

## Uso de sensores remotos en la búsqueda de enterramientos clandestinos en el Departamento del Casanare

Luz Adriana Guatame, Geóloga

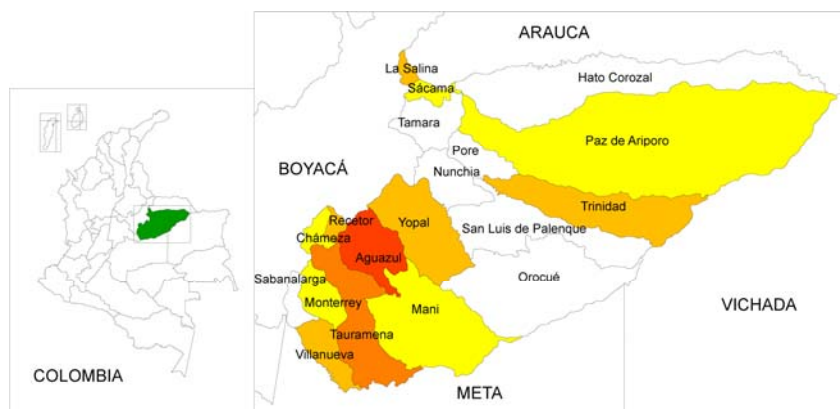
### I. INTRODUCCIÓN

El estudio de grandes áreas requiere la utilización de métodos que puedan abarcar extensiones considerables de tierra en periodos de tiempo cortos y con un costo inferior al que requeriría una labor de campo. Para un análisis de la superficie del terreno, los métodos más adecuados son el uso de *imágenes satelitales* y de *fotografías aéreas*.

Las imágenes satelitales abarcan grandes áreas y permiten resaltar diferentes rasgos de un terreno al utilizar la emisión y reflexión de ondas electromagnéticas, con diferente resolución espacial. El análisis de fotografías aéreas permite desarrollar un análisis más puntual, con una mejor resolución espacial que las imágenes satelitales, por lo cual proporciona información detallada adicional a la arrojada por las imágenes de satélite. Las dos son una fuente de información primaria en las labores de investigación que permite identificar áreas de interés para ser verificadas en el campo.

A continuación se presentan las principales observaciones hechas sobre un área en el Departamento de Casanare (figura 1) en la cual se han llevado a cabo exhumaciones por parte de la Unidad de Justicia y Paz de la Fiscalía General de la Nación. En este documento:

- Se observan las características más relevantes del paisaje que puedan definir un patrón para la búsqueda de enterramientos clandestinos en condiciones similares.
- Se tienen en cuenta las variaciones en el paisaje, relacionadas no solamente con la presencia de fosas comunes, sino con toda la dinámica concernida con ellas que implica cambios en la infraestructura, las vías de acceso y la vegetación.
- Se aprecian además los cambios propios del paisaje que sean relevantes dentro de la búsqueda de enterramientos clandestinos como la morfología del cauce de los ríos, la amplitud de las llanuras de inundación, las áreas vegetadas, y los cambios en infraestructura.



**Figura 1.** Ubicación general de la zona de estudio. Se resaltan en distintos colores los municipios en el Departamento de Casanare en donde se efectuaron las exhumaciones.

## II. OBJETIVO

Establecer por medio de imágenes satelitales y fotografías aéreas patrones de modificación del terreno que puedan ayudar a la localización de fosas clandestinas en el departamento del Casanare.

## III. METODOLOGÍA

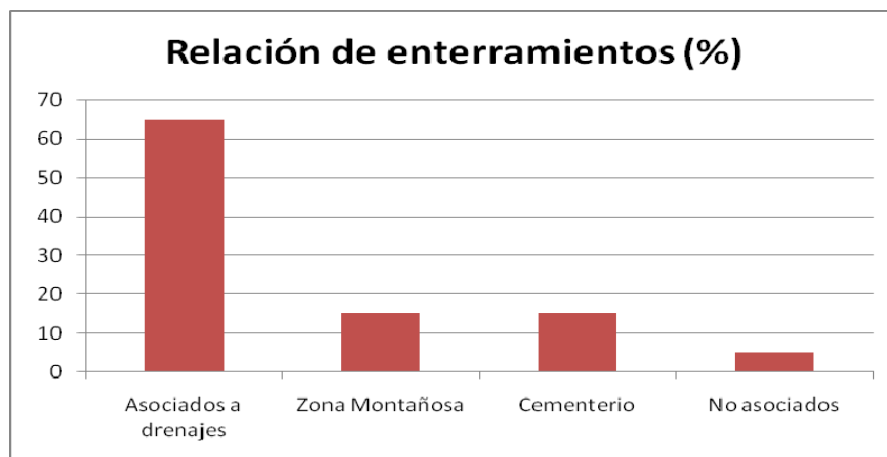
### Selección de áreas

Se tomó en cuenta principalmente la información solicitada por el EQUITAS a la Unidad de Justicia y Paz de la Fiscalía General de la Nación acerca de las exhumaciones realizadas por esta entidad en el Departamento del Casanare desde febrero de 2007 hasta noviembre de 2008. Estos datos presentaban las coordenadas donde se había efectuado la exhumación de 60 cuerpos en diferentes localidades con enterramientos entre 1 y 3 individuos, de los cuáles únicamente 20 datos fueron de utilidad debido a factores tales como carencia de coordenadas en algunos puntos o incoherencia de las mismas; este aspecto será tratado con más detalle en el capítulo VI y en el Anexo 1. Para un manejo más ágil de la información, se listaron de 1 a 60 todos los casos presentados añadiendo el prefijo CF, que quiere decir Casanare-Fiscalía, a cada uno de ellos y se empleó como nomenclatura para este documento.

De acuerdo con la localización de los enterramientos, éstos fueron clasificados de la siguiente manera:

- Enterramientos en zonas montañosas
- Enterramientos asociados a drenajes y llanuras de inundación
- Enterramientos en cementerios
- Enterramientos no asociados a ningún rasgo en particular

La relación entre cada uno de los tipos de enterramiento, y su frecuencia se presenta a continuación (figura 2)



**Figura 2.** Relación de la localización de los enterramientos descritos

Como lo muestra la gráfica, a partir de los datos se encontró un patrón sobre la ubicación preferencial de los enterramientos en las zonas cercanas a los cauces de los ríos, por lo cual, el

estudio se centró la atención en los puntos de exhumación asociados a drenajes, ubicados en la zona de Piedemonte Llanero.

Adicionalmente, teniendo en cuenta que el área de acción o terreno que es afectado por la actividad fluvial para los tipos de río existentes en la región puede llegar a ser de hasta 10 kilómetros, se tuvieron en cuenta las distancias entre los puntos de exhumación y los cauces principales de los ríos para poder determinar la posible acción de dichos cauces en el área del enterramiento.

Las exhumaciones de las cuales fueron provistos los datos se realizaron en inmediaciones de los caños Güira, de los Tembladores, Surimena, La Herradura, Casimena, Piñalito, y de los ríos Cusiana, Casanare, Meta, Cravo Sur, Guafal, Chitamena y Unete. La distancia entre estos drenajes y los puntos de exhumación fue de hasta 4 kilómetros (tabla 1, figura 3). La precisión y certeza sobre la ubicación de estos puntos será discutida más adelante.

