



UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DEL ESTADO DE MÉXICO

FACULTAD DE PLANEACIÓN URBANA Y REGIONAL



**"LOCALIZACIÓN Y CARACTERIZACIÓN DE MANANTIALES EN LOS
MUNICIPIOS DE VILLA DE ALLENDE Y DONATO GUERRA EN EL ESTADO DE
MÉXICO"**

MEMORIA:

**QUE PARA OBTENER MI TITULO DE
LICENCIADO EN CIENCIAS AMBIENTALES**

PRESENTA:

ALEJANDRO SUÁREZ SÁNCHEZ

DIRECTORES:

**D. EN U. JUAN ROBERTO CALDERÓN MAYA
M.E.U.R VERÓNICA MIRANDA ROSALES**

Toluca, México, Agosto de 2013

DEDICADO A:

MIS PADRES

María Isabel y Alejandro

***¡POR ESE GRAN ESFUERZO QUE HICIERON DURANTE
MUCHO TIEMPO PARA SER LO QUE AHORA SOY!***

AGRADECIMIENTOS A:

- *A ti; mi amigo incondicional Jesucristo, por todo lo que me diste y me sigues dando en esta vida, gracias por todo señor.*
- *Mis hermanos; José Carlos, Jaír, por estar conmigo siempre.*
- *Mis directores; por todo el apoyo en este trabajo.*
- *La Coordinación de Estudios y Proyectos Especiales; por toda la enseñanza profesional y ese gran compañerismo.*
- *Mis compañeros de la Facultad; por su gran amistad, a todos se lo dedico.*
- *Para mis siempre entrañables amigos; Andrés, Hiram y Jorge siempre aprendí muchas cosas de ustedes.*
- *A ti AGVL; donde quiera que estés siempre te recordare.*
- *A toda mi familia; por ser siempre mi impulso de vida, en especial a mi tío Víctor Manuel QEPD.*
- *A todos los que fueron parte de este esfuerzo:*

¡DIOS LOS BENDIGA!

ÍNDICE

SINOPSIS.....	1
INTRODUCCIÓN.....	2
JUSTIFICACIÓN	5
OBJETIVO GENERAL	6
OBJETIVO PARTICULARES	6
PREGUNTA DE INVESTIGACIÓN.....	6
CAPÍTULO I.....	7
METODOLOGÍA	7
1.1 BASES NORMATIVAS DE LA MEMORIA.....	7
1.2 PROCEDIMIENTO PARA EL DESARROLLO DEL PROGRAMA DE LOCALIZACIÓN Y CARACTERIZACIÓN DE MANANTIALES.	10
1.2.1 OBJETIVO	11
1.2.2 MARCO JURÍDICO.....	11
1.2.3 ALCANCE	12
1.2.4 INSUMOS PARA EL ESTUDIO.....	12
1.2.5 MEDICIÓN	14
1.2.5.1 INDICADOR PARA MEDIR CAPACIDAD DE RESPUESTA.....	14
1.2.5.2 PROCESO PARA LA LOCALIZACIÓN DE MANANTIALES (MÉTODO DE TRABAJO).....	14
1.2.5.2.1 INTEGRACIÓN DE LA BRIGADA DE CAMPO.....	14
1.2.5.2.2 DE LOS MATERIALES Y EQUIPO	16
1.2.5.2.3 UBICACIÓN GEOGRÁFICA	17
1.2.5.2.4 AFORO VOLUMÉTRICO	17
1.2.5.2.5 LLENADO DE FICHA DE APROVECHAMIENTOS SUPERFICIALES	18
1.2.5.2.6 EVIDENCIA FOTOGRÁFICA	19
1.2.5.2.7 ANÁLISIS <i>INSITU</i> PARA LA CALIDAD DEL AGUA.....	20
1.2.5.2.8 TOMA DE MUESTRAS Y FIJACIÓN EN CAMPO	21
1.2.5.2.9 RECEPCION DE MUESTRAS	23
1.2.5.2.10 BASE DE DATOS	24
CAPÍTULO II.....	25
CORRIENTES DE PENSAMIENTO Y PRINCIPALES CONCEPTOS	25
2.1 PRINCIPALES CORRIENTES.....	25
2.1.1 CORRIENTE ECOLOGISTA-CONSERVACIONISTA O DE SUSTENTABILIDAD FUERTE.....	25
2.1.2 AMBIENTALISMO MODERADO O SUSTENTABILIDAD DÉBIL	26
2.1.3 CORRIENTE HUMANISTA CRÍTICA	26
2.2 PRINCIPALES CONCEPTOS RELACIONADOS CON LOS MANANTIALES	28
2.2.1 BIODIVERSIDAD, COMO OBJETO DE LA CONSERVACIÓN.....	28
2.2.2. HIDROLOGÍA, COMO CIENCIA DEL AGUA.....	29
2.2.3. EL AGUA, COMO ELEMENTO DE FORMACIÓN	30
2.2.4. AGUA SUBTERRÁNEA, COMO ELEMENTO PRINCIPAL.....	31
2.2.5. ACUÍFERO.....	32
2.2.6. LA INFILTRACIÓN.....	33
2.2.7. MANANTIAL, COMO CASO DE ESTUDIO.	33
2.2.7.1 ¿QUÉ SON LOS MANANTIALES?.....	33
2.2.7.2 OBJETO DE ESTUDIO	35

CAPITULO III	37
MARCO JURIDICO-ADMINISTRATIVO	37
3.1 EL ARTÍCULO 27 CONSTITUCIONAL	38
3.2 NORMAS	40
3.2.1 <i>NORMAS OFICIALES MEXICANAS DEL SECTOR AGUA</i>	40
3.2.2 <i>NORMAS OFICIALES MEXICANAS ECOLÓGICAS</i>	43
3.2.3 <i>NORMA OFICIAL MEXICANA DE LA SECRETARÍA DE SALUD</i>	43
3.3 VEDAS, ZONAS REGLAMENTADAS Y AGUAS DE RESERVA	44
3.4 AGUAS SUPERFICIALES	48
CAPÍTULO IV	49
DIAGNÓSTICO ACTUAL MUNICIPAL	49
4.1 VILLA DE ALLENDE	49
4.1.1 <i>DIAGNÓSTICO</i>	50
4.1.1.1 CLIMA	50
4.1.1.2 OROGRAFÍA	50
4.1.1.3 HIDROLOGÍA.....	51
4.1.1.4 GEOLOGÍA	52
4.1.1.5 EDAFOLOGÍA	52
4.1.1.6 APROVECHAMIENTO ACTUAL DEL SUELO	53
4.2 DONATO GUERRA	54
4.2.1. <i>DIAGNÓSTICO</i>	54
4.2.1.1 CLIMA	54
4.2.1.2 OROGRAFÍA	55
4.2.1.3 GEOMORFOLOGÍA.....	55
4.2.1.4 HIDROLOGÍA.....	56
4.2.1.5 GEOLOGÍA	57
4.2.1.6 EDAFOLOGÍA	58
CAPITULO V	59
AGUA Y BOSQUES	59
5.1 LOS BOSQUES.....	59
5.2 HIDROLOGÍA	62
5.3 PROBLEMÁTICA.....	63
5.3.1 <i>TALA ILEGAL</i>	63
5.3.2 <i>INCENDIOS FORESTALES</i>	63
CAPÍTULO VI	69
LOCALIZACIÓN Y CARACTERIZACIÓN DE MANANTIALES EN LOS MUNICIPIOS DE VILLA DE ALLENDE Y DONATO GUERRA	69
6.1 PROBLEMÁTICA.....	69
6.2 ANTECEDENTES.....	70
6.3 SITUACIÓN ACTUAL.....	72
CONCLUSIONES	79
RECOMENDACIONES	88
BIBLIOGRAFÍA	93
ANEXO CARTOGRÁFICO	97
ANEXO FOTOGRÁFICO	101

ÍNDICE DE TABLAS

TABLA 1. COMUNIDADES Y ACCESO AL AGUA POTABLE	4
TABLA 2. DESARROLLO: LOCALIZACIÓN Y CARACTERIZACIÓN DE MANANTIALES	13
TABLA 3. PRODUCCIÓN DE AGUA EN 27 MUNICIPIOS DEL ESTADO DE MÉXICO 2005 - 2012.....	65
TABLA 4. NÚMERO DE MANANTIALES, GASTO (L.P.S) Y LA COBERTURA FORESTAL EN 27 MUNICIPIOS DEL ESTADO DE MÉXICO	66
TABLA 5. SUPERFICIE FORESTAL Y PRODUCCIÓN DE AGUA EN LOS MANANTIALES POR MUNICIPIO.....	67
TABLA 6. APROVECHAMIENTOS SUPERFICIALES	72
TABLA 7. APROVECHAMIENTOS SUPERFICIALES POR USO Y PORCENTAJE VILLA DE ALLENDE.....	73
TABLA 8. APROVECHAMIENTOS SUPERFICIALES POR USO Y PORCENTAJE DONATO GUERRA	73
TABLA 9. NO. DE DÍAS TRABAJADOS POR MUNICIPIO	74
TABLA 10. INVENTARIO INICIAL DE MANANTIALES CONAGUA.....	74

ÍNDICE DE GRAFICAS

GRAFICA 1 NO. DE MANANTIALES	76
GRAFICA 2. GASTO EN LITROS POR SEGUNDO.....	77
GRAFICA 3. VOLUMEN ANUAL EN METROS CÚBICOS	77

ÍNDICE DE FIGURAS

FIGURA 2. DIAGRAMA DE FLUJO.....	14
FIGURA 1. TIPOS DE MANANTIALES	35

ÍNDICE FOTOGRÁFICO

FOTOGRAFÍA 1. BRIGADA DE CAMPO	15
FOTOGRAFÍA 2. GUÍA PROPORCIONADO POR AUTORIDADES LOCALES	15
FOTOGRAFÍA 3. FICHA TÉCNICA	16
FOTOGRAFÍA 4. EQUIPO DE CAMPO	16
FOTOGRAFÍA 5. GPS	17
FOTOGRAFÍA 6. REALIZACIÓN DE AFORO VOLUMÉTRICO.....	17
FOTOGRAFÍA 7. REALIZACIÓN DE AFORO VOLUMÉTRICO	18
FOTOGRAFÍA 8. LLENADO DE FICHA EN CAMPO	19
FOTOGRAFÍA 9. EVIDENCIA FOTOGRÁFICA.....	19
FOTOGRAFÍA 10. TOMA DE MUESTRAS DE AGUA I (BACTERIOLOGÍA)	20

FOTOGRAFÍA 11. TOMA DE MUESTRAS DE AGUA II (BACTERIOLOGÍA)	20
FOTOGRAFÍA 12. TOMA DE MUESTRAS DE AGUA (PARÁMETROS FÍSICO-QUÍMICOS)	21
FOTOGRAFÍA 13. FIJACIÓN DE MUESTRAS EN CAMPO I.....	21
FOTOGRAFÍA 14. FIJACIÓN DE MUESTRAS EN CAMPO II.....	22
FOTOGRAFÍA 15. MUESTRAS RECOLECTADAS	22
FOTOGRAFÍA 16. RECEPCIÓN DE MUESTRAS DE AGUA EN LABORATORIO	23
FOTOGRAFÍA 17. BASE DE DATOS	24



SINOPSIS

Esta memoria parte de la experiencia laboral y profesional adquirida a partir de abril de 2009 en la Coordinación de Estudios y Proyectos Especiales de la Secretaría del Medio Ambiente del Gobierno del Estado de México; en dónde se han realizado las siguientes actividades sustantivas:

- Participación en el programa de localización y caracterización de manantiales en el Estado de México, de manera especial en los municipios de Temascalcingo, San José del Rincón, Villa de Allende, Donato Guerra, Ixtapan del Oro, Morelos, Villa del Carbón, Malinalco y Actualmente en el Zinacantepec donde se han efectuado trabajos de análisis de calidad del agua *insitu*, recopilación de datos de aprovechamientos superficiales, ubicación geográfica, recolección de muestras para el análisis de agua en laboratorio, lo que permitió conocer las condiciones ambientales, hidrológicas, de cada uno de los manantiales.
- Actualización de las características hidrológicas y ambientales de los aprovechamientos superficiales de las dos regiones hidrológicas más importantes del estado Lerma y Balsas. Lo que me permitió conocer las condiciones ambientales de las cuencas mencionadas.

