

**METODOLOGIAS DE BALANCE HIDRICO EN EL PARQUE NACIONAL NATURAL  
FARALLONES**  
Documento Preliminar

Presentado por:

**MARÍA JULIANA CERÓN BUSTAMANTE**

**UNIDAD ADMINISTRATIVA ESPECIAL DEL SISTEMA DE PARQUES NACIONALES NATURALES  
TERRITORIAL SUROCCIDENTE  
PARQUE NACIONAL NATURAL FARALLONES**

Santiago de Cali, Septiembre de 2003

## **PRESENTACIÓN**

Este documento se presenta como resultado parcial del contrato de consultoría del proyecto parques del pacífico

Con él se pretende aportar metodologías para el modelo hidrico que se realiza actualmente para el Parque Nacional Natural Farallones. Las metodologías mostradas a continuación son resultado de una revisión bibliográfica en diferentes instituciones que tienen que ver con el tema del agua.

## CONTENIDO

|          |                                                                                                                                        |           |
|----------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------|
| <b>1</b> | <b><u>ANTECEDENTES</u></b>                                                                                                             | <b>5</b>  |
| <b>2</b> | <b><u>MODELO HIDRICO</u></b>                                                                                                           | <b>6</b>  |
| <b>3</b> | <b><u>METODOLOGIA DEL ANALISIS HIDROLOGICO</u></b>                                                                                     | <b>7</b>  |
| 3.1      | <u>PARAMETROS QUE DEFINEN EL CONTORNO BIOFÍSICO DE LA CUENCA</u>                                                                       | 7         |
| <b>4</b> | <b><u>MORFOMETRIA DE LA CUENCA</u></b>                                                                                                 | <b>7</b>  |
| 4.1      | <u>CARACTERISTICAS FISICAS DE LAS CUENCAS</u>                                                                                          | 7         |
| 4.2      | <u>FACTORES DE FORMA</u>                                                                                                               | 8         |
| 4.3      | <u>FACTOR RED HIDROGRÁFICA</u>                                                                                                         | 12        |
| <b>5</b> | <b><u>FACTOR LITOLOGIA Y SUELOS</u></b>                                                                                                | <b>14</b> |
| <b>6</b> | <b><u>FACTOR CLIMATICO</u></b>                                                                                                         | <b>15</b> |
| 6.1      | <u>ANÁLISIS CLIMÁTICO</u>                                                                                                              | 15        |
| 6.2      | <u>CLIMA</u>                                                                                                                           | 15        |
| 6.3      | <u>CLASIFICACION DE LA INFORMACION HIDROMETEOROLOGICA</u>                                                                              | 16        |
| 6.4      | <u>METODO DE LOS POLIGONOS DE THIESSEN</u>                                                                                             | 16        |
| 6.5      | <u>CLASIFICACION CLIMATICA</u>                                                                                                         | 17        |
| 6.6      | <u>CLASIFICACION CLIMATICA SEGÚN THORNTHWAITE</u>                                                                                      | 17        |
| 6.7      | <u>DETERMINACION DE LA CAPACIDAD DE ALMACENAMIENTO DEL AGUA EN EL SUELO</u>                                                            | 20        |
| 6.8      | <u>BALANCE HIDRICO CLIMATICO</u>                                                                                                       | 20        |
|          | <u>MEDIANTE LOS ÍNDICES DE HUMEDAD SE ESTABLECEN NUEVE TIPOS CLIMÁTICOS MAYORES CUYO FACTOR ADIMENSIONAL OSCILA ENTRE -60 Y + 100.</u> | 22        |
| <b>7</b> | <b><u>BALANCE HIDROLOGICO</u></b>                                                                                                      | <b>23</b> |
| 7.1      | <u>PROCESOS RELACIONADOS CON EL AGUA QUE INGRESA A LA CUENCA</u>                                                                       | 23        |
| 7.1.1    | <u>EL AGUA EN EL SUELO</u>                                                                                                             | 23        |
| 7.1.1.1  | <u>INFILTRACION</u>                                                                                                                    | 23        |
| 7.1.1.2  | <u>PERCOLACION</u>                                                                                                                     | 24        |
| 7.1.1.3  | <u>EVAPORACION</u>                                                                                                                     | 24        |
| 7.1.1.4  | <u>ESCORRENTIA</u>                                                                                                                     | 25        |
| 7.2      | <u>EL AGUA Y LA COBERTURA VEGETAL</u>                                                                                                  | 27        |
| 7.2.1    | <u>INTERCEPTACION</u>                                                                                                                  | 28        |

|       |                                                                            |    |
|-------|----------------------------------------------------------------------------|----|
| 7.2.2 | TRANSPIRACION                                                              | 28 |
| 7.2.3 | EL APOTRANSPIRACION                                                        | 30 |
| 7.3   | OFERTA HIDRICA                                                             | 30 |
| 7.3.1 | BALANCE HIDRICO                                                            | 31 |
| 8     | <b>FACTOR VEGETACION NATURAL Y CULTIVOS EN LA SIMULACION DE ESCENARIOS</b> | 32 |
| 9     | <b>BIBIOGRAFIA</b>                                                         | 34 |

## INDICE DE TABLAS

|                                                                                        |    |
|----------------------------------------------------------------------------------------|----|
| TABLA 1. PORCENTAJE MENSUAL DE HORAS DE LUZ                                            | 19 |
| TABLA 2. NUMERO DE DIAS POR MES                                                        | 19 |
| TABLA 3. EJEMPO DE BALANCE HIDROCLIMATICO                                              | 21 |
| TABLA 4. FACTOR DE HUMEDAD PARA DEFINIR LOS TIPOS PRINCIPALES DE CLIMA SEGUN THORNWITE | 22 |
| TABLA 5. VALORES DE KC PARA COBERTURAS NO COMERCIALES                                  | 33 |

## INDICE DE FIGURAS

|                                         |    |
|-----------------------------------------|----|
| Figura 1. MODELO HIDRICO PNN FARALLONES | 6  |
| Figura 2. MODELO SEGUN THORNTHWAITE     | 18 |

# **METODOLOGIAS PARA EL MODELO HIDRICO DEL PARQUE NACIONAL NATURAL FARALLONES**

## **1 ANTECEDENTES**

El parque farallones ha venido trabajando en propuesta de un modelo que determine la oferta y la demanda hídrica de las cuencas que tienen su nacimiento en el área protegida.

Este modelo, tiene como su principal objetivo introducir la cobertura vegetal como variable principal en el balance hídrico para demostrar de esta manera que las acciones de manejo encaminadas a conservar los recursos naturales, seguirán proporcionando agua a las ciudades que se abastecen de esta agua.

## 2 MODELO HIDRICO

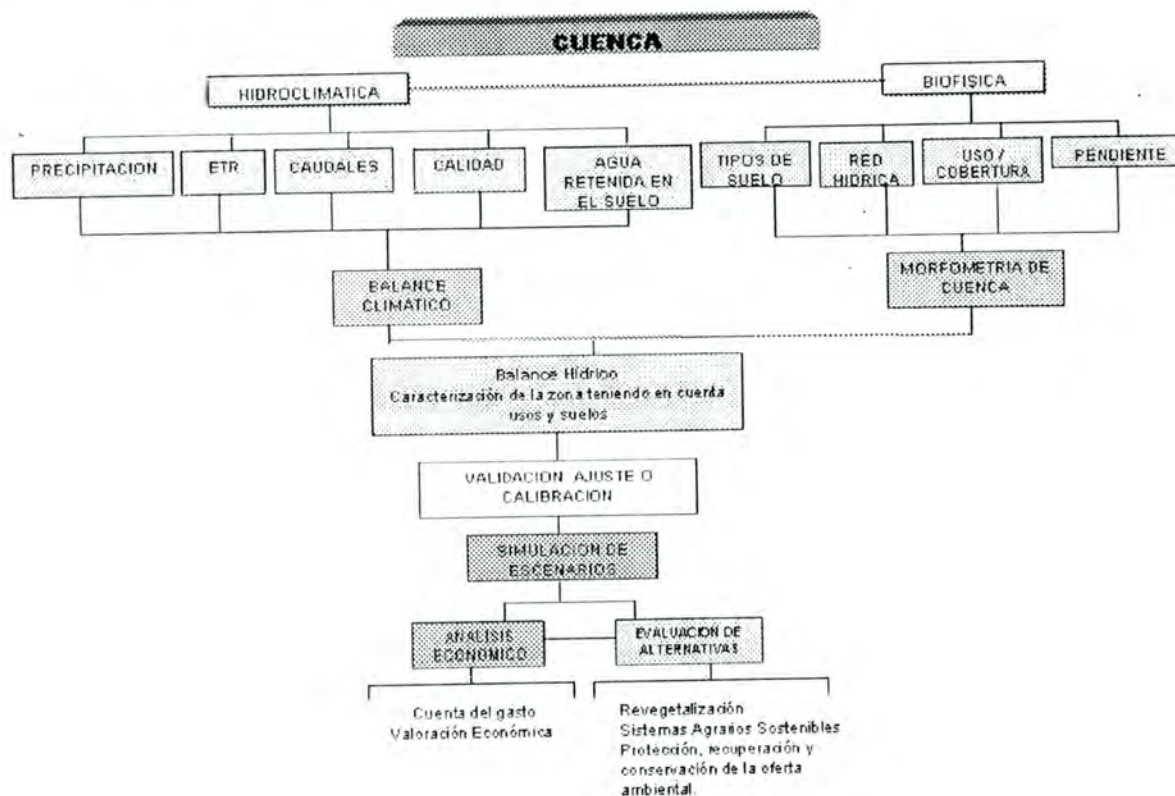


FIGURA 1. MODELO HIDRICO PNN FARALLONES

Para el presente documento se tratará los temas hidroclimáticos y biofísicos del modelo, precisando se llegará hasta la metodología del estudio morfométrico y la metodología del balance climático de las cuencas hidrográficas.

### **3 METODOLOGIA DEL ANALISIS HIDROLOGICO**

#### **3.1 PARAMETROS QUE DEFINEN EL CONTORNO BIOFÍSICO DE LA CUENCA**

Se define la cuenca hidrográfica vertiente o cuenca de drenaje de un río, en una sección dada de su curso, como la superficie limitada por contorno a partir de cual la precipitación caída se dirige hacia esa sección. Se admite para la mayoría de los casos, que la cuenca vertiente coincide con la cuenca topográfica.

Al estudiar el complejo físico de una cuenca vertiente se deben considerar los siguientes factores:

- **Factor topográfico:** define la morfología de la cuenca
- **Factor litológico y suelos:** define la litología, litofacies y la erosionabilidad del suelo
- **Factor vegetación natural y cultivos:** define la utilización de la tierra
- **Factor clima e hidrología:** define el clima local, el fenómeno torrencial, el caudal líquido y el sólido, el estado y tipo de erosión hídrica de la cuenca.

### **4 MORFOMETRIA DE LA CUENCA**

#### **4.1 CARACTERISTICAS FISICAS DE LAS CUENCAS**

En los análisis hidrológicos de las cuencas, las características morfométricas y fisiográficas de las mismas, juegan un papel muy importante en la síntesis de los hidrogramas de escurrimiento. A continuación se presentan las características más importantes:

**Area de drenaje (A)** de la microcuenca corresponde a la superficie delimitada por la divisoria de aguas integrando áreas parciales entre curvas de nivel sucesivas sobre el mismo río. Es un parámetro importante y debe calcularse con la mayor aproximación posible, está dada en Ha ó Km<sup>2</sup>.

$$A = \int_{(A)} dA$$

**La longitud (L)** de un cauce, se determina primero la corriente principal desde el nacimiento del río hasta el sitio de descarga y luego se abscisa de tal modo que la longitud total medida represente de la mejor manera posible el desarrollo lineal de la corriente con sus irregularidades y curvas, esta medida es dada en Km.

## 4.2 FACTORES DE FORMA

Existen varios “**índices**” y “**factores de forma**” que tratan de representar de una manera cuantitativa la geometría de la cuenca. En general, una cuenca tiene la forma de una hoja que puede ser alargada, redondeada o irregular; esta forma está relacionada con las facilidades de drenaje superficial de la cuenca y, por lo tanto, con la rapidez con la cual los caudales generados por las lluvias alcanzan el punto de salida de la corriente de drenaje.

Los siguientes son los factores de forma e índices más utilizados:

- Curva hipsográfica de la cuenca
- Factor de forma
- Relación ancho / longitud
- Índice de compacidad
- Densidad de drenaje
- Orden de las corrientes
- Pendiente del cauce principal
- Pendiente media de la cuenca

- Elevación media de la cuenca
- Caudal de alimentación
- Frecuencia de drenaje

En los estudios de Ordenación de Cuencas de alta montaña, se consideran como factores de relieve la curva hipsográfica, la pendiente media y la elevación media.

**Curva hipsográfica de la cuenca:** Representa gráficamente el perfil de la misma, ya que constituye un gráfico en el que las ordenadas se llevan las distintas cotas de la cuenca a partir de la más baja y siguiendo un intervalo definido, hasta la cota superior y las abscisas representan la superficie de la cuenca en proyección horizontal que corresponde a dichas cotas.

**Índice de compacidad (Gravelius  $K_c$ ):** es la relación entre el perímetro ( $P$ ) de la cuenca y el perímetro ( $P_0$ ) de un círculo de área  $A$ , igual al área de la cuenca; en cuencas alargadas o irregulares el índice es mayor a 1.

$$K_c = 0.282 \frac{P}{\sqrt{A}}$$

Donde:

$K_c$  = Índice de Compacidad ó de Gravelius

$A$  = Área de la cuenca en  $\text{Km}^2$

$P$  = Perímetro de la cuenca en Km.

La aplicación que se ha hecho del índice de compacidad a varias cuencas del país ha permitido realizar la siguiente clasificación:

$K_c$  1: De 1.00 a 1.25: Corresponde a cuencas de forma casi redonda a ovalado- redonda.

$K_c$  2: De 1.25 a 1.50: Corresponde a cuencas de forma ovalo- redonda a ovalo- oblonga

Kc 3: De 1.50 a 1.75: Corresponde a cuencas de forma ovalo- oblonga a rectangular- oblonga

Para calcular la relación **ancho / longitud** se determina primero el ancho de la cuenca, W:

$$W = \frac{A}{L}$$

Siendo A, el área de la cuenca y L, la longitud

La relación W/L es el factor de forma; en cuencas alargadas, el factor es menor que 1.

**Pendiente media de la cuenca (S<sub>2</sub>)**, se expresa por la siguiente relación:

$$S_2 = \frac{\sum l_i \times z_i}{A}$$

Donde:

S<sub>2</sub>: Pendiente media de la cuenca en m/Km.

l<sub>i</sub>: Longitud entre curvas de nivel en m

z<sub>i</sub>: Caida entre curvas de nivel en m

A: Area total de la cuenca en Km<sup>2</sup>

**Elevación media de la cuenca (Hm)**, se determina a partir de la curva hipsométrica. La curva representa la distribución de zonas altas, medias y bajas en la cuenca y usualmente se emplea en conjunto con los registros pluviométricos para sectorizar zonas de diferentes intensidades y volúmenes de lluvia y para estimar la relación elevación vs. pluviosidad de la cuenca.

La elevación media de la cuenca corresponde a la cota fijada por la altura del rectángulo que tiene la misma base y la misma área que la curva hipsométrica.

$$H_m = \frac{\sum H_i (\Delta A)_i}{A}$$

**Dónde:**

- H<sub>m</sub> = La elevación media de la cuenca en metros
- H<sub>i</sub> = Altura de las curvas de nivel
- A<sub>i</sub> = Área de la superficie comprendida entre las curvas de nivel Km<sup>2</sup>
- A = Área total de la cuenca en Km<sup>2</sup>

En relación con la elevación media se ha establecido las siguientes posiciones altitudinales:

- Cuencas de alta montaña: elevación media superior a 1.300 m.s.n.m
- Cuencas de media montaña: elevación media de 600 a 1.300 m.s.n.m
- Cuencas de baja montaña: elevación media inferior a 600 m.s.n.m

Factor de relieve de la cuenca (S<sub>H</sub>), representa la variación de alturas en la cuenca y se define de acuerdo con la siguiente ecuación:

$$S_H = \frac{H^2}{A}$$

**Donde:**

S<sub>H</sub>: Factor de relieve

H: Caída total

A: Area

### 4.3 FACTOR RED HIDROGRÁFICA

Es la que se forma por el drenaje natural, permanente o temporal, por el que fluyen las aguas de los escurrimientos superficiales, hipodérmicos y subterráneos, como parámetros importantes de la red hidrográfica se consideran los siguientes:

**Densidad de drenaje (Dd)** es la relación entre la longitud total (L) de los cursos de agua y su área total (A):

$$Dd = \frac{(\sum Lt)}{A}$$

Dónde:

- Dd = Densidad de Drenaje en Km. / Km<sup>2</sup>
- A = Área de la superficie de la cuenca en Km<sup>2</sup>
- $\sum Lt$  = Longitud total de las corrientes, en Km.

