

GB980
D53

**ESTRATEGIAS PARA LA GESTION INTEGRAL-SUSTENTABLE DEL RECURSO
HIDRICO EN LA CUENCA DE LA QUEBRADA EL MOLINO. MUNICIPIO SUCRE -
ESTADO MERIDA**

Por

Damag Liduca Díaz Méndez

Trabajo especial para optar al grado de especialista, requisito para optar al título
de: Especialista en Gestión de Sistemas de Abastecimiento, Recolección y
Tratamiento de Agua

**CENTRO INTERAMERICANO DE DESARROLLO
E INVESTIGACIÓN AMBIENTAL Y TERRITORIAL
UNIVERSIDAD DE LOS ANDES**

Mérida, Noviembre - 2013

Atribución - No Comercial - Compartir Igual 3.0 Venezuela
(CC BY - NC - SA 3.0 VE)

DEDICATORIA

*A mi madre por ser la guía de todos mis pasos,
A mi padre por ser el héroe de mi vida,
A mis hijos y esposo por ser los motivos de mi existencia,
el apoyo de todas mis planes y metas, por estar allí siempre
presentes a mi lado en todo momento, y hacer
posible que siempre continúe adelante
así las cosas estén un poco complicadas....
Los amo!!!!*

www.bdigital.ula.ve

AGRADECIMIENTOS

En estos momentos cuando he logrado la culminación de mi trabajo especial de grado es inevitable que llena de éxtasis, me embargue un enorme egocentrismo y me sienta muy complacida por haber alcanzado la meta final de mis estudios a nivel de especialista, sin embargo este logro no lo hubiese podido alcanzar sin la participación y el apoyo de personas e instituciones, que de una u otra manera han facilitado las cosas para la finalización de esta investigación. Por ello, es para mí un verdadero placer utilizar este espacio para expresar mis agradecimientos.

En primer lugar a Dios, por bendecirme para llegar hasta donde he llegado, por permitirme realizar este sueño y darme la inteligencia necesaria para lograrlo.

De manera muy especial y sincera al Dr. Luis Sandia, por aceptarme para realizar este trabajo bajo su dirección, por su apoyo y confianza y por su gran capacidad para guiar mis ideas.

Al personal del CIDIAT, en especial a los profesores Ángela Henao, Luis Mora, Crisálida Fuentes, y a las Sras. Mary y Tybayre.

A mis compañeros de estudio particularmente a mi querida amiga Rosibeth Toro, por todo su apoyo.

Al personal de Aguas de Mérida, C.A y a los miembros de las comunidades de la Loma de Los Colmenares y El Molino.

A mi amada familia, en especial a mi esposo, hijos y a mi hermana nene, por la paciencia y por estar siempre presente en cada paso de la realización de este trabajo, gracias mis amores...

A todos aquellos que de alguna u otra manera, permitieron la realización de esta investigación...

Damag..

INDICE

	PAG
LISTA DE TABLAS	VIII
LISTA DE FIGURAS	IX
RESUMEN	XI
CAPITULO 1	
INTRODUCCION	1
<i>Planteamiento del Problema</i>	2
<i>Justificación del Problema</i>	3
<i>Objetivo General</i>	4
<i>Objetivos Específicos</i>	4
CAPITULO 2	
MARCO TEORICO	5
<i>Antecedentes</i>	5
<i>Bases Teóricas</i>	6
<i>Gestión Integral de las Cuencas Hidrográficas (GICH)</i>	6
<i>La Gestión Integral del Agua y el Ciclo Hidrológico</i>	7
<i>Cuencas Hidrográficas como Sistema</i>	9
<i>Renovabilidad de los Recursos Naturales</i>	10
<i>Manejo de las Cuencas con Fines de Captación de Agua para Abastecimiento de Agua Potable</i>	11
<i>Oferta Hídrica de una Cuenca Hidrográfica</i>	12
<i>Curva de Duración de Caudales</i>	13
<i>Hidroestadística</i>	15
<i>Modelo Ajustehu</i>	15
<i>Métodos de Medición de Caudales</i>	17
<i>Demanda de Agua para Abastecimiento Humano</i>	18
<i>Control de la Calidad del Agua</i>	20
<i>Matriz de Fortalezas, Oportunidades, Debilidades y Amenazas (FODA)</i>	23
<i>Marco Legal de la Gestión Integral de las Cuencas Hidrográficas</i>	24
<i>Marco Institucional de la Gestión Integral de las Cuencas Hidrográficas</i>	27
CAPITULO 3	
MATERIALES Y METODO	29
<i>Instrumentos</i>	29
<i>Procedimiento Metodológico</i>	30
Características del Área de Estudio	35
<i>Localización</i>	35
<i>Hidrografía</i>	36
<i>Clima</i>	36
<i>Aspectos Socio –Económicos</i>	38

LISTA DE TABLAS

TABLA		PAG
1	Características físicas, químicas y biológicas del agua	20
2	Esquema de la matriz FODA	24
3	Población de la comunidad loma de los colmenares por rangos de edad, ubicada en la parte alta de la cuenca de la quebrada El Molino	39
4	Variables operativas del acueducto El Molino	46
5	Variables comerciales del acueducto El Molino	49
6	Resultados del ajuste de las distribuciones estadísticas de los caudales históricos de la quebrada El Molino	57
7	Demanda de agua de la población del sector El Molino del municipio sucre del estado Mérida – año 2012	59
8	Demanda de agua para riego de la población del sector El Molino, empleando una dotación de 2 l/d/m ³	60
9	Demanda de agua para riego de la población del sector El Molino, empleando una dotación de 1 l/s/ha	61
10	Población de la parroquia Lagunillas del municipio sucre, estado Mérida según censos INE de los años 1990 y 2001	64

LISTA DE FIGURAS

FIGURA		PAG
1	Ciclo hidrológico	8
2	Componentes de una cuenca hidrográfica	10
3	Curvas típicas de duración de caudales, para un registro histórico de mediciones diaria, mensual y anual.	14
4	Esquema del modelo Ajustehu	16
5	Esquema metodológico	30
6	Criterios para el cálculo de la demanda de agua para consumo	32
7	Criterios para el cálculo de la demanda de agua para riego	33
8	Situación relativa nacional y regional de la Cuenca Hidrográfica de la quebrada El Molino	35
9	Cuenca Hidrográfica de la quebrada El Molino	36
10	Vista panorámica de la parte alta de la cuenca hidrográfica de la quebrada el molino	36
11	Precipitación media, temperatura máxima y mínima de la cuenca hidrográfica de la quebrada El Molino	37
12	Reporte de la precipitación media período 1965-1989. Estación climatológica San Juan Lagunillas, municipio Sucre, estado Mérida	38
13	Vista panorámica de las comunidades que se encuentran localizadas en la cuenca hidrográfica de la quebrada El Molino	39
14	Actividades productivas en el sector Loma de los Colmenares	40
15	Vista de los cultivos predominantes, en viviendas familiares ubicadas en la Loma de los Colmenares de la zona en estudio	41
16	Vista de criaderos de animales en vivienda familiar ubicada en la Loma de los Colmenares de la zona en estudio	41
17	Estanque de almacenamiento de agua que surte a la comunidad de la Loma de los Colmenares	42
18	Disposición de aguas residuales por número de viviendas. Comunidad Loma de los Colmenares municipio sucre, estado Mérida	43
19	Desechos sólidos, vertidos en la parte trasera del patio de una de las viviendas de la comunidad Loma de los Colmenares	43
20	Vía de acceso a la comunidad Loma de los Colmenares	44
21	Vista satelital de la cuenca hidrográfica de la quebrada El Molino	45

CENTRO INTERAMERICANO DE DESARROLLO
E INVESTIGACIÓN AMBIENTAL Y TERRITORIAL
UNIVERSIDAD DE LOS ANDES

**ESTRATEGIAS PARA LA GESTION INTEGRAL-SUSTENTABLE DEL RECURSO HIDRICO EN LA
CUENCA DELA QUEBRADA EL MOLINO. MUNICIPIO SUCRE - ESTADO MERIDA**

Autora: Ing. Damag Díaz Méndez
Tutor: Dr. Luis Sandia

RESUMEN

La Gestión Integral de los Recursos Hídricos, como proceso promueve el manejo y desarrollo coordinado del agua pretendiendo maximizar el bienestar social y económico de la sociedad de una manera equitativa sin comprometer la sustentabilidad de los ecosistemas vitales. En esta investigación se toma como caso de estudio la cuenca de la quebrada El Molino ubicada en el municipio Sucre del estado Mérida, con la finalidad de formular estrategias que permitan manejar de forma integral-sustentable los recursos hídricos. La metodología empleada consistió en la evaluación de los aspectos físicos-geográficos y socioeconómicos, a fin de determinar la oferta hídrica, demanda de agua para los diferentes usos, manejo de aguas residuales y desechos sólidos. Posteriormente se aplicó la matriz de evaluación de fortalezas, oportunidades, debilidades y amenazas, con el objeto de concretar propuestas que sean empleadas en la gestión integral del área de estudio. Los resultados indican que la quebrada El Molino dispone de un caudal capaz de satisfacer las necesidades de consumo por concepto de agua potable para las comunidades abastecidas por los dos acueductos presentes en la zona, sin embargo las proyecciones indican que de mantenerse las condiciones actuales a nivel social, cultural y económico, el flujo de agua de la quebrada se verá seriamente afectada a nivel de calidad y caudal disponible. En vista de lo cual se formularon una serie de estrategias que servirán de base para el diseño e implementación de la gestión integral-sustentable de los recursos hídricos de la cuenca de la quebrada El Molino.

Palabras claves: Estrategias, Gestión Integral, Recursos Hídricos, Sustentabilidad, Manejo de Cuencas, Planificación

CAPITULO 1

INTRODUCCION

En la actualidad, los problemas relacionados con la cantidad y calidad de las fuentes abastecedoras de los sistemas de suministro de agua potable, se hacen cada vez más evidentes debido a múltiples factores. Entre ellos se pueden mencionar: la falta de planificación, el cambio climático, el deterioro gradual del ambiente, la creciente contaminación, el crecimiento demográfico, acompañados de los estilos de vida de alto consumo y la producción excesiva de residuos.

Por estas razones, en las últimas décadas, casi todos los países de América Latina y El Caribe, se han abocado al estudio del manejo de los recursos hídricos con la finalidad de modificar y mejorar los esquemas del desarrollo económico y social, basándose en la utilización sustentable y equilibrada de los elementos que ofrecen los ecosistemas en función de cubrir las necesidades de la población.

Venezuela, a pesar de ser una nación con alta disponibilidad de fuentes de agua, no está exenta de ser afectada por todos los factores que contribuyen al deterioro de los cuerpos de agua, por lo que se hace necesario adoptar políticas que impulsen la gestión integrada de estos recursos. Para ello se debe contar con el compromiso de todos los actores involucrados con el fin de maximizar el bienestar económico y social de las comunidades de una manera equitativa, sin comprometer la sustentabilidad de los ecosistemas vitales.

Incluso en el estado Mérida, siendo uno de los estados de mayores riquezas naturales del país, se evidencian la disminución de la calidad y cantidad de los recursos hídricos, puesto que cada vez, son más las zonas del estado sometidas a racionamientos del servicio de agua potable. Especialmente son notorias las zonas deforestadas e intervenidas irracionalmente en las distintas áreas de las cuencas hidrográficas. Esta situación se hace aún más crítica en el municipio Sucre, en especial en el sector El Molino, donde se lleva a cabo esta investigación.

El sector en cuestión, está constituido por las comunidades de Quinanoque, La Orilla, El Tejar, Residencias El Molino y parte del Pie del Tiro. Todas reciben el servicio de agua potable del Acueducto El Molino, de manera intermitente y en algunas oportunidades con una baja calidad organoléptica.

En estas comunidades el ente responsable del suministro de agua potable es la empresa Aguas de Mérida, C.A., para lo cual cuenta con un acueducto conformado por un dique toma ubicado en la parte alta de la cuenca de la quebrada El Molino, una planta potabilizadora y un estanque de almacenamiento localizados en el sector la Orilla. Según reporte de la Subgerencia Sucre, representante de Aguas de Mérida en el municipio Sucre, la planta potabilizadora se encuentra fuera de servicio por presentar problemas de infraestructura.

La cuenca de la quebrada El Molino, se encuentra seriamente intervenida como producto de las actividades antrópicas ya que en su parte alta se localiza una comunidad constituida por

21 familias, según la ficha resumen del consejo comunal Los Colmenares 799 R.L (2011). Esta comunidad se dedica mayoritariamente a la actividad agropecuaria predominando los cultivos de mora. En estas actividades se emplean agroquímicos de manera no controlada. Además, allí se carece de un sistema de saneamiento por lo que las aguas servidas, son descargados directamente al ambiente, al igual que los residuos sólidos.

Se requiere con urgencia proponer estrategias para la gestión integral sustentable del recurso agua, que permitan la protección y uso sustentable en la cuenca, y garantice equilibrio con el crecimiento poblacional en la zona. Para ello es necesario involucrara los diferentes entes públicos y a las comunidades comprometidas con el mejoramiento y mantenimiento de la calidad de los recursos naturales y su manejo sustentable.

Planteamiento del problema

Diariamente las empresas prestadoras del servicio de agua potable se enfrentan con un reto: Abastecer a una comunidad en crecimiento a nivel de población y en desarrollo socioeconómico, lo que incrementa de forma acelerada la demanda del recurso agua. Ese abastecimiento exige mejorar y mantener en condiciones óptimas en calidad y cantidad los cuerpos de agua.

La creciente demanda del recurso agua y las fuertes presiones que afectan su calidad y cantidad generan conflictos de usos entre usuarios y requiere plantear alternativas en su administración y acciones que coadyuven a la gestión integral de los recursos hídricos de las cuencas, de manera que permitan el desarrollo de la sociedad en paralelo con la sustentabilidad de los ecosistemas naturales.

Lo antes expuesto se presenta de manera muy destacada en pequeñas cuencas del estado Mérida, como la del área de estudio de esta investigación, representada por la cuenca hidrográfica de la quebrada El Molino. De esta cuenca depende el Sistema de abastecimiento de agua potable El Molino ubicado en el municipio Sucre y administrado por la empresa Aguas de Mérida, C.A., del estado Mérida.

Esta cuenca alimenta dos sistemas de abastecimiento de agua, que son:

- Un sistema rural ubicado en la parte alta de la cuenca, que proporciona agua al asentamiento campesino Loma de los Colmenares. Esta población, se caracteriza por ser una comunidad pequeña habitada por personas oriundas de la zona que se dedican principalmente a actividades agropecuarias, carecen de sistemas de saneamiento y recolección de desechos sólidos y por consiguiente los desechos sólidos y las aguas residuales son vertidos directamente a los cauces y a las inmediaciones de las viviendas. Aparte de este sistema de suministro de agua potable, la comunidad cuenta con un sistema de almacenamiento de agua para riego.
- Un sistema de abastecimiento urbano ubicado en la parte media de la cuenca, el cual abastece el sector El Molino, constituido por cinco comunidades ubicadas en la parroquia Lagunillas, en la margen norte de la laguna de Urao. Este sistema es administrado por la

empresa Aguas de Mérida, C.A. que mantiene de manera permanente un régimen de racionamiento del servicio que varía de siete (7) a ocho (8) horas diarias con la finalidad de suministrar agua a todas las comunidades que de él dependen. Esta situación en periodos de sequía se torna más intensa suministrando a las comunidades el servicio de manera inter-diaria y en algunas oportunidades se suspende el servicio de agua potable por tiempo más prolongado.

A esto se suma una baja calidad organoléptica del agua suministrada, dado que ya desde hace varios años la planta potabilizadora El Molino se encuentra fuera de servicio, lo que impide aplicar tratamientos químicos al agua a fin de adecuar sus características fisicoquímicas y biológicas que garantice un suministro en condiciones de potabilidad. Esta problemática es, en parte, producto de una combinación de aspectos tales como: incremento poblacional, lo cual conlleva al incremento del consumo; despilfarro del líquido; otros usos como el empleo del agua potable para el riego de los huertos caseros; y la falta de inversión para el adecuado mantenimiento y mejoramiento del sistema.

En este contexto, esta investigación se propone realizar un estudio a nivel del acueducto urbano administrado por la empresa Aguas de Mérida, C.A, que permita determinar las causas que conllevan a que este sistema se encuentre en las condiciones ya expuestas. El área a analizar cubre desde la parte alta de la cuenca, es decir, aguas arriba del sistema de captación del acueducto, hasta las redes de distribución. Se requiere entonces evaluar técnicamente algunos aspectos tales como: la oferta hídrica de la quebrada El Molino, la demanda de agua potable, el manejo de residuos sólidos, el manejo de aguas residuales, entre otros, con la finalidad de formular estrategias que permitan la gestión integral sustentable de los recursos hídricos de esta cuenca a fin de coadyuvar en la optimización de la prestación de servicio de agua potable, al tiempo que se garantice la recuperación del caudal y la calidad del agua de la quebrada El Molino.

En tal sentido, se plantea la siguiente interrogante: *¿un análisis exhaustivo acerca de los sistemas de abastecimiento pueden generar un conjunto de acciones encaminadas al manejo adecuado del recurso hídrico?* El desarrollo de esta investigación pretende despejar tal cuestionamiento.

Justificación del problema

Toda empresa prestadora de servicio de agua potable para poder cumplir con su principal objetivo: garantizar y suministrar agua en cantidad y calidad suficiente a la población abastecida, debe conocer, monitorear y analizar lo que está sucediendo aguas arriba de los sistemas de captación. Estos sistemas de captación frecuentemente se enfrentan con: la disminución de la disponibilidad del recurso, tanto en cantidad como en calidad; el crecimiento poblacional de la zona; el uso inadecuado de las aguas y el patrón de ocupación del territorio en la zona alta de la cuenca para actividades agropecuarias. Todo esto se traduce en serios conflictos por el uso de los recursos hídricos y en muchos casos se manifiesta en el aumento del grado de contaminación de los cuerpos de agua y disminución de la oferta.

En tal sentido, se requieren de estudios que evalúen la situación actual de los sistemas de abastecimiento de agua de manera integral (cuenca hidrográfica, sistema de captación, planta potabilizadora, redes de almacenamiento y distribución, usos del recurso hídrico y disposición final de aguas servidas) con el fin de establecer planes de manejo de cuencas donde participen los principales actores de las comunidades en conjunto con las instituciones y autoridades de la región, permitiendo el aprovechamiento de los recursos hídricos en pro del desarrollo de las sociedades, pero en equilibrio con los ecosistemas vitales de la naturaleza.

En vista de lo anterior expuesto, la presente investigación busca generar no solo la inquietud por parte de las empresas prestadoras de los servicios de agua potable sino servir de modelo en cuanto al esquema de trabajo a seguir para el inicio y desarrollo de este tipo de investigaciones a nivel de las cuencas hidrográficas dentro del ámbito de su responsabilidad social.

OBJETIVOS

Objetivo General

Formular estrategias para la gestión integral-sustentable de los recursos hídricos en la cuenca de la quebrada El Molino, del Municipio Sucre del Estado Mérida.

Objetivos específicos

1. Caracterizar el manejo del recurso agua, en la cuenca de la quebrada El Molino.
2. Identificar los aspectos físico-naturales, sociales, económicos y de gestión institucional que afectan el sistema de abastecimiento de agua de la cuenca de la quebrada El Molino.
3. Determinar la oferta hídrica de la quebrada El Molino.
4. Determinar la demanda de agua potable de las comunidades en la cuenca de estudio.
5. Proponer estrategias que contribuyan luego al diseño de un plan para la gestión integral-sustentable de los recursos hídricos de la cuenca de la quebrada El Molino.

CAPITULO 2

MARCO TEORICO

Este capítulo contiene los fundamentos teóricos en los que se basa este trabajo, donde se incluyen no solo los antecedentes, sino una revisión de términos y principios fundamentales sobre el tema de la Gestión Integral de los Recursos Hídricos, (GIRH).

Antecedentes

En relación al tema de gestión integral de cuencas hidrográficas del municipio Sucre del estado Mérida, no se evidencian muchos estudios previos en la zona. Sin embargo, se registran estudios similares en otros sectores de Venezuela y del mundo, los cuales en cierto grado constituyen un aporte para cualquier investigación en relación a esta problemática. A continuación se presenta un resumen de algunas de estas investigaciones:

Mejías, Páez y Boada, (2007) implementaron una metodología para determinar prioridades de conservación del recurso agua en la cuenca alta del río Chama, partiendo de tres criterios: oferta de agua, demanda de agua y condiciones ambientales. Además, definieron variables e indicadores para evaluar su comportamiento en las diferentes subcuencas y establecieron niveles de prioridad, en función de valores prefijados para ponderar los indicadores. Los indicadores más críticos en cuanto a la determinación de prioridades fueron: número de sistemas de riego, superficie total regada por subcuenca, consumo promedio de agua para uso doméstico y consumo promedio según superficie regada.

Valenzuela (2003) resalta el alto potencial de Nicaragua, en sus recursos naturales lo que representa un factor positivo para su desarrollo, aunque indicó que dichos recursos poseen un alto nivel de deterioro por el uso inadecuado que se les ha dado a los mismos. En este estudio, el autor hizo un análisis de la contribución de técnicas de protección y recuperación de los recursos. Para ello se planteó, realizar un inventario de las técnicas de manejo que han impulsado las comunidades, identificando los factores que facilitan o limitan su implementación y el grado al cual han sido adecuadas para los productores.

El estudio de Zelaya (1999) se orienta a establecer estrategias para la Gestión de Cuencas en El Salvador, contemplando la elaboración de un Plan Nacional de Manejo Integral de Cuencas Hidrográficas como un instrumento de planificación. Este plan requiere de un esquema multidisciplinario y multisectorial, en el que se involucren los sectores de la sociedad en su conjunto, dentro del concepto de integración horizontal y vertical y que se formule en estrecha relación con una serie de políticas, prioridades, objetivos, programas y estrategias perfectamente vinculadas a los niveles superiores de planificación, tanto desde el punto de vista espacial como temporal, considerando la cuenca hidrográfica como unidad de planificación biofísica y socioeconómica.

En lo que respecta a Venezuela, en términos generales, se puede decir que la gestión del recurso hídrico se inicia en el Ministerio de Obras Públicas (MOP) en el año 1874, específicamente en la dirección de Vías de Comunicaciones Fluviales, Terrestres y

Acueductos. A tal fin en el año 1930, se crea la Dirección General de Recursos Hidráulicos adscrita al MOP, con el fin de planificar y construir las obras hidráulicas requeridas para el desarrollo económico y social de la nación.

En 1943 se crea el Instituto de Obras Sanitarias (INOS), y en 1961, el Consejo Nacional de Recursos Hidráulicos (COPLANARH), con el propósito de elaborar el Plan Nacional de Desarrollo de Obras Hidráulicas. Posteriormente, bajo la premisa de la concepción integral de la investigación y planificación, en 1977 nace el Ministerio del Ambiente y de los Recursos Naturales Renovables. Este ministerio realizó los estudios de Balance Hídrico de Venezuela (actualizados en 1987), información que fue utilizada en el informe del balance hídrico de América del Sur en 1987.

En Venezuela, al igual que en otros países de América Latina, se refleja la preocupación en relación al tema de la gestión integral de los recursos hídricos, lo cual es notorio en el intercambio de experiencias y aportes, en los diferentes eventos internacionales a los cuales ha participado el país, tales como: II Foro Mundial del Agua (La Haya, 2000), la Conferencia sobre el Agua Dulce en Bonn (2001), Foro del Agua para las Américas en el Siglo XXI, México (2002) y el III foro Mundial del Agua en Kioto, Japón en el 2003. (Ministerio del Ambiente, 2006).

Estas investigaciones, congresos y acuerdos, entre otros, muestran la preocupación por el estudio integral de las cuencas hidrográficas, con el fin de propiciar un desarrollo de las comunidades al unísono con el aprovechamiento de los recursos de los ecosistemas de manera integral y sustentable, lo cual, para esta investigación constituye una base importante para su desarrollo, y una herramienta importante en la formulación de las estrategias para la gestión integral sustentable de la cuenca de la quebrada El Molino.

Bases teóricas

En esta sección se muestran los términos y principios fundamentales sobre el tema de la gestión de los recursos hídricos.

Gestión Integral de las Cuencas Hidrográficas (GICH)

La Gestión Integral de las Cuencas Hidrográficas, es definida por la Global Water Partnership (2000) como:

“Un proceso que promueve el manejo y desarrollo coordinado del agua, la tierra y los recursos relacionados, con el fin de maximizar el bienestar social y económico resultante de una manera equitativa sin comprometer la sustentabilidad de los ecosistemas vitales” (p. 24)

Esta definición se sustenta según Martin (2004), en los cuatro enunciados fundamentales que fueron formulados durante la Conferencia Internacional en Agua y Medio Ambiente celebrada en Dublín (Irlanda) en 1992:

- ❖ *El agua dulce es un recurso finito y vulnerable, esencial para mantener la vida, el desarrollo y el ambiente.*
- ❖ *El desarrollo del recurso hídrico y su manejo deben basarse en un enfoque participativo, involucrando a los planificadores y a los legisladores en todos los niveles.*
- ❖ *Las mujeres juegan un papel central en la provisión, manejo y preservación del agua.*
- ❖ *El agua tiene un valor social, económico y ecológico en todos sus usos competitivos y debe ser reconocido como un bien fundamental de la humanidad.*

De acuerdo a Perevochtchikova (2008) la GICH se fortalece a principios de los años setenta, producto de la creciente degradación ambiental ocasionada por la extracción y uso cada vez más ineficiente de los recursos naturales, consolidándose a nivel mundial en la década de los noventa a través de la suscripción de varios acuerdos internacionales, entre los cuales podemos mencionar la Convención sobre la Protección y Uso de Cursos de Agua Transfronterizos y Lagos Internacionales, que establece un marco de cooperación entre los 56 países miembros de la Comisión Económica de las Naciones Unidas para Europa, con el fin de prevenir y controlar la contaminación de los cursos de agua transfronterizos y la Convención de las Naciones Unidas sobre el Derecho de Usos de los Cursos de Agua Internacionales para fines distintos a la Navegación, adoptada en 1997. El cuál es el único acuerdo mundial universalmente aplicable a los cursos de agua dulce internacionales (*Global Water Partnership*).

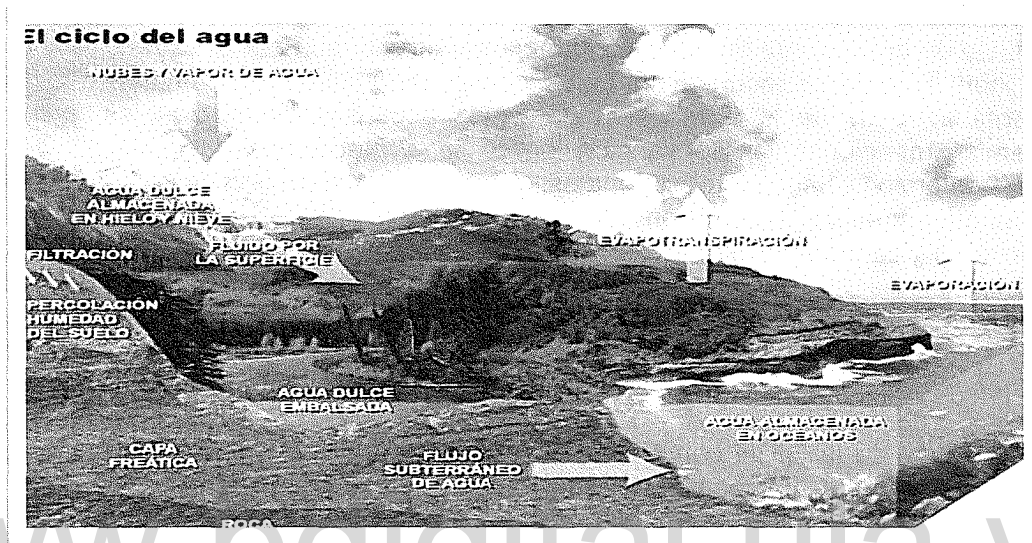
Los objetivos de la GICH como proceso orientado hacia el manejo sustentable, holístico y participativo de las cuencas hidrográficas, según Perevochtchikova, son los siguientes:

- La medición de las variables del ciclo hidrológico y el conocimiento de sus características determinantes y consecuencias.
- La explotación, uso, aprovechamiento, manejo y control del agua.
- La prevención y mitigación de desastres naturales asociados a la presencia de fenómenos hidro-meteorológicos.
- La construcción, mantenimiento y operación de obras hidráulicas y la administración de los servicios asociados.
- El mantenimiento, operación y administración de distritos y unidades de riego.
- El control de la calidad del agua y su saneamiento.
- La conservación del agua y del medio acuático.

