



Facultad de Construcciones
Departamento de Ingeniería Hidráulica

Informe Referativo en opción al título de Ingeniero Hidráulico

**Ideas básicas para el abastecimiento de agua a la
actividad agrícola en la comunidad La Magdalena
del municipio Guamá.**

Autor:

Leandro Alfonso Osorio

Tutor:

DrC. Liber Galban Rodríguez

Julio2020

PENSAMIENTO

...La voluntad hidráulica...no es suficiente y tiene q elaborarse toda una estrategia no solo del desarrollo total de los recursos hidráulicos, sino también de la utilización óptima del agua.

Fidel Castro Ruz

DEDICATORIA

- Este proyecto va dedicado de forma especial a mi mamá Adelaida Osorio Díaz, mi papá Arsenio Alfonso Leyva y mi hermana Liliana Alfonso Osorio que desde un principio lo dieron todo para que yo me formara como un gran profesional.
- A todos mis amigos que siempre estuvieron al tanto y preocupados sobre mi situación en estos años de sacrificio.
- A toda mi familia por apoyarme en todo momento.

AGRADECIMIENTOS

- Gracias a dios por darme fuerzas y conocimiento para salir adelante y hacer realidad este sueño tan hermoso.
- Le agradezco de forma especial a mi tutor, profesor Dr. C. Liber Galbán Rodríguez, por su atención, apoyo y ayuda incondicional en todo momento.
- A todos los profesores y trabajadores de la Facultad de Construcciones por brindarme sus conocimientos para formarme como profesional.
- A mis compañeros de cuarto Mirliobis Chic Martines, Jorge L Céspedes Rojas, Luis A Cruz Alfonso entre otros que estuvieron junto a mí en los momentos buenos y malos.
- A todos mis compañeros de aula que sin su apoyo no hubiera sido posible llegar hasta el final de la meta.
- A toda mi familia que de una manera u otra han aportado su granito de arena para que yo siguiera adelante en esta misión tan importante.
- A todos los que no están presente porque sin su apoyo me hubiera sido muy difícil culminar estos años de esfuerzos.
- A mi pareja que gracias a su apoyo, dedicación y amor pude cumplir satisfactoriamente este sueño tan preciado de formarme como profesional.

RESUMEN

De acuerdo con las prioridades establecidas por el gobierno municipal del municipio Guamá ubicado al este en la provincia Santiago de Cuba, una de las comunidades que necesita un estudio integral de sus fuentes de agua y sistema de abastecimiento para desarrollar la actividad agrícola en la Comunidad “La Magdalena”.

En este trabajo se realiza el estudio y proyecto preliminar de ideas básicas para un nuevo sistema de abastecimiento de agua a la actividad agrícola de esta comunidad a partir fuentes superficiales. En este se sugiere el uso de métodos indirectos que emplean herramientas informáticas, softwares profesionales y un conjunto de normativas actuales para estos tipos de acciones. La aplicación de estos métodos logra proponer las ideas conceptuales que sirven como material para la toma de decisiones locales futuras.

ABSTRACT

In accordance with the priorities established by the municipal government of the Guamá municipality located to the east in the Santiago de Cuba province, one of the communities that need a comprehensive study of its water sources and supply system to develop agricultural activity in the Community "La Magdalena". In this work, the study and preliminary project of basic ideas for a new system of water supply to the agricultural activity of this community from superficial sources is carried out. This suggests the use of indirect methods that employ computer tools, professional software, and a set of current regulations for these types of actions. The application of these methods manages to propose the conceptual ideas that serve as material for future local decision making.

ÍNDICE

INTRODUCCIÓN.....	2
.CAPÍTULO 1: CONDICIONES Y CARACTERÍSTICAS DE LA COMUNIDAD LA MAGDALENA.	4
1.1 Características socio culturales y administrativas de la comunidad La Magdalena en el municipio Guamá.....	8
CAPÍTULO 2: METODOLOGÍAS DE CÁLCULO Y MEDIOS A EMPLEAR	12
2.1 Análisis de los resultados básicos obtenidos en el procesamiento de la información.	14
2.1.1 Sobre el estudio hidrológico para determinar el cierre optimo en el rio La Magdalena y los caudales posibles de explotar reduciendo los daños ecológicos aguas abajo.	14
2.1.2 Sobre el diseño conceptual de la red de abastecimiento hasta los productores agrícolas.....	18
2.1.3 Sobre la caracterización de los suelos y áreas actuales destinadas al cultivo agrícola extensivo en la comunidad objeto de estudio.....	22
2.1.4 Sobre las actividades constructivas a desarrollar para el sistema de abastecimiento de agua a la actividad agrícola.	27
2.1.5 Algunas recomendaciones generales sobre la explotación del sistema de abasto propuesto.	30
CONCLUSIONES	33
RECOMENDACIONES	34
BIBLIOGRAFÍA	35

INTRODUCCIÓN.

- **Entidad (organización) que solicita el trabajo:** Proyecto “Desarrollo integral en comunidades montañosas del municipio guamá en Santiago de Cuba”. 2020 – 2022. Proyecto territorial del CITMA Santiago de Cuba. Código: 9008
- **Fecha de solicitud:** 15/11/2019
- **Organización a la que se le solicita el trabajo:** Departamento de Ingeniería hidráulica. Facultad de Construcciones. Universidad de Oriente.
- **Fecha de aprobación de la solicitud:** 4/02/2020
- **Período de realización del trabajo:** 1/03/2020 – 1/06/2020
- **Personal técnico que realizó el trabajo:**

Nombre y apellidos	Cargo
Est. Leandro Alfonso Osorio	Diplomante. 5to año. Ingeniería Hidráulica
DrC. Liber Galbán Rodríguez	Tutor. Departamento de Ingeniería hidráulica. Facultad de Construcciones. Universidad de Oriente.

- **Antecedentes y situación problemática.**

La cobertura de agua potable en 25 países de América Latina y el Caribe para fines de 1988 (Castro de Esparza, 1997), fue de 291.6 millones de habitantes en áreas urbanas y 124 millones en zonas rurales. Sin embargo, la cobertura registrada corresponde únicamente a un acceso al vital líquido, pero la cantidad real de población que cuenta con agua potable es desconocida. Esta cobertura para las comunidades rurales es aún más incierta, ya que por lo general, este tipo de comunidades se caracteriza por ser muy dispersa y, en consecuencia, el agua que consumen tiene un tratamiento deficiente o bien, este proceso es inexistente; además de los incrementos por la necesaria subsistencia de estas zonas que se caracterizan por promover el desarrollo agrícola endógeno, también necesitado del recurso agua.

- ✓ Específicamente el municipio Guamá de la provincia Santiago de Cuba, se caracteriza por poseer un gran número de comunidades rurales aisladas, en las que se desarrollaron en los años 80 del siglo XX, distintos proyectos de abastecimiento de agua. Hoy debido al crecimiento demográfico experimentado por estas comunidades y el desarrollo de distintas formas de organización para la producción agrícola endógena, estos sistemas no son suficientes, además de no cubrir la demanda de los nuevos campos de cultivo establecidos actualmente en estas comunidades.

✓ **Fundamentación y argumentación de la necesidad del trabajo.**

De acuerdo con las prioridades establecidas por el gobierno municipal de Guamá, una de las comunidades que necesita un estudio integral de sus fuentes de agua y sistema de abastecimiento para mejorar la producción agrícola es la Comunidad “La Magdalena”.

Para atender esta problemática, fue aprobado por la Delegación provincial del Ministerio de Ciencia Tecnología y Medio Ambiente (CITMA), el proyecto territorial titulado “Desarrollo integral en comunidades montañosas del municipio Guamá en Santiago de Cuba”, a desarrollarse entre los años 2020 y 2022. Una de las tareas de este proyecto consiste en estudiar, proyectar y mejorar los sistemas de abastecimiento de agua a esta comunidad para su posterior desarrollo sostenible, especialmente para la actividad agrícola.

Problema de Investigación: Necesidad de abastecimiento de agua para el desarrollo agrícola de la comunidad La Magdalena del municipio Guamá.

Objeto de investigación: La producción agrícola de la comunidad La Magdalena del municipio Guamá

Campo de Acción: El sistema de abastecimiento de agua para la producción agrícola de la comunidad La Magdalena del municipio Guamá

Objetivo general: Diseñar las ideas básicas para un proyecto de abastecimiento de agua a partir de fuentes superficiales, para el desarrollo agrícola de la comunidad La Magdalena del municipio Guamá que sirva como material para la toma de decisiones locales.

Objetivos específicos:

- 1- Revisar y sistematizar la información bibliográfica a los efectos de caracterizar el abastecimiento agua actual para la producción agrícola de la comunidad rural La Magdalena en el municipio Guamá.
- 2- Declarar los pasos metodológicos conceptuales para implementar un sistema de abastecimiento de agua a la agricultura en la comunidad La Magdalena a partir de fuentes superficiales.

Hipótesis: Si se realiza un diseño básico para un proyecto de abastecimiento de agua a partir de fuentes superficiales, para el desarrollo agrícola de la comunidad La Magdalena del municipio Guamá que sirva como material para la toma de decisiones locales, se podrá contribuir con la solución de esta problemática en esta comunidad.

CAPÍTULO 1: CONDICIONES Y CARACTERÍSTICAS DE LA COMUNIDAD LA MAGDALENA.

La comunidad La Magdalena se encuentra ubicada al este del poblado de Chivirico en el municipio Guamá a 144km del municipio cabecera Santiago de Cuba. (Figura 1.1)