El documento describe la metodología para el desarrollo administrativo y de campo en el programa, el contenido y las diferentes fases que compone el estudio, desde su caracterización física, hidrológica y ambiental, especificados en cada una de las fichas de aprovechamientos superficiales, así como propósitos de conservación, manejo y restauración.

La memoria dará un marco general sobre los datos hidrológicos que se tienen en los Municipios de Villa de Allende y Donato Guerra, donde hace referencia el trabajo, así como las propuestas y sugerencias para lograr la sustentabilidad de los recursos inmersos en los manantiales localizados en nuestra entidad.



INTRODUCCIÓN

El agua en estos tiempos ha dejado de ser vista exclusivamente como un bien de consumo para valorarse como un bien ambiental cuya calidad y cantidad depende de la conservación y preservación de las cuencas hidrológicas generadoras de este valioso recurso, y que descansa de manera especial en la conservación de la vegetación forestal.

Tal es el caso del agua de los manantiales, la cual resulta fundamental para la existencia de las comunidades más marginadas, así como a la diversidad de especies, al aprovechar este recurso para sus necesidades básicas, durante todo el año, favoreciéndose al resultar el agua más barata y más limpia.

Las localidades, ejidos y comunidades del Estado de México, han logrado por necesidad y con el paso del tiempo su cobertura de agua potable y consecuentemente su administración. Sin embargo, ésta corresponde únicamente a un acceso al vital líquido para sus necesidades esenciales, pero la cantidad real que se aprovecha es desconocida.

Esta cobertura es aún más incierta, por lo general, este tipo de comunidades se caracteriza por ser muy dispersa y alejadas de las cabeceras municipales a las que pertenecen, en consecuencia, en muchos casos el agua ingerida tiene un tratamiento deficiente o en algunos casos inexistente.

Por otro lado, no hay datos realmente confiables acerca de los volúmenes requeridos de agua producto de los manantiales para consumo humano, es por ello que se piensa que unos cuantos litros/habitante/día son suficientes, sobre todo en aquellas comunidades donde para abastecerse del vital líquido es necesario recorrer varios kilómetros. De acuerdo con la Organización Mundial de la Salud (OMS, 1979), “el consumo de agua en comunidades rurales abastecidas por hidrantes oscila entre 20 y 40 litros/ habitante/día”.



En algunas comunidades del Estado de México sobre todo las asentadas en la cuenca del río Balsas y Lerma, con frecuencia han tenido que defender sus recursos hídricos que necesitan para sostener sus formas de vida y subsistencia, frente a decisiones gubernamentales que no consideran sus necesidades y derechos.

En el pasado el Sistema Lerma llevaba a cabo la transferencia de agua hacia otras cuencas, que en su primera etapa llevo a cabo la captación y aprovecho un sin número de manantiales con gastos importantes que daban vida a las lagunas de Lerma y consecuentemente inicio su desecación y prácticamente la desaparición de la primera laguna llamada de Almoloya del Río.

En el presente el Sistema Cutzamala, aprovecha las aguas que se almacenan en las presas de Villa Victoria, Miguel Alemán (Valle de Bravo), Chilesdo (Villa de allende), Tilostoc (Valle de Bravo), Colorines (Valle de Bravo) y la derivadora de Ixtapan del Oro las cuales en tiempo de estiaje se alimentan de más de 5000 manantiales, con un gasto superior a los 9000 litros por segundo, ubicados en los municipios Villa Victoria, Amanalco, Valle de Bravo, San José del Rincón, Donato Guerra, Ixtapan del Oro y Villa de Allende (CONAGUA, 2009).

Por otra parte el INEGI, dio a conocer en el año 2007 que en el Estado de México, había 1,234 ejidos y comunidades, que tienen actividades agrícolas ganaderas y forestales, las cuales en muchos casos dependen de las aguas de los manantiales que se ubican en sus propiedades ejidales y comunales.

En la tabla No.1 se observan las comunidades menores de 2,500 habitantes, que se ubican en el Estado de México, las cuales aprovechan agua de manantiales para sus actividades diarias.



TABLA 1. COMUNIDADES Y ACCESO AL AGUA POTABLE

NÚMERO DE LOCALIDADES Y POBLACIÓN POR TAMAÑO AL 2005			
Tamaño de localidad	Localidades	Población	Porcentaje
Total	4,815	14´007,495	100
De 1 a 499 habitantes	3,124	457,998	3
De 500 a 2499 habitantes	1,254	1´349,283	10
De 2,500 a 14,999 hab.	371	1´977,952	14
De 15,000 y más hab.	66	10´222,262	73

Fuente: Conagua, 2012

Comunidades que por ser menores de 2,500 habitantes no pagan el agua, a la Comisión Nacional del Agua, que otorga los títulos de concesión para su aprovechamiento y por lo tanto no es fácil para ellas acceder a los beneficios que otorga esta Comisión.

En razón de los puntos anteriores, se define y confirma la importancia de los manantiales en el Estado de México, sin embargo se estima que la cantidad de estas fuentes reconocidas en el Registro Público de Derechos de Agua (REPDA), de la Comisión Nacional del Agua, de más de 3,000, no representan la totalidad de estas fuentes, como se ha demostrado con estos trabajos en las tres cuencas.



JUSTIFICACIÓN

Actualmente no se cuenta con un inventario de los manantiales que se ubican en el Estado de México completo, confiable, actualizado y sistematizado (base de datos y distribución espacial de fuentes en un mapa digitalizado), dificultando de este modo toda actividad vinculada con el tema de su aprovechamiento en cantidad y calidad.

La localización y caracterización de los manantiales disponibles permitirá, no sólo conocer su potencial hídrico y su calidad, sino principalmente tener disponible una fuente de información para una mejor planificación y gestión del uso óptimo de dichos recursos.

En la actualidad la demanda del recurso agua principalmente en las comunidades marginadas de las tres cuencas del Estado México es cada vez mayor, debido al incremento de la potencialidad de los diversos usos, existiendo un déficit de disponibilidad hídrica, generándose conflictos entre los diversos usuarios, no sólo por la escasez de agua sino también por la falta de equidad en su distribución.

Los principales puntos de estos trabajos, incluyen garantizar la presencia del recurso agua de los manantiales para el futuro y que los municipios apoyen a los usuarios de hecho y derecho para que realicen un uso y manejo racional y sostenido de este recurso con que cuentan y que puedan adoptar recomendaciones técnicas y legales para una administración eficaz y eficiente.

Se pretende tener un inventario real que nos permitirá actuar contra una realidad jurídica-institucional del recurso agua que es un laberinto lo que ha ocasionado una anarquía en su gestión. Su condición de recurso móvil aunado a ser un recurso de múltiples actores demandantes, no solo plantea un verdadero desorden en su utilización, sino que limita las posibilidades de llegar a un consenso en cuanto a su normatividad.



Así mismo la localización y caracterización de los manantiales nos permitirá incorporar las estrategias de protección y recomendaciones de estos y considera las áreas prioritarias de conservación desde el punto de vista de las zonas de recarga y nacimientos de agua, para mantener la calidad y cantidad de este recurso así como atender las necesidades de protección de las áreas de influencia y sus recursos asociados, llevando a cabo la construcción de diversas obras básicas y ambientales en los perímetros de protección donde brotan los manantiales y su zona de influencia.

OBJETIVO GENERAL

Crear un inventario-catálogo abierto que deje constancia ambiental, hidráulica, documental y fotográfica de los manantiales que existen en los municipios de Villa de Allende y Donato Guerra, el cual pueda tomarse como base para llevar a cabo posteriores trabajos de protección, mantenimiento, conservación y recuperación.

OBJETIVO PARTICULARES

- Realizar la recopilación y selección de la documentación por municipio, con respecto a los manantiales existentes en los archivos de los tres órdenes de gobierno que operan en el área de estudio.
- Identificar, planear y efectuar recorridos de campo para la localización de los manantiales a lo largo de todo el municipio, con la participación y aceptación de las autoridades municipales, ejidales, comunales y dueños o poseedores de los terrenos, donde se ubican estas fuentes.

PREGUNTA DE INVESTIGACIÓN

¿Qué relación existe entre la sociedad, la política y el medio ambiente en el trabajo de localización y caracterización de manantiales?



CAPÍTULO I METODOLOGÍA

La presente memoria de experiencia profesional se realizó con base en la estructura de la “Guía para la elaboración de Memorias” aprobada en consejo de gobierno de la Facultad de Planeación Urbana y Regional que establecen las bases para la realización de memorias, como una alternativa de titulación, las cuáles se mencionan a continuación:

1.1 BASES NORMATIVAS DE LA MEMORIA

De acuerdo con el **Artículo 116** del Reglamento de Facultades y Escuelas Profesionales de la UAEM la evaluación profesional tiene por objeto:

- I. Valorar en conjunto los conocimientos asimilados por el sustentante en su carrera.
- II. Comprobar la capacidad del sustentante para aplicar los conocimientos adquiridos.
- III. Valorar el criterio profesional del sustentante.
- IV. Otorgar al sustentante el título profesional correspondiente.

Con base en el **Artículo 118** del mismo Reglamento Universitario, se establece que la evaluación profesional comprenderá la realización de un trabajo escrito y la sustentación del mismo ante un jurado.

Por su parte, el **Artículo 120** establece las siguientes modalidades de titulación:

- I. Tesis Individual.
- II. Tesis en grupo no mayor de tres sustentantes.
- III. Memoria o reporte individual realizado en un taller, laboratorio o clínica.
- IV. Memoria o reporte individual sobre las experiencias adquiridas en la práctica de la profesión.



El **Artículo 7°** del Reglamento de Opciones de Evaluación Profesional de la UAEM señala

7 modalidades de titulación:

- I. Tesis o Memoria.
- II. Tesina.
- III. Ensayo.
- IV. Artículo Especializado publicado en revista arbitrada.
- I. Aprovechamiento Académico.
- II. Examen General de Egreso de la Licenciatura.
- III. Obra Artística.

En el **Artículo 121** del mismo Reglamento se establece que en cualquier modalidad de Memoria elegida, el documento escrito deberá reunir los siguientes requisitos:

- I. Tener vinculación con alguna de las áreas del plan de estudios cursado.
- II. Plantear la problemática correspondiente.
- III. Desarrollar los diferentes aspectos del tema o problema, mediante una exposición o argumentación crítica.
- IV. Indicar las conclusiones y proposiciones a que se haya llegado.
- V. Describir la metodología empleada.
- VI. Señalar la bibliografía o material utilizado.
- VII. Tener una extensión mínima de 25 cuartillas, a renglón abierto, salvo la tesis colectiva que será proporcional al número de sustentantes.
- VIII. Las demás que contemple la reglamentación interna correspondiente.

Tipo de Memoria

La presente memoria corresponde al tipo de Memoria de Experiencia Profesional, la cual establece una reseña escrita de la experiencia curricular y laboral del egresado durante dos años como mínimo de trabajo comprobable.



Contenido Básico de la Memoria de Experiencia Profesional.

- ✓ Portada. Obligatoria de acuerdo con las características definidas por la institución u organismo académico.
- ✓ Agradecimientos. Opcional, referidos al asesor, tutor, académicos revisores e instituciones que han apoyado el desarrollo del trabajo.
- ✓ Dedicatorias. Opcional, referido a las personas que el postulante considere pertinente.
- ✓ Índice de Contenido. Obligatorio, presentarlo por capítulos lógicos y congruentes con el esquema, estructura, objetivos y alcances establecidos al inicio del trabajo.
- ✓ Índice de Figuras, Esquemas, Tablas, Planos, entre otros. Obligatorio, acorde al contenido que se maneja en el documento.
- ✓ Sinopsis. Obligatoria, debe comprender los argumentos básicos de la memoria del tema o disciplina desarrollada.
- ✓ Introducción. Obligatoria, deberá ofrecer un panorama general del contenido de las fases de la memoria, así como de sus respectivos objetivos y alcances
- ✓ Metodología. Obligatoria, debe señalar el método, técnica o los pasos seguidos para la elaboración de la memoria.
- ✓ Marco Teórico Conceptual. Opcional, en caso de que el trabajo lo requiera se deberá especificar la orientación teórica.