La Gestión Integral del Agua y el Ciclo Hidrológico

Para desarrollar integralmente acciones encaminadas a la gestión sustentable del agua se requiere, como punto de partida comprender el ciclo hidrológico. En efecto el ciclo natural del agua es un proceso continuo que se inicia con el aporte de las precipitaciones desde la atmósfera a la tierra y a partir del cual el agua se evapora, se escurre sobre la superficie o se infiltra en mantos subterráneos. Fair, Geyer, y Okun (2010) indica que al llegar a la superficie terrestre, el agua sigue dos trayectorias, dependiendo de la intensidad de la lluvia, la porosidad, permeabilidad, grosor y humedad previa del suelo. Una parte del agua se vierte directamente en los riachuelos y arroyos, de donde pasa a los océanos y a las masas de

agua continentales; mientras que el resto se infiltra en el suelo. Una parte del agua infiltrada constituye la humedad del suelo, y puede evaporarse directamente o penetrar en las raíces de las plantas para ser transpirada por las hojas. La porción de agua que supera las fuerzas de cohesión y adhesión del suelo, se filtra hacia abajo y se acumula en la llamada zona de saturación para formar un depósito de agua subterránea, cuya superficie se conoce como nivel freático. Esto puede ser observado en la Figura 1.



Fuente: Andrade, 2011

Figura 1 Ciclo hidrológico

El ciclo hidrológico consta de cuatro etapas: almacenamiento, evaporación, precipitación y escorrentía. En general, el agua se almacena en océanos y lagos, en ríos y arroyos, y en el suelo. La evaporación, incluida la transpiración que realizan las plantas, transforma el agua en vapor de agua. La precipitación tiene lugar cuando el vapor de agua presente en la atmósfera se condensa y cae a la Tierra en forma de lluvia, nieve o granizo. El agua de escorrentía incluye la que fluye en ríos y arroyos, y bajo la superficie del terreno (agua subterránea).

El ciclo natural del agua depende fundamentalmente de la interrelación entre una serie de factores: el volumen de las precipitaciones, así como su distribución en el tiempo y en el espacio; el sustrato geológico y el tipo de materiales, su permeabilidad y su resistencia; las características de los suelos, que influyen en la capacidad de retención de agua y de desarrollo de la vegetación.

Es importante destacar que este ciclo natural en condiciones normales garantiza la permanencia y renovabilidad del agua, sin embargo dado el intensivo proceso de alteración natural de los ecosistemas que han representado las actividades humanas, este ciclo hidrológico se ha visto seriamente alterado y en consecuencia se ha puesto en peligro la

permanencia y renovabilidad del agua dulce en muchas regiones del planeta. Entre los aspectos degradantes de los ecosistemas y en consecuencia “alteradores” del ciclo hidrológico se encuentran: la deforestación que impide la retención del agua precipitada, la evapotranspiración de la misma y la necesaria infiltración en el suelo, acelerando además la escorrentía. Por otro lado, los usos humanos que generan desechos líquidos y sólidos contaminan el agua y reducen su oxigenación y calidad, mientras que las mismas actuaciones humanas inciden en el cambio natural de los ecosistemas que contribuyen a su vez al calentamiento global.

Cuencas Hidrográficas como Sistema.

De acuerdo a Sheng (1992) en su Manual de Campo para la Ordenación de Cuencas Hidrográficas, Estudio y Planificación de Cuencas Hidrográficas, define a una cuenca hidrográfica como:

“Una zona delimitada topográficamente que desagua mediante un sistema fluvial, es decir, comprende la superficie total de tierras que desaguan en un cierto punto de un curso de agua o río. Una cuenca hidrográfica es una unidad hidrológica que ha sido descrita y utilizada como una unidad física-biológica y también, en muchas ocasiones, como una unidad socio-económica- política, para la planificación y ordenación de los recursos naturales” (p.4)

Por su parte, Ovalles, Vergara y Ramírez (2008), exponen desde el punto de vista sistémico, que las cuencas hidrográficas están integradas por subconjuntos de componentes biofísicos (agua, suelo), biológicos (flora, fauna) y antropogénicos (socioeconómicos, culturales, institucionales) como se muestra en la Figura 2. Estos componentes están interrelacionados y en equilibrio entre sí; de tal forma que de ser afectado uno de ellos, se produce un desbalance positivo o negativo, en el sistema.

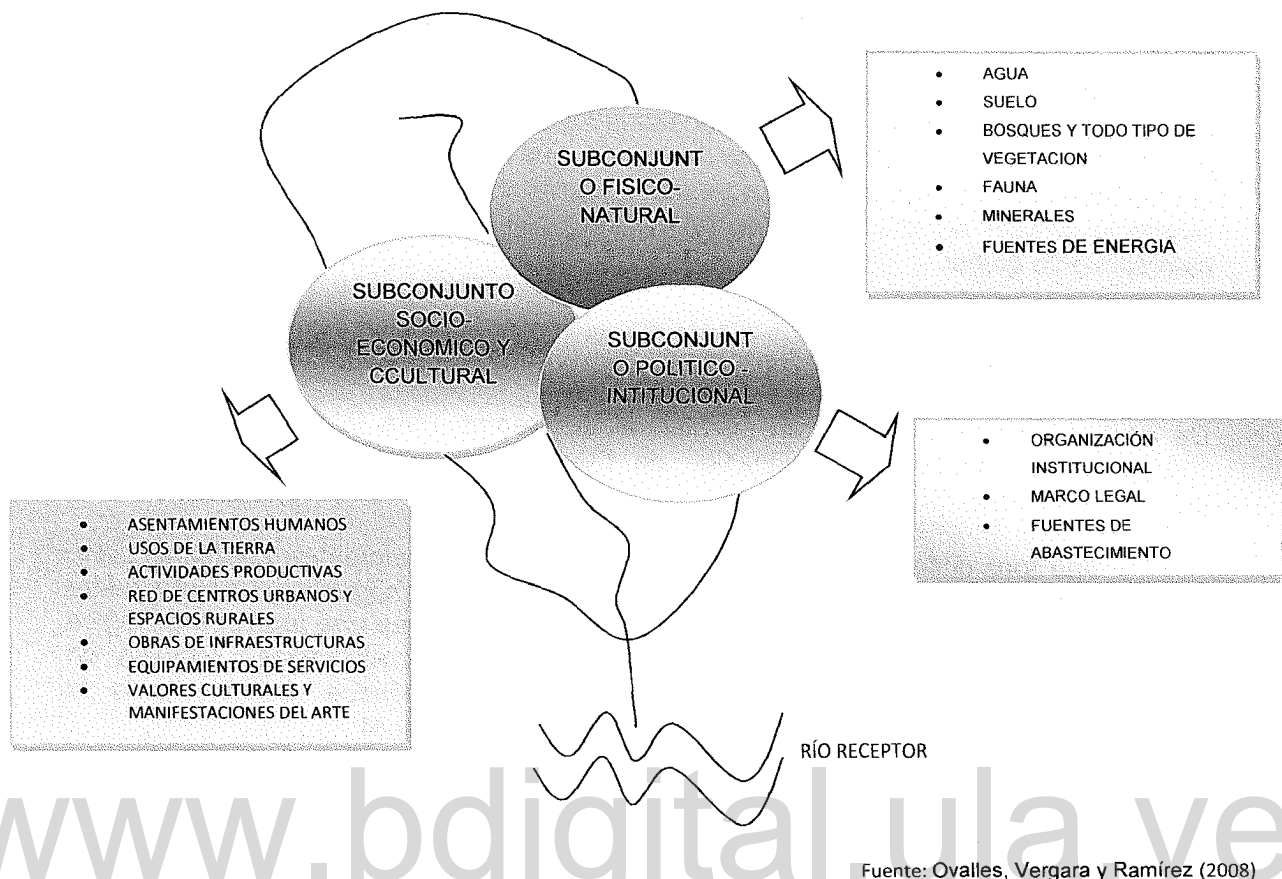


Figura 2 Componentes de una cuenca hidrográfica

Renovabilidad de Recursos Naturales

Una de las características más importantes de una cuenca hidrográfica es su disponibilidad hídrica, la cual representa la capacidad que posee para proporcionar agua en cantidad y calidad en diferentes períodos de tiempo. La disponibilidad es una variable que puede ser estimada por diversos métodos, tales como los modelos paramétricos, estocásticos y numéricos, y se expresa mediante una probabilidad de ocurrencia que para el caso del servicio de agua potable se considera igual al 95%. Por supuesto que esta probabilidad se refiere solo a la cantidad, ya que actualmente no existe una metodología aceptada que permita cuantificar la disponibilidad hídrica en cuanto a la calidad.

Valenzuela, indica que, en general, los recursos naturales de una cuenca se consideran renovables si pueden remplazarse por vía natural o mediante la intervención humana, y como no renovables, cuando no se les puede reemplazar en un período de tiempo apreciable en función de las actividades humanas a las que son sometidas. Al respecto, vale la pena acotar que la renovabilidad de los recursos está en función de que se mantengan las

condiciones de factores y elementos que garantizan esta renovabilidad. Sin embargo, el proceso actual de utilización intensiva de los recursos naturales está generando tales condiciones de deterioro que en muchos casos la renovabilidad, especialmente del agua, se ve altamente amenazada.

Manejo de cuencas con fines de captación de agua para abastecimiento de agua potable

Según el informe emitido por la CEPAL (1999) los problemas en materia de abastecimiento de agua potable y saneamiento a nivel regional, pueden evaluarse con base en cuatro parámetros básicos:

1. El déficit de cobertura, en relación a los servicios de saneamiento y tratamiento de aguas servidas en especial a la población rural y grupos de bajos recursos económicos.
2. El alto índice de crecimiento de la población y su concentración en las áreas urbanas.
3. El incremento del consumo per cápita a mediano y largo plazo, y
4. La mala calidad de los servicios aunado a la escasa información disponible sobre los niveles de cobertura y la calidad de estos.

Frecuentemente, en la gestión para el abastecimiento del agua potable, se enfrenta un escenario en donde la población no tiene acceso adecuado a los servicios de abastecimiento de agua potable y saneamiento, requiriendo en muchos casos la adquisición de agua potable a terceros con costos superiores a las tarifas mensuales por la prestación del servicio. Esto en parte se debe a que la infraestructura se encuentra en mal estado, ofreciendo a las comunidades un servicio de mala calidad y de manera intermitente.

Según lo indica Dourojeanni (1999) de acuerdo a las estimaciones de la OPS en 1995 en América Latina y el Caribe, el 84% de la población urbana tenía acceso a los sistemas de abastecimiento de agua potable (Venezuela 79%) y el 80% a los sistemas de saneamiento (Venezuela, 74%). Para el año 2008 Hidroven reporta una cobertura del 94% en los sistemas de abastecimiento de agua potable, 84% en sistemas de recolección de aguas servidas y 26% en sistemas de tratamiento de aguas residuales. (C. Herrera, entrevista personal, 07/junio/2012). De acuerdo al Ministerio del Ambiente para el año 2011 se alcanza una cobertura del 96% en los sistemas de abastecimiento de agua potable y 85% en sistemas de recolección de aguas (R. Hurtado, entrevista personal, 15/Octubre/2012)

Los sistemas de captación para abastecimiento de agua potable dependen de la disponibilidad en calidad y cantidad de las fuentes, por lo que en casos de contaminación, se requiere una fuerte inversión para su control, a fin de asegurar la salud pública de las comunidades abastecidas, incrementándose los costos de monitoreo, tratamiento y eliminación de sedimentos. Razón por la cual se ha llegado a la conclusión de que la mejor forma de suministrar agua con seguridad y a menor costo, se logra mediante la protección de las fuentes de captación de agua, tanto superficial como subterránea. Ello implica realizar actividades de manejo y regulación de las cuencas.

Dourojeanni, propone, sin considerar el tamaño del sistema y características de las fuentes, los siguientes pasos para las prácticas de manejo de cuencas de captación:

- Inventariar y caracterizar la cuenca en términos de habitantes y tenencia de la tierra y el agua, características biofísicas, uso de la tierra y calidad del agua.
- Identificar los contaminantes, los naturales y los relacionados con la actividad humana en la cuenca.
- Establecer metas de los actores y del programa de manejo y protección de la cuenca.
- Seleccionar las medidas apropiadas de control para proteger la calidad del agua.
- Implementar el programa mediante acuerdos legales necesarios entre los actores responsables.
- Monitorear y evaluar la efectividad del programa.

Oferta hídrica de una cuenca hidrográfica

Gonzalo (2004) define la oferta hídrica de una cuenca como el volumen disponible para satisfacer las demandas producto de las actividades sociales y económicas del hombre. De acuerdo a la información disponible y características físicas de la cuenca, existen muchas metodologías para realizar el cálculo de la oferta hídrica, entre las cuales se mencionan:

- ❖ **Balance Hídrico:** este método se aplica a cuencas con un área mayor a 250 km² y que cuenten con una data mayor de 10 años de registro de variables climatológicas e hidrográficas, con lo cual se podría estimar la oferta hídrica media anual. (empleada generalmente en riego).
- ❖ **Caudal medio puntual:** esta metodología se aplica cuando se dispone de series anuales de registros de mediciones de caudales mayores a dos años. Para determinar el caudal disponible es necesario conocer con qué frecuencia ocurren caudales iguales o superiores al caudal medio. La caracterización del cuerpo de agua implica el registro de los caudales máximos, mínimos y medios.

El caudal medio estaría definido por la expresión:

$$Q = \frac{1}{n} * \sum Q_i$$

Donde:

Q= caudal medio (m³/s)

Q_i= caudal medido durante el periodo en estudio

n= número total de datos de caudal

- ❖ **Relación lluvia – escorrentía:** aplicable a cuencas con un área menor a los 250 km² y que no cuenta con registros de mediciones de caudal para estimar la oferta superficial mensual.

Para la cuantificación de la oferta hídrica neta, se debe descontar la reducción por calidad de agua y por el caudal mínimo ecológico.

- ❖ **Reducción por calidad de agua:** la calidad del agua restringe su disponibilidad y limita su potencial para ciertos usos. Muchos cuerpos de agua son receptores de descargas de sedimentos producto de la erosión natural o derivados de las actividades antrópicas. Entre las principales fuentes de contaminación de las fuentes superficiales podemos citar:
 - Las aguas residuales domésticas e industriales,
 - El escurrimiento de aguas en zonas de producción agropecuaria, y
 - Los contaminantes presentes en la atmósfera, cuando éstos son arrastrados por las aguas de lluvias.

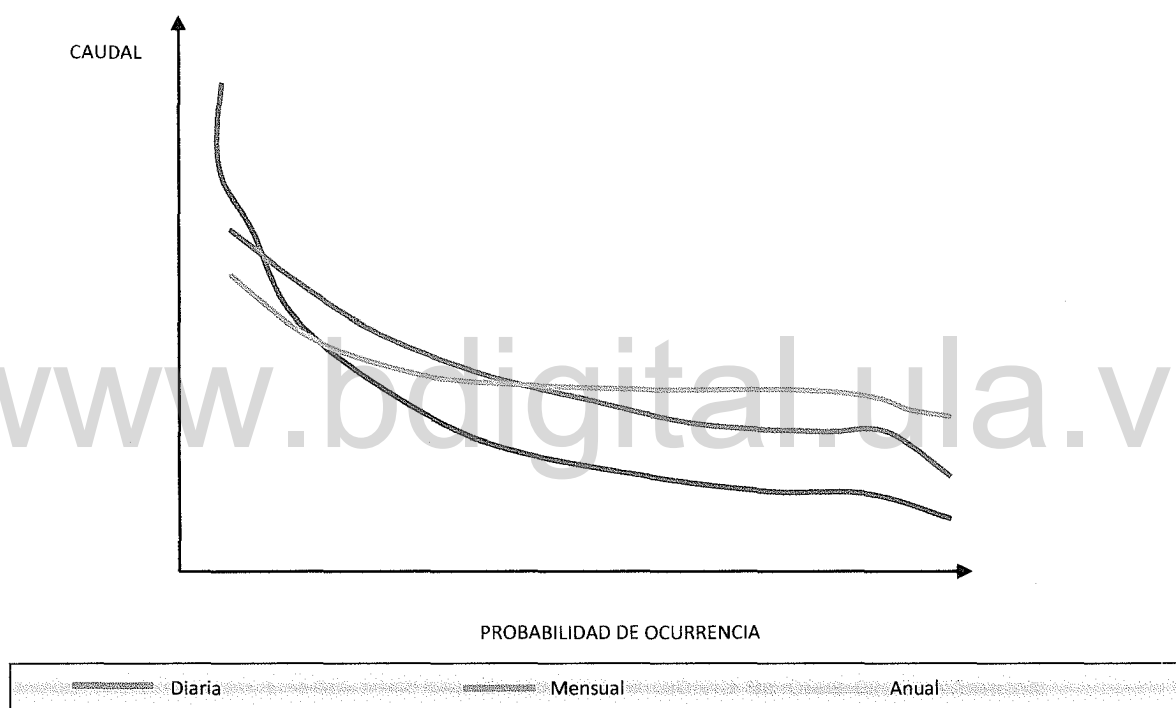
- ❖ **Caudal ecológico:** este caudal es el requerido para el sostenimiento del ecosistema, flora y fauna en un cuerpo de agua. Existen varios métodos hidrológicos para determinarlo, de acuerdo a Janett (2004):
 - **Método de la curva de duración de caudales:** Consiste en la construcción de una curva a partir de datos de caudales diarios, mensuales o anuales donde se presenta la relación entre ciertos rangos de caudales y el porcentaje de tiempo en que cada uno de esos rangos es igualado o excedido. El caudal ecológico es expresado como un valor fijo que corresponde a un rango de caudal que se mantiene igualado o excedido un cierto porcentaje de tiempo.
 - **Método de caudal mínimo de 7 días con períodos de ocurrencia de 10 años (7Q₁₀):** Este método entrega el valor de un caudal mínimo estadístico 7Q₁₀ que corresponde al valor que en promedio durante un tiempo de diez años, será igual o menor que el caudal medio en cualquier evento de 7 días de sequía consecutivos.
 - **Método de Tennant:** Este método está basado en un estudio realizado en 11 arroyos ubicados en Montana, Nebraska y Wyoming, donde el objetivo era encontrar una relación entre el caudal y la disponibilidad de hábitat para la biota acuática. Para esto se dividió el año en un período seco y otro lluvioso, para los cuales se estimaron caudales expresados como porcentajes del caudal medio anual (CAM), relacionándolos con grados de conservación. A partir del mismo se determinó que el hábitat comenzaba a degradarse cuando el flujo era inferior al 10% del flujo medio anual. Esto bajo las condiciones de una velocidad media de 0,25 m/s y una profundidad media de 0,3 m. En el CIDIAT se suele emplear como caudal ecológico el 10% del caudal medio anual.

Curva de duración de Caudales

Silva (2008) expone que la curva de duración de caudales es una curva de frecuencias acumuladas que se deduce del registro histórico de la serie de caudales medios diarios en un determinado sitio de captación de un proyecto de suministro de agua. Se estima que si la

serie histórica es suficientemente buena, la curva de duración es representativa del régimen de caudales medios de la corriente y, por lo tanto, puede utilizarse para pronosticar el comportamiento del régimen futuro de caudales, o sea el régimen que se presentará durante la vida útil de la captación.

En la curva de duración de caudales, la escala vertical representa los caudales medios (diarios, mensuales o anuales) y la escala horizontal las probabilidades de que dichos caudales puedan ser igualados o excedidos, como se muestra en la Figura 3. El caudal mínimo probable de la curva es el caudal que la corriente puede suministrar durante todo el año con una probabilidad de excedencia próxima al 100 %.



Fuente: Silva (2008)

Figura 3 Curvas típicas de duración de caudales, para un registro histórico de mediciones diaria, mensual y anual

Las curvas de duración de caudales son muy útiles para determinar si una fuente es suficiente para suministrar la demanda o si hay necesidad de construir embalses de almacenamiento para suplir las deficiencias en el suministro normal de agua durante los períodos secos. (Silva)

Hidroestadística

Rivano (2004) define la hidroestadística como una de las herramientas utilizadas para determinar el comportamiento futuro de los caudales de una fuente de agua, basado en el análisis de frecuencias. Para ello emplea los registros históricos de caudales. Este es un método basado en procedimientos estadísticos que permite calcular la magnitud del caudal asociado a su período de retorno.

En este estudio el grado de confiabilidad depende de la extensión y calidad de los registros históricos y de la propia incertidumbre de la distribución de probabilidades seleccionada.

Las principales distribuciones de probabilidad utilizadas en Hidrología, las define Rivano, como:

- **Distribución Normal:** es una distribución simétrica en forma de campana, conocida como campana de Gauss. Se emplea principalmente en datos transformados que siguen la distribución normal.
- **Distribución Log Normal:** en el cálculo de valores extremos esta distribución es muy usada para caudales mínimos, máximos y precipitación máxima.
- **Distribución Gumbel:** se emplea para representar el comportamiento de crecientes y sequías (máximos y mínimos).
- **Distribución Pearson:** es la distribución más utilizada en hidrología en la determinación de crecientes máximas anuales, caudales mínimos, volúmenes de flujos anuales y estacionales, precipitaciones extremas y volúmenes de lluvia de corta dirección.
- **Distribución Log Pearson:** esta distribución es ampliamente empleada para el análisis de frecuencia de caudales medios.

Para determinar la calidad del ajuste de los datos de una distribución de probabilidades se realizan pruebas estadísticas, entre las cuales se encuentra la Prueba Smirnov Kolmogorov y la Chi Cuadrado.

Modelo Ajustehu

Este modelo estadístico fue desarrollado bajo el lenguaje de programación FORTRAN, para el ajuste de una serie de datos a una distribución estadística, y consta de una serie de subrutinas que permiten realizar lo siguiente:

- Análisis de frecuencias de datos agrupados,
- Ajuste de una serie de datos a distribuciones estadísticas.

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; y luego con estos parámetros se determinan los valores de los parámetros de la distribución. El objetivo fundamental del software es poder facilitar el uso de diferentes distribuciones teóricas en el

análisis y procesamiento de la información de hidrología, bien para escorrentía así como de precipitación. (Duque, 2003)

En líneas generales el programa realiza la siguiente rutina, ejecutando el programa AJUSTEHU.EXE:



Figura 4 Esquema el Modelo Ajustehu

Métodos de medición de Caudales

La bibliografía reporta muchos métodos para realizar mediciones de caudal en un cuerpo de agua ya sea para determinar el agua necesaria y/o disponible para un sistema de captación o el agua que fluye por el cauce de un cuerpo de agua. Para ello Hernández (2010) plantea que es muy importante establecer los puntos estratégicos de control que permitan obtener información adecuada.

Para lograr establecer un buen punto de control es necesario tomar en cuenta las condiciones físicas del área y seleccionar un método de aforo de acuerdo a los requerimientos. El aforo se puede realizar en distintos puntos del cauce del cuerpo de agua, es decir se puede aforar en los dique toma, en algún punto del tramo o en las entradas de los sistemas, tomando en cuenta en este caso las pérdidas por conducción.

La elección del método de aforo está en función de:

- La configuración del sitio
- Las condiciones de vertimiento
- Los materiales de medición disponibles y
- El tiempo disponible

La confiabilidad del dato obtenido radica en la preparación técnica de los aforadores, calidad de los materiales y equipo de medición utilizados.

Según Falconi (2009) en canales abiertos, donde no se disponga de infraestructuras para realizar los aforos, se pueden emplear los siguientes métodos:

- ❖ **El aforo volumétrico**, este método requiere conocer la magnitud de un volumen de control (capacidad del envase en donde se va a captar la muestra), que debe guardar proporción con el caudal de agua que se mida a fin de que el tiempo cronometrado entre el inicio y el final del llenado sea suficientemente representativo. Se recomienda tomar varias medidas y promediarlas.
- ❖ **Método área – velocidad**, se fundamenta en la determinación del área o sección media mojada A (m^2), por donde circula el agua con una velocidad media u (m/s). Se aplica en:
 - Canales de sección regular
 - Tuberías de entrada o salida en unidades de las plantas potabilizadoras.
 - Tuberías con salida vertical.
- ❖ **Canales de sección regular**: se determina la velocidad mediante molinetes o flotadores. Los molinetes tienen ecuaciones de calibración y el resultado es bastante exacto, si se utilizan flotadores, de preferencia lastrados. Se promedian los cocientes de la longitud respecto al tiempo de recorrido para obtener la velocidad, y, este valor se multiplica por el valor del área mojada afectado por un factor de corrección que varía entre 0,60 y 0,80.

- ❖ **El aforo químico**, se basa en la alimentación instantánea o sostenida de una sustancia química que actúa como trazador. La concentración de dicho elemento se determina en forma previa y posterior a la dosificación en un punto equidistante al sitio donde se vertió la sustancia.

Demanda de agua para abastecimiento Urbano

De acuerdo a Medina (2011) los conceptos de demanda, dotación y consumo de agua potable deben diferenciarse, el autor define la demanda de agua, como:

“Las máximas cantidades de agua de una cierta calidad que los consumidores estarían dispuestos a adquirir a determinados precios en un particular periodo de tiempo y suponiendo que los otros factores que puedan afectar dichos volúmenes permanezcan constantes” (p. 20)

En donde el consumo estará dado por la cantidad de agua que un consumidor gasta para satisfacer sus necesidades básicas, y la dotación por la cantidad asignada al consumidor para cubrir estas necesidades.

Existen varios métodos para estimar las demandas de agua para sistemas de abastecimiento, la selección del mismo depende de varios factores, entre los cuales se pueden mencionar:

- La capacidad técnica del analista,
- La disposición de datos,
- Los recursos disponibles y,
- El nivel de detalle del estudio.

Algunos de los métodos que menciona Medina, basado en la publicación realizada por Bauman, Bolan y Hanemann en 1998 (Urban Water Demand Management and Planning), empleados para la estimación de la demanda son los siguientes:

- ❖ **Extrapolación en el tiempo**, este método asume que el uso del agua puede representarse como una serie del tiempo, con observaciones pasadas ajustadas mediante una curva de manera gráfica o matemática; en donde la demanda se estimaría extrapolando la curva.
- ❖ **Modelos Univariados**: explica el uso del agua como una función que depende de una sola variable, por lo que, la demanda estaría dada por la ecuación:

$$Q = a + b \cdot x$$

En donde:

Q = uso del agua por unidad de tiempo

a , b = coeficientes, estimados vía regresión lineal con los datos históricos

x = la variable independiente (precio, población, entre otros).

- ❖ **Modelo de requerimiento Per Cápita:** es una versión del método de modelos univariados, en donde la variable independiente es la población, por cuanto la ecuación estaría dada por la expresión:

$$Q = b * P$$

En donde:

Q = uso del agua como promedio diario

P = población residente en el área de estudio para diferentes periodos de tiempo

b = tasa de uso per cápita, obtenida por los registros históricos y variable en el tiempo.

- ❖ **Método de coeficiente unitario:** en este método Medina, indica que mientras más pequeños sean los sectores en donde se estima la demanda es más sencillo explicar el uso del agua por cada categoría (domestico, servicios, entre otros) en términos de una variable.
- ❖ **Método de los componentes,** el cual fue propuesto en el estudio realizado por HIDROVEN, C.A en 1993 denominado: Actualización de Parámetros Fundamentales para el Cálculo de la Demanda Urbana, En este método la demanda de los núcleos urbanos se calcula en base a las actividades de la población, parámetros urbanos característicos y dotaciones unitarias.

En el caso de requerir el cálculo de la demanda futura de agua, para un diseño de sistemas de abastecimiento de agua potable, se puede emplear cualquiera de los métodos antes citados previo la estimación de la población futura del sistema en estudio. Esta población se puede determinar empleando varios métodos entre los cuales se encuentra el método de Crecimiento Geométrico. Este es un método aritmético, que se basa en que la población crece exponencialmente a la largo del tiempo (Castro, 1990), por lo tanto la población futura estará dada por la expresión:

$$P_f = P_{uc} * (1+r)^{(T_f - T_{uc})}$$

En donde:

P_f= población futura

P_{uc}= población del último censo

T_f= año de proyección

T_{uc}= año del último censo

r= tasa de crecimiento, conocida la data de los censos anteriores está dado por la

Ecuación:

$$r = e^{\left(\frac{\log (P_2/P_1)}{(año 2 - año 1)} \right) - 1}$$

En donde P2 y P1 son dos poblaciones cualesquiera del censo contiguas y año 2 y año 1 son los años correspondientes a estas. (Preferiblemente recientes)

Control de la Calidad del Agua

El control de la calidad del agua debe aplicarse en todas las fases de la administración de los sistemas de abastecimiento de agua, se inicia con la preparación, supervisión y mantenimiento de las áreas de captación de la fuente abastecedora; continua a través de los sistemas de potabilización y finaliza en las redes de distribución y sistemas de almacenamiento (Letterman, 2002)

Las principales causas de contaminación de las aguas superficiales son las descargas directas de aguas servidas domésticas e industriales. Otro factor importante es la disposición directa de desechos sólidos en los cuerpos de agua cercanos a las poblaciones así como la evacuación en vertederos abiertos sin control. En vista de lo cual el control de la calidad del agua se debe maximizar a nivel de la parte alta de la cuenca hidrográfica.

Los parámetros que definen la calidad agua están dados por sus características organolépticas, físicas, químicas y biológicas (ver Tabla1). Estas características permiten su clasificación como agua cruda, agua potable, agua servida, agua residual industrial, aguas residuales, entre otras y a su vez definen su uso como: agua para consumo, riego, refrigeración, producción de vapor, entre otras.