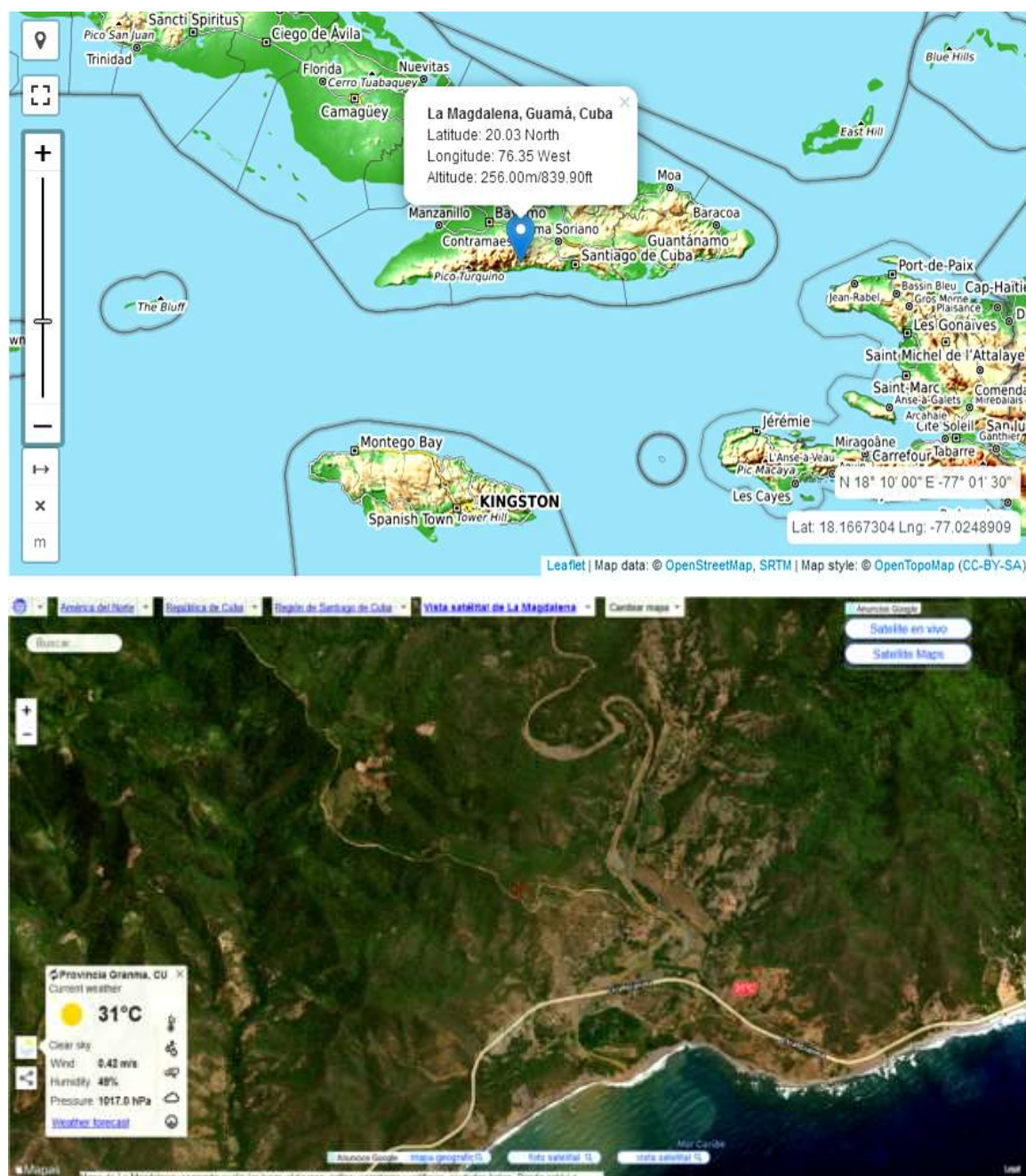


Figura 1.1 Mapa de ubicación geográfica de la comunidad La Magdalena en el municipio Guamá e imagen satelital del área en específico.

Se extiende por una estrecha franja de 98.7 kilómetros cuadrados de superficie y su población asciende aproximadamente a 1419 habitantes distribuidos en diversos asentamientos rurales.

Este territorio tiene un relieve montañoso. En el territorio se observa una casi total ausencia de superficies planas altas; predominan los procesos erosivos. El elevado grado de disección vertical y horizontal del territorio y el predominio de superficies con fuertes pendientes, influyen decisivamente en las posibilidades de mecanización, los costos de producción, las condiciones de trabajo, las limitaciones de las maquinarias agrícolas, los sistemas de irrigación y los costos de explotación. (Figura 1.2)

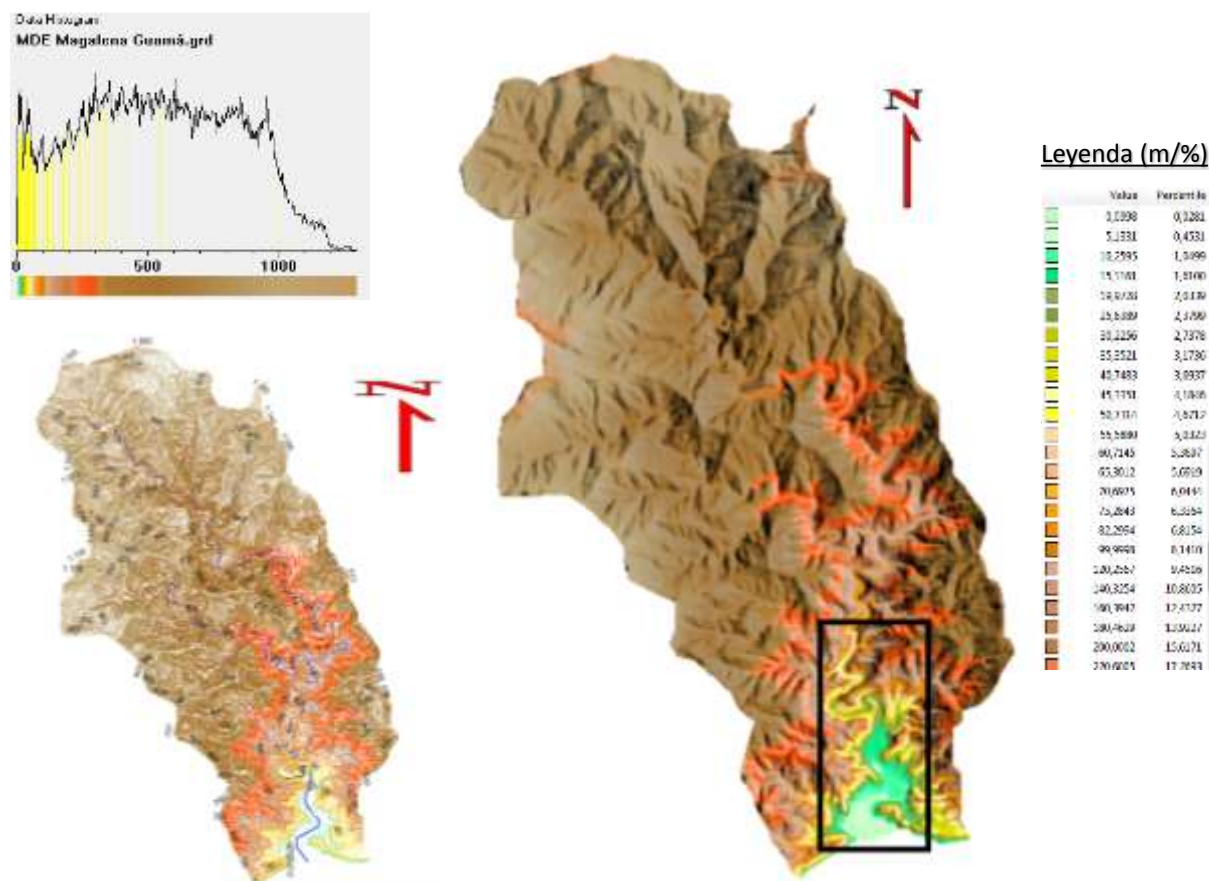


Figura 1.2 Imagen del mapa de relieve y modelo digital de elevación de la cuenca hidrográfica del río La Magdalena en el municipio Guamá. Se especifica en recuadro área de trabajo del proyecto.

Predominan depósitos rocosos del Paleoceno y el Eoceno con depósitos vulcanógenos y sedimentarios, interrumpidos en ocasiones por formaciones ígneas del Mesozoico con graboides y diabasas, del Cenozoico con basaltos y andesitas, así como granitos del Cenozoico, que son las que más aparecen en distintos puntos del territorio. Estas formaciones geológicas se corresponden con el relieve de la Sierra Maestra.

Debido a las características del territorio y a la presencia de la Sierra Maestra, las redes hidrográficas son pequeñas, y en ocasiones aparecen diminutas cuencas que

pertenecientes a ríos intermitentes. Los ríos son cortos, de escaso caudal y torrenciales. En la época de lluvia crecen, y pueden arrasar con todo lo que encuentren a su paso, incomunicando diversas comunidades. En La Magdalena los ríos más importantes son La Magdalena, El Macho y El Macío. (Figura 1.3)

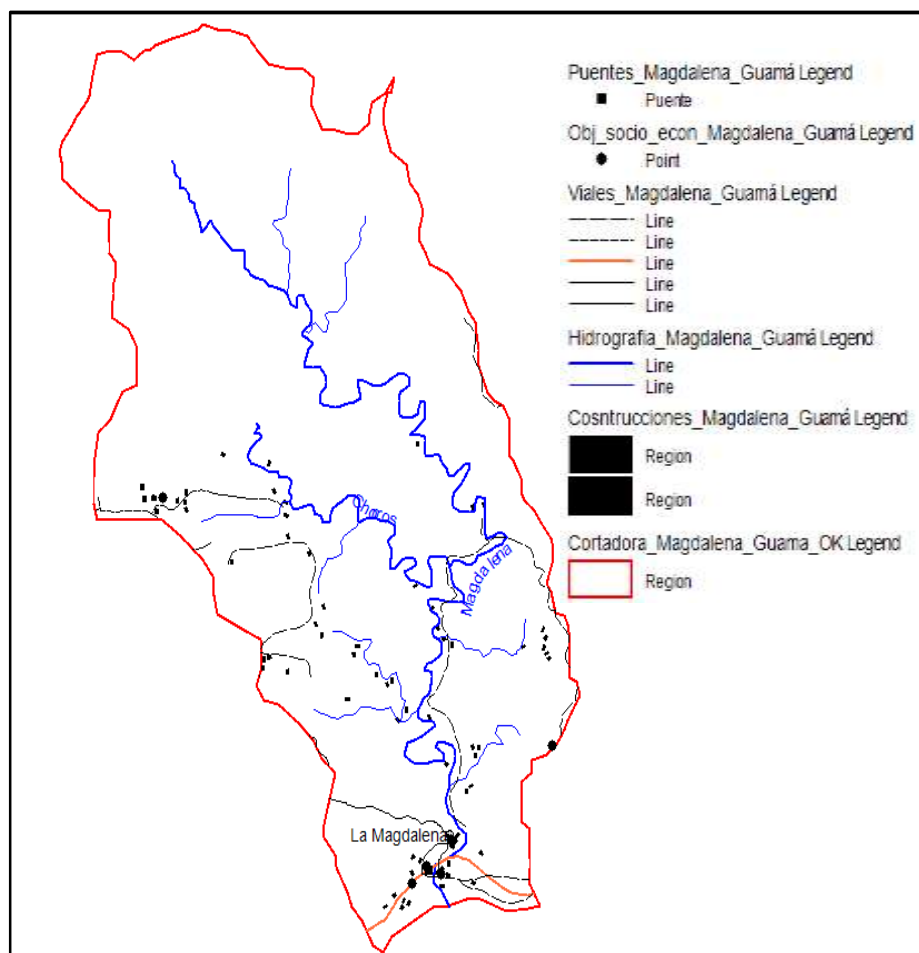


Figura 1.3 Mapa de la cuenca hidrográfica del río La Magdalena en el municipio Guamá.

