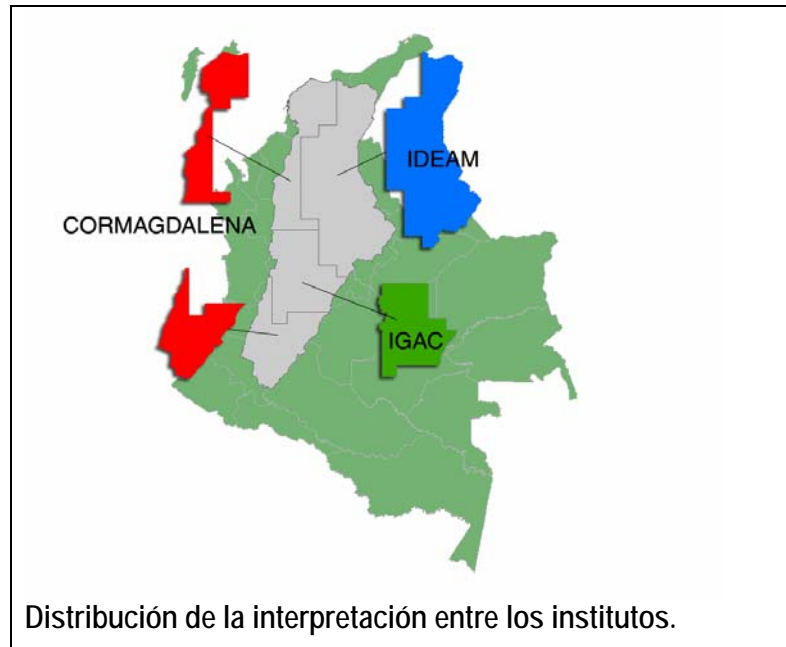
*Tabla 5: Distribución del Trabajo entre los Institutos*

INSTITUTO	PLANCHAS	AREA
IDEAM	66	40%
CORMAGDALENA	66	40%
IGAC	33	20%

Se muestra en la figura 7 la distribución actual de las zonas a trabajar por cada institución, la cual se estableció teniendo en cuenta razones prácticas relacionadas con las prioridades o requerimientos de trabajo con otras entidades socias para trabajar en ciertas regiones, procurando además guardar equilibrio tanto en la cantidad como en el grado de complejidad que puedan presentar las diferentes regiones.

Se tuvo adicionalmente como criterio de selección del territorio por Institución, entregar a cada uno, una jurisdicción Departamental o Corporativa, con el ánimo de que se asuma temáticamente por parte de los consultores, la profundización en el estudio de las coberturas de uso actual de los Departamentos que le correspondan y los resultados obtenidos a partir del análisis de las imágenes, puedan compararse estadísticamente con las cantidades de coberturas presentes realmente, como insumo adicional de verificación.

**Figura 7: Distribución de la Interpretación entre los Institutos**



#### ***Interpretación de las zonas asignadas y control de calidad.***

Finalizada la etapa preliminar, se inició la etapa de producción correspondiente al levantamiento de cobertura del suelo y a la estructuración de la base de datos "Corine Land Cover Colombia", para lo cual se cuenta con un equipo técnico y con una sede de trabajo donde se centralizan todas las actividades a desarrollar en esta parte del proceso.

Estas exigencias son necesarias, por una parte, para controlar los diferentes aspectos técnicos de la cadena de producción y por otra parte, para permitir un trabajo en común de los foto - intérpretes. El trabajo de grupo es de gran importancia para obtener un producto homogéneo según una puesta en obra coherente de la metodología CORINE, lo que facilita luego el control de calidad y que garantiza los mejores resultados del proyecto.

Para el proyecto se ha seleccionado como sede operativa las instalaciones del CIAF, donde se concentran los grupos de intérpretes de las tres instituciones.

#### **La fase de interpretación y de producción autónoma de las zonas asignadas**

La base de datos a producir sobre la cuenca hidrográfica del Río Magdalena se está constituyendo a una escala de 1:100 000, y se apoya en gran medida en la experiencia adquirida en la fase piloto.

##### **- Aspectos Metodológicos:**

El método está basado en una interpretación visual de las imágenes satélites en la pantalla, técnica conocida como PIAO, aunque se debe contemplar la posibilidad que en algunas zonas se puedan utilizar otros procedimientos como por ejemplo la interpretación de la imagen en calcos impresos sobre papel de



buena calidad, principalmente donde se presenten dificultades por la gran heterogeneidad de sus coberturas.

Además se pueden tener imágenes a escalas más grandes mediante la elaboración de zoom directamente sobre la pantalla (1:50 000 - 1:25 000), con el fin de delimitar con mayor precisión las unidades de paisajes asociadas a la presencia de ciertas coberturas.

