

## FORMULACIÓN DE ALTERNATIVAS DE USO DEL AGUA CON BASE EN EL BALANCE DISPONIBILIDAD-DEMANDA EN LA ZONA DE SANTA ROSA, SECTOR LA HECHICERA DEL ESTADO MÉRIDA

### Proposals for water use based on supply-demand balance at Santa Rosa area, La Hechicera, state of Mérida

Recibido: 08/07/09  
Aprobado: 01/10/09

Luís Rázuri<sup>1</sup>, José G. Rosales<sup>2</sup>, José D. Hernández<sup>3</sup>

CIDIAT-ULA, Apartado postal 219 Mérida  
Mérida – Venezuela

e-mail<sup>1</sup>: [rzuril@ula.ve](mailto:rzuril@ula.ve)  
e-mail<sup>2</sup>: [rjose@ula.ve](mailto:rjose@ula.ve)

#### **Resumen**

El estudio se efectuó en la zona de Santa Rosa sector la Hechicera del Estado Mérida, donde se estimó las disponibilidades de agua de las microcuencas que abastecen dicha área como lo son: Los Animes-Honda, Agua Larga Alto y Agua Larga Bajo, tributarias del río Albarregas, para ello se estableció una campaña de mediciones sistemáticas a través de dispositivos de aforo, generando información para efectuar una caracterización estadística con el fin de determinar la probabilidad de ocurrencia de caudales, para un 80% y 95% del tiempo los cuales oscilaron entre 2,50 y 17,58 l/s para el primer caso y entre 2,19 y 17,20 l/s para la segunda situación (95 %). También se cálculo la demanda para consumo urbano, industrial e instituciones y consumo agrícola, presentándose valores de caudales demandados entre 5,19 y 8,47 l/s. Con la información generada en los puntos anteriores se realizó el contraste oferta-demanda para de esta forma conocer las potencialidades del recurso agua en la zona; con base a los resultados se determinó deficiencia de oferta de agua en seis meses (Febrero, Marzo, Abril, Julio, Agosto y Septiembre), y su conflictividad de uso, en donde se evidenció problemas de orden técnico, ambiental e institucional, que conllevan a una ineficiente gestión del recurso por lo que es necesario formular un conjunto de alternativas para su uso racional, entre las que se destacan dos grandes grupos como lo son el aumento de la disponibilidad y la reducción de la demanda.

---

**Palabras clave:** Disponibilidad, demanda, balance oferta-demanda, conflictividad, alternativas

---

## Abstract

This study was carried out at Santa Rosa area, La Hechicera, State of Mérida. It aimed at estimating water accessibility of some microbasins surround the area, such as Los Animes-Honda, Agua Larga Alto, and Agua Larga Baja, being all of them Albarregas River effluents. Firstly, through systematic measurements using flow measurement devices (flumes), data was collected and allowed information for statistical characterization in determining flow occurrence probabilities. In 80 to 95 percent of the time, the probability varied between 2.50 and 17.58 l/s, and between 2.19 and 17.20 l/s, respectively. Secondly, the demand for urban, institutional, industrial and agricultural consumption was also estimated and showed demand-flow values between 5.19 and 8.47 l/s. The information obtained was used to contrast supply-demand parameters in order to know basin-water source potential and to forecast a six-month-water supply (February, March, April, July, August, and September), as well as the controversial use of water resources. This revealed some technological, ecological and institutional problems which lead to an inefficient use of this resource. For these reasons, it is necessary to present alternative proposals for a rational use, namely, higher accessibility and supply reduction.

---

**Key words:** *accessibility, demand, supply-demand balance, controversy, alternatives*

---

## Introducción

En Venezuela y particularmente en la Región de Los Andes, el agua representa un recurso de vital importancia, ya que la utilización de los recursos hídricos se asocia de manera inseparable al desarrollo socio-económico de los pueblos, tanto desde el punto de vista del consumo del agua para cubrir sus necesidades básicas, como para producir alimentos, como es el caso de la agricultura; esto se complementa con los requerimientos para uso industrial, comercial y turístico.

El desarrollo económico hace que el abanico de demandas de éste recurso natural sea cada vez más amplio y activo. A esta tendencia se contraponen el hecho de que la disponibilidad es limitada. Los consecuentes problemas relativos a

su oferta van ligados a riesgos de que se agrave la creciente competencia entre sus usuarios.

Es por esta razón que surge la necesidad de establecer un manejo eficiente del agua, ya que en la actualidad la misma es un recurso competido, debido a su escasez tanto en cantidad como en calidad.

En la zona de Santa Rosa se ubican tres micro cuencas conocidas como: Los Animes-Honda, Agua Larga Alto y Agua Larga Bajo, tributarias del río Albarregas, en ellas se refleja una problemática ligada al uso irracional de los recursos hídricos, que abarca tanto a actores como las comunidades de Santa Rosa y Bella Vista e instituciones públicas, así como a la Universidad de Los Andes, las cuales son los principales demandantes del agua en el área de

estudio. Este problema trae como consecuencia que las metas de desarrollo se vean afectadas en razón a la conflictividad del agua debido a la competitividad existente.

El agua representa para esta zona uno de los insumos más importantes en el logro de la producción de leche, ya que a través del riego de los potreros se asegura el crecimiento de pastos para el ganado vacuno, enmarcándose dentro de las estrategias que para el sector lechero tiene la Universidad de los Andes, que a su vez se complementa con la producción de lácteos que le dan un valor agregado a la producción agrícola; así mismo, es importante señalar que la Universidad también posee dos unidades de investigación, como es el caso del Bioterio y el Instituto de Investigaciones Agropecuarias (IIAP), las cuales constituyen un demandante importante de agua.

A estos demandantes agropecuarios e industriales, se une un importante usuario del recurso hídrico constituido por la población asentada en el área y por el desarrollo turístico de la misma. Tomando en cuenta todas estas consideraciones surge la necesidad de emprender un estudio que plantee alternativas de uso racional del agua, con base en aspectos técnicos, económicos, sociales, ambientales e institucionales, para de esta forma resolver y normar su utilización a través de un plan de uso.

