

# *Gestión ambiental para conservar la potencialidad turística en función de la oferta hídrica de los suelos de terrazas aluviales entre las Quebradas La Seca, La Nuarque y el Río Cauca*

Municipio de Olaya, Departamento de Antioquia

Recibido para evaluación: 26 de Junio de 2007

Aceptación: 20 de Agosto de 2007

Recibido versión final: 26 de Agosto de 2007

Leonardo de Jesús Henao R.<sup>1</sup>

Gerardo Obregón R.<sup>2</sup>

## RESUMEN

Se prevén cambios en los usos suelos en el corredor turístico de la margen derecha del Río Cauca, municipio de Olaya, departamento de Antioquia, república de Colombia: sector la Florida y vereda Quebrada Seca, esto por el crecimiento de la población turística o flotante generada por la apertura del Túnel de Occidente. El área de estudio está comprendida entre las quebradas La Seca, La Nuarque y el Río Cauca y tiene 1367 hectáreas.

El trabajo contempla la ejecución de un balance hídrico, la proyección de la población y su requerimiento hídrico para el año 2016, con base en lo anterior se definió: la relación ofertademandas para ese año y los lineamientos de gestión ambiental para la conservación, optimización y aprovechamiento del recurso hídrico y el ordenamiento ambiental del territorio, ajustado a una densidad de viviendas acorde con la potencialidad del suelo.

**PALABRAS CLAVE:**  
demanda,  
ordenamiento ambiental,

Balance hídrico, oferta y demanda hídricas, relación ofertademandas,  
gestión ambiental, proyección de población,  
densidad de vivienda.

## ABSTRACT

It is predict changes on the soils uses at the tourist zone of the right margin of Cauca river, Olaya village, department of Antioquia, republic of Colombia: La Florida and Quebrada Seca sectors, this is the consequence of the growth of tourist population generated by the opening of the Tunel de Occidente. The study area is between the streams: La Seca, La Nuarque and the Cauca river, it has 1367 hectares.

The work contemplates to carry out of a hidric balance, the projection of population and its hidric requires to the year 2016, on the basis of the previous ideas it was defined: the offer-demand relation at the year 2016 and the instructives to the environmental management for the conservation, optimization and use of the hidric resources and the environmental arrangement of the territory, reasonable to the density of houses in agreement with the soil's potentials.

**KEY WORDS:**  
environmental  
arrangement, density

Hidric balance, hidric offer and demand, relation offer-demand, management, projection of population, environmental of house.

*1. Especialista en Gestión Ambiental,  
Universidad de Antioquia.  
lhenao@eepm.com*

*2. Especialista en Gestión Ambiental,  
Universidad de Antioquia.*

## 1. INTRODUCCIÓN

La apertura del Túnel de Occidente hará que se incremente la población turística de la región del Occidente Antioqueño, al reducir la distancia de recorrido desde Medellín y los municipios del Área Metropolitana, esta actividad incrementa la demanda del recurso hídrico y ocasiona una mayor contaminación del mismo.

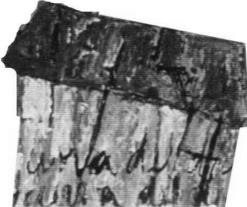
Debido a lo anterior surgió la idea de ejecutar este estudio, para evaluar la oferta y demanda hídricas actuales y futuras a 10 años –año 2016–; basado en un balance hídrico y la proyección de población; este estudio define el potencial turístico del área apoyándose en la relación oferta-demanda hídrica y previene un sobre-incremento de población y sus consiguientes conflictos ambientales y sociales por la demanda, el aprovechamiento y la contaminación del recurso.

El área estudiada se localiza en el municipio de Olaya, entre el Puente de Occidente, la quebrada Seca, el río Cauca, la quebrada La Nuarque y el pie de monte de la Cordillera Central; se caracteriza por el predominio de terrazas aluviales de topografía plana, clima cálido y valores históricos como la presencia del Puente de Occidente, lo que la hace llamativa para el desarrollo turístico y además la hace representativa de lo que puede suceder en el occidente Antioqueño, en su desarrollo turístico debido a la apertura del Túnel de Occidente.

Geopolíticamente el área se ubica en el denominado “triángulo de oro” del occidente Antioqueño, ubicado entre los municipios de Santa fé de Antioquia, Sopetrán y San Jerónimo, que constituye un área de interés turístico importante para Antioquia y otras regiones del país. Lo cual motiva su elección como zona de estudio.

Otro aspecto a destacar del área, es que se comienza a visualizar un conflicto por el uso del suelo entre las actividades actuales: ganadería y cultivos, versus el nuevo uso del suelo que se está imponiendo que es el turístico; además se presenta conflicto desde hace algún tiempo por el uso del agua: entre el consumo doméstico y el riego de cultivos frutales en la vereda quebrada Seca, conflicto que se puede acentuar aun mas con la implementación y demanda de agua por la infraestructura turística.