**Orden de las corrientes** refleja el grado de bifurcación o ramificación de los mismos dentro de una hoya. Las corrientes de primer orden son los pequeños canales que no tienen tributarios. Las corrientes de segundo orden se forman al unir dos corrientes de primer orden, las corrientes de tercer orden, son la unión de dos corrientes de segundo orden y así sucesivamente.

Para determinar la **pendiente del cauce**, se toma el perfil del río determinando los tramos de pendiente alta, media y baja y luego se asigna a cada tramo una pendiente media. Para determinar la pendiente media para toda la longitud del río entre su nacimiento y la estación de registro, lo más conveniente es dividir la longitud del río en tramos iguales y aplicar la fórmula de Taylor:

$$S = \left( \frac{n}{\sum \left( \frac{1}{\sqrt{s_i}} \right)} \right)^2$$

Donde:

S : Pendiente media del río

$s_i$  : Pendiente en el tramo "i", con  $i = 1$  hasta  $n$

**Caudal de alimentación:** es el inverso de la red de drenaje, la ecuación es:

$$C = \frac{I}{Dd}$$

**Frecuencia de drenaje:** es el número de cursos de agua o corriente por unidad de área es decir:

$$Fd = \frac{\sum Nu}{S}$$

Donde:

$Nu$ : es el número total de cursos de agua de todo orden que existe en la cuenca

$S$ : es la superficie de la cuenca

**Tiempo de concentración ( $t_c$ ),** es un valor importante en el estudio de crecientes, se considera como una constante de la cuenca y depende de las características fisiográficas de cobertura vegetal y de uso de la tierra. el tiempo de concentración se define como el tiempo de viaje del agua que cae como lluvia en el sitio más alejado de la cuenca con relación al punto de salida de la corriente. es decir cuando toda la hoya está aportando al caudal, dado en minutos u horas.

Para calcularlo existen diversas fórmulas, las más utilizadas son las siguientes:

GIANDOTTI

$$Tc = 0.0078(3.28 \times L^{0.77}) \times S^{0.385}$$

KIRPICH

$$Tc = 0.02 \times L^{0.75} \times S^{-0.4}$$

Dónde:

L = Longitud del cauce en m

S = Pendiente del cauce (%)

Tc = Minutos

## 5 FACTOR LITOLOGIA Y SUELOS

La estructura litológica es uno de los factores de mayor importancia para efectos de la caracterización física de las cuencas. Se consideran dentro del material parental las rocas duras, rocas blandas, depósitos antiguos y depósitos recientes. De esta manera el factor geológico del conjunto de la cuenca se obtiene mediante una media ponderada, asignando a cada zona de la cuenca de igual composición geológica su índice correspondiente de resistencia a la erosión.

## 6 FACTOR CLIMATICO

### 6.1 ANALISIS CLIMATICO

Con el fin de caracterizar el comportamiento climatológico de una cuenca, y el área de influencia, se analizan a continuación los principales factores y elementos que determinan el clima general de la región, así como también se interpreta el análisis de la interrelación y los efectos de la temperatura local en los cambios climáticos. Esta parte estudia la temperatura del aire, brillo solar u horas de sol, precipitación, la presencia de nubosidad, la humedad relativa del aire, la evaporación de agua a libre exposición, la evapotranspiración potencial, el balance hídrico regional, determinación de los excesos y déficits de agua y finalmente se determina la clasificación hidroclimática de la cuenca y se presenta la síntesis del régimen climático, aspectos que en su conjunto constituyen el alcance del objetivo general y los objetivos específicos del ejercicio.

### 6.2 CLIMA

Se define por las estadísticas a largo plazo de los caracteres que describen el tiempo de una localidad, como la temperatura, la humedad, el viento, la precipitación, entre otros. Siendo el tiempo el estado de la atmósfera en un lugar y momento determinado.

El clima determina en alto grado el tipo de suelo y la vegetación e influye, por lo tanto, en la utilización de la tierra (Seamann), y algunas de sus utilidades son:

- Elemento caracterizador de la Fisiografía y la zonificación ecológica, (como resultado de la clasificación climática).
- Define algunas potencialidades de la región:
  - Hidrológicas
  - Fitogeográficas
- Caracterizador de los Sistemas de producción.
- Elemento fundamental para la valoración de algunas amenazas naturales.

### **6.3 CLASIFICACION DE LA INFORMACION HIDROMETEOROLOGICA**

La información climatológica utilizada en el cálculo del balance hidroclimático fue obtenida a través de los archivos históricos existentes en la Corporación Autónoma Regional del Valle del Cauca (CÁRC) y la Empresa de Energía del Pacífico (EPSA), la cual está clasificada de la siguiente manera:

Las estaciones seleccionadas para el cálculo fueron de las siguientes categorías:

- Estaciones Climatológicas Ordinarias (CO)
- Estaciones pluviométricas (PM)
- Estaciones pluviográficas (PG)
- Estaciones Imnométricas (LM)
- Estaciones Limnográficas (LG)

Los datos obtenidos de las estaciones antes mencionadas necesarios para el ejercicio, deben ser procesados mediante arreglos aritméticos y métodos estadísticos para la homogenización de series y la estimación de datos faltantes por el método de la correlación y regresión lineal.

### **6.4 METODO DE LOS POLIGONOS DE THIESSEN**

Esta metodología tiene como objetivo la representación gráfica por medio de un mapa la ubicación de la red pluviométrica, en donde cada instrumento ha registrado la cantidad de lluvia de una tormenta o de un tiempo establecido. Las estaciones allí determinadas se unen entre sí por triangulación y luego, levantándose perpendicularmente (mediatrices) en el punto medio de los catetos de cada triángulo, obtenemos los llamados polígonos de Thiessen, que encierran el área de influencia hidrológica para cada estación.

Después por medio de un planímetro calculamos el área de cada polígono que está dentro de la cuenca; luego se halla el porcentaje del área de cada uno con relación al área total de la cuenca, se

multiplica este porcentaje por la precipitación observada y obtenemos la precipitación ponderada por cada polígono, o sea para cada área de influencia.

Finalmente la precipitación promedia de la cuenca, resulta de la suma de todas las precipitaciones ponderadas.

## **6.5 CLASIFICACION CLIMATICA**

Tiene como fin establecer tipos (conjuntos homogéneos de condiciones climáticas), para poder definir las regiones según el clima.

Elementos básicos para la clasificación climática:

- Precipitación
- Temperatura
- Precipitación
- Vientos
- Radiación solar
- Presiones

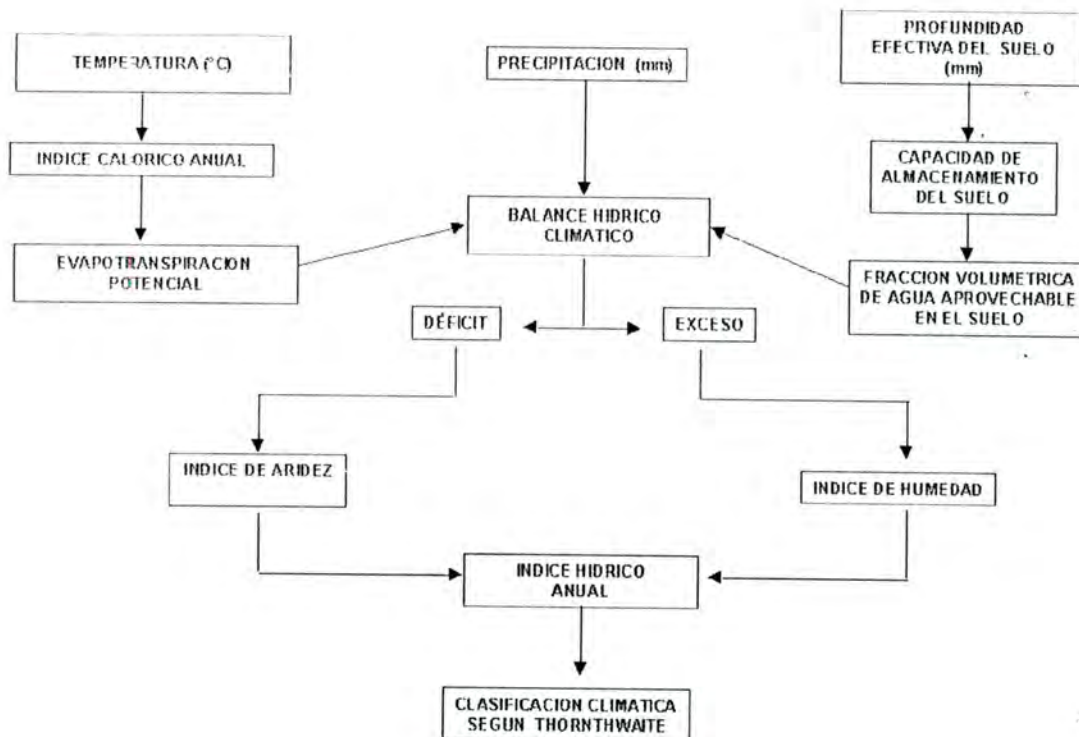
## **6.6 CLASIFICACION CLIMATICA SEGÚN THORNTHWAITE**

La metodología que se explicará a continuación es la que se ha escogido para correr el modelo en lo que tiene que ver con los aspectos climáticos. Esta metodología incluye un nuevo elemento climático: la evapotranspiración (ETP), el cual coloca este sistema por encima de los demás. Las clases de clima que se determinan por este método son de gran utilidad en la descripción de las regiones naturales y en los problemas geográficos con ella vinculados, como la clasificación de los grandes grupos de suelos, la fitogeografía, así como en la evaluación de los recursos hídricos.

Utiliza como base la Evapotranspiración potencial (ETP) y la Precipitación (P). Se definen una serie de índices que sirven para establecer los tipos climáticos:

- Índice de **h**umedad: La precipitación (P) de un mes determinado excede la necesidad de agua, expresada como ETP
- Índice de **a**ridez: La precipitación (P) de un mes determinado, es inferior a la ETP
- Índice **h**ídrico anual: Debido a la heterogeneidad de la precipitación durante los 12 meses del año, y a la influencia desigual de los índices de aridez y humedad se define como:  $Fh = Ih - 0.6Ia$

FIGURA 2. MODELO SEGÚN THORNTHWAITE



La evapotranspiración potencial ETP se calcula a partir de la siguiente expresión:

$$ETP = 0.53(10T/I)^a, \quad \text{donde:}$$

ETP = Evapotranspiración potencial media diaria sin ajustar en mm.

T = Temperatura media mensual (°C)

I = Índice calórico anual, que se obtiene por la suma de los doce (12) índices calóricos mensuales; cada índice mensual (i), esta dado por:

$$i = (t/5)^{1.514}$$

a = Exponente, que va en función de I, dado por :

$$a = (675 \times 10^{-9})I^3 - (771 \times 10^{-7})I^2 + (179 \times 10^{-4})I + 0.492$$

**TABLA 1. PORCENTAJE MENSUAL DE HORAS DE LUZ**

| Latitud<br>norte | Ene  | Feb  | Mar  | Abr  | May  | Jun  | Jul  | Ago  | Sep  | oct  | Nov  | Dic  |
|------------------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|
| 2 a 3.9          | 8.43 | 7.62 | 8.47 | 8.22 | 8.51 | 8.25 | 8.52 | 8.50 | 8.20 | 8.45 | 8.16 | 8.42 |

**TABLA 2. NUMERO DE DÍAS POR MES**

| Ene | Feb | Mar | Abr | May | Jun | Jul | Ago | Sep | oct | Nov | Dic |
|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|
| 31  | 28  | 31  | 30  | 31  | 30  | 31  | 31  | 30  | 31  | 30  | 31  |

Para ajustar el valor obtenido de ETP, es necesario multiplicarlo por un factor dependiente de la latitud y del mes del año, para obtener el valor de la ETP mensual ajustado.

## 6.7 DETERMINACION DE LA CAPACIDAD DE ALMACENAMIENTO DEL AGUA EN EL SUELO

La capacidad de almacenamiento, es la cantidad de agua aprovechable por las plantas que puede almacenar el suelo, y depende principalmente de la textura del suelo y de su profundidad.

Para establecer la condición media de F.V.A.A. (fracción volumétrica de agua aprovechable en el perfil, mm), se tiene en cuenta el promedio ponderado de las características físicas consideradas (textura promedio en la zona y profundidad del suelo promedio).

$$F.V.A.A. = P.S. * f.v.a.a.$$

Donde:

F.V.A.A. = Fracción volumétrica de agua aprovechable en el perfil (mm)

P.S. = Profundidad efectiva del suelo (cm)

f.v.a.a. = Fracción volumétrica de agua aprovechable unitaria (mm/cm)

## 6.8 BALANCE HIDRICO CLIMATICO

Este balance determina las condiciones hídricas promedias de la zona y se utiliza principalmente para la clasificación climática, se emplean los valores medios de la precipitación o la probabilidad de ocurrencia del 50%.

**Pérdida por almacenamiento:**

$$\text{Perd. Almac} = (\text{ETP} - P) \times (\text{Almc. ant.} / \text{Almac. total})$$

**Almacenamiento**

$$\text{Almac} = \text{Almac. anterior} - \text{Pérdida por almac.}$$

**Evapotranspiración real**

(ET) = Precipitación + Pérdida por almac.

**Déficit y excesos**

Déficit = ETP - ET

Excesos = Almac.ant. + P - ETP - Almc.total

(cuando  $P > ETP$  y  $Alm.Ant. + P > ETP + Alm.Total$ )

**Comprobación del balance hídrico**

Para los valores anuales debe cumplir la siguiente relación:  $P + D = ETP + E$

TABLA 3. EJEMPLO DE BALANCE HIDROCLIMATICO

| BALANCE HIDROCLIMATICO                                                                |       |      |       |       |       |       |       |       |       |       |       |      |        |
|---------------------------------------------------------------------------------------|-------|------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|------|--------|
| meses                                                                                 | ENE   | FEB  | MAR   | ABR   | MAY   | JUN   | JUL   | AGO   | SEP   | OCT   | NOV   | DIC  | TOTAL  |
| Precipitación                                                                         | 22.2  | 19.6 | 23.5  | 118.5 | 186.9 | 132.3 | 127.9 | 151.5 | 189.5 | 154.2 | 97.9  | 23.1 | 1247.1 |
| ETP                                                                                   | 112.7 | 16.2 | 124.5 | 113.0 | 113.8 | 110.8 | 121.5 | 116.6 | 107.7 | 105.9 | 102.1 | 99.2 | 1333.3 |
| Pérdida por<br>almacenamiento                                                         | 43.3  | 16.5 | 7.3   | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 4.2   | 7.4  |        |
| almacenamiento                                                                        | 28.5  | 12   | 4.1   | 7.6   | 80.7  | 122.4 | 128.8 | 150   | 150   | 150   | 145.8 | 71.8 |        |
| ETR                                                                                   | 63.5  | 36.1 | 33.4  | 113   | 113.8 | 110.8 | 121.5 | 116.8 | 107.7 | 105.9 | 102.1 | 97.1 |        |
| Déficit                                                                               | 47.2  | 70.1 | 91.1  | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 2.1  | 210.5  |
| Exceso                                                                                | 0     | 0    | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 13.7  | 81.8  | 48.3  | 0     | 0    | 123.8  |
| Comprobación del balance hídrico. $P + D = ETP + E$ $1247.1 + 210.5 = 1333.3 + 123.8$ |       |      |       |       |       |       |       |       |       |       |       |      |        |

**Clasificación climática (Según THORNTHWAITE).**

- Índice de humedad ( $I_h$ ): Está dado por la relación entre el exceso de agua anual (E) y la evapotranspiración potencial anual ( $E_p$ ), en porcentaje.

$$I_h = \frac{E}{E_p} * 100$$

- **Índice de aridez ( $I_a$ ):** Está dado por la relación entre la deficiencia anual de agua ( $D$ ) la evapotranspiración potencial anual ( $E_p$ ), en porcentaje.

$$I_a = \frac{D}{E_p} * 100$$

- **Índice hídrico anual:** Teniendo en cuenta la heterogeneidad de la precipitación a lo largo del año y en consecuencia la influencia desigual de los índices de aridez y humedad, el autor define la siguiente fórmula ( $I_m$ ).

$$F_h = I_h - 0.6(I_a)$$

THORNTHWAITE da más importancia la índice de humedad que al índice de aridez por considerar que 152 mm de excesos de agua en un período húmedo, suplen el déficit de 254 mm de agua presentado en un período de sequía.