En este orden de ideas se plantean los siguientes objetivos:

- 1.- Determinar la oferta y la demanda de agua para el sector.
- 2.- Analizar la conflictividad del uso racional del agua en la zona de estudio a través de el contraste entre la oferta y la demanda.

- 3.- Establecer alternativas de manejo de las fuentes de agua existentes y considerar la utilización de otras.

## **METODOLOGÍA**

### **Estimación de las disponibilidades de agua**

El análisis de la oferta de agua es de vital importancia en el planteamiento de las potencialidades de una determinada cuenca. La determinación de los caudales disponibles en los diferentes cursos de agua de las quebradas, marca el primer paso para conocer la viabilidad de cualquier proyecto de aprovechamiento hidráulico. Es por ello que en las microcuencas Los Animes- La Honda, Agua Larga Alto y Agua Larga Bajo se procedió a la estimación de las disponibilidades superficiales del recurso agua, apoyándose en aforos diarios, efectuados en horas de la mañana y la tarde. Las actividades desarrolladas son:

### **Delimitación de sectores hidrológicos**

Las microcuencas se delimitaron según el área que drena hacia cada cauce o quebrada principal que lo conforma, tomando en cuenta la divisoria de aguas.

Con base a la información cartográfica disponible para la zona y con el apoyo del trabajo de campo, se procedió a ubicar y delimitar las cuencas aportantes para las fuentes que están siendo aprovechadas, pudiendo determinarse el tamaño de su superficie, que resultaron en:

Superficie total de la cuenca:

296,58 ha

Perímetro de la cuenca:

7.905,6 m

Superficie de la microcuenca Agua Larga: 103,58 ha  
 Superficie de la microcuenca Los Animes La-Honda: 193,00 ha.

### ***Campaña de mediciones mediante dispositivos aforadores***

Se realizó, en cada uno de los sitios de captación, una campaña diaria de mediciones de caudal. Para ello se instalaron y utilizaron aforadores Ballofet, calibrados en el Laboratorio de Hidráulica de la Universidad de los Andes.

La información recopilada durante la campaña de mediciones con el aforador Ballofet, se procesó y permitió evaluar el comportamiento diario de las fuentes de agua que se están captando. Los niveles de agua en el aforador se convirtieron a caudales con la siguiente ecuación

$$Q = 0.175 * Y^{3/2}$$

donde: Q caudal en l/s; Y medida del nivel del agua en cm.

### ***Construcción de las curvas de duración de caudales y variación estacional***

Para la predicción de las disponibilidades del recurso agua, la hidrología hace uso de técnicas que se apoyan en las estadísticas. Con base en esta consideración, se estimó el tiempo en que el caudal de un curso de agua es igual o mayor a cierto valor.

La curva de duración de caudales expresa la representación con que ocurre un evento o una serie de eventos y tiene como finalidad la representación de la probabilidad de que un caudal se presente en determinado porcentaje de tiempo. Para la determinación de la curva de duración de caudales se utilizó el programa AJUSTE Duque,(2002).La

información se utilizó para determinar los caudales que ocurren en las diferentes fuentes, para una probabilidad de ocurrencia del 80 % y 95 %.

Para cada una de las microcuencas se construyó una curva de variación estacional, la cual representa el caudal que escurre en los sitios de captación para los doce meses del año y para las probabilidades de excedencia anteriormente señaladas.

Los valores de 80 % y 95% se asumieron con base en que para el caso de riego se podría permitir el riesgo de que un 20% del tiempo el caudal esperado no se presente; pero para la parte de abastecimiento poblacional, comercial, agroindustrial y el Bioterio se debería garantizar por lo menos que el 95 % del tiempo el recurso hídrico esté presente.

En las Figuras 1 y 2 se presentan las curvas de variación estacional de los caudales para un 80 % y 95 % de probabilidad de excedencia expresados en l/s, para cada mes y cada microcuenca.

### ***Estimación de la demanda de agua***

El cálculo de la demanda está referido al consumo de agua en l/s de los diferentes usuarios que se benefician de los aportes de las cuencas estudiadas. La demanda está representada por el consumo de la población y población flotante asentada en la zona de Santa Rosa; las instalaciones de la empresa rental PROGAL; cuyo objetivo es la producción de derivados lácteos a través de una producción propia de leche. También existe el Instituto de Investigaciones Bio-tecnológicas (BIOTERIO), así como instalaciones conexas como las pertenecientes al Instituto de Investigaciones Agropecuarias de la ULA; complementando toda esta demanda

existe la que podría catalogarse como la que demanda los mayores volúmenes de agua y es la referida a los requerimientos hídricos de los cultivos presente en el área de estudio, así mismo el caudal ecológico como demanda importante se estimó en un 10 % del caudal medio mensual.

### ***Demanda de agua potable***

Para la determinación se asumió un módulo de demanda de agua potable para zonas rurales de 250 l/hab/d. Para la estimación del número de habitantes, se investigó en campo el número de casas servidas por el acueducto y el número promedio de habitantes por casa.

En el sector Santa Rosa existen 180 casas servidas por el acueducto con un promedio de habitante por casa de 5 personas (900), existe un hotel para 60 huéspedes, una posada para 150 huéspedes y 5 cabañas para 36 personas. Todo esto da una 246 personas, basándose en el supuesto de 40 % de ocupación serán 100 personas adicionales a las 900 previamente calculada. Para tales condiciones la demanda de agua potable está alrededor de 2,90 l/s para abastecer todo el sector.

### ***Demanda futura de agua potable***

La demanda de agua para una población futura se estimó con la finalidad de conocer cuánto del recurso hídrico estaría comprometido. Este cálculo se realizó de la siguiente manera:

*Proyección de la población:* Para estimar la población futura se tomó como base la información presentada en el Proyecto Censo de Vivienda y Población realizado en el año 2001 por la OCEI. Este señala

que para la población de la parroquia Milla, la tasa de crecimiento interanual es de 1,70 %.