- a) Corrientes de pensamiento y principales conceptos
 - b) Marco jurídico-administrativo
- ✓ Marco de Referencia. Opcional, deberá contextualizar el entorno bajo el que surge el trabajo.
- a) Diagnóstico actual municipal
 - b) Agua y bosques
- ✓ Presentación de Resultados. Obligatorio, se estructurará en función de las necesidades temáticas del trabajo y deberá reflejar el cumplimiento de los objetivos y alcances preestablecidos.
- a) Localización y caracterización de manantiales en los municipios de Villa de Allende y Donato Guerra
- ✓ Conclusiones. Obligatorias, incluye además del grado de cumplimiento de los objetivos y alcances, la discusión de ideas, detección de hallazgos y limitaciones, entre otros aspectos derivados del trabajo.
- ✓ Recomendaciones. Obligatorio, se deriva de las necesidades identificadas en el trabajo, así como de las propuestas e innovaciones, incluye aspectos que se consideran complementarios al tema.

1.2 PROCEDIMIENTO PARA EL DESARROLLO DEL PROGRAMA DE LOCALIZACIÓN Y CARACTERIZACIÓN DE MANANTIALES.

El desarrollo de una metodología en el de localización y caracterización de manantiales nos permite de manera muy puntual desarrollar un estudio completo de calidad y manejo en lo que el agua representa.



1.2.1 OBJETIVO

Ya citado con anterioridad está elaborado de tal forma, que pueda llevarse en el desarrollo de la presente metodología.

1.2.2 MARCO JURÍDICO

Artículo 113 fracción III y IV de la Ley de Aguas Nacionales: Los terrenos donde se ubican los manantiales, así como su entorno en una franja de 10 metros, son propiedad de la nación.

Ley General del Equilibrio Ecológico y la Protección al Ambiente en su Título Segundo en materia de Biodiversidad, Capítulo I, Sección II, Art. 53 menciona que: Las áreas de protección de recursos naturales, son aquellas destinadas a la preservación y protección del suelo, las cuencas hidrográficas, las aguas... Se consideran dentro de esta categoría las reservas y zonas forestales, las zonas de protección de ríos, lagos, lagunas, manantiales.

Ley General del Equilibrio Ecológico y la Protección al Ambiente en su Título Tercero en materia de Aprovechamiento Sustentable de los Elementos Naturales, Capítulo I, Art. 90 el cual menciona que: La Secretaría, en coordinación con la Secretaría de Salud, expedirán las normas oficiales mexicanas para el establecimiento y manejo de zonas de protección de ríos, manantiales, depósitos y en general, fuentes de abastecimiento de agua para el servicio de las poblaciones.

Ley General del Equilibrio Ecológico y la Protección al Ambiente en su Artículo Octavo Transitorio menciona que: Tratándose de las reservas forestales, reservas forestales nacionales, zonas protectoras forestales, zonas de restauración y propagación forestal y las zonas de protección de ríos, manantiales... deberá realizar los estudios y análisis que sean necesarios.



1.2.3 ALCANCE

La realización de este estudio, se lleva de manera formal, por medio de un proceso administrativo (oficio) de presentación de la brigada que realiza el estudio de localización de manantiales, el cual expone ante las autoridades correspondientes, que como primera fase es enterar a todas las autoridades municipales de los trabajos a realizar, quien proporcionara información relevante para el desarrollo del estudio (lista de las comunidades, nombres de delegados, comisariado ejidal, presidente de bienes comunales, etc.), con la finalidad de evitar conflictos relacionados con el agua.

El manejo de la información estará proporcionada específicamente con la finalidad de tener una prelocalización donde existan estos aprovechamientos (manantiales), en una primera fase por el organismo operador de agua potable, referente a todos aquellos manantiales que utilizan para satisfacer las necesidades de uso doméstico, público urbano, etc.,

1.2.4 INSUMOS PARA EL ESTUDIO

- Tester (Instrumento de medición multiparamétrico que determina 4 cuantificaciones importantes en campo de calidad del agua: pH, Conductividad eléctrica, SDT, Temperatura.
- Medidor de oxígeno disuelto (Instrumento de campo que permite determinar el oxígeno disuelto en el agua).
- GPS
- Cámara fotográfica
- Vehículo
- Potenciómetro
- Recipientes (Diferente volumen)
- Tubos PVC (Diferente diámetro)



- Material de laboratorio (Botellas winkler, frasco para pruebas de bacteriología y fisicoquímicos)
- Ficha de aprovechamientos superficiales
- Plano de ubicación

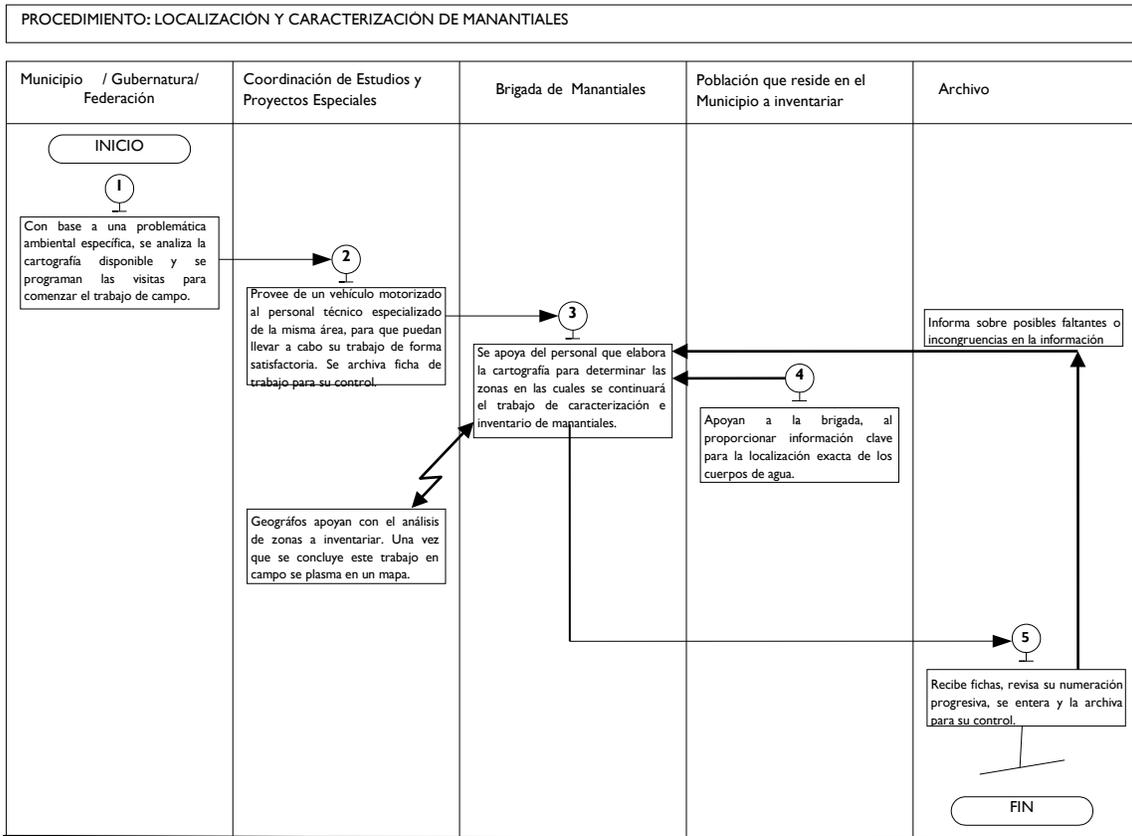
TABLA 2. DESARROLLO: LOCALIZACIÓN Y CARACTERIZACIÓN DE MANANTIALES

No.	UNIDAD ADMINISTRATIVA/ PUESTO	ACTIVIDAD
1	Municipio/ Gobernatura / Federación	Con base a una problemática ambiental específica, se analiza la cartografía disponible y se programan las visitas para comenzar el trabajo de campo.
2	Coordinación de Estudios y Proyectos Especiales	Provee de un vehículo motorizado al personal técnico especializado de la misma área, para que puedan llevar a cabo su trabajo de forma satisfactoria. Se archiva ficha de trabajo para su control.
3	Brigada de manantiales	Se apoya del personal que elabora la cartografía para determinar las zonas en las cuales se continuará el trabajo de localización y caracterización de manantiales.
4	Población que reside en el municipio	Apoyan a la brigada, al proporcionar información clave para la localización exacta de los cuerpos de agua.
5	Archivo	Recibe fichas, revisa su numeración progresiva, se entera y la archiva para su control.

Fuente: elaboración propia con base en la Secretaría del Medio Ambiente del Gobierno del Estado de México



FIGURA 2. DIAGRAMA DE FLUJO



Fuente: elaboración propia con base en la Secretaría del Medio Ambiente del Gobierno del Estado de México

1.2.5 MEDICIÓN

1.2.5.1 INDICADOR PARA MEDIR CAPACIDAD DE RESPUESTA

Número de manantiales registrados al mes / Número meta de manantiales, establecido a principio de año x 100 = % de manantiales.

1.2.5.2 PROCESO PARA LA LOCALIZACIÓN DE MANANTIALES (MÉTODO DE TRABAJO)

1.2.5.2.1 INTEGRACIÓN DE LA BRIGADA DE CAMPO

Por otra parte se debe constituir una brigada de trabajo, quienes adquiridos los conocimientos en hidrología deberán llevar a cabo, todo el proceso que contempla el estudio para el registro correcto de la información cualitativa y cuantitativa de los manantiales localizados y caracterizados.



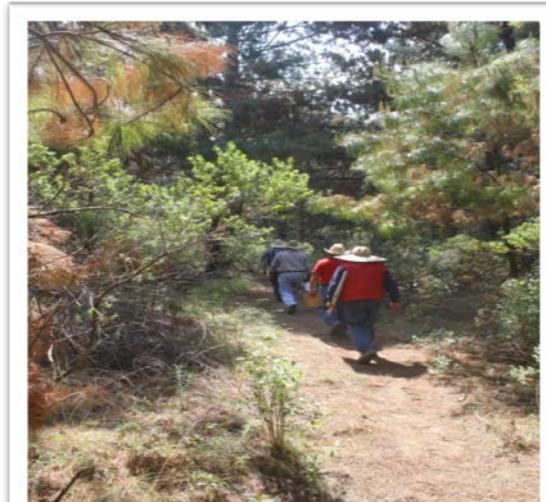
FOTOGRAFÍA 1. BRIGADA DE CAMPO



Fuente: Elaboración propia

Brigada de campo para la localización y caracterización de manantiales conformada mínimo con cuatro personas para el desarrollo eficiente del estudio.

FOTOGRAFÍA 2. GUÍA PROPORCIONADO POR AUTORIDADES LOCALES



Fuente: Elaboración propia

Guía local que conozca a la perfección el territorio donde se realice el estudio.



FOTOGRAFÍA 3. FICHA TÉCNICA

Fuente: Elaboración propia con base en la Secretaría del Medio Ambiente del Gobierno del Estado de México

Ficha técnica para el llenado de datos recabados en campo.

1.2.5.2.2 DE LOS MATERIALES Y EQUIPO

Contar con el equipo necesario como un GPS, un vehículo en buen estado, un potenciómetro, un oxigenómetro, una cámara fotográfica, cronómetro, plano de la zona de estudio, tubos de diferentes diámetros, recipientes de diferentes capacidades, palas, pico, machete, hacha, etc.

FOTOGRAFÍA 4. EQUIPO DE CAMPO



Fuente: Elaboración propia
Equipo mínimo necesario para la recopilación de datos y el análisis *insitu*.



1.2.5.2.3 UBICACIÓN GEOGRÁFICA

Ubicar exactamente donde nace el agua mediante un GPS para obtener las coordenadas y la altitud del aprovechamiento.

FOTOGRAFÍA 5. GPS



Fuente: Elaboración propia

Dispositivo GPS para ubicación geográfica.

1.2.5.2.4 AFORO VOLUMÉTRICO

Posteriormente se busca un lugar adecuado para realizar el aforo que consiste en medir la cantidad de agua que nace en el manantial, esto se realiza mediante un recipiente de cierta medida (un litro, 4 litros, 20 litros, etc.), según sea el caso y utilizando un cronómetro para ver el tiempo en que se llena el recipiente, donde se obtiene el gasto en litros por segundo que tiene el manantial.

FOTOGRAFÍA 6. REALIZACIÓN DE AFORO VOLUMÉTRICO



Fuente: Elaboración propia

Medición del volumen del agua en litros por segundo.