Si  $F_h \geq 0 \rightarrow$  Clima húmedo

Si  $F_h \leq 0 \rightarrow$  Clima seco

Mediante los índices de humedad se establecen nueve tipos climáticos mayores cuyo factor adimensional oscila entre -60 y + 100.

**TABLA 4. FACTOR DE HUMEDAD PARA DEFINIR LOS TIPOS PRINCIPALES DE CLIMA SEGÚN THORNWITE**

| $F_h$        | SIMBOLO | TIPO CLIMATICO       |
|--------------|---------|----------------------|
| 100.1 y más  | A       | Superhúmedo          |
| 80.1 a 100.0 | B4      | Muy húmedo           |
| 60.1 a 80.0  | B3      | Húmedo               |
| 40.1 a 60.0  | B2      | Moderadamente húmedo |
| 20.1 a 40.0  | B1      | Ligeramente húmedo   |
| 0.1 a 20.0   | C2      | Semihúmedo           |

|               |    |           |
|---------------|----|-----------|
| -20.0 a 00.0  | C1 | Semiseco  |
| -40.0 a -20.1 | D  | Semiárido |
| -60.0 a -40.1 | E  | árido     |

Inicialmente esta ha sido la metodología que se utilizaría para el cálculo del balance hidroclimático, ya que la falta de información para algunas cuencas del parque, hace que metodologías mas sofisticadas y de resultados mas precisos, no puedan ser corridas para el modelo hídrico del parque, aunque no se descarta en un futuro poder correrlas.

## 7 BALANCE HIDROLOGICO

### 7.1 PROCESOS RELACIONADOS CON EL AGUA QUE INGRESA A LA CUENCA

#### 7.1.1 EL AGUA EN EL SUELO

Desde el punto de vista hidrológico, el suelo desempeña el papel de una serie de cedazos, que permiten la infiltración del agua en él, y en donde parte se retiene dando lugar al almacenamiento de agua por retención capilar; la otra parte percola hacia niveles inferiores dando origen al *almacenamiento no capilar o temporal*.

En el primer caso, el agua de retención capilar es aprovechada por las plantas, pero parte se pierde por evaporación; en el segundo caso, el movimiento del agua es hacia abajo por gravedad a través de poros bastante grandes, cuyo diámetro es mayor a 0.05mm y el agua es aprovechada por las *corrientes laterales o aguas freáticas*.

En este orden de ideas se da la infiltración, la precolación y se origina las aguas freáticas.

#### 7.1.1.1 INFILTRACION

La infiltración es el proceso mediante el cual el agua ingresa a través del suelo. La infiltración está sujeta al estado del horizonte superficial al suelo, cuyas condiciones determinan si las precipitaciones se convierten o no en *escorrentía*.

Cuando la precipitación es más rápida que la capacidad de absorción al suelo, se presenta escurrimiento sobre la superficie, el cual llega rápidamente a los cursos de agua y abre surcos y cárcavas, en las tierras que no tienen cubierta protectora.

Generalmente, el escurrimiento en terrenos no protegidos, es perjudicial y antieconómico; mientras que el agua infiltrada se convierte en agua freática que no solo alimenta los pozos y suministros en casi todo el caudal de los cursos de agua en épocas de verano, sino que gracias a ella se sustenta parte de la vegetación.

#### **7.1.1.2. PERCOLACION**

Se denomina percolación al movimiento de agua a través del suelo hacia niveles inferiores. La capacidad de percolación, es la capacidad máxima a la cual es agua puede moverse a través del suelo.

La percolación directa forma el agua freática en los suelos permeables de poca profundidad, o bien por ríos o quebradas de introducción fluyente (caudales de corrientes de agua que en un punto de su cauce se pierden de la superficie, adentrándose al suelo por un hueco).

#### **7.1.1.3. EVAPORACION**

La evaporación es el fenómeno por el cual el agua vuelve a la atmósfera en forma de vapor. La extracción de humedad del suelo por medio de la evaporación, proporciona a la precipitación oportunidad para almacenarse en el suelo.

La evaporación es el proceso mediante el cual se convierte el agua líquida en vapor de agua (vaporización) desde de la superficie. El Agua se evapora de una variedad de superficies, como lagos, ríos, pavimentos, tierras y vegetación húmeda.

Es requerida la energía para cambiar el estado de las moléculas de agua de líquido a vapor. La radiación solar directa y, en menor grado, la temperatura del ambiente proporciona esta energía. Como beneficios de la evaporación, el aire circundante se satura gradualmente y el proceso reducirá la velocidad y se podría detener si el aire húmedo no se transfiere a la atmósfera. El reemplazo del aire saturado con aire más seco depende grandemente de velocidad del viento. La radiación solar, temperatura aérea, humedad aérea y velocidad del viento son parámetros climatológicos para considerar al evaluar el proceso de evaporación.

El grado de sombreado del dosel de la vegetación y la cantidad de agua disponible en la superficie a evaporar son otros factores que afectan el proceso de evaporación. Donde la tierra puede proporcionar riego bastante rápido para satisfacer la demanda de evaporación, la evaporación de la tierra sólo es determinada por las condiciones meteorológicas

## Clases de Evaporación

La evaporación puede ser:

- Evaporación de una superficie libre (generalmente del agua)
- Evaporación de la superficie del suelo

Evaporación de una superficie libre: esta superficie libre es un río, lago, mar o cualquier depósito de agua, generalmente. Aquí la evaporación se efectúa por el movimiento de las moléculas de agua que saltan hacia el aire debido al aumento de temperatura.

Evaporación de la superficie del suelo: depende de los factores meteorológicos (presión de vapor de la atmósfera, radiación solar, temperatura, viento), de las propiedades del (textura) y, particularmente, de su contenido de humedad. En general, se presenta lentamente, salvo el caso, cuando la capa freática está cercana a la superficie. En estas condiciones la curva representativa de la evaporación del suelo se acerca más a la curva de la evaporación de la superficie del agua.

Es lógico afirmar que la evaporación de la superficie del agua es mucho mayor que la evaporación del suelo, debido a que el abastecimiento es constante. En el suelo no sucede lo mismo, una vez seca la superficie la evaporación disminuye drásticamente.

En los suelos arcillosos la evaporación es mucho mayor que en los arenosos debido a que el almacenamiento de retención es mayor; además, por capilaridad, las moléculas de agua se unen y el agua del nivel freático sube más.

La reducción de la evaporación del suelo, se puede conseguir con el empleo de la vegetación, la cual disminuye la acción de los factores anteriormente citados.

### 7.1.1.4. ESCORRENTIA

Es la cantidad de agua después de una lluvia, que drena o escurre sobre la superficie del suelo. Cuando ocurren lluvias más intensas o frecuentes, el agua llega hasta la superficie, produciéndose por un lado, la infiltración y por otro lado, la saturación del suelo y la escorrentía.

Cuando ocurre escorrentía, esta fluye a los cauces, incrementado su volumen a medida que llega agua de las partes más lejanas, y comienza a decrecer el caudal suavemente al poco tiempo de terminada la lluvia.

La escorrentía es responsable de la erosión del suelo y de la sedimentación, graves desequilibrios que ocasionan el empobrecimiento de los suelos y grandes pérdidas económicas.

Esta agua sobrante de las lluvias que no alcanza a entrar al suelo, corre, sobre la superficie de la tierra a velocidades variables dependiendo de varios factores, ocasionando los mayores problemas en el manejo de las cuencas.

### Factores que influyen en la escorrentía

- a. La superficie del suelo: La superficie del suelo determina una rugosidad. Mientras más liso sea el piso, el agua fluye con mayor facilidad aumentando el volumen de escorrentía, su velocidad y energía.
- b. La capacidad de infiltración al suelo: Está determinada principalmente por la textura, la estructura, la presencia de grietas y raíces, y la uniformidad del perfil. A mayor capacidad de infiltración, habrá menor porcentaje de escorrentía. La compactación de los suelos, principalmente los arcillosos, disminuye hasta niveles críticos la infiltración e incrementa la escorrentía superficial.
- c. La intensidad de las lluvias: Es la cantidad de lluvia caída en un minuto, así, por ejemplo, determinada cantidad de lluvia caída en 10 minutos, ocasiona menos daño que la misma cantidad caída en 5 minutos.

La intensidad de las lluvias es el factor que más influye en la escorrentía, ya que cuando la intensidad sobrepasa la velocidad de infiltración del suelo, escurre un alto porcentaje de la lluvia. En intensidades menores de la velocidad de infiltración, el volumen de escorrentía está regido por el grado de saturación del suelo.

- d. El porcentaje de humedad del suelo: En el momento de ocurrir una lluvia, si el suelo está seco, tendrá mayor capacidad de absorber agua. Si está húmedo, se saturará rápidamente iniciándose la escorrentía. El grado de humedad del suelo está muy relacionado con la frecuencia de las lluvias.
- e. La pendiente y el microrrelieve: A mayor grado y longitud de la pendiente, habrá menos tiempo de infiltración, y aumento del volumen y velocidad de escorrentía. La irregularidad del relieve favorece la infiltración (obstáculos o planos horizontales) formando encharcamientos. También se propicia la concentración de la escorrentía si hay entalladuras, surcos o canales, en el sentido de la pendiente.

Todos estos factores mencionados, no actúan independientes, ya que la escorrentía es una resultante de la acción simultánea entre ellos.

## 7.2. EL AGUA Y LA COBERTURA VEGETAL

La cobertura vegetal es uno de los componentes más influyentes en el movimiento del agua en la cuenca, además es el único factor modificable a escala temporal humana ya sea a través de su recuperación o de su destrucción lo cual repercute directamente en la disponibilidad de agua o en la alteración de dicha distribución causando efectos adversos como avenidas torrenciales en épocas de lluvia y disminución de caudales en épocas de menor precipitación.

Las coberturas favorables a la estabilización del ciclo hidrológico de las cuencas se cuentan las naturales como:

**Páramo:** Zona ubicada por encima de los 3000 metros de altura sobre el nivel del mar, a partir del límite superior de la vegetación arbórea y hasta el límite inferior de las nieves perpetuas.

**Bosque Maduro:** Área con cobertura vegetal de mínima intervención humana, casi imperceptible, caracterizada por poseer los diferentes estratos de vegetación casi intactos: palmares ("bosque sobre el bosque"), estrato arbóreo, epifitas (plantas que se hospedan en los árboles: bromelias, orquídeas, musgos, líquenes), sotobosque, vegetación rastrera y mantillo.

**Bosque Secundario:** Área con vegetación que alguna vez fue intervenida por efectos antropicos o naturales y que lleva en recuperación un prolongado tiempo, en algunos casos más de 20 años y en otros más de 50 años

**Bosque de Sucesión temprana:** Áreas en proceso de recuperación de la cobertura vegetal nativa (comúnmente llamados "rastrojos")

**Silvopastoriles:** Sistemas productivos que combinan árboles de distintos tipos (forrajeros, maderables, frutales, etc) con el cultivo de pastos y la producción ganadera

**Agrosilvocultivos:** Combinación de cultivos alimentarios con distintos tipos de árboles

Entre las coberturas inapropiadas para la estabilidad del flujo del agua en las cuencas se encuentran:

**Monocultivos:** Áreas con cultivos homogéneos y prácticas agrícolas de alto impacto negativo, a saber: eliminación total de la cobertura acompañante, uso indiscriminado de agrotóxicos, en dirección de la pendiente, mecanización exagerada, quemas de residuos, entre otras

**Potreros sin árboles:** por ser monocultivos, posee efectos adversos adicionales a los explicados anteriormente, cuando se combinan con pendientes fuertes de más del 75% y con excesos de carga animal, y prácticas como la desmatona generalizada y uso de herbicidas hormonales y quemas.

Monocultivos forestales, si bien cumplen algunas funciones ecológicas como la retención de humedad por lluvia horizontal, la generación de gases benéficos y captura de gases contaminantes, las prácticas de aprovechamiento inadecuadas como la tala rasa y el uso indiscriminado de agrotóxicos, las quemas de residuos, la apertura de vías para la extracción, etc. contribuyen negativamente a la regulación hídrica

Minería de cielo abierto y socavón

Entre los procesos en los que interviene la cobertura vegetal en el flujo del agua se cuentan, la interceptación, la evapotranspiración, la retención de agua en el suelo.

### 7.2.1. INTERCEPTACION

La interceptación es el proceso por el cual, la lluvia es atrapada y retenida por el follaje, ramitas y ramas de los árboles, arbustos y otras especies vegetales, cuando se presenten lluvias en el bosque, parte de estas quedan interceptadas en las copas de los árboles (las cuales se evaporan), parte sobrepasan las copas hasta el suelo, y otra parte resbala por el tronco y es atrapada (y liberada gradualmente) por las epifitas y demás especies asociadas a los distintos estratos del bosque.

#### **Interceptación negativa y lluvia horizontal:**

La interceptación también puede ser negativa y se presenta regularmente en aquellos lugares de niebla; en este caso los pluviómetros colocados bajo los árboles captan más que los que se ubican en un campo abierto. Es el caso de nuestros bosques nublados y páramos.

Esto se debe, precisamente, a que la niebla se condensa en forma de pequeñas gotitas (las cuales tienen un movimiento horizontal) sobre las copas de árboles, se unen unas con otras para aumentar su volumen y luego se escurren al suelo.

Este fenómeno es el que se ha llamado lluvia horizontal y condensación oculta y es en gran medida responsable del aporte hídrico en épocas de menor precipitación.

### 7.2.2 TRANSPIRACION

La transpiración consiste en la vaporización de agua líquida contenida en tejidos de la planta. Por lo General las cosechas pierden su agua a través del estoma. Éstas son aperturas pequeñas en la hoja de la planta a través de la cual los gases y el vapor de agua pasan. El agua, junto con algunos nutrientes, es subida por las raíces y se transporta a través de la planta. La vaporización ocurre dentro de la hoja, en los espacios intercelulares, y los vapores son lanzados a la atmósfera, este proceso es controlado por la abertura del estoma. Casi toda el agua subida es perdida por transpiración y sólo un fragmento diminuto se usa dentro de la planta.

La transpiración, como la evaporación directa, depende del suministro de energía. Un factor condicionante es la pendiente y el viento. Deben considerarse radiación, temperatura aérea, humedad aérea y términos del viento al evaluar transpiración. El volumen de agua en el suelo y la habilidad del suelo de dirigir el agua a las raíces determinan la cantidad de agua transpirada. La proporción de la transpiración también es influenciada por características y prácticas de la cobertura y aspectos medioambientales. Los tipos diferentes de plantas pueden tener proporciones de transpiración diferentes. No sólo el tipo de cobertura, pero también deben considerarse su desarrollo, ambiente y dirección al evaluar transpiración.