El clima del territorio es tropical, aunque al estar situado al sur de la Sierra Maestra, predominan las condiciones de sequedad. La más extensa serranía cubana sirve de barrera natural a los vientos alisios que vienen cargados de humedad desde el Océano Atlántico. Al encontrarse con estas montañas, se ven obligados a elevarse, por tanto, se condensan y se precipitan en su ladera norte, y al descender secos por la ladera sur, lugar donde se encuentra la localidad, lo propician mayores condiciones de sequedad. También se debe recordar que la ladera sur de la Sierra Maestra está todo el año frente al Sol, y acentúa esas condiciones de escasa humedad. La temperatura promedio es de 26 grados Celsius siendo ligeramente más bajas en las zonas altas. (Figura 1.4)

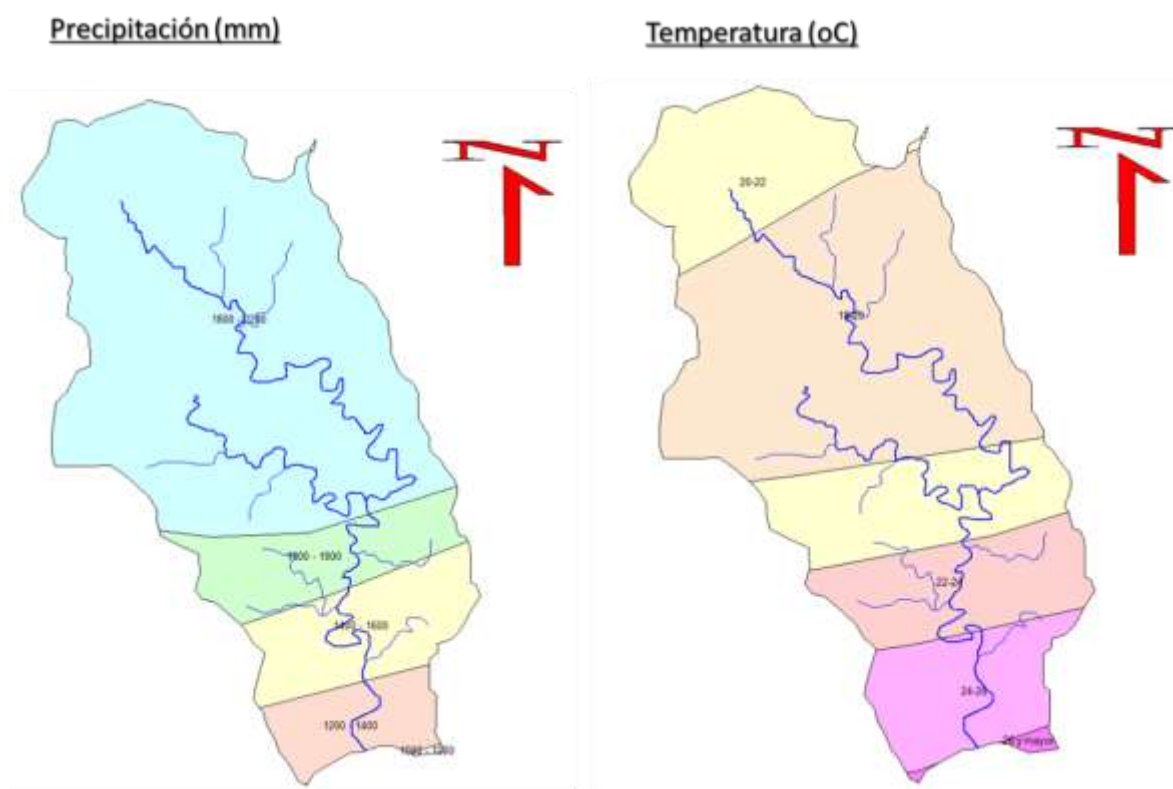


Figura 1.4 Imágenes del mapa de precipitaciones y temperatura de la cuenca hidrográfica del río La Magdalena en el municipio Guamá.

Los factores que determinan en lo fundamental la vida vegetal de este territorio, así como de toda la Sierra Maestra, son el relieve y la distancia al mar. En el mismo se observan los siguientes tipos de vegetación:

- Complejo de vegetación de pedregal ripario, vegetación muy abierta con hierbas, arbustos y árboles, su composición florística resulta relativamente pobre, su productividad es baja, viven en los pedregales y arenales.
- Complejo de vegetación de costa alta, está constituido principalmente por arbustos, tienen hierbas y carecen de árboles, su composición florística es pobre, su productividad es baja en las franjas costeras.
- Complejo de vegetación de playa, está constituido principalmente por arbusto, hierbas y plantas rastreras, carecen de árboles, su composición florística es pobre, con productividad baja, vive en las playas frente al mar.
- Formación de pluvisilva estacional, bosque de alturas relativamente grandes, con dos estratos arbóreos continuos.
- Formación de pinar, bosque donde el pino de la maestra resulta la especie arbórea dominante.

- Formación de manglar, bosque con cuatro especies de árboles y pobre flora, nulo en cuanto a plantas con semillas, vive en solo algunos tramos costeros, donde se producen inundaciones estacionales o permanente complejos de vegetación de ríos, ocupa el cauce que corre permanentemente a casi su composición florística es relativamente simple y con gran peso de las algas, su productividad es alta.(Figura1.5)



Figura 1.5 Imagen del mapa de vegetación de la cuenca hidrográfica del río La Magdalena en el municipio Guamá.

1.1 Características socio culturales y administrativas de la comunidad La Magdalena en el municipio Guamá.

La Magdalena, comunidad perteneciente al municipio Guamá de la provincia Santiago de Cuba, fue creada entre los años 1992 y 1993 a raíz del proceso de creación de los consejos populares y los órganos locales del Poder Popular. Anteriormente formaba parte del término municipal del Cobre. Actualmente pertenece al Consejo Popular La Plata. La densidad de población alcanza los 15.07 habitantes por km². Este consejo popular comparte parte del litoral del municipio en el cual está enclavado y comprende además una pequeña porción del área montañosa del mismo, correspondiente a la Sierra Maestra, macizo montañoso más importante de Cuba. (EcuRed, 2019)

- Al norte: Limita con el municipio Bartolomé Masó perteneciente a la provincia Granma.
- Al este: Limita con el Consejo Popular La Plata.
- Al sur: Está el Mar Caribe.
- Al oeste: Limita con el municipio Pilón de la provincia Granma.

Desde el triunfo de la Revolución el territorio ocupado por el hoy Comunidad La Magdalena se impulsaron diversos programas para favorecer el desarrollo económico de este inhóspito paraje. La economía de la localidad se basa fundamentalmente en las labores agropecuarias, como la cría de ganado vacuno, los cultivos varios y la explotación forestal.

Antes de 1959 en el territorio no existía ninguna escuela ni maestros públicos, prácticamente toda la población era analfabeta y de origen campesino. En la actualidad se alcanzan niveles superiores en la calidad de la enseñanza. En el consejo popular se ha construido varias escuelas primarias a las cuales tienen acceso todos los pobladores del lugar. El programa cultural desarrollado en el consejo popular está concebido a partir de las particularidades del territorio, sus condiciones de entorno y basado en la apreciación de los principios fundamentales que rigen la política cultural cubana que a su vez constituyen los fundamentos básicos de la promoción cultural.

Existen varios terrenos deportivos creados en su totalidad por esfuerzo de los propios pobladores del lugar, entre los que se destaca el campo de pelota ubicado en el poblado de La Magdalena.

Los avances alcanzados en el terreno de la salud pública son incomparables con las condiciones existentes antes del Triunfo de la Revolución. El consejo cuenta con una red de instalaciones de salud compuesta por varios consultorios médicos de la familia. Además existen otras entidades representadas, entre ellas en la comunidad:

- 3 salas de Tv: 1 Magdalena, 1 Ciruelo, 1 Las Palmitas.
- Sala polifuncional Tv Joven Club.(Figura 1.6)
- 4 Escuelas primarias: 1 Magdalena, 1 en el Ciruelo, en montaña 1 en Rancho grande y 1 Caimanes.
- 1 UBPC
- 1 Consultorio
- 1 farmacia
- 1 panadería

- 1 Gastronomía
- 2 plantas de electrógenos
- 12 CDR
- 2 sistemas de bombeo de agua para la población.
- Casa del MININT



Figura 1.6 Imagen de la parte delantera del Joven club de la comunidad La Magdalena, con algunos pobladores beneficiados.

<http://www.scu.jovenclub.cu/?author=2>

Es importante señalar que la comunidad La Magdalena cuenta actualmente con un sistema de abastecimiento de agua comprendido por 2 sistemas:

1. Sistema por gravedad de agua superficial compuesto por: una toma de agua en el río La Magdalena colindante a las viviendas de los integrantes de la cooperativa, seguido de una tubería de conducción de agua por gravedad hasta 2 tanques de recolección y almacenamiento.
2. Sistema por bombeo fotovoltaico de agua subterránea compuesto por: 2 pozos de extracción de agua subterránea cercanos a la costa que igualmente aportan agua a los 2 tanques de recolección y almacenamiento comunitarios.

Estas instalaciones fueron puestas allí a través de un proyecto de colaboración internacional en el año 1995, destinado fundamentalmente al consumo doméstico que por aquella época estaba en el orden de los 512 habitantes (según datos del censo realizado en 2012). Actualmente con el crecimiento de la población y el incremento de la actividad agrícola estas fuentes de abastecimiento de agua no son suficientes ni eficientes, al menos durante la temporada seca de año (unos 6 meses) debido a las siguientes causas:

- El río La Magdalena es intermitente en sus últimos 5 km de recorrido, por lo que la obra de toma ubicada cerca de las viviendas de la cooperativa no funciona en época de sequía.
- Los pozos habilitados para la extracción de agua subterránea no cubren la demanda en la temporada seca, se salinizan con frecuencia. Además de que la caseta de bombeo fotovoltaico instalada con anterioridad allí está actualmente en condiciones de deterioro. Se construye una nueva, pero se conoce que el acuífero no responderá a la demanda futura. (Figura 1.7)



Figura 1.7 Imágenes de las casetas de bombeo y el sistema fotovoltaico, en la actualidad existente en la comunidad La Magdalena.

En el caso de la actividad agrícola particularmente se emplean fundamentalmente las fuentes subterráneas y el cultivo extensivo con irrigación combinada (natural y con sistemas de riego), el cual debido a las condiciones climáticas del área resulta insuficiente para incrementar los valores actuales de producción agrícola. Como se puede evidenciar existe una necesidad de mejorar el abastecimiento de agua en la comunidad, sobre todo por el auge de la producción agrícola necesitada de un sistema de abastecimiento de agua que responda a la demanda actual y futura.

CAPÍTULO 2: METODOLOGÍAS DE CÁLCULO Y MEDIOS A EMPLEAR

Teniendo en cuenta las potencialidades de la cuenca hidrográfica del río La Magdalena y las necesidades agrícolas de la región, se procede a proponer un conjunto de tareas encaminadas a incrementar el abastecimiento de agua a partir de fuentes superficiales:

1. Elementos a considerar para el estudio hidrológico para determinar el cierre óptimo en el río La Magdalena y los caudales posibles de explotar reduciendo los daños ecológicos aguas abajo.
2. Diseño conceptual de la red de abastecimiento hasta los productores agrícolas.
3. Caracterización de los suelos y áreas actuales destinadas al cultivo agrícola extensivo en la comunidad objeto de estudio.
4. Enunciado de las actividades constructivas a desarrollar para el sistema de abastecimiento de agua a la actividad agrícola.
5. Realizar recomendaciones generales sobre la explotación del sistema de abasto propuesto.

Para realizar estas tareas deberán emplearse posteriormente los siguientes procedimientos e instrumentos:

- Métodos hidrológicos para la determinación de caudales de escurrimiento superficial en cuencas hidrográficas y determinación del cierre idóneo del río La Magdalena, cumpliendo con los requisitos de las necesidades de la comunidad.
- Herramientas de balance hídrico (Relac ASPC, Días de lluvia promedio)
- Métodos hidrológicos para determinar caudales ecológicos en el cierre del río, que garantice el volumen real de agua a explotar de la cuenca.
- Métodos topográficos e ingeniero geológicos para el levantamiento físico y acondicionamiento del objeto de trabajo.
- Manual de diseño e instalación de sistemas de tuberías de PAD. Empleada para la selección de tipo de tubería a emplear en el sistema y sus características de instalación.
- Manual PRECONS, para el diseño y establecimiento de las actividades tecnológicas de ejecución y cálculo básico de los materiales, equipos y otras operaciones necesarias para ejecutar del sistema de abastecimiento de agua potable.
- Herramientas informáticas de procesamiento de la información básica:

- Sistema de Información Geográfica (SIG) Mapinfo, versión 12.0
- Microsoft office Word 2007.
- Microsoft office Excel 2007.