**Tabla 1.** Casos asociados a drenajes

<b>PUNTO CASANARE-FISCALÍA</b>	<b>MUNICIPIO</b>	<b>DRENAJE ASOCIADO</b>	<b>DISTANCIA APROXIMADA AL CAUCE PRINCIPAL</b>
CF2	Tauramena	Cano de los Tembladores Caño Güira	500 metros
CF3	Aguazul	Río Cusiana Drenaje menor	2 kilómetros 100 metros
CF4	Orocué	Caño Surimena	900 metros
CF23	Tauramena	Caño La Herradura	2 kilómetros*
CF24	Tauramena	Caño Güira	1.8 kilómetros*
CF25	Tauramena	Río Cusiana Caño Casimena	6 kilómetros 200 metros
CF42	Monterrey	Río Cravo Sur	700 metros
CF48	Paz de Ariporo	No identificado	100 metros
CF50	Tauramena	Caño Güira	1.8 kilómetros*
CF51	Tauramena	Río Chitamena	1.5 kilómetros
CF57	Monterrey	Río Guafal	70 metros
CF59	Orocué	Río Cravo Sur	1 kilómetro
CF60	Aguazul	Río Unete	100 metros

\*Ubicados en llanuras de inundación con alta actividad

### **UTILIZACIÓN DE SENSORES REMOTOS**

El análisis de los datos de exhumaciones se realizó por medio de la técnica de *teledetección* llamada también percepción remota y/o sensores remotos, que de acuerdo con el Canadian Center for Remote Sensing (CCSR) puede definirse como una herramienta que permite identificar, caracterizar y definir propiedades de elementos u objetos a distancia, sin contacto físico con ellos. En ellos están incluidas todas las técnicas aerosoportadas y satelitales en la toma de fotografías aéreas, registros digitales de imágenes de satélite, métodos de registro de datos geofísicos (geoelectrica, magnetometría, gravimetría, etc.).

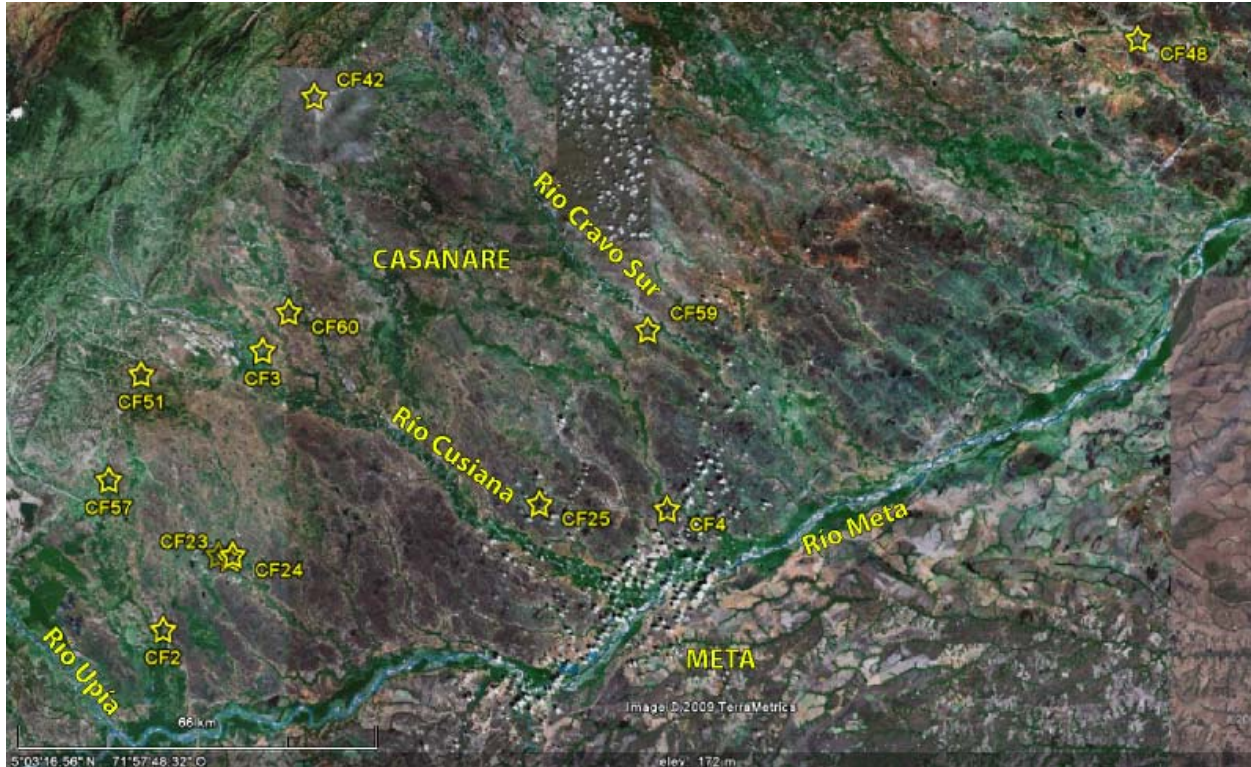


Figura 3. Localización de los puntos asociados a drenajes

### Imágenes Satelitales

Las imágenes satelitales son obtenidas a través de un proceso en el que un sensor captura la energía electromagnética emitida o reflejada por la tierra como producto de la interacción de esta con una fuente natural como el sol o con algún tipo de fuente artificial. Esta energía es transmitida, recibida y procesada por el sensor para producir una imagen. La imagen es interpretada y analizada para extraer toda la información posible de ella, y de este modo, poder tener un mejor conocimiento sobre un sector, recoger información nueva o resolver algún problema (figura 4).

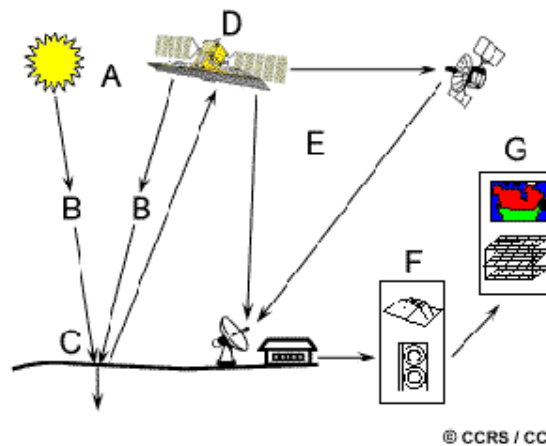
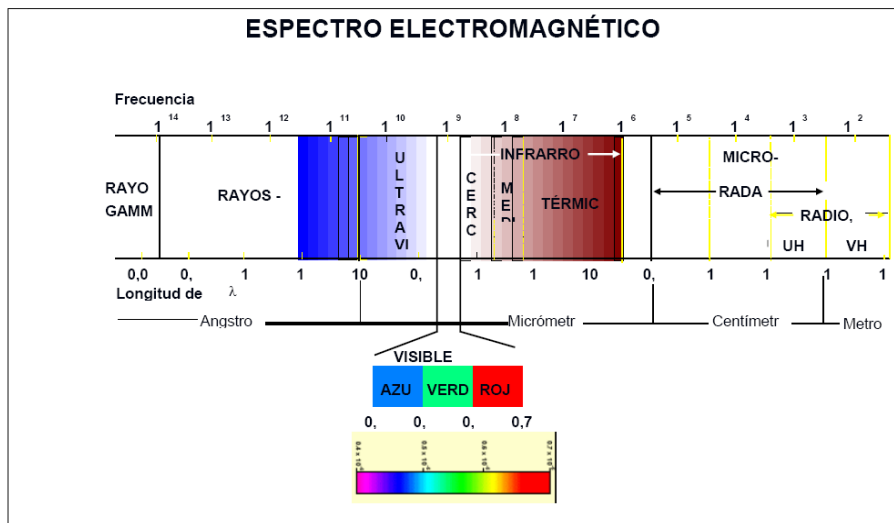