El año base fue de 2005, y proyectando a 25 años, estimándose hasta el año 2030. El método utilizado para este cálculo fue el geométrico, El resultado de la aplicación de este método plantea que para el año 2030 la población del sector Santa Rosa será de 1525 habitantes. La demanda para esta población es de 4,41 l/s con una dotación de 250 l/hab/d

### ***Demanda de agua para PROGAL***

Esta empresa constituye una unidad rental de la Universidad de los Andes, y su función es la elaboración de derivados lácteos para la venta. La demanda para cada componente de la empresa es:

*Unidad Agroindustrial o planta para la elaboración del producto:* Después de realizar un trabajo a nivel de campo se determinó, mediante un aforo volumétrico, que la cantidad de agua consumida para los procesos de la planta es de 0,29 l/s.

*Instalaciones de ordeño y/o manejo de rebaños:* Las actividades relacionadas con esta parte del proceso son básicamente el manejo del rebaño productor de leche, así como el relacionado con el ordeño, manejo de las instalaciones y mantenimiento de equipo de ordeño mecánico. Este consumo de agua se estima en 0,21 l/s

*Producción de pastos y forraje:* El área de estudio posee una superficie de producción de pasto de 10 ha, divididos en 50 potreros de una superficie promedio de 2000 m<sup>2</sup>. Esta demanda de riego para pastos se trata posteriormente en un aparte específico en el cálculo de demanda de riego de los cultivos.

### ***Demanda de agua para riego***

En la determinación de los requerimientos de agua de los diferentes cultivos, entre los que se destacan pastos para forraje y hortalizas, se utilizó el modelo de computación CROPWAT, el cual fue desarrollado por Smith y colaboradores bajo los auspicios de la FAO (1998).

La determinación de las necesidades de riego es uno de los pasos iniciales primordiales, en el establecimiento de programaciones de riego en el ámbito general, así como todo lo referente al riego a nivel parcelario Grassi, (1998) .La metodología para determinar los requerimientos de riego en la microcuenca se desarrolla a continuación:

*Recopilación y análisis de la información climática:* Una vez ubicada la estación climatológica, se recopiló y analizó la información para la estación de Santa Rosa, la cual es operada por personal especializado del IIAP-ULA.

*Preparación de los datos climáticos:* La información referida a evaporación se tomó del promedio mensual de estas variables en los registros históricos (1974 - 2000) de la estación Santa Rosa. El cálculo de la precipitación mensual se realizó ajustando los datos mensuales a una distribución normal, calculándose la lluvia confiable para una probabilidad del 80% de ocurrencia, utilizando el modelo desarrollado por Duque,(2002), el cual realiza un análisis de frecuencia teórica.

Para el ajuste de las distribuciones se realiza un ajuste analítico que se basa en determinar los parámetros estadísticos de la serie de datos, entre ellos; la media, la desviación estándar, el coeficiente de asimetría y

el coeficiente de curtosis. El período analizado de la estación Santa Rosa fue desde 1967 hasta el 2002. A estos valores de precipitación se le calculó la lluvia efectiva mediante la metodología de Servicio de Conservación de los Estados Unidos, USDA, (1971), con las siguientes ecuaciones:

$$Pe = Pt / (125 - 0,2 Pt / 125)$$
 para  $Pt < 250$  mm

$$Pe = 125 + 0,1 Pt$$
 para  $Pt > 250$  mm

Donde: Pe precipitación efectiva en mm, Pt precipitación total en mm

*Programación e información de los cultivos:* El área de estudio presenta una serie de cultivos que son representativos en toda la microcuenca. Los cultivos seleccionados son pastos y hortalizas, el primero representa un 83 % (10 ha) del área bajo explotación agrícola vegetal, ya que el mismo es la base alimenticia de la explotación ganadera de PROGAL y el IIAP; los otros cultivos están representados por hortalizas y representan un 17 % del área, es decir 2 ha aproximadamente. Esta área está relacionada con proyectos de investigación que se llevan a cabo en las instalaciones del Instituto de Investigaciones Agropecuarias de la ULA .

La programación de las siembras se realizó de acuerdo con la información suministrada por los encargados de estos cultivos

Se asumió que las hortalizas se siembran en las siguientes fechas 01-enero, 01-mayo y 01-septiembre. Para el caso de los pastos estos estarán cultivados todo el año.

*Cálculo de la demanda de riego a través de la implementación del modelo CROPWAT:*

El cálculo de las demandas de riego de cada uno de los cultivos considerados, se realizó a través de

una herramienta de computación que permite en forma rápida, precisa y sistemática realizar determinaciones para diferentes condiciones de manejo. El modelo utilizado para tal fin fue el señalado anteriormente, el cual se denomina CROPWAT Versión 4.3. (1998).

Los requerimientos de riego se calcularon con base a la siguiente ecuación.

$$Nr = Etc - Pef$$

donde: Nr: necesidades de riego en mm, Etc: evapotranspiración del cultivo en mm, Pef : precipitación efectiva en mm.

Para este caso no se previó una disminución de la producción por restricciones de agua, ni manejo del riego en déficit.

La eficiencia de riego definida por Israelsen (1950) como "la relación entre el agua consumida por los cultivos y el agua derivada en la fuente" en este caso se estimó en 60% de acuerdo a una verificación en campo de las condiciones de operación y mantenimiento, así como a consideraciones técnicas de expertos en la materia.

Determinación de los módulos de la demanda de riego: Con el fin de sintetizar los procedimientos de cálculo de la demanda de riego para el área, y de ésta forma compatibilizar dichas unidades con las disponibilidades de agua, se estimó esta demanda de riego por unidad de superficie, como caudal módulo en l/s/ha, para cada mes y para los diferentes sectores hidrológicos. EL cálculo se basó en los resultados dados por el modelo CROPWAT.