## 2. METODOLOGÍA

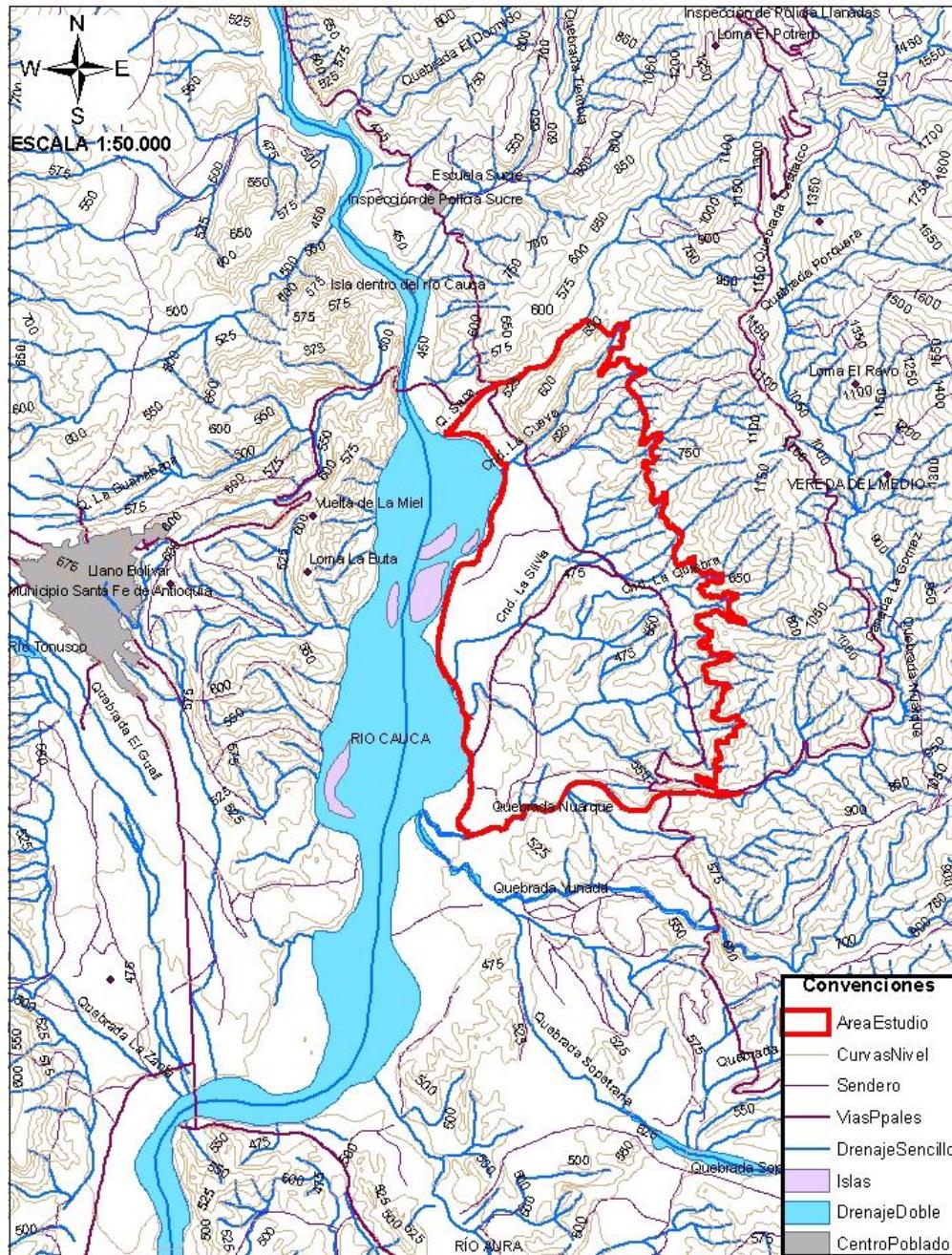


El trabajo se llevó a cabo mediante tres etapas así:

ETAPA 1: Planeación. Es la etapa donde se plantea el problema y se efectúan los preparativos y la consecución de la información y logística para la ejecución del estudio, consta de tres fases: Recopilación de la información, Organización y análisis de la información, Fotointerpretación del área de estudio. ETAPA 2: Trabajo de campo. Se realizaron 5 visitas al área de estudio y se efectuaron varias actividades como: ejecución de una encuesta a habitantes y visitantes, aforo de cuerpos de agua, corroboración de cartografía geológica y de unidades geomorfológicos, entre otras. ETAPA 3: Procesamiento de la información. Conformada por tres fases básicas: Cálculo del balance hidrológico, empleo de la plataforma digital Arc Gis 9.1, SIG (Sistema de Información Geográfico) para elaborar los diferentes planos temáticos del área de estudio y Definición de las directrices de Gestión Ambiental para la protección y buen aprovechamiento del recurso hídrico.

## 3. LOCALIZACIÓN CARTOGRÁFICA

El área de estudio esta ubicada en el Municipio de Olaya, enmarcada entre las coordenadas: Norte 1.221.007 a 1.215.082; y coordenadas Este 809.794 a 812.949, planchas 130 I D y 130 III B, a escala 1 : 25.000 del IGAC. Limita: por el norte con el Puente de Occidente y la divisoria en la margen derecha de la cuenca de quebrada Seca, por el occidente con el río Cauca en su margen derecha, por el sur con el cauce de la quebrada La Nuarque (límite intermunicipal entre Olaya y Sopetrán) y por el oriente con el pie de monte de la Cordillera Central.



El área se caracteriza por el predominio de terrazas aluviales de topografía plana, clima cálido y valores históricos como la presencia del Puente de Occidente.



**Foto 1.**  
**Vista del sector de la Florida.**  
**Desde la parte alta de La Vereda**  
**Piñones, al fondo El Río Cauca**

## 4. RESULTADOS

### 4.1. Demanda hídrica

La demanda hídrica actual de la zona, es determinada a partir de la suma de la población fija dentro de la zona de estudio, más la población de hosterías y fincas de recreo que hacen uso de los servicios públicos y se toman como permanentes para la estimación. Además, de las concesiones de agua a los distritos de riego para el cuidado de los cultivos y pastos. Finalmente, la demanda actual total de la zona de estudio, cumple con la siguiente ecuación:

$$Da = Da1 + Df + Ddr + Dgc \quad (1)$$

Donde,

Da, es la demanda actual en la zona de estudio.

Da1, es la demanda actual de las veredas (población permanente) dentro de la zona de estudio (Vereda Quebrada Seca y Sector La Florida).

Df, es la demanda de la población flotante actual.

Ddr, es la demanda de los distritos de riego que toman el agua de las fuentes en estudio.

Dgc, es demanda por ganado de ceba.

La demanda hídrica estimada para el año 2016, es determinada a partir de la suma de la población proyectada dentro de la zona de estudio, según previsiones del EOT Municipal, mas la demanda hídrica futura estimada para la población flotante futura, debido a que no se tiene información de las solicitudes realizadas al municipio acerca de construcciones hoteleras y receptoras de población flotante, por último, se debe adicionar la demanda hídrica futura de los distritos de riego que para efectos de cálculo se considera la actual, debido a que no se tiene información sobre el caudal a otorgar en las nuevas infraestructuras de riego. Tal como lo expresa la fórmula (2):

$$De = Dea1 + Df + Ddr+Dgc \quad (2)$$



Donde,

De, es la demanda proyectada al año 2016 en la zona de estudio.

Dea1, es la demanda estimada de la vereda dentro de la zona de estudio (población permanente) para el año 2016.

Df, es la demanda de la población flotante proyectada al año 2016.

Ddr, es la demanda de los distritos de riego que toman el agua de las fuentes que abastecen el área de estudio.

Dgc, es demanda por ganado de ceba.