Figura 4. Sistema de obtención de imágenes satelitales.

Cada tipo de sensor recoge alguna parte del espectro electromagnético (figura 5), el cual es transmitido a través de ondas. Los sensores que reciben energía a través de una fuente natural recogen diferentes rangos de estas longitudes de onda en forma de bandas, permitiendo así diferentes tipos de composición de las imágenes. De este modo hay sensores que trabajan únicamente el espectro visible y otros que trabajan una parte más amplia del espectro electromagnético. Existen entonces una gran variedad de imágenes satelitales como Landsat, SPOT, Ikonos, QuickBird, Eros, Aster, entre otras, que se diferencian entre sí además por el área de cobertura, la frecuencia con que son captadas, la resolución espacial y radiométrica, etc.



**Figura 5.** Espectro electromagnético

Para la realización de este trabajo se utilizaron imágenes satelitales Landsat TM y ETM+, las cuales tienen una alta resolución radiométrica, es decir, trabajan con 256 colores, cada escena tiene un tamaño de 185x185 kilómetros y cada pixel cubre un área de no más de 30 metros. Trabaja con 7 bandas espectrales para Landsat Tm y 8 bandas para Landsat ETM+, que cubren casi la totalidad del espectro electromagnético. Estas imágenes utilizaron para hacer un análisis multitemporal de los drenajes mayores que afectan los sitios de enterramiento.

El área de trabajo está cubierta por imágenes Landsat pat 6 row 56, pat 6 row 57, pat 7 row 56 y pat 7 row 57; se utilizaron imágenes entre los años 1990 y 2002. La obtención de estas imágenes se dio gracias a la colaboración del Proyecto SIMCI II (Sistema Integrado de Monitoreo de Cultivos Ilícitos). Se utilizaron también imágenes actuales tipo QuickBird de Google Earth. Para el análisis e interpretación de estas se usó el software Erdas 9.0®. Se analizaron no solo las variaciones en el cauce sino en la llanura de inundación de los ríos Cusiana, Casanare, Meta, Cravo Sur, Guafal, Chitamina y Unete.

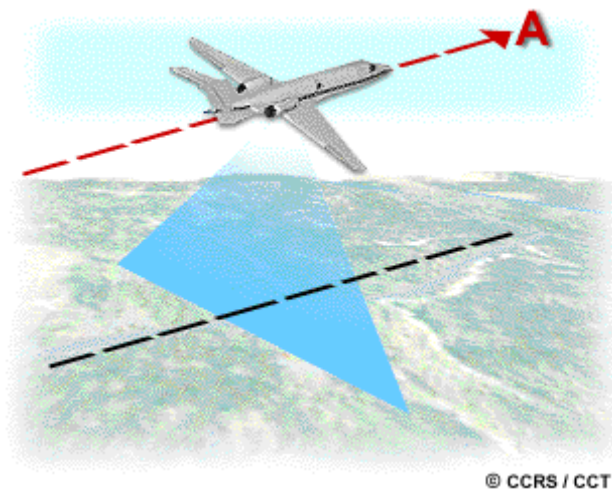
### Fotografías aéreas

Las cámaras para fotografías aéreas son los sensores más simples y más antiguos que se han usado para la percepción remota de la tierra. Es un sistema a través del cual se adquiere una imagen instantánea de un área determinada. Son sensibles únicamente al rango visible y a una parte del UV

del espectro electromagnético. Las imágenes producidas son pancromáticas, es decir a blanco y negro. Las fotografías son tomadas por un dispositivo ubicado en algún tipo de aeronave (avionetas, helicópteros) que pueda variar la altura y el trayecto. El área de cobertura de la foto depende de varios factores que incluyen la distancia focal de los lentes de la cámara, la altitud del vuelo, entre otros.

Para la obtención de las fotografías, la aeronave que transporta el dispositivo se desplaza en series de líneas denominadas *líneas de vuelo* (figura 6). Las fotos son tomadas en una sucesión de tal modo que exista entre un 50% y un 60% de traslape entre fotos continuas. Este traslape es lo que conforma la vista estereoscópica al obtener dos imágenes de un mismo lugar desde ángulos diferentes; al observar un par estereoscópico de fotografías con un estereoscopio puede tenerse una imagen en 3D de la zona.

En el presente trabajo se utilizaron fotografías aéreas para mejorar la resolución espacial de algunos puntos específicos dentro de la zona, observar las condiciones locales de los drenajes, y en los casos posibles realizar análisis multitemporales de variación del paisaje para un mismo sitio. Se trabajaron imágenes con escalas 1:15000 a 1:30000, correspondientes a los vuelos C-2715, C2710, C2614, C2490, C-2615.



**Figura 6.** Sistema de obtención de fotografías aéreas

#### **IV. MARCO TEÓRICO**

##### **DINÁMICA FLUVIAL**

Las zonas de piedemonte se caracterizan por presentar la transición entre sistemas montañosos y grandes planicies (figura 7). Esto tiene una repercusión directa en la dinámica fluvial, es decir, en la forma como se comportan los ríos. Se pasa de un sistema en donde las altas pendientes de las zonas montañosas aumentan la velocidad de las corrientes de agua como consecuencia de la fuerza de gravedad, a otro sistema en donde la gravedad disminuye su efecto, haciendo que el cauce del río deba adoptar nuevas formas para redistribuir la energía.

En las zonas montañosas, la alta energía de los ríos hace que éstos tengan cauces rectilíneos, en donde hay una constante remoción del material del lecho. En la transición entre el piedemonte y la planicie se generan depósitos de abanicos aluviales cortados por redes de drenaje de tipo trenzado. Al llegar a las planicies, la fuerza de las corrientes de agua disminuye, de tal modo que los ríos deben adoptar formas sinuosas en sus cauces para disipar la energía; este tipo de drenaje recibe el nombre de “ríos meándricos”.