### **Factores que afectan la transpiración**

1. Factores meteorológicos: Todos los factores que influyen en la evaporación, también afectan la transpiración. Los más importantes son la radiación solar y el tiempo. La radiación solar afecta la apertura y cierre de los estomas; es el mecanismo de control más efectivo que la planta tiene sobre la transpiración. Durante el día los estomas están abiertos y durante la noche están cerrados. Se ha calculado que del 75 – 90% de la transpiración ocurre durante el día.
2. Factores de las plantas: varios son los factores de las plantas que afectan la transpiración, resumiendo tenemos:
  - a. Estructura de la hoja: las hojas carnosas tienen mayor transpiración.
  - b. Orientación de las hojas
  - c. Área de las hojas: a mayor tamaño de la hoja, mayor será la transpiración
  - d. Presión osmótica de las hojas
  - e. El tipo de vegetación: especies con una capacidad radicular mayor, lo mismo que con una mayor frondosidad de sus copas, transpiran generalmente una mayor cantidad.
  - f. La edad del bosque: el bosque transpira una mayor cantidad de agua en la época juvenil, posteriormente, la transpiración aumenta en proporción directa con la edad hasta alcanzar la madurez, en la cual la transpiración declina nuevamente.
3. Factores hídricos en el suelo: solo el volumen del suelo penetrado por las raíces, puede suministrar agua para la transpiración.

### **Velocidad de la transpiración**

La velocidad de la transpiración depende, principalmente, de la humedad del suelo y de la densidad de la vegetación. A mayor humedad en el suelo, mayor será la cantidad de agua transpirada, pero la velocidad de transpiración es independiente del contenido de humedad del suelo, si está encima del punto de marchitez. El agua es casi igualmente accesible hasta el punto de marchitez.

Entre mayor sea la masa de vegetación, mayor es la transpiración, si los otros factores son iguales.

### 7.2.3. EVAPOTRANSPIRACION

La evaporación y transpiración ocurren simultáneamente, por eso no es fácil distinguir las diferencias entre los dos procesos. Aparte de la disponibilidad de agua en el mantillo, la evaporación del suelo es principalmente determinada por el fragmento de la radiación solar que alcanza la superficie de la tierra, este fragmento se disminuye en el periodo en el que el cultivo se desarrolla y el dosel del cultivo obscurece más el suelo. Cuando la cosecha es pequeña, el agua es perdida por evaporación de la tierra, pero una vez la cosecha se desarrolla bien y cubre el suelo completamente la transpiración se vuelve el proceso principal.

#### Unidades

La proporción de la evapotranspiración normalmente se expresa en milímetros (mm) por tiempo de la unidad. La proporción expresa la cantidad de agua perdida de una superficie segada en unidades de profundidad de agua. La unidad de tiempo puede ser una hora, día, década, mes o incluso un periodo creciente entero o año.

Cuando una hectárea tiene que una superficie de  $10000 \text{ m}^2$  y  $1 \text{ mm}$  es igual a  $0.001 \text{ m}$ , una pérdida de  $1 \text{ mm}$  de agua corresponde a una pérdida de  $10 \text{ m}^3$  de agua por la hectárea. En otras palabras,  $1 \text{ mm día}^{-1}$  es equivalente a  $10 \text{ m}^3 \text{ ha}^{-1} \text{ día}^{-1}$ .

### 7.3 OFERTA HIDRICA

Oferta Hidrica: Toda el agua de una cuenca se caracteriza muy bien a través del concepto de "balance hidrico" para facilitar el cálculo de la oferta hídrica de una cuenca, se puede agrupar en 4 etapas:

1. Precipitación o lluvia
2. Evapotranspiración (evaporación + transpiración + intercepción)
3. Infiltración (agua almacenada en el suelo + precolación profunda)
4. Escorrentía (superficial, subsuperficial y subterránea)

### 7.3.1. BALANCE HIDRICO

Para una cuenca cualquiera se puede calcular la contabilidad del agua, obteniéndose el balance hidrico. Este representa el intercambio y transferencia de agua dentro de una cuenca en un tiempo determinado y permite estimar los flujos de entradas y salidas del sistema global que configura la composición por elementos del recurso.

| ENTRADAS                                                            | SALIDAS                                                                                  |
|---------------------------------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------------|
| 1. Aporte del periodo considerado precipitaciones, lluvia. <b>P</b> | 1. Escurrimiento en el periodo Considerado <b>Q</b>                                      |
| 2. Aporte por precipitación horizontal <b>PH</b>                    | 2. Recursos acumulados al final $\Delta S$ del periodo considerado por humedad del suelo |
|                                                                     | 3. Evapotranspiración del periodo considerado <b>E</b>                                   |
|                                                                     | 4. Infiltración del periodo considerado <b>I</b>                                         |

De esta forma el Balance Hidrico se puede representar con la siguiente igualdad:

$$P + PH = Q + E + I$$

El balance hidrico se puede calcular para cualquier intervalo de tiempo, debe hacerse una distinción entre:

- Balances medios corrientes
- Balances comunes u operacionales

Los primeros que se calculan para un ciclo anual, en donde el término  $\Delta S$  se considera nulo, en la igualdad antes mencionada queda así:

$$P = Q + E$$

Cuando sea posible, en la ecuación del balance es esencial medir o calcular todos sus elementos, usando métodos independientes, la determinación de estos elementos siempre tiene errores, debido a las limitaciones tecnológicas, por tanto generalmente la ecuación no establece un balance exacto. La inexactitud se representa en la ecuación por un término residual (V), que incluye los errores de determinación de los componentes no tenidos en cuenta en la ecuación utilizada, un bajo valor de V, indica un ajuste aceptable del balance.

En la cuenca de un río con la divisoria de cuencas bien definida, en la cual las aportaciones superficiales de otra cuenca son despreciables y teniendo en cuenta las clases de escurrimiento, la ecuación del balance queda de la siguiente forma.

$$BH \quad P + PH - E - \Delta S - Q = 0$$

Donde:

|              |                                  |
|--------------|----------------------------------|
| P:           | Precipitación                    |
| E:           | Evapotranspiración               |
| $\Delta S$ : | Retención de humedad en el suelo |
| Q:           | Escurrimiento superficial        |

## 8 FACTOR VEGETACION NATURAL Y CULTIVOS EN LA SIMULACION DE ESCENARIOS

Para la simulación de escenarios, este modelo, tomará como base principal el área de cada una de las coberturas y la evapotranspiración afectada por el Kc (coeficiente de cultivo).

### Escenario con cobertura completa de vegetación natural:

Se aumentarán las áreas de la cobertura vegetal natural y se disminuirán las áreas con otro tipo de coberturas, como cultivos, praderas, etc

### Escenario con cobertura completa de vegetación natural:

Para este escenario se disminuirán completa o parcialmente las áreas con cobertura vegetal natural transformándolas en áreas con cultivos u otro tipo de usos, como ganadería extensiva, etc.

Se consideran las diferentes áreas de uso de suelo, suponiendo todas las formaciones vegetales en máximo desarrollo. como la bibliografía no reporta valores de Kc para cultivos no comerciales como (bosques, rastrojos, pajonales), esto se propusieron empíricamente (CVC).

TABLA 5. VALORES DE KC PARA COBERTURAS NO COMERCIALES

| USO DEL SUELO        | Kc   |
|----------------------|------|
| Bosque natural       | 0.75 |
| Bosque plantado      | 0.75 |
| Vegetación de páramo | 1.00 |
| Rastrojo bajo        | 0.60 |
| Rastrojo alto        | 0.60 |
| Café                 | 0.60 |
| Pasto natural        | 1.00 |
| Pajonales            | 1.00 |
| Hortalizas           | 0.90 |

**Evapotranspiración Real Afectada:** es el consumo hídrico de cada especie, según su ciclo vegetativo. Se calcula a partir de la evapotranspiración de referencia ETR, multiplicándola por el coeficiente de cultivo  $k_c$  que depende de la especie vegetal y de su desarrollo así:

$$ETRa = k_c * ETR$$

Donde:

ETRa: Evapotranspiración Real afectada (mm)

$k_c$ : coeficiente de cultivo (decimal)

ETR: Evapotranspiración Real (mm)

## 9 BIBIOGRAFIA

CICA, Aspectos Metodológicos para la Aproximación de las Cuentas de Oferta y Demanda de Agua de una Cuenca Hidrográfica, Bogotá 1997

HÉNAO, S. Jesus Eugenio. Introducción al Manejo de Cuencas Hidrográficas, USTA, Bogotá 1995

CVC, Cuentas de Patrimonio Natural del Recurso Hídrico en las Cuencas de los Ríos Tulúa y Morales, Cali 1999

MONTOYA, R. Álvaro Hernán, Díaz – Granados Mario. Efecto de la Cobertura Vegetal en la Respuesta Hidrológica de Cuencas hidrográficas.

ALLEN Richard G., Pereira Luis S., Raes Dirk, Smith Martin. Crop Evapotranspiration - Guidelines for Computing Crop Water Requirements .FAO - Food and Agriculture Organization of the United Nations Rome, 1998

COLEGIO Verde de Villa de Leyva, GTZ, Corponariño, Ecoguías 2, El Agua en el Manejo de Cuencas, Bogotá 1992.

**VALIDACION DE LA RUTA METODOLOCA DEL PROGRAMA DE  
ADMINISTRACION DE AGUA DEL PARQUE NACIONAL NATURAL  
FARALLONES**

Documento preliminar

Presentado por:

**MARÍA JULIANA CERÓN BUSTAMANTE**

**UNIDAD ADMINISTRATIVA ESPECIAL DEL SISTEMA DE PARQUES NACIONALES NATURALES  
TERRITORIAL SUROCCIDENTE  
PARQUE NACIONAL NATURAL FARALLONES**

Santiago de Cali, Septiembre de 2003

## **PRESENTACIÓN**

Este documento se presenta como resultado parcial del contrato de consultoría del proyecto parques del pacífico

Con él se pretende evaluar el estado actual de la validación de la ruta metodológica del proceso de concesiones de agua superficial que esta llevando acabo actualmente el Parque Nacional Natural Farallones. Los procesos mostrados a continuación son resultado de trabajo en campo y de oficina, en lo que tiene que ver con el Sistema de Información Geográfico.

## CONTENIDO

|          |                                                                                        |           |
|----------|----------------------------------------------------------------------------------------|-----------|
| <b>1</b> | <b>ANTECEDENTES</b>                                                                    | <b>4</b>  |
| <b>2</b> | <b>VALIDACION DE LA RUTA</b>                                                           | <b>8</b>  |
| <b>3</b> | <b>EXPERIENCIA EN LA VALIDACION DE LA RUTA</b>                                         | <b>22</b> |
| 3.1.     | CARACTERIZACION DE LOS ACUEDUCTOS BENEFICIARIOS DEL PARQUE NACIONAL NATURAL FARALLONES | 22        |
| 3.1.1.   | ACUEDUCTO DE PICHINDE                                                                  | 23        |
| 3.1.2.   | ACUEDUCTO DE LOS ANDES                                                                 | 24        |
| 3.1.3    | ACUEDUCTO DE LA REFORMA                                                                | 24        |
| 3.1.4    | ACUEDUCTO DE PANCE                                                                     | 25        |
| 3.1.5    | ACUEDUCTO DE LA LEONERA                                                                | 25        |
| 3.1.6    | ACUEDUCTO DE VENTEADEROS                                                               | 26        |
| <b>4</b> | <b>SIG PARA EL PROGRAMA DE ADMINISTRACION DE AGUAS</b>                                 | <b>28</b> |
| <b>5</b> | <b>BIBIOGRAFIA</b>                                                                     | <b>32</b> |

## INDICE DE FIGURAS

|                                                                                         |    |
|-----------------------------------------------------------------------------------------|----|
| FIGURA 1. RUTA METODOLOGICA DE CONCESIONES PNN FARALLONES                               | 5  |
| FIGURA 2. FORMATO PARA CARACTERIZACION DE USUARIO DEL RECURSO EN EL PNN FARALLONES      | 9  |
| FIGURA 3. FORMATOS PARA SOLICITUD DE CONCESIONES                                        | 11 |
| FIGURA 4. FORMATOS PARA SOLICITUD DE DOCUMENTOS                                         | 15 |
| FIGURA 5. FORMATOS PARA SOLICITUD DE DOCUMENTOS                                         | 16 |
| FIGURA 6. FORMATOS PARA SOLICITUD DE DOCUMENTOS                                         | 18 |
| FIGURA 7. FORMATOS PARA SOLICITUD DE DOCUMENTOS                                         | 19 |
| FIGURA 8. FORMATOS PARA SOLICITUD DE DOCUMENTOS                                         | 20 |
| FIGURA 9. BOCATMA Q. LA HONORIA                                                         | 23 |
| FIGURA 6. BOCATOMA Q. EL ROBLE                                                          | 26 |
| FIGURA 11. TANQUE ACUEDUCTO VENTEADEROS                                                 | 27 |
| FIGURA 12. MAPA ACUEDUCTOS GEOREFERENCIADOS EN EL PNN FARALLONES                        | 28 |
| FIGURA 13. FORMATO DE AFORO                                                             | 29 |
| FIGURA 14. BASE DE DATOS PARA AFOROS                                                    | 30 |
| FIGURA 15. DIAGRAMA CONCEPTUAL PARA EL PRIMER PASO DE LA RUTA DE CONCESIONES (ENCUESTA) | 31 |

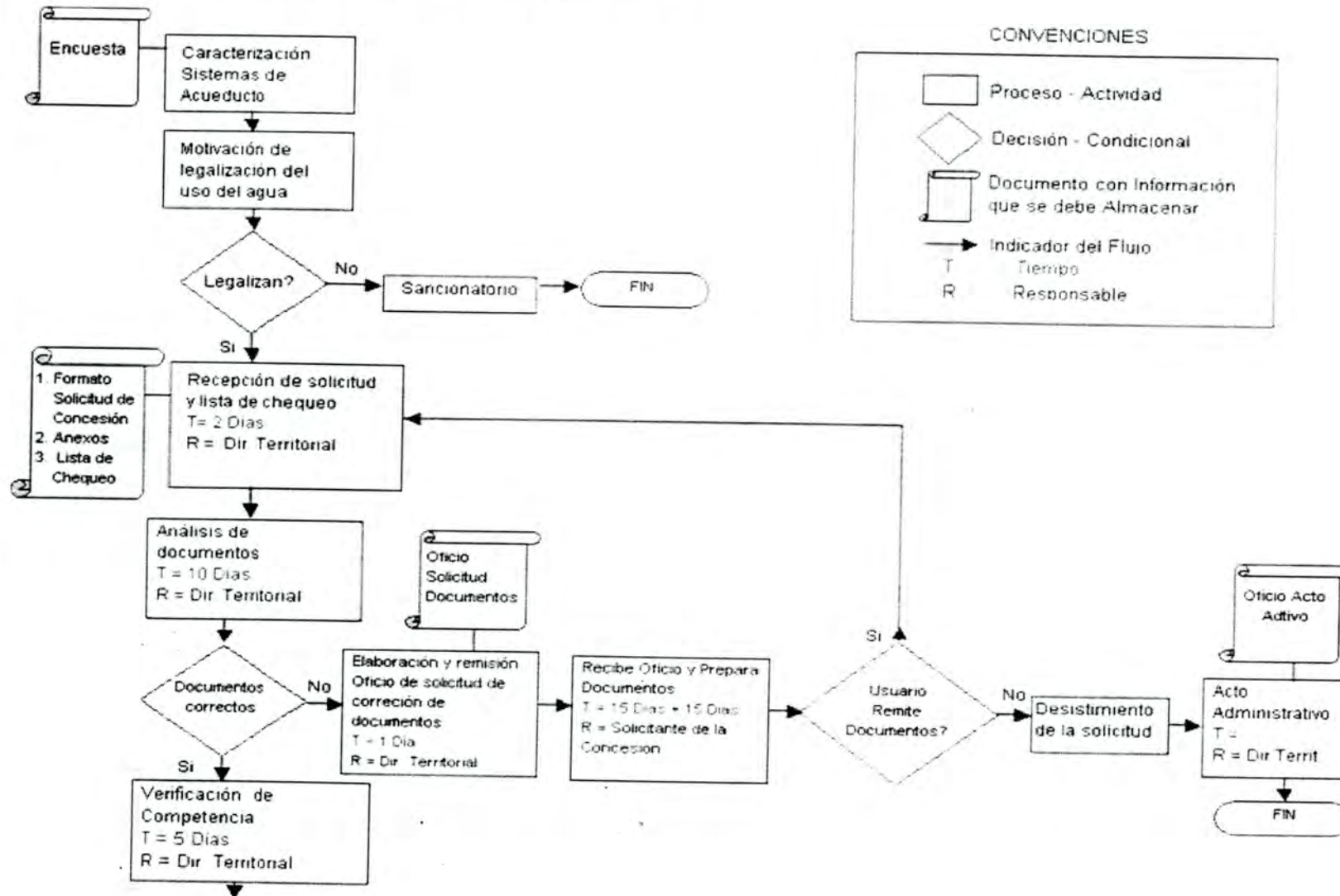
# **VALIDACION DE LA RUTA METODOLOCA DEL PROGRAMA DE ADMINISTRACION DE AGUA DEL PARQUE NACIONAL NATURAL FARALLONES**