Tabla 1 Características físicas, químicas y biológicas del agua

Características		Parámetros			
Físicas	Turbiedad	Sabor	Temperatura	Conductividad	
	Color	Olor			
Químicas	pH	Hierro	DQO	Ba	Pesticidas
	Dureza	Manganeso	Ag	Cd	Nitritos
	Alcalinidad	Cloruros	Pb	B	Nitratos
	Fosfatos	Oxígeno disuelto	Zn	Cu	Amoniaco
	Sulfatos	DBO	Cr		Grasas
Biológicas y Microbiológicas	Bacterias	Protozoarios	Coliformes fecales	Coliformes totales	

Fuente: tabla elaborada con datos tomados de Romero. 2005

A continuación se definen brevemente estos parámetros físicos, químicos y biológicos del agua según Romero (2005):

1. Características físicas:

Turbiedad: es una expresión de la propiedad o efecto causado por la dispersión e interferencia de los rayos luminosos que pasan a través de una muestra de agua. Esta puede ser causada por una gran variedad de materiales en suspensión, de diversos tamaños, desde dispersiones coloidales hasta partículas gruesas, entre otros, arcillas, limo, materia orgánica e inorgánica, organismos planctónicos, microorganismos, entre otros.

Color: las aguas superficiales pueden presentar color principalmente por la presencia de iones metálicos naturales como hierro o manganeso, desechos orgánicos como hojas, maderas, raíces, entre otros y la presencia de taninos, ácido húmico y algunos residuos industriales.

El color en el agua es de dos clases:

- Color verdadero, este es el color que reporta la muestra una vez que su turbiedad ha sido removida.
- Color aparente: el cual incluye el color de las sustancias en solución y coloidal sino también el color debido al material suspendido.

Olor y sabor: entre las causas más comunes que pueden causar sabor y olor al agua se encuentran la presencia de materia orgánica en solución, ácido sulfhídrico, cloruro de sodio, sulfato de sodio y magnesio, hierro y manganeso, fenoles, aceites, productos de cloro, algas, hongos, etc. Los olores se pueden intensificar a altas temperaturas.

Temperatura: la cuantificación de este parámetro es muy importante ya que la variación de la temperatura de un cuerpo de agua puede ser por efectos climáticos naturales o por la descarga de desechos industriales también es una variable significativa para los diferentes procesos de tratamiento y análisis de laboratorio por ejemplo el grado de saturación del oxígeno disuelto.

Conductividad: es una expresión numérica de la habilidad del agua para transportar la electricidad, depende de la concentración total de sustancias disueltas ionizadas en el agua y de la temperatura. Se emplea para determinar un estimado del contenido de sólidos disueltos.

2. Características químicas:

pH: se define como la capacidad para reaccionar con iones hidroxilo o como la medida de su contenido total de sustancias ácidas. Este parámetro es de mucha importancia debido a las características corrosivas del agua ácida y al costo que supone la remoción y el control de las sustancias que producen corrosión.

Alcalinidad: se define como la capacidad de neutralizar ácidos o como el contenido total de sustancias alcalinas (OH^-). En aguas naturales la alcalinidad se debe principalmente a la presencia de bicarbonatos, carbonatos e hidróxidos.

Dureza: esta es causada por iones metálicos divalentes capaces de reaccionar con el jabón para formar precipitados y con ciertos aniones presentes en el agua para formar incrustaciones. Se determina por su conveniencia para uso doméstico e industrial y la necesidad de un proceso de ablandamiento.

Grupo del Azufre: las diferentes formas del azufre se presentan tanto en los procesos de purificación del agua como en los tratamientos de aguas residuales, dentro de este grupo encontramos:

- **Sulfatos SO_4^{2-} :** este es uno de los iones más comunes en el agua. A nivel industrial este parámetro es importante ya que las aguas con altos contenidos de sulfatos tienden a formar incrustaciones en las calderas e intercambiadores de calor.
- **Sulfuros:** en este grupo se incluyen los compuestos de azufre con grado de oxidación -2 , incluyendo ácido sulfhídrico, sulfuro de hidrógeno, ion hidrosulfuro, sulfuros metálicos solubles en ácido y otros sulfuros insolubles. la evaluación de este grupo es muy importante ya que su presencia en aguas superficiales o subterráneas son productos de la descomposición biológica anaerobia de la materia orgánica.
- **Sulfitos:** en este grupo se incluyen los compuestos de azufre con grado de oxidación $+4$ estos se pueden encontrar en residuos industriales o en aguas contaminadas.

Cloruros: aparecen en las aguas naturales en concentraciones variables, la determinación de este ion puede ser utilizado para detectar contaminación por aguas residuales y por residuos industriales.

Oxígeno Disuelto: es el factor que determina la existencia de condiciones aerobias o anaerobias en un medio. Este parámetro sirve como base para cuantificar DBO, grado de contaminación en los ríos, tasas de aireación en los procesos de tratamiento aerobio.

Demanda bioquímica de oxígeno, DBO: es una medida de la cantidad de oxígeno utilizado por los microorganismos en la estabilización de la materia orgánica biodegradable, bajo condiciones aerobias, en un período de 5 días y a 20°C .

Demanda química de oxígeno, DQO: es un parámetro analítico de contaminación, que mide el material orgánico contenido en una muestra líquida mediante oxidación química. La DQO es una medida de la cantidad de oxígeno consumido por la porción de materia orgánica existente en una muestra y oxidable por un agente químico fuerte.

Grasas y aceites: es el conjunto de sustancias poco solubles que se separan de la porción acuosa y flotan formando natas, películas y capas iridiscentes sobre el agua.

Detergentes: estos son sustancias usadas para la limpieza, son compuestos de materiales orgánicos superficialmente activos en soluciones acuosas. Los detergentes forman problemas de espumas en las aguas superficiales y aproximadamente el 60% del fósforo en las aguas residuales provienen del uso doméstico de detergentes.

3.- Características biológicas:

El agua contiene una gran cantidad de sustancias nutritivas que permiten el desarrollo de diferentes microorganismos; muchas de las bacterias del agua provienen del contacto con el aire, el suelo, animales o plantas vivas o en descomposición, fuentes minerales y en descomposición.

El control bacteriológico del agua es vital para la prevención de epidemias producto de la contaminación del agua, Este se realiza mediante métodos bacteriológicos para determinar la presencia de contaminación fecal, no se emplean ensayos para determinar patógenos, ya que para detectarlos en diluciones altas es muy difícil y además se encuentran en menor cantidad que las bacterias entéricas, las cuales tienen una tasa de mortalidad mucho más lenta.

- **Bacterias:** son microorganismos unicelulares que poseen un núcleo y se reproducen por división binaria. Casi todas las bacterias patógenas de origen hídrico son heterotróficas a excepción de la ciano bacteria.
- **Grupo Coliforme:** este grupo incluye las bacterias de forma bacilar, aerobias y facultativas anaerobias, Gram-negativas, no formadoras de esporas. El número de organismos coliformes en los excrementos humanos es muy grande. Su presencia en el agua es considerada como un indicador evidente de la ocurrencia de contaminación fecal y, por lo tanto, de contaminación con organismos patógenos.
- **Protozoos:** son organismos unicelulares que carecen de cubierta celular, son normalmente de mayor tamaño que las bacterias y, como las algas, estos organismos no pueden fotosintetizar. Los protozoarios que son patógenos para el hombre, normalmente se encuentran en el agua como esporas resistentes, quistes y coquistes.

Matriz de Fortaleza, Oportunidades, Debilidades y Amenazas (Foda)

Pérez (2005) define la matriz FODA como una técnica para el análisis de problemas en el contexto de la planeación y estrategias en las organizaciones. La cual se basa en la identificación de las fortalezas, oportunidades, debilidades y amenazas de las instituciones.

Entendiéndose las fortalezas y debilidades, directamente de las instituciones y de sus productos o servicios, y las oportunidades y amenazas como factores externos en los cuales

las organizaciones no tienen ningún control. En la tabla N° 2 se muestra un esquema general de una matriz FODA, aplicada a la Gestión integral de los recursos hídricos en una cuenca Hidrográfica.

Tabla 2 Esquema de la matriz FODA.

Matriz FODA	
<p>Fortalezas: Las capacidades especiales con que cuenta el sistema de la cuenca hidrográfica, las comunidades y los entes que les permite tener una posición privilegiada frente a la gestión de la cuenca. Es decir los recursos que se controlan, capacidades y habilidades, actividades que se desarrollan positivamente, entre otros</p>	<p>Oportunidades: Los factores que resultan positivos, favorables, explotables, alrededor de la cuenca como sistema, y que permiten obtener ventajas.</p>
<p>Debilidades: Aquellos factores que provocan una posición desfavorable, recursos de los que se carece, habilidades que no se poseen, actividades que no se desarrollan positivamente, entre otros.</p>	<p>Amenazas: Aquellas situaciones que provienen del entorno y que pueden llegar a considerarse como trabas para la gestión de la cuenca.</p>

Fuente: Tabla elaborada con los datos tomados de Pérez (2005)

Marco Legal de la Gestión Integral de las Cuencas Hidrográficas

A continuación se muestran las leyes y reglamentos que sirven de marco político e institucional para la aplicación práctica de la gestión Integral de los recursos hídricos en las cuencas hidrográficas.

La Constitución de la República Bolivariana de Venezuela (1999) establece la soberanía que ejerce el país sobre sus espacios geográficos acuáticos (lacustre y fluvial, mar territorial, aguas marinas interiores) y de los recursos que en ellos se encuentren. Posee disposiciones fundamentales que resaltan la importancia del agua desde su perspectiva ambiental. De hecho, en el artículo 304 se considera:

“Todas las aguas son bienes de dominio público de la Nación, insustituibles para la vida y el desarrollo. La ley establecerá las disposiciones necesarias a fin de garantizar su protección, aprovechamiento y recuperación, respetando las fases del ciclo hidrológico y los criterios de ordenación del territorio”.

También la Ley Orgánica del Ambiente (2006), ley marco en el área de los recursos hídricos, parte de una concepción holística del ambiente y establece una tutela integral que abarca todos sus componentes. Específicamente en el Artículo 12, lo siguiente:

“El Estado, conjuntamente con la sociedad, deberá orientar sus acciones para lograr una adecuada calidad ambiental que permita alcanzar condiciones que aseguren el desarrollo y el máximo bienestar de los seres humanos, así como el mejoramiento de los ecosistemas, promoviendo la conservación de los recursos naturales, los procesos ecológicos y demás elementos del ambiente, en los términos establecidos en esta Ley.”

Luego esta ley, en el capítulo II, sobre Disposiciones especiales en su artículo 49, hace mención al aprovechamiento de los recursos de las cuencas hidrográficas en los términos siguientes:

“El aprovechamiento de los recursos naturales y de la diversidad biológica en las diferentes cuencas hidrográficas, ecosistemas, áreas naturales protegidas, áreas privadas para la conservación y demás áreas especiales, estará sujeto a la formulación e implementación de los respectivos planes de manejo. En los correspondientes instrumentos de control se fijarán las condiciones y limitaciones a las que queda sometida la actividad”.

Asimismo, la protección del ambiente, la conservación y el racional aprovechamiento de las aguas y demás recursos naturales, también se encuentra regulada por la Ley Orgánica para la Ordenación del Territorio (1983). De acuerdo a lo establecido en el título I disposiciones especiales en el artículo 1:

“Artículo 2.- A los efectos de esta Ley, se entiende por ordenación del territorio de regulación y promoción de la localización de los asentamientos humanos, de las actividades económicas y sociales de la población, así como el desarrollo físico espacial, con el fin de lograr una armonía entre el mayor bienestar de la población, la optimización de la explotación y uso de los recursos naturales y la protección y valorización del medio ambiente, como objetivos fundamentales el desarrollo integral”

En cuanto al sector agua potable, la Ley Orgánica para la Prestación del Servicio de Agua Potable y Saneamiento (2001), atribuye la competencia para el control y la prestación de estos servicios a los Municipios y Distritos Metropolitanos, los cuales pueden ejercerla directamente o a través de terceros, según como lo establece en el artículo 11 en el ítem a, del Título II de las Competencias, específicamente las Competencias de los municipios y distritos metropolitanos:

“Corresponde a los municipios y distritos metropolitanos, la prestación y el control de los servicios de agua potable y de saneamiento. En particular, deberán:

Prestar directamente o a través de terceros, de manera eficiente los servicios de agua potable y de saneamiento, de acuerdo con las políticas, estrategias y normas fijadas por el Poder Ejecutivo Nacional”

Por otra parte, en el año 2007 se promulgó la Ley de Aguas, que tiene por objeto establecer las disposiciones que rigen la gestión integral de las aguas en el país. El artículo 1 del Título I de Disposiciones Especiales indica que:

“Esta ley tiene por objeto establecer las disposiciones que rigen la gestión integral de las aguas, como elemento indispensable para la vida, el bienestar humano y el desarrollo sustentable del país, y es de carácter estratégico e interés de estado”

Finalmente, la conservación de las aguas es objeto de tutela penal, a través de la Ley Penal del Ambiente (1992), la cual establece sanciones para aquellas acciones o actividades que deterioren, envenenen, contaminen y, en general, causen daños a las aguas, al medio lacustre, marino y costero; en sus artículos 28, 29 y 30, establecen las siguientes sanciones:

“Artículo 28 Vertido ilícito. El que vierta o arroje materiales no biodegradables, sustancias, agentes biológicos o bioquímicos, efluentes o aguas residuales no tratadas según las disposiciones técnicas dictadas por el Ejecutivo Nacional, objetos o desechos de cualquier naturaleza en los cuerpos de las aguas, sus riberas, cauces, cuencas, mantos acuíferos, lagos, lagunas o demás depósitos de agua, incluyendo los sistemas de abastecimiento de aguas, capaces de degradarlas, envenenarlas o contaminarlas, será sancionado con prisión de tres (3) meses a un (1) año y multa de trescientos (300) a mil (1.000) días de salario mínimo”

“Artículo 29 Alteración térmica. El que provoque la alteración térmica de cuerpos de agua por verter en ellos aguas utilizadas para el enfriamiento de maquinarias o plantas industriales, en contravención a las normas técnicas que rigen la materia, será sancionado con prisión de tres (3) meses a un (1) año y multa de trescientos (300) a mil (1.000) días de salario mínimo”

“Artículo 30 Cambio de flujos y sedimentación. El que cambie u obstruya el sistema de control, las escorrentías, el flujo de las aguas o el lecho natural de los ríos, o provoque la sedimentación de éste, en contravención a las normas técnicas vigentes y sin la autorización correspondiente, será sancionado con arresto de tres (3) a nueve (9) meses y multa de trescientos (300) a novecientos (900) días de salario mínimo”

En tal sentido es destacable que en Venezuela se cuenta con un estamento legal que con un alto respaldo político e institucional y una eficiente aplicación práctica podría servir de marco

Para apoyar procesos sustentables de gestión integral de recursos hídricos y de sus cuencas.

Marco Institucional de la Gestión Integral de Cuencas Hidrográficas

La gestión de los recursos hídricos se encuentra en Venezuela, bajo la responsabilidad del Ministerio del Poder Popular para el Ambiente, en función de las atribuciones conferidas por el Decreto sobre Organización y Funcionamiento de la Administración Pública Nacional. Allí se establece las responsabilidades del Ministerio del Ambiente al ejercer la Autoridad Nacional de las Aguas y encargarse de la administración y gestión en cuencas hidrográficas.

Entre las responsabilidades el Ministerio del Ambiente en materia hídrica, se encuentran las siguientes:

- Elaborar los planes regionales de aprovechamiento de los recursos hídricos y de calidad de las aguas,
- Otorgar las concesiones y asignaciones,
- Elaborar los estudios y proyectos,
- Promover la capacitación y la educación ambiental,
- Instrumentar los mecanismos que fomenten y faciliten la participación de los usuarios de las aguas,
- Desarrollar la normativa técnica en la materia y
- Fomentar el aprovechamiento racional de los recursos hídricos.

Cabe destacar que a partir de 1990, las empresas hidrológicas del país y adscritas al Gobierno Nacional, con autonomía financiera y funcional, asumieron la responsabilidad de prestar los servicios de suministro de agua potable, recolección, tratamiento y disposición de aguas servidas a todos los usuarios, además de impulsar, organizar y efectuar su reversión a los municipios.

En la mayoría de los estados del país el servicio de agua es prestado por las Empresas Hidrológicas Regionales adscritas a HIDROVEN, y una menor parte es atendida por las Empresas Hidrológicas Municipales descentralizadas, creadas hasta la fecha. A pesar de que este nuevo modelo constituyó una evolución en el sector, en el fondo conserva el carácter centralista, al recaer en HIDROVEN, adscrita al Ministerio del Ambiente, las funciones del Estado en materia de regulación, rectoría y prestación de los servicios (Ministerio del Ambiente, 2006).

Vale mencionar que desde 1999, las autoridades han venido promoviendo la incorporación de las comunidades organizadas en la gestión del recurso, a través de las mesas técnicas del agua, las cuales se reúnen periódicamente con el fin de conocer y evaluar sus problemas relacionados con los recursos hídricos y en la prestación de servicios de abastecimiento de agua potable y saneamiento.

Por su parte a nivel regional la institución Aguas de Mérida C.A., como ente rector y responsable de la modernización del sector agua potable en el estado Mérida, debe

establecer políticas que busquen asegurar la prestación de estos servicios con la mayor cobertura posible y en las mejores condiciones de calidad, teniendo en cuenta las limitaciones operativas y financieras implícitas en la complejidad de este sector y de la geografía meridena.

Una forma idónea de asegurar la sustentabilidad de un suministro adecuado y necesario de agua potable está en la participación de la comunidad en la gestión del servicio, acompañado de la oferta de una asistencia técnica accesible y permanente. Las características geográficas y de asentamiento poblacional en el estado y la gran cantidad de acueductos existentes determinan que la participación comunitaria es la manera más adecuada de asegurar un abastecimiento eficiente y correcto de agua potable en las poblaciones de la región.

Tradicionalmente en Mérida, las comunidades han tenido una activa participación en el mantenimiento de los servicios de agua potable y saneamiento aunque adolezcan de los conocimientos técnicos y de la asesoría adecuada. Aguas de Mérida C.A, cuenta con el proyecto pionero en el fomento y asesoría a la participación comunitaria en la gestión de los servicios de agua potable y alcantarillado sanitario. De esta manera se ha logrado lo siguiente:

- Fortalecer la prestación de estos servicios a través de la ejecución de proyectos comunitarios en APS.
- Lograr el intercambio de experiencias valiosas que se ejecutan en las comunidades y que sirven de aprendizaje a otras.
- Mejorar la formación y la capacitación de la Mesa Técnica de Agua.
- Lograr la cooperación y la solidaridad entre comunidades.
- Coordinar planes conjuntos que puedan ser más efectivos para mejorar de la calidad de vida de nuestras comunidades.

Al respecto se destaca que desde el año 2008 existe la Mesa Técnica de Agua de El Molino que ha dado garantía de participación organizada para buscar un mejor resultado en la gestión que realiza Aguas de Mérida. (R. Díaz, entrevista Personal, 17/10/2012), entre los logros alcanzados por esta organización se puede mencionar:

- Elaboración de proyectos para la mejora de las redes de distribución del acueducto El Molino.
- Elaboración de proyecto para la Rehabilitación de la Planta Potabilizadora El Molino.
- Mesas de trabajo periódicas en conjunto con Aguas de Mérida, C.A y La Alcaldía del Municipio Sucre para discutir problemática del Sistema de Abastecimiento de Agua Potable.

CAPITULO 3

MATERIALES Y METODO

De acuerdo a las definiciones establecidas por UPEL (2010) en relación a los diferentes tipos de metodología de investigación se puede decir que este estudio está enmarcado en la modalidad de investigación de campo, con carácter descriptivo, el cual abarca el análisis sistemático de problemas de la realidad. En función de lo anterior, esta investigación busca caracterizar el manejo de los recursos hídricos de la cuenca hidrográfica de la quebrada El Molino con el fin de proponer estrategias que sirvan de base para formular un plan de manejo de cuenca para su gestión integral-sustentable.

Instrumentos

En el desarrollo práctico del estudio se diseñaron y utilizaron dos instrumentos claves que facilitaron la obtención de buena parte de la información necesaria para el mismo. En este sentido se emplearon los siguientes instrumentos:

- **Entrevista Semi-estructurada:** se aplicó con el objeto de evaluar la percepción de los miembros de la comunidad de la cuenca de la quebrada El Molino, en relación al servicio de abastecimiento de agua potable. Se realizaron diálogos abiertos con los informantes claves relacionados con las comunidades, directores de Aguas de Mérida C.A, líderes locales, representantes del consejo comunal y habitantes. (Ver Apéndice 1).
- **Observación Directa:** mediante visitas periódicas de trabajo de campo se lograron apreciaciones directas en la zona y contacto personal con habitantes del área, con lo cual se verificó de manera directa el uso y manejo de los recursos hídricos en la cuenca de la Quebrada El Molino.

Procedimiento Metodológico

Para alcanzar los objetivos planteados se siguieron distintas etapas y pasos que se esquematizan en el siguiente flujograma:

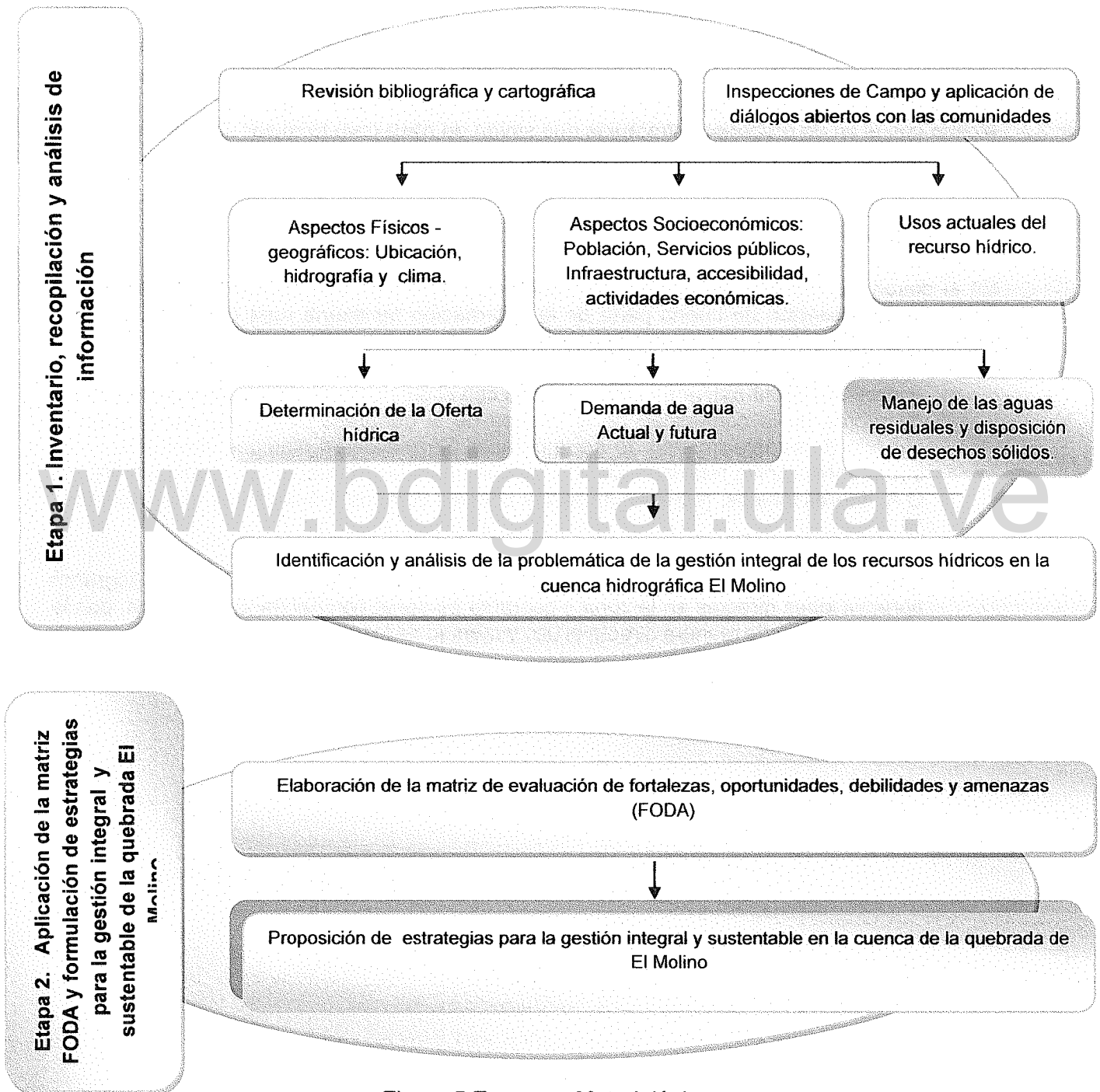


Figura 5 Esquema Metodológico

Cada una de las etapas indicadas contempla lo siguiente:

Etapas 1: Inventario y recopilación de información

En esta fase del trabajo se recopiló la información base para la caracterización de los aspectos físicos naturales y socioeconómicos del área de estudio. Para ello se realizó una búsqueda a nivel bibliográfico incluyendo algunas instituciones públicas como CORPOANDES, Ingeniería Municipal del municipio Sucre y Aguas de Mérida, C.A e inspecciones de campo al área de estudio. Esta etapa comprendió tres sub-etapas:

- Revisión bibliográfica y cartográfica:

Se buscó caracterizar desde el punto de vista físico – geográfico la zona de estudio. La cartografía básica se digitalizó mediante el empleo de los software Arc Gis 9.3 y Arc View 3.2 y se usó como base referencial la hoja de Cartografía Nacional N° 5941 año 1977, escala 1:100.000. (Cartografía Nacional ,1977).

- Inspecciones de campo:

Mediante visitas a la zona de estudio se buscó obtener información de los aspectos socioeconómicos tales como: población, actividades económicas, infraestructuras, accesibilidad, instituciones públicas, entre otros, de las comunidades que se encuentran en la cuenca de la quebrada El Molino. Igualmente se inspeccionaron las acciones de manejo de las aguas residuales, manejo de los desechos sólidos, organizaciones locales, uso del recurso hídrico, problemas, fortalezas y debilidades de las comunidades.

En esta sub-etapa, empleando la información recabada, fue posible determinar la demanda de agua para consumo humano y de riego tal y como se muestra en las Figuras 6 y 7 de acuerdo a los criterios expuestos en la investigación de Medina.