Para determinar la demanda del recurso hídrico en el área de estudio se utiliza el módulo de consumo (175 l/hab-día) establecido por Corantioquia para otorgar concesiones de agua.

#### 4.2 Demanda domiciliaria actual

Este proceso se realiza con información de la Empresa de Servicios Públicos (ESP) del municipio, además, de las Junta de Acción Comunal (JAC) de la vereda Quebrada Seca. Luego, con base en la información del SISBEN se hace el estimativo de usuarios de acuerdo con la población de la vereda. La Tabla 1 muestra la demanda domiciliaria actual en la zona de estudio.

MUNICIPIO OLAYA	VEREDA	Población actual en la zona de estudio	Demanda actual en Zona estudio (l/s)
	Quebradada Seca	492	1.0
	Florida Nueva	0	0

**Tabla 1.**  
*Demanda hídrica actual en la zona de estudio, de la población permanente*

En total se abastecen 492 habitantes permanentes en la Vereda Quebrada Seca durante todo el año, equivalentes a 1.0 l/s de agua aproximadamente, si se tiene como base una demanda de 175 l/persona-día en promedio para la zona en estudio.

#### 4.3 Demanda domiciliaria estimada para el año 2016

En un escenario de diez años en el cual las previsiones del EOT se cumplan a cabalidad en la zona de estudio, se espera que la demanda de agua sea la descrita en la Tabla 2.

Municipio de Olaya	Población estimada en zona de estudio	Demanda estimada población en zona de estudio l/s
	1350	2.73

**Tabla 2.**  
*Demanda de la población fija proyectada al 2016*

En total se abastecen 1350 habitantes permanentes en la zona de estudio durante todo el año, equivalentes a 2.73 l/s de agua aproximadamente, si se tiene como base una demanda de 175 l/persona-día en promedio para la zona de estudio.

#### 4.4 Demanda de la población flotante

El estimativo de la demanda de la población flotante se realizó a partir de la capacidad de instalación de la Aldea La Florida, Club La Florida y las fincas de recreo localizadas en el área de estudio del municipio, la demanda total de la población flotante se presenta en la Tabla 3.

**Tabla 3.**  
**Demandas hídricas de la población flotante en zona de estudio y proyectada a 2016**

Municipio	pf en AID	Demandas pf (l/s)	pf proyectada en aid	Demandas pf proyectada (l/s)
Olaya	1100	2.73	5100	10.33

#### 4.5 Demanda de los distritos de riego

El uso del agua por parte de los distritos de riego se tendrá en cuenta para estimar el consumo de los cultivos y las demandas sunturarias que realizan las fincas de recreo para el mantenimiento de piscinas, jardines y prados.

Sin embargo, se debe tener en cuenta que, la mayor demanda hídrica para uso agrícola la hacen los distritos de riego, y una demanda menor no estimada la hacen, por el sistema de "aneguío" para los cultivos a pequeña escala y huertas que tienen los habitantes asentados en el área de estudio.

La siguiente información fue tomada del inventario de los distritos de riego en Antioquia suministrado por el INCODER (2004).

En el área de estudio o de Influencia Directa (AID) del Municipio de Olaya existen dos distritos de riego: Llanadas y Piñones con una cobertura de 200, 150 has respectivamente, 106 usuarios que toman 45 l/s en total para cultivos de tomate, plátano, maracuyá, yuca, tomate de aliño, pastos, café, maíz y frijol. Las Tablas 4 y 5 muestran los distritos de riego en el área de estudio y su demanda hídrica.

**Tabla 4.**  
**Demandas hídricas de la población flotante en zona de estudio y proyectada a 2016**

Distrito	Área (ha)	Caudal (l/s)	Fuente	Usuarios	Cultivos	Observaciones
Llanadas	200	20	La Nuarque	66	Frijol, Plátano, café	Distrito en operación
Piñones	150	25	La Nuarque	44	Café, yuca, Maracuyá	Distrito en operación

Fuente: INCODER, *Inventario de los distritos de riego en Antioquia*

**Tabla 5.**  
**Demandas hídricas de la población flotante en zona de estudio y proyectada a 2016**

Municipio	Cuenca	Caudal distritos de riego (l/s)
Olaya	Nuarque	45

Fuente: Corantioquia, 2006

#### 4.6 Demanda por ganado de ceba

De acuerdo a información suministrada por la Umata del Municipio de Olaya, hay una población estimada de ganado de ceba de 1150 ejemplares. De la tabla de módulos de consumo se obtiene un valor de 65 l/animal-día para ganado en abrevadero. Obteniendo un valor de 0.87 l/s.

Para la proyección futura de ganado no se estima aumento, debido a que la tendencia es la de parcelar las fincas ganaderas para construcción de instalaciones turísticas.

Finalmente, la demanda hídrica total actual de la zona de estudio, Tabla 6, de acuerdo a la siguiente fórmula (3) es:

$$\begin{aligned}
 Da &= Da1 + Df + Ddr + Dgc \\
 Da &= 4.11 + 15.53 + 45 + 0.87 \\
 Da &= 65.51 \text{ l/s}
 \end{aligned} \tag{3}$$

La demanda hídrica estimada total para el año 2016 de acuerdo a la fórmula (3) se muestra en la Tabla 7, igualmente discriminada para la población del AID y la total.

Municipio de Olaya	Demanda(l/s)					TOTAL
	Ganado de ceba	Población actual	Población flotante	Distritos de riego		
	0.87	1.5	3.35	45		

**Tabla 6.**  
*Demandas hídricas por parte de la población actual y sector agropecuario en el AID.*

Municipio de Olaya	Demanda (l/s)					TOTAL
	Ganado de ceba	Pa estimada	Pf estimada	Distritos de riego		
	0.87	4.11	15.53	45		

**Tabla 7.**  
*Demandas hídricas por parte de la población futura y sector agropecuario en el (AID) para 2016.*

De cumplirse las estimaciones del aumento poblacional que espera el municipio, como se aprecia en el EOT y en los estudios para la apertura del Túnel de Occidente, impulsado especialmente por la conexión vial Aburrá – Río Cauca, la demanda del recurso hídrico se verá disparada aproximadamente en un 375%, en los próximos 10 años, con relación al consumo de la población permanente estimada y la población flotante proyectada.