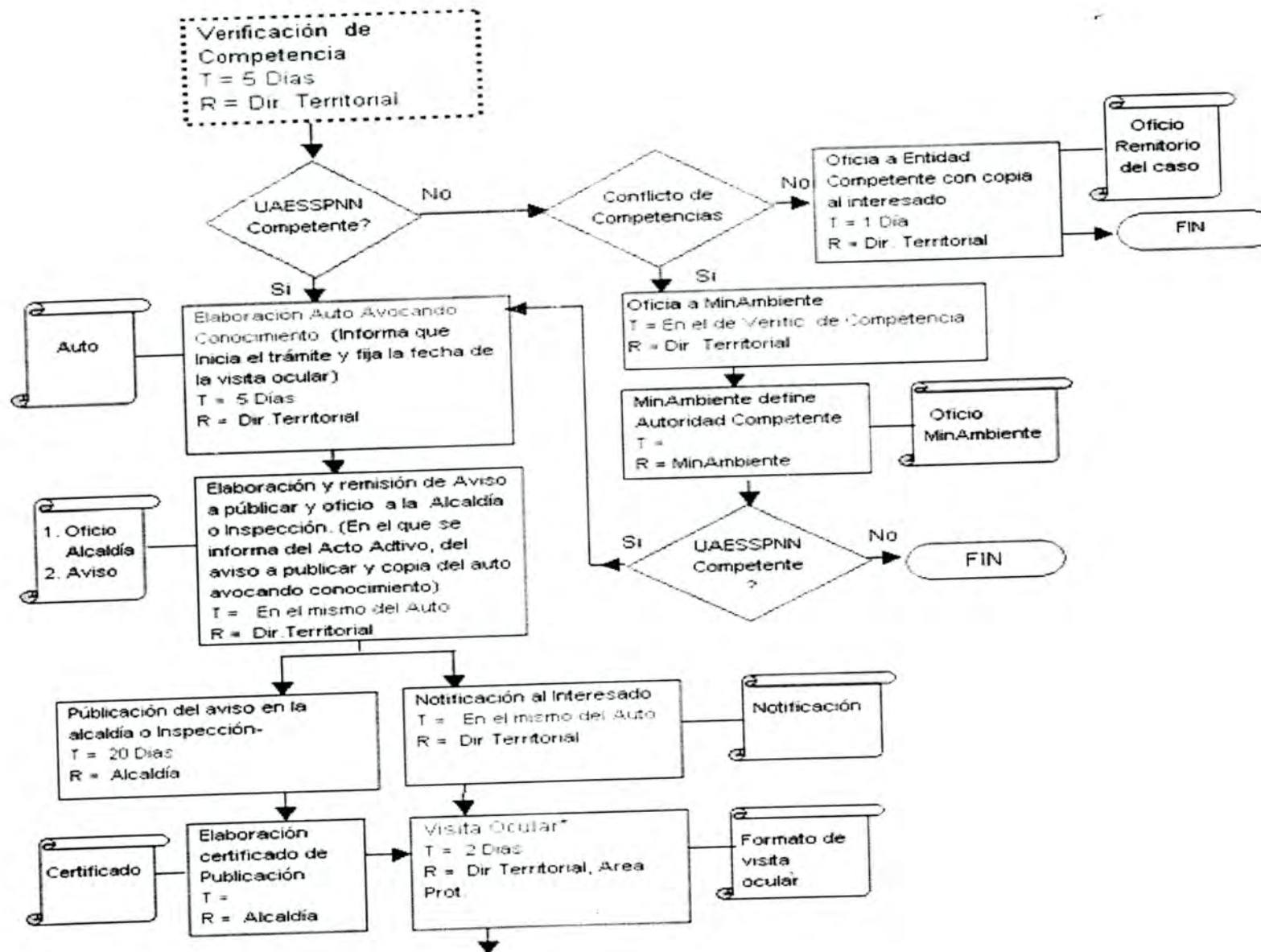
## **1 ANTECEDENTES**

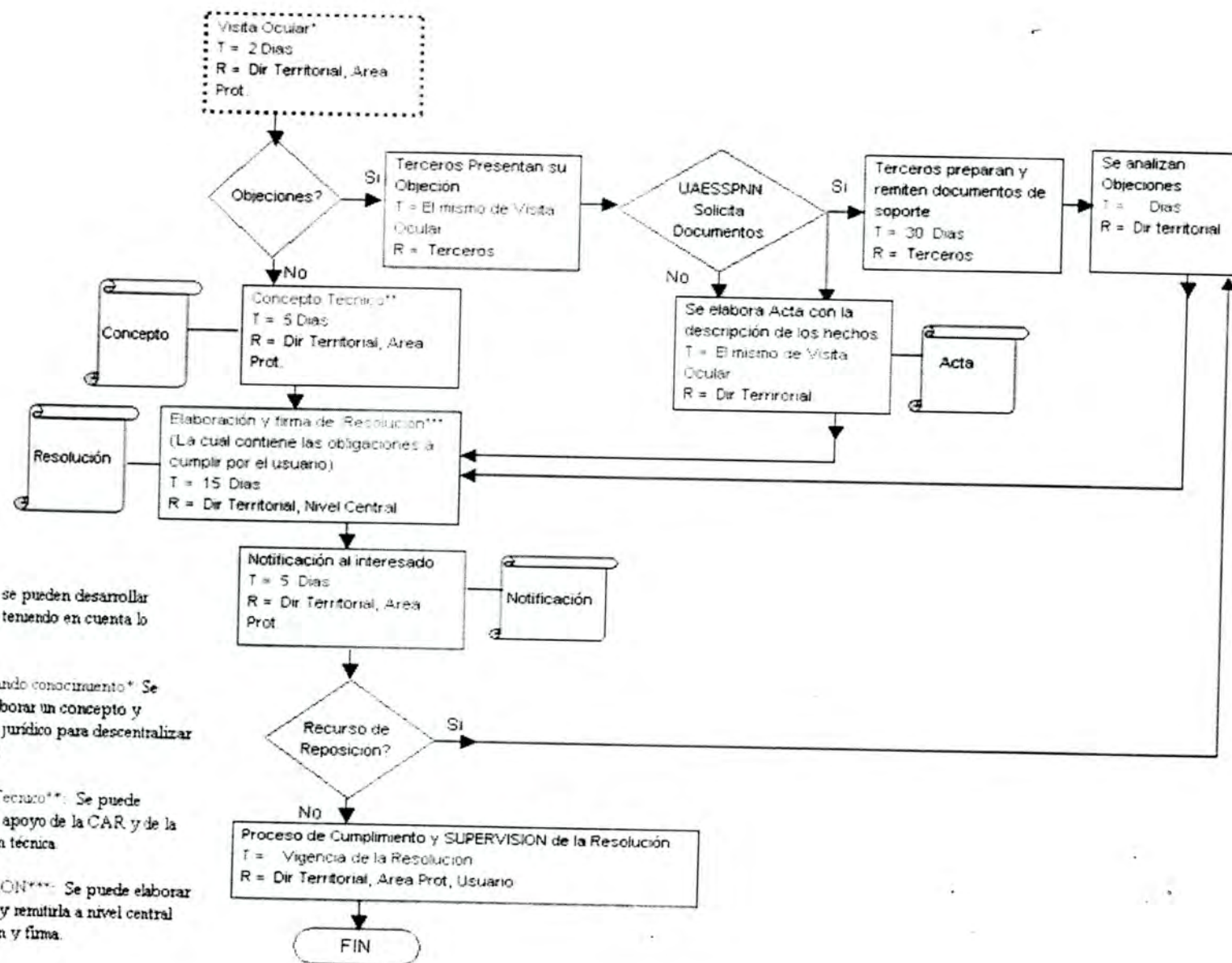
El parque farallones ha venido trabajando en un programa de administración de aguas con el objetivo principal de diseñar un modelo de concesiones de aguas superficiales que permita la caracterización de usuarios de recurso hídrico y la legalización de las derivaciones de agua para acueductos o para el uso directo en el predio.

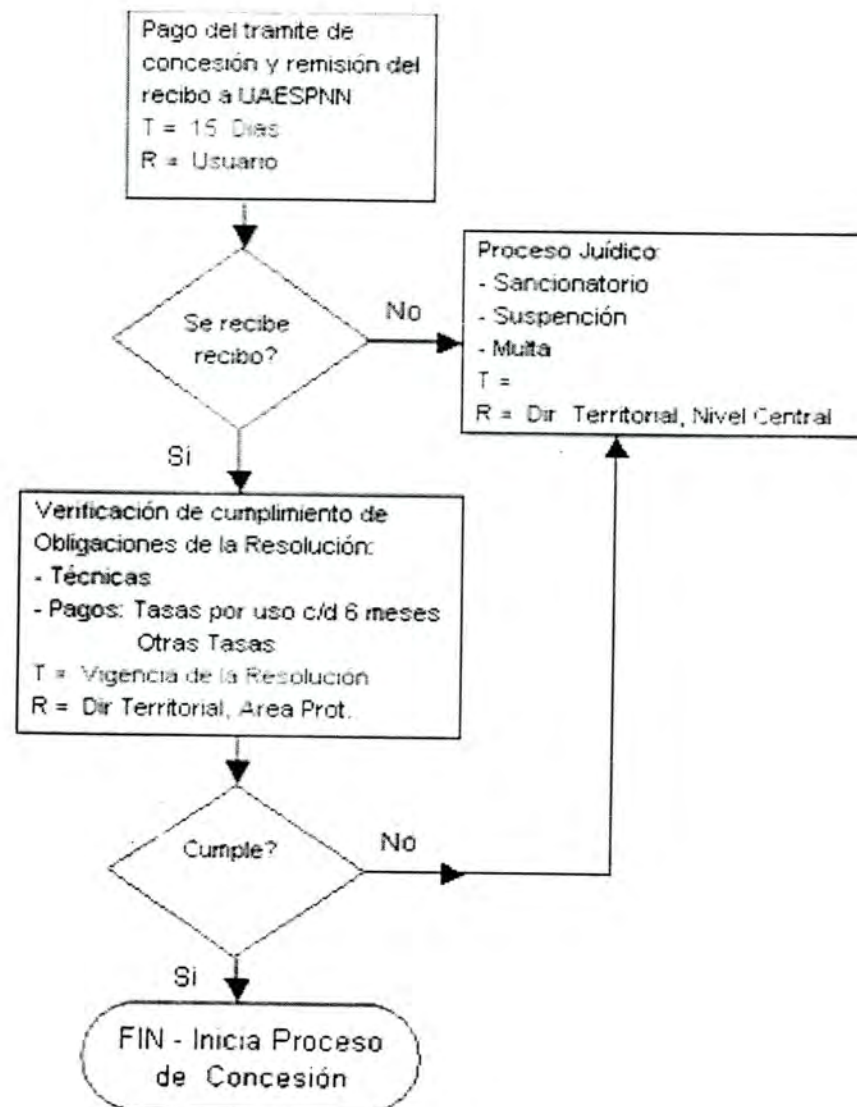
La metodología utilizada para la realización de este trabajo ha sido concertada con el nivel central de la Unidad por medio de un comité integrado por el jefe del parque, los abogados de la territorial y del nivel central, el equipo de SIG de la territorial y del PNN Farallones, con el fin de concertar una ruta metodológica para el tema de concesiones( ver figura 1), luego de la elaboración de la ruta, se crearon algunos de los formatos que se presentan en este documento, para que luego fueran validados con los usuarios en un proceso de concesión de aguas.

FIGURA 1. RUTA METODOLOGICA DE CONCESIONES PNN FARALLONES









## **2 VALIDACION DE LA RUTA**

La validación de la ruta comienza en la caracterización de los usuarios que se benefician del recurso hídrico proveniente del parque. Para llevar a cabo este primer paso los guardaparques se han sido capacitados previamente en el diligenciamiento de una encuesta que sirva como medio para capturar los datos de los usuarios, también se han capacitado en cartografía básica, manejo de GP's, de medición de caudales de agua y bioindicadores de calidad de agua (macroinvertebrados), esto con el fin, de que estén en capacidad de realizar visitas a los usuarios, ya sea, que el predio se encuentre en área del parque y su bocatoma también lo esté ó que el predio se ubique en el área de amortiguación y su bocatoma dentro del parque.<sup>1</sup>

En esta visita se debe tomar los datos del predio o del acueducto y su área de influencia, la información del predio en términos de la tenencia, uso del suelo, y la actividad pecuaria; Información sobre el sitio de captación (bocatoma), localización, coordenadas geográficas o planas o el referente geográfico, tipo de obra construida y su estado actual; el tipo de fuente superficial y su caudal (es necesario realizar un aforo), usos del agua, situación jurídica de la captación, manejo de las aguas residuales, información sobre los acueductos y por último las observaciones y la firma del encuestado quién corroborará la información escrita en el formulario.

---

<sup>1</sup> Para que la información sea de buena calidad es necesario que los límites de los parques estén bien delimitados.



Después de levantada la información viene la etapa de la caracterización de los sistemas de acueducto y la legalización de las tomas de agua; para esto se hace necesario un oficio de requerimiento para el usuario, este paso no se ha validado, pues no se ha dado el paso de la motivación a los usuarios, el formato no está aprobado, por tal razón no se presenta en este documento.

Cuando los usuarios han considerado pertinente legalizar su toma de agua, ya sea porque tiene un proyecto de mejorar su infraestructura de acueducto, va a construir una planta de tratamiento de aguas para consumo, etc; éste deberá acercarse a la oficina del parque para llenar el formulario de solicitud de concesión y presentar los requisitos adjuntos, los cuales son:

#### **Para Juntas de Acción Comunal**

- Resolución por la cual se concedió Personería Jurídica a la Junta
- Certificado del Promotor de la J.A.C. sobre los dignatarios actuales de la junta (reciente)
- Plano o croquis donde se indique:
  - o Localización de los predios beneficiados
  - o Fuente de la cual se pretende hacer la derivación
  - o Posibles sitios de captación y sobrantes.

#### **Para Concesiones Individuales**

- Certificado de tradición del predio con máximo 6 meses de expedición<sup>2</sup>
- Escritura pública (copia)
- Certificado de cámara de comercio (sociedades)
- Plano o croquis donde se indique:
  - o Localización, extensión y linderos del predio
  - o Fuente de la cual se pretende hacer la derivación
  - o Posibles sitios de captación y sobrantes.