Los sistemas de ríos trenzados están conformados por múltiples canales que interactúan como resultado de repetidas bifurcaciones y convergencias en el canal. Los sistemas de ríos meándricos se caracterizan por tener un cauce principal con una sinuosidad mínima de 1.5 metros, tienen una gran capacidad para transportar sedimentos finos tipo limo, hasta sedimentos gruesos (gravas, material vegetal) en periodos de máxima energía (figura 8). En los valles de los ríos se forman planicies aluviales constituidas por sedimentos depositados en donde las corrientes cambian la dirección de sus canales y reajustan su curso erodando y redepositando. Con el tiempo, los meandros van migrando corriente abajo y tienden a aumentar la sinuosidad. La máxima velocidad de la corriente se da en la parte externa del canal, en donde se produce la mayor erosión; el material erodado se redeposita en la parte interna del canal formando barras de punta (Butzer, 1976).



**Figura 7.** Piedemonte Llanero

## **GEOMORFOLOGÍA Y CLIMATOLOGÍA DEL PIEDEMONTE LLANERO**

### **GEOMORFOLOGÍA**

La geomorfología del Piedemonte Llanero es un factor determinante que ayuda a entender la dinámica de esta región; esta está controlada por los procesos bioclimáticos, morfodinámicos y por la geología estructural propia de la Cordillera Oriental. La dinámica fluvial en la cordillera y en el piedemonte es, en general, torrencial, fenómeno que se evidencia en la gran amplitud de los caudales a la salida de la montaña. Algunos registros muestran variaciones de caudales entre 40 y 1500 m<sup>3</sup>/s en el río Guayuriba; de 40 a 1700 m<sup>3</sup>/s en el Guatiquía; y de 390 a 8600 en el Meta. La

carga aluvial procedente de la cordillera es depositada principalmente en el piedemonte, razón por la que algunos cauces elevan su lecho y generan desbordes y cambios de cauces.

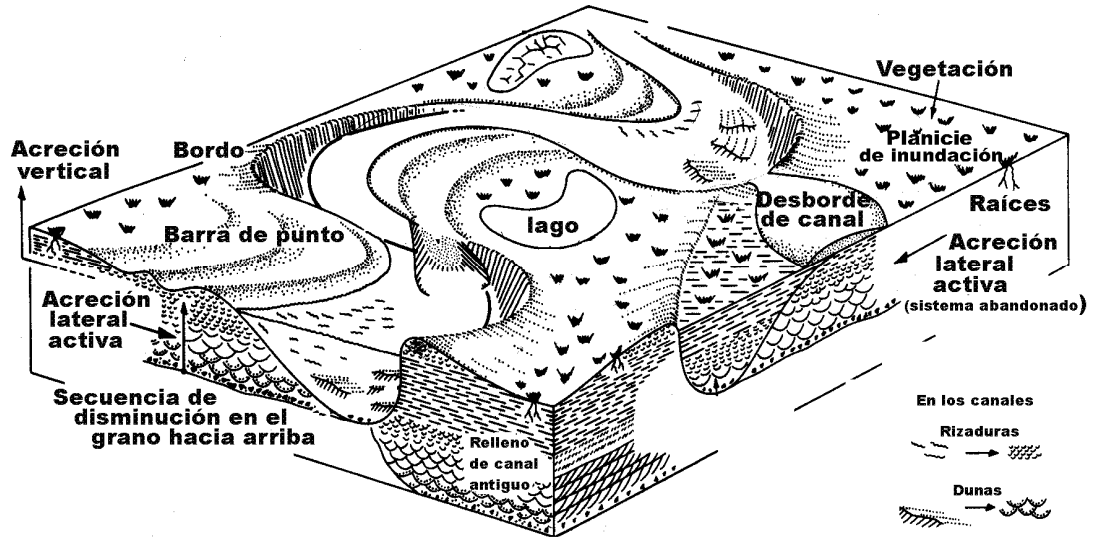


Figura 8. Sistema de ríos meándricos

Más abajo, hacia el río Meta, en la llanura aluvial, los ríos con mucha menos carga, divagan más por la disminución de la pendiente y se tornan meándricos en un lecho mayor más amplio. Los materiales dominantes son cantos redondeados, gravillas y arenas. La morfología meándrica se relaciona con una llanura aluvial más amplia en relación con la de los ríos trenzados (IDEAM).

El Piedemonte Llanero presenta diferentes expresiones geomorfológicas que son consecuencia de la geología y de los procesos naturales que se producen en superficie (Ingeominas, 2004). De este modo, estas expresiones se pueden dividir en tres categorías geomorfológicas (figura 9):

- Estructural
- Fluvial (Abanicos disectados)
- Fluvial (Llanuras de inundación)

*Estructural*

Corresponde al sector occidental de la zona, la región más montañosa formada durante la Orogenia Andina.

*Fluvial (Abanicos disectados)*

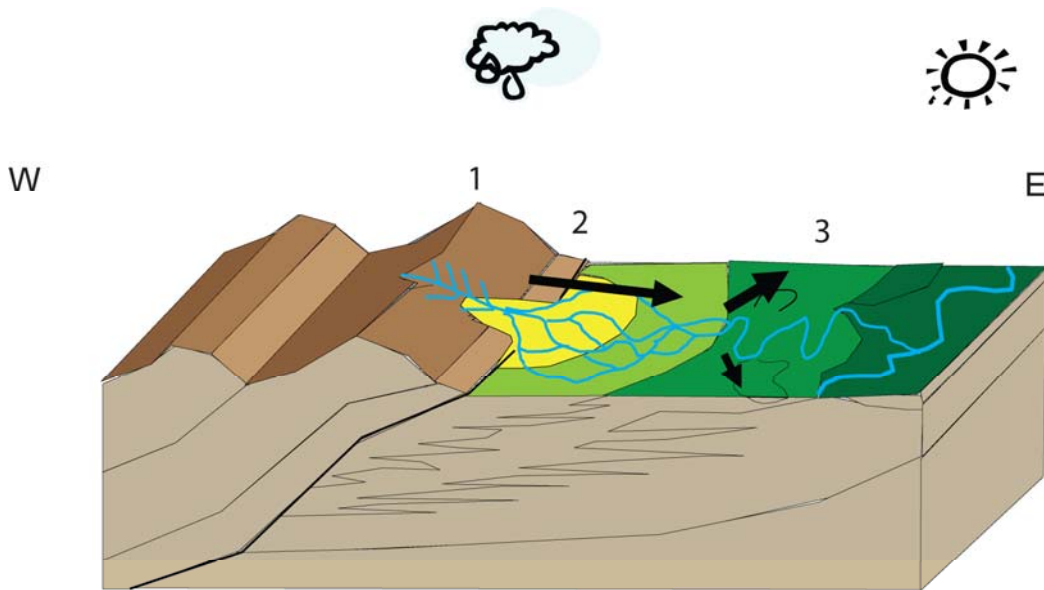
Se presentan grandes abanicos aluviales, es decir, depósitos dejados por los ríos provenientes del área montañosa que reflejan una forma de abanico al presentarse en la transición montaña-llanura producto del cambio de pendiente que sufren las corrientes de agua en este punto. Se encuentran disectados por ríos meándricos y trenzados, por lo que es frecuente encontrar pequeñas



llanuras de inundación. La característica esencial de los cauces trenzados es la formación de bancos móviles y las posibilidades de difluencias o desbordes.