En la Tabla 1 se presentan el resumen de todas las demandas de agua que se evaluaron en el área de estudio.

## RESULTADOS

### Contraste oferta – demanda

El contraste oferta-demanda es uno de los pasos más importante para conocer las potencialidades del recurso agua en una determinada cuenca, permitiendo así determinar la conflictividad del uso de los recursos hídricos y conducir a la formulación de alternativas para el uso racional de los mismos.

La información permitirá el análisis de los periodos de déficit o exceso de agua, para de esta forma poder contar con suficientes argumentos en la formulación de cualquier medida para el manejo racional de los recursos hídricos.

El criterio para determinar el déficit o exceso de agua debe tomar en cuenta lo referente a la información aportada por la curva de duración de caudales diarios y de variación de caudales para un promedio mensual; esta disponibilidad de agua se consideró para un 80% de probabilidad de excedencia, en el caso del riego de potreros para producir pastos y para las hortalizas que se cultivan en el área de estudio, y para el caso de abastecimiento poblacional, el Bioterio y la parte agroindustrial se consideró que en el 95 % del tiempo el caudal esperado se presente.

Si los cultivos son muy rentables no debe permitirse este déficit. En la Tabla 2 se presentan los contrastes de oferta - demanda para cada uno de los demandantes y para los distintos meses del año. La Figura 3 define desde el punto de vista temporal la situación de déficit o exceso para la zona de Santa Rosa.

## Alternativas para el uso racional del agua

Al analizar los resultados se puede constatar que los meses de Febrero, Marzo, Abril, Julio, Agosto y Septiembre presenta deficiencia para suplir los requerimiento de agua de los diferentes usuarios, tanto para un 80 % y 95 % del tiempo, por esta razón es necesario plantear un conjunto de soluciones para el sector.

El uso eficiente de los recursos hidráulicos, conlleva a una formulación de diferentes escenarios, que incluya en forma practica una reducción de la cantidad de agua por unidad, para cualquier actividad que se este realizando y a su vez favorezca el mantenimiento o mejoramiento de la calidad del recurso.

Amplios sectores de la sociedad están preocupados por el futuro de nuestros ríos, muchos colectivos se aúnan bajo un objetivo común, nacen movimientos y plataformas en defensa de los ríos. Así, para avanzar hacia el futuro, quizá sea necesario dar un vistazo, no necesariamente un paso, hacia formas más eficientes del uso de los recursos hídricos.

Recientemente, la dimensión ambiental ha sido agregada al agua como recurso natural, en esta designación el agua forma parte del ciclo de la materia y es un elemento básico que provee servicios ambientales necesarios para asegurar el sostenimiento de los componentes de los ecosistemas naturales. Asimismo, el proceso de planificación del agua, debe tomar en cuenta los servicios ambientales beneficiosos que solían ser considerados de poca importancia.

En el contexto de los alcances del término recurso agua, presentadas

anteriormente, se puede considerar como medida de conservación cualquier acción de tipo estructural o no, el cual permite:

- Manejar el agua disponible para suministro.
- Manejar la demanda de agua.
- Preservar en los ambientes naturales el agua necesaria, en cantidad y calidad, para cumplir con sus servicios ambientales a los subsistemas físico, biológico y humano.

El uso eficiente del agua está muy relacionado con otros conceptos básicos del manejo actual de recursos ambientales, que para el caso del sector Santa Rosa, es necesario la formulación de un conjunto de alternativas en que se tome en cuenta toda una serie de consideraciones. El planteamiento de escenarios esta relacionado con actividades socio-económicas, institucionales, ambientales y técnicas que pueden variar dependiendo del efecto recíproco de muchos factores, como lo son políticas de desarrollo trazadas tanto por el Gobierno Nacional, Regional y Local.

Todos estos factores deben estar en concordancia con todas estas circunstancias, para de esta forma establecer escenarios o alternativas de solución en el manejo del agua, y así adaptar dicho manejo a las condiciones locales en la micro cuenca. En este orden de ideas se presenta los siguientes objetivos:

- Obtener instrumentos de planeación en el ámbito local y regional, con sustento en la demarcación natural de la cuenca hidrográfica correspondiente.
- Generar los instrumentos de ejecución que permita el

cumplimiento de programas de manejo de los recursos hídricos

- Generar la visión integral del Sector Agua en la zona como ente motor de integración comunal.

### **Formulación de alternativas de manejo del agua**

En esta parte se presenta un conjunto de alternativas que permitirán en forma práctica y tecnológicamente aceptable, medidas de uso racional de los recursos hídricos, de manera tal que contribuya en la concientización para la conservación del agua en el sector de Santa Rosa.

#### ***Alternativa 1: Establecimiento de un Plan de Mejoramiento de los Sistemas de Riego***

Uno de los aspectos más importantes es la planificación de los sistemas de riego, en la que se debe tomar en cuenta una serie de observaciones que mejoren la demanda de riego a través de un uso eficiente de los recursos hídricos; siendo el riego uno de los principales demandantes del agua, se plantea que es aquí donde se debe dirigir las acciones prioritarias entre las que se destacan:

1. Realizar un diagnóstico general de la zona de riego, en cuanto a infraestructura, operación y manejo del riego
2. Determinar la eficiencia y uniformidad de los riegos en parcelas representativas, se debe incluir una campaña de evaluaciones del riego.
3. Con toda la información generada en estos estudios se puede obtener una imagen de la situación actual.

El sector de Santa Rosa presenta una demanda para uso agrícola que oscila entre 0.21 l/s en los meses de

menos demanda (agosto, septiembre y octubre) y 3,01 l/s para enero, del cual el 90% es destinado a cubrir los requerimientos hídricos de los cultivos para una eficiencia de riego estimada de 60%, por lo que es a este renglón al que van dirigidas las medidas de regulación, en donde es necesario incrementar la eficiencia a un 75 % en la conducción, distribución y aplicación.