Para la realización de la Base de Datos "Corine Land Cover Colombia", se aplica la nomenclatura utilizada y convalidada por el equipo técnico en la fase piloto, la cual debe ser complementada con una serie de acciones tendientes a garantizar la calidad de los datos a obtener al final del proyecto.

Con tal propósito se adelanta un control de calidad que contempla fundamentalmente tres aspectos.

- Control de calidad geométrico
- Control de calidad temático
- Control de calidad topológico

Esta base de datos tiene como punto de referencia las imágenes de satélite Landsat ETM 7 en un rango temporal entre el año 1999 y 2001, apoyada por las demás informaciones exógenas existentes y mencionadas anteriormente, con el propósito de mejorar dicha base y donde se contemple la extensión geográfica correspondiente a la totalidad de la cuenca del Río Magdalena incluyendo la Cuenca del Río Cauca.

#### - Control de calidad y corrección de la base de datos

El control de calidad hace referencia a un proceso de revisión y corrección continuo y sistemático de seguimiento del avance de las diferentes actividades que se deben adelantar en cada una de etapas del proceso, con el propósito de garantizar la calidad geométrica, temática y topológica de la base de datos CLCC.

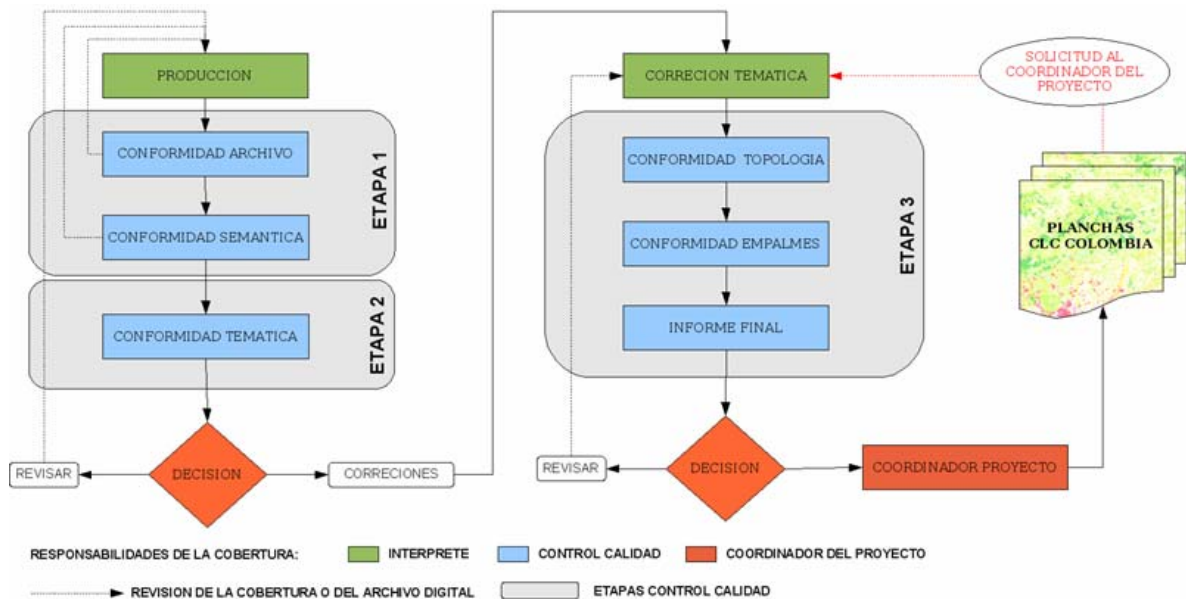
Una línea de producción fue definida (fig. 8) con el propósito de fijar las etapas de producción y de control calidad.

#### - Control calidad temática

Corresponde a un proceso de revisión y corrección continuo y sistemático que se adelanta sobre cada una de las planchas previamente distribuidas a los diferentes intérpretes, con el propósito de evaluar y garantizar la confiabilidad y la exactitud temática del 85% y el estándar de calidad determinado para la base de datos CLCC.

Los responsables del control de calidad realizan una revisión sobre toda la plancha para evaluar la exactitud de los polígonos en cuanto a su delimitación, codificación y nivel de detalle. Las inconsistencias debido a una incorrecta delimitación y/o asignación de códigos, son registrados en la transparencia la cual es entregada al intérprete para que realice los ajustes y las correcciones respectivas.