- Estudios actualizados de las necesidades hídricas de los cultivos en Cuba, y particularmente en la zona de estudio.

- Elementos de diseño para un sistema de riego adecuado, según la relación Agua-suelo-planta-clima y las normas actuales de consumo de agua en la agricultura.

Por otro lado se aclara que en el momento de realización del presente proyecto de tesis, no se pudo acceder a la comunidad de manera física, por lo que fueron empleados medios digitales e información preexistente tales como;

- Cartografía digital en un SIG a escala 1:25000 de la provincia Santiago de Cuba
- Uso de imágenes satelitales descargadas de la web (Google earth).
- Información previa de la comunidad y el actual sistema de abasto, ofrecida por la Empresa de Aprovechamiento Hidráulico de Santiago de Cuba y la Empresa Aguas Santiago.

Esta información se considera actualizada debido a los objetos sociales de estas entidades pertenecientes al Instituto Nacional de Recursos Hidráulicos (INRH).

Además, también deberán consultarse otras fuentes legales como:

1. Decreto - Ley No. 212/2000. "Gestión de la Zona Costera".
2. Decreto Ley No. 262/1999 "Reglamento para la compatibilización del desarrollo económico-social del país con los intereses de la defensa".
3. Decreto No. 327/2014 "Reglamento del proceso inversionista".
4. Ley No. 124/2017 "Ley de aguas terrestres".
5. Plan del Estado cubano para el enfrentamiento al cambio climático (Tarea vida).
6. Plan Hidráulico Nacional hasta 2030. INRH.2015.
7. Política Nacional de Agua. INRH, 2015.
8. Resolución 132/2009 del CITMA. "Reglamento del Proceso de Evaluación de Impacto Ambiental".
9. Decreto - LEY NO. 201/1999. "Del sistema nacional de áreas protegidas"

2.1 Análisis de los resultados básicos obtenidos en el procesamiento de la información.

A partir de la información obtenida y las posibilidades de realización de las tareas expuestas anteriormente, se describen los siguientes resultados que constituyen ideas básicas para la realización futura del proyecto y toma de decisiones en correspondencia con la situación planteada.

2.1.1 Sobre el estudio hidrológico para determinar el cierre óptimo en el río La Magdalena y los caudales posibles de explotar reduciendo los daños ecológicos aguas abajo.

A través de métodos indirectos descritos en la literatura, se aplican en un Sistema de Información Geográfica, obteniendo los valores básicos de las variables en cada método (Tabla 2.1 y 2.2), y realizando luego los modelos de escurrimiento por cada método hasta el cierre determinado.

Tabla 2.1. Características morfométricas generales de las cuencas obtenidos de la cuenca con el empleo de un SIG.

Cuencas	Coordenadas N E	Ac Km ²	Hm m	Yc o/oo	Yr o/oo	Dd Km/km ²	Lr Km	H1 m	H2 m	Clasif
Río La Magdalena Hasta el cierre seleccionado	X:486.83; Y:141.380				Poner valor					

Leyenda:

A - Área de la cuenca en Km²

Hm- Altura media de la cuenca en m Lr – Longitud del río en Km

H1 – Cota del nacimiento del río en msnm Yr- Pendiente del río e o/oo

H2- Cota de la desembocadura del río msnm Yc – Pendiente media de la cuenca o/oo

Dd – Densidad de Drenaje Km/Km²

La clasificación de las corrientes identifica si son permanentes (P) o intermitentes (I)

Tabla 2.2. Caudales aprovechables por diferentes métodos.

Método hidrológico	Caudal medio anual	Caudal medio mensual	Caudal medio semanal	Caudal medio diario	Caudal ecológico medio diario
Método racional					
Método de las curvas numéricas.		Poner valor calculado			
III Variante de José Luis Batista.					
Fórmulas Clásicas.					
Fórmulas Hidrometeorológicas					
Entre otros					

En función de lograr una mayor precisión se recomienda escoger una media de caudal de escurrimiento entre los métodos indirectos aplicados y su rectificación con métodos directos.

Una vez determinado al caudal medio anual histórico del río se procede a determinar el Caudal ecológico. Este caudal es necesario debido a que la cuenca está enclavada en un área protegida: el parque Nacional Sierra Maestra”, por tanto también es preciso escoger su valor acorde a las regulaciones específicas para este tipo de área geográfica.

La expresión caudal ecológico - referido a un río o a cualquier otro cauce de agua corriente - es una expresión que puede definirse como el agua necesaria para preservar los valores ecológicos en el cauce del mismo, como:

- los hábitats naturales que cobijan una riqueza de flora y fauna,
- las funciones ambientales como dilución de polutantes o contaminantes,
- amortiguación de los extremos climatológicos e hidrológicos,
- preservación del paisaje.
- La determinación del caudal ecológico de un río o arroyo se hace según un cuidadoso análisis de las necesidades mínimas de los ecosistemas existentes en el área de influencia de la estructura hidráulica que en alguna forma va a modificar el caudal natural del río o arroyo.

El caudal ecológico (CE) en ríos y humedales es un instrumento de gestión que permite acordar un manejo integrado y sostenible de los recursos hídricos , que establece la calidad, cantidad y régimen del flujo de agua requerido para mantener los componentes, funciones, procesos y la resiliencia de los ecosistemas acuáticos que proporcionan bienes y servicios a la sociedad (WWF, 2010)

El CE concilia la demanda económica, social y ambiental del agua, reconoce que los bienes y servicios de las cuencas hidrológicas dependen de procesos físicos, biológicos y sociales, y que únicamente conservando el agua que éstos necesitan, se puede garantizar su provisión futura.

En la práctica, el CE busca reproducir en alguna medida el régimen hidrológico natural (RHN), conservando los patrones estacionales de caudales mínimos y máximos -temporada de sequías y lluvias, respectivamente, su régimen de crecidas y tasas de cambio de especial interés para la gestión de infraestructura hidráulica o hidroeléctrica. Estos componentes del RHN determinan la dinámica de los ecosistemas acuáticos y su relación con los ecosistemas terrestres.

Aunque existen diversas metodologías, el principio científico del cálculo de CE consiste en entender el papel que desempeñan los componentes del RHN en la estructura y funcionamiento de los ecosistemas acuáticos, para así definir los caudales mínimos que necesitan para su conservación o restauración. La puesta en práctica de los CE incluye aguas de diferente naturaleza y diferentes fines (WWF, 2010):

- ✓ La descarga natural comprometida; es decir, las aportaciones de los acuíferos como caudal base.
- ✓ Los escurrimientos superficiales; el agua que escurre sobre el suelo y después por los cauces de los ríos.
- ✓ El régimen de extracción en la cuenca, considerando los retornos y descargas de aguas tratadas, las transferencias comprometidas aguas abajo y, de requerirse, un caudal específico para conservación (e.g. reserva de agua).

Para conciliar las demandas ambientales y socio-económicas por el agua, la determinación de CE se basa en la definición de objetivos de manejo para cada tramo de río, subcuenca o cuenca,

dependiendo de su estado ecológico y del grado de presión de uso (figura 2.1).

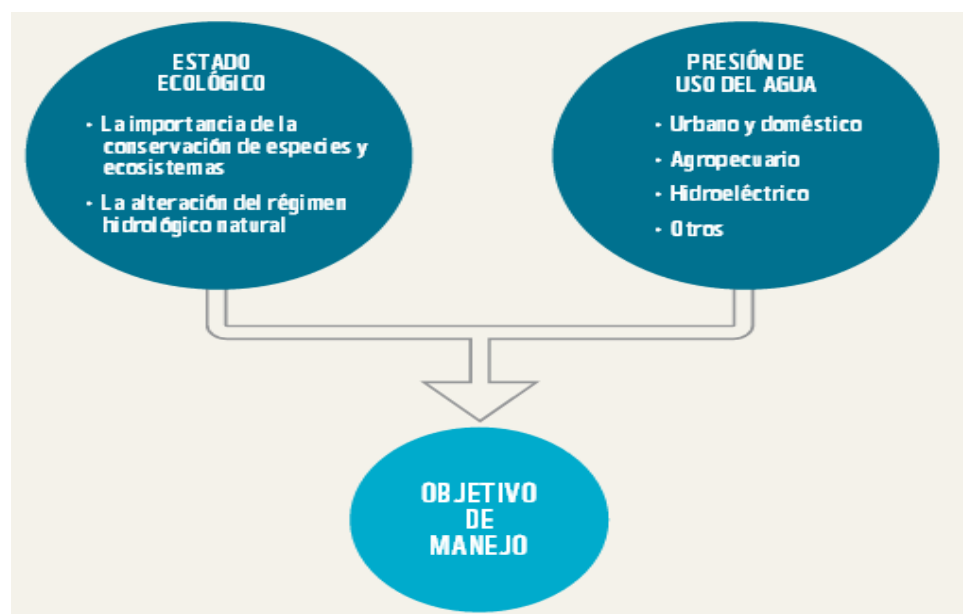


Figura 2.1. Diagrama conceptual para la asignación de un objetivo de manejo. (WWF, 2010)

Las formas más simples son los métodos hidrológicos o estadísticos, que determinan el caudal mínimo ecológico a través del estudio de los datos de caudales. Un ejemplo de método estadístico simple es definir el caudal mínimo ecológico como un 10% del caudal medio histórico, sobre todo para el diseño de

presas, aunque teniendo en cuenta que se está trabajando en una zona protegida del país como lo es el Parque Nacional Sierra Maestra y que se trata de aprovechar solo un por ciento del caudal diario del río permanentemente dejando pasar el por ciento adecuado de caudal para que funcione la cuenca sin problemas, se recomienda emplear entre el 15 y el 25 % del caudal medio anual, tal y como se expresa en la figura 2.2.