Con este incremento de la eficiencia de riego el déficit de agua disminuiría para el mes más crítico, el cual es febrero de 4,28 l/s a 3.82 l/s lo que representa un 10,75 %, pero se sigue presentando déficit, lo que obliga a buscar nuevas fuentes de suministro de agua que para este caso se utilizará un trasvase desde el Río Albarregas.

#### **Mejora en la eficiencia de riego en la Estación Experimental de Santa Rosa**

Establecer un enfoque para el diseño y administración del sistema de riego. Para esta etapa del diseño es necesario establecer un conjunto de metas, las cuales son:

- Lograr elevar la eficiencia de riego, la cual para este caso debe ser por lo menos de un 75 % para riego por aspersión
- Debe establecerse una equidad de distribución con base en un esquema de prioridades, en donde indudablemente se debe tomar en cuenta lo siguiente:
  - 1) Cultivos con régimen especial de manejo (parcelas experimentales)
  - 2) Sensibilidad al estrés hídrico de algunos cultivos.Referido fundamentalmente a cultivos que pueden ser sometidos un estrés hídrico sin que sufran una

disminución importante en su producción, caso particular el pasto.

- Simplicidad en el manejo de riego, Es necesario que toda aquellas estructuras, sea de:
  - Distribución oportuna y suficiente,
  - Bajo costo, este parámetro es importante debido al hecho, de que esto facilitaría enormemente la sostenibilidad en el tiempo de la medida.

#### Prácticas para mejorar el riego

##### 1. Evaluación del sistema de riego

La realización de evaluaciones del riego es una práctica muy recomendable, ya que permite identificar los problemas y las áreas específicas donde se producen.

##### 2. Mejoras en la red de distribución

Implementar un programa de mejoramiento de la red de distribución mediante las siguientes medidas

- Sustitución de tuberías con materiales de baja rugosidad (PEHD, PVC)
- Rediseñar el trazado de la red.

Mejorando la red de distribución se puede conseguir un aumento en el caudal de riego con lo que el tiempo para regar una parcela disminuye facilitando el trabajo al regante.

##### 3. Concentración parcelaria

Cuando se plantea una modernización de los sistemas de riego, la concentración parcelaria es el primer aspecto que debe abordarse. Generalmente donde existe una alta parcelación la concentración parcelaria es totalmente

recomendable, ya que facilita la obra de modernización y presenta una importante ventaja para el operador, debido a que se podría disponer de un único lote de tierras.

##### 4. Establecimiento de controles hidráulicos

Con base en el diagnostico y la baja disponibilidad de agua se establecerá dispositivos de control y mediciones: Estas estructuras tendrán como finalidad regular los caudales estrictamente necesarios para cumplir con los requerimientos hídricos de los cultivos, también se deben instalar válvulas reguladoras de presión con el fin de uniformizar las áreas todo con base en el diseño técnico para cada unidad de riego

##### 5. Cambio del método de riego

El cambio de sistemas de riego de aspersión a riego localizado (goteo, micro- aspersión) además, permite la inclusión de otras tecnologías adicionales como la automatización del riego, que reduce de una forma drástica la necesidad de mano de obra en riego y la incorporación de fertilizantes con el sistema de riego. Este cambio de ser el caso, deberá ser realizado bajo una evaluación técnico-económica que permita determinar la factibilidad del mismo en comparación con el método de riego existente ya mejorado

##### 6. Establecimiento de un modelo de gestión

La mejora de la gestión técnica y económica del riego en el área de estudio permite ganar tiempo y eficacia en el suministro de agua a las unidades de riego.

### ***Alternativa 2: Establecimiento de un Plan de Racionamiento de la Demanda de Agua Urbano e Industrial***

Por enfoque de manejo de la demanda de agua se entiende el uso de las medidas que permitan controlar, limitar o reducir la demanda. Estas medidas incluyen el control del uso del agua municipal.

Para el caso del sector Santa Rosa se debe tomar en cuenta que debe existir una correlación entre la oferta de la quebradas La Honda, Los Animes y el agua que demanda tanto la población asentada en Santa Rosa, El Bioterio, las instalaciones de ordeño, así como la productora de lácteos, perteneciente a La Universidad de Los Andes a través de la empresa PROGAL y el IIAP:

Para el caso de la demanda Urbana, la cual esta por el orden 4,41 l/s con una dotación por persona de 250 l/hab/día esta debe reducirse a un valor deseable de 200 l/hab./día que es un valor que sin ser bajo es un valor acorde para esta zona, esta disminución demandaría un 20 % menos del caudal en la fuente, la cual se situaría en 3.53 l/s.

El control del uso doméstico e industrial puede lograrse a través de los siguientes medios:

#### **Reducción de la capacidad y de presión del sistema de distribución del agua**

Esta medida permitiría que el sistema en general pudiese trabajar siguiendo los parámetros hidráulicos adecuados para este tipo de instalaciones, ya que el área de Santa Rosa presenta zonas con altos niveles de presión lo que acarrea dificultades y desordenes hidráulicos que hacen muy poco eficiente el acueducto, los dispositivos de regulación deben ubicarse

siguiendo criterios técnicos y operacionales

*Uso de equipos de medición del agua*  
Es necesario implementar la instalación de dispositivos de medición, ya que esta medida permitiría de forma efectiva conocer los verdaderos gastos del sistema,  
*Regulación de la presión y del caudal*  
Se realizará mediante la instalación de llaves y válvulas especiales en los puntos de uso y toma de agua de las industrias, viviendas, edificios públicos y privados. Se controlaría y equilibraría la red de distribución, tanto a nivel de tomas domiciliarias y/o de usuario, como a nivel de control sectorial de la red.

#### **Mejoramiento del funcionamiento interno**

La gestión de la medida se enmarca en una serie de acciones en la que se debe llevar a cabo en aquellas residencias, comercio e instalaciones con el objeto de disminuir la demanda.