**Figura 8: Esquema de la línea de producción de la base de datos CLCC.**



### - Control de calidad topología y empalme

Una vez avalada la calidad temática de cada plancha se procede a llevar a cabo el control de calidad topológico donde se evalúa el proceso de delimitación de las diferentes unidades de cobertura, analizando los aspectos técnicos alusivos a la relación entre cada una de ellas en lo que tiene que ver con posibles inconsistencias asociadas a la presencia de polígonos sin cerrar completamente, existencia de polígonos adyacentes con el mismo código, polígonos con más de un código, etc. Dicha evaluación se adelanta en la medida que se tiene completamente corregidas las inconsistencias que se hayan podido presentar durante el proceso de interpretación, siguiendo un orden estricto de acuerdo al control temático adelantado a cada plancha.

Complementariamente a estas actividades consideradas como controles internos, se llevarán a cabo controles de calidad externos con la participación de una misión de expertos Franceses quienes asesorarán al grupo de técnicos nacionales en una serie de procesos tales como el mejoramiento de la calidad de la base de datos, verificación de la homogeneidad del trabajo de los diferentes equipos de las diferentes instituciones y la discusión sobre los diversos problemas específicos encontrados durante la producción.

Las inconsistencias encontradas en estos tres aspectos deben evaluarse y considerarse en una fase de corrección, donde se pueda adelantar una integración de todas ellas y cuyas modificaciones puedan ser efectuadas directamente sobre la base de datos, en la medida que el control de calidad lo sugiera y también una vez los trabajos de terreno sean efectuados, constituyéndose así en una fase importante en el propósito de mejorar la calidad general de dicha base.



- Verificación de campo



La calidad de la base de datos espacial será aún mejor si los técnicos intérpretes tienen un buen conocimiento de los paisajes y de los medios naturales de las diferentes regiones que hacen parte de la zona de estudio.

Los trabajos sobre el terreno responden a tres preocupaciones distintas:

- Definir claves de interpretación de las imágenes satélites, es decir, atribuir tipos de ocupación del suelo a características espectrales y espaciales de la imagen (tonos, texturas, patrones de uso, formas, tamaños, etc.);
- Aportar una respuesta definitiva a las incertidumbres de interpretación que se pueden presentar;
- Entregar una verificación en cuanto a la calidad para la totalidad de los resultados de la foto-interpretación, que corresponda al proceso de validación de la base de datos y su correspondiente control de calidad.

En relación con la primera consideración aquí expuesta, aunque la experiencia ha demostrado que las claves de interpretación se deben realizar directamente sobre el terreno antes de iniciar el proceso de delimitación de unidades, para esta fase se tomará como referencia los patrones definidos en la fase piloto complementada con el análisis de los diferentes casos que se determinen durante los talleres de preparación de los intérpretes.

En la medida que se avance en la captura de información mediante el proceso de interpretación de las imágenes de satélite se programarán trabajos de campo, principalmente en aquellas zonas donde se haya detectado mayor complejidad en la definición correcta de los tipos de cobertura, con el propósito de verificar el trabajo realizado en el laboratorio y efectuar las correcciones necesarias que permitan optimizar la calidad de los resultados.

Las etapas de verificación de la base de datos se efectúan a lo largo de la fase de producción, apoyados en gran parte por los datos auxiliares, fotografías aéreas, mapas topográficos, mapas temáticos, etc. situación que hace que las actividades de observación sobre el terreno se reduzcan considerablemente.

Igualmente los trabajos a realizar directamente sobre el terreno serán una oportunidad importante para la toma de puntos GPS a lo largo del itinerario y de ciertas zonas de paisajes, con el fin de mejorar la cartografía de la base de datos de ocupación de los suelos, ilustrando a la vez dichos puntos con fotografías terrestres tomadas directamente en dichas áreas, para lo cual el equipo deberá disponer de impresiones en papel de datos satélites y capas vectoriales asociadas, mapas topográficos y demás documentos que se consideren indispensables en este caso.

La definición de los recorridos a llevar a cabo por cada uno de los grupos de trabajo serán definidos por los responsables del grupo técnico del proyecto de las instituciones, en común acuerdo con el coordinador técnico y el responsable del control de calidad temático con el aval del comité técnico, y la organización de la logística y preparación de los materiales a utilizar estarán a cargo directamente por cada una de las instituciones.



## - Validación de la base de datos y consolidación de los datos

Esta etapa deberá entregar como resultado el producto final totalmente terminado, corregido, validado, y documentado, considerando principalmente las siguientes actividades:

### **Consolidación de la base de datos**

Se trata de la integración de las correcciones generadas en el control de calidad a las diferentes capas, tanto a nivel temático como geométrico y topológico, la depuración de contenidos, estandarización de nombres, campos y atributos de los elementos teniendo en cuenta las especificaciones Corine Land Cover y los estándares nacionales como el catálogo de objetos.