La demanda hídrica total de la zona de estudio, es decir, la demanda domiciliaria, distritos de riego, cría de ganado de ceba y la demanda de la población flotante, se contrasta con la oferta total en el capítulo relación oferta-demanda

## 5. OFERTA HÍDRICA

Para llevar a cabo el balance hidrológico se aplica la Fórmula:

$$\text{Variación en potencial hídrico (V Pot)} = \text{Entradas} - \text{Salidas}$$

La Fórmula del Balance Hídrico quedaría así:

$$V \text{ Pot} = (Pp + ESi + Tsi + Ta) - (ETsuelo + ETsup + ESs + Fs + Es)$$

Para este estudio se asume

En las **Entradas:**

$Tsi = 0$  (cero). Transferencia de otras cuencas que puede ingresar por flujo subterráneo. Se asumen las dos cuencas cerradas sin transferencias de otras cuencas..

$Ta = 0$  (cero). Transferencias artificiales. No hay transferencias artificiales de otras cuencas.

$Pp$  = Precipitación.

$ESi$  = Escorrentía superficial que ingresa

En las **Salidas:**

$ETsuelo = 0$  (cero). Evapotranspiración de agua del suelo. El agua que ingresa al suelo, inmediatamente se infiltra por tratarse de un suelo muy poroso y permeable.

$ESs$  = (Escorrentía superficial que sale de la cuenca o cuencas de estudio). Se le asigna el valor del agua que desemboca de la quebrada La Nuarque al río Cauca, después de efectuar las captaciones. Debido a que ésta podría ser aprovechada efectuándole un tratamiento adecuado.





$F_s = 0$  (cero). Flujo subterráneo que sale del área de estudio. Se asume como nulo debido a que se consideran cuencas cerradas donde el agua que se infiltra al suelo pasa a formar parte de los acuíferos del área. En general las cuencas son limitadas lateralmente por filos de roca dura impermeable que cierran el flujo a otras cuencas.

$E_s$  = (exportación superficial de agua por tuberías canales o acequias). La exportación superficial se hace de la quebrada La Nuarque hacia la margen izquierda, por diferentes captaciones, (predios del Municipio de Sopetrán por fuera del área de estudio).

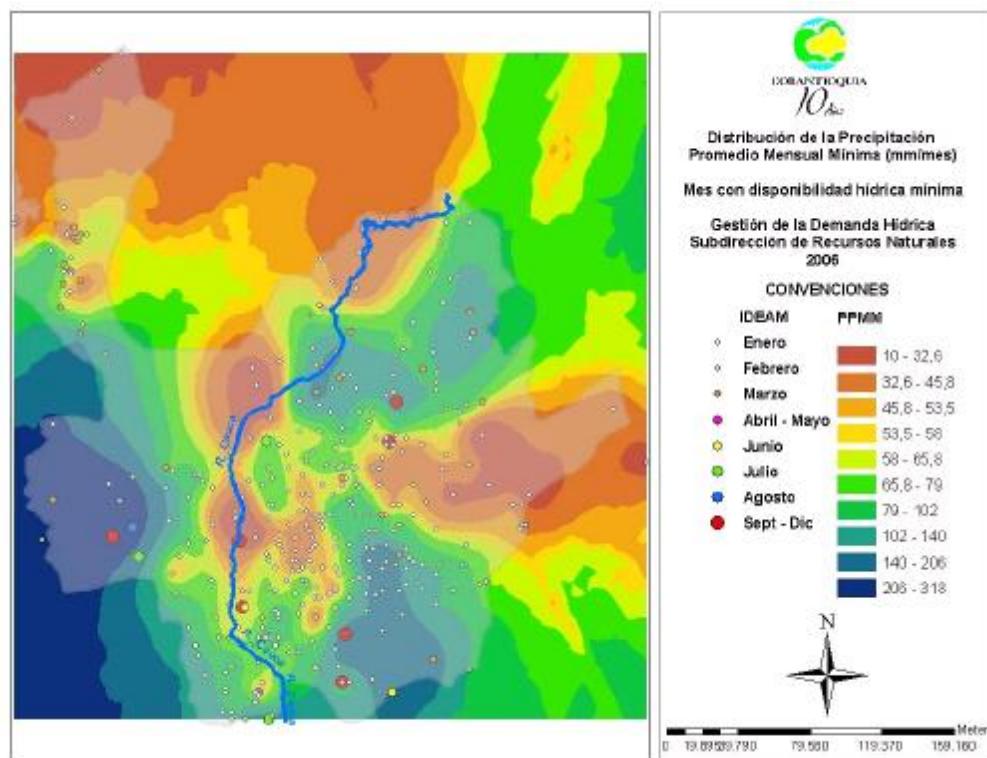
Con estas consideraciones la Ecuación del Balance Hídrico queda planteada de la siguiente manera:

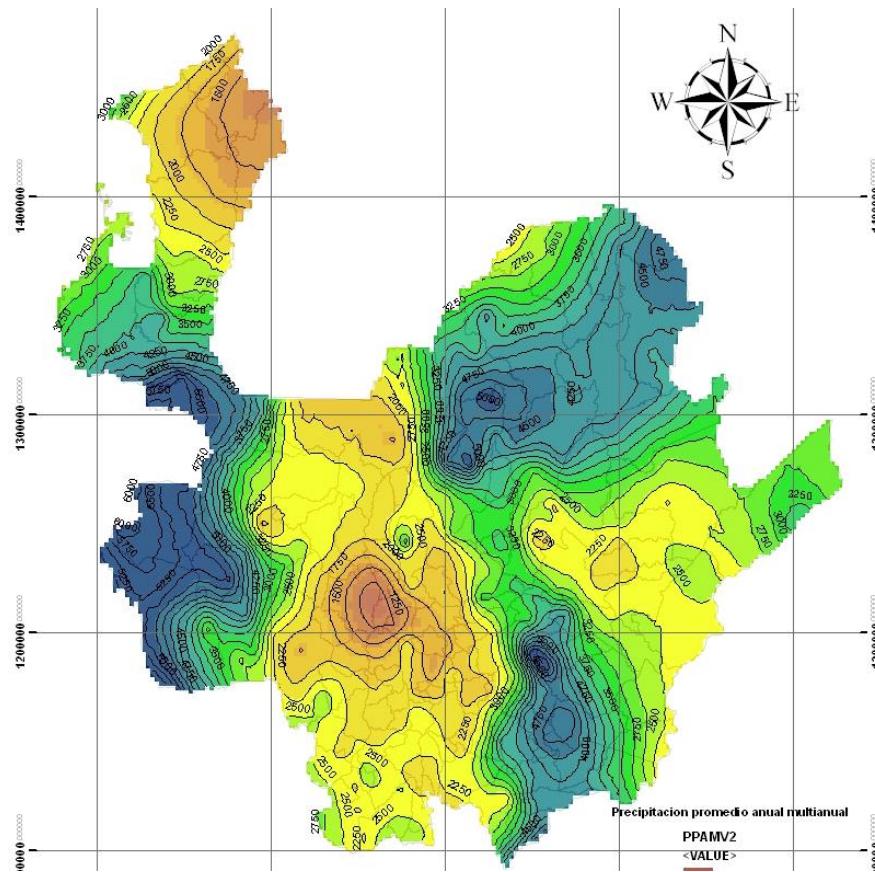
$$V_{\text{Pot}} = (P_p + E_{\text{Si}}) - (E_{\text{Tsup}} + E_{\text{Ss}} + E_s)$$