---

<sup>2</sup> Solo para usuarios que hayan construido

FIGURA 3. FORMATOS PARA SOLICITUD DE CONCESIONES

**MINISTERIO DE AMBIENTE VIVIENDA Y DESARROLLO TERRITORIAL**  
**UNIDAD ADMINISTRATIVA ESPECIAL DEL SISTEMA DE PARQUES NACIONALES**  
**NATURALES**

**SOLICITUD DE CONCESIÓN DE AGUAS**  
**(JUNTAS DE ACCIÓN COMUNAL)**



Señores  
 Unidad Administrativa Especial del Sistema de Parques Nacionales Naturales  
 Dirección Territorial Suroccidente  
 Parque Nacional Naturales Farallones

Yo, \_\_\_\_\_ mayor de edad, vecino de la  
 ciudad de \_\_\_\_\_, identificado como aparece al pie de mi firma, comedidamente  
 presento a su consideración los siguientes hechos:

**HECHOS:**

Soy el presidente de la Junta de Acción Comunal de: \_\_\_\_\_  
 Jurisdicción del municipio de \_\_\_\_\_, Departamento de \_\_\_\_\_

La Junta que represento requiere abastecerse de las aguas provenientes de la fuente  
 denominada \_\_\_\_\_ aguas que serán utilizadas en:

|                       |                       |                          |
|-----------------------|-----------------------|--------------------------|
| Uso doméstico         | Número de casas _____ | Número de personas _____ |
| Uso agrícola          |                       | Clase de cultivo _____   |
| Uso industrial        |                       |                          |
| Abrevadero            |                       |                          |
| Generación de energía |                       |                          |

Para la captación de las aguas se utilizará el sistema de:

Aire \_\_\_\_\_ Gravedad \_\_\_\_\_ Bombeo \_\_\_\_\_

Con fundamento en lo anterior, respetuosamente,

**SOLICITAMOS**

Se sirva otorgar: Concesión \_\_\_\_\_ Prórroga \_\_\_\_\_ Aumento \_\_\_\_\_

En la cantidad de \_\_\_\_\_ litros por segundo ó en el porcentaje que técnicamente  
 determine.

**SERVIDUMBRE**

La servidumbre para la captación, conducción o construcción de obras: se requiere \_\_\_\_\_; No se  
 requiere \_\_\_\_\_. Se encuentra materializada en el terreno \_\_\_\_\_. Se encuentra constituida por  
 documento privado \_\_\_\_\_. Se encuentra constituida por escritura pública \_\_\_\_\_.

**PRUEBAS**

Comedidamente le solicito la práctica de una visita ocular al sitio material de esta petición, para  
 lo cual se acompaña a la presente la suma correspondiente al pago de los derechos respectivos.

**ANEXOS**

Resolución por la cual se concedió Personería Jurídica a la Junta  
 Certificación del Promotor de la J.A.C. ~~copie~~ los dignatarios actuales de la junta (reciente)  
 Plano o croquis donde se indica:  
 Localización de los predios beneficiados  
 Fuente de la cual se pretende hacer derivación  
 Posibles sitios de captación y entrega de sobrantes

Cordialmente,

Cc \_\_\_\_\_ de \_\_\_\_\_  
 Dirección \_\_\_\_\_ Tel: \_\_\_\_\_

**MINISTERIO DE AMBIENTE VIVIENDA Y DESARROLLO TERRITORIAL**  
**UNIDAD ADMINISTRATIVA ESPECIAL DEL SISTEMA DE PARQUES NACIONALES**  
**NATURALES**

**SOLICITUD DE CONCESION DE AGUAS**  
**(CONCESION INDIVIDUAL)**



Señores  
 Unidad Administrativa Especial del Sistema de Parques Nacionales Naturales  
 Dirección Territorial Suoccidente  
 Parque Nacional Naturales Farallones

Fecha: \_\_\_\_\_

Yo, \_\_\_\_\_, mayor de edad, vecino de la  
 ciudad de \_\_\_\_\_, identificado como aparece al pie de mi firma, comedidamente  
 presento a su consideración los siguientes hechos:

**HECHOS:**

|                                                                                                                                                       |                                                                               |
|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------|
| 1. Soy: Propietario <input type="checkbox"/> Poseedor <input type="checkbox"/> Tenedor <input type="checkbox"/> Arrendatario <input type="checkbox"/> |                                                                               |
| Representante legal de la sociedad: _____ del predio                                                                                                  |                                                                               |
| conocido con el nombre de: _____ Ubicado en                                                                                                           |                                                                               |
| jurisdicción del municipio de _____, Departamento de predio que requiere                                                                              |                                                                               |
| abastecerse de las aguas provenientes de las aguas provenientes de la fuente                                                                          |                                                                               |
| denominada _____ aguas que serán utilizadas en:                                                                                                       |                                                                               |
| Uso doméstico <input type="checkbox"/>                                                                                                                | Número de casas _____ Número de personas _____                                |
| Uso agrícola <input type="checkbox"/>                                                                                                                 | Clase de cultivo _____                                                        |
| Uso industrial <input type="checkbox"/>                                                                                                               | Especies de animales _____                                                    |
| Abrevadero <input type="checkbox"/>                                                                                                                   | _____                                                                         |
| Generación de energía <input type="checkbox"/>                                                                                                        | _____                                                                         |
| Para la captación de las aguas se utilizará el sistema de:                                                                                            |                                                                               |
| Ariete <input type="checkbox"/> _____                                                                                                                 | Gravedad <input type="checkbox"/> _____ Bombeo <input type="checkbox"/> _____ |

Con fundamento en lo anterior, respetuosamente,

**SOLICITAMOS**

Se sirva otorgar: Concesión ☐ Traspaso ☐ Aumento ☐ Rebaja ☐ Cancelación ☐

**SERVIDUMBRE**

La servidumbre para la captación, conducción o construcción de obras: se requiere ☐; No se  
 requiere ☐; Se encuentra materializada en el terreno ☐; Se encuentra constituida por  
 documento privado ☐; se encuentra constituida por escritura pública ☐.

**ANEXOS**

Certificación de tradición del predio actualizado (máximo seis meses de expedición)  
 Escritura Pública (copia)  
 Certificado de Cámara de Comercio (Sociedades)  
 Plano o croquis donde se indique:  
 Localización, extensión y linderos del predio  
 Fuente de la cual se pretende hacer derivación  
 Posibles sitios de captación y entrega de sobrantes

Cordialmente,

En \_\_\_\_\_ de \_\_\_\_\_  
 Dirección \_\_\_\_\_ Tel: \_\_\_\_\_

En el caso de que los documentos no fuesen correctos, debe remitirse al solicitante un oficio de solicitud de documentos (ver figura 4), si el usuario remite los documentos, se receptionan y se analizan nuevamente. Si no remite los documentos y hay desistimiento de la solicitud se elabora un auto sustentando el desistimiento y se archiva.

Cuando los documentos fueran correctos se verifica la competencia de la institución, si la Uaesppn no es competente para otorgar la concesión, se oficia a la entidad competente remitiendo el expediente y se oficia al interesado. En el caso de que haya un conflicto de competencia, se oficia al Ministerio de Ambiente Vivienda y Desarrollo Territorial, ya que debe ser esta la instancia quien defina cual es la institución que tiene verdadera competencia en el proceso de concesión.

Cuando la Uaesppn sea competente para otorgar la concesión se debe elaborar un auto interlocutorio (ver figura 5), informado que se ha dado inicio al trámite y se debe fijar la fecha de la visita ocular.

Después de este paso se debe elaborar un auto donde se diga la fecha de la visita y que todo aquel que se sienta afectado con la concesión puede oponerse a ella. Este auto debe ser publicado en la Alcaldía (a la cual se debe oficiar para que se sirvan ponerlo en cartelera) (ver figura 7), puesto de policía o en un periódico de amplia circulación regional, también se debe notificar al interesado (ver figura 6).

La Uaesppn deberá realizar la visita con un funcionario capacitado en medir los impactos que pueda causar la construcción (ver figura 8)

En caso de que en la visita haya objeciones por terceros la unidad debe solicitar los documentos soportes de las objeciones, se debe oficializar la descripción de los hechos, estas objeciones deben ser analizadas y se debe concertar con la comunidad.

Se debe elaborar un concepto técnico de la visita en el cual dice si es viable el otorgamiento de la concesión.

Este concepto se remite a la oficina jurídica para que se elabore la resolución<sup>3</sup> y notifique si está de acuerdo con ella o si va a realizar algún recurso de reposición que en caso de que haya, se debe analizar las objeciones, si se puede realizar los cambios, se modificará la Resolución, si no quedará como estaba y quedará ejecutoriada.

Luego de toda esta etapa del trámite viene la etapa del cobro y su monitoreo; aunque todavía no se tiene claridad jurídica en cuanto a la facturación, pues aunque parques tiene competencia para realizar el cobro, no tiene personería jurídica para facturar por ello. Se trabaja actualmente en el comité del Programa de Administración de Aguas en una estrategia para llevar a cabo este monitoreo.

A continuación se muestran algunos formatos mostrados en esta ruta:

- 1- oficio Solicitud de documentos
- 2- Auto interlocutorio dando inicio al trámite
- 3- Aviso de la fecha de la visita ocular para pegar en la alcaldía o puesto de policía
- 4- Oficio para la alcaldía o puesto de policía para que se sirvan pegar el aviso en la cartelera
- 5- Formato que se debe diligenciar en la visita ocular

---

<sup>3</sup> En esta resolución se toman las medidas y se imponen las obligaciones en el acto administrativo de la concesión.

FIGURA 4. FORMATOS PARA SOLICITUD DE DOCUMENTOS

|                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                          |
|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| <p style="text-align: center;"><b>REPÚBLICA DE COLOMBIA</b><br/> <b>MINISTERIO DE AMBIENTE, VIVIENDA Y DESARROLLO TERRITORIAL</b><br/> <b>UNIDAD ADMINISTRATIVA ESPECIAL DEL SISTEMA DE PARQUES</b><br/> <b>NACIONALES NATURALES</b><br/> <b>GRUPO JURIDICO</b></p> <p style="text-align: right;">xxxxxx.UP-DIG- CJU</p> <p>Señor<br/>         xxxxxxxxxxxxx<br/>         Municipio de XXXXXX</p> <p>Cordial saludo:</p> <p>Como quiera que los documentos relativos al asunto de la referencia fueron remitidos a esta Unidad por parte de la Corporación Autónoma Regional de XXXXXXXXXXXX por ser de nuestra competencia su estudio y autorización, me permito solicitarle se sirva entregar la siguiente información, de conformidad con lo establecido en el artículo 54 del Decreto 1541 del 78 así:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Documento de Identidad</li> <li>• Nombre de la fuente donde se pretende hacer la derivación o donde se desea utilizar el agua</li> <li>• Nombre del predio o predios, municipios o comunidades que se van a beneficiar y su jurisdicción</li> <li>• Certificado de libertad y tradición del bien inmueble, con una vigencia no mayor de 30 días.</li> <li>• Información sobre la destinación que se le dará al agua.</li> <li>• Cantidad de agua que se desea utilizar en litros por segundo Información sobre los sistemas que se adoptarán para la captación, derivación, conducción, restitución de sobrantes, distribución y drenaje y sobre las inversiones cuantía de las mismas y término en el cual se van a realizar</li> <li>• Informar si se requiere establecimiento de servidumbre para el aprovechamiento del agua o para la construcción de obras proyectadas.</li> <li>• Informar si se requiere establecimiento de servidumbre para el aprovechamiento del agua o para la construcción de obras proyectadas</li> <li>• Término por el cual se solicita la concesión.</li> </ul> |
|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|

FIGURA 5. FORMATOS PARA SOLICITUD DE DOCUMENTOS

UNIDAD ADMINISTRATIVA ESPECIAL DEL SISTEMA DE PARQUES  
NACIONALES NATURALES

**AUTO No.**

**Por el cual se inicia el trámite de una concesión de aguas y se solicita la  
práctica de una visita**

El Director de la Unidad Administrativa Especial del Sistema de Parques  
Nacionales Naturales, en ejercicio de sus facultades legales, en especial las  
contenidas en el artículo 19 del Decreto 216 de 2003, y

**CONSIDERANDO**

Que el Señor XXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXX, identificado con la C.C. No. XXXXXXXX de XXXXXX en su calidad de Representante Legal de XXXXXXXXXXXXXXXXXXXX, presentó ante la Unidad Administrativa Especial del Sistema de Parques Nacionales Naturales - UAESPNN una solicitud tendiente a obtener Concesión de Aguas de uso público a derivar de XXXXXXXXXXXXXXXXXXXX en Jurisdicción del Parque Nacional Natural XXXXXXXXXXXXXXXXXXXX en beneficio de XXXXXXXXXXXXXXXXXXXX, de XXXXXXXXXXXXXXXXXXXX del Municipio de xxxxxxxxxxxxxxxx.

Que el solicitante aportó toda la información exigida por los artículos 54 y 55 del Decreto 1541 de 1978 para el trámite concesión de aguas junto la documentación que allí mismo se exige.

Que La XXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXX de la Unidad Administrativa Especial del Sistema de Parques Nacionales Naturales - UAESPNN. al estudiar la información aportada y los documentos anexados ha encontrado que se reúnen los requisitos legales para este tipo de solicitudes, consagrados en el Decreto 1541 de 1978.

Que en consecuencia de lo anterior y siendo la Unidad Administrativa Especial del Sistema de Parques Nacionales Naturales - UAESPNN- la autoridad ambiental competente para resolver la petición solicitada, de conformidad con las facultades atribuidas en el Decreto 216 de 2003 v. con el fin de dar cumplimiento a lo dispuesto por el Art. 57 del Decreto 1541 de 1978,

**DISPONE**

**ARTICULO PRIMERO.-** INICIAR el trámite que contiene la solicitud presentada por el Sr XXXXXXXXXXXXXXXXXXXX- identificado con la CC- No XXXXXXXXXXXXXXX de xxxx, en su calidad de Representante legal de xxxxxxxxxxxxxxxxxxxx tendiente a obtener Concesión de aguas de uso público para XXXXXXXXXXXXXXXXXXXX a derivar de la fuente denominada

"XXXXXXXXXXXXXXXXU ubicada en el Parque Nacional Natural XXXXXXXXXXXXXXXX

**ARTICULO SEGUNDO.- PRACTICAR** visita ocular a las fuentes objeto de solicitud de concesión de aguas en jurisdicción del Parque Nacional Natural XXXXXXXXXXXXXXXX, en la vereda XXXXXXXXXXXX en el Municipio de XXXXXXXXXXXX, a fin que se verifique lo señalado por el Art. 58 del Decreto 1541 de 1978.

**ARTICULO TERCERO.- DESIGNAR** al funcionario competente para realizar la Visita Técnica: una vez practicada la misma, se debe realizar el respectivo Informe Técnico y se debe enviar a la Coordinación Jurídica de la UAESPNN para los fines pertinentes

**ARTICULO CUARTO.- SOLICITAR** al Señor XXXXXXXXXXXXXXXXXXXX allegar, con destino al expediente No- XXXX. XXXXXXXXXXXXXXXX los siguientes documentos:

XXXXXXXXXXXXXXXXX

**ARTICULO QUINTO.- PUBLICAR** este Auto de acuerdo a lo establecido por el Art.70 de la Lev 99 de 1993. en concordancia con lo señalado por los Arts. 14 v 15 el C.C.A., y adicionalmente oficiar al peticionario sobre la iniciación de este procedimiento.

**ARTICULO SEXTO.- FIJAR** los avisos correspondientes en un lugar público de la Dirección Territorial xxxxxxxxx. en la Oficina Jurídica de la UAESPNN v en la Alcaldía Municipal del área de jurisdicción objeto de esta concesión, con diez (10) días de anticipación a (a practica de la visita, indicando lugar. fecha- hora y objeto de la visita, para que las personas que se crean con derecho a intervenir, puedan hacerlo.

**ARTICULO SÉPTIMO.-** Contra el presente no procede recurso alguno de acuerdo con lo señalado en el artículo 49 del C-C-A

PUBLIQUESE, NOTIFIQUESE Y CUMPLASE

XXXXXXXXXXXXXXXXXXXXX

DIRECTOR TERRITORIALXXXXXXXXXXXXX

UAESPNN

FIGURA 6. FORMATOS PARA SOLICITUD DE DOCUMENTOS

**MINISTERIO DE AMBIENTE, VIVIENDA Y DESARROLLO TERRITORIAL****UNIDAD ADMINISTRATIVA ESPECIAL DEL SISTEMA DE PARQUES  
NACIONALES NATURALES - UAESPNN****AVISO No. XXXXX**

Que el Señor XXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXX, identificado con la C.C. No. XXXXXXXXXXXXX de XXXXX en su calidad da Representante Legal de XXXXXXXXXXXXX XXXXX, departamento de XXXXXXX, presentó ante esta Entidad solicitud para la obtención de concesión de aguas a derivar de la fuente denominada "XXXXXXXXXXXX" en beneficio de los habitantes del área XXXXXXX del municipio de XXXXXXX las Veredas de XXXXXXX y XXXXX.