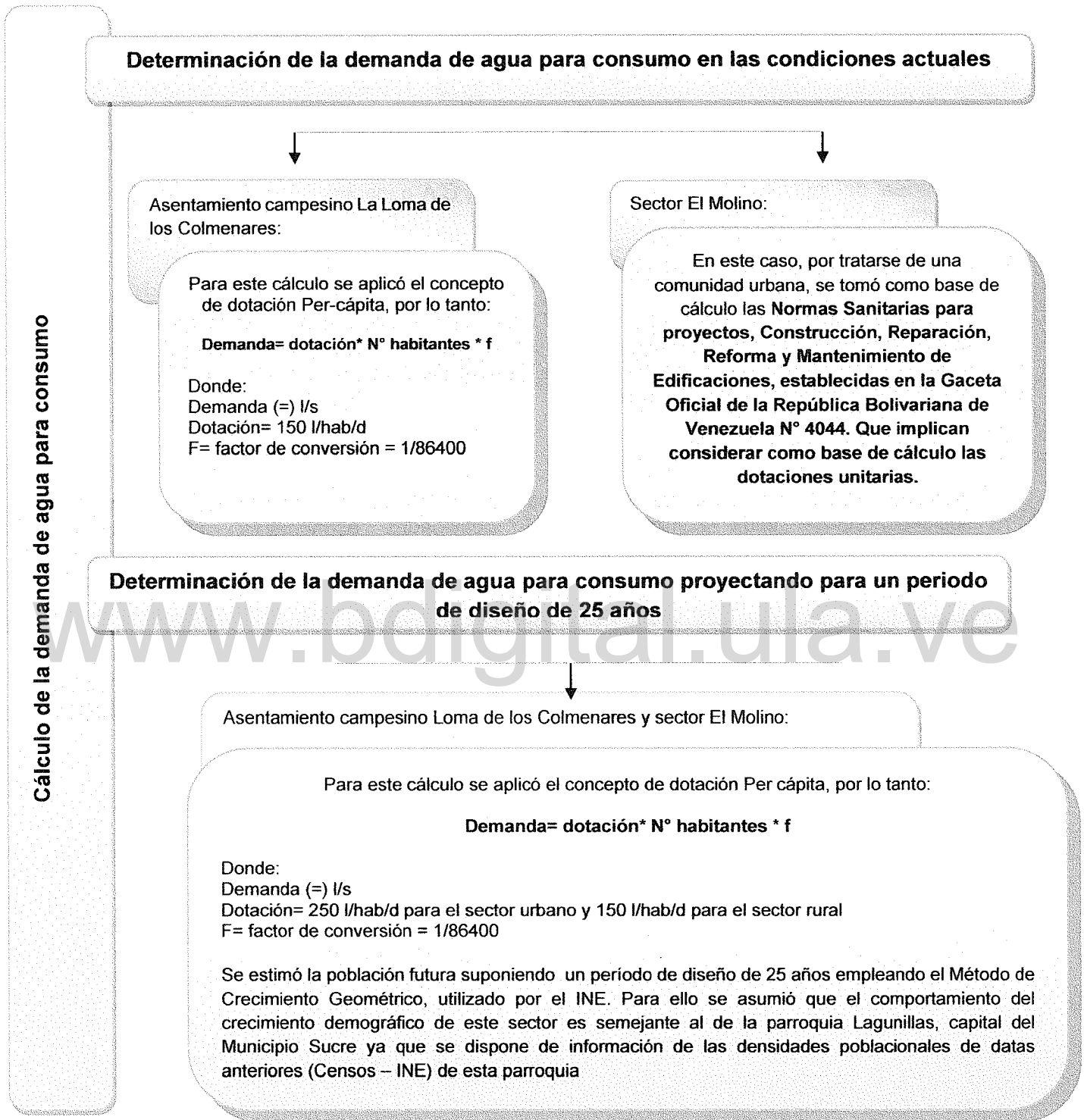


Figura 6 Criterios para el cálculo de la demanda de agua para consumo

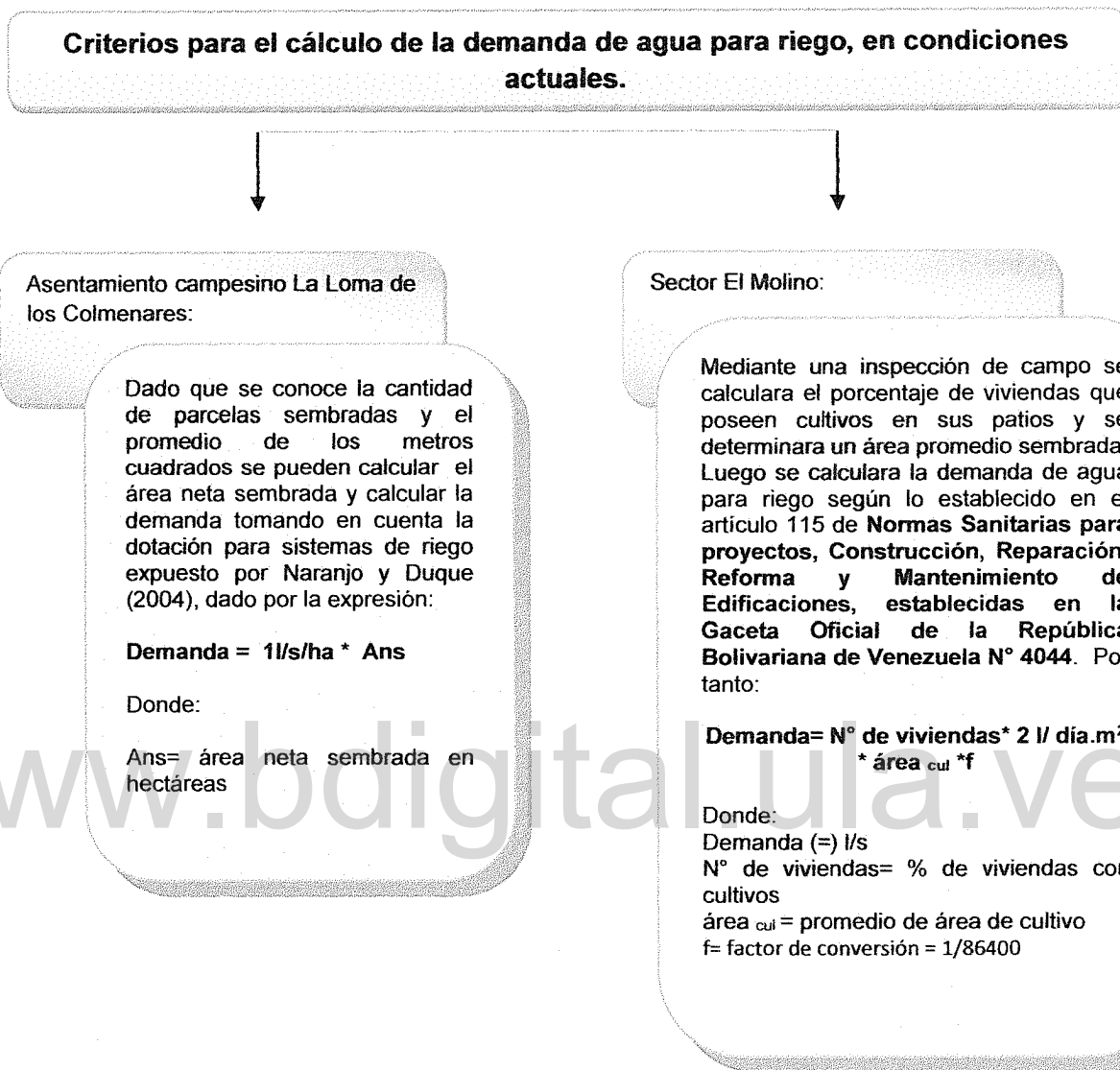


Figura 7 Criterios para el cálculo de la demanda de agua para riego

- Determinación de la oferta hídrica

Dado que no se evidencian registros continuos de mediciones de caudal en la zona de estudio, pero se dispone de una serie de aforos realizados por la Unidad de Proyectos de Aguas de Mérida, C.A., se determinará la oferta hídrica de la quebrada El Molino, utilizando el Modelo Ajustehu, propuesto por Duque.

Etapa 2: .Aplicación de la matriz FODA y formulación de estrategias para la gestión integral y sustentable de la quebrada El Molino

Con la información recopilada en la etapa anterior se evaluaron las fortalezas, oportunidades, debilidades y amenazas del sistema que conforma la cuenca de la quebrada El Molino, mediante una matriz FODA.

A continuación tomando como base esta matriz se propusieron las estrategias para el manejo integrado del recurso hídrico en la cuenca de la quebrada El Molino.

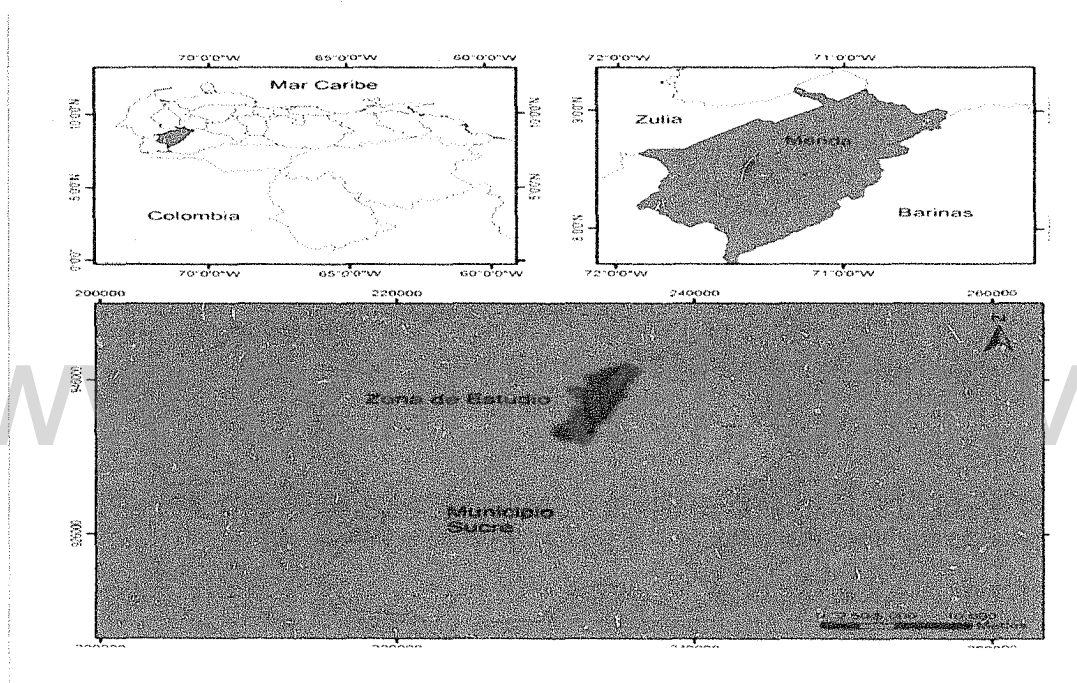
www.bdigital.ula.ve

CARACTERÍSTICAS DEL ÁREA DE ESTUDIO

Esta sección está conformada por una serie de aspectos orientados a identificar y analizar las características físicas y socioeconómicas más importantes del área de estudio.

Localización

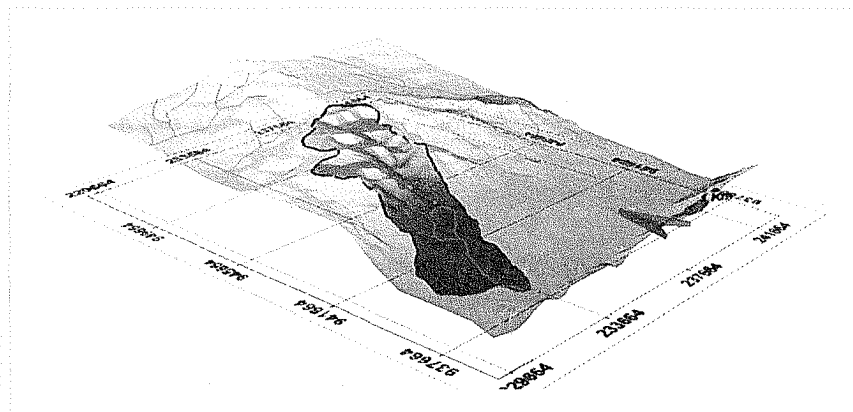
El área de estudio se localiza en el occidente del país, en Los Andes venezolanos, y forma parte político administrativamente del municipio Sucre del estado Mérida. Limita al norte con el Páramo El Tambor, al sur con el río Chama, al este con el páramo San Bailón y por el oeste con el Cerro La Enfadosa. Esto se muestra en la Figura 8



Fuente: COORPORANDES (2002).

Figura 8 Situación relativa nacional y regional de la Cuenca Hidrográfica de la quebrada El Molino

La cuenca hidrográfica de la quebrada El Molino (Figura 9), tiene un área de 28.19 km², presentando una altura máxima de 2400 msnm y una altura mínima de 1540 msnm, originando un desnivel de 860 m. Se caracteriza por presentar grandes pendientes, en algunos sectores por encima de los 60°. La cuenca se ubica entre las siguientes coordenadas geográficas (Datum: La Canoa): Norte 8°34'24.68" Sur 8°28'35.75" Este 8°32'40.92" y Oeste 8°32'09.07".



Fuente: Elaboración propia

Figura 9 Cuenca Hidrográfica de la quebrada El Molino

Hidrografía

La cuenca hidrográfica de la quebrada El Molino es afluente, por la margen derecha, del río Chama. El cauce principal tiene una longitud aproximada de 12.320 metros. Esta quebrada a lo largo de su cauce cuenta con varios tributarios de los cuales el de mayor longitud es la quebrada El Joque, ubicada en su margen izquierda.

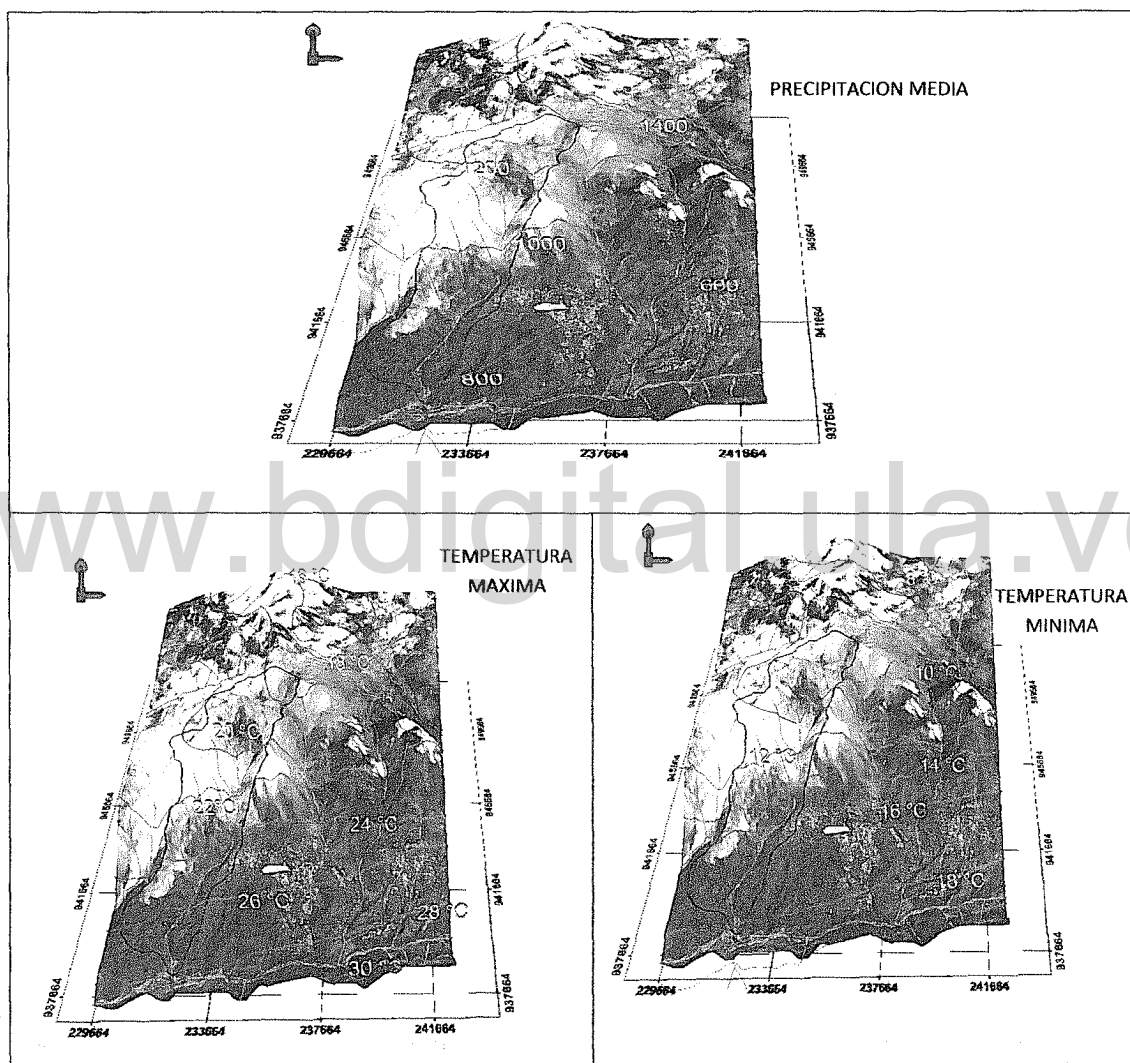
Clima

El clima de la zona de estudio va desde el clima semiárido en la parte baja de la cuenca hasta los climas de páramo presente en sus partes altas (ver Figura 10).



Figura 10 Vista panorámica de la parte alta de la cuenca hidrográfica de la quebrada El Molino. En esta imagen puede observarse el paisaje de montaña y algunas de las viviendas del asentamiento campesino La Loma de Los Colmenares

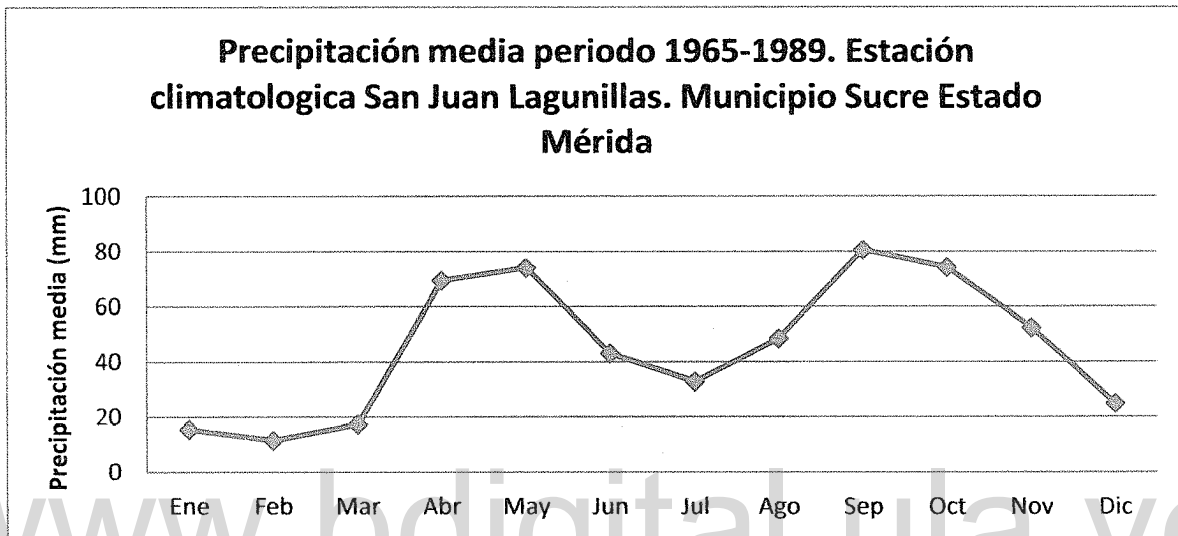
El mapa de isoyetas definido por Corpoandes, en el plan de ordenamiento territorial del estado Mérida, señala que en la parte alta de la cuenca hidrográfica de la quebrada El Molino, se presenta una precipitación media anual de 1400 mm; en la parte media de 1000 mm y en la parte baja se señala un promedio de 800 mm. En relación a las temperaturas, el mapa de isotermas, refleja una temperatura mínima de 10°C en la parte alta de la cuenca, 14°C en la parte media y 16°C en la parte baja. Con una temperatura máxima de 20°C en la parte alta, 24°C en la media y 26°C en la parte baja. (Ver Figura 11)



Fuente: Elaboración Propia

Figura 11 Precipitación media, temperatura máxima y mínima de la Cuenca Hidrológica de la Quebrada El Molino

De acuerdo al reporte de precipitación media durante el período 1965-1989 del MARN de la estación climatológica San Juan Lagunillas, serial 3170, puede deducirse que en la zona se distingue un régimen bimodal de precipitación con un pico entre abril-mayo y otro entre septiembre-octubre, siendo el mes de febrero el mes más seco y septiembre el mes más lluvioso, como se observa en la Figura 12. Asimismo, se observa un comportamiento climatológico parecido al resto del país donde el primer y tercer trimestre del año se considera seco y el segundo y cuarto trimestre del año períodos lluviosos.



Fuente: Grafico elaborado a partir de los registros Unidad de proyectos Aguas de Mérida, C.A (2011)

Figura 12 Reporte de la Precipitación Media periodo 1965 -1989, serial 3170. Estación climatológica San Juan Lagunillas, Municipio Sucre, estado Mérida

Aspectos Socio - económicos.

Para una mayor comprensión del estudio de los aspectos sociales de las comunidades que interesan en esta investigación se dividirá el área en dos zonas de acuerdo a sus características socioeconómicas, que se muestra gráficamente en la Figura 13:

1. Área rural: Asentamiento campesino Loma de los Colmenares, población asentada en la parte alta de la cuenca de la quebrada El Molino.
2. Área Urbana: Sector El Molino, conformado por las comunidades de Quinanoque, La Orilla, El Tejar, Pie del Tiro y Residencia El Molino. Estas comunidades se encuentran asentadas en la parte media de la cuenca de la quebrada El Molino.

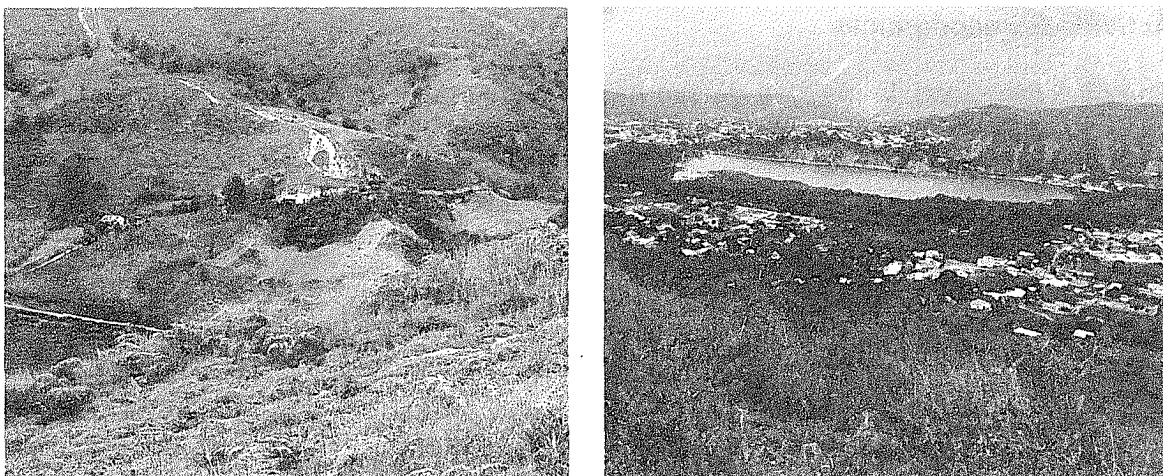


Figura 13 Vista panorámica de las comunidades que se encuentran localizadas en la cuenca hidrográfica de la quebrada El Molino. A la derecha la zona urbana y a la izquierda el asentamiento rural Loma de los Colmenares (zona rural)

Para cada uno de los sectores se presenta un análisis detallado a continuación:

1. Asentamiento Campesino Loma de los Colmenares.

Población

El asentamiento campesino Loma de Los Colmenares, de acuerdo a la ficha resumen del consejo comunal Los Colmenares 799 R.L, está conformada por 21 viviendas con un total 75 habitantes, los cuales en su mayoría son oriundos del sector. El 60% de la población se encuentra en el rango de edades de 18-59 años. (Ver Tabla 3)

Tabla 3 Población de la comunidad Loma de Los Colmenares por rangos de edad, ubicada en la parte alta de la cuenca de la quebrada El Molino

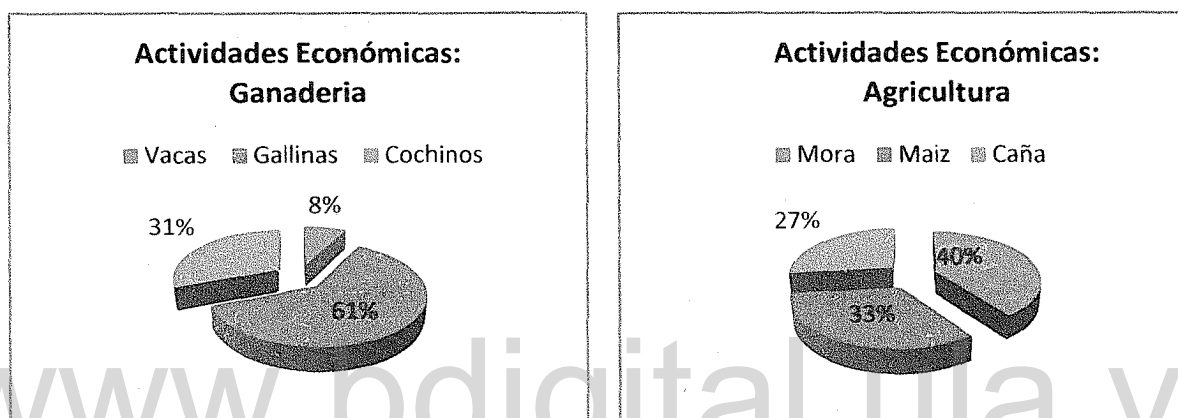
0-11 años		12-17 años		18 - 59 años		Mayores de 60 años	
N° de hab.	%	N° de hab.	%	N° de hab.	%	N° de hab.	%
12	16,00	08	10,67	45	60,00	10	13,33

Fuente: Tabla elaborada con los datos del Consejo Comunal Los Colmenares 799 R.L (2011)

Actividades económicas

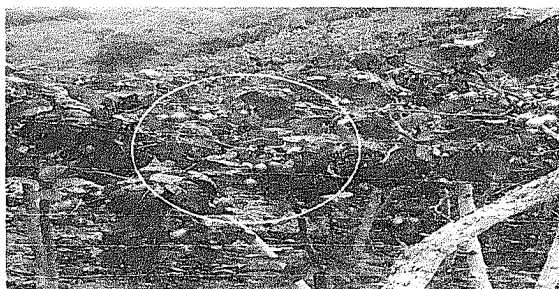
En esta comunidad, la mayoría de sus habitantes son agricultores que utilizan los recursos naturales de la cuenca para llevar a cabo actividades relacionadas con ganadería vacuna de baja intensidad y la cría de aves de corral. En sus labores diarias emplean la mano de obra familiar y, de ser necesario, personal contratado del mismo sector.

En cuanto a los cultivos en la zona se realizan siembras de mora, maíz, caña y tomate de árbol. El 40 % de las familias tienen cultivos de mora en los terrenos adyacentes a sus viviendas. En relación a la cría de animales se distinguen gallinas, patos, cochinos, caballos y vacas; predominando la cría de gallinas con un 61%. (Figuras 14, 15 y 16).



Fuente: Elaboración Propia

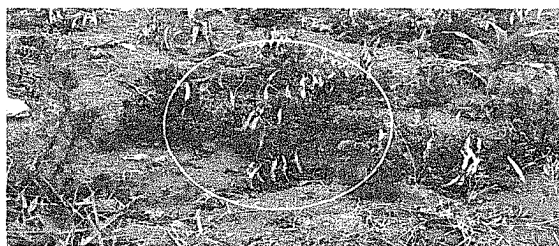
Figura 14 Actividades productivas, en el sector Loma de los Colmenares.



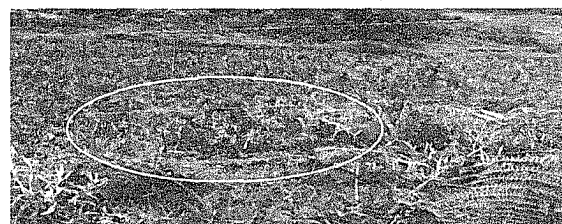
Tomate de árbol



Cambur



Leguminosas



Maiz

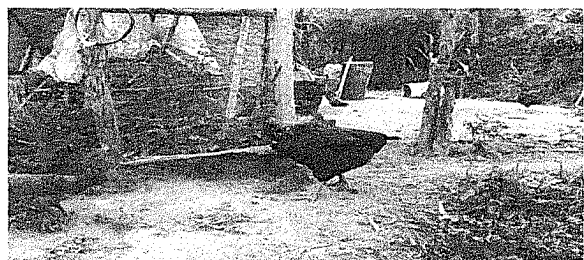
Figura 15. Vista de cultivos predominantes, en viviendas familiares ubicada en la Loma de los Colmenares.



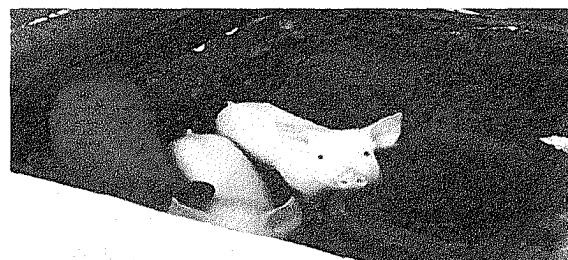
Ganado Vacuno



Ganado equino



Aves de corral



Ganado Porcino

Figura 16. Vista de criaderos de animales, en vivienda familiar ubicada en la Loma de los Colmenares

Sistema de abastecimiento de agua potable

Esta población posee un sistema de abastecimiento de agua del tipo rural, en donde el agua es canalizada desde la naciente de la quebrada El Molino hasta un estanque de almacenamiento y distribución de 60 m³. Las redes de distribución de este sistema está conformado por mangueras de Polietileno de Alta Densidad (PEAD) de cuatro pulgadas, y las tomas domiciliarias por mangueras de 1/2 pulgada. En la Figura 17 se puede observar el estanque de almacenamiento.