## 5.2 Aportes o entradas para el balance hídrico

### 5.2.1 Precipitaciones. ( $P_p$ )

A continuación se incluyen dos tablas de distribución de precipitaciones, tomadas de Corantioquia 2006: una con el promedio mensual, Gráfico 1; y la segunda con la precipitación promedio anual multi-anual incluyendo isoyetas para el Departamento de Antioquia, Gráfico 2.





**Grafico 2.**  
*Precipitación promedio anual multianual*

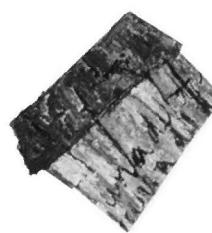
Además se dispone de los datos de precipitación anual de las estaciones climatológicas.

Se asigna un valor de 1080,75 mm al año para el área de estudio considerando el gráfico y los valores reportados en las estaciones Cotové y Olaya. Además, acá se tiene en cuenta que 1 mm de lluvia, equivale a 1 lt de agua distribuido en 1 m<sup>2</sup> de terreno o suelo superficial, (Cenicafé "Manual de Conservación de suelos de ladera", 1975).

### 5.2.2. Escorrentía superficial que ingresa. (ESi)

Los dos cuerpos de agua presentes en el área de estudio que son la Quebrada Seca y la Quebrada La Nuarque, aportan caudales que se consideran promedios de 25 l/seg para la Quebrada Seca y 831 l/s para la quebrada la Nuarque, (datos antes de las captaciones para poder efectuar el balance) y caudales mínimos según reporte de Corantioquia, 2006, que son de 9,985 l/s para la Quebrada Seca.

Para la quebrada la Nuarque se reporta un caudal mínimo de 243 l/s en los estudios para la apertura del Túnel de Occidente, año 2006, por lo tanto se trabajará con este valor el balance hídrico.



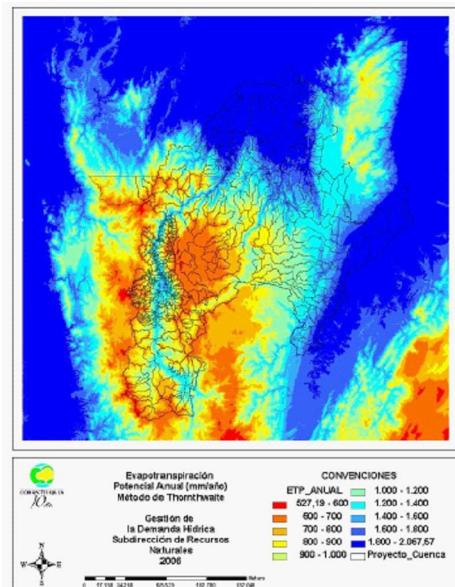
### 5.2.3. Otras cuencas y aportes de forma artificial

En el análisis efectuado en el área de estudio no se evidenció aportes de otras cuencas ni aportes artificiales como riego, fuga de acueductos, infiltración de embalses y depósitos o descargas por tuberías y canales.

### 5.3. Salidas a considerar en el Balance Hídrico

#### 5.3.1. Evapo-transpiración superficial. (*ET<sub>sup</sub>*)

A continuación se presenta un gráfico tomado de Corantioquia, 2006, donde se muestran los valores de evapo-transpiración para el Departamento de Antioquia. A partir del Gráfico 3, se toman los valores para efectuar el balance hídrico.



#### Procedimiento:

*ETP mensual "sin corregir" (ETP<sub>sin corr</sub>) para meses de 30 días y 12 horas de sol (teóricas)*

1 Índice de calor mensual (*i*) a partir de la temperatura media mensual (*t*) en grados centígrados:

$$i = \left( \frac{t}{5} \right)^{1514}$$

2 Índice de calor anual (*I*):

$$ETP_{sin corr} = 16 \left( \frac{10I}{I} \right)^a$$

Donde:

$$a = 675 \cdot 10^9 + i^2 - 771 \cdot 10^7 \cdot i^2 + 1792 \cdot 10^5 \cdot i + 0.49239$$

*ETP corregida (ETP<sub>corr</sub>), para meses que no sean de 30 días y para días que tengan más o menos de doce horas de sol*

$$ETP = ETP_{sin corr} \cdot \frac{N \cdot d}{12 \cdot 30}$$

*N* = Número máximo de horas de sol, dependiendo del mes y de la latitud.  
*d* = Número de días del mes.

#### Cálculo de la evapo-transpiración potencial para el área de estudio

$$ETR = \sqrt{\frac{P}{0.9 + \frac{P^2}{L^2}}} = 983,126 \text{ mm/año}$$

#### 5.3.2. Escorrentía superficial. (*ESs*)

Para darle valores a esta variable se asignan los datos de caudal de estiaje para los dos cuerpos de agua localizados en la zona de estudio.

En el caso de la quebrada La Seca el caudal ecológico que se solicita en conservación que debe ser 1 l/s, resulta siendo nulo debido a que el agua se infiltra totalmente en el suelo de terrazas aluviales con composición arenolimosa, el cual es muy permeable.

Para la quebrada La Nuarque se asume como valor de escorrentía superficial un caudal de 243 l/s

#### 5.3.3. Exportaciones de la cuenca, (*Ss*)

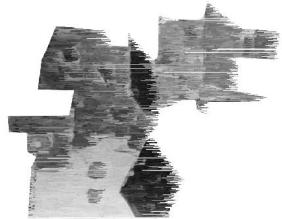
Para la quebrada La Nuarque las exportaciones están representadas en los valores de caudal de concesiones de agua que salen por fuera del área de estudio, es decir caudal total de concesiones otorgadas hacia la margen izquierda de la quebrada (municipio de Sopetrán). Dicho valor de caudal total otorgado sobre la margen izquierda es de 6,9119 l/s.