Que para atender está solicitud, se practicará visita ocular a la fuente mencionada anteriormente- por parte de funcionarios de, la Dirección Territorial xxxxxxxxxxxx de la UAESPNN, la cual se llevará a cabo el día XX de XXXX del año 2003 a las XXXX partiendo de XXXXXXX ubicado en XXXXXXXXXXXXX de la dudad de XXXXXXX

Que para los efectos de lo previsto en los artículos 57 y 60 del Decreto Reglamentario 1541 de 1978 se fijará el presente aviso en un lugar público de la **ALCALDÍA DE XXXXXXX** y de la **ALCALDÍA MUNICIPAL DE xxxxxxxxxxxx**

Las personas que se crean con derecho o tengan interés legítimo, pueden formular sus posiciones antes o durante la visita ordenada

Dado en xxxxxxxxxxxx a los días del mes de

XXXXXXXXXXXXXXXXXXXXX  
Director Territorial xxxxxxxxxxxx  
UAESPNN

FIGURA 7. FORMATOS PARA SOLICITUD DE DOCUMENTOS

|                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                          |
|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| <p style="text-align: center;"><b>REPÚBLICA DE COLOMBIA</b></p> <p style="text-align: center;">MINISTERIO DE AMBIENTE, VIVIENDA Y DESARROLLO TERRITORIAL<br/>UNIDAD ADMINISTRATIVA ESPECIAL DEL SISTEMA DE PARQUES NACIONALES NATURALES<br/>GRUPO JURIDICO</p> <p style="text-align: right;">Bogotá, D.C. UP- DIG- CJU</p> <p>Doctor<br/>XXXXXXXXXXXXXXXXXXXXX<br/>Alcalde Municipal XXXXXXXXXXXXXXXXXXXX</p> <p>Cordial saludo:</p> <p>Muy cordialmente solicito a usted fijar en lugar público de su Despacho por lo menos con diez (10) días de anticipación el Aviso No. XXXXX del XXXXX de XXXXXXXX del presente año, con el fin de dar cumplimiento al artículo 57 del Decreto 1541 de 1978.</p> <p>Una vez cumplido lo anterior, le solicito devolverlo con las respectivas constancias de fijación y desfijación con destino al correspondiente expediente.</p> <p>Solicito, además, su valiosa colaboración para que, de conformidad con el aviso que se adjunta, permita el acompañamiento de un funcionario de su dependencia que se presente el día y hora fijado en la oficina de la Territorial xxxxxxxx, a fin de llevar a cabo la diligencia, conjuntamente con los funcionarios designados por la UAESPNN.</p> <p>Igualmente, y con el propósito de observar lo dispuesto por el artículo 70 de la Ley 99 de 1993, en concordancia con estipulado por los artículos 14 y 15 del C.C.A, le solicito citar a los terceros indeterminados que pueden estar interesados en los resultados de la decisión que se tome en relación con la solicitud de Concesión de aguas.</p> <p>Finalmente, para los fines pertinentes le estoy enviando copia del Auto de iniciación de trámite de concesión de aguas solicitada.</p> <p>Atentamente,</p> <p style="text-align: center;">XXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXX</p> <p style="text-align: center;">Director Territorial xxxxxxxxxx<br/>UAESPNNN</p> |
|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|

FIGURA 8. FORMATOS PARA SOLICITUD DE DOCUMENTOS

| <b>MINISTERIO DEL AMBIENTE, VIVIENDA Y DESARROLLO TERRITORIAL</b><br><b>UNIDAD ADMINISTRATIVA ESPECIAL DEL SISTEMA DE</b><br><b>PARQUES NACIONALES NATURALES</b>           |                                                                                                |                   |
|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------|
| <b>VISITA OCULAR PARA CONCESIONES DE AGUA (Art. 58 Decreto 1541/1978)</b>                                                                                                  |                                                                                                |                   |
| <b>1. INFORMACIÓN GENERAL</b>                                                                                                                                              |                                                                                                |                   |
| 1.1 Solicitante:                                                                                                                                                           | _____                                                                                          |                   |
| 1.2 Area Protegida:                                                                                                                                                        | _____                                                                                          |                   |
| 1.3 Corriente o fuente de agua:                                                                                                                                            | _____                                                                                          |                   |
| 1.4 Uso de agua de la concesión:                                                                                                                                           | _____                                                                                          |                   |
| 1.5 Fecha de la visita ocular:                                                                                                                                             | _____                                                                                          |                   |
| 1.6 Información faltante en la solicitud:                                                                                                                                  | _____                                                                                          |                   |
| <p>Nota 2: Si las obras propuestas por el solicitante requieren de Estudio de Impacto Ambiental y no lo tiene, incluir en el numeral 1.6 esta carencia de información.</p> |                                                                                                |                   |
| <b>2. AFORO DE LA FUENTE</b>                                                                                                                                               |                                                                                                |                   |
| 2.1 Coordenadas de la sección:                                                                                                                                             | (   ,   )   (   ,   )   (   ,   )   (   ,   )<br>(   ,   )   (   ,   )   (   ,   )   (   ,   ) |                   |
| 2.2 Area estimada de la sección de control (m <sup>2</sup> ):                                                                                                              | _____                                                                                          |                   |
| 2.3 Longitud del tramo (m):                                                                                                                                                | (   )   (   )                                                                                  | Promedio: _____   |
| 2.4 Tiempo de recorrido (s):                                                                                                                                               | (   )   (   )                                                                                  | Promedio: _____   |
| 2.5 Velocidad estimada de la corriente (m/s):                                                                                                                              | _____                                                                                          |                   |
| 2.6 Caudal estimado de la corriente (m <sup>3</sup> /s)                                                                                                                    | _____                                                                                          |                   |
| <b>3. CAPTACIONES SOBRE LA MISMA CORRIENTE AFECTADAS AGUAS ABAJO</b>                                                                                                       |                                                                                                |                   |
| 3.1 LOCALIZACIÓN                                                                                                                                                           | 3.2 USO                                                                                        | 3.3 OBSERVACIONES |
|                                                                                                                                                                            |                                                                                                |                   |
|                                                                                                                                                                            |                                                                                                |                   |
|                                                                                                                                                                            |                                                                                                |                   |
|                                                                                                                                                                            |                                                                                                |                   |

**4. RESTITUCIÓN DE SOBRANTES**

4.1 ¿Restitución sobre la misma corriente?

Si ☐ No ☐ ¿Cuál? \_\_\_\_\_

4.2 Lugar de restitución de caudales: \_\_\_\_\_

4.3 Forma de restitución de caudales: \_\_\_\_\_

**5. RESTITUCIÓN DE SOBRANTES SOBRE OTRA CORRIENTE**

5.1 Nombre de la corriente receptora: \_\_\_\_\_

5.2 Lugar de restitución de caudales: \_\_\_\_\_

5.3 Forma de restitución de caudales: \_\_\_\_\_

5.4 Razones para restituir caudales a esta fuente: \_\_\_\_\_  
\_\_\_\_\_  
\_\_\_\_\_  
\_\_\_\_\_**6. OCUPACIÓN DE TERRENOS**

Indicar en este numeral si las obras ocupan u ocuparán terrenos propios del solicitante de la concesión. Si las obras ocupan u ocuparán terrenos que no son propios del solicitante, indicar las razones técnicas para este hecho. Incluir otro tipo de observaciones relevantes.

\_\_\_\_\_  
\_\_\_\_\_  
\_\_\_\_\_  
\_\_\_\_\_  
\_\_\_\_\_

**7. OTRA INFORMACIÓN**

Incluir en este numeral, observaciones u otros tipos de información, que no se hayan contemplado en ninguna otra parte del formato y que se consideren importantes.

\_\_\_\_\_  
\_\_\_\_\_  
\_\_\_\_\_  
\_\_\_\_\_  
\_\_\_\_\_

### **3 EXPERIENCIA EN LA VALIDACION DE LA RUTA**

#### **3.1. CARACTERIZACION DE LOS ACUEDUCTOS BENEFICIARIOS DEL PARQUE NACIONAL NATURAL FARALLONES**

En el primer momento de la ruta, se debió validar el instrumento en campo, para lo cual se tomaron algunos acueductos como base para dicha evaluación. Este sufrió algunas modificaciones, no tanto de fondo pero si de forma; cabe anotar que el instrumento tiene un SIG como soporte para el programa en el cual se piensa registrar toda la información que levante el instrumento, actualmente se está elaborando una base de datos en Microsoft Access para la digitalización de los datos que se han tomado en campo hasta ahora. Se han georeferenciado los bocatomas de algunos acueductos y producto de ello se elaboró un mapa de ubicación de las bocatomas de los acueductos que se benefician del agua del parque.

De la validación realizada salió la caracterización de algunos acueductos veredales ubicados en zona de amortiguación del parque, pero que la bocatoma se encuentra dentro del área de parque, Se caracterizaron los siguientes acueductos:

- Acueducto del Corregimiento de Pichinde
- Acueducto del corregimiento de los Andes (cabecera)
- Acuapance
- Acuareforma
- Acueducto del Corregimiento de la Leonera

### 3.1.1. ACUEDUCTO DE PICHINDE

El acueducto se encuentra ubicado en el Corregimiento de Pichindé (zona de influencia del parque), toma sus aguas de 3 quebradas - Q. Los Duques. Los Valencia que se ubican en el corregimiento de los Andes y la Q. la Honoria, que se ubica en el corregimiento de Pichinde.

Estas 3 quebradas se unen en una sola tubería de 3" que va a dar a unos tanques con una capacidad de 120m<sup>3</sup>, de estos se reparte la red de distribución del corregimiento (260 habitantes), el agua sobrante de esta red, cae a la quebrada la esmeralda, casi la totalidad de las fincas tiene pozo séptico y pozo de absorción y el corregimiento tiene un alcantarillado incipiente.

La administración del acueducto cobra a los usuarios según el estrato en el que se encuentre la finca, es decir, el estrato 1 paga \$1.700 y el estrato 6 paga \$7.000.

El corregimiento tiene un proyecto de potabilización del agua con método de decantación, este proyecto se está realizando actualmente con CINARA y Salud Pública Municipal, alternó a este se tiene contemplado también un proyecto de la red de alcantarillado.

La toma del agua todavía es ilegal, sin embargo la administración del acueducto ya hizo la respectiva solicitud a la CVC, y, esta a su vez ya puso en conocimiento la radicación de la solicitud a la administración del parque para el traspaso del expediente, ya que aunque el agua es aprovechada en zona de amortiguación del parque, las bocatomas de las 3 quebradas se encuentran ubicadas en zona de parque

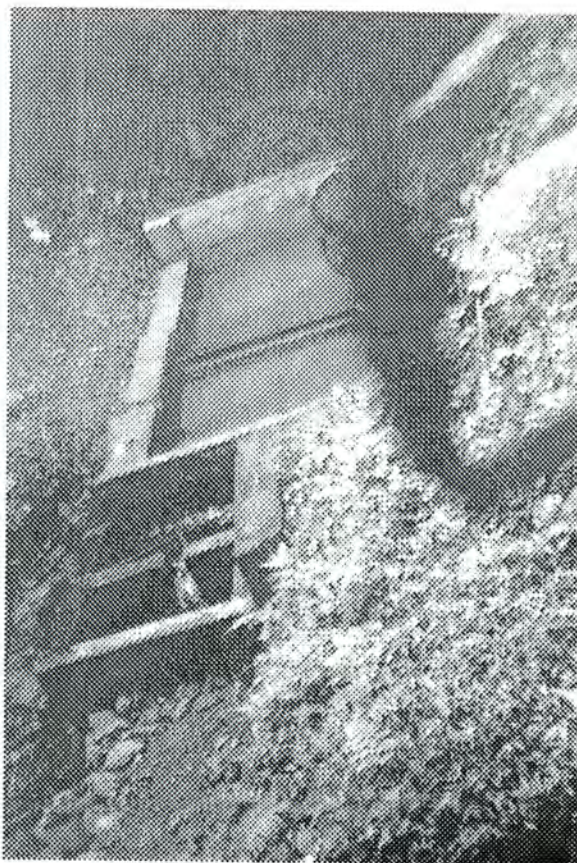


FIGURA 9. BOCATMA Q. LA HONORIA

### **3.1.2. ACUEDUCTO DE LOS ANDES**

El acueducto se encuentra ubicado en el corregimiento de los andes y distribuye sus agua para andes cabecera solamente, éste, toma sus aguas de 2 quebradas q.bilela y otra que no tiene nombre ni código, ambas se encuentran ubicadas en el corregimiento de los andes.

Se tuvo un primer acercamiento con la administración del acueducto, se tiene disposición a trabajar con la institución, la toma de agua no esta legalizada y no tiene solicitud de concesión, se tiene proyectado el trabajo con la administración del acueducto para realizar el respectivo acompañamiento en el trámite de concesión de aguas.

### **3.1.3 ACUEDUCTO DE LA REFORMA**

El acueducto de la reforma se encuentra ubicado en el Corregimiento de los Andes y lleva agua a algunas veredas de la zona rural de Cali, que no tienen servicio de agua a través del municipio, estas veredas se organizaron en juntas administradoras del agua a nivel veredal, con representatividad en la junta del acueducto, estas veredas son: el Cabuyal, pilas del Cabuyal, las brisas, el faro, la reforma, etc.

Este acueducto toma aguas de la quebrada el silencio (zona de parque nacional), esta toma es trasbasada en un canal hasta la quebrada la margarita (zona de amortiguación), donde está la bocatoma del acueducto.

La junta de la vereda la reforma, ha solicitado otra concesión de aguas a la CVC aguas arriba de la quebrada el silencio (zona de parque), ya que tiene como objetivo la venta de agua para las veredas del Corregimiento de los Andes.

La Corporación Autónoma del Valle (CVC) ha puesto en conocimiento de la Administración del parque la situación de la solicitud y se ha asistido a reuniones de concertación entre los integrantes

de la junta del acueducto, ya que se ha presentando oposiciones a la nueva concesión de agua que se solicitó.

Se está a la espera del traspaso del expediente, de la CVC a parques.

### **3.1.4 ACUEDUCTO DE PANCE**

El acueducto de Pance se encuentra ubicado en el corregimiento de Pance y surte de agua solamente a Pance Cabecera, éste toma sus aguas de la quebrada La Chorrera, su bocatoma tiene un problema de jurisdicciones, ya que no se tiene muy claro si está en zona de parque o en zona de amortiguación, al parecer está en el límite de parque.

Este acueducto tiene 95 usuarios y su uso es principalmente doméstico, tiene un cobro por la matrícula del servicio que es de \$ 3.000 y una mensualidad por la administración del mismo valor. La administración de este acueducto adelanta proyectos con instituciones como CVC y salud pública municipal, como para el alcantarillado del corregimiento, el mejoramiento de la infraestructura vial y una laguna de oxidación que está en construcción.

### **3.1.5 ACUEDUCTO DE LA LEONERA**

El acueducto se encuentra ubicado en el Corregimiento de la Leonera (zona de influencia del parque), toma sus aguas de la quebrada el Roble que se ubica en la vereda el Pato (zona de parque).

Este acueducto surte de agua al corregimiento la leonera (cabecera) una parte del Corregimiento de Pichinde, y la vereda el Pato, la Administración de este acueducto sostiene que ellos no realizan ninguna labor de conservación en el área, pero que no le cobran el servicio de agua a la comunidad beneficiada de la vereda del pato debido a que ellos son los que le hacen el mantenimiento a la fuente de agua, aunque dicen que no es un terreno tan intervenido.



FIGURA 10. BOCATOMA Q. EL ROBLE

El acueducto cuenta con 250 usuarios directos y con 100 indirectos, tiene unos cobros divididos así: para la comunidad raizal de \$ 5.000 y para la comunidad urbana entendida como las casas de veraneo de \$7.000, los usos de esta agua pasan desde lo doméstico, lo agrícola, pecuario, recreativo y para estanques piscícolas sobre todo para la comunidad del pato.

Tienen proyectos con instituciones como salud pública y CVC en lo que tiene que ver con educación ambiental, un sistema especial de alcantarillado y una planta de potabilización de agua.