FOTOGRAFÍA 7. REALIZACIÓN DE AFORO VOLUMÉTRICO



Fuente: Elaboración propia

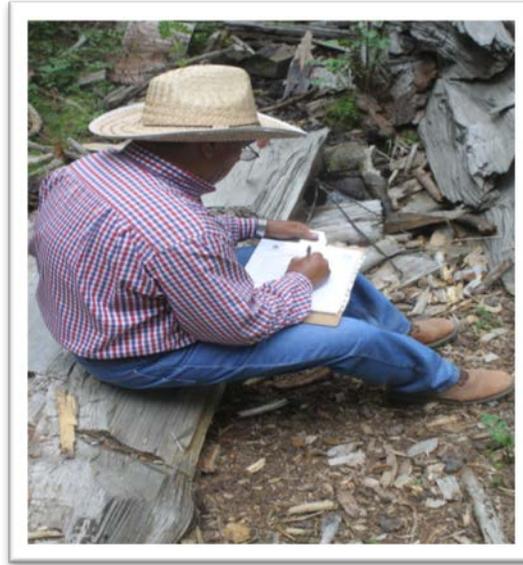
Medición del volumen en contenedores de diferentes capacidades

1.2.5.2.5 LLENADO DE FICHA DE APROVECHAMIENTOS SUPERFICIALES

Al mismo tiempo se lleva a cabo el llenado de una ficha la cual lleva un número secuencial para saber qué cantidad de manantiales se localizaron dentro del municipio, en esta ficha se anotan los datos que se obtienen de cada manantial, como son el nombre del manantial, el nombre de la localidad donde se ubica, quien utiliza el agua, cual es el uso a que se destina, coordenadas, el gasto en litros por segundo, tenencia de la tierra, la temperatura del agua, la conductividad eléctrica, sólidos disueltos totales, pH, el nombre de su afluente, municipio a que pertenece, región hidrológica a que pertenece, las características de la obra de captación, el tipo de vegetación, erosión y pendiente.



FOTOGRAFÍA 8. LLENADO DE FICHA EN CAMPO



Fuente: Elaboración propia

Recopilación de datos realizada en campo.

1.2.5.2.6 EVIDENCIA FOTOGRÁFICA

Con el fin de tener las evidencias claras del trabajo elaborado en campo referente a los manantiales se lleva a cabo la toma de una fotografía a través de un tablero donde contiene los datos del aforo, el nombre del manantial, el número secuencial de manantiales y la fecha de elaboración este se coloca a un costado del manantial.

FOTOGRAFÍA 9. EVIDENCIA FOTOGRÁFICA



Fuente: Elaboración propia con base en trabajos de campo 2009, 2010, 2011, 2012 y 2013.
Secretaría del Medio Ambiente del Gobierno del Estado de México

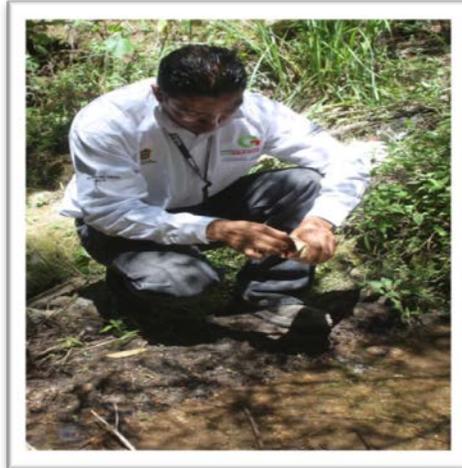
Evidencia fotográfica para cada manantial localizado.



1.2.5.2.7 ANÁLISIS *INSITU* PARA LA CALIDAD DEL AGUA

Por otro lado con la ayuda de aparatos científicos portátiles como son un tester y un oxigenómetro se lleva a cabo el análisis *insitu* de parámetros físicos en campo como, el potencial de hidrogeno, la conductividad eléctrica, la temperatura, sólidos disueltos totales y el oxígeno disuelto del agua.

FOTOGRAFÍA 10. TOMA DE MUESTRAS DE AGUA I (BACTERIOLOGÍA)



Fuente: Elaboración propia

Toma de muestras de agua *insitu*.

FOTOGRAFÍA 11. TOMA DE MUESTRAS DE AGUA II (BACTERIOLOGÍA)



Fuente: elaboración propia

Muestreo de agua para bacteriología.



FOTOGRAFÍA 12. TOMA DE MUESTRAS DE AGUA (PARÁMETROS FÍSICO-QUÍMICOS)



Fuente: elaboración propia

Llenado del recipiente para análisis físico-químico.

1.2.5.2.8 TOMA DE MUESTRAS Y FIJACIÓN EN CAMPO

Para conocer la calidad del agua de cada uno de estos manantiales, la toma de muestras de agua se realiza mediante recipientes de plástico con capacidad de dos litros, frascos para bacteriología, y botellas winkler para el oxígeno disuelto, estas muestras en campo son preservadas mediante soluciones de alcaliyoduro y sulfato manganoso esto se realiza con el fin de evitar que las propiedades químicas del agua cambien en sus valores.

FOTOGRAFÍA 13. FIJACIÓN DE MUESTRAS EN CAMPO I



Fuente: elaboración propia

Fijado de muestra *insitu*.



FOTOGRAFÍA 14. FIJACIÓN DE MUESTRAS EN CAMPO II



Fuente: elaboración propia.

Fijado de muestras *insitu*.

FOTOGRAFÍA 15. MUESTRAS RECOLECTADAS



Fuente: elaboración propia

Muestras de agua debidamente identificadas (número, nombre, temperatura, fecha y hora)



1.2.5.2.9 RECEPCION DE MUESTRAS

Posteriormente estas muestras de agua son trasladadas al laboratorio quien realiza los análisis correspondientes de varios parámetros que son la temperatura, el potencial de hidrógeno, conductividad eléctrica, calcio, magnesio, sodio, potasio, manganeso, nitratos, sulfatos, demanda química de oxígeno, sólidos disueltos totales, oxígeno disuelto, nitrógeno amoniacal, coliformes fecales y coliformes totales. El resultado de estos análisis nos servirá para conocer la calidad del agua y el grado de contaminación que pudiera haber en algún manantial analizado.

FOTOGRAFÍA 16. RECEPCIÓN DE MUESTRAS DE AGUA EN LABORATORIO



Fuente: elaboración propia

Entrega de muestras de agua para su posterior análisis.



1.2.5.2.10 BASE DE DATOS

Finalmente la información contenida en las fichas es recabada en una base de datos, que tiene como finalidad proporcionar a los usuarios del agua el número de manantiales, la cantidad de los mismos, sus usuarios y cualquier información referente a la calidad del agua de cada manantial.

FOTOGRAFÍA 17. BASE DE DATOS

SECRETARÍA DEL MEDIO AMBIENTE														
COORDINACIÓN DE ESTUDIOS Y PROYECTOS ESPECIALES														
LOCALIZACIÓN Y CARACTERIZACIÓN DE LOS MANANTIALES UBICADOS EN EL MUNICIPIO DE MALINALCO														
No.	FECHA	LOCALIDAD DONDE SE UBICA EL MANANTIAL	NOMBRE DEL MANANTIAL	USUARIO	USO	GASTO EN L.P.S	COORDENADAS U.T.M.		ALTITUD m.s.n.m.	TENENCIA	CALIDAD DEL AGUA PARAMETROS DE CAMPO			
							X	Y			p.H	TEMP.	C	COND.

Fuente: Secretaría del Medio Ambiente del Gobierno del Estado de México

La base de datos se realiza de acuerdo con los datos recabados en la ficha técnica que se llena en campo, cada uno de los datos es capturado y verificado para evitar cualquier alteración en las coordenadas geográficas, gastos (L.P.S) y volúmenes de agua.

Toda la metodología para el desarrollo de este estudio está determinada de tal forma que sea eficiente y completa la recopilación de datos en campo, es muy importante ya que determina las características en las que se encuentra cada manantial, una vez recabados los datos como coordenadas, calidad del agua, etc., se procede a llevar acabo el manejo de los mismos como desarrollo de planos con ubicación geográfica de los manantiales o bien un análisis de calidad del agua por citar algunos.

El desarrollo se debe efectuar de tal manera que al final la información de cada manantial está sistematizada y puede ser manipulada fácilmente para proyectos futuros.



CAPÍTULO II CORRIENTES DE PENSAMIENTO Y PRINCIPALES CONCEPTOS

Como base para el presente trabajo se hace referencia a los principales autores que han marcado el camino del ambientalismo, los cuales fundamentan el estudio del mismo, en si este apartado nos da una visión más clara, de los términos para lo que a medio ambiente se refiere.

2.1 PRINCIPALES CORRIENTES

Por el momento no existe una teoría sobre la cuestión ambiental, sin embargo, se reconoce que existen por lo menos tres grandes corrientes en torno al debate ambientalista, estas son:

- Corriente ecologista-conservacionista o de sustentabilidad fuerte.
- Ambientalismo moderado o sustentabilidad débil.
- Corriente humanista crítica.

2.1.1 CORRIENTE ECOLOGISTA-CONSERVACIONISTA O DE SUSTENTABILIDAD FUERTE.

La primera de estas corrientes tiene sus raíces en el conservacionismo naturalista del siglo XIX y en las ideas ecocentristas de Leopold (1949)¹, cuyos principales postulados son el promover una estética de la conservación y una ética de la Tierra o Bioética. Esta corriente encuentra sus referentes actuales de la denominada ecología profunda elaborada por Naess (1973) orientada al crecimiento económico y poblacional cero cuya justificación teórica ha sido expresada por el economista Herman Daly a partir de la llamada economía ecológica (NAESS, 1998).

¹ Véase Aldo Leopold, 1949, a sand county almanac and sketches here and there, Nueva York, Oxford University Press.



2.1.2 AMBIENTALISMO MODERADO O SUSTENTABILIDAD DÉBIL

La segunda corriente tiene un carácter antropocéntrico y desarrollista, aunque acepta que existen ciertos límites que impone la naturaleza a la economía, separándola del optimismo tecnocrático de la economía neoclásica tradicional. Se expresa en la denominada economía ambiental, que es neoclásica pero de corte keynesiano y se expresa en el marco del desarrollo sustentable con crecimiento económico y márgenes de conservación.

2.1.3 CORRIENTE HUMANISTA CRÍTICA

La tercera corriente tiene sus raíces en ideas y movimientos anarquistas y socialistas, colocándose al lado de los países y sectores pobres y subordinados. Esta corriente se expresó en los años 70 como ecodesarrollo y plantea que su construcción requiere de un cambio social radical centrado en atender las necesidades y calidad de vida de las mayorías, con un uso responsable de los recursos naturales.

Ésta última se subdivide en una subcorriente anarquista y otra marxista.

En la primera de ellas la base teórica corresponde a la llamada ecología social y en menor medida en la economía ecológica; no comparte la tesis de los límites físicos absolutos ni que la solución se centre en detener el crecimiento.

La subcorriente marxista entiende que el problema ambiental no está dado por los límites físicos externos a la sociedad, sino por la forma de organización social del trabajo que determina qué recursos usar, la forma y el ritmo del uso.

A estos elementos se deben agregar los antecedentes del ambientalismo contemporáneo pues entre ellos destaca el papel que jugaron países como Inglaterra y Estado Unidos, al ser pioneros en la creación de asociaciones y leyes en defensa de la naturaleza, destacando entre otras acciones la protección en



1864 del Valle de Yosemite, el Mariposa Grove en California, y en 1872 la creación del primer parque nacional en el mundo conocido como “Yellowstone”.

Otros países como Alemania, España y Francia, y entre ellos México, iniciaron también desde fines del siglo XIX acciones orientadas a la protección de la naturaleza.

Estos antecedentes son precedidos de otras acciones ya no tanto a nivel de países aislados, sino, de organizaciones internacionales e instituciones científicas y académicas, entre las que destaca la Conferencia sobre el Medio Humano realizada en Estocolmo en 1972 y grupos como el Club de Roma y el Instituto Tecnológico de Massachusetts (Pierre y Fodadori, 2005).

Autores más recientes como Enrique Leff (1994) comentan respecto al el discurso ecodesarrollista, al reducir esta diversidad de procesos y esferas de racionalidad a una dimensión ambiental, desemboca en una propuesta de refuncionalización de la economía, desconociendo la radicalidad de la cuestión ambiental. De esta manera, los problemas de la propiedad de las tierras y de los medios de producción, así como de las formas socialmente sancionadas de acceso a los recursos, son desplazados como causas fundamentales de los costos del desarrollo².

Con base en lo anterior, se ha considerado plantear los elementos antes mencionados sólo como un marco teórico no acabado y por ello se hace hincapié en un conjunto de conceptos que giran en torno al propósito de éste trabajo.