Cálculo del balance hídrico definitivo, (asignando valores anuales)

$$V \text{ Pot} = (Pp + ESi) - (ETsup + ESs + Es)$$

$$V \text{ Pot} = (1400 \text{ mm/año} + 9,958 \text{ l/s Qd. Seca} + 243 \text{ l/s Qd Nuarque}) - (983,126 \text{ mm/año} + 368,92 \text{ l/s} + 6,9119 \text{ l/s}).$$



En los valores obtenidos se debe efectuar la conversión de caudales a l/año. Asimismo, los valores reportados en mm/año, se deben convertir en l/año, teniendo en cuenta que 1 mm de lluvia equivale a 1 lt de agua distribuido en 1 m2 de terreno o suelo superficial. El área de estudio según cálculo efectuado en el programa Arc Gis es de 1367,62 hectáreas o su equivalente 13'676.176,41 m2.

Después de hacer las conversiones respectivas, quedan los siguientes caudales en litros/año para el balance hidrológico.

$$V \text{ Pot} = (Pp + ESi Qda. Seca + ESi Qda. Nuarque) - (ETsup + ESs + Es)$$

$$V \text{ Pot} = (19'146'646.970 + 314'035.488 + 7.663'248.000) - (13'445'404.610 + 11'634'261.120 + 217'973.678)$$

$$V \text{ Pot} = 27.123'930.046 \text{ l/año} - 25'297'639.410 \text{ l/año} = 1'826.291.048 \text{ l/año}$$

Obteniendo, como se puede observar al año, actualmente un balance hídrico positivo (oferta hídrica) de 1'826.291.048 l/año que equivale a 57.91 l/s.

El caudal de la Quebrada Seca está totalmente copado, por lo tanto el caudal obtenido como disponible en agua superficial corresponde a aguas de la Quebrada La Nuarque que no son aguas de muy buena calidad, sino que por el contrario requieren tratamiento para su consumo.

## 6. RELACIÓN OFERTA - DEMANDA

La relación entre la oferta y la demanda se realizará teniendo en cuenta dos escenarios actual y futuro:

### 6.1 Escenario actual

La relación oferta-demanda, permite determinar el estado actual de la disponibilidad real del recurso hídrico en el AID, ver Tabla 8, en otras palabras, permite identificar para el caso de este estudio si la población que actualmente habita la zona tiene total disponibilidad del recurso, teniendo en cuenta una oferta de caudal en un escenario estricto como es el mes mas seco. Para realizar este cálculo se tendrá en cuenta la demanda actual fuera del AID, que corresponde a la población del corregimiento de Llanadas y La Vereda de Piñones que es de 3.65 l/s.

Municipio de Olaya	Demanda actual fuera del AID (l/s)	Demanda actual en el AID (l/s)	Demanda total	Oferta CMM (l/s)	Caudal remanente (30%) (l/s)	Caudal disponible (l/s)	Oferta - Demanda (l/s)
55.67 de							
	3.65	50.72	54.37	243+10	243	142.96	88.59

**Tabla 8.**  
*Relación oferta - demanda en el escenario actual*

Sin discriminar los aportes de caudales de las quebradas La Seca y La Nuarque Se nota que la oferta hídrica del CMM está en la capacidad de abastecer la demanda actual del AID, lo anterior si se construyera un acueducto tomando el Agua del caudal de La Nuarque con el fin de abastecer el déficit el sector de La Vereda Quebrada Seca, ya que es el más poblado; existen

proyectos de parcelación, los cuales tienen como limitante el desabastecimiento de agua. Los distritos de riego son los que consumen el mayor porcentaje del caudal de la Nuarque, lo cual representa aproximadamente el 24.24% del consumo total de agua del AID. La diferencia entre oferta y demanda de 88.59 l/s son aportados solo por la Nuarque, como se mencionó anteriormente La quebrada La Seca no tiene remanente de agua.

## 6.2 Escenario futuro

La demanda futura se estima para un escenario a 10 años en donde se prevé una ocupación del 100%, de acuerdo con las proyecciones del EOT complementadas por los estudios para la apertura del Túnel de Occidente, dentro de la zona de estudio con un promedio de 4 personas por unidad familiar. A dicha demanda se le suma la demanda actual de los distritos de riego, la demanda por cría de ganado de ceba, la demanda actual fuera de la zona de estudio y la de la población flotante. Finalmente se hizo un contraste entre la oferta y la demanda estimada y se obtuvieron los siguientes resultados, ver Tabla 9.

**Tabla 9.**  
*Relación oferta - demanda en el escenario futuro 2016*

Municipio de Olaya	Demanda estimada fuera de la zona de estudio (l/s)	Demanda estimada en la zona de estudio (l/s)	Demanda estimada total (l/s)	Oferta CMM (l/s)	Caudal remanente (30% de 243 en l/s)	Caudal disponible (l/s)	Oferta - Demanda (l/s)
	4.35	65.51	69.86	243+10	55.67 de 243	117.47	47.61

En el escenario actual y futuro del sector de Quebrada Seca (Zona de estudio) presenta y presentará graves problemas para el abastecimiento del recurso, como ya se dijo anteriormente en la actualidad el caudal se está utilizando en su totalidad, la demanda es mayor que la oferta del caudal disponible. De esta manera el agua se vuelve una importante limitante para la construcción desordenada y desmesurada en este sector. Las cantidades que se manejaron para hacer los cálculos con relación al CMM fueron 253 l/s que equivale al 96% para La Quebrada La Nuarque y un 4% o sea 10 l/s. para La Quebrada La Seca, la cual tiene una población actual de 492 habitantes.

La relación oferta-demanda de 47.61 l/s es positiva para la zona de estudio (pero se debe tener en cuenta que la quebrada Seca ya está copada en su caudal total), por lo tanto este caudal disponible corresponde a la quebrada la Nuarque y con él se podría abastecer una población de 23.505 personas consumiendo 175 l/d, siempre y cuando no se entreguen concesiones a nuevos distritos de riego o para otras actividades que demanden gran consumo de agua e igualmente efectuando un tratamiento adecuado a las aguas previo a su consumo.