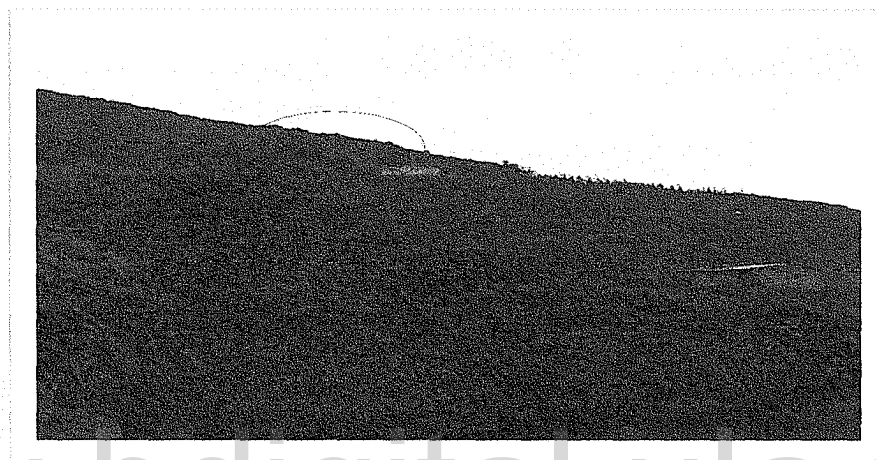


Figura 17 Estanque de almacenamiento de agua que surte a la Comunidad de la Loma de los Colmenares

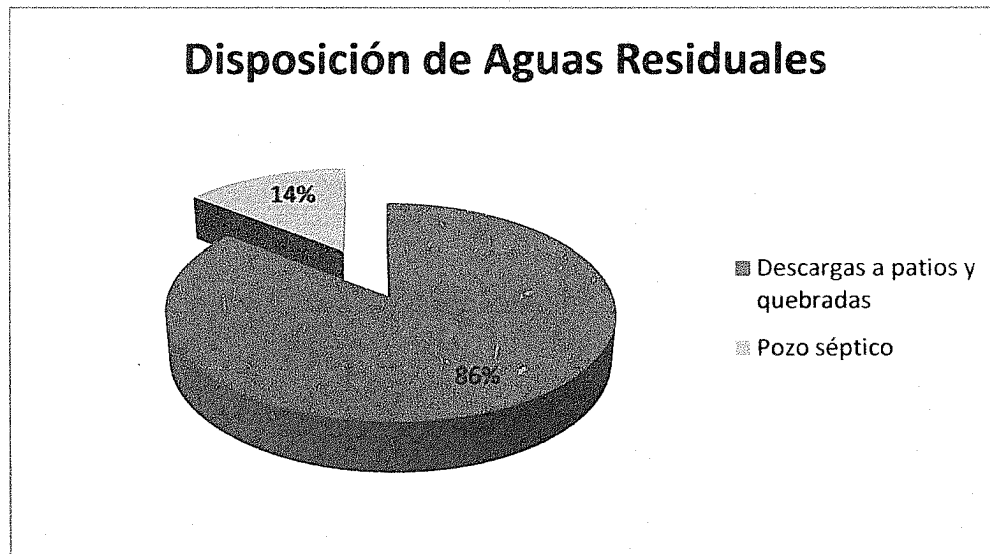
Sistemas de riego

El sistema de riego es independiente al sistema que abastece agua para consumo, consta de un tanque de almacenamiento y distribución de 60 m³ con una salida de 2 pulgadas y las redes están conformadas por mangueras de riego de 1/2 pulgada, este sistema abastece 85 parcelas de aproximadamente 200 m² de área neta productiva cada una.

Sistema de drenaje de aguas residuales

En relación al sistema de drenaje de las aguas residuales domésticas se encontró que estas son descargadas por medio de mangueras de PEAD directamente a los patios traseros de las viviendas, las cuales por filtración y escorrentía pueden alcanzar el cauce de la quebrada El Molino.

De las viviendas visitadas solo tres cuentan con pozos sépticos para la disposición de sus aguas servidas, representando un 14% según se muestra en la Figura 18, de acuerdo a la inspección realizada en la comunidad.



Fuente: Elaboración propia

Figura 18 Disposición de aguas residuales por número de viviendas. Comunidad Loma de Los Colmenares Municipio Sucre Estado Mérida.

Recolección de desechos sólidos

Todos los habitantes disponen los residuos sólidos en zonas aledañas a las viviendas a cielo abierto. Tan solo tres de las viviendas disponen estos residuos enterrándolos en sus patios. En la Figura 19 puede visualizar esta situación.

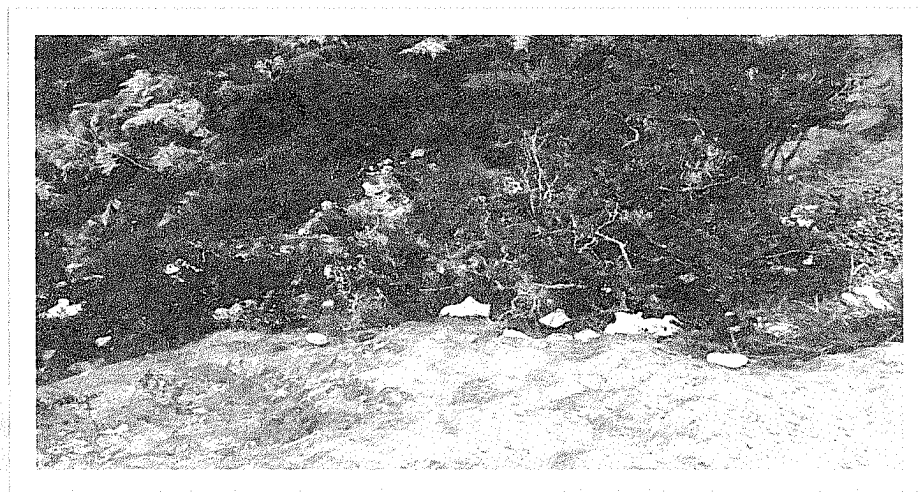


Figura 19 Desechos sólidos, vertidos en la parte trasera del patio de una de las viviendas de la comunidad Loma de los Colmenares

Vías de acceso

En cuanto a las vías de acceso en el área existe una carretera de tierra la cual ha sido pavimentada en algunos tramos, esto, según información aportada por los miembros de la comunidad ha sido ejecutado por etapas y falta culminar el asfaltado en toda la extensión de la vía. Cabe destacar que las precarias condiciones en las que se encuentra la hacen intransitable con todo tipo de vehículo. Situación que se ilustra en la Figura 20.



Figura 20 Vía de acceso a la comunidad La Loma de los Colmenares. En las imágenes pueden observarse los procesos de erosión y deforestación en esta carretera. La imagen de la derecha muestra un acercamiento de los procesos mencionados.

Otras infraestructuras de servicio

La zona carece de Centros de salud, siendo este uno de los principales problemas sociales en el área, para obtener este servicio los habitantes deben trasladarse hasta el consultorio popular de Barrio Adentro ubicado en la comunidad La Orilla del sector El Molino o hasta el hospital tipo 1 ubicado en Lagunillas. En general los servicios especializados se obtienen en la ciudad de Mérida.

Con respecto a las unidades educativas, puede decirse que esta comunidad cuenta con un centro educativo donde se imparte educación primaria, de acuerdo al sistema convencional y educación media, a través de la Misión Rivas.

Deforestación

En la zona se aprecia deforestación y el uso de agroquímicos de manera semi – intensiva y no controlada, situación que ha afectado severamente la capa vegetal de las superficies. En la Figura 21 puede evidenciarse por la gran cantidad de suelos desnudos que se observan en la zona.

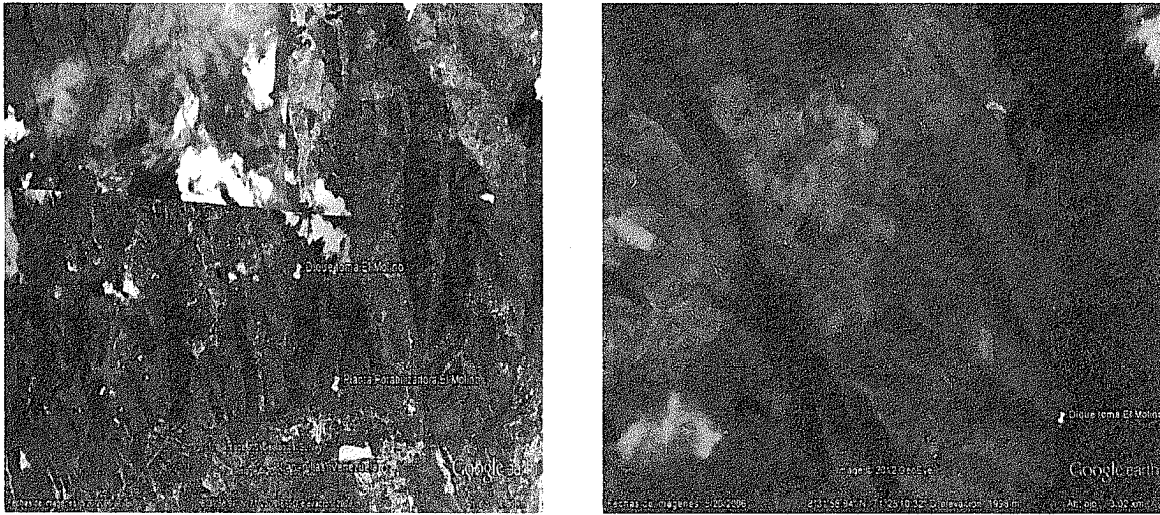


Figura 21 Vista satelital de la Cuenca hidrográfica El Molino, donde se pueden apreciar los procesos de deforestación del área.

2. Sector el Molino.

Población

El sector El Molino, de la parroquia Lagunillas del municipio Sucre está conformado por cinco comunidades, con un total de 3545 personas, según el catastro de Aguas de Mérida, C.A. (ver Tabla 4).

De acuerdo a las inspecciones de campo realizadas se observa un gran universo en relación a las clases sociales, desde familias en condiciones precarias hasta familias con mejores ingresos y con una mejor calidad de vida lo que les garantiza un mejor acceso a servicios públicos y privados (Figura 22)

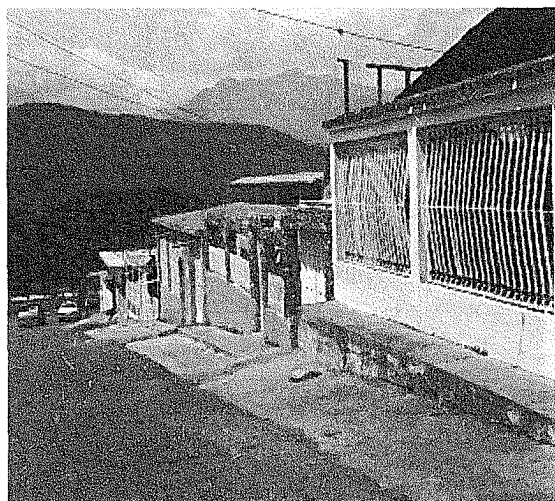


Figura 22 Vista de algunas de las viviendas que conforman el sector El Molino

Tabla 4 Variables operativas del Acueducto El Molino

	Comunidades que conforman el Sector El Molino				
	Quinanoque	La Orilla	El Tejar	Pie del Tiro	Resd. El Molino
Población Abastecida (hab)	285	1285	1275	310	390
Horas de suministro de agua potable (hr)	7	7	7	8	8

Fuente: Tabla elaborada con los datos suministrados por Aguas de Mérida, C.A – Subgerencia Sucre

Actividades económicas

En cuanto a las actividades económicas, según información aportada por los miembros de los consejos comunales, la mayoría de la población activa realiza actividades laborales fuera del sector y el resto se dedica a actividades como agricultura, comercio, guarderías, tareas dirigidas, entre otras. La mayoría de la población joven se encuentra cursando estudios y en un bajo porcentaje ya son parte de la población activa de la zona.

Abastecimiento de agua potable

Las comunidades del sector El Molino reciben el servicio de agua potable del acueducto El Molino, conformado por un dique toma y una planta potabilizadora, el cual es administrado por la empresa Aguas de Mérida, C.A.

Situación Actual del Acueducto “El Molino”

1.- Fuente de Abastecimiento, captación y Aducción

La quebrada El Molino, hace aproximadamente 60 años era utilizada para cubrir los gastos por concepto de agua para los sistemas de abastecimiento de agua potable y sistemas de riego de la población de Lagunillas. Para el año 1993, según AGUAMERCA (2008), la infraestructura original, que correspondía a un sistema de riego, fue rehabilitada para uso exclusivo del sistema de captación del acueducto El Molino.

La aducción del dique toma consta de una tubería para riego de aluminio de 6 pulgadas la cual va a un desarenador y posteriormente a una tanquilla rompe carga de la cual, luego, es conducida a la entrada de la planta potabilizadora. (Figura 23)

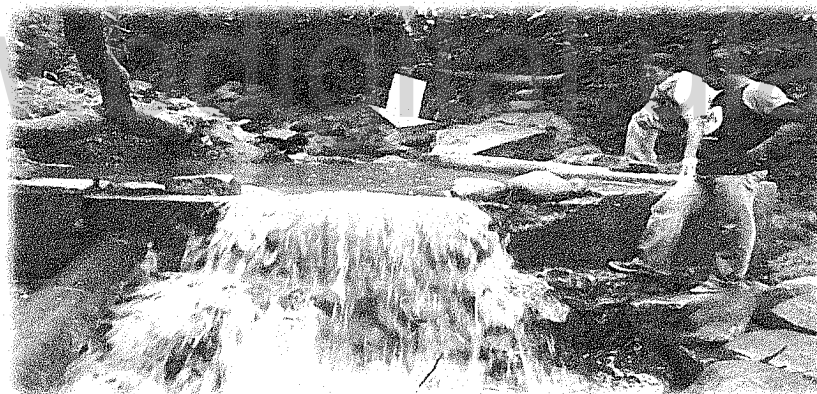


Figura 23 Dique toma Planta Potabilizadora El Molino

2.- Planta Potabilizadora “El Molino”

Las instalaciones de la planta potabilizadora El Molino, se localizan en el sector La Orilla al noroeste de la Laguna de Urao. Desde el año 2001 se encuentra fuera de servicio, aunque en la actualidad el caudal que entra a la planta circula por el floculador y el sedimentador en donde se realiza la desinfección mediante una solución de hipoclorito. La operación es continua y solo se interrumpe para realizar las limpiezas periódicas de las áreas

de producción o cuando se requieren trabajos de mantenimiento a nivel del dique toma. (Figura 24)

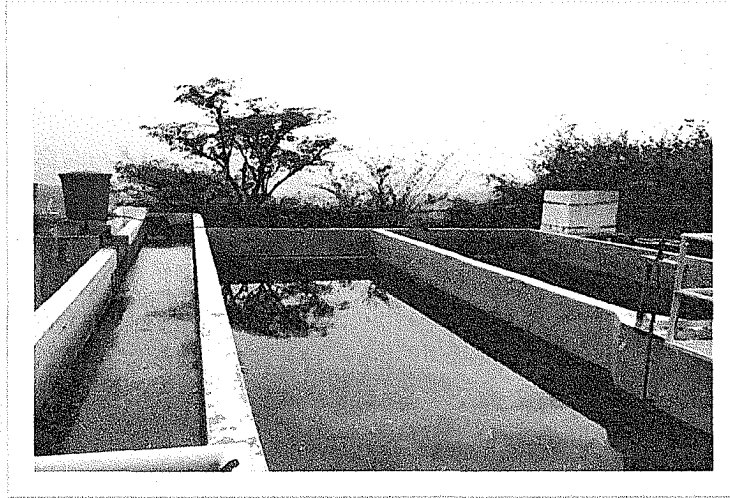


Figura 24 Vista de las instalaciones de la Planta Potabilizadora El Molino

Las condiciones de las diversas estructuras de concreto que componen la planta en general se encuentran en condiciones medianamente satisfactorias. A nivel de los muros longitudinales del floculador y sedimentador se observan grietas verticales. Mientras que, las piezas metálicas en las estructuras hidráulicas, tales como: canaleta Parshall, vertedero de salida de sedimentador y las canaletas colectoras del agua de lavado en los filtros, muestran un activo proceso de corrosión.

En relación al suministro de energía eléctrica requerido por la planta, este se deriva de un banco de transformadores, alimentados desde la red del servicio público local de CORPOELECT. Las instalaciones internas incluyen un tablero de mando y control, el cual se encuentra parcialmente desmantelado. Cuenta con iluminación interna en el edificio, pero carece de iluminación externa.

A nivel de los componentes electromecánicos, la planta cuenta con dos compresores instalados con la planta eléctrica los cuales se encuentran fuera de servicio.

3.- Aspectos operativos y comerciales

Con el fin de satisfacer las necesidades de agua potable, el acueducto tiene establecido un plan de racionamiento como se muestra en la Tabla 5. Independientemente del nivel socioeconómico, todas las comunidades abastecidas por este sistema cancelan un mismo monto mensual por el servicio, es decir se tiene estipulada una tarifa única donde se estima un consumo promedio de 20 m³ mensuales por suscriptor (vivienda), ya que no se cuenta con un sistema de micromedición que permita cuantificar el consumo mensual real de cada vivienda. El costo de esta tarifa se realiza con base a un precio medio referencial según lo

establecido en la gaceta oficial de la República de Venezuela n° 39.353 del año 2010 esto debido a que la empresa Aguas de Mérida, C.A, no cuenta con una estructura de costos que permita determinar el valor justo de la tarifa.

Tabla 5 Variables comerciales del Acueducto El Molino

		Variable comercial	
		Tarifa (Bs por 20 m3/suscriptor)	% de Cuentas por cobrar
Año	2008	4,09	17
	2009	5,46	13
	2010	7,10	11
	2011	9,23	7

Fuente: Tabla elaborada con los datos de la Unidad de Gestión Comercial de Aguas de Mérida, C.A, 2011

Sistemas de riego

En este sector se observó una gran cantidad de viviendas que poseen en sus patios huertos, principalmente de caña y cambures (ver Figura 25), estos cultivos son regados mediante mangueras de jardín con el agua potable del acueducto El Molino.

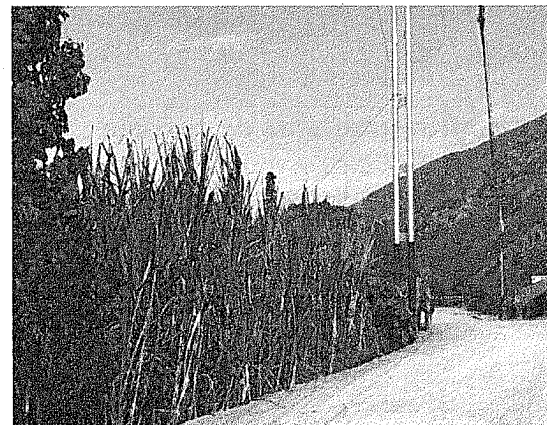


Figura 25 Vista de cultivos de cambur y caña de azúcar, en las viviendas ubicadas en el sector El Molino

Sistema de drenaje de aguas residuales

Las viviendas que conforman este sector se encuentran conectadas al sistema de alcantarillado de la parroquia Lagunillas.

Recolección de desechos sólidos

La alcaldía del Municipio Sucre de manera programada realiza la recolección de los desechos sólidos de estas comunidades al unisonó realiza la limpieza de las calles y áreas públicas.

Vías de acceso

La mayoría de las vías de acceso se encuentran asfaltadas aunque algunas requieren ser reparadas, tal como se aprecia en la figura 26.



Figura 26 Vista de las calles principales del sector El Molino. A la izquierda sector La Orilla, en el centro y a la derecha Comunidad Quinanoque, en esta se observa lo deteriorado de la vía.

Otras infraestructuras de servicio

- **Centros de salud:** Las comunidades cuentan con un consultorio popular de Barrio adentro ubicado en el sector la Orilla.
- **Unidades Educativas:** En el sector la orilla se encuentra ubicado un centro educativo de educación primaria, los jóvenes al pasar a otros niveles pueden continuar en centros educativos ubicados en la parroquia de Lagunillas.

CAPITULO 4

RESULTADOS

En este capítulo se muestran y discuten los resultados obtenidos en esta investigación.

Manejo del recurso agua, en la cuenca de la quebrada El Molino

A lo largo de la quebrada El Molino, en la zona estudiada se observan dos usos principales de los recursos hídricos: agua para el consumo humano y agua para riego.

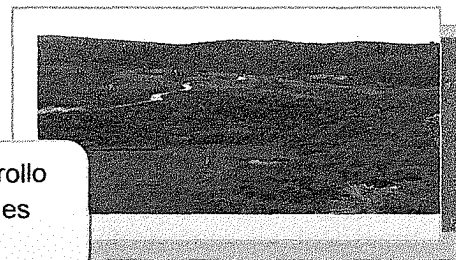
En la parte alta de la cuenca la comunidad de la Loma de los Colmenares, cuenta con dos sistemas de almacenamiento y distribución, uno para abastecer de agua a las viviendas para el consumo humano y otro que se distribuye a lo largo de la comunidad para regar los cultivos, es importante destacar que el agua no recibe ningún tratamiento químico para el consumo humano.

A nivel de la comunidad El Molino, se cuenta con un sistema de abastecimiento de agua potable constituido por un dique toma, una planta potabilizadora y un tanque de almacenamiento y distribución. Cabe señalar que la planta se encuentra fuera de servicio y el agua abastecida solo es desinfectada con hipoclorito de calcio; en estas comunidades la mayoría de las viviendas poseen huertos caseros con un promedio de 10 m² los cuales son regados con agua del acueducto, aunado a ello se observan fugas de agua a nivel del sistema de abastecimiento y en las redes de distribución.

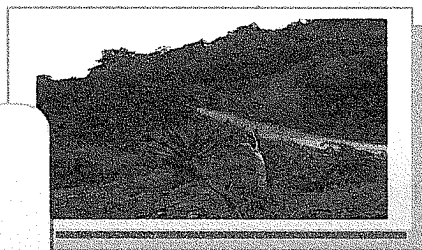
Una vez evaluadas las características físicas naturales de la cuenca y socioeconómicas de las comunidades que habitan en el área de estudio tal cual como se muestran en el capítulo IV, se pueden generalizar los principales problemas que inciden en el sistema de suministro de agua potable y a la gestión del recurso hídrico, en la cuenca de la quebrada El Molino, los cuales se resumen a continuación:

A nivel de la Comunidad Loma de los Colmenares (parte alta de la cuenca)

Expansión de la frontera agrícola: producto del desarrollo económico de esta población en cuanto a las actividades agropecuarias.



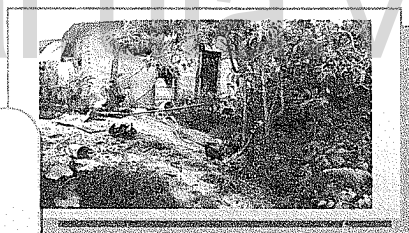
Crecimiento social y económico sin la debida planificación y apoyo técnico: Se observa el desarrollo poco planificado de la población: carreteras, viviendas, centros educacionales, entre otros.



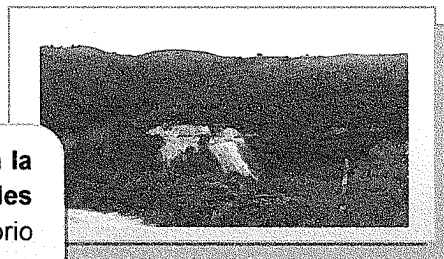
Suministro de agua sin desinfección para el consumo humano: el agua es captada, almacenada y distribuida sin recibir ningún tratamiento químico.



Descarga de desechos sólidos y aguas residuales directamente al ambiente: las aguas servidas y desechos sólidos son descartados al ambiente cerca de las viviendas, muy pocas cuentan con pozos sépticos.



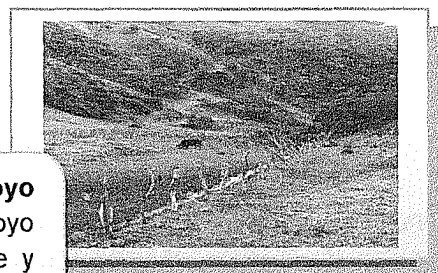
Los procesos de deforestación y erosión presentes en la zona por causas naturales y por las actividades antropogénicas: producto de la expansión agrícola es notorio la cantidad de suelos desnudos en la zona.



El uso sin control de agroquímicos y pesticidas en los cultivos: los agricultores usan estos productos sin el debido control.



El aumento de las actividades agropecuarias sin apoyo técnico: los pobladores no cuentan con el debido apoyo técnico para el uso de las tierras de manera sostenible y sustentable.

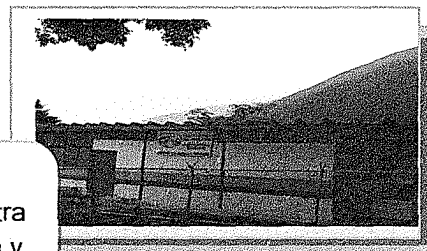


A nivel del sector el Molino (parte media de la cuenca):

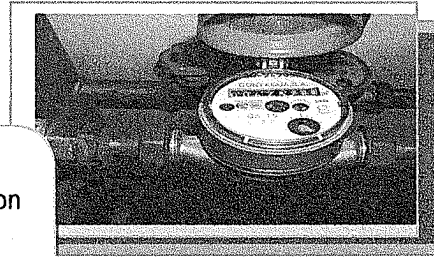
Tomas ilegales de agua para el riego de los huertos caseros: en muchas viviendas se observan huertos caseros de un tamaño significativo que son regados con agua potable



Suministro de agua de baja calidad para el consumo humano: la planta potabilizadora del acueducto se encuentra fuera de servicio, simula un canal por donde circula el agua y es desinfectada



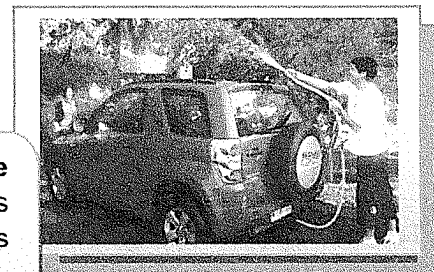
Sistema tarifario único en base a un consumo de 20 m³ mensuales por suscriptor: en el sector no se cuenta con un sistema de micromedición que permita cuantificar los gastos e implementar un sistema tarifario justo, el servicio se cancela con base en un precio medio referencial.



Pérdidas de agua en el sistema de potabilización y en las redes de distribución: en las redes y en los tanques de almacenamiento y distribución se observan botes de agua.



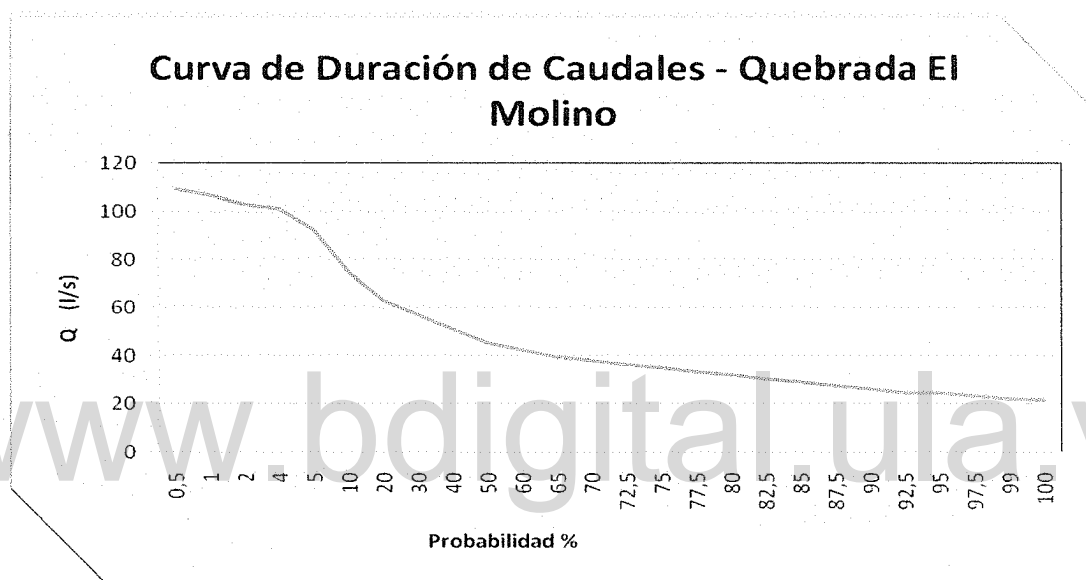
Manejo inapropiado de los recursos hídricos por parte de la comunidad: esto es notorio en las comunidades, las personas lavan vehículos, riegan los huertos y lavan las calles con agua potable.



Estimación de la Oferta Hídrica

1.- Curva de Duración de Caudales

En la Figura 27 se puede observar la curva de duración de caudales obtenida, mediante el software Ajustehu, empleando los registros de mediciones de Caudales de la quebrada El Molino realizados por la Unidad de Proyectos de Aguas de Mérida, C.A. Según se muestran en los apéndices 3 y 4.



Fuente: Curva de duración de caudales obtenida, mediante el software Ajuste

Figura 27 Curva de Duración de Caudales de la Quebrada El Molino

En la curva se pueden observar tres cambios de pendientes; en el tramo inicial se encuentra la pendiente más pronunciada, comportamiento típico en las cuencas de montaña. Estos cambios de inclinación indican que en el 4% del tiempo el caudal de la quebrada será mayor de 100 l/s, en el 65 % estará por encima de los 40 l/s y en el 97.5% del tiempo la quebrada mantendrá un caudal mayor a 25 l/s.