#### **Aumento de la tarifa del agua**

El alza del cobro por el servicio de agua repercutiría en forma directa en el uso racional del recurso, ya que los usuarios se verán en la necesidad de ser a mas eficientes para que de esta forma ahorrar mas dinero.

#### **Manejo de la demanda no contabilizada**

El desconocimiento de este aspecto trae como consecuencia que no se planifique de forma efectiva los nuevos desarrollos urbanísticos y así poder cumplir con todos los requerimientos hídricos, por lo que es necesario emprender las siguientes acciones:

- Plan de detección y desincorporación de tomas ilegales.

- Detección y corrección de fugas a nivel de todo el sistema.
- Establecer una campaña de regularización de todos los suscriptores no registrados.
- Establecer un cobro oportuno del servicio o para acometer inversiones.

### ***Alternativa 3: Implementación de programas inherentes al manejo de la oferta hídrica***

El término recurso agua tiene diferentes connotaciones para personas de diferentes disciplinas vinculadas al aprovechamiento y control de los recursos hidráulicos. El significado adoptado implícita o explícitamente influye mucho en el proceso de planificación.

La planificación se reduce a un problema de identificación de las fuentes alternativas, realización de un balance recurso-demanda y selección del conjunto de fuentes menos costoso. Las medidas de preservación del agua abarcan todas las que son necesarias para la:

- Restauración de características deseables del ambiente físico, biológico y humano.
- Reducción de efectos ambientales negativos.
- Prevención del deterioro de características ambientales deseables cuando dicho deterioro es irreversible.

Para el ambiente físico estas medidas tendrán la finalidad de proteger contra el deterioro los subsistemas hidrológicos, atmosféricos y de la corteza terrestre. En el caso del sistema biológico, se trata de preservar los ecosistemas acuático y terrestre, mientras que las características ambientales deseables

del subsistema humano pueden pertenecer al sistema de producción lograda mediante los usos del agua y el subsistema socio-cultural.

En otro alcance el agua es considerada como un recurso natural cuyo uso afecta directa o indirectamente otros recursos naturales como el suelo, la flora y la fauna. El agua es también usada para el desarrollo y la evolución de organismos vivientes y de otros recursos naturales y dicho uso debe ser considerado en el proceso de planificación. Los problemas de recursos naturales no son solamente ingenieriles y no pueden ser resueltos por un equipo unidisciplinario. Tampoco son problemas exclusivamente ecológicos, ni económicos, ni legales. Su planificación y manejo incluye aspectos legales, de ingeniería, ecológicos, económicos, políticos, de salud pública, y requiere de un equipo interdisciplinario. Dentro del contexto general del manejo del suministro de agua se deben definir las siguientes acciones:

### **Implementación de acciones para la conservación de las cuencas hidrográficas**

En las microcuencas sujetas a estudio presentan características físicas naturales particulares y de mucha fragilidad, lo que amerita realizar un conjunto de acciones para el manejo integral de la cuenca, tanto aguas arriba como aguas abajo, ya que la problemática asociada a la disminución de los recursos hídricos, involucra a los actores directos como: La Universidad de Los Andes, la comunidad, asentadas en el área de Santa Rosa y aquellos actores indirectos.

Como resultado de las etapas anteriores de diagnóstico e

identificando los objetivos y las acciones se debe ahora formular las medidas necesarias entre que se deben destacar:

- Acciones para el manejo de los recursos naturales con énfasis en la conservación del agua.
- Herramientas para la implementación de las acciones técnicas.
- Disposiciones o arreglos institucionales con los cuales procede la implementación.

### **Desarrollo de un proceso de planificación de cuenca**

El manejo de cuencas involucra un conjunto de acciones separadas, pero fuertemente interrelacionadas, en las cuales debe verse como un sistema planificado para el manejo e implementación de herramientas. La planificación no debe ser un paso separado y principal de manejo de las microcuencas y sobre todo no debe ser temporalmente distante de la etapa de implementación, si no que ambas deben actuar sistemáticamente donde la información ganada durante la implementación (monitoreo y evaluación) retroalimente de manera adecuada el proceso de planificación.

### **Aprovechamiento parcial del caudal del Río Albarregas**

Esta opción contempla un uso parcial de las aguas del Río Albarregas, ya que esta fuente presenta un caudal importante que no tendría ningún efecto negativo, en vista de que las alternativas presentadas, en forma conjunta necesitarían para cubrir el déficit, estaría por el orden de los 4 l/s para cumplir los requerimientos de agua de los usuarios.

## **CONCLUSIONES**

1. La problemática más importante relacionada con el uso del agua, esta referida a la parte agrícola, ya que en lo que respecta al uso del agua para abastecimiento poblacional no se evidencian problemas significativos. Así mismo no se presenta grandes consumo de agua en la parte industrial, comercial u otra actividad importante, debido a que estan presentes en una escasa proporción.

2. Las microcuencas de Los Animes- La Honda, Agua Larga Alto y Agua Larga Bajo presentan un deterioro de las condiciones ambientales debido principalmente a las siguientes razones:

- Deforestación.
- Condiciones ambientales adversas, debido fundamentalmente al desarrollo demográfico y a la ampliación de la frontera agrícola.
- Ausencia de esquemas de desarrollo sustentables en las cuencas productoras.
- Inexistencia de programas de asistencia técnica, lo que produce una sobre explotación del recurso hídrico.
- Debilidad en cuanto a la organización y al fortalecimiento de las instituciones que hacen trabajo dentro de las áreas de riego, como lo son los organismos del estado. Universidad de los Andes, así como a las asociaciones de vecinos o concejos comunales

3. En cuanto a la disponibilidad de agua, ésta se presenta como uno de los problemas más significativos en la zona, que limita la ampliación de la frontera agrícola y las actividades urbanas, turística y agroindustriales. En este orden de ideas se determinó

que área de estudio presenta déficit de suministro de agua en los meses de febrero, marzo, abril, , julio, agosto y septiembre

4. En el sistema de abastecimiento de agua potable para la población de Santa Rosa, existen problemas de suministro, debido a la pérdida a nivel de la red de distribución.