#### *Fluvial (Llanuras de inundación)*

Están limitadas a sectores donde los ríos presentan un carácter estrictamente meandriforme. Se pueden diferenciar en esta zona llanuras de inundación y depósitos de meandros recientes y antiguos. Este proceso se desarrolla en zonas de muy bajas pendientes, especialmente por el curso del río Meta.



Categorías geomorfológicas

1. Estructural
2. Fluvial (Abanicos disectados)
3. Fluvial (Llanuras de inundación)

**Figura 9.** Categorías geomorfológicas del Piedemonte Llanero (Modificado de Ingeominas, 2004)

#### **CLIMATOLOGIA**

Climatológicamente, el Piedemonte Llanero se caracteriza por tener una precipitación anual 1500-2000mm, lo cual clasifica esta región como de precipitaciones abundantes. Se presenta un régimen monomodal con periodos de 7 a 8 meses. La vegetación dominante de sabana y la cobertura nubosa media permiten el fácil transporte de sedimentos y sustancias superficiales (IDEAM).

#### **V. ANALISIS DE SENSORES REMOTOS**

##### **Imágenes Satelitales**

Se analizaron diferentes tipos de imágenes satelitales de tres periodos diferentes: 1991 Landsat TM, 2001 Landsat ETM y 2009 QuickBird, con el fin de identificar los cambios ocurridos en el paisaje en un periodo de tiempo que comprende antes, contemporáneo y después de los enterramientos clandestinos.

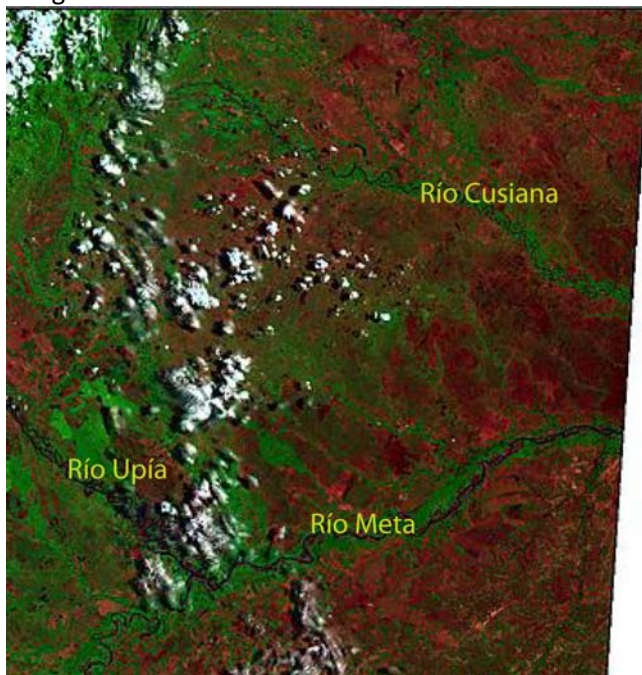
Dado que la mayoría de las imágenes son imágenes de baja resolución espacial, los aspectos que se analizan a continuación hacen especial referencia a las llanuras de inundación de los cauces principales. Se identifican las zonas por donde transcurre el cauce principal de los drenajes importantes, las zonas inundables y las no inundables.

Para las imágenes de 1991 y 2001 (figuras 10 y 12) se realizó una composición en falso color con la composición RGB 742 con el fin de resaltar los cuerpos de agua, los cuales se encuentran en color azul, la vegetación en color verde y las zonas de suelos en color rojo. Para la imagen QuickBird (figura 14) la composición por defecto esta en verdadero color. En el análisis de estas tres imágenes se discriminaron tres tipos de suelo: los valles activos de los ríos, las zonas propensas a inundaciones esporádicas, y las zonas no inundables.

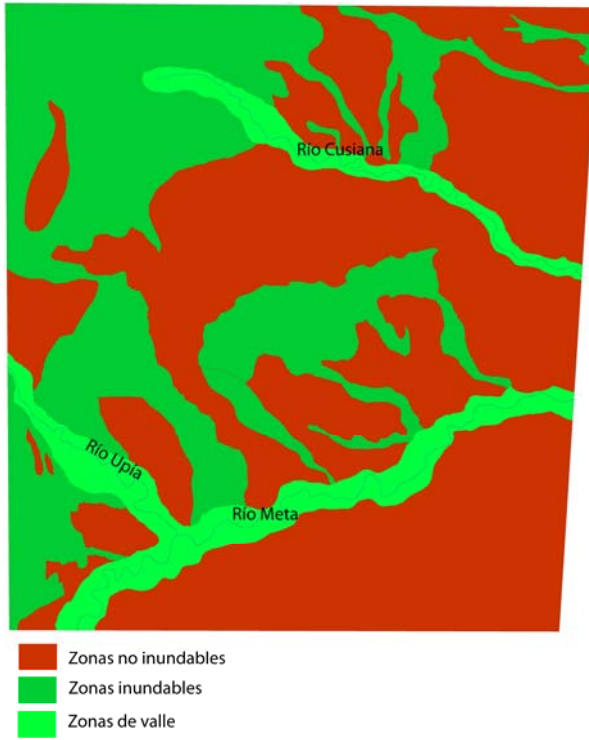
Es evidente cómo las zonas de inundación han ido disminuyendo en el periodo de tiempo dado, lo que hace que estas zonas sean más propensas a erodarse, especialmente en periodos de lluvias torrenciales, ya que se convierten en zonas de inundaciones esporádicas, especialmente las más cercanas a los cuerpos de agua. Esta disminución en la extensión de las zonas inundables puede deberse a cambios climáticos o a efectos antrópicos, como el control de los cauces de los ríos, la explotación de gravas en los lechos de los mismos, etc.

Los posibles periodos de inundación esporádica, pero torrencial pueden borrar cualquier tipo de marca dejada en superficie, como por ejemplo, el rasgo de remoción del suelo con fines de ejecutar un enterramiento clandestino. Así mismo, estos eventos pueden causar localmente variaciones importantes en el paisaje, especialmente en las formas de los cauces de los ríos.