² Leff, 2005,

³Foreword, in Conservation Biology, Michael Soulé and Bruce Wilcox, 1980

⁴Norse, E.A., McManus, R.E., 1980



2.2 PRINCIPALES CONCEPTOS RELACIONADOS CON LOS MANANTIALES

Entre los conceptos básicos o fundamentales están:

2.2.1 BIODIVERSIDAD, COMO OBJETO DE LA CONSERVACIÓN

El origen de la palabra o el concepto de biodiversidad se presentaron en tres diferentes artículos:

- 1980 por Thomas Lovejoy, aunque no proporciona una definición la usa esencialmente en el sentido de número de especies presentes³.
- Norse & McManus (1980) la emplearon para incluir dos conceptos relacionados: diversidad genética y diversidad ecológica, igualaron la diversidad ecológica con riqueza de especies, el número de especies en una comunidad de organismos⁴.
- Norse et al. (1986) expande su uso para referirse a la diversidad biológica a tres niveles: genético (dentro de especies), especies (número de especies) y diversidad ecológica (comunidad)⁵.

En realidad el término "Biodiversidad" fue acuñada por Walter G. Rosen en 1985 para la primera conferencia "Foro Nacional sobre Biodiversidad" en Washington septiembre de 1986. Las memorias de la reunión bajo el título de Biodiversidad lanzó la palabra al empleo generalizado.

La palabra "Biodiversidad" aparece por primera vez en la base de datos BIOSIS en el Biological Abstracts en 1988 con 4 referencias, pero para finales de abril de 1988 había ya 888 referencias con esa palabra⁶.

Para 1992, la definición oficial de la comunidad europea en su convención de diversidad Biológica fue: "la variabilidad entre organismos vivos de todas las

³ Norse EA, KL Rosenbaum, DS Wilcove, BA Wilcox, WH Romme, DW Johnston & ML St

⁶ Universidad Veracruzana, 2013, disponible en <http://www.uv.mx/institutos/forest/hongos/biodiver/subliga1.html> fecha de acceso 12/enero/2013.

⁷ Convenio sobre Diversidad Biológica, 1992 disponible en <http://www.cbd.int/doc/legal/cbd-es.pdf>, fecha de acceso 12/enero/2013



fuentes incluyendo, terrestres, marinos, y otros sistemas acuáticos y los complejos ecológicos de los cuales ellos son parte; esto incluye diversidad entre especies, dentro de especies y de ecosistemas“(según el Convenio de Naciones Unidas sobre Conservación y Uso Sostenible de la Diversidad Biológica)⁷

La conservación de la biodiversidad es más que una inversión para el futuro de México; de hecho, nuestro país no tiene un futuro si no conserva su diversidad biológica.

Según la Ley General del Equilibrio Ecológico y la Protección al Ambiente (LGEEPA) la biodiversidad debe ser comprendida como “la variabilidad de organismos de cualquier fuente, incluidos, entre otros, los ecosistemas terrestres, marinos y otros ecosistemas acuáticos y los complejos ecológicos de los que forman parte; comprende la diversidad dentro de cada especie, entre las especies y de los ecosistemas”.

2.2.2. HIDROLOGÍA, COMO CIENCIA DEL AGUA

Existen varias definiciones de hidrología, pero la más completa es quizá la siguiente:

Hidrología es la ciencia natural que estudia al agua, su ocurrencia, circulación y distribución en la superficie terrestre, sus propiedades químicas y físicas y su relación con el medio ambiente, incluyendo a los seres vivos. (Aparicio, 1992).

Aceptando esta definición, es necesario delimitar la parte de la hidrología que se estudia en la ingeniería a una rama que comúnmente se llama ingeniería hidrológica o hidrología aplicada, que incluye aquellas partes del campo de la hidrología que atañe al diseño y operación de proyectos de ingeniería para el control y aprovechamiento del agua.

El objetivo de la hidrología aplicada es la determinación de esos eventos, que son análogos a las cargas de diseño en el análisis estructural, por poner un ejemplo de



la ingeniería civil. Los resultados son normalmente sólo estimaciones, con aproximaciones limitadas en muchos casos y burlan en algunos otros. Sin embargo, estas estimaciones rara vez son menos aproximadas que las cargas usadas en análisis estructural o el volumen de tráfico en carreteras, por ejemplo. El análisis hidrológico exhaustivo es, pues, el primer paso fundamental en la planeación, diseño y operación de proyectos hidráulicos.

Hidrología, en cuanto trata con un aspecto importante y vital del medio ambiente, que es el agua, es una ciencia esencial para el aprovechamiento de los recursos hidráulicos y el diseño de obras de defensa. Aunque esta ciencia está lejos de tener un desarrollo completo, existen varios métodos tales como analítico y estadístico, que son en mayor o menor grado aceptados en la profesión ingenieril.

Los procesos que estudia la hidrología involucran tantas variables que es difícil, si no imposible, prever si alguna vez se aproximará al status de ciencia exacta o, incluso, si alguna vez podrá llegar a ser completamente considerada como una ciencia independiente.

2.2.3. EL AGUA, COMO ELEMENTO DE FORMACIÓN

El agua que llega a la superficie y se infiltra en el terreno puede ser, de acuerdo con Fetter (2001), de tres tipos:

- a) Agua retenida por fuerzas no capilares (agua retenida por atracción eléctrica) debido al carácter bipolar de la molécula del agua y de la superficie de los cristales sólidos. Esta modalidad de agua se puede clasificar en:



- Agua higroscópica: adsorbida por las partículas sólidas. Separable en forma de vapor.
- Agua pelicular: envuelve a las partículas y al agua higroscópica. Existe una atracción molecular. En arcilla puede representar el 50% del agua mientras que en grava su presencia es mínima. Separable por centrifugación.

Estos dos tipos de agua tienen poco interés desde el punto de vista hidrológico pues no se desplazan por gravedad ni se extrae de la zona saturada por bombeo. Tampoco sirven para las plantas pues las raíces tienen una fuerza de succión inferior a la de retención del agua.

- b)** Agua capilar. Agua retenida por fuerzas capilares. Estas fuerzas se deben a fenómenos de tensión superficial (atracción entre moléculas de dos fluidos no miscibles agua-aire) y a que las moléculas de agua tienden a adherirse a los sólidos. Su distribución es irregular y puede ser absorbida por las raíces. Es la denominada agua capilar aislada.

Este mismo fenómeno se produce en la zona saturada. Es el agua capilar continua.

- c)** Agua libre, gravífica o de gravitación: agua no retenida por el suelo, sometida a la acción de la gravedad. Cuando el agua de este tipo alcanza un fondo impermeable o una zona ya saturada, satura a su vez la zona suprayacente. Constituirá al agua subterránea (Díaz *et al.*, 2006).

2.2.4. AGUA SUBTERRÁNEA, COMO ELEMENTO PRINCIPAL

El concepto de agua subterránea es bastante intuitivo; su propio nombre lo sugiere: es la que está por debajo de la superficie del terreno; con ello se designa al agua que surge en los manantiales. También se denomina así al agua que se



extrae del terreno mediante el concurso de diferentes tipos de captaciones (galerías, pozos, sondeos) (Davis y De Wiest, 1971).

La ciencia que estudia las aguas subterráneas es la Hidrogeología; los hidrogeólogos se refieren a ellas como las aguas que ocupan los acuíferos, y hacen de estos entes y de sus manifestaciones externas, como los manantiales o las captaciones (Oviedo, 2010).

2.2.5. ACUÍFERO

Un acuífero es una formación geológica que tiene la capacidad de almacenar y transmitir agua en su interior; de hecho, la palabra acuífero deriva de la expresión latina (llevar agua). Esta definición pone de manifiesto, de entrada, el carácter natural de los acuíferos, es decir, la ausencia de intervención humana en su formación. Como formaciones geológicas que son, la naturaleza ha generado una notable variedad de acuíferos. Los hay, por ejemplo, en materiales rocosos de elevada dureza, que se manifiestan en el paisaje como macizos montañosos. En otros casos, los acuíferos se desarrollan en materiales fácilmente disgregables y configuran paisajes de relieve suave o prácticamente llanos (Castillo, 2008).

En hidrología se denomina acuífero a aquella formación geológica situada en la zona saturada capaz de almacenar y transmitir agua, que es susceptible de ser explotada en cantidades económicamente apreciables para atender diversas necesidades (del latín aqua, agua y fero, llevar) (López *et.al.*, 2001).

Otros términos que se emplean para caracterizar las formaciones geológicas desde el punto de vista hidrogeológico son:

Acuitardo: formación geológica que conteniendo agua la transmite muy lentamente, por lo que no son aptas para el emplazamiento de captaciones. Sin embargo, bajo condiciones especiales permiten una recarga vertical de acuíferos (del latín tardare: retarda). Ejemplo: arcillas limosas, arcillas arenosas.



Acuicludo: formación que contiene agua en su interior hasta la saturación pero no la transmite (del latín claudure: encerrar).

Acuifugo: formación que no contiene agua (del latín fugure: huir). Ejemplo: macizo granítico sin alterar, rocas metamórficas. (Díaz *et al.*, 2006).

2.2.6. LA INFILTRACIÓN

Se puede definir como el proceso de penetración de agua en el suelo. Es la suma del agua retenida en el suelo y del agua gravífica. Suele recibir el nombre de infiltración eficaz, reservándose el de infiltración profunda para el agua exclusivamente gravífica (MMA, 2000).

Los factores que influyen en la infiltración son:

- Condiciones de la superficie: compactación del suelo, pendiente, vegetación.
- Condiciones del terreno: textura, perfil del suelo, conductividad hidráulica.
- Condiciones ambientales: temperatura, precipitación.
- Características del agua: lámina de agua, turbidez, sanidad, temperatura.

2.2.7. MANANTIAL, COMO CASO DE ESTUDIO.

2.2.7.1 ¿QUÉ SON LOS MANANTIALES?

Se puede decir que los manantiales son nacimientos o brotes naturales que se dan a través de las aguas subterráneas, donde el agua fluye de manera natural hacia la superficie, procedente de un acuífero o depósito subterráneo. O sea que son vertedores o desagües por los que emerge la recarga recibida por el acuífero que se encuentra bajo ellos.



Su origen es generalmente por medios atmosféricos, donde el agua de lluvia se infiltra y emerge en sitios más abajo donde las condiciones geológicas y edafológicas den lugar a un nacimiento de agua (manantial).

Los manantiales se pueden clasificar de acuerdo con varios criterios:

Según el tipo de surgimiento de las aguas:

- a) Rocosos, o sea los que brotan entre rocas basales;

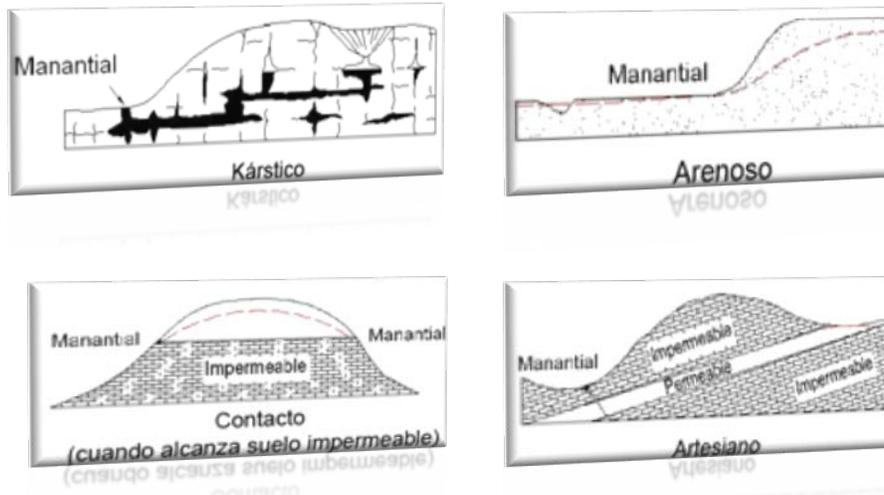
- b) De vertedero o "vertientes", cuando el lugar de la salida original de las aguas queda obturado por rocas de desprendimiento que la obligan a brotar en la superficie por un conducto situado generalmente en la parte inferior de la ladera.

- c) Por otra parte, según la dirección del curso que las aguas subterráneas siguen antes de su salida al exterior, se dividen en:
 - 1. Descendentes o de derrame, cuando los valles están situados bajo el nivel de las aguas subterráneas, y
 - 2. Ascendentes, cuando las aguas manan por presión hidrostática⁴.