Por otro lado, de esta curva podemos obtener una aproximación inicial de los valores del caudal mediano, caudal ecológico y el caudal disponible para el abastecimiento de agua potable, asumiendo que los caudales siguen una distribución normal, determinando a su vez un valor aproximado del caudal mínimo aprovechable de la quebrada El Molino (oferta hídrica), por lo tanto:

- **Caudal mediano: 45 l/s, (Q_{50})**
- **Caudal ecológico: 4,5 l/s ($Q_{ecol} = 10\% * Q_{mediano} = 0,10 * 45 \text{ l/s} = 4,5 \text{ l/s}$)**

- **Caudal disponible para uso de abastecimiento de agua potable: 25 l/s** ($Q_{95\%}$)
- **Caudal mínimo disponible potencialmente: 20,5 l/s** ($Q_{\min}=Q_{95\%} - Q_{\text{ecol}}$, es decir: $Q_{\min}= 25- 4,5 \text{ l/s} = 20,5 \text{ l/s}$).

Es decir, de acuerdo a la curva duración de caudales, la oferta hídrica de la quebrada El Molino es de 20,5 l/s, sin embargo, es necesario cotejar este resultado con el análisis de las distribuciones estadísticas (Tabla 6) ya que el número de registros de mediciones de caudales disponibles de la quebrada El Molino, es muy escaso para una data de cuatro años.

2.- Análisis de distribuciones estadísticas

Los resultados obtenidos en los análisis de distribuciones estadísticas mediante el modelo Ajustehu, se muestran en la tabla N° 6, en donde se observa que la distribución log Pearson 3, es la que reporta en sus resultados un menor delta máximo y un menor error estándar, en vista de la cual se toma como la distribución que presenta el mejor ajuste.

Por consiguiente, podemos extraer los siguientes resultados:

- **Caudal mediano: 42,73 l/s**, (Q_{50})
- **Caudal ecológico: 4,3 l/s** ($Q_{\text{ecol}}= 10\%*Q_{\text{mediano}} = 0,10*42,73 \text{ l/s} = 4,27 \text{ l/s}$)
- **Caudal disponible para uso de abastecimiento de agua potable: 20,99 l/s** ($Q_{95\%}$)
- **Caudal mínimo disponible potencialmente: 16.43 l/s** ($Q_{\min}=Q_{95\%} - Q_{\text{ecol}}$, es decir: $Q_{\min}= 20,99 - 4,27 \text{ l/s} = 16,72 \text{ l/s}$).

Por lo tanto, en vista de que para series de datos muy cortas se recomienda el ajuste de una serie de datos a distribuciones estadísticas, se toma el valor obtenido por la distribución Log Pearson 3, como el valor más aceptable de la oferta hídrica de la quebrada El Molino; es decir:

Oferta hídrica de la quebrada El Molino: 16,72 l/s

Tabla 6 Resultados del ajuste de las distribuciones estadísticas a los caudales históricos de la Quebrada El Molino

Distribución estadística	Desviación estándar	Coeficiente de asimetría	Coeficiente de variación	Error Estándar	Test de Smirnov Kolmogorov (nivel de significancia del 5%)		Caudales	
					Delta máximo observado	Delta crítico para (16; 0.05)	Q95	Q50
Normal	49,80	1,97	0,83	27,14	0,23	0,33	21,94	60,00
Log Normal	0,27	1,09	0,16	23,72	0,17	0,33	16,68	47,83
Gumbel	49,80	1,97	0,83	20,55	0,18	0,33	5,02	51,82
Log Gumbel	0,27	1,09	0,16	19,21	0,11	0,33	20,73	43,05
Pearson 3	49,80	1,97	0,83	18,65	0,15	0,33	11,81	45,46
Log Pearson 3	0,27	1,09	0,16	20,83	0,10	0,33	20,99	42,73

De mantenerse las condiciones actuales en la parte alta de la cuenca de la quebrada El Molino, se podría decir que en un futuro cercano la oferta hídrica de este cuerpo de agua estaría seriamente comprometida. Por un lado se tiene la intervención que representa la evacuación de aguas residuales y desechos sólidos por parte de la población de la Loma de Los Colmenares, y por otra parte, los procesos de erosión y la deforestación causada por las actividades agropecuarias y la ejecución de vías de acceso sin el debido control técnico y una adecuada planificación. Factores que están interviniendo la capa vegetal de la cuenca generando una gran cantidad de suelos desnudos, lo que afecta directamente la disponibilidad de las fuentes de agua tanto en calidad como en cantidad.

Es importante señalar que para el año 2008 la empresa Aguas de Mérida, C.A realizó un estudio para rehabilitar las instalaciones de la planta potabilizadora en donde exponen que según estudios preliminares para el año 2000 la quebrada El Molino presentaba un caudal mediano de 161,21 l/s, un caudal aprovechable de 56,42 l/s ($Q_{95\%}$) y un caudal mínimo aprovechable de 32,24 l/s, por consiguiente es notorio el grado de intervención de este cuerpo de agua, es decir en once años la oferta hídrica de esta quebrada ha disminuido en 15,52 l/s lo que representa un 48,14%.

Estimación de la Demanda de agua para los usos de agua potable y riego

Para la estimación de esta variable se presentan dos escenarios, un primer escenario donde se calcula la demanda de agua potable en las condiciones actuales de las comunidades asentadas en la cuenca de la quebrada El Molino y un segundo escenario donde se realiza una proyección de la población en un periodo de 25 años (año 2037).

1.-Escenario N° 1. Condiciones actuales. Año 2012.

Cálculo de las demandas de agua

1.1.- Cálculo de las demandas de agua por parte del asentamiento campesino Loma de los Colmenares

1.1.1.- Demanda de Agua para consumo:

Considerando una dotación de 150 l/hab/d, para los habitantes del asentamiento campesino Loma de los Colmenares (75 habitantes), tenemos un consumo de:

$$\text{Demanda} = 150 \text{ l/hab/d} * 75 \text{ hab} * (1/86400) \text{ d/s} = 0,13 \text{ l/s}$$

1.1.1.- Demanda de Agua para riego:

Según los voceros del consejo comunal de la comunidad del asentamiento campesino hay 85 parcelas sembradas de aproximadamente 75 m² se puede calcular el área neta sembrada:

$$\text{Ans} = 85 \text{ parcelas} * 200 \text{ m}^2/\text{parcela} * 1 \text{ ha} / 10.000 \text{ m}^2 = 1,7 \text{ ha}$$

Tomando en cuenta la dotación para sistemas de riegos expuesta por Naranjo y Duque (2004), podemos calcular la demanda del sistema de riego:

$$\text{Demanda: } 1 \text{ l/s/ha} * 1,7 \text{ ha} = 1,7 \text{ l/s}$$

1.2.- Cálculo de las demandas de agua por parte de la comunidad del sector El Molino

1.2.1. Demanda de Agua para consumo:

Mediante las disposiciones señaladas en la Normas Sanitarias para proyectos, Construcción, Reparación, Reforma y Mantenimiento de Edificaciones, establecidas en la Gaceta Oficial de la República Bolivariana de Venezuela N° 4044, se estimó la demanda actual del sector El Molino, tal y como se muestra en la tabla 7, encontrando un valor de 13,05 l/s.

Tabla 7 Demanda de agua de la población del Sector El Molino del Municipio Sucre del Estado Mérida – Año 2012 (Según las Normas Sanitarias para proyectos, Construcción, Reparación, Reforma y Mantenimiento de Edificaciones, establecidas en la Gaceta Oficial de la República Bolivariana de Venezuela N° 4044)

	Cantidad	Unidades	Dotación	Demanda l/d
Viviendas				
Viviendas unifamiliares	643	Viviendas	1500 l/d	964.500
Viviendas multifamiliares	66	Viviendas	1500 l/d	99.000
Centros asistenciales consulta externa				
Consultorio de Barrio Adentro	1	consultorios	500 l/d/cons	500
Planteles educacionales				
Alumnado externo	744	Alumnos	40 l/alum/d	29.760
Personal no residente	30	Personas	50 l/pers/d	1.500
Establecimientos comerciales				
Carnicerías, pescaderías y similares (1 carnicería de aproximadamente 12 m ²)	12	m ²	25 l/m ² /d	300
Supermercados, abastos (02 bodegas de aproximadamente 9 m ²)	18	m ²	20 l/m ² /d	360
Estaciones para lavado de vehículos. Con equipo de lavado no automático	4	equipo no automático	8000 l/d/equipo no automático	32.000
Demanda total l/d				1.127.920
Demanda total l/s				13,05

Fuente: Elaboración propia, cálculos realizados tomando como base las Normas Sanitarias para proyectos, Construcción, Reparación, Reforma y Mantenimiento de Edificaciones, establecidas en la Gaceta Oficial de la República Bolivariana de Venezuela N° 4044

1.2.2 Demanda de agua para riego:

De acuerdo al muestreo de campo, considerando una muestra representativa del 10% de las viviendas que conforman el sector El Molino, se encontró que el 52.6% de las viviendas que conforman el sector El molino, presentan huertos en sus patios traseros y áreas verdes, con un área promedio de 10 m². (Ver Tabla 8).

Tomando en consideración la dotación establecida en las Normas Sanitarias para proyectos, Construcción, Reparación, Reforma y Mantenimiento de Edificaciones, establecidas en la Gaceta Oficial de la República Bolivariana de Venezuela N° 4044, se puede calcular la demanda de riego (riego de jardines) para cada una de las comunidades que conforman el sector El Molino. Tomando la comunidad de Pie del Tiro, tenemos:

$\text{Demanda}_{\text{riego}} = \text{N}^\circ \text{ de viviendas} * 2 \text{ l/d/m}^2 * \text{área}_{\text{cul}} * f$

Donde: $f = \text{factor de conversión} = 1/86400$

Total de viviendas en la comunidad Pie del Tiro = 62 viviendas

Viviendas con cultivos = % de viviendas con cultivo * N° total de viviendas

Viviendas con cultivos = $0.57 * 62 = 35$ viviendas

$\text{Demanda}_{\text{riego}} = 35 \text{ viviendas} * 2 \text{ l/día.m}^2 * 12 \text{ m}^2 * 1/86.400 = 0,009 \text{ l/s}$

Este cálculo se realizó para cada una de las comunidades que conforman el sector El Molino, cuyos resultados se muestran en la Tabla 8.

Tabla 8 Demanda de agua para riego de la población del Sector El Molino, empleando una dotación de 2 l/d/m²

Comunidades	N° de viviendas	Área promedio cultivada (m ²) ¹	% de viviendas con cultivos ¹	N° de viviendas con cultivos	Demanda de agua (l/s)
Pie del Tiro	62	12	57	35	0,009
Residencias El Molino	78	14	67	52	0,017
Quinanoque	57	8	43	25	0,004
El Tejar	255	6	42	107	0,015
La Orilla	257	10	54	139	0,032
Valores promedios	...	10	52,6	...	
Demanda total: 0,077 l/s					

¹ valores obtenidos de la inspección de campo.

Fuente: Elaboración propia

De donde se obtuvo que el consumo promedio de agua por concepto de riego es de 0,077 l/s, no obstante, considerando que en las inspecciones de campo realizadas se observó que el consumo por concepto de riego de los huertos caseros en estas comunidades era significativo, se recalculó esta demanda empleando el concepto de dotación para sistemas de riegos expuesta por Naranjo y Duque (2004), obteniendo los siguientes resultados:

Para la comunidad de Pie del Tiro:

N° Total de viviendas = 62 viviendas

Viviendas con cultivos = % de viviendas con cultivo * N° total de viviendas

Viviendas con cultivos = $0.57 * 62 = 35$ viviendas

Área neta cultivada = $35 \text{ viviendas} * 12 \text{ m}^2/\text{vivienda} * 1 \text{ ha} / 10.000\text{m}^2 = 0,042 \text{ ha}$

$\text{Demanda}_{\text{riego}} = 1 \text{ l/s/ha} * 0,042 \text{ ha} = 0,042 \text{ l/s}$

Obteniéndose una demanda total de 0,34 l/s (ver tabla 9), en donde la comunidad que presenta una mayor cantidad en viviendas con huertos y por ende un mayor consumo de agua por concepto de riego es la comunidad de La Orilla. (Este resultado será el empleado para efectos de balances por ser un valor más representativo)

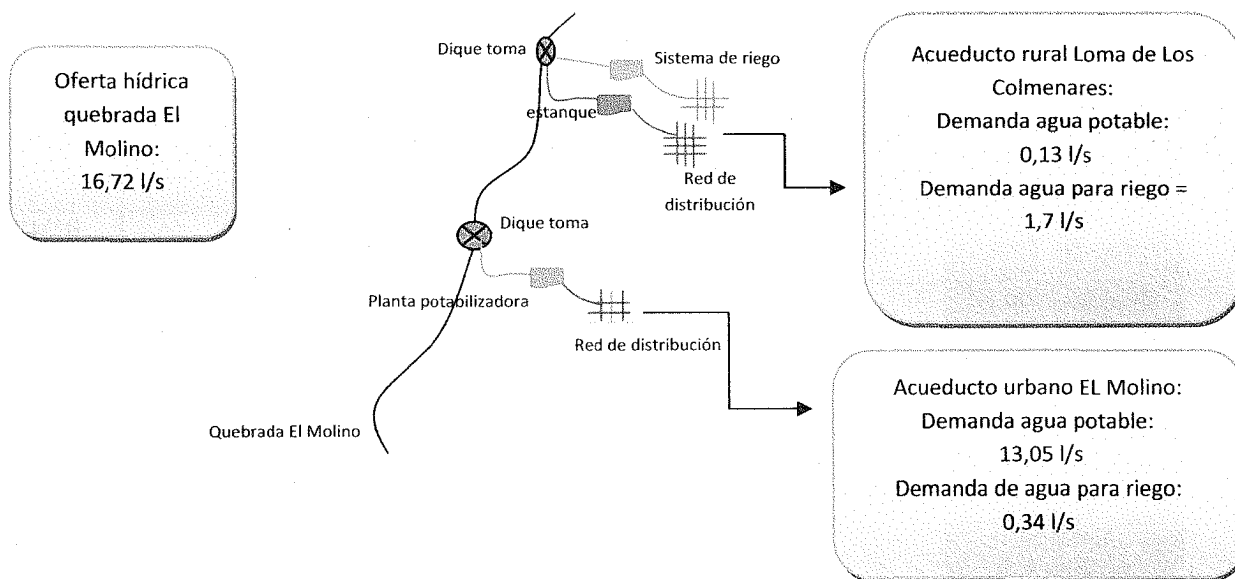
Tabla 9 Demanda de agua para riego de la población del Sector El Molino, empleando una dotación de 1 l/s/ha.

Comunidades	N° de viviendas	Área promedio cultivada (m ²) ¹	% de viviendas con cultivos ¹	N° de viviendas con cultivos	Área neta sembrada (ha)	Demanda de agua (l/s)
Pie del Tiro	62	12	57	35	0,042	0,042
Residencias El Molino	78	14	67	52	0,073	0,073
Quinanoque	57	8	43	25	0,019	0,019
El Tejar	255	6	42	107	0,064	0,064
La Orilla	257	10	54	139	0,138	0,138
Valores promedios	...	10	52,6	...		
Total demanda de agua (l/s)						0,34

¹ valores obtenidos de la inspección de campo.

Fuente: Elaboración propia

Tomando en cuenta estos resultados, se puede visualizar que actualmente se presenta la siguiente situación, en relación al uso del recurso hídrico de la quebrada El Molino:



www.bdigital.ula.ve

Balance General

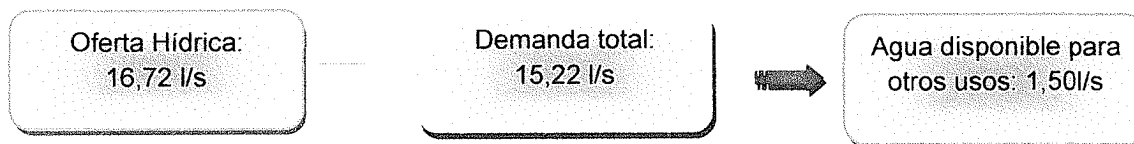


Figura 28 Situación actual de gastos y ofertas del recurso hídrico en la cuenca de la quebrada El Molino

Con base en lo anterior se puede deducir, entonces, que el acueducto El Molino debería estar en capacidad de cubrir los requerimientos de agua potable de las comunidades abastecidas ya que la oferta hídrica de la quebrada es superior a la demanda. Sin embargo, el departamento de mantenimiento y distribución de la empresa Aguas de Mérida, C.A de la Subgerencia Sucre, tiene un estimado del aforo promedio a la salida del tanque de distribución de este acueducto de 54 l/s durante 8 horas de servicio diarias es decir

diariamente se suministran a la comunidad 1.555.200 litros de agua. (agua abastecida = $54 \text{ l/s} * 8 \text{ h} * 3600 \text{ s/h} = 1.555.200 \text{ l}$).

Lo que es equivalente a un suministro de 18 l/s en 24 horas (agua abastecida en 24 horas = $1.555.200 \text{ l} / 24 \text{ h} / 3600 \text{ s/h} = 18 \text{ l/s}$), es decir, la empresa está suministrando 5 l/s más de lo que requiere teóricamente para cubrir la demanda de agua potable de estas comunidades. ($18 \text{ l/s} - 13,05 \text{ l/s} = 4,95 \text{ l/s}$) durante las 24 horas del día y no debería ser necesario mantener el régimen de racionamiento que se tiene actualmente, por ende se evidencia que en estas comunidades se tiene un mal uso del agua potable.

Entre los factores que podría estar influyendo en esta situación podrían estar, el hecho de que la mayoría de las viviendas poseen tanques de almacenamiento de agua, lo que en la práctica representa en muchas ocasiones demandas extras, en vista de que muchos usuarios descartan el volumen almacenado periódicamente para realizar nuevamente el llenado del mismo, el consumo por concepto de lavado de vehículos y las fugas de agua en las instalaciones sanitarias domiciliarias.

Cabe destacar al respecto que en algunos sectores los entes responsables del suministro de agua potable han optimizado el servicio, mediante pequeñas jornadas de trabajo en conjunto con las comunidades. Por ejemplo se puede mencionar el trabajo realizado por Aguas de Ejido, a nivel de la comunidad de las Cruces ubicada en el Municipio campo Elías, en donde se inspeccionaron las instalaciones sanitarias de las viviendas, encontrándose una cantidad considerable de botes de agua en su mayoría como consecuencia del deterioro en los herrajes de los sanitarios; una vez finalizada la jornada se mejoró la distribución del agua a nivel del tanque de almacenamiento y distribución. (M. Quintero, entrevista personal, 25/07/2013).

Asimismo, se debe considerar que un factor que contribuye con una demanda exacerbada de agua puede estar relacionado con el plan de racionamiento impuesto en la zona, dado que este podría estar influyendo de manera negativa en el consumo de agua de esta población. Estudios demuestran que en sectores donde son establecidas estas restricciones periódicas del servicio de agua potable, la demanda requerida por parte de los usuarios es mucho mayor.

Aunado a todo esto se tienen las pérdidas por fugas del sistema de almacenamiento y distribución, producto de que el sistema presenta una alta data y los mantenimientos necesarios han sido mínimos; estas pérdidas de agua no fueron cuantificadas ya que se presentaron limitantes para realizar el aforo del estanque por parte de la subgerencia Sucre de Aguas de Mérida, C.A.

Ahora bien, si se extrapola esta situación para un período de 25 años, estimando para ello la población de las comunidades en estudio y sus demandas de agua potable, se tiene el siguiente escenario:

2.- Escenario N° 2. Proyección con horizonte a planificación de 25 años y asumiendo que no hay mantenimiento en la cuenca hidrográfica. Año: 2037

Considerando que las demandas por concepto de riego son tan pequeñas, solo se calcularán las demandas por concepto de consumo doméstico, es decir se supondrá que las demandas por concepto de riego se mantienen iguales.

Para el cálculo de la demanda de agua potable de la población del sector El Molino en el año 2037 (periodo de diseño: 25 años), se requiere determinar la proyección de la población de este sector para ello se empleará el método del crecimiento geométrico según lo establece Castro. En este cálculo se supondrá que el comportamiento del crecimiento demográfico de este sector es semejante al de la Parroquia Lagunillas, capital del municipio Sucre, ya que este sector forma parte de esta parroquia y se cuenta con la data de los censos y estimaciones reportados por el Instituto Nacional de Estadística.(INE, Tabla 9)

Tabla 9 Población de la parroquia Lagunillas del municipio Sucre, estado Mérida, según censos INE de los años 1990 y 2001

Municipio Sucre	Censos		Crecimiento**		Población estimada años**	
	1990	2001	Anual – medio 1990-2001	Relativo	2002	2003
Parroquia Lagunillas	12.946	16.718	2,35	29,14	17.111	17.514

Fuente: ** COORPOANDES 2008
* INE 2012

Por lo tanto con los datos del Instituto Nacional de Estadística, presentados en la tabla 9, se puede calcular la tasa media anual de crecimiento:

$$r = e^{(\log(16.718/12.946)/11)} - 1 = 0.024$$

Entonces considerando los 3545 habitantes que actualmente están registrados en el sector El Molino, la población para esta comunidad en el año 2037 será de:

$$P_{2037} = 3545 * (1 + 0.024)^{25} = 6.414 \text{ hab.}$$

Lo cual considerando una dotación de 250 l/día por habitante, tenemos una demanda de agua potable de:

$$\text{Demanda} = 250 \text{ l/d/hab} * 6.414 \text{ hab} / ((60 \text{ s/1min}) * (60 \text{ min/1h}) * (24 \text{ h/1 d}))$$

→ Demanda de agua potable para el año 2037 de la población del sector El Molino del Municipio Sucre = 18,56 l/s

Aplicando el mismo criterio para la población del asentamiento campesino Loma de los Colmenares, la población estimada para esta comunidad para el año 2037, estará dada por la expresión:

$$P_{2037} = 75 * (1 + 0.024)^{25} = 135 \text{ hab.}$$

Por lo tanto la demanda de agua potable será de:

$$\text{Demanda} = 150 \text{ l/d/hab} * 135 \text{ hab} / (60 \text{ s/1min}) * (60 \text{ min/1h}) * (24 \text{ h/1 d})$$

→ *Demanda de agua potable para el año 2037 de la población del asentamiento campesino La Loma de los Colmenares del municipio sucre = 0,23 l/s*

Por lo que se proyecta el siguiente escenario para el año 2037:

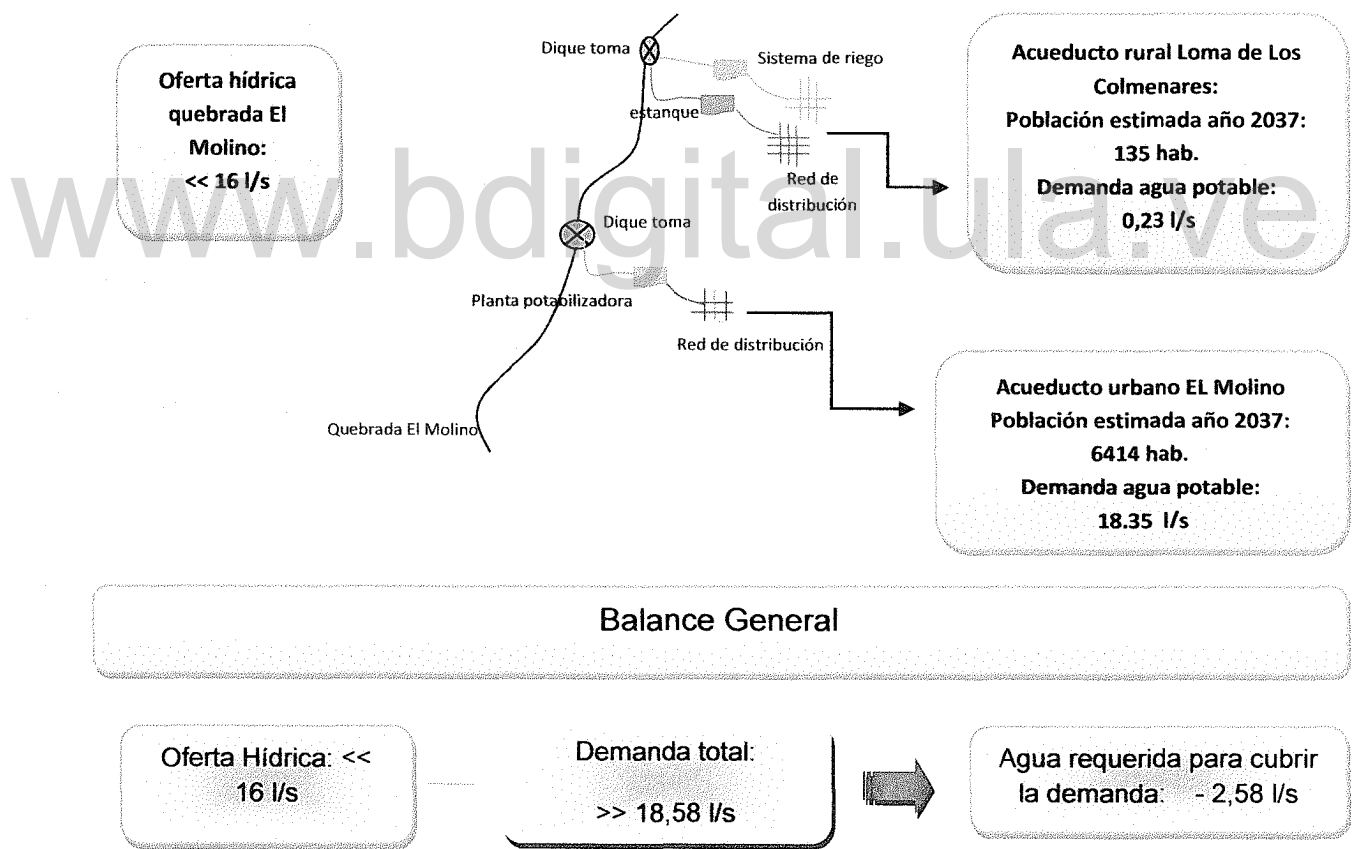


Figura 29 Proyección en un periodo de 25 años de las relaciones de gastos y ofertas del recurso hídrico en la cuenca de la quebrada El Molino

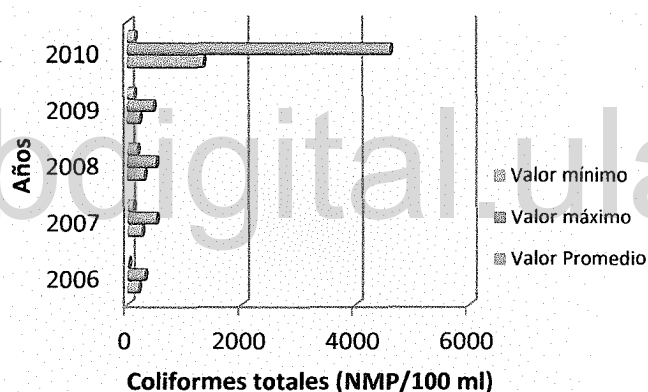
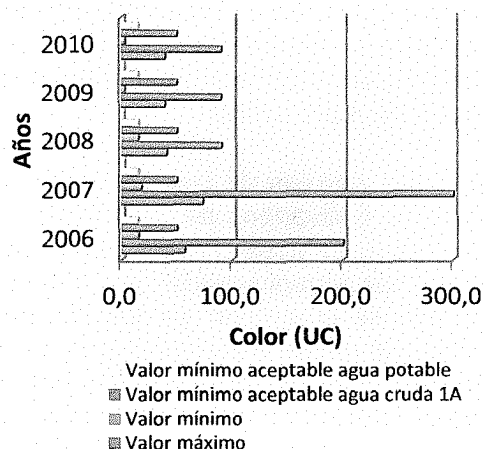
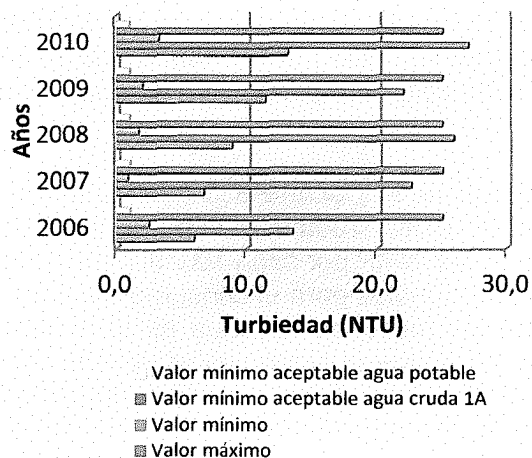
Por consiguiente la proyección muestra que de mantenerse las condiciones actuales del sistema (16 l/s) el acueducto no podrá cubrir con los requerimientos mínimos de agua potable de estas comunidades en el futuro (18,58 l/s) lo que implica que habrá un déficit de 2,58 l/s.

Ante este escenario se hace indispensable la adopción de medidas de control ambiental que permita disminuir la intensidad de las alteraciones que las actividades humanas tienen sobre los recursos naturales de la zona y especialmente sobre aquellos factores que garantizan la permanencia del recurso hídrico.