## 7. CONCLUSIONES

Después de reconocer el área, efectuar las encuestas a la población y analizar la información obtenida se llega a las siguientes conclusiones:

- El área estudiada presentará cambios en los usos del suelo en los próximos años, debido a la presión por desarrollo e infraestructura turística, esto generará una mayor demanda del recurso hídrico y mayor contaminación del mismo.
- El área posee dos cuencas de interés por aporte hidrológico: la quebrada Seca al norte; y la quebrada La Nuarque al sur. La extensión es de 1367 hectáreas.
- La población permanente del área se localiza al norte en la vereda Quebrada Seca

(actualmente 492 habitantes y para el año 2016 se proyecta una población de 1350) y la población flotante predomina hacia el centro del área: sector La Florida (actualmente 1100 habitantes en temporada alta de turismo, con una proyección de 5100 para el año 2016).

La relación oferta-demanda de 47.61 l/s es positiva para la zona de estudio (pero se debe tener en cuenta que la quebrada Seca ya está copada en su caudal total), por lo tanto el caudal disponible corresponde a la quebrada la Nuarque y podría abastecer una población de 23.505 personas consumiendo 175 l/día, siempre y cuando no se entreguen concesiones a nuevos distritos de riego o para otras actividades que demanden gran consumo de agua, pero se requiere un tratamiento adecuado a las aguas previo a su consumo.

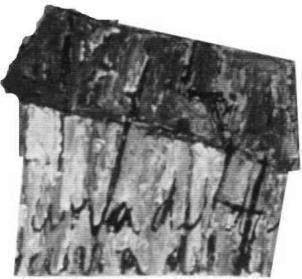
Para la quebrada la Seca con caudal de estiaje de 9.985 l/s, se otorgó más del caudal concesionable, conservando solo el 10% como caudal ecológico por la autoridad ambiental. En la quebrada La Nuarque el caudal de estiaje de 243 l/s, aún se tiene caudal disponible y se recomienda conservar de ella un total de 69.86 l/s para atender la población proyectada para el año 2016 y otros usos del recurso hídrico.

Las terrazas aluviales constituyen la unidad geológica y geomorfológica de mayor interés para el desarrollo turístico, debido a su topografía plana, capacidad portante, estabilidad geotécnica y la localización en una región de interés turístico. En ellas se dispone de área para desarrollo turístico tanto al norte como al sur del sector La Florida.

En el área de estudio se presenta desperdicio del recurso hídrico así: en la quebrada Seca por riego en “aneguío” de cultivos. En la quebrada La Nuarque al centro y sur del área por escapes, infiltraciones y erosión en acequias en tierra.

Existe una gran contradicción para la población permanente, vereda Quebrada Seca: en épocas de temporada turística alta hay escasez del recurso hídrico, pero se generan puestos de empleo; mientras que cuando no hay turismo hay mayor recurso hídrico disponible, pero el empleo es escaso.

La cuenca de la quebrada Seca se presenta conflictos por uso del recurso hídrico entre consumo humano y uso agrícola para riego por aneguío; sus aguas presentan contaminación por presencia de carbonatos. En la quebrada la Nuarque se presentan escapes de agua de las acequias en tierra y se observa captación de mayores caudales de agua, respecto a lo concesionado; presenta contaminación por descarga de aguas residuales domésticas (Corregimiento Llanadas y veredas Horizontes y Piñones) y por contaminantes químicos de pesticidas y abonos en distritos de riego.



## 8. RECOMENDACIONES

Es importante tener en cuenta las siguientes recomendaciones para el área.

### 8.1 Para la administración y conservación del recurso hídrico

- Hacer respetar las franjas de protección de cuerpos de agua de 30 m respecto a los cauces y 100 m a la redonda de zonas de nacimiento.
- El Municipio y la Autoridad Ambiental deben emprender campañas para uso eficiente y ahorro del agua, concientizando a los consumidores.
- El Municipio y la Autoridad Ambiental deben trabajar “en equipo” para la administración del recurso hídrico, cada licencia de construcción debe estar respaldada por su respectiva concesión de agua y viceversa.
- Verificación de concesiones de agua y caudales captados, para evitar excesos en las captaciones.
- Hacer respetar los módulos de consumo y prioridades definidas por la autoridad ambiental

para el uso del recurso hídrico.

- Se recomienda reglamentar la Quebrada Seca, dado que su caudal disponible quedó agotado con las concesiones otorgadas, preservando solo el 10% como caudal ecológico, sus aguas solo deben destinarse a consumo humano de la población permanente, dada su escasez.
- Es conveniente cambiar el sistema de acequias en tierra por otro tipo de conducción recubierta en concreto o por medio de tubería para evitar escapes y riesgo de procesos erosivos.
- En la vereda Quebrada Seca no es factible desarrollo turístico en función de la oferta hídrica, dado que no hay agua disponible y la densidad de viviendas se ha hecho relativamente alta.
- Las aguas de la quebrada La Nuarque, la única con caudales disponibles en el área, requieren tratamiento de potabilización, previo a su distribución para consumo.
- Se recomienda estudios detallados de evaluación del potencial hídrico subterráneo, el cual puede ser un aporte importante en el futuro para el desarrollo turístico.

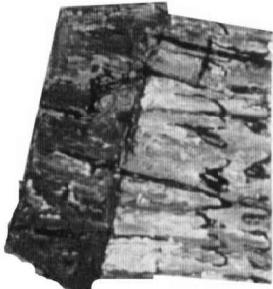
## 8.2 Para el ordenamiento ambiental del territorio

El ordenamiento es una labor difícil que involucra problemática social y desarrollo turístico en el área, lo mismo que distribución y manejo adecuado de los usos del suelo, por tanto lleva implícito el EOT (Esquema de Ordenamiento Territorial municipal) actualmente en revisión, de esta forma dicha gestión está a cargo de la administración municipal como autoridad competente. Se recomiendan los siguientes lineamientos.

- Estricto control de las licencias de construcción en el área, con el fin de prevenir y controlar el desarrollo de urbanizaciones o proyectos turísticos o inclusive viviendas de tipo ilegal.
- El tema densidad de vivienda debe ser evaluado en detalle en el EOT, se propone una densidad de 1600 m<sup>2</sup> por vivienda. El Municipio (Planeación Municipal) debe ejercer control sobre los proyectos turísticos en el área, para evitar sobre-ocupación del territorio.
- El EOT debe reglamentar y detallar los usos del suelo en el área: cuales sectores son permisibles para desarrollo turístico y habitacional, cuales son áreas destinadas a conservación ambiental, que áreas se conservan como patrimonio histórico y que áreas se destinan a otros usos como ganadería y cultivos.