5. El establecimiento del conjunto de alternativas propuestas, permitirá en el corto y mediano plazo mejorar significativamente la oferta de agua y disminuir la demanda de agua

6. Las alternativas a implantar tiene como su principal objetivo establecer el uso racional del recurso hídrico con base en consideraciones técnicas, ambientales e institucionales, y donde se debe enmarcar dentro del ámbito socio-económico y legal de la región. y de la nación

7. La implantación en este caso particular del trasvase de otra cuenca con mayor potencial hídrico, como es el caso de la cuenca del río Albarregas permitirá suplir la deficiencia de agua, tanto la actual como la futura.

## BIBLIOGRAFIA

Duque, 2002. *Modelo de ajuste a una distribución teórica. (Ajuste)*. Mérida. Sin ISBN.

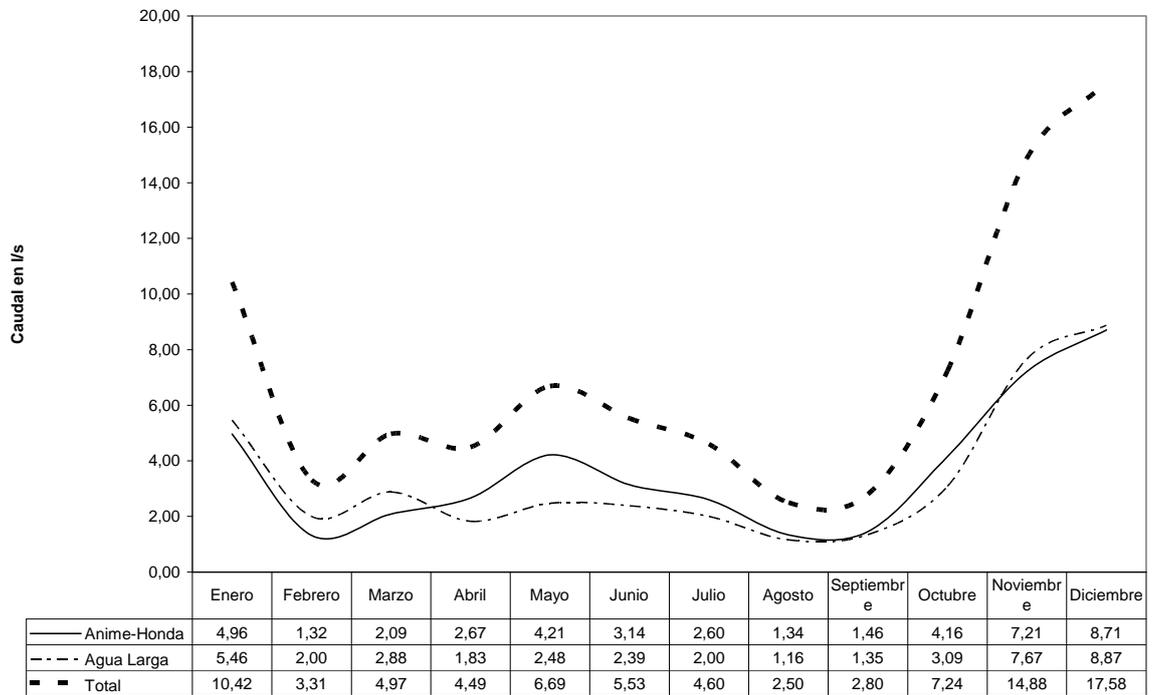
Grassi, C.1998. *Formulación de proyectos de riego y drenaje*. Mérida. CIDIAT. ISBN. 980-292 – 692 – 2.

Israelsen, 1950, *Irrigation principles and practices*. Jonh Wiley & Sons, New York

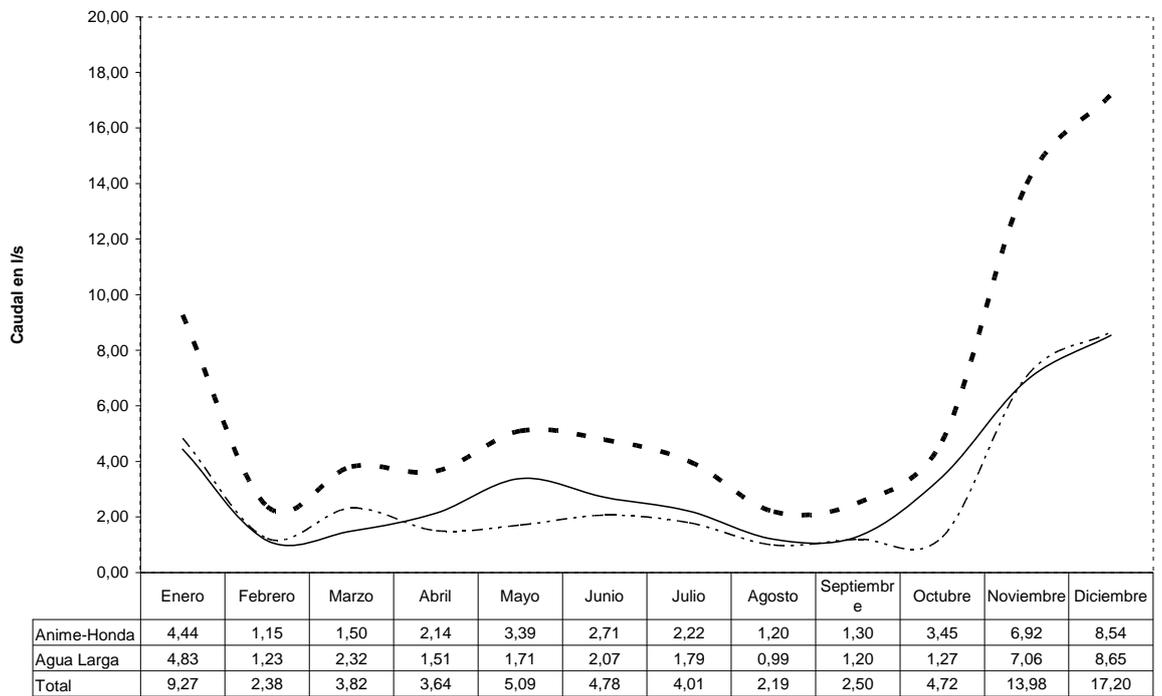
OCEI.2001 *XIII Censo de Población y Vivienda, Caracas*

SERVICIO DE CONSERVACIÓN DE SUELOS. 1971. *Drenaje Superficial*. U.S.D.A.