Imágenes año 1991

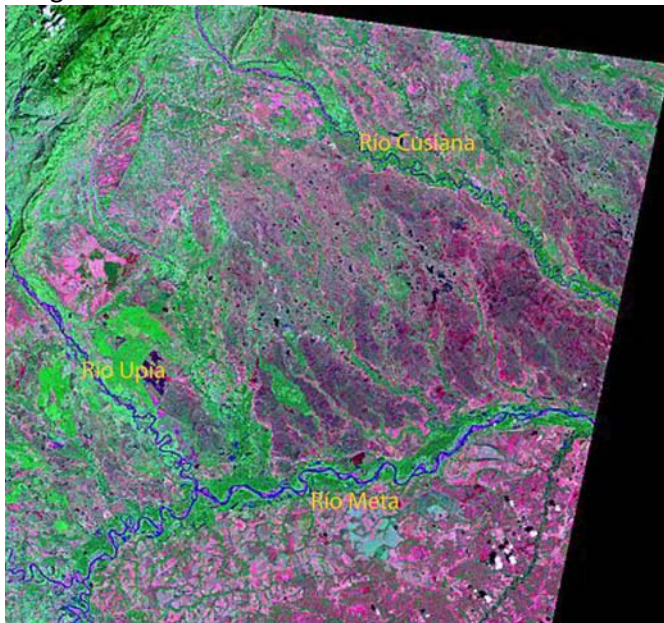


**Figura 10.** Imagen Landsat TM 1991. Composición en falso color RGB 742.

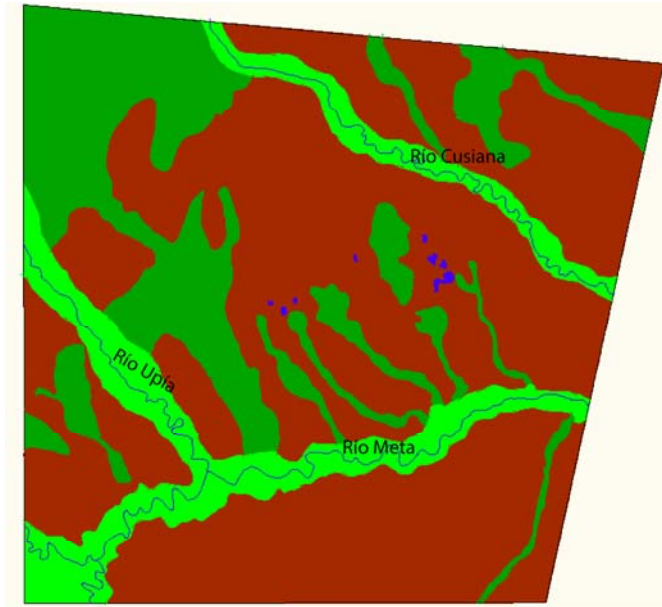


**Figura 11.** Interpretación Landsat TM 1991




Imágenes 2001



**Figura 12.** Imagen Landsat ETM 2001. Composición en falso color RGB 742.



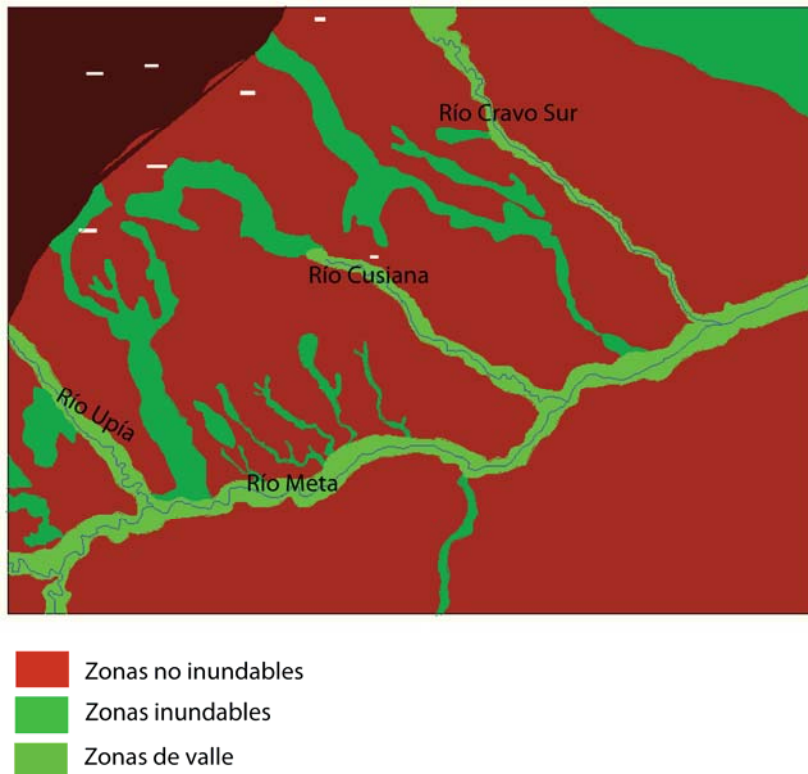
**Figura 13.** Interpretación Landsat ETM 2001

-  Zonas no inundables
-  Zonas inundables
-  Zonas de valle

Imágenes 2007



**Figura 14.** Imagen QuickBird 2009.



**Figura 15.** Interpretación QuickBird 2009

### Fotografías aéreas

Se analizaron e interpretaron fotografías aéreas que cubrían áreas en donde se presentaron exhumaciones cerca al río Meta y al río Cusiana. Aquí se observaron las variaciones locales del paisaje que pudieran estar afectando los sitios en donde se presentan enterramientos clandestinos.

Punto	Vuelo	Sobre	Fotos
CF3	C-2710	39213	163-166
CF25	C-2614	37712	66-80
CF40	C-2615 C2715		343-345 135-136

El análisis de estas fotografías permite ver y entender las variaciones locales de los cauces de los grandes ríos. Las observaciones hechas para los ríos Meta y Cusiana pueden ser extrapoladas a los ríos Casanare, Cravo Sur, Guafal, Chitamena y Unete, ya que todos ellos pertenecen al mismo sistema de drenajes y por lo tanto su comportamiento es similar. Se puede ver que son ríos de tipo meándrico, que han dejado la huella de su movimiento en años anteriores en la marca del sedimento. Se identifican meandros antiguos y meandros recientes, de acuerdo con el tiempo de

formación que han tenido; en las fotografías aéreas son distinguibles por los tonos más claros para meandros recientes y oscuros para meandros antiguos.

Se muestra la interpretación de las fotografías aéreas para el punto CF40, para los años 1997 (figura 16) y 2004 (figura 17). En la interpretación de las fotografías se han sombreado los meandros recientes y delineado los trazos antiguos para un segmento del río. En periodos de no más de 10 años se observan variaciones de hasta 300 metros en la amplitud de los meandros, lo que lleva a pensar también en la gran amplitud que llegan a tener las llanuras de inundación. Estas grandes variaciones locales de nuevo muestran que sucesos superficiales ocurridos en periodos cortos son borrados por la actividad de erosión-depositación de manera especial en cercanías a los cauces de los grandes ríos y en las llanuras de inundación.

## **VI. DIFICULTADES ENCONTRADAS EN EL DESARROLLO DEL PROYECTO**

### **DATOS OBTENIDOS DE LA UNIDAD DE JUSTICIA Y PAZ**

Existen múltiples factores que pueden inducir errores o falta de comprensión en muchos de los datos analizados.

Como punto de partida se tienen los datos obtenidos por la Unidad de Justicia y Paz de la Fiscalía General de la Nación (ver anexo 1), en donde tan sólo el 33% de la información fue de real utilidad. La figura 18 muestra algunos de los aspectos a partir de los cuales la mayoría de los datos fueron depurados.

#### *Datos en blanco*

Se presentaban datos tales como la fecha de la diligencia, el municipio y características específicas acerca del enterramiento, pero ningún tipo de coordenada que permitiera dar la ubicación exacta del punto.