### 3.1.6 ACUEDUCTO DE VENTEADEROS

El acueducto se encuentra ubicado en el Corregimiento de los Andes (zona de influencia del parque), toma sus aguas de la quebrada el silencio que se ubica en la vereda el Cabuyal (zona de parque)

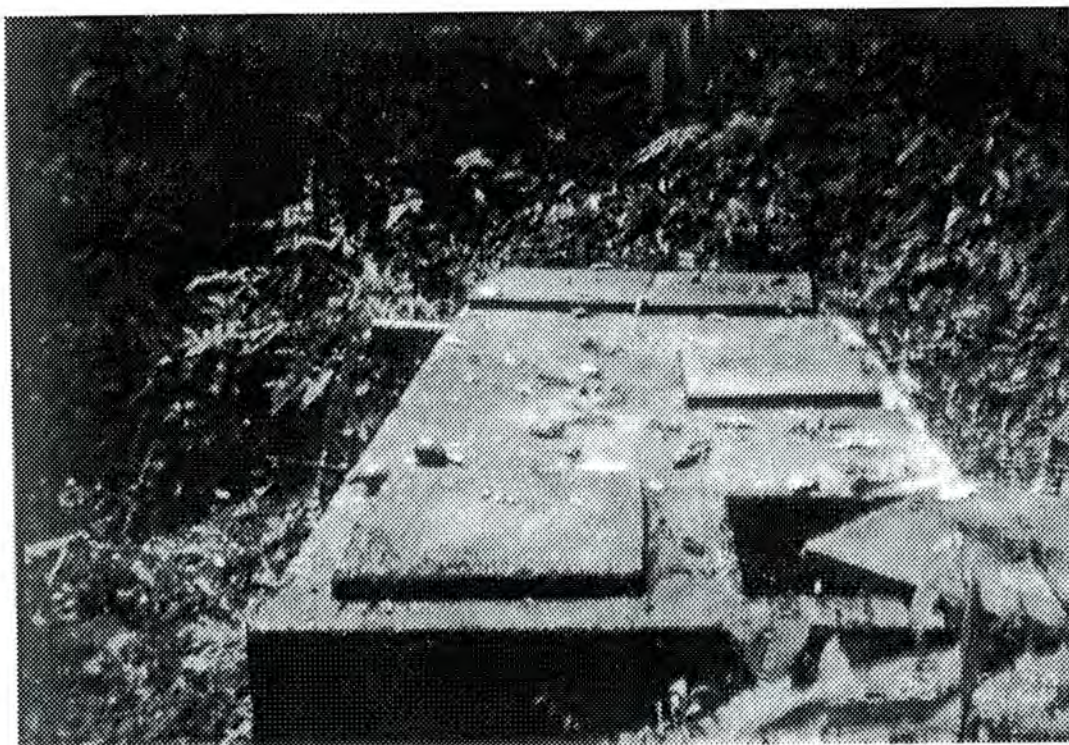


FIGURA 11. TANQUE ACUEDUCTO VENTEADEROS

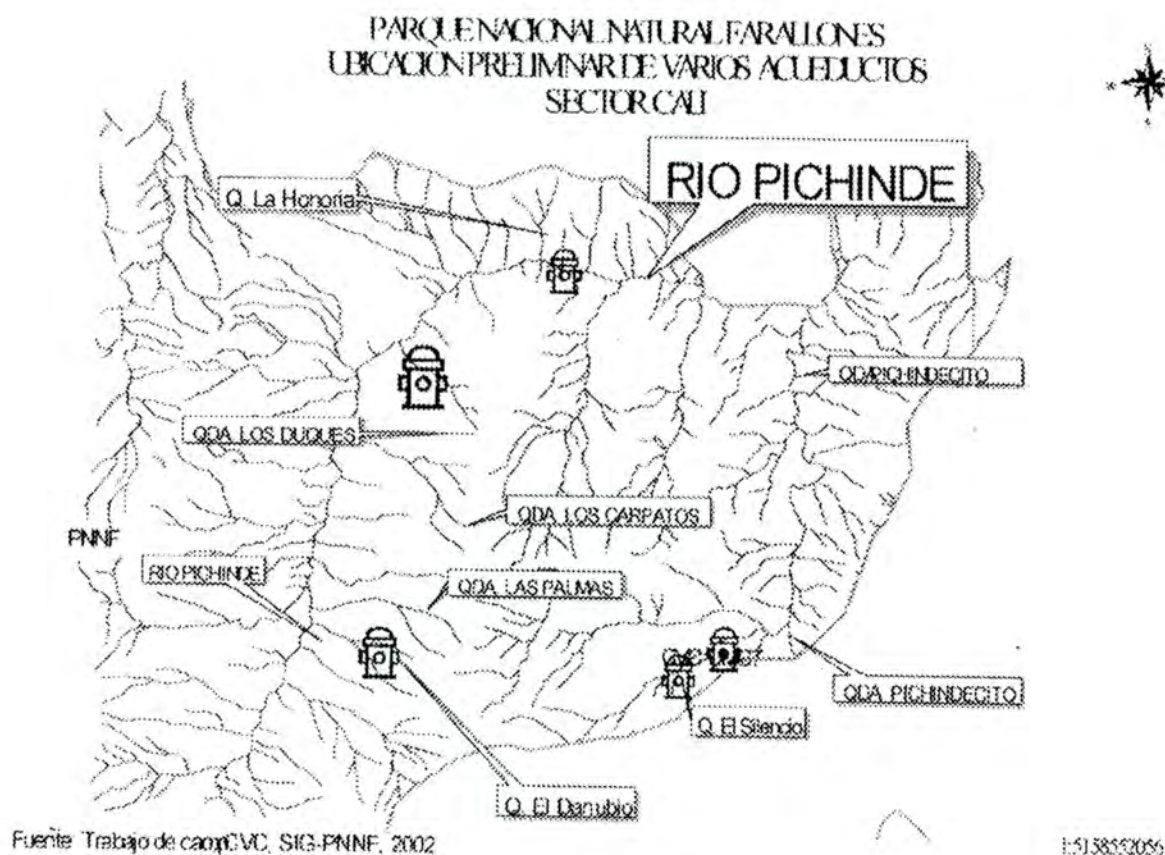
Este acueducto surte de agua al Sector venteaderos vereda Cabuyal, la Administración de este acueducto sostiene que ellos realizan labores de reforestación en el área de la bocatoma, tienen servidumbre con Yanaconas<sup>4</sup> ya que comparten terrenos.

El acueducto distribuye el agua a 50 casas con un cobro fijo de \$ 2.000 mensuales, los usos de esta agua pasan desde lo doméstico, lo agrícola, Tienen proyectos con instituciones como salud pública y CVC en lo que tiene que ver con educación ambiental, un sistema especial de alcantarillado y una planta de potabilización de agua.

---

<sup>4</sup> Resolución de concesión No. 765 de dic 29 de 1997 otorgado por la Unidad de Parques Nacionales para Comfenalco Yanaconas

FIGURA 12. MAPA ACUEDUCTOS GEOREFERENCIADOS EN EL PNN FARALLONES



Las captaciones identificadas que no entraron en este documento preliminar, tienen datos faltantes o se encuentran en proceso de análisis por parte de la contratista.

#### 4 SIG PARA EL PROGRAMA DE ADMINISTRACION DE AGUAS

Se cuenta con una base de datos para el introducir los datos levantados el monitoreo de los caudales de las fuentes que son abastecedoras de acueductos de asentamientos ubicados el área de parque o en su zona de influencia

FIGURA 13. FORMATO DE AFORO

| <b>PARQUE NACIONAL NATURAL FARALLONES</b>                                                                                                           |  |                                         |       |                                                            |  |
|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--|-----------------------------------------|-------|------------------------------------------------------------|--|
| <b>REGISTRO DE DATOS DE AFOROS</b>                                                                                                                  |  |                                         |       |                                                            |  |
| FECHA:                                                                                                                                              |  |                                         | HORA: |                                                            |  |
| NOMBRE DEL CAUCE:                                                                                                                                   |  |                                         |       |                                                            |  |
| SITIO DEL AFORO:                                                                                                                                    |  |                                         |       |                                                            |  |
| ANCHO DEL CAUCE: metros                                                                                                                             |  |                                         |       |                                                            |  |
| LONGITUD DE TRAMO MEDIDO: metros                                                                                                                    |  |                                         |       |                                                            |  |
| <b>FORMULAS:</b><br>Velocidad $V = \text{Longitud del tramo} / \text{Tiempo medio}$<br>Area $A = \text{ancho del cauce} * \text{profundidad media}$ |  |                                         |       |                                                            |  |
| PROFUNDIDADES: (m)                                                                                                                                  |  | Tiempos: (seg)                          |       | Velocidades: (mt/seg)                                      |  |
| P1                                                                                                                                                  |  | T1                                      |       | V1                                                         |  |
| P2                                                                                                                                                  |  | T2                                      |       | V2                                                         |  |
| P3                                                                                                                                                  |  | T3                                      |       | V3                                                         |  |
| P4                                                                                                                                                  |  | T4                                      |       | V4                                                         |  |
| P5                                                                                                                                                  |  | T5                                      |       | V5                                                         |  |
| P6                                                                                                                                                  |  | T6                                      |       | V6                                                         |  |
| Sumatoria                                                                                                                                           |  | Sumatoria                               |       | Sumatoria                                                  |  |
| Pm                                                                                                                                                  |  | Tm                                      |       | Vm                                                         |  |
| <b>AREA</b> $A = A_n * P_m$<br><b>A =</b>                                                                                                           |  | <b>CAUDAL</b> $Q = A * V$<br><b>Q =</b> |       | <b>CAUDAL CORREGIDO</b><br>$Q_c = Q * 0,85$<br><b>Qc =</b> |  |
| Nota: El resultado de caudal se multiplica por una constante (0,85) para corregir el caudal quedando así más acertado el cálculo                    |  |                                         |       |                                                            |  |
| Observaciones adicionales:                                                                                                                          |  |                                         |       |                                                            |  |

Los datos tomados en el formato anterior son descargados en la siguiente base de datos:

FIGURA 14. BASE DE DATOS PARA AFOROS

**El registro aforos1**

Número registro afos:  Fecha (dd/mm/aaaa): 29/08/2007 Hora (hh:mm): 09:09 a.m.

Nombre del cauce: RIO PICHINDE

Sitio de aforo: CONFLUENCIA BARRIO DE MARIAGUITA

Ancho del cauce (mts):  Longitud de trazo medido (mts):

**CAPTURAY CALCULO DE VARIABLES**

número registro afos:

| PROFUNDIDADES (m)                  | TIEMPOS (seg)                   | VELOCIDAD (m/s)                  |
|------------------------------------|---------------------------------|----------------------------------|
| profundidad1: <input type="text"/> | tiempo1: <input type="text"/>   | velocidad1: <input type="text"/> |
| profundidad2: <input type="text"/> | tiempo2: <input type="text"/>   | velocidad2: <input type="text"/> |
| profundidad3: <input type="text"/> | tiempo3: <input type="text"/>   | velocidad3: <input type="text"/> |
| profundidad4: <input type="text"/> | tiempo4: <input type="text"/>   | velocidad4: <input type="text"/> |
| profundidad5: <input type="text"/> | tiempo5: <input type="text"/>   | velocidad5: <input type="text"/> |
| Sumatoria: <input type="text"/>    | Sumatoria: <input type="text"/> | Sumatoria: <input type="text"/>  |

Profundidad media (m):  Tiempo medio (seg):  Velocidad media (m/seg):

Área de la sección (m²):  **CAUDAL ESTIMADO (m³/seg):**

Note: El resultado del caudal se multiplica por una constante (0.85) para corregir el caudal obtenido así más acorde al cálculo.

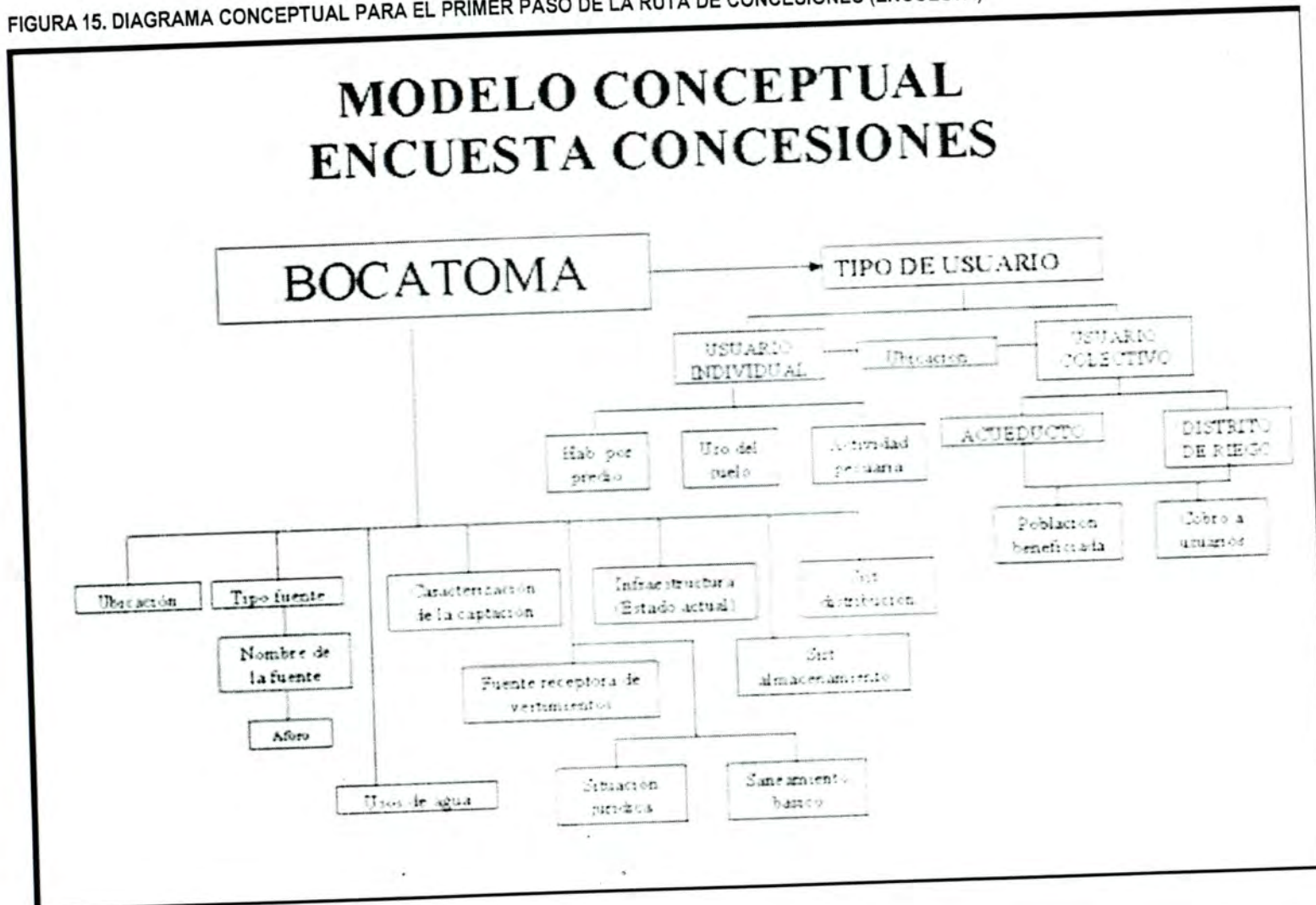
**CAUDAL AJUSTADO (m³/seg):**

Navigation buttons: [Previous] [First] [Next] [Last] [Refresh] [Print] [Close]

Para la automatización de la ruta para las concesiones de agua se viene trabajando en un SIG, el cual tiene como objetivo principal organizar los datos obtenidos en campo, sobre la caracterización de los usuarios y su evolución en cuanto al proceso de legalización de las bocatomas.

Este SIG ya cuenta con el diagrama conceptual (ver figura 15), el modelo entidad relación y el modelo lógico están en proceso de construcción.

FIGURA 15. DIAGRAMA CONCEPTUAL PARA EL PRIMER PASO DE LA RUTA DE CONCESIONES (ENCUESTA)



## **5 BIBIOGRAFIA**

CERON, María Juliana. Marco Procedimental de Concesiones, PNN Farallones, Cali 2003.