Smith et al.1998, *Modelo CROPWAT VERSIÓN 4.3*, Roma- FAO



**Figura 1. Curva de variación estacional para un 80% de probabilidad de excedencia**



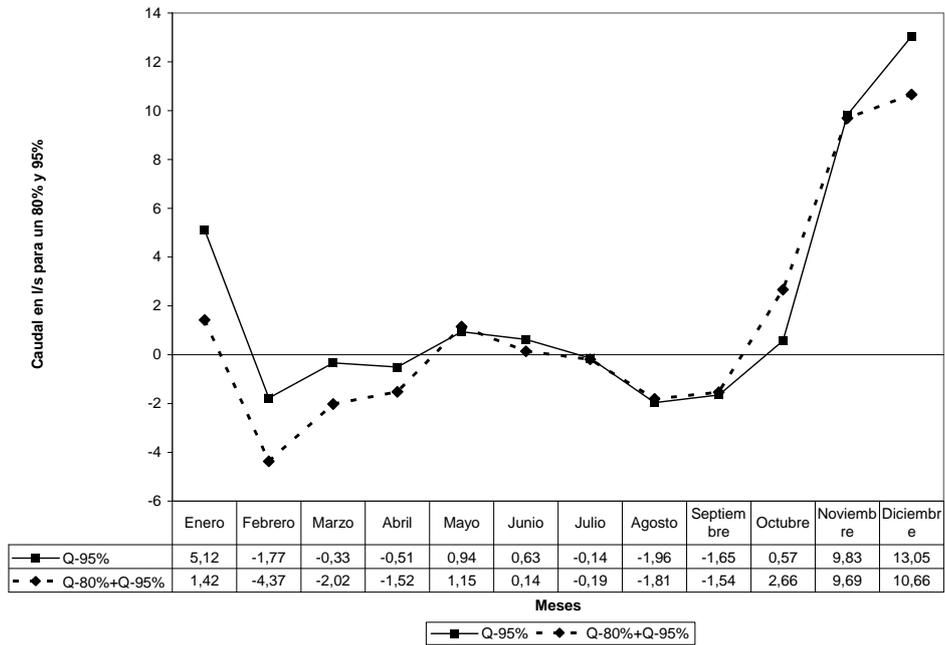
**Figura 2. Curva de variación estacional para un 95% de probabilidad de excedencia**

**Tabla 1. Resumen mensual de las demandas hídricas en l/s para los diferentes usuarios que aprovechan las fuentes de la microcuencas.**

Meses	PROGAL			Riego de Hortalizas	Bioterio	Población	Caudal ecológico	Total
	Unidad Agroindustrial	Instalaciones y Ordeño	Riego de Pastos					
Enero	0.29	0.21	2.47	0.34	0.12	4.41	0.63	8.47
Febrero	0.29	0.21	1.79	0.52	0.12	4.41	0.24	7.59
Marzo	0.29	0.21	1.29	0.50	0.12	4.41	0.37	7.20
Abril	0.29	0.21	0.92	0.06	0.12	4.41	0.35	6.36
Mayo	0.29	0.21	0.59	0.00	0.12	4.41	0.44	6.07
Junio	0.29	0.21	0.42	0.20	0.12	4.41	0.40	6.05
Julio	0.29	0.21	0.16	0.15	0.12	4.41	0.26	5.61
Agosto	0.29	0.21	0.00	0.00	0.12	4.41	0.16	5.19
Septiembre	0.29	0.21	0.00	0.00	0.12	4.41	0.19	5.22
Octubre	0.29	0.21	0.00	0.00	0.12	4.41	0.43	5.46
Noviembre	0.29	0.21	0.10	0.10	0.12	4.41	0.80	6.04
Diciembre	0.29	0.21	1.15	0.02	0.12	4.41	0.90	7.11

**Tabla 2. Contraste de las disponibilidades de agua para un 80 % y 95 % de excedencia, con las demandas para los mismos porcentajes.**

Meses	Disponibilidad		Demanda		Balance	
	Q-80%	Q-95%	Q-80%	Q-95%	Q-80%+Q-95%	Q-95%
Enero	10,42	9,27	4,85	4,15	1,42	5,12
Febrero	3,31	2,38	3,53	4,15	-4,37	-1,77
Marzo	4,97	3,82	2,84	4,15	-2,02	-0,33
Abril	4,49	3,64	1,87	4,15	-1,52	-0,51
Mayo	6,69	5,09	1,39	4,15	1,15	0,94
Junio	5,53	4,78	1,23	4,15	0,14	0,63
Julio	4,60	4,01	0,64	4,15	-0,19	-0,14
Agosto	2,50	2,19	0,16	4,15	-1,81	-1,96
Septiembre	2,80	2,50	0,19	4,15	-1,54	-1,65
Octubre	7,24	4,72	0,43	4,15	2,66	0,57
Noviembre	14,88	13,98	1,04	4,15	9,69	9,83
Diciembre	17,58	17,20	2,77	4,15	10,66	13,05



**Figura 3. Contraste oferta- demanda en donde se muestra los meses con problema para cubrir los requerimientos hídricos.**