⁴IMTA, 2013 Disponible en http://www.imta.gob.mx/index.php?Itemid=106&catid=52:enciclopedia-del-agua&id=176:los-manantiales-la-fuente-de-agua-mas-pura-del-planeta&option=com_content&view=article
fecha de consulta 12/01/2013



FIGURA 1. TIPOS DE MANANTIALES



Fuente: Instituto Mexicano de Tecnología del Agua. México. 2004

2.2.7.2 OBJETO DE ESTUDIO

La situación actual en la que se encuentran la mayoría de los manantiales requieren de distintas formas de estudio para su conservación, como principio fundamental esta la protección, ya sea en un sistema de captación para evitar problemas de arrastre de sedimentos y contaminación directa, así como contar con un estudio determinado para evaluar su calidad del agua.

Se requiere además de un balance entre la temporada de estiaje y de lluvias, especialmente en el momento que se ordenará llevar a cabo trabajos de captación para el abastecimiento de agua potable de una población específica.

En si el estudio depende de varios factores entre los que destacan: el tipo de manantial, las condiciones geográficas, y el análisis de algunas variables como, el Gasto (L.P.S), pendiente, tenencia de la tierra, tipo de vegetación, erosión, su ubicación geográfica, y otros agentes directos como lo es la tenencia de la tierra, los usuarios, legalidad, participación social.



*“LOCALIZACIÓN Y CARACTERIZACIÓN DE MANANTIALES EN LOS MUNICIPIOS DE VILLA
DE ALLENDE Y DONATO GUERRA EN EL ESTADO DE MÉXICO”*



Debido a que no tenemos el conocimiento de toda la información y en algunos casos los términos o las corrientes mencionadas serán algo nuevo, este apartado es de mucha utilidad en el trabajo de estudio para lograr abordar lo que cada autor quiere decir y así lograr una mayor comprensión del tema.



CAPITULO III MARCO JURIDICO-ADMINISTRATIVO

El conocimiento de las leyes que rigen y protegen el recurso agua no son del todo conocidas y en muchos casos se dan malos manejos y abusos respecto al tema por eso es de suma importancia asumir la integración de un marco jurídico-administrativo que ayude a formular bases para el manejo del agua.

Comencemos en 1910 cuando se expidió la Ley sobre Aprovechamientos de Aguas de Jurisdicción Federal, el más importante ordenamiento específico sobre la materia en esta etapa legislativa; el cual reguló los usos de las aguas y las concesiones de las mismas, pero también derogó aquellos en los que existían contradicciones sobre la materia; por su parte el reglamento de la ley estipulaba más claramente los trámites específicos sobre las concesiones, sujetándolos previamente a que las aguas solicitadas fueran declaradas de propiedad nacional (Aboites, 1998).

La etapa legislativa del México moderno comienza con la expedición de la Constitución Política de los Estados Unidos Mexicanos en el año de 1917, por lo que toca a la regulación jurídica del agua, la disposición constitucional y numerosas leyes y reglamentos que al efecto se expidieron, se modificó el concepto de propiedad, del sentido individualista al social, fomentándose el uso colectivo del agua; de allí que es de total importancia el Artículo 27 Constitucional pues determina la propiedad originaria de la Nación, es decir, el dominio eminente de la misma sobre las tierras y aguas ubicadas dentro de los límites materiales de su territorio (Cantú y Garduño 2004).

En el párrafo quinto, podría mencionarse que es el apartado más importante por lo que toca a la situación jurídica de las aguas, puesto que se previene cuales aguas son propiedad de la Nación de una forma sistemática, en tanto que el párrafo sexto consigna, ya como norma fundamental que el dominio de la Nación sobre las aguas es inalienable e imprescriptible, así como la facultad del Ejecutivo



Federal para concesionarlas, requisito ineludible para acceder al uso o explotación de dichos bienes por los particulares (Carmona, 2000).

3.1 EL ARTÍCULO 27 CONSTITUCIONAL

Que en sus textos principales aporta la idea de propiedad de la nación a las aguas nacionales y de forma singular previene:

"La propiedad de las tierras y aguas comprendidas dentro de los límites del territorio nacional, corresponde originalmente a la nación, la cual ha tenido y tiene el derecho de transmitir el dominio de ellas a los particulares, constituyendo la propiedad privada"(Lanz 1982).

Por su parte el Artículo 73 dice: "El Congreso tiene facultad:" "Fracción XVII. Para dictar Leyes sobre vías generales de comunicación, y sobre postes y correos; para expedir leyes sobre el uso y aprovechamiento de las aguas de jurisdicción federal".

En suma, el Artículo 27 es el fundamento de la legislación que norma el aprovechamiento de las aguas nacionales, y el 73 señala la facultad del Congreso para dictar las leyes relacionadas con ese aprovechamiento (Hernández, 2002).

Desarrollada por la CNA, la "Ley de Aguas Nacionales" de 1992 sustituye la "Ley federal de Aguas" de 1972 y crea un marco regulador moderno para la administración del agua. La ley insta como principios fundamentales, la gestión integrada del agua, la planificación y la programación hidráulica, una mayor participación de los usuarios del agua y la seguridad jurídica en términos de derecho de uso del agua entre otras cosas. Otro aspecto importante de la nueva Ley es el reconocimiento explícito del principio según el cual "las cuencas así como los acuíferos constituyen las unidades de gestión" de los recursos hídricos (Artículo 3) (Barragán, 2006).



Las políticas fiscales asociadas son definitivamente innovadoras (en esta época, son las únicas en el continente latinoamericano y constituyen una referencia): el usuario debe pagar a la federación derechos para el uso del agua y el desecho de aguas negras. Los fondos así recolectados permitirán financiar una verdadera administración del agua.

Por su parte la reforma del artículo 27 Constitucional de fecha 3 de enero de 1992, publicada en el Diario Oficial de la Federación el 6 del mismo mes, obligo a la Comisión Nacional del Agua a llevar a cabo las peticiones de aguas hacia los núcleos ejidales o comunales al concluirse con el reparto agrario masivo en nuestro país y obliga a todas las autoridades involucradas en la tramitación de acciones agrarias, a implementar programas para dar solución pronta y expedita a los expedientes instaurados de accesión, dotación, ampliación y restitución de aguas (Carmona, 2003).

En abril 2003, se propuso un proyecto de reformas de la Ley sobre las Aguas Nacionales. Sin embargo, el Presidente de la República, suspendió el progreso de este proyecto que había sido aprobado por las Cámaras de los Senadores y Diputados, en el mes de septiembre de 2003.

Este proyecto de reforma de la Ley sobre las Aguas Nacionales consagraba la descentralización de la CNA retirándola completamente de la tutela de la Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales (SEMARNAT) e institucionalizaba la transformación de las 13 Gerencias Regionales en Organismos de cuenca a fuerte autonomía de gestión administrativa y financiera.

Finalmente el 22 de Diciembre 2003, un nuevo proyecto de Ley fue aprobado por las dos Cámaras. Este proyecto se publicó finalmente en la Gaceta oficial del 29 de abril 2004. Al contrario de lo expresado en el primer proyecto, la CNA queda definitivamente bajo tutela de la SEMARNAT; Sin embargo se ratifica formalmente



la creación de los 13 organismos de cuenca y se plantean diferentes transformaciones institucionales relevantes, que a la fecha no se han establecido.

Finalmente, el objetivo general de la Ley de Aguas que se tiene a la fecha, y que es de observancia en el territorio Nacional en materia de aguas nacionales es:

Que sus disposiciones son de orden público e interés social y tiene por objeto regular la explotación, uso o aprovechamiento de dichas aguas, su distribución y control, así como la preservación de su cantidad y calidad para lograr un desarrollo integral sustentable. Sus disposiciones son aplicables a todas las aguas nacionales, sean superficiales o del subsuelo. Igualmente son aplicables a los bienes nacionales que en la misma se señalan.

3.2 NORMAS

3.2.1 NORMAS OFICIALES MEXICANAS DEL SECTOR AGUA

La Comisión Nacional del Agua a través de su Comité Consultivo Nacional de Normalización del Sector Agua, expide Normas Oficiales Mexicanas en la materia, mediante las cuales ejerce las atribuciones que le confiere la Ley de Aguas Nacionales y su Reglamento, como son aprovechar adecuadamente y proteger el recurso hídrico nacional.

Actualmente la CNA cuenta con 11 normas, de las cuales se considera de relevancia la referente al sistema de alcantarillado sanitario y su hermeticidad (NOM-001-CNA-1995), a fin de que los sistemas de drenaje estén completamente sellados.

En el país operan dos tipos de normas: la Oficial Mexicana (NOM), que es de observación obligatoria y la mexicana (NMX), de seguimiento voluntario. El órgano supremo para este fin es la Comisión Nacional de Normalización, integrada por el sector gubernamental, académico, cámaras industriales, agrícolas, entre otros interesados que trabajan de forma interdisciplinaria.



Toda norma propuesta se basa en la Ley de Aguas Nacionales y en su espíritu de controlar y proteger el recurso hidráulico, así como la salud humana. De aprobarse por el Comité Nacional, se elabora un estudio de impacto regulatorio, (concepto similar al de costo-beneficio) que acompaña al anteproyecto. Ambos documentos se envían a la Comisión Federal de Mejora Regulatoria, a fin de demostrar su utilidad y si la propuesta resulta factible, se convierte en proyecto de norma y se publica en el Diario Oficial de la Federación (DOF) para que cualquier interesado haga observaciones a la misma.

Los comentarios son recogidos por el grupo de trabajo, que da respuesta a los que proceden y envía nuevamente el documento al Comité que hace suyas las observaciones que correspondan. Una vez aprobado se publica en el DOF pero ya como Norma Oficial Mexicana.

Dichas normas establecen las disposiciones, las especificaciones y los métodos de prueba que permiten garantizar que los productos y servicios ofertados a los organismos operadores de sistemas de agua potable, alcantarillado y saneamiento, cumplan con el objetivo de aprovechar, preservar en cantidad y calidad y manejar adecuada y eficientemente el agua. Las normas oficiales mexicanas en vigor son las siguientes⁵:

- NOM-001-CONAGUA-1995. Sistemas de alcantarillado sanitario - Especificaciones de hermeticidad. Se publicó en el Diario Oficial de la Federación el día 11 de octubre de 1996.
- NOM-002-CONAGUA-1995. Toma domiciliaria para abastecimiento de agua potable - Especificaciones y métodos de prueba. Se publicó en el Diario Oficial de la Federación el día 14 de octubre de 1996.
- NOM-003-CONAGUA-1996. Requisitos durante la construcción de pozos de extracción de agua para prevenir la contaminación de acuíferos. Se publicó en el Diario Oficial de la Federación el día 3 de febrero de 1997.

⁵ CONAGUA, 2012 Disponible en <http://www.conagua.gob.mx/Contenido.aspx?n1=2&n2=16&n3=2&n4=11> fecha de acceso 12 de Diciembre de 2012.



- NOM-004-CONAGUA-1996. Requisitos para la protección de acuíferos durante el mantenimiento y rehabilitación de pozos de extracción de agua y para el cierre de pozos en general. Se publicó en el Diario Oficial de la Federación el día 8 de agosto de 1997.
- NOM-005-CONAGUA-1996. Fluxómetros - Especificaciones y métodos de prueba. Se publicó en el Diario Oficial de la Federación el día 25 de julio de 1997.
- NOM-006-CONAGUA-1997. Fosas sépticas prefabricadas - Especificaciones y métodos de prueba. Se publicó en el Diario Oficial de la Federación el día 29 de enero de 1999.
- NOM-007-CONAGUA-1997. Requisitos de seguridad para la construcción y operación de tanques para agua. Se publicó en el Diario Oficial de la Federación el día 1 de febrero de 1999.
- NOM-008-CONAGUA-1998. Regaderas empleadas en el aseo corporal - Especificaciones y métodos de prueba. Se publicó en el Diario Oficial de la Federación el día 25 de junio de 2001.
- NOM-009-CONAGUA-1998. Inodoros para uso sanitario. Especificaciones y métodos de prueba. Se publicó en el Diario Oficial de la Federación el día 2 de agosto de 2001.
- NOM-010-CONAGUA-2000. Válvula de admisión y válvula de descarga para tanque de inodoro – especificaciones y métodos de prueba.
- NOM-011-CONAGUA-2000. Conservación del recurso agua. Establece las especificaciones y el método para determinar la disponibilidad media anual de las aguas nacionales. Se publicó en el Diario Oficial de la Federación el día 17 de abril de 2002.
- NOM-013-CONAGUA-2000. Redes de distribución de agua potable- Especificaciones de hermeticidad y métodos de prueba. Se publicó en el Diario Oficial de la Federación el día 4 de febrero de 2004.