#### *Coordenadas incoherentes*

Se mostraron coordenadas con valores de minutos y segundos mayores a 60, o grados en cantidades decimales, no siendo posible entender con claridad a qué valor preciso hacían referencia estos datos.

#### *Puntos repetidos*

Existían algunos datos repetidos dentro de la base de datos, algunos de ellos con incoherencias entre sí, por ejemplo, los puntos CF2 y CF3 tenían las mismas coordenadas de los puntos CF56 y CF55 respectivamente, pero algunos datos como la fecha de diligencia y la descripción de los restos encontrados varían.

#### *Más de un cuerpo*

En algunas exhumaciones se presentó más de un cuerpo en el mismo punto, por lo que para varios casos solamente había un dato para coordenadas.

Además, se veían inconsistencias entre las coordenadas dadas y las veredas o fincas referenciadas para un mismo punto al ubicar los datos dentro de un mapa topográfico.

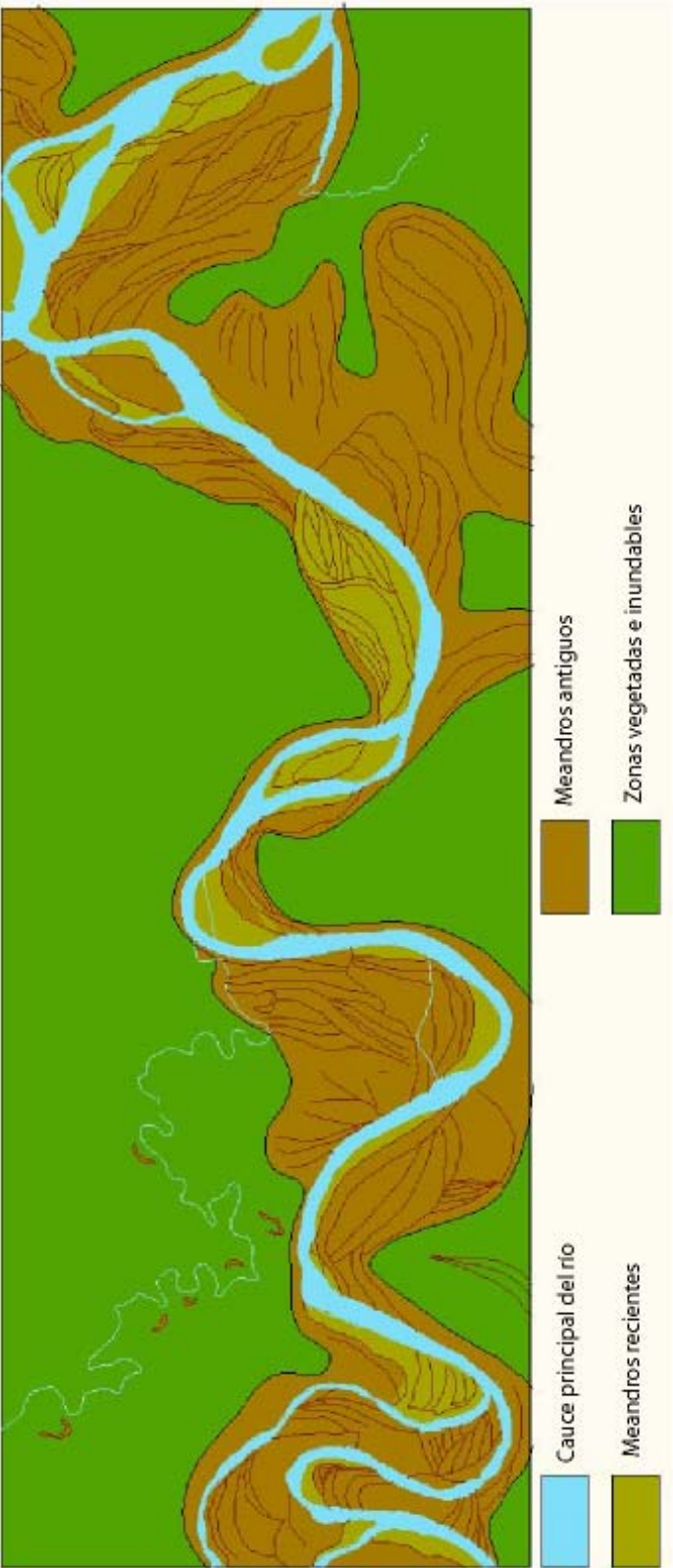


Figura 16. Fotointerpretación vuelo C-2615 de 1997 sobre un sector del río Meta. Escala aproximada 1:20000

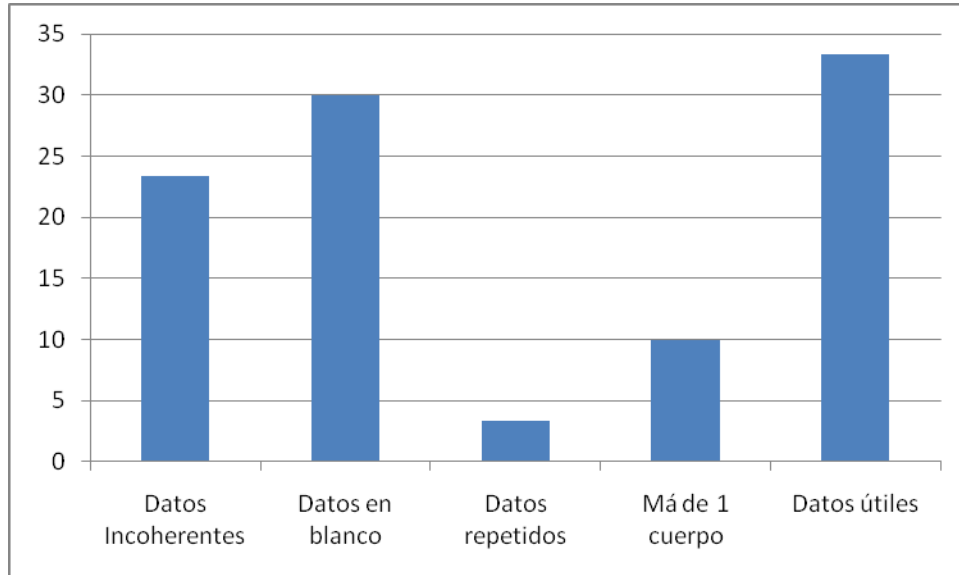


**Figura 17.** Fotointerpretación vuelo C-2715 de 2004 sobre un sector del río Meta. Escala aproximada 1:20000

Los cuatro factores mencionados reflejan que:

- Existen fallas en la organización y estandarización de las bases de datos de las exhumaciones realizadas al interior de la Unidad de Justicia y Paz.
- Los errores del registro de las exhumaciones no permiten tener un estimado real del trabajo que ha sido realizado.
- Existe cierto grado de incertidumbre sobre los datos que fueron trabajados. Los errores en algunas coordenadas pueden deberse a cambios inconscientes en el procesamiento de los datos por parte de la Unidad de Justicia y Paz, como por ejemplo, errores de digitación, lo que abre la posibilidad de que algunos de los datos trabajados también hayan sido modificados sin intención y se hayan trabajado erróneamente.