### **Documentación de metadatos**

Para cada una de las planchas 1:100 000 de la cobertura del territorio generada por los equipos de fotointerpretación del proyecto Corine Land Cover, se requiere el llenado total de las fichas de metadatos según la herramienta y el perfil seleccionados incluyendo las informaciones de tipo jurídico o administrativo que sean necesarias definir (anexo 8.4).

### **Archivo y publicación**

Para terminar se requiere un proceso de almacenamiento de la información, incluyendo la base de datos y los documentos en versión original y adicionalmente la elaboración de copias de seguridad, según los dispositivos o mecanismos elegidos, bien sea en CD, DVD, cintas magnéticas, servidores, etc.

También es deseable que el proceso concluya con la publicación de un material donde se incluya tanto el proceso metodológico como los resultados obtenidos, complementada con la producción de la cartografía temática de escala 1:100.000 de cobertura de la tierra de la Cuenca Magdalena- Cauca, con el objeto de difundir a nivel general el proyecto Corine Land Cover Colombia, como base para poder ser utilizado en el resto del país con las respectivas aproximaciones, según la complejidad del territorio considerado y los niveles de detalle respectivos.

## **1.1.5. Avances del proyecto**

### **a) Nomenclatura**

Se realizó la adaptación de la nomenclatura "Corine Land Cover" utilizada en Europa a las particulares de los paisajes de Colombia.

Los puntos importantes consistieron en adaptar la nomenclatura a la complejidad de las áreas agrícolas colombianas (mosaicos, variabilidades de las actividades agrícolas) y de las áreas naturales (bosques y áreas húmedas).

Al final de la fase piloto la nomenclatura CLC Colombia esta estructurada en cuatro niveles: el primer nivel conformado por cinco clases, el segundo por quince clases, el tercero por sesenta y dos clases y el cuarto nivel por catorce clases.

En mayo de 2006, el documento preliminar de la nomenclatura detallada fue presentado al Comité Técnico Nacional del "Proyecto Corine Land Cover Colombia". Algunas modificaciones de la nomenclatura están pendiente y serán confirmadas al final de la fase 2. El documento preliminar esta presentado en anexo.

## b) Producción de la base de datos

En la fase piloto se definió una metodología que combina técnicas y métodos de procesamiento digital, interpretación visual y SIG. Adicionalmente, en el transcurso de la fase 2, se elaboraron documentos metodológicos para definir las reglas comunes de generalización y procedimientos utilizados en el proyecto "Corine Land Cover Colombia":

- Reglas de interpretación y digitalización;
- Línea de producción;
- Metodología de control de calidad;
- Metadatos.

**Tabla 6.: Cronograma de la producción Fase 2**

2005	2006													
Dec	Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Sep	Oct	Nov	Dec		
<b>REALIZADO</b>													<b>A REALIZAR</b>	

- Interpretación de la cobertura de la tierra
- Control calidad interno (IGAC / IDEAM / CORMAGDALENA)
- Control calidad externo (IGN France International)
- Construcción de la base de datos final y últimos control de calidad
- Edición de las planchas papel y entrega del producto al los institutos

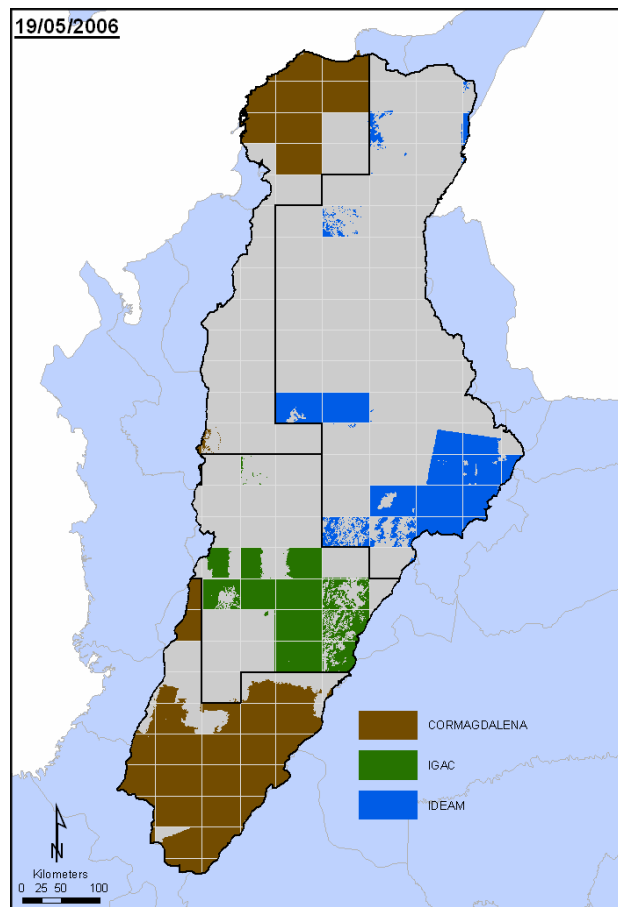
### Estado de la producción

A la fecha del 19/05/06, la superficie interpretada es de 9 972 195 ha, que corresponde a 40,8% de la totalidad de la cuenca del río Magdalena – Cauca (tab. 5). La figura 15 representa el estado actual de la interpretación. Actualizar dato: Diana Vargas

Tabla 7. Estado de la producción.