3.2.2 NORMAS OFICIALES MEXICANAS ECOLÓGICAS⁶

- NOM-001-ECOL-1996. Establece los límites máximos permisibles de contaminantes en las descargas de aguas residuales en aguas y bienes nacionales. Fue publicada en el Diario Oficial de la Federación el día 6 de enero de 1997 y entró en vigor el día 7 de enero de 1997. Esta norma se complementa con la aclaración publicada en el mismo medio de difusión del día 30 de abril de 1997.
- NOM-002-ECOL-1996. Establece los límites máximos permisibles de contaminantes en las descargas de aguas residuales a los sistemas de alcantarillado urbano o municipal. Se publicó en el Diario Oficial de la Federación el día 3 de junio de 1998 y entró en vigor el día 4 de junio de 1998.
- NOM-003-ECOL-1997. Establece los límites máximos permisibles de contaminantes para las aguas residuales tratadas que se reutilicen en servicios al público. Se publicó en el Diario Oficial de la Federación el día 21 de septiembre de 1998 y entró en vigor el día 22 de septiembre de 1998.

3.2.3 NORMA OFICIAL MEXICANA DE LA SECRETARÍA DE SALUD

El abastecimiento de agua para uso y consumo humano con calidad adecuada es fundamental para prevenir y evitar la transmisión de enfermedades gastrointestinales y otras, para lo cual se requiere establecer límites permisibles en cuanto a sus características microbiológicas, físicas, organolépticas, químicas y radiactivas, con el fin de asegurar y preservar la calidad del agua en los sistemas, hasta la entrega al consumidor.

⁶ SEMARNAT, 2012. Disponible en <http://www.semarnat.gob.mx/leyesynormas/documents/html/aguaresidual.html> fecha de acceso 14 de diciembre de 2012.



Por tales razones la Secretaría de Salud, elaboró la siguiente Norma Oficial Mexicana, con la finalidad de establecer un eficaz control sanitario del agua que se somete a tratamientos de potabilización a efecto de hacerla apta para uso y consumo humano:

- NOM-127-SSA1-1994. Salud ambiental, agua para uso y consumo humano. Límites permisibles de calidad y tratamientos a que debe someterse el agua para su potabilización. Se publicó en el Diario Oficial de la Federación el día 18 de enero de 1996 y entró en vigor el día 19 de enero de 1996⁷.

3.3 VEDAS, ZONAS REGLAMENTADAS Y AGUAS DE RESERVA

El Título Quinto de la Ley de Aguas y el mismo en el Reglamento, están dedicados a las Zonas Reglamentadas, de Veda o de Reserva.

Conforme al artículo 38 de la Ley, el Ejecutivo Federal, previos los estudios técnicos que al efecto se elaboren y publiquen, podrá reglamentar la extracción y utilización de aguas nacionales, establecer zonas de veda o declarar la reserva de aguas en los siguientes casos de interés público:

- I. Para prevenir o remediar la sobreexplotación de los acuíferos;
- II. Para proteger o restaurar un ecosistema;
- III. Para preservar fuentes de agua potable o protegerlas contra la contaminación;
- IV. Por escasez o sequía extraordinarias.

En la reglamentación de la explotación, uso o aprovechamiento de las aguas de zonas reglamentadas, de veda o reserva, el Ejecutivo Federal fijará los volúmenes de extracción y descarga que se podrán autorizar, las modalidades y límites a los derechos de los concesionarios y asignatarios, así como las demás disposiciones especiales que se requieran por causa de interés público.

⁷Secretaría de Salud, 2012 <http://www.salud.gob.mx/unidades/cdi/nom/127ssa14.html> fecha de acceso 12 de Diciembre de 2012



De la misma manera, en circunstancias de sequías extraordinarias, de sobre explotación grave de acuíferos o en estados similares de necesidad o urgencia por causas de fuerza mayor, el decreto del Ejecutivo Federal podrá adoptar las medidas que sean necesarias en relación con la explotación, uso o aprovechamiento de las aguas nacionales, para enfrentar estas situaciones.

Al respecto, el Reglamento señala que, es la Comisión Nacional del Agua la encargada de realizar estos estudios técnicos, en los que debe promover la participación de los usuarios a través de los Consejos de Cuenca, o en su defecto, a través de las organizaciones de los usuarios en las zonas que se requieran vedar o reglamentar.

El decreto o reglamento respectivo, deberá hacer constar que se elaboraron los estudios técnicos, sus resultados, y la participación de los usuarios.

El artículo 40 de la Ley dispone que:

"El establecimiento o supresión de zonas de vedas se hará a través de decretos que contendrán la ubicación y delimitación de la misma, así como sus consecuencias y modalidades. Deberán señalar:

- I. La declaratoria de interés público;
- II. Las características de la veda o de su supresión;
- III. Las condiciones bajo las cuales la Comisión Nacional del Agua, establecerá modalidades o limitará las extracciones o descargas en forma temporal o definitiva, mediante la expedición de las normas;
- IV. Los volúmenes de extracción; y
- V. La temporalidad determinada en que estará vigente la veda, la cual podrá prorrogarse de subsistir los supuestos del artículo 38".



El artículo 41 de la Ley, autoriza al Ejecutivo Federal para declarar o levantar mediante decreto la reserva total o parcial de las aguas nacionales para usos específicos.

ZONA REGLAMENTADA; de acuerdo con el artículo 74 del Reglamento: "Se entenderá por zona reglamentada, aquélla en la que el Ejecutivo Federal mediante reglamento, por causa de interés público, establece restricciones o disposiciones especiales para la explotación, uso o aprovechamiento del agua, conforme a la disponibilidad del recurso y a las características de la zona, a fin de lograr la administración racional e integral del recurso y conservar su calidad.

PARTICIPACIÓN DE LOS USUARIOS. Según el artículo 76 del Reglamento, en las zonas reglamentadas, la Comisión Nacional del Agua promoverá la participación y concertación de los usuarios de las zonas respectivas para:

- I. Establecer los mecanismos o acciones que coadyuven a la vigilancia del cumplimiento de la Ley, del presente Reglamento y, en su caso, de los reglamentos específicos que se establezcan en estas zonas;
- II. Definir mecanismos para la presentación y tramitación de las sugerencias, solicitudes, denuncias o quejas de los usuarios;
- III. Promover y en su caso coadyuvar en las acciones tendientes a preservar las fuentes de agua y conservar o controlar su calidad, y
- IV. Dar a conocer a los interesados el anteproyecto de reglamento específico que formule, para que conforme a derecho expongan lo que a sus intereses convenga".

ZONA DE VEDA. El artículo 77 del Reglamento, dispone:

"Se entenderá como zona de veda aquella en la que el Ejecutivo Federal mediante decreto, por causa de interés público establece:

- I. Que no es posible mantener o incrementar las extracciones de agua superficial o del subsuelo, a partir de un determinado volumen fijado por la Comisión conforme



a los estudios que el afecto realice, sin afectar el desarrollo integral sustentable del recurso y sin el riesgo de inducir efectos perjudiciales, económicos o ambientales, en las fuentes de agua de la zona en cuestión o en los usuarios del recurso; o

II. Que se prohíban o limitan los usos del agua con objeto de proteger la calidad del agua en las cuencas o acuíferos.

Para los efectos de la fracción III., del artículo 40 de la Ley, la Comisión promoverá la organización de los usuarios de la zona de veda respectiva, para que puedan participar en el establecimiento de las modalidades o limitaciones a las extracciones o descargas, mediante la expedición de las normas oficiales mexicanas respectivas".

DESTINO DE LAS AGUAS RESERVADAS. El Ejecutivo Federal podrá decretar la reserva para:

1. Usos domésticos y abastecimiento de agua a centros de población.
2. Generación de energía eléctrica.
3. Garantizar los flujos mínimos que requiera la estabilidad de los cauces, lagos y lagunas, y el mantenimiento de las especies acuáticas.
4. La protección, conservación o restauración de un ecosistema acuático, incluyendo los humedales, lagos, lagunas y esteros, así como los ecosistemas acuáticos que tengan un valor histórico, turístico o recreativo.

La Comisión Nacional del Agua, hará los estudios y provisiones necesarias para incorporar las reservas de agua a la programación hidráulica, y promoverá que se mantengan las condiciones de cantidad y calidad requeridas para el cumplimiento de las disposiciones establecidas en la declaratoria de reserva.

La explotación, uso o aprovechamiento de las aguas en las zonas reglamentadas o en las que se haya decretado la veda o reserva.



3.4 AGUAS SUPERFICIALES.

Las aguas nacionales superficiales se podrán continuar explotando, usando o aprovechando al amparo del título de concesión o asignación respectiva, con las limitaciones y modalidades que en su caso establezcan los decretos y reglamentos correspondientes.

Cabe mencionar que dentro de las cuencas del Balsas y Lerma existe un acuerdo que declara veda por tiempo indefinido para el otorgamiento de concesiones de agua del río Balsas y río Lerma incluyendo de todos sus afluentes y subafluentes que constituyan la cuenca tributaria, de fecha 18 de diciembre de 1965, publicado en el Diario Oficial de la Federación el 6 de febrero de 1966 (DOF, 2011).

Acuerdo que como en la mayoría de los que existen en el País, su establecimiento se debe principalmente a la conservación de la cuenca del río Balsas y río Lerma, para llevar a cabo el desarrollo integral de dichas cuencas, así como para el buen éxito y eficaz realización de las obras que le son inherentes.

Por lo que se hace necesario definir esta situación ante los órganos oficiales del recurso hídrico, ya que si es cierto que existe una veda que no permitiría el aprovechar las aguas superficiales que existen en la cuencas que comprenden a los municipios de San José del Rincón, Villa de Allende, Donato Guerra y Jocotitlán, también es cierto que la mayoría de los títulos de concesión que a la fecha existen, se dieron sin respetar este acuerdo.

Una vez concluido el tema y teniendo el conocimiento de los derechos como las obligaciones respecto al tema podemos dar un mejor enfoque y mayor protección al recurso, que en muchos casos se ve afectado por el desconocimiento de estas leyes, normas y restricciones.



CAPÍTULO IV DIAGNÓSTICO ACTUAL MUNICIPAL

El diagnóstico de cada uno de los municipios se lleva a cabo con la finalidad de conocer su geomorfología, hidrología, tipos de suelos, clima, etc., que se encuentre relacionado con el recurso agua el cual hace referencia este trabajo, por lo que respecta a cada uno de estos municipios los encontramos caracterizados de la siguiente forma:

4.1 VILLA DE ALLENDE

El Municipio de Villa de Allende se localiza en la porción oeste del Estado de México y colinda al norte y oriente con los Municipios de San José del Rincón y Villa Victoria; al sur con Amanalco y Donato Guerra y al poniente con el Municipio de Zitácuaro del Estado de Michoacán, contando con las siguientes referencias geográficas, de latitud norte 19° 22' y de longitud oeste 100° 09'

Dentro del Municipio de Villa de Allende se reconocen en total 53 localidades, siendo las más importantes, la Cabecera Municipal San José Villa de Allende, Loma de Juárez, San Felipe Santiago y San Pablo Malacatepec.

La superficie municipal comprende un total de 31,880 ha., de las cuales, 68.21 ha. son de uso urbano y corresponden al poblado de Villa de Allende, única concentración de población importante a nivel municipal.

Ubicado en el denominado eje Neovolcánico en la Subprovincia “Mil Cumbres” conformado por un 25% (7,970 ha.) De terrenos montañosos ocupados por bosques, localizados principalmente al poniente del Municipio, el restante 75% (23,910 ha.) Se conforma por leves lomeríos y planicies utilizadas para la actividad agrícola básicamente, siendo que el espacio urbano (Cabecera Municipal) es poco representativo, al abarcar aproximadamente el 0.21% ha. del territorio (GEM, 2006).



4.1.1 DIAGNÓSTICO

4.1.1.1 CLIMA

Dentro del Municipio de Villa de Allende predomina el clima templado subhúmedo (con lluvias en verano), cuenta con una temperatura promedio de 10° a 12°C en el período de invierno y 16°C a 18°C, en primavera y verano.