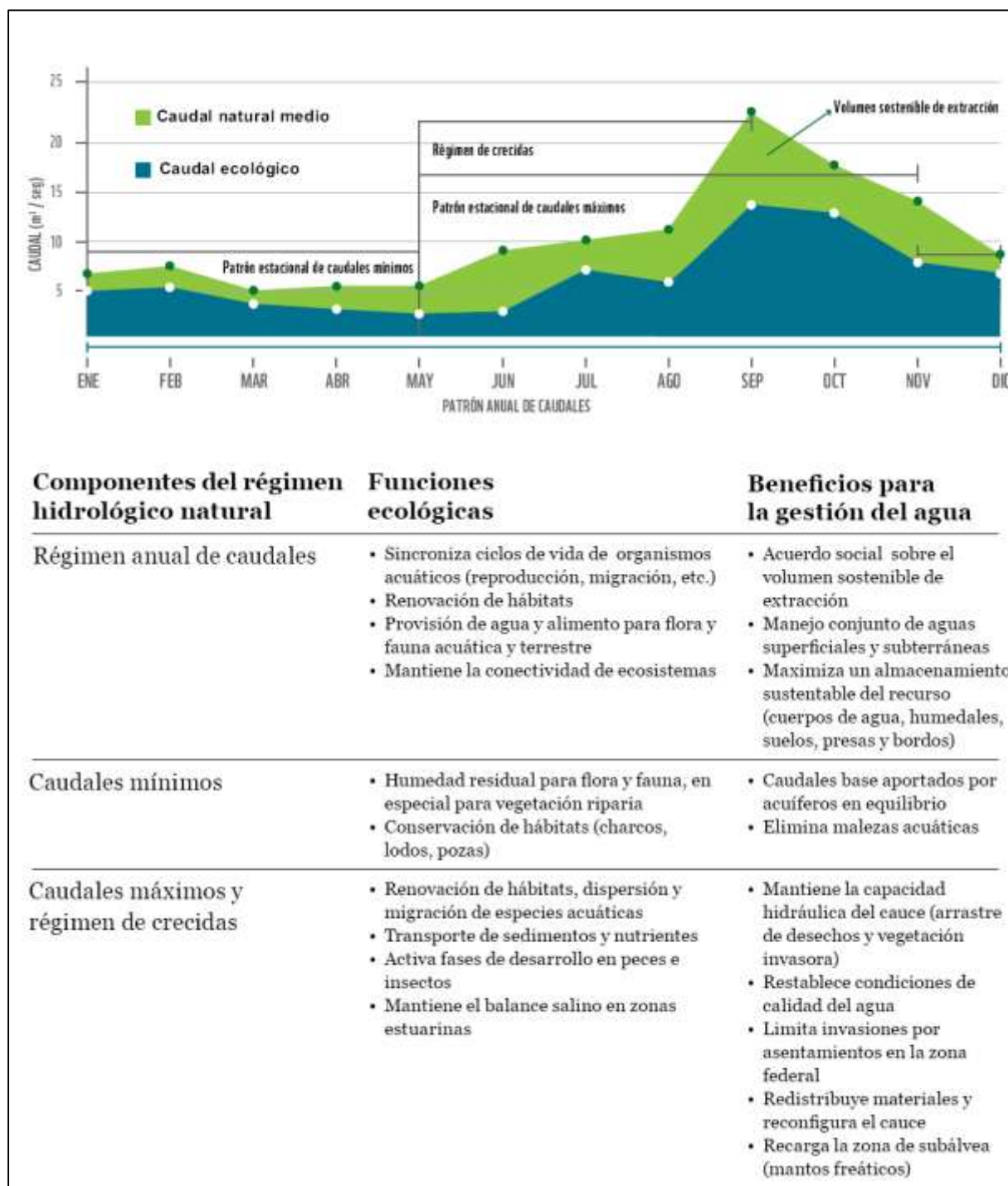


Figura 2.2. Régimen de caudal ecológico para un objetivo de manejo dado a partir del caudal natural medio interanual (RHN) y las funciones ecológicas que desempeñan sus componentes. (WWF, 2010)

2.1.2 Sobre el diseño conceptual de la red de abastecimiento hasta los productores agrícolas.

Se pretende diseñar la red en tres pasos:

- 1- Diseño de la obra de toma en el cierre del río.
- 2- Diseño de la conductora y sus partes componentes hasta un tanque de almacenamiento y distribución
- 3- Diseño de la red de abastecimiento hasta los productores agrícolas.

En el caso de la obra de toma se pretende realizar:

- Un dique de rocas con hormigón para elevar el tirante del río aproximadamente en las coordenadas (486.779; 141,380), el cual tendrá función derivadora. Este se conectará a un canal de salida con rejillas que funcionan como filtros desarenadores y una válvula de cierre hasta el inicio de la conductora para controlar los caudales a explotar. (Figura2.3).



Figura 2.3. Esquema propuesto para el cierre en el río.

- La calidad del agua del río se considera buena hasta el cierre, debido a la escasa existencia de fuentes contaminantes aguas arriba; considerando de acuerdo al incremento de sólidos en suspensión durante la temporada lluviosa en el agua del río,
- El agua que va dirigida a los productores agrícolas no necesita tratamiento. En este caso los sólidos creados en fondo serán eliminados durante los mantenimientos programados periódicamente.
- De acuerdo a las necesidades locales deberán establecerse ciclos de distribución de agua, debido a que el sistema también deberá satisfacer las necesidades agrícolas de la región.

Para la conductora se deberá emplear tuberías de PAD, preferiblemente soterradas, impidiendo así la erosión superficial de terreno.

Igualmente se deberán calcular las pérdidas diarias de agua, de manera que se conozca el verdadero caudal aprovechable del sistema hasta los tanques de colección de los productores.

Se deberá ejecutar una pequeña caseta de control para la actividad de acueducto anexa a los tanques.

Para diseñar la red de abastecimiento hasta los productores es preciso realizar los siguientes pasos:

- Estudio topográfico y determinación de perfiles para conocer las pendientes que tendrán finalmente las conductoras hasta los campos de cultivo. Estas podrán ser independientes al sistema de abastecimiento a la población.
- Para las conductoras se deberá emplear tuberías de PAD, preferiblemente soterradas, debido a que la topografía donde se realiza la actividad agrícola es bastante regular.
- Se deberán colocar tanques de almacenamiento en cada área de cultivo con llaves para irrigación por gravedad.

Una vez realizados estos pasos, en este trabajo se propone de forma básica el diseño inicial de la red de abastecimiento hasta los campos de cultivo. Se considera separativo de la red de abastecimiento de agua potable. El sistema trabaja totalmente por gravedad, ahorrando portadores energéticos. A continuación, se muestran los diseños básicos realizados (Figuras 2.4).

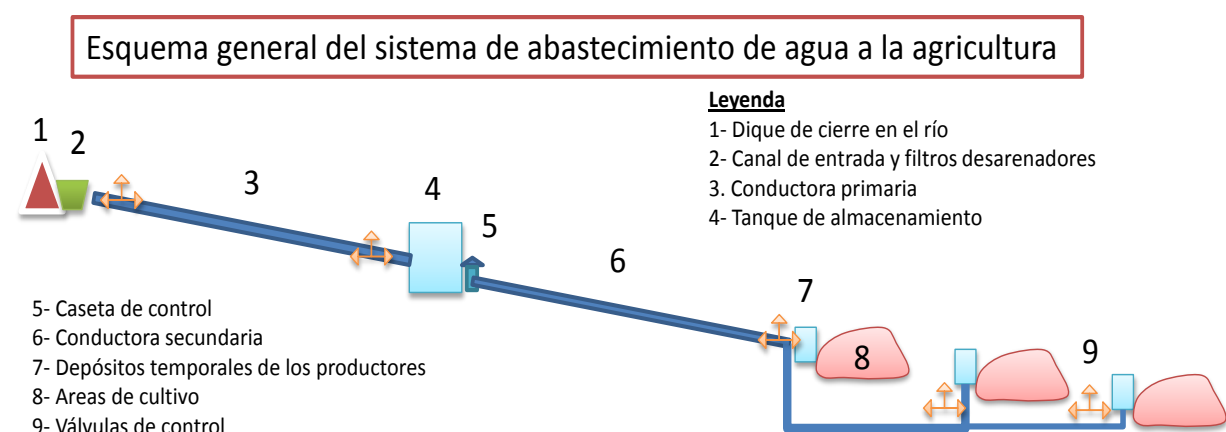


Figura 2.4. Esquema conceptual red de abastecimiento diseñada para la actividad agrícola en la comunidad La Magdalena.

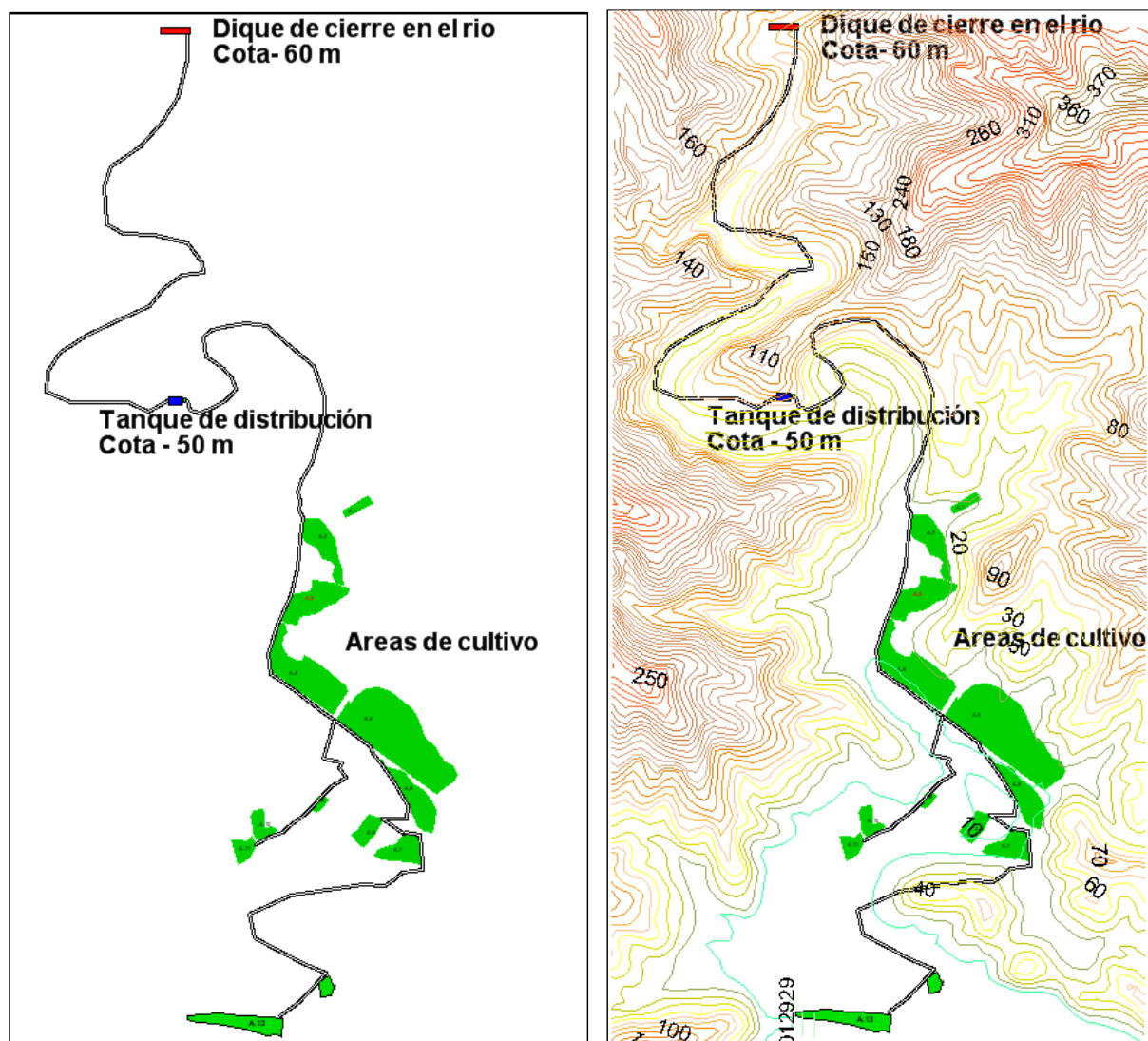


Figura 2.5. Mapa de la red de abastecimiento diseñada en SIG Mapinfo para la actividad agrícola en La Magdalena desde el cierre en el río hasta los campos de cultivo. Derecha: vista en planta. Izquierda: vista sobre el relieve.