Participantes	Planchas asignadas	Área asignadas	Área interpretada	Superficie
IDEAM	66	40%	20,5%	2 507 734 ha
CORMAGDALENA	66	40%	57,0%	5 512 230 ha
IGAC	33	20%	35,3%	1 952 231 ha
TOTAL	165	100%	40,8%	9 972 195 ha

Figura 14: Estado de la interpretación de la cobertura de la tierra.



### c) Base de datos CLC

En colaboración con los expertos SIG del CIAF (IGAC), la base de datos global que servirá a manejar la base de datos "Corine Land Cover Colombia" esta en proceso de definición. Esta base de datos debe



utilizar los estándares nacionales para asegurar su integración en la Infraestructura de Base de Datos Espaciales de Colombia.

#### d) Elaboración de patrones para interpretar cobertura de la tierra

Para garantizar la coherencia y exactitud de la interpretación se elaboraron patrones con sus fichas técnicas que permiten diferenciar y clasificar los elementos presentes en las imágenes y que caracterizan las diferentes clases de coberturas.

#### e) Misiones de asistencia técnica

El IGN France International representa la asistencia técnica en la fase inicial y en la fase final del proyecto. Su responsable Gabriel Jaffrain, vela por que la metodología no se aleje y conserve una base común con la utilizada en Europa.

Desde el inicio del proyecto, cuatro misiones de asistencia fueron realizadas:

##### Fase 2

- Febrero de 2006. Misión de apoyo a las salidas de campo.
- Junio de 2006. Misión de apoyo al control de calidad temático

**Tabla 9: Cronograma de la asistencia técnica Fase 2**

2005	2006											
Dec	Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Sep	Oct	Nov	Dec
		Misión 4				Misión 5				Misión 6		
REALIZADO							A REALIZAR					

#### 1.1.6. Identificación de las Aplicaciones

La base de datos "Corine Land Cover" no debe ser considerada como una información autónoma sino como un dato complementario a los otros. En numerosos países de la Comunidad Europea, fue asunto de aplicaciones múltiples y variadas, por explotación directa de la base o por cruce con otras fuentes de informaciones. Así, la creación de estadísticas sobre la ocupación de los suelos puede hacerse de manera indiferente sobre una zona geográfica específica y una temática precisa.

La creación de indicadores (indicadores de presión, de riesgos, de sensibilidad o de diversidad en los dominios medio ambientales) a partir de datos "Corine Land Cover" y de su integración a otras bases de datos a través de un SIG, constituye uno de los ejes de estudio y vienen siendo evaluados por los institutos participantes con el apoyo específico de expertos franceses.



La asistencia técnica europea desempeñará, sobre este punto, un papel fundamental que tiene como objetivo definir, en relación estrecha con los responsables colombianos, las aplicaciones que serán valorizadas y su programación en el marco de una tercera fase del proyecto piloto.

Así, paralelamente con la fase piloto, un representante de ONFI, en colaboración con los organismos locales, se encargó de definir aplicaciones específicas medio ambientales a partir de la base de datos "Corine Land Cover Colombia", con respecto a las problemáticas medioambientales encontradas sobre la cuenca del río Magdalena y Cauca.

#### *a. Base de datos del medio ambiente a la escala Andina*

En Octubre de 2004, se organizó en Bogotá un seminario regional sobre las bases de datos de cobertura del suelo. Los países invitados (Institutos geográficos de los 5 países andinos) manifestaron el interés de disponer de una base de datos común entre los países andinos.

En febrero de 2006, se organizó una segunda reunión en la sede de la SGCAN en Perú, sobre el tema de la "Infraestructura de las Bases de Datos Espaciales", con el apoyo de la Cooperación Regional Francesa. De esta reunión resultó una propuesta de desarrollo de una base de datos "Corine Land Cover" que fue aceptada por los cinco países andinos así que por el representante del Instituto Geográfico de Brasil (IBGE). La CAF<sup>1</sup> manifestó su interés y su voluntad de cofinanciar el proyecto.