**Figura 10.** Aspectos bajo los cuales se depuraron los datos sobre las exhumaciones

Por otra parte, la información presentada en las bases de datos obtenidas es bastante escueta, no se tiene ningún tipo de información sobre el sistema de georeferenciación empleado, el equipo con el cual fueron tomados los datos, ni tampoco la precisión de los mismos. Al momento de la elaboración de este trabajo se desconoce si en el momento de realizar las exhumaciones únicamente fueron hechas las observaciones presentadas en estas bases de datos o si existen más documentos que den más información sobre las condiciones del medio en las que se encontró el enterramiento.

Las observaciones relevantes para complementar este trabajo que se esperarían encontrar en la documentación de campo de las exhumaciones serían:

- descripción de la infraestructura cercana (viviendas, vías de acceso, etc.),
- distancia a un cuerpo de agua,
- condiciones del terreno (planicie, montaña), y
- tipo de suelo.

#### **CARENCIA DE MATERIAL PARA TELEDETECCIÓN**

Un análisis más detallado para una mayor cantidad de zonas hubiera sido posible con la interpretación de imágenes satelitales de alta resolución espacial, tales como Ikonos, Quick Bird o Eros. Para la zona estudiada la cobertura de estas imágenes es escasa. Solamente se tiene una buena cobertura con imágenes Landsat.

En cuanto a la disponibilidad de fotografías aéreas por parte del Instituto Geográfico Agustín Codazzi (IGAC), éstas tienen una mayor cobertura del área, pero las escalas son bastante variables, la calidad de las fotos es bastante regular y la mayoría del material es bastante antiguo.

Del mismo modo, el material de cartografía topográfica adquirida en el IGAC es también muy antigua, por lo que los cambios en infraestructura principalmente no pueden ser vistos. Además, teniendo en cuenta que es una zona con una alta variación en cuanto a dinámica fluvial, los mapas con una escala más detallada se encuentran desactualizados.

## VII. RESUMEN DE LOS HALLAZGOS

- La ubicación de los enterramientos clandestinos muestra una clara tendencia a presentarse en las zonas de margen de acción de los ríos, especialmente en las llanuras de inundación.
- Por encontrarse en una zona de piedemonte, los ríos tienen una dinámica bastante fuerte que los hace tener cambios significativos en la morfología de sus cauces y en la extensión de las llanuras de inundación que generan, causando variaciones grandes en el paisaje en periodos de tiempo bastante cortos.
- Dichas variaciones del paisaje se identifican por los cambios que se generan en la superficie, en donde hay zonas en donde se eroda el material existente y otras donde se deposita uno nuevo. Esto hace que cualquier marca superficial que exista esté siendo continuamente borrada, como por ejemplo, la remoción de suelo en excavaciones para enterramientos clandestinos.
- Debido a que no se tiene descripción sobre algunas de las condiciones en las que se encontraron los enterramientos, como la profundidad de estos o el tipo de suelo en el que se hallaban, no es posible definir si la actividad fluvial es capaz de exponer los cuerpos, erosionarlos, o incluso su puede llegar a haber transporte de los mismos.

## VIII. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

Múltiples factores hacen que sea imposible localizar mediante imágenes satelitales y fotografías aéreas el lugar exacto donde se han realizado enterramientos clandestinos. El principal factor es la dinámica activa de la región por ser una zona de piedemonte, que hace que el paisaje se encuentre cambiando constantemente por la acción natural de los ríos. Del mismo modo, como se pudo observar en las imágenes de satélite, el paisaje está también siendo modificado en estos últimos años por la acción del hombre, cambiando zonas inundables por zonas de suelos para cultivos y desviando los cauces naturales de los ríos con el mismo fin. Además, el tamaño de cada uno de los enterramientos es bastante pequeño para ser captado con imágenes y fotografías de baja resolución espacial.

Si bien estos métodos no ayudan en la precisión de lugares en donde se puedan hallar enterramientos, los sensores remotos son una herramienta vital para entender el paisaje en el que estos se encuentran, ver su evolución a través del tiempo, y de este modo poder entender de una mejor manera testimonios dados por habitantes de la zona y demás personas involucradas en el conflicto. De esta forma, las imágenes obtenidas son la base para la planificación de labores de campo, bien sea por otros métodos de prospección in situ o excavaciones propiamente dichas.

La insuficiente documentación sobre las exhumaciones realizadas por parte de la Unidad de Justicia y Paz de la Fiscalía General de la Nación, no permite que se puedan hacer observaciones más a fondo y con más certeza sobre el patrón de enterramientos clandestinos en el Departamento de Casanare. Por este motivo, se sugiere que:

- Se estandarice el sistema de georeferenciación, es decir, establecer un datum fijo bajo el cual se tomen las coordenadas.

- Se diseñe un formato de registro detallado de las excavaciones, que permita obtener datos claros, concretos y estándar sobre las características de los enterramientos (i.e. unificación de criterios para registro de perfiles de suelos).
- Se registren observaciones más amplias a cerca del paisaje (i.e. vías de acceso, infraestructura, etc.), que permitan no solo obtener la ubicación de otros sitios con enterramientos, sino también permitir un mayor entendimiento del modus operandi de los actores armados.

Se sugiere también, que entidades tales como el Instituto Geográfico Agustín Codazzi, encargadas de generar y almacenar la información geográfica de Colombia referente a mapas y fotografías aéreas, mantener información actualizada y en buen estado, que sea realmente útil y veraz para labores como la búsqueda de enterramientos clandestinos.

#### **IX. REFERENCIAS BIBLIOGRAFICAS**

- BUTZER, K. (1976): Geomorphology from the Earth. 463 p. Harper and Row. New York.
- CANADA CENTER FOR REMOTE SENSING, CCRS. Fundamentals of Remote Sensing. 258p. Natural Resources Canada
- IDEAM. Unidades Geomorfológicas del Territorio Colombiano. 59p. República de Colombia, Ministerio del Medio Ambiente. Santa Fe de Bogotá.
- ICMP (2005): Location of mass graves using non-invasive remote sensing equipment, geophysics and satellite imagery.
- INGEOMINAS (2004): Aspectos más relevantes de la geología y la geomorfología del Piedemonte Llanero de Colombia. 23p. República de Colombia, Ministerio de Minas y Energía. Bogotá.
- LOPEZ VERGARA, M.L. (1971): Manual de Fotogeología. Servicio de Publicaciones de la J.E.N. Madrid.
- MIALL, A. (1982): Analysis of fluvial depositional systems. 75p. The American Association of Petroleum Geologists. Tulsa, Oklahoma.
- MIALL, A. (2006): The geology of fluvial deposits. 582p. Springer. New York.
- SHUKLA, U.K. & BORA, D.S. (2003): Geomorphology and sedimentology of Piedmont zone, Ganga Plain, India. 7p. Current Science, vol 84, No.8.