Evaluación de la Calidad fisicoquímica y biológica del agua de la cuenca de la Quebrada El Molino

Para evaluar la calidad del agua de la quebrada El Molino, se tomaron los registros de los análisis de control de calidad de la empresa Aguas de Mérida C.A, que corresponden a muestras captadas a nivel de la entrada de la planta potabilizadora El Molino, durante el periodo 2006-2010. (Ver apéndice 5). Esta empresa realiza un control sanitario mensual tomando en consideración los parámetros fisicoquímicos: color, turbiedad, alcalinidad total, dureza total y pH, siendo los tres últimos citados de importancia para la aplicación del tratamiento químico del agua, mientras que la turbiedad un parámetro importante en cuanto a la calidad sanitaria.

En la figura 30, se pueden observar los valores promedios anuales del parámetro turbiedad, en muestras de agua captadas en la quebrada El Molino, los cuales comparados con el valor mínimo permisible para el agua potable según las normas establecidas de calidad de agua, permiten deducir que se encuentran muy por encima del valor de 1 NTU que es el mínimo permisible (Gaceta Oficial de la República Bolivariana de Venezuela N° 36.395). Al respecto hay que acotar que la población del sector El Molino recibe esta agua del sistema de potabilización en donde el tratamiento de la misma se reduce solo a la etapa de desinfección. Tomando en cuenta que muchos microorganismos pueden ser encapsulados en las pequeñas partículas de turbiedad, se pone en riesgo la salud de los consumidores.



Fuente: Aguas de Mérida, C.A (2006-2010)

Figura 30 Comportamiento anual de los parámetros fisicoquímicos: Turbiedad y color y del parámetro microbiológico: coliformes totales, en muestras de agua captadas mensualmente en la quebrada El Molino. Periodo 2006 - 2010

También se puede evaluar que en el transcurso de los años el valor promedio de la turbiedad ha incrementado. Producto probablemente del mayor arrastre hasta el cuerpo de la quebrada de sedimentos por acción de los vientos o por escorrentia superficial, dado el incremento de los procesos de deforestación y erosión que traen como consecuencias la disminución de la capa vegetal de la superficie y a la mayor exposición de suelos desnudos.

Por otro lado, desde el punto de vista organoléptico, para el usuario es muy importante el color del agua, ya que de manera inapropiada relacionan este parámetro con la calidad microbiológica. En la Figura 30, se aprecia que el comportamiento promedio mensual de este parámetro se encuentra por encima de los límites permisibles por las normas de calidad de agua potable, y por ende la comunidad de El Molino tiene una percepción de que reciben un servicio de mala calidad.

Según las normas de calidad de agua, establecidas en el Decreto 833 (gaceta oficial de la República Bolivariana de Venezuela N° 5.021 para aguas crudas), el número de Coliformes totales para las aguas crudas deben ser menor a 10.000NMP por cada 100ml, para aguas que pueden ser acondicionadas por tratamientos convencionales para el consumo humano. En la Figura30 se presentan los valores obtenidos en las muestras de agua de la quebrada El Molino. Allí puede observarse que a medida que transcurre el tiempo estos valores tienden a incrementarse, siendo bastante notorio para el año 2010, Esto posiblemente puede ser producto del incremento de la cría de animales y la descarga de aguas residuales en la parte alta de la cuenca, lo que implica la necesidad de diseñar un sistema de saneamiento e implementar un plan de recolección de desechos sólidos, a nivel de la parte alta de la cuenca, así como acciones para favorecer el desarrollo de las actividades agropecuarias más cónsonas con los principios de protección ambiental en general y de preservación del recurso hídrico en particular.

www.bdigital.ula.ve

Matriz de Fortalezas, Oportunidades, Debilidades y Amenazas (FODA)

Con base a los resultados obtenidos de oferta hídrica, demanda de agua potable y la evaluación de calidad fisicoquímica y biológica de la quebrada El Molino, y teniendo en consideración las características de la situación actual de las población del asentamiento campesino Loma de Los Colmenares y el sector El Molino así como la proyección realizada para el año 2037, se elabora la siguiente matriz FODA (Fortalezas, oportunidades, debilidades y amenazas):

Matriz de Fortalezas, Oportunidades, Debilidades y Amenazas (FODA)	
FORTALEZAS	OPORTUNIDADES
<ul style="list-style-type: none">Alta disponibilidad actual de agua en la cuenca para satisfacer las demandas de la comunidad.Existencia de organizaciones comunales en la zona (Consejos Comunales)El bajo número de viviendas que conforman el asentamiento campesino La Loma de Los Colmenares, ubicada en la zona alta de la cuenca.Bajos rangos de contaminación que pueden ser manejables de acuerdo a los registros de análisis de calidad de agua.El municipio Sucre y la cuenca en estudio cuenta con apoyo técnico (Aguas de Mérida C.A, Ingeniería Municipal)Interés por parte de las comunidades para participar en la ejecución de proyectos de agua potable y saneamiento.Por parte de los consejos comunales y Aguas de Mérida, existe la voluntad de trabajar por las mejoras en los sistemas de abastecimiento de agua potable y saneamiento.	<ul style="list-style-type: none">Disposición de los entes gubernamentales para la recuperación y conservación de la zona. (Aguas de Mérida, C.A; Ingeniería Municipal, Ministerio del Ambiente, Autoridades locales)Disponibilidad de información técnica de las fuentes de agua y de los sistemas de potabilización y saneamiento.Posibilidad de acceso a recursos estatales mediante los consejos comunales para el desarrollo de proyectos de interés comunitario.
DEBILIDADES	AMENAZAS
<ul style="list-style-type: none">Falta de un sistema de saneamiento en la parte alta de la cuenca.En la proyección a 25 años de la situación actual, la oferta hídrica de la cuenca en estudio no cubre la demanda futura de la población.La planta potabilizadora del acueducto está en proceso de deterioro por falta de mantenimiento.Inadecuada disposición de los desechos sólidos al ambiente, en la parte alta de la cuenca.Deforestación de la zona en forma indiscriminada.Uso de plaguicidas y herbicidas sin control.Falta de cultura del uso de los recursos hídricos.	<ul style="list-style-type: none">Tomas clandestinas, para el uso de riego en pequeños sembradíos dentro de la comunidad de El MolinoPresiones de uso por parte de poblaciones foráneas que pueden atentar con la estabilidad de la cuencaPosible implementación de políticas nacionales y regionales que incentiven la ocupación y uso indiscriminado de la cuenca.Debilidades en las inspecciones y control del uso del suelo por parte de entes públicos locales y regionales.

Estrategias para la Gestión del Recurso Hídrico en la Cuenca de la Quebrada El Molino

Para lograr una gestión integral – sustentable de los recursos hídricos de una cuenca hidrográfica, es necesario lograr una buena administración, manejo y conservación de estos recursos, realizando actividades donde participen de manera conjunta los miembros de las comunidades, entes gubernamentales y las instituciones locales, por lo que se proponen las siguientes estrategias bases, que sirvan para general un plan de manejo para a cuenca de la quebrada El Molino:

1. Es necesario coordinar y desarrollar alianzas estratégicas para la generación e implementación de propuestas integrales, dirigidas a la conservación y uso sostenible del recurso agua, en la cuenca de la quebrada El Molino. Entre las instituciones y organizaciones que deberán concertar estas medidas; se pueden mencionar: Aguas de Mérida, C.A, Alcaldía del Municipio Sucre, Consejos Comunales, Ministerio del Ambiente e Imparques.
2. Fortalecer las organizaciones de las comunidades existentes, relacionadas con la gestión sostenible de los servicios de agua y saneamiento (MTA), mediante la conformación de una Mesa Técnica de Agua Integral, constituida por miembros de las distintas comunidades de la cuenca. Estas deben cumplir con funciones planificadoras, coordinadoras, facilitadoras y de gestión de recursos, dirigidos a optimizar el uso del recurso hídrico y la protección de la cuenca.
3. Recopilar, ordenar y actualizar una base de datos de las fuentes abastecedoras que permita su caracterización, donde se incluyan periodos de lluvia y sequía, antecedentes históricos de crecidas y datos hidrológicos.
4. Planificar programas actualizados y sostenibles con el fin de optimizar los sistemas de control de calidad del agua de las fuentes abastecedoras, incorporando estudios más específicos como DBO, DQO, TOC y oxígeno disuelto con la finalidad de evaluar con mayor exactitud el grado de polución del agua. Asimismo establecer un plan de mediciones de caudales que permitan evaluar con mayor certeza la oferta hídrica disponible de las fuentes.
5. Promover el desarrollo de un plan que logre el uso equitativo del recurso, regularizando los derechos de uso del agua para fines de riego, y otorgando dotaciones básicas en función de los recursos disponibles y el uso eficiente, esto a nivel del sector El Molino, lo que coadyuvaría a reducir el número de tomas ilegales y los usos clandestinos del recurso.
6. Evaluar las ventajas y la viabilidad de rehabilitar el dique toma y la planta potabilizadora, del sistema de abastecimiento de agua potable de la comunidad, con el fin de garantizar el suministro continuo de agua segura a la población
7. Evaluar la factibilidad de implementar un plan de micromedición que permita cuantificar los volúmenes de agua consumidos deviniendo en un uso racional del agua y el pago de una tarifa justa, que permitiría el mantenimiento adecuado de la infraestructura del acueducto.

8. Promover programas de incentivos, que motiven las buenas prácticas y el ahorro del agua.
9. Propiciar programa en las instituciones de educación a fines de fomentar la concientización de los niños y jóvenes en relación al buen uso del agua.
10. Realizar talleres sobre la conservación del agua y la sensibilización pública para estimular a la población con respecto al manejo de los recursos hídricos.
11. Identificar y aplicar mecanismos que permitan comprometer a la comunidad de manera voluntaria para que conjuntamente con Aguas de Mérida, C.A, se vele por el buen uso del agua potable y dar disposición final acorde de las aguas residuales.
12. Establecer la estructura tarifaria que garantice la sostenibilidad de los servicios de recolección, tratamiento, distribución y abastecimiento del recurso hídrico a cargo de la empresa prestadora del servicio de agua potable.
13. Educar a los usuarios para un consumo óptimo y responsable de los servicios y reducir el índice de morosidad en el pago del servicio de agua potable.
14. Realizar jornadas de reforestación para recuperar el bosque y con ello mejorar el caudal de las fuentes de agua.
15. Generar mecanismos de participación comunitaria como jornadas ambientales, manejo de residuos sólidos, uso de plaguicidas y herbicidas, entre otros que permitan identificar las debilidades y problemas en la comunidad, con el fin de tomar de manera conjunta decisiones con respecto al uso del recurso agua y la implementación de acciones consensuadas.
16. Diseñar y buscar recursos para implementar en la comunidad del asentamiento campesino Loma de los Colmenares, un sistema de saneamiento y disposición de desechos sólidos.
17. Proponer políticas municipales que limiten la tendencia de ocupación a nivel de la parte alta de la cuenca, donde se normalice un área máxima para las actividades agropecuarias, tipos de cultivo y dotaciones de agua para riego, entre otros aspectos.

CAPITULO 5

CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

CONCLUSIONES

La gestión de los entes encargados de los sistemas de abastecimiento de agua potable cada vez se encuentra más expuesta a escenarios que pueden llegar a generar situaciones de contingencias por la falta de disponibilidad en cantidad y calidad de las fuentes abastecedoras, producto principalmente de la intervención de los cuerpos de agua por actividades antropogénicas y la falta de gestión de los recursos hídricos en las cuencas hidrográficas. Es por ello de vital importancia contar con planes de gestión integral sustentable que permitan el crecimiento socioeconómico de la población en equilibrio con el manejo y uso de los recursos naturales de las cuencas hidrográficas.

En Venezuela, es necesario impulsar la realización de estudios que persigan la evaluación de las condiciones actuales de las cuencas hidrográficas y establecer planes que permitan el aprovechamiento sustentable de los recursos hídricos en equilibrio con el crecimiento económico y social de la población. Esta investigación tomo como caso de estudio la cuenca de la quebrada El Molino, ubicada en el municipio Sucre del estado Mérida, logrando plantear alternativas que servirán de base para elaborar un plan de manejo de la cuenca de manera integral y sustentable. Basándose en los pasos para las prácticas de manejo de cuencas de captación para el abastecimiento de agua potable, se llegan a las siguientes conclusiones:

- Los recursos hídricos de la cuenca de la quebrada El Molino, son aprovechados por parte de las comunidades para dos usos principalmente: agua para el consumo humano y agua para riego. En la parte alta de la cuenca, la comunidad La loma de Los Colmenares, cuentan con dos sistemas independientes de características similares para cada uno de estos usos y en la parte baja solo se cuenta con el acueducto urbano El Molino, cuya disponibilidad cubre los dos requerimientos, ocasionando con ello un déficit para cubrir la demanda de agua potable de las comunidades abastecidas y por ende la empresa prestadora del servicio amerita sostener un régimen de racionamiento del servicio de tan solo 8 horas diarias en condiciones óptimas de caudal y calidad de agua, puesto que en condiciones de invierno o sequía el tiempo de suministro es menor.
- La quebrada El Molino, se encuentra seriamente intervenida, lo cual se evidencia en el registro de los análisis fisicoquímicos y bacteriológicos de los muestreos realizados a este cuerpo de agua en el periodo en estudio. Allí los parámetros de color, turbiedad y coliformes totales muestran aumento en el transcurso del tiempo. Esta situación es producto de las actividades antropogénicas de la comunidad Loma de Los Colmenares ubicada en la parte alta de la cuenca.

- Se requiere poner en funcionamiento la planta potabilizadora El Molino, con el fin de aplicar tratamiento químico al agua que permita adecuar sus características fisicoquímicas y bacteriológicas con el fin de asegurar la calidad del recurso y el bienestar de la población que lo consume.
De igual forma es necesario mitigar las pérdidas producto de las fugas de agua en el sistema de potabilización y en las redes de distribución.
- Se estimó que la cuenca de la quebrada El Molino tiene una oferta hídrica de 16 l/s, la cual debería ser capaz de cubrir los requerimientos de agua potable de la población actual (13.05 l/s). Sin embargo, en la realidad, estas comunidades son abastecidas de manera intermitente mediante un plan de racionamiento de agua, situación producto del mal uso del recurso y de las pérdidas en el sistema de abastecimiento y en las redes de distribución. En vista de esto, es necesario poner en marcha las estrategias planteadas en esta investigación para fomentar la cultura hídrica que coadyuve al buen uso del recurso.
- Se extrapoló la situación actual de la población ubicada en la cuenca de la quebrada El Molino, tomando en consideración que se mantengan las condiciones actuales en las cuales estas se encuentran, obteniendo un escenario desfavorable en donde se requeriría la búsqueda de otras fuentes de agua para cubrir los requerimientos de agua potable. Por lo cual es urgente poner en marcha un plan de gestión que permita fomentar en esta comunidad una cultura hídrica en relación al uso de agua potable, minimizar y/o regular el uso del agua para riego y disminuir las pérdidas, para poder garantizar el suministro de agua potable.
- Se debe fortalecer el trabajo técnico y científico con las universidades públicas y privadas e institutos tecnológicos y centros de investigación, entes gubernamentales en conjunto con las comunidades, para garantizar el nivel de gestión de los recursos hídricos requerido dentro de la cuenca. Es importante resaltar la gran disponibilidad e interés por parte de los entes gubernamentales para la realización de este tipo de estudio.

Asimismo, es necesario la colaboración y preocupación del poder popular representado por las mesas técnicas de agua, en relación al tema del manejo de los recursos hídricos de las cuencas, por ello es preciso involucrarlos para consolidar logros exitosos en relación a este tema. Cabe destacar que en conjunto con la empresa Aguas de Mérida C.A desde el año 2008 la Mesa Técnica de Agua del sector El Molino, ha logrado alcanzar muchas metas y proyectos en relación al servicio de abastecimiento de agua potable.

- A pesar de que existe una fuerte presión por el uso de los recursos naturales en la parte alta de la cuenca de la quebrada El Molino, que pone en riesgo la permanencia del recurso hídrico, aun dadas las condiciones actuales donde la oferta hídrica es mayor a los requerimientos por concepto de demanda para consumo de agua potable. La problemática mayor de escases que evidencian los usuarios está asociada al mal manejo en el proceso del suministro dado que la infraestructura en

a los hogares. Además de cómo se indicó el sistema de suministro de agua potable está siendo afectado por usos indebidos no previstos como el riego de los huertos y cultivos en la zona.

RECOMENDACIONES

Con base en los resultados obtenidos en la presente investigación y tomando como referencias principios de La Gestión Integral de los Recursos Hídricos, se proponen las siguientes recomendaciones:

- Se sugiere que las instituciones en conjunto con las comunidades, formulen los planes y proyectos en relación a los recursos de la cuenca con el fin de dar alternativas de solución e involucrar a la población activamente en el logro de los objetivos planteados asegurando la apropiación de los procesos que conlleven a un manejo sostenible de los recursos.
- Caracterizar fuentes de agua cercanas a la zona, con el fin de evaluar la factibilidad de las mismas como fuente abastecedora de los sistemas de abastecimiento de agua potable.
- Diseñar un plan de manejo de cuencas tomando como base las estrategias formuladas en esta investigación, para la gestión integral sustentable de los recursos hídricos de la cuenca de la quebrada El Molino.

REFERENCIAS CONSULTADAS

1. Aguas de Mérida (2008). Terminación Rehabilitación de la Planta de Tratamiento El Molino, Municipio Sucre, Estado Mérida
2. Andrade, (2011). *La Hidrología y la Ingeniería Civil*. www.ingenieriacivil.tutorialesaldia.com [online]. (12/Enero/2013)
3. Cartografía Nacional (1977). Hoja N°5941. Mérida. Escala 1:100:000
4. Castro, P. (1990). Manual de Demografía Médica. (1era reimpresión). Mérida. Talleres Gráficos de la Universidad de los Andes.
5. CEPAL(1999). Tendencias Actuales de la Gestión del Agua en América Latina y El Caribe. www.eclac.org/publicaciones/xml/1/19751/lcl1180s.pdf, [online]. (12/Enero/2012)
6. Consejo Comunal Los Colmenares 799 R.L. Censo poblacional año 2011.
7. *Corpoandes (2002) Municipio Sucre. Plan de Ordenamiento Territorial*. www.corpoandes.gov.ve/files/imagenes/file/descargas/.../Sucre.pdf, [online]. (18/junio/2012)
8. Dourojeanni, A. (1999). Gestión de Cuencas y Ríos Vinculados con Centros Urbanos. Caracas. CEPAL.
9. Duque, R. (2003). Programa Ajustehu. [computer software].
10. Fair, G.Geyer, J. Okun, D. (2010) *Abastecimiento de Agua y Remoción de Aguas Residuales*. 1era Edición. Editorial Limusa, S.A
11. Falconi (2009). Manual de Aforo y Desinfección del Agua. Ecuador. <http://es.scribd.com/doc/14341773/MANUAL-PARA-AFORO-Y-DESINFECCION-DEL-AGUA>. [online]. (14/Mayo/2012)
12. Gonzalo, H. (2004). Metodología de Cálculo del índice de Escasez. Instituto de Hidrología, Meteorología y Estudios Ambientales. Bogotá. www.minambiente.gov.co/.../Rs_0865_Metodología_anexo%20.pdf. [online]. (27/junio/2012)
13. Global Water Partnership. (2000). Manejo Integrado de Recursos Hídricos. www.unep.org/civil_society/.../IWRM_water_efficiency_esp.pdf, [online]. (04/marzo/2010)

14. Hernández, C. (2010). *Gestión Participativa del Agua en la Alta Montaña Tropical: Un Enfoque para la Evaluación de Caudales y Captación de Agua y su Transferencia a las Comunidades*. Trabajo de grado para optar al título de Magister Scientiae en Gestión de Recursos Naturales Renovables y Medio Ambiente. Universidad de los Andes. CIDIAT. Mérida
15. Instituto Nacional de Estadísticas. *Censo Poblacional años 1990-2001*
16. Janett, G. (2004) *Evaluación del instrumento caudal ecológico, panorama legal e institucional en Chile y Brasil*.
www.eclac.cl/samtac/noticias/.../1/23391/DrSam00805.pdf. [online]. (27/junio/2012)
17. Martin, D. (2004) *Gestión Integrada de los recursos hídricos en la Cuenca Alta del Río Tocuyo – Venezuela: Lecciones Aprendidas y Acciones por Empezar*.
cmsdata.iucn.org/downloads/diegodiazvenezuela.pdf. , [online]. (15/mayo/2010)
18. Medina, M. (2011) *Análisis de Demandas Domésticas. Herramientas para Estimación de Demandas de agua de Usuarios Urbanos. Trabajo de grado para optar al título de Magister Scientiae en Desarrollo de los Recursos Aguas y Tierras mención Planificación y Desarrollo de los recursos hidráulicos*. Universidad de los Andes. CIDIAT. Mérida. [online]. (18/junio/2012)
19. Mejías, J.Páez, G. Boada, J. (2007). *Prioridades de Conservación del recurso de agua en la cuenca alta del río chama estado Mérida – Venezuela. (Resumen)*. [Revista en línea]. *Revista geográfica Venezuela*, V49 (2).
www2.scielo.org.ve/scielo.php?script.. (4/marzo/2010)
20. Naranjo, M y Duque, R. (2004). *Estimación de la Oferta de Agua Superficial y conflictos de Uso, en la Cuenca Alta del Río Chama, Mérida – Venezuela*. [Revista en línea]. *Interciencia*, V29 (3).
http://www.scielo.org.ve/scielo.php?pid=S037818442004000300006&script=sci_arttext. (10/Agosto/2013)
21. Letterman, R. (2002). *Calidad y Tratamiento del Agua. Manual de Suministros de Agua Comunitaria*. España. McGraw-Hill.
22. Ovalles, Y. Vergara, E. Ramírez, G . (2008). *Ordenación de Cuencas Hidrográficas. Un reto al conocimiento, la acción y la gestión*. [Revista en línea]. *Revista Forestal Venezolana* 52 (2): 241-252, [online]. (4/marzo/2010)
23. Perevochtchikova, M. (2008). *Gestión de Cuencas Hidrográficas: Experiencias y Desafíos en México y Rusia* [Revista en línea]. *Revista Latinoamericana de Recursos Naturales* 4 (3): 313-325, [online]. (4/marzo/2010)
24. Pérez, N. (2005). *Análisis FODA para los distintos tipos de concursos de obra vigentes en Puebla. Trabajo de Grado para optar al Título de Licenciado en*

Ingeniería civil, Universidad de la Américas Puebla. México. [online]. (4/junio/2013). http://catarina.udlap.mx/u_dl_a/tales/documentos/lic/perez_t_n/portada.html

25. República Bolivariana de Venezuela. (2007). Constitución de la República bolivariana de Venezuela. Gaceta Oficial N° 5.908. (2009, Febrero 19). <http://www.tsj.gov.ve/legislacion/enmienda2009.pdf> [online]. (4/Julio/2012)
26. República Bolivariana de Venezuela. (2007). Gaceta Oficial N° 39.370. (2010, Febrero 19). <http://www.traviesoevens.com/gaceta/2010/02-febrero/2010-02-19-39370.pdf> [online]. (4/julio/2012)
27. República Bolivariana de Venezuela. (2007). Ley de Aguas. Gaceta Oficial N° 38.595. (2007, Enero 02). <http://es.scribd.com/doc/28572781/Ley-de-aguas-2007> [online]. (4/Julio/2012)
28. República Bolivariana de Venezuela. (2006). Ley Orgánica del Ambiente. Gaceta Oficial N° 5.833. (2006, Diciembre 22). <http://www.minamb.gob.ve/files/Ley%20Organica%20del%20Ambiente/Ley-Organica-del-Ambiente-2007.pdf> [online]. (4/julio/2012)
29. República Bolivariana de Venezuela. (1983). Ley Orgánica para la Ordenación del territorio. Gaceta Oficial N° 3.238. (1983, Agosto 11). <http://www.mijuicio.com/leyes/organicas/52.pdf> [online]. (4/julio/2012)
30. República Bolivariana de Venezuela. (2001). Ley Orgánica para la Prestación del Servicio de Agua Potable y Saneamiento. Gaceta Oficial N° 5.568. (2001, Diciembre 31). <http://lineaecologica.org.ve/Legislacion%20Ambiental/Leyes%20Org%C3%A1nicas/Ley%20Org%C3%A1nica%20para%20la%20Prestaci%C3%B3n%20del%20Servicios%20de%20Agua%20Potable.pdf> [online]. (4/Julio/2012)
31. República Bolivariana de Venezuela. (1992). Ley Penal del Ambiente. Gaceta Oficial N° 4.358. (1992, enero 03). http://vidalyasociados.com.ve/legislacion_Ambiental/Leyes/Ley%20penal%20del%20ambiente.pdf [online]. (4/Julio/2012)
32. República Bolivariana de Venezuela. (1992). Normas para la Clasificación y el Control de la Calidad de los Cuerpos de Agua y Vertidos o Efluentes Líquidos. Gaceta Oficial N° 5.021 (1995, Diciembre 18). <http://es.scribd.com/doc/92408301/gaceta-5021-decreto-883>. [online]. (4/Julio/2012)
33. República Bolivariana de Venezuela. (1992). Normas Sanitarias de Calidad de Agua. Gaceta Oficial N° 36.395. (1998, Febrero 13). es.scribd.com/doc/34620500/NORMAS-SANITARIAS-DE-CALIDAD-DEL-AGUA-POTABLE-GACETA-OFICIAL-34-892-del-29-de-Enero-de-1-992. [online]. (4/julio/2012)

34. República Bolivariana de Venezuela. (1992). Normas Sanitarias para Proyecto, Construcción, Reparación, Reforma y Mantenimiento de Edificaciones. Gaceta Oficial N° 4.044 (1998, Septiembre 08). <http://es.scribd.com/doc/35926651/Normas-Sanitarias-Gaceta-Oficial-N%C2%BA-4044>[online]. (4/julio/2012)
35. Rivano, F (2004) *Análisis de eventos extremos de precipitación y su efecto en el diseño de drenaje superficial de tierras agrícolas del sur de Chile.* cybertesis.uach.cl/tesis/uach/2004/far617a/doc/far617a.pdf. [online]. (15/mayo/2010)
36. Romero, J. (2005) *Calidad del agua. 2da edición.* Editorial Escuela Colombiana de Ingeniería
37. Sheng, T. (1992). Manual de campo para la ordenación de cuencas hidrográficas Estudio y planificación de cuencas hidrográficas. www.fao.org/DOCREP/006/T0165S/T0165S00.HTM. [online]. (15/mayo/2010)
38. Silva, G (2008). *Hidrología General.*<http://www.geocities.com/gsilvam/hidrologia.htm>. [online]. (15/agosto/2012)
39. Universidad Pedagógica Experimental Libertador.(2010). *Manual de Trabajos de Grados de Especialización y Maestrías y tesis Doctorales.* Caracas. FEDUPEL
40. Valenzuela, D. (2003) *La implementación de técnicas de manejo de cuencas en tres comunidades de las microcuencas, tributarias del Río Estelí: La Jabonera, La Majada y Cerro Grande. Tesis de grado para optar al grado de Maestría en Desarrollo, Población y Medio Ambiente.* Estelí. Universidad Politécnica de Nicaragua.
41. Venezuela. Ministerio del Ambiente. 2006. *Recursos Hídricos de Venezuela.* Caracas. Editorial.
42. Zelaya, L. (1999). *Estrategia para la Gestión de Cuencas. Caso: El Salvador. Tesis de grado para optar al grado de Magister Scientiae en Gestión de los Recursos Naturales Renovables y Medio Ambiente, con énfasis en estudios de Impacto Ambiental.* Mérida. Centro Interamericano de Desarrollo e Investigación Ambiental y Territorial Universidad de los Andes.

Apendices

www.bdigital.ula.ve

Apendice I

Formato de diálogos abiertos dirigidos a los actores claves de las comunidades ubicadas en la cuenca de la quebrada El Molino

www.bdigital.ula.ve

1.- Guía de diálogos abiertos aplicados a los miembros claves de las comunidades:

- Actividades que realizan los miembros de la comunidad.
- Tenencia de la tierra
- Tipos de cultivos
- Uso de agroquímicos
- Usos del agua
- Calidad del agua, sistemas de abastecimientos de agua.
- Principales conflictos en la comunidad
- Servicios públicos
- Organizaciones locales, funciones, logros.
- Instituciones locales, municipales y regionales.
- Desempeño y intercambio con las comunidades de las autoridades locales.

2.- Guía de diálogos abiertos aplicados a los miembros de las autoridades locales:

- Objetivos de la institución
- Funciones de la institución relacionadas con el servicio de prestación de agua potable.
- Medios de comunicación y lazos de relación de las instituciones con las comunidades.
- Desde el punto de vista institucional:
 - cuáles son los principales problemas y causas, en el servicio de prestación de agua potable.
 - Cuál sería el grado de disposición de la institución para el trabajo en conjunto con otras instituciones locales, municipales o regionales y los miembros de las comunidades, para el logro de proyectos de rehabilitación en los sistemas de abastecimiento de agua potable y saneamiento.
 - Interés de las instituciones por involucrarse en proyectos educativos a nivel de ambiente.