Dos temas de trabajo están en proceso:

- El establecimiento de una propuesta de realización de la base de datos "Corine Land Cover" en los países andinos, en colaboración con el IGAC;
- La preparación de un estudio piloto andino en el área amazónica.

#### *b. Proyecto Forestal Nacional – Mecanismos de Desarrollo Limpio (MDL)*

El Proyecto Nacional Forestal para el MDL en Áreas Ecológicas Estratégicas es un proyecto demostrativo originado en el Portafolio de Proyectos Forestales<sup>2</sup> para optar a este Mecanismo y que ha ido compilando la Oficina Colombiana para la Mitigación del Cambio Climático a fin que el país pueda efectivamente contribuir a la reducción de gases con efecto invernadero en la atmósfera y promover el desarrollo sostenible en varias localidades y regiones del mismo.

Un estudio preciso de la cobertura de la tierra durante veinte años precedente la instauración del proyecto, permite conocer las tendencias de los cambios de cobertura de la tierra (ganadería, agricultura, rastrojos, bosques, urbanismo...).

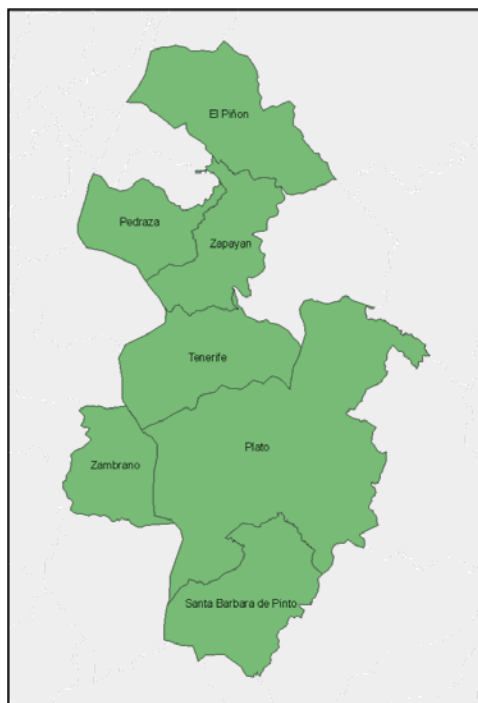
---

<sup>1</sup> Corporación Andina de Fomento

<sup>2</sup> El portafolio comprende 16 proyectos. Diez de ellos provienen del Estudio Estratégico Nacional para el Aprovechamiento del MDL financiado por el Gobierno Suizo y el Banco Mundial entre 1999 y 2000. Tres más fueron sometidos por la Unidad Administrativa Especial del Sistema de Parques Nacionales Naturales. La fundación Natura, CORMAGDALENA e INFI-Manizales/FAO sometieron además sendos proyectos.

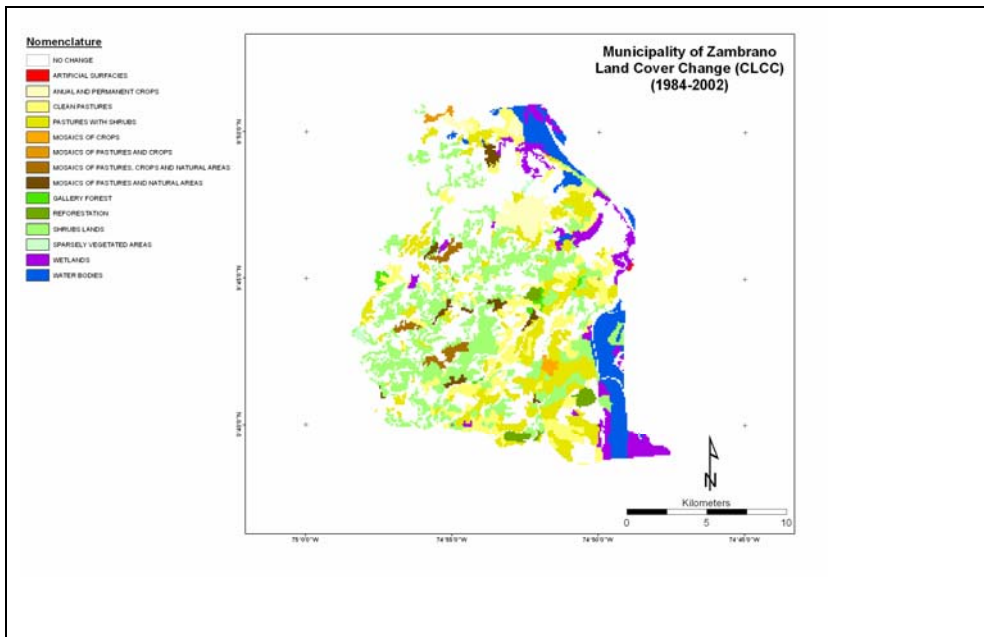
En el marco de tal proyecto, se propuso utilizar la base de datos "Corine Land Cover Colombia" como base del estudio de los cambios de cobertura de la tierra y fuente de información para establecer el escenario de referencia.