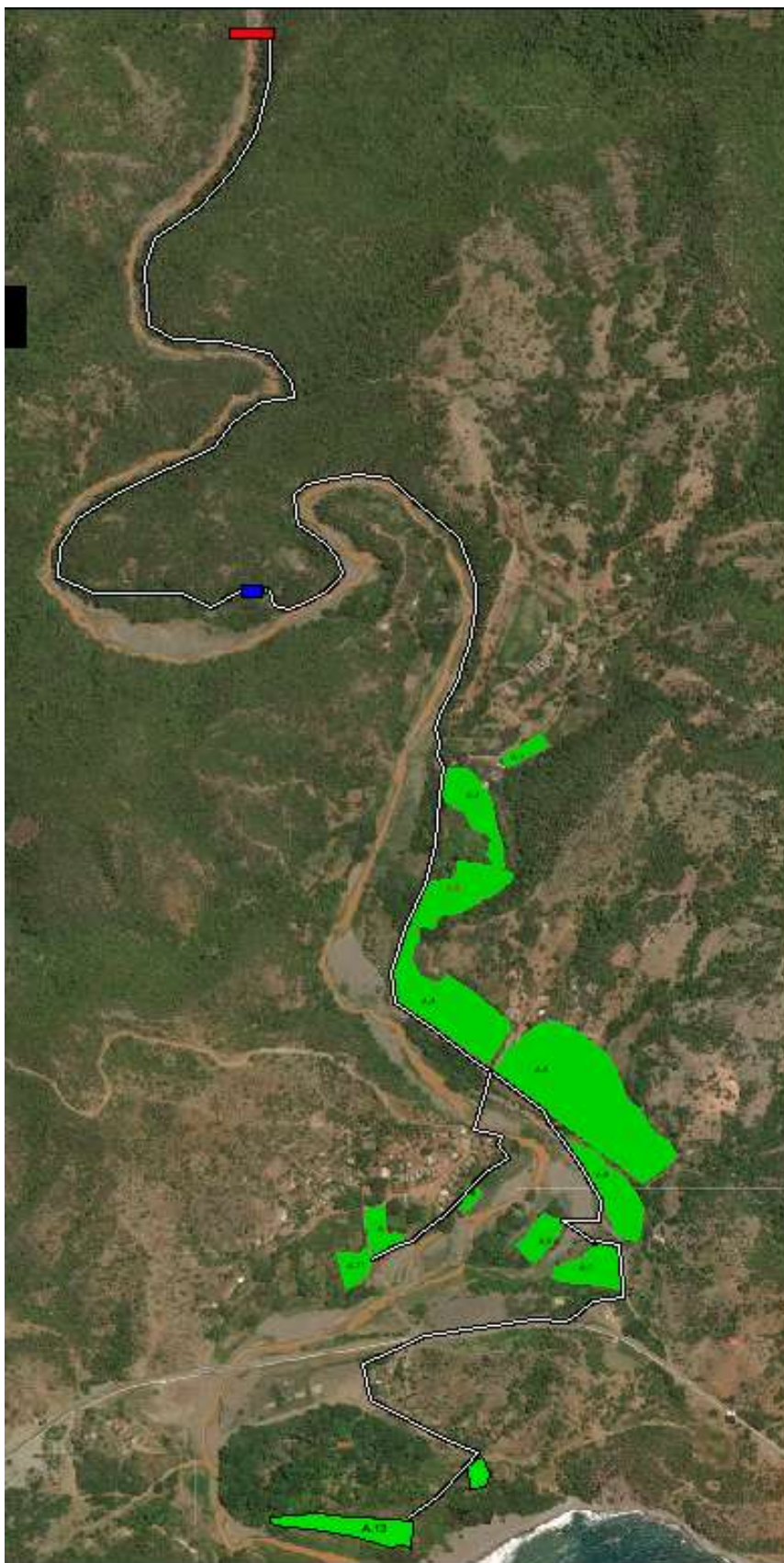


Figura 2.6. Mapa de la red de abastecimiento diseñada en SIG Mapinfo para la comunidad La Magdalena, desde los tanques de almacenamiento hasta las áreas de cultivo, sobre la imagen satelital de esta área geográfica.

2.1.3 Sobre la caracterización de los suelos y áreas actuales destinadas al cultivo agrícola extensivo en la comunidad objeto de estudio.

Desde el punto de vista de los intereses del desarrollo agrícola, el área de estudio se caracteriza por pertenecer a una zona edafoclimática de ambiente seco (Figura 1.4), En esta localidad predominan los suelos ferralíticos rojo liviado, ferra lítico amarillento, fecialítico pardo rojizo, pardo grisáceo, húmico carbonático, esquelético y aluvial. Los suelos ferralíticos tienen una amplia distribución a lo largo de todo el consejo popular y se desarrollan en alturas y montañas. Estos suelos se derivan de rocas pertiritodiolíticas, portiritas, granitoides y corteza de meteorización, ferralítica. Su potencia es variable y resulta mayor en las zonas más elevadas y estable. Los suelos ferralíticos se dividen en tres: Rojo liquiviados, rojo amarillento. La acidez del suelo es extrema (menor de 4,0) (Figura 2.8)



Figura 2.7 Mapa de tipos de ambientes de la República de Cuba con la ubicación geográfica de la comunidad La Magdalena en el municipio Guamá.



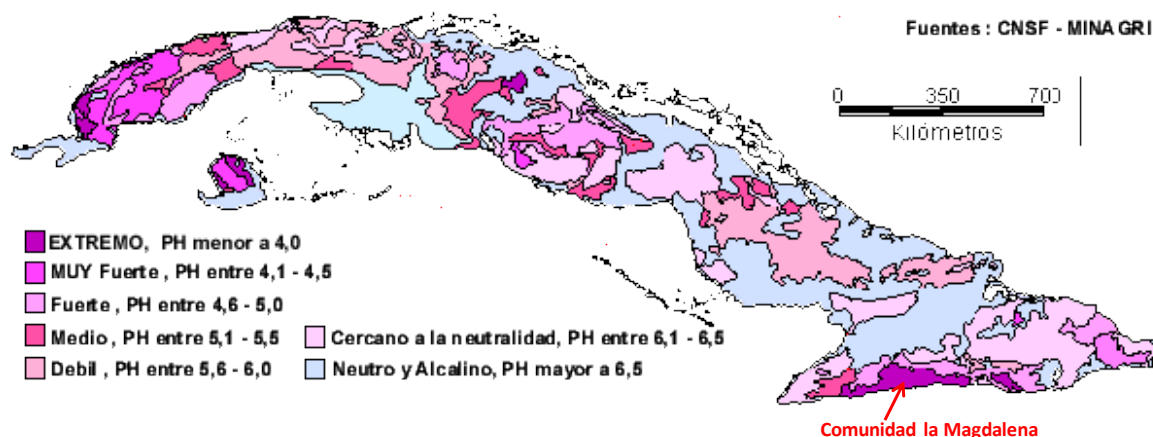


Figura 2.8 Mapas de tipos de suelos e índice de acidez-basicidad de los suelos de la República de Cuba con la ubicación geográfica de la comunidad La Magdalena en el municipio Guamá.

La erosión superficial hacia la parte alta de la sierra es alta, siendo de media a baja en su parte cercana a la costa por el ambiente de terraza predominante donde se encuentra la comunidad La Magdalena. (Figura 2.9)

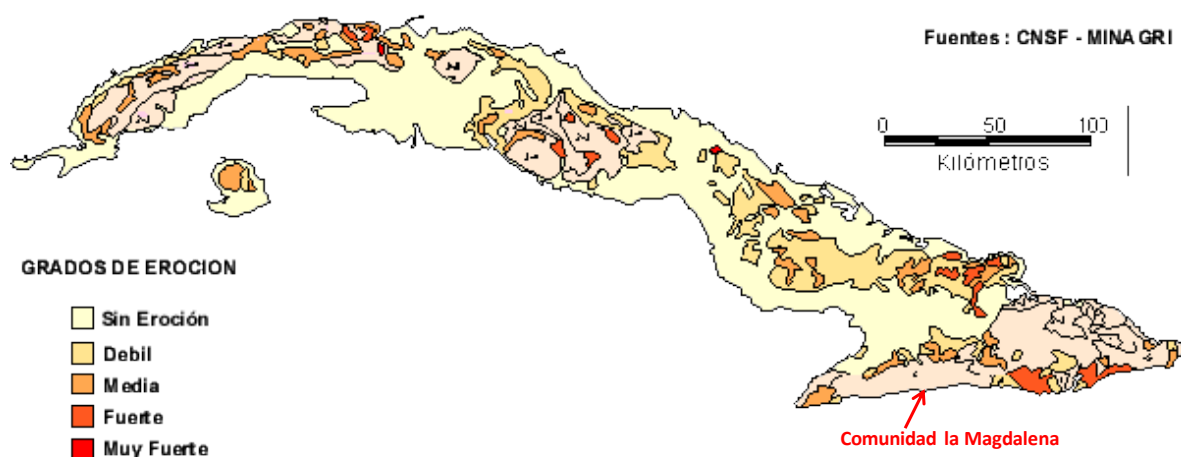


Figura 2.9 Mapa de tipos de erosión de la República de Cuba con la ubicación geográfica de la comunidad La Magdalena en el municipio Guamá.

Superficialmente el contenido de materia orgánica general en la zona es bajo (menor del 1,0 %) por lo que la actividad agrícola se ve forzada a continuos mejoramientos, principalmente con técnicas agroecológicas autóctonas. Por otro lado, el suelo no es salino, con una concentración general menor de 1800ppm (Figura 2.10)

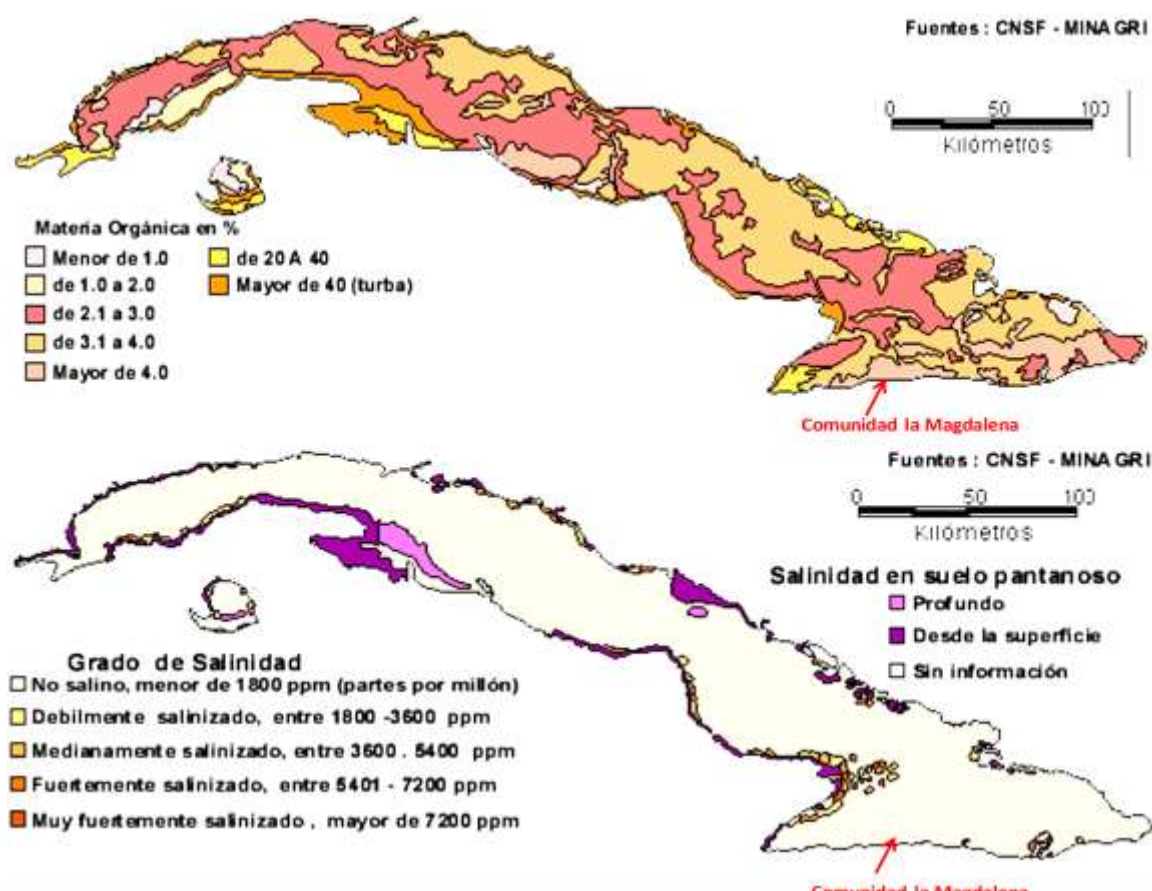


Figura 2.10 Mapas de contenidos de materia orgánica y grado de salinidad en los suelos de la República de Cuba con la ubicación geográfica de la comunidad La Magdalena en el municipio Guamá.