Apendice 2

Registro de la medición de caudales de la Quebrada El Molino, a la entrada del Dique toma de la Planta Potabilizadora El Molino

www.bdigital.ula.ve



**Aguas
de Mérida, c.a.**

Programa de Medición de Caudales.
Unidad de Proyectos Aguas de Mérida C.A

Quebrada El Molino

Acueducto: El Molino
Municipio: Sucre
Cota: 1540 msnm.
Coordenadas: 234.325 mE. (La Canoa: 943.848 mN.)

Tabla A2-1 Registro de Mediciones de caudales de la quebrada El Molino, del municipio Sucre del estado Mérida, durante el periodo 1996 – 2010

Fecha de realización del aforo	Fuente (l/s)	Desarenador (l/s)	Observaciones
24/10/1996		69,25	Un mes sin lluvias en la zona.
22/04/1999	113,33		50 m aguas abajo del dique toma nuevo, sin funcionamiento. Lluvias
03/02/2000	144,00	73,60	50 m aguas abajo del dique toma nuevo. Sin lluvias en la zona.
28/06/2000	66,55		Aforo 20 m arriba nuevo dique toma. 1 mes sin lluvias en la zona.
02/02/2004	29,22		Aforo 100 m arriba captación. Sin lluvias en la zona
17/02/2004	22,53		Aforo 100 m arriba captación. Sin lluvias en la zona
09/03/2004	26,11		Aforo 100 m arriba captación. Sin lluvias en la zona
29/03/2004	24,70		Aforo 100 m arriba captación. Sin lluvias en la zona
20/04/2004			Aforo 100 m arriba captación. Sin lluvias en la zona
07/02/2005	59,75		Aforo 100 m arriba captación. Sin lluvias en la zona
16/02/2006	35,04		Aforo 100 m arriba captación. Dos meses sin lluvias en la zona
03/04/2007	49,98		Aforo químico a 10 m arriba de la captación actual. Lluvias en la zona.
17/11/2008	199,09		Aforo químico a 10 m arriba de la captación actual. Lluvias en la zona.
18/01/2010	34,96		Aforo 100 m arriba captación actual. Tres meses sin lluvias en la zona. Fenómeno del niño activo.

Apendice 3

Estimación del caudal mínimo, medio y oferta hídrica de la quebrada El Molino, mediante el Modelo AJUSTEHU

www.bdigital.ula.ve

ANÁLISIS DE FRECUENCIA PARA DATOS AGRUPADOS

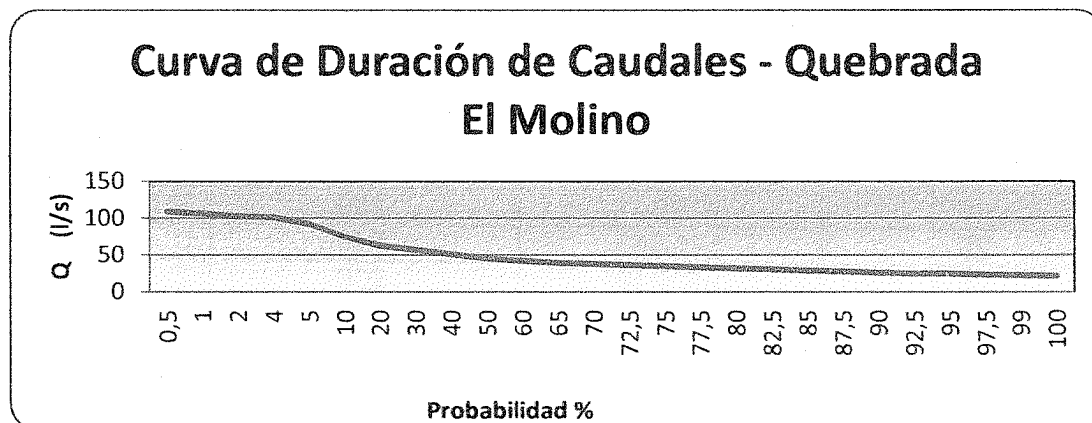
Número de intervalos = 4 Caudal en litros por segundo (l/s)

L. I.	L. S.	Intervalo de clases	Número de Ocurrencias	% de tiempo de veces que Q>=LI	% de tiempo en que Q>=LI
22.00	65.99		12	16	100.00
66.00	199.99		4	4	25.00

Interpolación para probabilidades definida:

Probabilidad	Variable
100.00	22.00
99.00	22.59
97.50	23.47
95.00	24.93
92.50	26.40
90.00	27.87
87.50	29.33
85.00	30.80
82.50	32.27
80.00	33.73
77.50	35.20
75.00	36.67
72.50	38.13
70.00	39.60
65.00	42.53
60.00	45.47
50.00	51.33
40.00	57.20
30.00	63.07
20.00	74.80
10.00	92.40
5.00	101.20
4.00	102.96
2.00	106.48
1.00	108.24
.50	109.12

www.bdigital.ula.ve



Análisis de la serie de datos a distribuciones estadísticas.

1.- AJUSTE DISTRIBUCION NORMAL

Parámetros estadísticos de la serie:

Media = 60.0031

Desviación Estándar = 49.8070

Coef. de Asimetría = 1.9726

Coef. de Variación = 0.8301

Test de SMIRNOV KOLMOGOROV, para un nivel de significancia del 5 %

Delta máximo observado = 0.234147

Delta crítico para (N;ns) = (16;0.05) = 0.330

***** CONCLUSION DEL TEST *****Se acepta el ajuste

Error estándar = 27.14906

Probabilidad empírica: ecuación de Weibull $(m)/(n+1)$

PERIODO DE RETORNO (AÑOS)	VALOR DE LA VARIABLE	PROBABILIDAD DE EXCEDENCIA P(X>x)	VALOR DE LA VARIABLE
2	60.003	.975	-37.638
5	101.914	.960	-27.213
10	123.842	.950	-21.940
20	141.946	.940	-17.452
25	147.219	.900	-3.836
50	162.316	.850	8.382
100	175.893	.800	18.093
200	188.318	.700	33.904
500	203.373	.500	60.003

2.- AJUSTE DE LA DISTRIBUCION LOG-NORMAL

PARAMETROS ESTADISTICOS DE LA SERIE

Media = 1.6797

Desviación estándar = 0.2781

Coef. De Asimetría. = 1.0938

Coef. De variación = 0.1655

Test de SMIRNOV KOLMOGOROV, para un nivel de significancia del 5 %

Delta máximo observado = 0.17804

Delta critico para (N;ns) = (16;0.05) = 0.330

***** CONCLUSION DEL TEST *****Se acepta el ajuste

Error estándar = 23.72239

Probabilidad empírica: Ecuación de Weibull (m)/(n+1)

PERIODO DE RETORNO (AÑOS)	VALOR DE LA VARIABLE	PROBABILIDAD DE EXCEDENCIA P(X>x)	VALOR DE LA VARIABLE
2	47.831	.975	13.634
5	81.975	.960	15.589
10	108.668	.950	16.682
20	137.142	.940	17.673
25	146.760	.900	21.053
50	178.192	.850	24.634
100	212.171	.800	27.909
200	248.912	.700	34.199
500	302.060	.500	47.831

3.- AJUSTE DE LA DISTRIBUCION GUMBEL

Parámetros estadísticos de la serie:

Media = 60.003

Desviación estándar = 49.8070

Coef. De asimetría = 1.9726

Coef. De variación = 0.8301

Test de SMIRNOV KOLMOGOROV, para un nivel de significancia del 5 %

Delta máximo observado = 0.184678

Delta crítico para (N;ns) = (16;0.05) = 0.330

***** CONCLUSION DEL TEST *****Se acepta el ajuste

Error estándar = 20.55024

Probabilidad empírica: Ecuación de Weibull(m)/(n+1)

PERIODO DE RETORNO (AÑOS)	VALOR DE LA VARIABLE	PROBABILIDAD DE EXCEDENCIA P(X>x)	VALOR DE LA VARIABLE
2	3.624	.975	-13.103
5	51.821	.960	-7.811
10	60.057	.950	-5.021
20	95.837	.940	-2.582
25	124.979	.900	5.199
50	152.934	.850	12.721
100	189.117	.800	19.107
200	216.232	.700	30.379
500	278.889	.500	51.821

4.- AJUSTE DE LA DISTRIBUCION LOG-GUMBEL

Parámetros estadísticos de la serie:

Media = 1.6797

Desviación estándar = 0.2781

Coef. De asimetría = 1.0938

Coef. De variación = 0.1655

Test de SMIRNOV KOLMOGOROV, para un nivel de significancia del 5 %

Delta máximo observado = 0.116464
 Delta crítico para (N;ns) = (16;0.05) = 0.330

***** CONCLUSION DEL TEST *****Se acepta el ajuste

Error estándar = 19.21375
 Probabilidad empírica: Ecuación de Weibull (m)/(n+1)

PERIODO DE RETORNO (AÑOS)	VALOR DE LA VARIABLE	PROBABILIDAD DE EXCEDENCIA P(X>x)	VALOR DE LA VARIABLE
2	23.172	.975	18.689
5	43.056	.960	20.005
10	47.864	.950	20.735
20	75.816	.940	21.395
25	110.269	.900	23.646
50	157.946	.850	26.047
100	251.483	.800	28.275
200	356.353	.700	32.684
500	797.398	.500	43.056

5.- AJUSTE DE LA DISTRIBUCION PEARSON 3

Parámetros estadísticos de la serie:

Media= 60.0031
 Desviación estándar = 49.8070
 Coef. De asimetría = 1.9726
 Coef. De variación = 0.8301

Test de SMIRNOV KOLMOGOROV, para un nivel de significancia del 5 %

Delta máximo observado = 0.158497
 Delta crítico para (N;ns) = (16;0.05) = 0.330

***** CONCLUSION DEL TEST *****Se acepta el ajuste

Error estándar ERROR ESTANDAR = 18.65231
 Probabilidad empírica: Ecuación de Weibull (m)/(n+1)

PERIODO DE RETORNO (AÑOS)	VALOR DE LA VARIABLE	PROBABILIDAD DE EXCEDENCIA $P(X>x)$	VALOR DE LA VARIABLE
2	45.462	.975	10.396
5	90.213	.960	11.228
10	124.01	.950	11.815
20	158.171	.940	12.416
25	169.261	.900	14.892
50	204.035	.850	18.087
100	239.328	.800	21.394
200	275.152	.700	28.452
500	323.326	.500	45.462

6.- AJUSTE DE LA DISTRIBUCION LOG-PEARSON 3

Parámetros estadísticos de la serie:

Media = 1.6797

Desviación estándar = 0.2781

Coef. De asimetría = 1.0938

Coef. De variación = 0.1655

Test de SMIRNOV KOLMOGOROV, para un nivel de significancia del 5 %

Delta máximo observado = 106013

Delta crítico para (N;ns) = (16;0.05)=0.330

***** CONCLUSION DEL TEST *****Se acepta el ajuste

Error estándar ERROR ESTANDAR = 20.83278

Probabilidad empírica: Ecuación de Weibull (m)/(n+1)

PERIODO DE RETORNO (AÑOS)	VALOR DE LA VARIABLE	PROBABILIDAD DE EXCEDENCIA $P(X>x)$	VALOR DE LA VARIABLE
2	42.729	.975	19.337
5	76.902	.960	19.337
10	112.412	.950	20.994
20	160.193	.940	21.553
25	178.894	.900	23.532
50	250.065	.850	25.739
100	346.355	.800	27.855
200	476.595	.700	32.178
500	721.607	.500	42.729

Apendice 4

Registros de aforos mensuales promedios a la entrada del estanque de almacenamiento y distribución del acueducto El molino – Año 2011



**Aguas
de Mérida, c.a.**

Subgerencia Sucre
Departamento de producción
Aguas de Mérida C.A

Acueducto El Molino

A continuación se muestran los registros de aforos promedios reportados por el departamento de Producción de la subgerencia Sucre a la Unidad de planificación de aguas de Mérida, C.A.

Tabla A4.1 Registro de aforos a la entrada del estanque de almacenamiento y distribución del acueducto El Molino ubicado en el municipio Sucre del estado Mérida, durante el año 2011

Aforos (L/s)													
Año	ene	feb	mar	abr	may	jun	jul	agos	sep	oct	nov	dic	prom
2011	39	56	52	59	58	56	58	56	56	56	58	54	55

Apendice 5

Registros de control de calidad de los análisis fisicoquímicos y bacteriológicos
realizados a muestras de agua cruda de la quebrada El Molino durante el periodo 2006
- 2011

Tabla A5.1 Reporte de resultados de análisis fisicoquímicos a la entrada del estanque de almacenamiento y distribución del acueducto El Molino adscrito a la subgerencia Sucre de Aguas de Mérida, C.A. Periodo 2006 - 2007


 AGUAS DE MERIDA SUBGERENCIA SUCRE DEPARTAMENTO DE PRODUCCION							
RESULTADOS ANALISIS FISICOQUIMICOS RED DE DISTRIBUCION Y ACUEDUCTOS							
N°	año	Fecha	pH	TURBIEDAD (UNT)	COLOR (U.C)	ALCALINIDAD TOTAL (mg/l)	DUREZA TOTAL (mg/l)
1	2006	17-ene	7,2	2,8	21,5	57,0	44,5
2			7,8	2,5	15,0	63,0	46,0
3			7,5	8,1	38,8	46,3	41,0
4		18-abr	6,69	33,9	200	21	23
5		31-may	7,24	10,2	75	24	20
6		27-jul	7,5	9,85	40	37	31
7		17-jul	7,57	3,47	35	47	32
8		08-ago	7,67	5,11	35	47	32
9		26-sep	7,6	3	25	49	50
10		09-oct	7,6	3,3	35	52	42
11		07-nov	7,05	5,4	70	28	24
12		30-dic	7,12	13,5	90	26	22
13	2007	16-ene	7,32	3,3	35	46	46
14		22-feb	7,81	2,93	25	50	42
15		20-mar	7,78	0,84	20	68	50
16		11-abr	7,84	2,45	42	58	42
17		14-may	7,83	2,05	70	32	25
18		12-jun	7,45	3,54	40	48	36
19		10-jul	7,85	1,77	18	52	44
20		07-ago	7,74	8,21	50	44	42
21		18-sep	7,25	22,6	180	32	24
22		09-oct	7,33	43,6	300	24	18
23		20-nov	7,61	6,6	50	40	34
24		04-dic	7,53	7,53	50	42	30

Tabla A5.2 Reporte de resultados de análisis fisicoquímicos a la entrada del estanque de almacenamiento y distribución del acueducto El Molino adscrito a la subgerencia Sucre de Aguas de Mérida, C.A. Periodo 2008 - 2009


 AGUAS DE MERIDA SUBGERENCIA SUCRE DEPARTAMENTO DE PRODUCCION							
RESULTADOS ANALISIS FISICOQUIMICOS RED DE DISTRIBUCION Y ACUEDUCTOS							
N°	año	Fecha	pH	TURBIEDAD (UNT)	COLOR (U.C)	ALCALINIDAD TOTAL (mg/l)	DUREZA TOTAL (mg/l)
25	2008	15-ene	7,15	4	45	36	42
26		19-feb	7,81	2,93	25	50	42
27		11-mar	7,22	1,7	15	45	34
28		08-abr	8,01	1,7	15	40	44
29		21-may	8,08	3,45	50	46	38
30		11-jun	7,91	2,85	20	48	42
31		08-jul	7,5	9,5	35	45	38
32		13-ago	7,2	19	50	42	52
33		09-sep	7,41	9,26	80	30	28
34		28-oct	7,1	29	90	10	17
35		04-nov	7,3	6	15	28	40
36		16-dic	6,8	150	49	50	61
37	2009	19-ene	9,4	2	3	73	45
38		09-feb	7,8	2	5	76	50
39		23-mar	7,9	21,8	60	36	40
40		13-abr	7,7	7,5	35	55	37
41		19-may	7,6	3	25	49	40
42		02-jun	7,91	2,85	20	48	42
43		27-jul	6,9	17	50	26	34
44			7,2	19	50	42	52
45		15-sep	6,8	18	70	36	26
46		27-oct	7,1	29	90	10	17
47		10-nov	7,3	6	15	28	40
48		15-dic	6,8	29	49	50	61

Tabla A5.3 Reporte de resultados de análisis fisicoquímicos a la entrada del estanque de almacenamiento y distribución del acueducto El Molino adscrito a la subgerencia Sucre de Aguas de Mérida, C.A. Año 2010



 AGUAS DE MERIDA SUBGERENCIA SUCRE DEPARTAMENTO DE PRODUCCION							
RESULTADOS ANALISIS FISICOQUIMICOS RED DE DISTRIBUCION Y ACUEDUCTOS							
N°	año	Fecha	pH	TURBIEDAD (UNT)	COLOR (U.C)	ALCALINIDAD TOTAL (mg/l)	DUREZA TOTAL (mg/l)
49	2010	26-ene	9.4	2	3	73	45
50		17-feb	7.8	2	5	76	50
51		09-mar	7.9	21.8	60	36	40
52		21-abr	7.7	7.5	35	55	37
53		18-may	7.6	3	25	49	40
54		22-jun	7,91	2,85	20	48	42
55		13-jul	6.9	17	50	26	34
56		10-ago	7.2	19	50	42	52
57		07-sep	6.8	18	70	36	26
58		21-oct	7.1	29	90	10	17
59		10-nov	7.3	6	15	28	40
60		21-dic	6.8	27	49	50	61

Tabla A5.4 Reporte de resultados de los análisis bacteriológicos realizados a muestras de agua de la quebrada El Molino. Año 2006

		REPORTE DE RESULTADOS DE LOS ANALISIS BACTERIOLOGICOS Y/O CLORO RESIDUAL			
SOLICITANTE: AGUAS DE MERIDA - SUBGERENCIA SUCRE - DEPARTAMENTO DE PRODUCCION		FECHA DE ELABORACION DEL REPORTE			
ZONA DE CAPTACION DE LAS MUESTRAS: ENTRADA A LA PLANTA POTABILIZADORA EL MOLINO		FECHA DE LLEGADA DE LAS MUESTRAS			
NOMBRE DEL CAPTADOR:		HORA DE LLEGADA DE LAS MUESTRAS			


N° DE EXAMEN	N° DE FRASCO	AÑO	FECHA DE CAPTACION	HORA DE CAPTACION	LUGAR DE CAPTACION	N° DE COLONIAS A 35°C/ml	N.M.P COLIFORMES FECALES/100 ml	N.M.P COLIFORMES TOTALES/100 ml	CLORO RESIDUAL mg/lts
		2006	17-ene			87,5	157,5	287,5	
						80	114,5	198,25	
						90	150,75	273,25	
			18-abr			60	90	220	
			31-may			40	23	23	
			27-jul			80	140	140	
			17-jul			60	130	170	
			08-ago			140	170	220	
			26-sep			60	170	220	
			09-oct			120	170	300	
			07-nov			110	90	220	
			30-dic			9	2	16	

	AGUA POTABILIZADA	AGUA SIN POTABILIZAR	TECNICA SERIES MULTIPLES DE DE TUBOS	
			PRUEBAS - REACTIVOS - °C	
INDICE COLIFORMES NPM/100 ml	AUSENCIA	10000	PRESUNTIVA EN LAURIL SULFATO A 37° C. CONFIRMATIVA EN VERDE BILIS BRILLANTE A 37 °C E.C MEDIUM PARA COLIFORMES FECALES A 44,5°C	
N° DE COLONIAS A 35°C/100 ml	0	300 EN AGUAS SUPERFICIALES 50 EN AGUAS DE POZO	CONTEO DE COLONIAS AGAR NUTRITIVO A 37° C	
CLORO RESIDUAL	0.2 - 0.4	0	DPD (NN-P-DIETIL FENILENODIAMIN A)	

OBSERVACIONES:

ELABORADO POR EL ANALISTA DE LABORATORIO	REVISADO POR EL JEFE DE PRODUCCION

Tabla A5.5 Reporte de resultados de los análisis bacteriológicos realizados a muestras de agua de la quebrada El Molino. Año 2007

 AGUAS de Mérida, c.a.										
REPORTE DE RESULTADOS DE LOS ANALISIS BACTERIOLOGICOS Y/O CLORO RESIDUAL										
SOLICITANTE: AGUAS DE MERIDA - SUBGERENCIA SUCRE - DEPARTAMENTO DE PRODUCCION						FECHA DE ELABORACION DEL REPORTE				
ZONA DE CAPTACION DE LAS MUESTRAS: ENTRADA A LA PLANTA POTABILIZADORA EL MOLINO						FECHA DE LLEGADA DE LAS MUESTRAS				
NOMBRE DEL CAPTADOR:						HORA DE LLEGADA DE LAS MUESTRAS				
N° DE EXAMEN	N° DE FRASCO	AÑO	FECHA DE CAPTACION	HORA DE CAPTACION	LUGAR DE CAPTACION	N° DE COLONIAS A 35°C/ml	N.M.P COLIFORMES FECALES/100 ml	N.M.P COLIFORMES TOTALES/100 ml	CLORO RESIDUAL mg/lts	
		2007	16-ene			60	170	280		
			22-feb			140	170	280		
			20-mar			30	93	93		
			11-abr			100	240	240		
			14-may			110	170	300		
			12-jun			90	130	170		
			10-jul			180	300	500		
			07-ago			40	130	170		
			18-sep			70	130	300		
			09-oct			90	70	170		
			20-nov			60	170	170		
			04-dic			70	130	280		

	AGUA POTABILIZADA	AGUA SIN POTABILIZAR	TECNICA SERIES MULTIPLES DE DE TUBOS
			PRUEBAS - REACTIVOS - °C
INDICE COLIFORMES NPM/100 ml	AUSENCIA	10000	PRESUNTIVA EN LAURIL SULFATO A 37° C. CONFIRMATIVA EN VERDE BILIS BRILLANTE A 37 °C E.C MEDIUM PARA COLIFORMES FECALES A 44.5°C
N° DE COLONIAS A 35°C/100 ml	0	300 EN AGUAS SUPERFICIALES 50 EN AGUAS DE POZO	CONTEO DE COLONIAS AGAR NUTRITIVO A 37° C
CLORO RESIDUAL	0.2 - 0.4	0	DPD (NN-P-DIETIL FENILENODIAMIN A)

OBSERVACIONES:

ELABORADO POR EL ANALISTA DE LABORATORIO

REVISADO POR EL JEFE DE PRODUCCION

Tabla A5.6 Reporte de resultados de los análisis bacteriológicos realizados a muestras de agua de la quebrada El Molino. Año 2008

N° DE EXAMEN		N° DE FRASCO		AÑO	FECHA DE CAPTACION	HORA DE CAPTACION	LUGAR DE CAPTACION	N° DE COLONIAS A 35°C/ml	N.M.P COLIFORMES FECALES/100 ml	N.M.P COLIFORMES TOTALES/100 ml	COLORO RESIDUAL mg/lts
				2008	15-ene			60	70	170	
					19-feb			60	170	300	
					11-mar			90	130	240	
					08-abr			70	110	240	
					21-may			100	170	300	
					11-jun			70	130	240	
					08-jul			140	300	500	
					13-ago			60	240	300	
					09-sep			140	220	500	
					28-oct			90	170	220	
					04-nov			20	0	0	
					16-dic			120	170	300	


	AGUA POTABILIZADA	AGUA SIN POTABILIZAR	TECNICA SERIES MULTIPLES DE DE TUBOS
INDICE COLIFORMES NPM/100 ml	AUSENCIA	10000	PRUEBAS - REACTIVOS - °C PRESUNTIVA EN LAURIL SULFATO A 37° C. CONFIRMATIVA EN VERDE BILIS BRILLANTE A 37° C E C MEDIUM PARA COLIFORMES FECALES A 44,5°C
N° DE COLONIAS A 35°C/100 ml	0	300 EN AGUAS SUPERFICIALES 50 EN AGUAS DE POZO	CONTEO DE COLONIAS AGAR NUTRITIVO A 37° C
COLORO RESIDUAL	0.2 - 0.4	0	DPD (NN-P-DIETIL FENILENODIAMINA)

OBSERVACIONES:

ELABORADO POR EL ANALISTA DE LABORATORIO

REVISADO POR EL JEFE DE PRODUCCION

Tabla A5.7 Reporte de resultados de los análisis bacteriológicos realizados a muestras de agua de la quebrada El Molino. Año 2009

		REPORTE DE RESULTADOS DE LOS ANALISIS BACTERIOLOGICOS Y/O CLORO RESIDUAL	
SOLICITANTE: AGUAS DE MERIDA - SUBGERENCIA SUCRE - DEPARTAMENTO DE PRODUCCION		FECHA DE ELABORACION DEL REPORTE	
ZONA DE CAPTACION DE LAS MUESTRAS: ENTRADA A LA PLANTA POTABILIZADORA EL MOLINO		FECHA DE LLEGADA DE LAS MUESTRAS	
NOMBRE DEL CAPTADOR:		HORA DE LLEGADA DE LAS MUESTRAS	


N° DE EXAMEN	N° DE FRASCO	AÑO	FECHA DE CAPTACION	HORA DE CAPTACION	LUGAR DE CAPTACION	N° DE COLONIAS A 35°C/ml	N.M.P COLIFORMES FECALES/100 ml	N.M.P COLIFORMES TOTALES/100 ml	CLORO RESIDUAL mg/lts
		2009	19-ene			50	180	240	
			09-feb			70	75	120	
			23-mar			90	170	300	
			13-abr			80	130	170	
			19-may			110	50	170	
			02-jun			60	130	240	
			27-jul			40	70	130	
						80	133	183	
			15-sep			45	50	170	
			27-oct			60	110	170	
			10-nov			80	130	240	
			15-dic			131	210	460	

	AGUA POTABILIZADA	AGUA SIN POTABILIZAR	TECNICA SERIES MULTIPLES DE DE TUBOS
			PRUEBAS - REACTIVOS - °C
INDICE COLIFORMES NPM/100 ml	AUSENCIA	10000	PRESUNTIVA EN LAURIL SULFATO A 37° C. CONFIRMATIVA EN VERDE BILIS BRILLANTE A 37 °C E.C MEDIUM PARA COLIFORMES FECALES A 44,5°C
N° DE COLONIAS A 35°C/100 ml	0	300 EN AGUAS SUPERFICIALES 50 EN AGUAS DE POZO	CONTEO DE COLONIAS AGAR NUTRITIVO A 37° C
CLORO RESIDUAL	0.2 - 0.4	0	DPD (NN-P-DIETIL FENILENODIAMINA)

OBSERVACIONES:

ELABORADO POR EL ANALISTA DE LABORATORIO	REVISADO POR EL JEFE DE PRODUCCION

Tabla A5.8 Reporte de resultados de los análisis bacteriológicos realizados a muestras de agua de la quebrada El Molino. Año 2010

		REPORTE DE RESULTADOS DE LOS ANALISIS BACTERIOLOGICOS Y/O CLORO RESIDUAL		
SOLICITANTE: AGUAS DE MERIDA - SUBGERENCIA SUCRE - DEPARTAMENTO DE PRODUCCION		FECHA DE ELABORACION DEL REPORTE		
ZONA DE CAPTACION DE LAS MUESTRAS: ENTRADA A LA PLANTA POTABILIZADORA EL MOLINO		FECHA DE LLEGADA DE LAS MUESTRAS		
NOMBRE DEL CAPTADOR:		HORA DE LLEGADA DE LAS MUESTRAS		

N° DE EXAMEN	N° DE FRASCO	AÑO	FECHA DE CAPTACION	HORA DE CAPTACION	LUGAR DE CAPTACION	N° DE COLONIAS A 35°C/ml	N.M.P COLIFORMES FECALIS/100 ml	N.M.P COLIFORMES TOTALES/100 ml	CLORO RESIDUAL mg/lts
		2010	26-ene			180	210	460	
			17-feb			50	43	93	
			09-mar			150	210	460	
			21-abr			1230	11000	24000	
			18-may			50	23	93	
			22-jun			650	2100	2100	
			13-jul			70	43	93	
			10-ago			55	240	240	
			07-sep			35	93	93	
			21-oct			82	240	240	
			10-nov			1860	4600	4600	
			21-dic			1120	11000	11000	

	AGUA POTABILIZADA	AGUA SIN POTABILIZAR	TECNICA SERIES MULTIPLES DE DE TUBOS
			PRUEBAS - REACTIVOS - °C
INDICE COLIFORMES NPM/100 ml	AUSENCIA	10000	PRESUNTIVA EN LAURIL SULFATO A 37° C. CONFIRMATIVA EN VERDE BILIS BRILLANTE A 37 °C E.C MEDIUM PARA COLIFORMES FECALIS A 44,5°C
N° DE COLONIAS A 35°C/100 ml	0	300 EN AGUAS SUPERFICIALES 50 EN AGUAS DE POZO	CONTEO DE COLONIAS AGAR NUTRITIVO A 37° C
CLORO RESIDUAL	0.2 - 0.4	0	DPD (NN-P-DIETIL FENILENODIAMINA)
OBSERVACIONES:			

ELABORADO POR EL ANALISTA DE LABORATORIO

REVISADO POR EL JEFE DE PRODUCCION

--	--