*Figura 15: Ubicación del proyecto de retro-interpretación.*

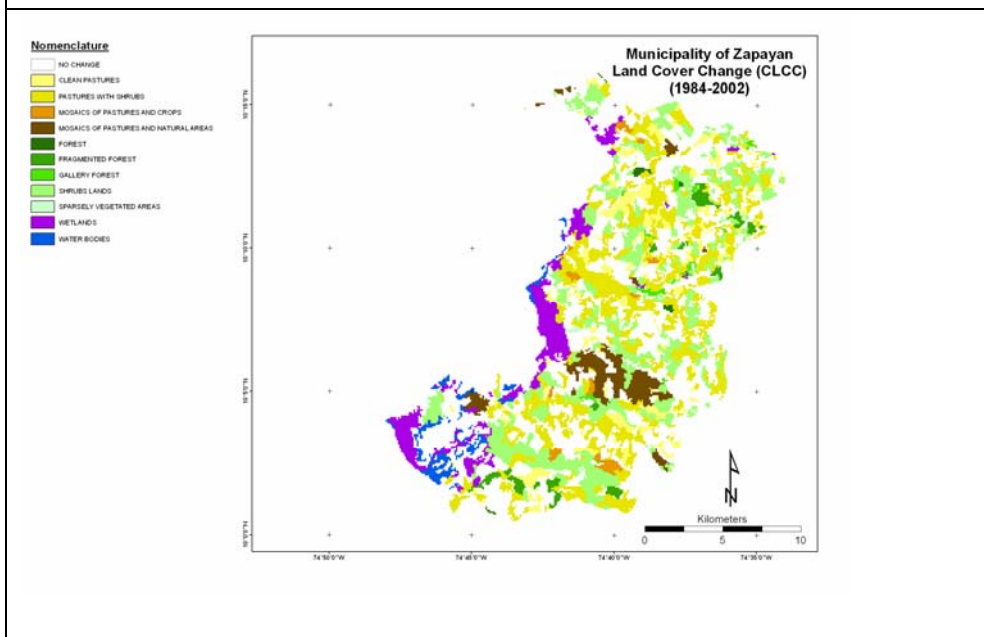


El proyecto se está desarrollando en 7 municipios del Magdalena bajo (fig. 14): El piñón, Zambrano, Zapayán, Santa Bárbara de Pinto, Tenerife, Plato, Pedraza. La metodología de análisis de los cambios de cobertura de la tierra se hace a partir la retro-interpretación de imágenes Landsat TM de los años 1984 y 1991, que completan la base de datos CLCC del año 2000, actualmente en producción.

Actualmente, el análisis de los cambios de cobertura de la tierra se está desarrollando para los municipios



*Figura 16:*  
*Mapa de los cambios de cobertura de la tierra del municipio de Zambrano entre 1984 y 2002.*



*Figura 17: Mapa de los cambios de cobertura de la tierra del municipio de Zapayán entre 1984 y 2002.*



de Zambrano (fig. 15) y Zapayán (fig. 16).

### *c. Proyecto con la Subdirección de Agrología del IGAC*

Dos temas fueron escogidos por la Subdirección de Agrología al fin del mes de mayo:

- 1) Estado y origen de la degradación de los suelos en Colombia (erosión, desertificación del medio ambiente);
- 2) Definición de indicadores de sostenibilidad ambiental nacional.

Estos proyectos fueron aprobados por la Dirección del IGAC y benefician de un apoyo financiero del proyecto de la Unión Europea para el mejoramiento de la Información Geográfica en Colombia. Este apoyo se dirige sobre todo a la capacitación de profesionales del IGAC a través la contratación de expertos internacionales.

Los perfiles de los proyectos están actualmente en definición, así que los participantes de los proyectos.

### *d. Desarrollo de la metodología "Corine Land Cover" en Colombia*

La metodología "Corine Land Cover" se esta desarrollando en otras áreas de Colombia. El desarrollo de estas bases de datos es independiente del convenio marco específico 2 entre IDEAM / IGAC / CORMAGDALENA, pero se produce en relación con unos de los institutos participantes:

- Departamento de Antioquia. El IGAC, a través la Subdirección de Agrología, produce la base de datos "Corine Land Cover Colombia" a escala 1:25 000 en la totalidad del departamento de Antioquia.
- Departamento de la Guajira. El IDEAM, en colaboración con Conservación Internacional, produce la base de datos "Corine Land Cover Colombia" a escala 1:100 000 en la reserva natural de la Serranía del Perijá.
- Departamento de Cundinamarca. El IGAC, a través su Subdirección de Agrología, produce la base de datos "Corine Land Cover Colombia" a escala 1:25 000.