En esta área específica existen 3 formas de administradora y gestora de la producción agrícola del área:

- CPA 20 aniversario – Producción de ganado y cultivos varios., 18 miembros.
- CCS Ciro Frias Cabrera. - Producción de ganado, 57 miembros.

En el caso de la producción de cultivos varios se destacan: hortalizas como la Cebolla, el Tomate, Ají pimiento y Pepino, además de viandas varias y frutas.



Figura 2.11 Imagen de un sembrado de tomate en la zona de La Magdalena del Municipio Guamá.

Tabla 2.2 Datos de las áreas dedicadas a la agricultura extensiva, medidas con el empleo de un SIG.

No.	Área medida con el empleo de SIG (hectáreas)	No.	Área medida con el empleo de SIG (hectáreas)
1	0.2322	8	0.514
2	1.016	9	0.1555
3	1.378	10	0.4217
4	2.740	11	0.4041
5	6.234	12	0.2269
6	1.248	13	2.037
7	0.8913	Total	17.50

De acuerdo a estudios realizados en Cuba la demanda de algunos cultivos varios se recomienda observar Gaceta Oficial De La República De Cuba No. 16 Extraordinaria de 9 de junio de 2016, Instituto Nacional de Recursos Hidráulicos Resolución No. 287/2015 (GOC-2016-471-EX16)

Tabla 2.3 Normas de riego netas (m³ ha⁻¹) totales por cultivos y provincias.

Cultivos	Provincias															
	PR	LH	ART	MAY	MZA	VC	CFO	SS	CA	CMY	LT	HL	GM	SC	GTO	IJ
CITRICOS Y FRUTALES																
Limón Fomento	6118	6630	6630	6630	7744	7314	6325	7242	6972	6475	6740	8019	3471	8164	9152	7248
Naranja Fomento	4994	6150	6150	6150	6500	6320	5720	6447	6170	5405	6710	6049	5984	5760	6739	5784
Naranja Producción	4872	5179	5179	5179	4565	5214	4202	5292	4901	4392	4944	5904	5049	4740	7470	4992
Toronja					5280											
Guayaba/E. roja	3480	3400	3400	3400	3500	3500	3500	3600	3700	3700	3600	3700	3700	3700	3600	3600
Papaya/M. roja					2200											
Piña	635	635	635	635	635	635	635	635	635	635	635	635	635	635	635	635
Plátano Fruta	7400	8200	8200	8200	8500	8500	8600	8200	8400	8400	8600	8400	7700	8400	8400	7400
TABACO																
Tabaco tapado	1300		2000			1400		1600								1400
Tabaco al sol	1400		2100		2000	1600		1800	1800	1800	1700	1700	1700			1600
CAFÉ																
Café	4185		4185			5675	5675	5675				5448	5448	5448	5448	
PASTOS Y FORRAJES																
Pastos rastrojos	4200	4200	4200	4200	4200	4500	4500	4500	4500	4500	5000	5500	6000	6000	6000	4200
King grass	4300	4300	4300	4300	4300	5000	5000	5000	5000	5000	5500	6000	7000	7000	7000	4300
VIANDAS																
Papa 70 días	3800	3600	3600	3600	3800	3800	3600	3600	4100	3600	3800	3800	3800	3700	3500	3800
Papa 90 días	4100	4100	4100	4100	4100	4100	4100	4100	4200	4100	4100	4100	4300	4100	4300	4400
Papa 110 días	4700	4500	4500	4500	4500	4500	4700	4700	4700	4700	4600	4600	5000	4600	4600	4800
Malanga	11000	13200	13200	13200	13200	13200	13200	12900	13400	12900	13600	13800	13800	13200	13200	13200
Plátano Vianda	7500	8400	8400	8400	8400	8600	8500	8500	8400	8400	8600	8600	8600	8600	8400	8500
Boniato Invierno	4080	4410	4410	4410	4410	4648	4350	5025	3976	3794	5109	3576	4605	4576	5792	4215
Boniato primavera	1350	1100	1100	1100	1100	693	828	891	992	1088	1592	1470	1469	1350	2056	648
Yuca	1730	1710	1710	1710	1710	2200	2200	2200	2100	2100	2400	2400	2400	2100	2900	2100
Calabaza	1300	1300	1300	1300	1300	1300	1300	1500	1600	1900	2400	2300	2600	2500	2800	1800

Leyenda: PR- Pinar del Río, LH- La Habana, ART- Artemisa, MAY- Mayabeque, MZA- Matanzas, VC- Villa Clara, CFO- Cienfuegos, SS- Sancti Spiritus, CA- Ciego de Ávila, CMY- Camagüey, LT- Las Tunas, HL- Holguín, GM- Guantánamo, SC- Santiago de Cuba, GTO- Guantánamo, IJ- Isla de la Juventud.

Provincia	PR	LH	ART	MAY	MZA	VC	CFO	SS	CA	CMY	LT	HL	GM	SC	GTO	IJ
No. mas netas totales (ciclo completo) m ³ ha ⁻¹																
HORTALIZAS																
Tomate Crec. Determinado 100 días	4100	4100	4100	4100	3900	4100	4100	4100	4300	4300	4200	4400	4400	4200	4100	4400
Tomate Crec. Determinado 130 días	4300	4300	4300	4300	4200	4300	4200	4300	4400	4400	4300	4500	4600	4300	4500	4700
Tomate Crec. Indeterminado 120 días	3800	3700	3700	3700	3700	3700	3700	3800	4000	3800	3800	4000	4000	3800	3700	4000
Tomate Crec. Indeterminado 150 días	4300	4000	4000	4000	4000	4500	4500	4500	4300	4300	4300	4400	4400	4000	4200	4400
Pimiento Trasplante	3366	3690	3690	3690	3690	3876	3842	3842	3638	3519	3374	3546	3632	3510	3712	3552
Pimiento Siembra directa	4422	5166	5166	5166	5166	5170	5160	5160	4896	4656	4800	4756	5359	4862	5382	4928
Ajo	3400	3600	3600	3600	3600	3488	3582	3618	3456	3400	3504	3502	3504	3632	3780	3502
Cebolla	4296	3800	3800	3800	4000	4119	4392	4048	4378	4137	4060	4091	4140	4920	4646	4136
Col trasplante	1480	1890	1890	1890	1890	2070	2211	2304	1970	1910	2208	2210	2385	2277	2776	1672
Col siembra directa	2745	3570	3570	3570	3570	3689	3485	3632	3587	3383	3555	3375	3405	3664	3774	3488
Pepino	2000	2300	2300	2300	2300	2000	2150	2382	200	2090	2548	2150	2400	2460	2717	2304
Remolacha	3100	3100	3100	3100	3100	3100	3100	3100	3100	3100	3100	3100	3100	3100	3100	3100
Zanahoria	2800	2800	2800	2800	2800	2800	2800	2800	2800	2800	2800	2800	2800	2800	2800	2800
Lechuga	1620	1620	1620	1620	1620	1620	1620	1620	1620	1620	1620	1620	1620	1620	1620	1620
GRANOS																
Frijol	3000	3000	3000	3000	3000	3000	3000	2700	3100	3100	3000	3000	3100	3000	3400	3400
Soya	3000	2800	2800	2800	2800	2800	2800	2800	3000	2900	3000	3300	3300	2800	2800	3000
Maíz tierno	4800	4800	4800	4800	4800	4600	4800	4800	4600	4800	4800	4800	4800	4300	4400	4700
Maíz Grano seco	5900	5900	5900	5900	5900	5800	5800	5800	5900	5900	5900	6400	6000	5800	5800	5900

Leyenda: PR- Pinar del Rio, ART- Artemisa, MAY- Mayabeque, MZA- Matanzas, VC- Villa Clara, CFO- Cienfuegos, SS- Sancti Spiritus, CA- Ciego de Avila, CMY- Camagüey, LT- Las Tunas, HL- Holguín, GM- Guantánamo, SC- Santiago de Cuba, GTO- Guantánamo, IJ- Isla de la Juventud.

Entre las principales medidas para reducir el impacto ambiental e incrementar los rendimientos agrícolas pueden emplearse las siguientes:

- Retener CO₂ en el suelo y combatir la erosión y degradación de las tierras, restaurando suelos agrícolas desaparecidos. Esta medida se puede implementar por ejemplo con la siembra directa, el mínimo laboreo y las cubiertas.
- La rotación de cultivos también es una técnica que combate la posible degradación de la tierra.
- Se pueden plantar leguminosas, como las lentejas o los garbanzos, porque captan el nitrógeno del aire.
- Reducir considerablemente el uso de fertilizantes químicos y los productos fitosanitarios, así como optar por la utilización de abonos o fertilizantes ecológicos.
- Para que la agricultura pueda garantizar la seguridad, hay especialistas que apuestan por una optimización de la selección genética de las especies vegetales. Así, los cultivos podrán resistir con mayor probabilidad a las posibles sequías e inclemencias meteorológicas extremas, originadas por el calentamiento global. En sentido general se propone emplear la ciencia y la tecnología en estas labores.

- Promover técnicas de riesgo agrícola que velen por la eficiencia hídrica en las plantaciones. En la actualidad, se puede afirmar que la agricultura sostenible es perfectamente compatible con una gestión integral responsable de los recursos hídricos.
- Conservar el estado natural del suelo, apostando por técnicas tradicionales de labranza y por el uso de fertilizantes orgánicos;
- Desarrollar un programa eficiente de control de plagas, que impulse el control biológico de las mismas.
- Apostar por el desarrollo de proyectos hidrológicos para un adecuado drenaje de los suelos en consultoría con especialistas en la temática.
- Reutilización de agua drenada por el suelo después del riego.
- Aplicación de técnicas de fotointerpretación de imágenes satelitales para verificar el estado de suelos y cultivos.
- Entre otras.

2.1.4 Sobre las actividades constructivas a desarrollar para el sistema de abastecimiento de agua a la actividad agrícola.

Se recomienda observar los pasos tecnológicos descritos en la tabla 2.4

Tabla 2.4 Pasos tecnológicos a seguir para la ejecución del sistema de abastecimientos de agua a la agricultura en la comunidad la Magdalena del municipio Guama.