## 8.3 Lineamientos ambientales para el desarrollo turístico del área

El desarrollo turístico demanda el consumo de recursos naturales como agua y suelo, su uso adecuado tiene una reglamentación jurídico-legal, a cargo de las autoridades competentes: municipales y la autoridad ambiental. Por lo tanto se recomienda a los constructores de proyectos turísticos y usuarios de los mismos, las siguientes medidas.



- Antes de ejecutar el proyecto turístico contar con la licencia de construcción respectiva de Planeación Municipal, la licencia ambiental y la concesión de aguas de Corantioquia. Igualmente se debe verificar en el EOT municipal los usos del suelo recomendados para el área a construir.
- La construcción de proyectos turísticos debe cumplir con la densidad de vivienda reglamentada por el EOT en cuanto a área mínima, evitando problemas futuros con la autoridad municipal. No obstante el EOT actualmente está en revisión por parte del municipio y este es uno de los puntos a reevaluar. Igualmente para este efecto aplica el Decreto 097 de 2006, expedido por el Ministerio de Ambiente MAVDT, que trata sobre las licencias de construcción previo al desarrollo de un proyecto.
- Los proyectos turísticos deben contar con la concesión de agua respectiva, la cual debe

ajustarse a la población proyectada que tendrá el uso para consumo humano y otros usos que se requieran como el recreativo o el riego de zonas verdes y zonas de protección vegetal; por lo tanto se debe tener garantía de que se cuenta con dicho recurso antes de proceder con la construcción del proyecto.

Los usuarios que piensen comprar viviendas, cabañas, parcelaciones, condominios, acciones o lotes en proyectos turísticos deben asegurarse que el proyecto cuente con licencia de construcción, licencia ambiental y concesión de agua con el caudal apropiado para el número de habitantes o usuarios del proyecto. De lo contrario se corre el riesgo de perder la inversión realizada.

Los usuarios deben solicitar que el proyecto tenga implementado o implemente un programa de manejo eficiente y ahorro del agua, así como un manejo adecuado de residuos sólidos y que se protejan los recursos naturales del área.

La unidad geológica y geomorfológica de terrazas aluviales, identificada con el número XIX en el mapa de unidades geomorfológicas, es la más importante desde el punto de vista del desarrollo turístico, por poseer buena estabilidad geotécnica para la construcción de proyectos habitacionales y recreativos. El EOT municipal como herramienta de reglamentación, planificación y desarrollo municipal, debe reglamentar el uso de dichas terrazas y la densidad de construcción respectiva. La Autoridad Ambiental tiene una función importante en cuanto a este desarrollo, que es la administración del recurso hídrico: solo se debe otorgar concesión de agua a proyectos que dispongan de licencia de construcción otorgada por Planeación Municipal o su equivalente, todo ello acorde con las normas del EOT.



## 9. BIBLIOGRÁFIA

CORANTIOQUIA. 2001. Plan de Gestión Ambiental Regional 1998 – 2006. Medellín. 258 P.

Gobernación de Antioquia – Convenio con la Universidad Nacional. 2006. Plan Director para la Ordenación Territorial del área de influencia de la conexión vial Valle de Aburrá y río Cauca en la región del Occidente Antioqueño PDOT. Medellín.

Gutiérrez, A.L. y Muriel, R.D. 2004. Gestión Ambiental y Planeación Urbana. Estudio de caso en el occidente de Antioquia. Medellín. 262 P.

INCODER. 2004. Inventario de los distritos de riego en Antioquia. Medellín.

INTEGRAL S.A. 1995. Estudio de Impacto Ambiental. Conexión vial Aburrá – Cauca. Medellín.

MUNICIPIO DE OLAYA. EOT. 1999

UdeA- CORANTIOQUIA. 1999. Inventario hídrico territorial Hevécicos. Medellín.

UNAL-CORANTIOQUIA. 2001. Replicación de la cuenta del agua en municipios del occidente antioqueño (Santa Fé de Antioquia, San Jerónimo, Sopetrán, Olaya, Ebéjico). Medellín: Convenio Universidad Nacional de Colombia – Corporación Autónoma Regional del Centro de Antioquia. 84 P.

UNAL-CORANTIOQUIA. 2004. Evaluación del potencial acuífero en los municipios de Santa Fé de Antioquia, San Jerónimo, Sopetrán, Olaya y Liborina. Medellín: Convenio Universidad Nacional de Colombia (Instituto del Agua) – Corporación Autónoma Regional del Centro de Antioquia. 220 P.

CORANTIOQUIA. 2002. Experiencias en el Ordenamiento Ambiental del Territorio. Fundamentos y conceptualización de los Planes de Ordenamiento Ambiental Municipal. Medellín: Multiimpresos, 222 P.

—. 2003. "Diseño de la metodología para la formulación de los planes integrales de ordenamiento y manejo de microcuencas PIOM". Primera edición. Medellín, 3 CD.

\_\_\_\_\_. 2006, Un Modelo para la Administración de la Demanda del Recurso Hídrico Superficial en la Jurisdicción de Corantioquia, (SGDH – Duberdicus). Primera edición. Medellín 76 P. (en preparación).

\_\_\_\_\_. 2003. Demanda y usos del agua, índices de consumo y planes de acción para la implementación de la ley 373 de 1.997 en la jurisdicción de Corantioquia. Primera edición. Medellín, 41 P.

Gómez M., M. L. y Eusse M., R. 2000. Lineamientos para el ordenamiento ambiental del territorio de la cuenca de la quebrada la Mosca, Municipio de Guarne, Departamento de Antioquia. Monografía Posgrado en Gestión Ambiental, Facultad de Ingeniería, Universidad de Antioquia, Medellín, 226 P.

Martínez, J. A. y Ruiz, J. A. 2000. Algunos elementos de gestión ambiental para el aprovechamiento del agua en una cuenca. Monografía para optar al título de especialistas en gestión ambiental. Posgrado en Gestión Ambiental, Facultad de Ingeniería, Universidad de Antioquia, Medellín, 226 P.