Para producir la base de datos "Corine Land Cover Colombia" a escala 1:25 000, el IGAC aumento el numero de clase al nivel 4 de la nomenclatura.

#### Anexos. A.

### *Nomenclatura Corine Land Cover adaptada*

La nomenclatura presentada en la tabla 5 corresponde a la nomenclatura hecha durante la fase piloto del proyecto. Esta nomenclatura puede ser modificada durante la fase de producción, según el uso que se va a hacer de cada clase. Sin embargo, ninguna modificación se puede hacer en los niveles 1 y 2 (coherencia con la nomenclatura de Europa y América Central).

Tabla 10: Nomenclatura CLC adaptada.

CLC Colombia
<b>1. TERRITORIOS ARTIFICIALIZADOS</b>
1.1. Zonas urbanizadas
1.1.1. Tejido urbano
1.1.2. Centros poblados
1.2. Zonas industriales o comerciales y redes de comunicación
1.2.1. Zonas industriales o comerciales
1.2.2. Redes viarias, ferroviarias y terrenos asociados
1.2.3. Zonas portuarias
1.2.4. Aeropuertos
1.2.5. Obras hidráulicas
1.3. Zonas de extracción mineras y escombreras
1.3.1. Zonas de extracción minera
1.3.2. Escombreras y vertederos
1.4. Zonas verdes artificializadas, no agrícolas
1.4.1. Zonas verdes urbanas
1.4.2. Instalaciones recreativas
<b>2. TERRITORIOS AGRICOLAS</b>
2.1 Cultivos anuales o transitorios
2.1.1 Otros cultivos anuales o transitorios
2.1.2 Algodón
2.1.3 Arroz
2.1.4 Papa
2.2 Cultivos permanentes
2.2.1 Otros cultivos permanentes
2.2.2 Caña de azúcar
2.2.3 Caña Panelera
2.2.4 Plátano y banano
2.2.5 Café
2.2.6 Cacao
2.2.7 Palma de aceite
2.2.8 Frutales
2.2.9 Cultivos confinados

<b>CLC Colombia</b>
2.3 Pastos
2.3.1 Pastos limpios
2.3.2 Pastos arbolados
2.3.3 Pastos enmalezados o enrastrados
2.4 Áreas agrícolas heterogéneas
2.4.1 Mosaico de cultivos
2.4.2 Mosaico de pastos y cultivos
2.4.3 Mosaico de cultivos, pastos y espacios naturales
2.4.4 Mosaico de pastos con espacios naturales
<b>3. BOSQUES Y AREAS SEMI NATURALES</b>
3.1. Bosques
3.1.1. Bosque natural denso
3.1.2. Bosque natural fragmentado
3.1.3. Bosque de galería y/o ripario
3.1.4. Bosque de mangle
3.1.5. Bosque Plantado
3.2. Áreas con vegetación herbácea y/o arbustiva
3.2.1. Pastos naturales y sabanas
3.2.2. Arbustos y matorrales
3.2.3. Vegetación esclerófila y/o espinosa
3.2.4. Vegetación de páramo y subpáramo
3.2.5. Vegetación rupícola
3.3. Áreas abiertas, sin o con poca vegetación
3.3.1. Playas, arenales y dunas
3.3.2. Afloramientos rocosos
3.3.3. Tierras desnudas o degradadas
3.3.4. Zonas quemadas
3.3.5. Zonas nivales o glaciares
<b>4. AREAS HUMEDAS</b>
4.1. Áreas húmedas continentales
4.1.1. Zonas Pantanosas
4.1.2. Turberas
4.1.3. Esteros
4.1.4. Vegetación acuática sobre cuerpos de agua
4.2. Áreas húmedas costeras
4.2.1. Marismas costeras

<b>CLC Colombia</b>
4.2.2. Salinas
4.2.3. Zonas intermareales
<b>5. SUPERFICIES DE AGUA</b>
5.1. Aguas continentales
5.1.1. Ríos (50 m)
5.1.2. Lagunas, lagos y ciénagas Artificiales
5.1.3. Canales
5.1.4. Embalses y cuerpos de agua
5.2. Aguas marítimas
5.2.1. Lagunas costeras
5.2.2. Estuarios
5.2.3. Mares y océanos
5.2.4. Arrecifes coralinos
5.2.5. Estanques piscícolas