No.	Actividad	U/M	Tipos de Materiales	Mano de obra	Equipos
Para el cierre en el río (Dique y un canal de entrada con rejilla, conectado a una válvula reguladora, para conexión a tubería conductora)					
1	Deslinde y desmonte	m ²	-	Manual	-
2	Desbroce	m ²	-	Manual	-
3	<u>Operaciones para cimientos aislados:</u> Excavación en foso para cimientos aislados en forma paralela como elemento de sujeción al suelo.	m ³	-	Manual	-
4	Encofrado de los cimientos aislados.	m ²	Maderas, puntillas	Manual	-
5	Colocación de aceros de los cimientos aislados.	m ²	Barras de acero	Manual	-
6	Hormigonado de los cimientos aislados.	m ³	Áridos, cemento.	Manual	-
7	Desencofrado de los cimientos aislados.	m ²	-	Manual	-
8	<u>Operaciones para el canal de entrada:</u> Excavación en zanja para el canal de entrada, el registro de rejillas y la válvula reguladora	m ²	-	Manual	-

9	Encofrado para el canal de entrada, el registro de rejillas y la válvula reguladora	m ²	Maderas, puntillas.	Manual	-
10	Colocación de aceros para el canal de entrada, el registro de rejillas y la válvula reguladora	m ²	Barras de acero	Manual	-
11	Hormigonado del canal de entrada, el registro de rejillas y la válvula reguladora	m ³	Áridos, cemento	Manual	-
12	Desencofrado del canal de entrada, el registro de rejillas y la válvula reguladora	m ²	-	Manual	-
	Colocación del registro de rejillas y la válvula reguladora.	U	Elementos hidráulicos prefabricados(rejillas y la válvula reguladora)	Manual	-
13	<u>Operaciones para el muro o dique:</u> Excavación en zanja para el muro o dique	m ²	-	Manual	-
14	Encofrado para el muro o dique	m ²	Maderas, puntillas	Manual	-
15	Colocación de aceros para el muro o dique	m ²	Barras de acero	Manual	-
16	Hormigonado del el muro o dique	m ³	Áridos y cemento	Manual	-
17	Desencofrado del muro o dique	m ²	-	Manual	-
Para la tubería de conducción					
18	<u>Operaciones para la tubería de conducción:</u> Deslinde y desmonte	m ²	-	Manual	-
19	Desbroce	m ²	-	Manual	-
20	Excavación en zanja	m ²	-	Manual	-
21	Colocación de tuberías	m ²	Tuberías de PAD	Manual	-
22	Soldadura	U		Manual	-
23	Rehicho	m ³			
24	Compactación	m ²			
Para la instalación del tanque de almacenamiento y distribución					
25	<u>Operaciones para la construcción del cimient:</u> Deslinde y desmonte	m ²	-	Manual	-
26	Desbroce	m ²	-	Manual	-
27	Conformación de la explanación	m ²	-		
28	Excavación en Foso para el cimient aislado	m ²	-	Manual	-
29	Encofrado	m ²	Maderas, puntillas.	Manual	-
30	Colocación de aceros	m ²	Barras de acero	Manual	-
31	Hormigonado	m ³	Áridos, cemento	Manual	-
32	Desencofrado	m ²	-	Manual	-
33	<u>Operaciones para la construcción de losa de fondo:</u> Encofrado Cimentación en balsa	m ²	Maderas, puntillas.	Manual	-
34	Colocación de aceros	m ²	Barras de acero	Manual	-
35	Hormigonado	m ³	Áridos, cemento	Manual	-
36	Desencofrado	m ²	-	Manual	-

37	Operaciones para la construcción de muros exteriores: Encofrado (Vigas y columnas)	m ²	Maderas, puntillas.	Manual	-
	Encofrado (muros exteriores)	m ²	Maderas, puntillas.	Manual	-
38	Colocación de aceros	m ²	Barras de acero	Manual	-
39	Hormigonado	m ³	Áridos, cemento	Manual	-
40	Desencofrado	m ²	-	Manual	-
41	Operaciones para la construcción de la losa de cierre superior: Encofrado de losa superior				
42	Colocación de aceros en losa superior	m ²	Barras de acero	Manual	-
43	Hormigonado de losa superior	m ³	Áridos, cemento	Manual	-
44	Desencofrado de la losa superior	m ²	-	Manual	-
45	Colocación de accesorios	U	-	Manual	-
Para la conductora hasta los productores:					
46	Operaciones para la tubería de conducción: Deslinde y desmonte	m ²	-	Manual	-
47	Desbroce	m ²	-	Manual	-
48	Excavación en zanja	m ²	-	Manual	-
49	Colocación de tuberías	m ²	Tuberías de PAD	Manual	-
50	Soldadura	U	-	Manual	-
51	Rehicho	m ³	-	Manual	-
52	Compactación	m ²	-	Manual	-
Para las conexiones con los productores					
53	Colocación de registros con Válvulas de cierre	U	Válvulas	Manual	-
54	Construcción las bases para los tanques	m ²	Áridos, cementos, bloques de hormigón	Manual	-
55	Colocación de los tanques con sus accesorios	U	Áridos, cementos, Barras de acero, Tuberías de PAD, válvulas	Manual	-
Para la caseta de control y administración					
56	Deslinde y desmonte	m ²	-	Manual	-
57	Desbroce	m ²	-	Manual	-
58	Conformación de la explanación	m ²	-	Manual	-
59	Excavación para el cimiento	m ²	-	Manual	-
60	Encofrado	m ²	Madera, puntillas	Manual	-
61	Colocación de aceros	m ²	Barras de acero	Manual	-
62	Hormigonado	m ³	Áridos, cementos	Manual	-
63	Desencofrado	m ²	-	Manual	-
64	Construcción de muros exteriores e instalación de accesorios	m ²	Áridos, cementos, bloques de hormigón Barras de acero, Tuberías de PAD, válvulas, instrumentos de medición, sistema eléctrico, etc.	Manual	-

2.1.5 Algunas recomendaciones generales sobre la explotación del sistema de abasto propuesto.

Teniendo en cuenta características topográficas y de extensión del área se recomienda que:

- Todo el sistema funcione por gravedad.
- Elaborar un plan de abastecimiento destinado al riego agrícola para así garantizar una mejor producción.
- Asegurar que los productores cuenten con depósitos de almacenamiento de agua secundarios, de manera que puedan suplir esa actividad durante los periodos de abastecimiento planificados.
- Verificar que las medidas del tanque distribuidor aseguren un correcto abastecimiento y reservas.
- Insertar 3 puntos de obtención de energía eléctrica en la primera sección desde la obra de toma en el río hasta el tanque, aprovechando elementos como:
 - Una misma afectación al medio ambiente por concepto de reducción del caudal en el río.
 - las cargas continuas incrementan la velocidad y por tanto las posibilidades de generación hidroeléctrica.
 - No es necesario construir una estación mini hidroeléctrica, sino instalar dispositivos compacto prediseñados en diferentes tramos de la conductora.
 - Realizar un plan de manejo para el correcto aprovechamiento del recurso agua y la satisfacción de las necesidades demandadas.
 - Los especialistas de cada rama deberán realizar todos los estudios y precisiones posteriores, sobre todo en cuestiones relacionadas a la selección de las técnicas de riego y drenaje de los cultivos, atendiendo a la disponibilidad final de agua y las posibilidades instaladas.



Figura 2.12. Esquema donde se encuentran ubicados los tres puntos de generación de energía eléctrica.

CONCLUSIONES

1. Se logra establecer las ideas básicas para el diseño de una red de abastecimiento de agua a la agricultura en la zona de La Magdalena en el municipio Guamá. Este diseño tiene las siguientes características:
 - Se establece el uso de métodos hidrológicos para determinar caudal medio anual histórico en las coordenadas (X:486.740; Y:141.560)
 - El cierre del río para la obra de toma se ejecuta en forma de dique de hormigón con canal de salida lateral y filtros desarenadores conectado a una conductora.
 - Se establece que todo el sistema funcione por gravedad.
 - El trazado de la tubería de impulsión de la obra de toma hasta el tanque de distribución es soterrado. Empleando en este caso tuberías de PAD en todo su recorrido.
 - Se establecen observaciones a tener en cuenta en cuanto al tipo de suelo existente en la zona y las características del consumo de agua de los cultivos que se pretenden desarrollar según la normativa legal vigente en Cuba.
 - Se ordenan consecutivamente los pasos tecnológicos constructivos a desarrollar en todo el proyecto.
 - Finalmente se incluyen recomendaciones para una ejecución y explotación eficiente del sistema que incluye la posibilidad de explotación hidroenergética, haciendo mucho más integral la solución planteada.

RECOMENDACIONES

- 1- Socializar el informe de esta investigación a los tomadores de decisiones del municipio Guama, para aplicar las ideas básicas desarrolladas a un futuro proyecto hidráulico integral en la comunidad La Magdalena ubicada en el municipio Guamá Santiago De Cuba.
- 2- Organizar un plan de acción para aplicar las recomendaciones de intervención sugeridas, dentro del marco del proyecto “Desarrollo integral en comunidades montañosas del municipio guamá en Santiago de Cuba”. 2020 – 2022. Proyecto territorial del CITMA Santiago de Cuba. Código: 9008.
- 3- Recomendar a la Empresa de Proyectos Hidráulicos Santiago de Cuba, realizar el diseño de la red con todas las observaciones organizativas recomendadas en esta investigación.

BIBLIOGRAFÍA

1. Decreto - LEY NO. 201/1999. "Del sistema nacional de áreas protegidas.
2. Decreto - Ley No. 212/2000. "Gestión de la Zona Costera".
3. Decreto Ley No. 262/1999 "Reglamento para la compatibilización del desarrollo económico-social del país con los intereses de la defensa".
4. Decreto No. 327/2014 "Reglamento del proceso inversionista".
5. Geocuba. 2010. Cartografía digital en un SIG a escala 1:25000 de la provincia Santiago de Cuba.
6. Gonzales, R. F.: Funciones agua-rendimiento para cultivos de importancia agrícola en Cuba. 146pp., Tesis (en opción al grado científico de Doctor en Ciencias Técnicas Agropecuarias), Instituto de Investigaciones de Ingeniería Agrícola, La Habana, Cuba, 2013.
7. Jovenclub. Cu. 2019. "Nueva sala de computación en comunidad La Magdalena". <http://www.scu.jovenclub.cu/?author=2>
8. Ley No. 124/2017 "Ley de aguas terrestres".
9. Manual de diseño e instalación de sistemas de tuberías de PAD.
10. Manual PRECONS II, para el diseño y establecimiento de las actividades constructivas y cálculo básico de los materiales del sistema de abastamiento de agua potable
11. ONEI. 2012. "Censo de Población y vivienda".
12. Plan del Estado cubano para el enfrentamiento al cambio climático (Tarea vida).
13. Plan Hidráulico Nacional hasta 2030. INRH.2015.
14. Política Nacional de Agua. INRH, 2015.
15. Resolución 132/2009 del CITMA. "Reglamento del Proceso de Evaluación de Impacto Ambiental".
16. Resolución No. 287/2015 (GOC-2016-471-EX16). "Índices de consumo de agua para las producciones, los servicios y el riego agrícola". Gaceta Oficial De La República De Cuba No. 16 Extraordinaria de 9 de junio de 2016. Instituto Nacional de Recursos Hidráulicos.

17. Suez-agriculture.”Soluciones de la agricultura frente al cambio climático”.
<https://www.suez-agriculture.com/es/blog/soluciones-de-la-agricultura-frente-al-cambio-climatico>. Consultado en Junio, 2020.
18. Vicet Gómez, Yuzdanis. 2020. En despegue producción de alimentos de Guamá. Periódico Sierra Maestra, Santiago de Cuba. Publicado: lunes, 20 enero 2020 05:23
19. WWF. 2010. “Agua. Caudal ecológico. Salud al ambiente, agua para la gente”.Factsheet.
http://awsassets.panda.org/downloads/fs_caudal_ecologico.pdf