4.1.1.2 OROGRAFÍA

El Municipio de Villa de Allende se encuentra ubicado en la Cordillera neovolcánica también conocida como Sierra Volcánica Transversal, actualmente la única concentración de población como área urbana dentro del Municipio es la Cabecera Municipal San José Villa de Allende la cual abarca una superficie de 68.21 ha ocupado principalmente terrenos semiplanos.

Los últimos crecimientos, al noroeste (Loma Bonita) y oriente ya ocupan pendientes de lomerío, menores al 20%. Siendo que entorno al área urbana actual se identifican áreas aptas para integración del contexto urbano localizadas al oeste, se distinguen tres cadenas montañosas, La Sierra Nevada, Las Sierras de Monte Alto y Las Cruces, el territorio es atravesado, en el oeste por las cumbres occidentales, en la denominada Sierra Mil Cumbres, en la parte de la Sierra de Zitácuaro que ocupa terrenos de Michoacán, que en forma general sobrepasan los 3,000 m de altura.

Los cerros más importantes son: El Zapatero (2, 700 metros sobre el nivel del mar), la Calera (2,900 msnm), el cerro del Piloncillo (3,300 msnm), La Guitarra, Tabuce (2,640 msnm), Los Cantaros, Los Venados (2,800 msnm), La Sabana (2,800 msnm), La Palma (2,660 msnm), la Cruz (2,540 msnm), San Pablo (2,600 msnm), Denché (3,020 msnm), Chilesdo (2,880 msnm), La Tuna Colorada (2,640 msnm).



Existe una zona de mesetas en las comunidades del Potrero y el Chirimoyo. También encontramos un balcón en Mesas de Zacango, donde se aprecia gran parte del Municipio.

Con respecto a los valles, zonas relativamente planas con pendientes menores al 5% rodeadas de montes, se localiza uno en las tierras que ocupa la Cabecera Municipal y el pueblo de Santa María de las Delicias, parte de San Pablo Malacatepec y San Miguel .

4.1.1.3 HIDROLOGÍA

El Municipio forma parte de la Región Hidrológica 18 (RH18) Río Balsas, conformada por la Cuenca Hidrológica 186 Río Cutzamala, subcuenca río Tilostoc y a la subcuenca específica de los ríos de Malatepec; que al entrar a Villa de Allende, pierde ese nombre y adquiere el nombre de Los Berros, por que cruza dicha comunidad, al seguir su cauce es llamado El Salitre y posteriormente San José, al acercarse y pasar por la Cabecera Municipal, abandona el Municipio por el suroeste, nombrándosele Río La Asunción, más abajo Tilostoc y finaliza como afluente Cutzamala de tal forma, las afluentes más relevantes son:

- Río San José, Lagunas Seca y Verde, Arroyo San Miguel
- Los Berros, el Salitre San José
- Río Asunción, Río Tilostoc

Existen otros recursos para dotarse de agua además de los ríos mencionados anteriormente, arroyos con caudal permanente e intermitente como: El San Miguel que cruza la Cabecera Municipal, El Cardaro, Rancho de Riaga, Lengua de Vaca, Ojo de Agua, Las Peñitas etc., manantiales como: Almoloyita, Agua Escondida, Paraje, Huaca entre otros, así como un canal llamado Héctor Meza, acueductos construidos que van del Cerro el Piloncillo a Santa Teresa, del cerro Tabuce a Vare Chiquichuca y de San Jerónimo Totoltepec a El Aventurero y por último la



represa que el gobierno municipal ha proporcionado que retiene aguas del Río San José (GEM, 2003).

4.1.1.4 GEOLOGÍA

En la parte sureste del territorio municipal existen las rocas ígneas extrusivas-piedra volcánica, este material puede dar lugar a diversas clases de rocas tales como: “Andesita”, y “toba andesítica”; sus minerales son parecidos en ambas, compuestas principalmente por lagroclavas sódicas, estas se encuentran en Vare Chiquichuca, San Pablo Malacatepec, San Idelfonso, Cuesta del Carmen, San Jerónimo Totoltepec. “Ígnea extrusiva intermedia”; al tacto es de grano fino, tiene feldespato potasio, plagroclava sódica; y cuarzo (en proporciones mínimas), uno de los problemas en cuanto al cuarzo es que los terrenos donde se encuentra son poco fértiles, además no fija el fósforo, indispensable para el buen desarrollo de los cultivos.

La estructura geológica del Municipio registra 2 fallas y 29 fracturas, sin que alguna de ellas afecte a las áreas urbanas de centro de población de Villa de Allende o los rurales (SEMARNAT, 2006).

4.1.1.5 EDAFOLOGÍA

El suelo del Municipio está conformado por:

Andosol úmbrico: sus características físicas son la ligereza, una capacidad alta para retener agua y nutrientes, favorece la erosión, puede fijar grandes cantidades de fósforo, es de color negro o muy oscuro, apto para la ganadería o pastizales; rico en materia orgánica, pero ácido. Es el más abundante en el territorio municipal, de bajo rendimiento para la agricultura por el fósforo que retiene y se ubica principalmente en Cuesta del Carmen, Macia, Las Dalias, Bosencheve,



Loma de Juárez, este mismo material pero con phaeozem háplico se localiza en Salitre del Cerro, El Jacal y parte de Loma de Juárez su fisiología es de lomeríos.

Andosol háplico: tiene una capa superior de color claro, es untuoso, pobre en nutriente, su textura es de franco-limosa muy fina. Aparece asociado con leptosol lítico y se localiza en la parte centro del Municipio como: San Felipe Santiago y San Cayetano.

Acrisol húmico: son suelos viejos, de color rojo amarillo claro, presenta acidez, pobreza en nutrientes, arcilloso en su parte inferior, de fácil erosión, Propios para uso forestal, lo cubre una capa de materia orgánica superficial, moderadamente apto para la agricultura, presenta una fase lítica profunda, con una capa que limita su profundidad entre 20 y 50 cm. Aparece asociado con acrisol háplico se encuentra principalmente en San Miguel la Maquina, Santa Teresa, San Pablo Malacatepec y El Chirimoyo. Su aspecto fisiológico es de sierra.

Es bajo en saturación de bases y capacidad de intercambio catatónico, se encuentra en Salitre del Cerro, San Isidro, parte de Los Berros, El Jacal y Soledad del Salitre. Asociado con leptosol lítico lo hallamos en una porción de San Jerónimo y en El Chirimoyo. Su relieve es de lomeríos (GEM, 2005).

4.1.1.6 APROVECHAMIENTO ACTUAL DEL SUELO

El 60% (19,128.00 ha.) del suelo en el territorio Municipal se aprovecha en actividades agropecuarias. A pesar de ser una actividad importante, la productividad en la región, principalmente es dedicada para el autoconsumo, ya que no hay canales adecuados de comercialización y las tecnologías para la producción son obsoletas. El suelo urbano ocupa el 10% (3,188.00 ha.) y el forestal el 30% (9,564.00 ha.)



El 10% del territorio, considerando como espacios urbanos, está conformado por el área ocupada en San José Villa de Allende y las distintas comunidades rurales del municipio, además de los grandes equipamientos como los del sistema Cutzamala⁸.

4.2 DONATO GUERRA

El Municipio de Donato Guerra se localiza en la porción poniente del Estado de México y colinda con los Municipios de Villa de Allende al norte, Valle de Bravo e Ixtapan del Oro al sur, Amanalco de Becerra al este y al oeste con Ixtapan del Oro y Zitácuaro, Michoacán, contando con las siguientes coordenadas geográficas extremas, latitud norte 19° 24´ 07", latitud norte 19° 14´11", longitud oeste 100° 19´13", longitud oeste 100° 03´17", cuenta con una superficie de 192.19 Km², siendo su cabecera municipal Villa Donato Guerra.

4.2.1. DIAGNÓSTICO

4.2.1.1 CLIMA

Dentro del Municipio de Donato Guerra predomina el clima templado subhúmedo, cuenta con una temperatura promedio de 22°C, una máxima de 28°C en los meses de abril, mayo y junio y una mínima de 16°C en los meses de diciembre y enero.

Existen microclimas dentro del territorio municipal, en las montañas del poniente el clima es particularmente frío así como en San Martín Obispo, en la Cabecera Municipal es templado y en las comunidades de San Juan Xoconusco, y San Francisco Mihualtepec es un tanto caluroso.

En cuanto a la precipitación promedio, ésta se establece en 1 000 mlpcm² (mililitro por centímetro cuadrado) con lluvias en verano.

⁸ GEM, 2009. Plan Municipal de Desarrollo Urbano de Villa de Allende, 2009-2012



4.2.1.2 OROGRAFÍA

El Municipio de Donato Guerra se encuentra ubicado en la Subprovincia conocida como "Mil Cumbres", que pertenece a la Provincia de la Sierra Volcánica Transversal que algunos llaman Eje Neovolcánico Transversal.

4.2.1.3 GEOMORFOLOGÍA

El territorio municipal presenta una variedad de elevaciones, entre las que destacan: El Cerro Pelón con una altura de 3,040 msnm, el cual está ubicado en la comunidad de El Capulín y es límite con el Estado de Michoacán, en este cerro está ubicado el Santuario de la Mariposa Monarca. El Cerro del Coyote con una elevación de 2,530 msnm, y se encuentra al sureste del municipio en la comunidad de San Simón de la Laguna. El Cerro Chiquito con una altura de 2,460 msnm, el cerro La Peña de los Muñecos con 2,400 msnm. En la comunidad de Cabecera de Indígenas al noreste de la Cabecera Municipal y el Cerro de la Tuna con 2 400 msnm, al poniente de la Cabecera Municipal, estas tres últimas elevaciones envuelven a la Cabecera Municipal (GEM, 1999).

El territorio municipal presenta tres formas características de relieve:

Zonas accidentadas: están conformadas por los cerros y barrancas con más del 25% de pendiente topográfica y se localizan al noroeste, norte y centro del municipio; en las comunidades de El Capulín, Llano Redondo de Zaragoza, San Juan Xoconusco, San Agustín de las Palmas, Batán Grande y Batán Chico, Cabecera de Indígenas, principalmente.

Zonas semiplanas: son aquellas que presentan una topografía entre el 5% al 15% de pendiente como máximo, y se localiza principalmente al oriente del municipio en las comunidades de Cabecera de Indígenas, San Simón de la Laguna, San Agustín de las Palmas, San Miguel Xoltepec, y también son aquellas zonas que



presentan unas pendientes entre el 15% y el 25% encontrándose en las comunidades de Batán Grande y Batán Chico, fracción poniente de la Cabecera Municipal, San Miguel Xoltepec y en San Francisco Mihualtepec. En estas zonas se encuentran asentamientos humanos dispersos y concentrados y representan el 33% del territorio municipal (*ídem*).

Zonas planas: presentan una pendiente topográfica entre 0% y el 5% y se localizan principalmente en la zona de San Juan Xoconusco, de Mesas Altas de San Juan y en la zona de San Martín Obispo, San Antonio Hidalgo, Ranchería de San Martín, Santiago Huitlapaltepec y San Lucas Texcaltitlán. En estas zonas se encuentran los asentamientos humanos concentrados más importantes después de la Cabecera Municipal, como son los de San Francisco Mihualtepec y San Juan Xoconusco y representan el 18% de la superficie total del municipio.

4.2.1.4 HIDROLOGÍA

El municipio forma parte de la Región Hidrológica 18 (RH 18), por lo que Donato Guerra se localiza dentro de la Cuenca Hidrológica del Río Balsas y pertenece a la Subcuenca del Río Cutzamala. Al territorio Municipal lo atraviesa del noreste al sur el Río La Asunción, siendo el más importante, sobre éste se forma una cascada del mismo nombre con una altura aproximada de 30 metros. Esta cascada generó hasta 1950 energía eléctrica para la Cabecera Municipal, mediante una planta hidroeléctrica.

Este río es afluente de la presa Tilostóc, la cual está dentro del municipio de Valle de Bravo, de donde se empieza a bombear el agua para el Sistema Cutzamala. De igual manera este río antes de llegar a este municipio forma la presa "Chilesdo" en el municipio de Villa de Allende, de donde se extrae agua para el Sistema Cutzamala, de aquí se derivan tres importantes canales de riego que sirve a los ejidos de San Agustín de las Palmas y San Lucas Texcaltitlán (*ibídem*).



Existe otro denominado Río Amanalco y es el límite con el municipio de Valle de Bravo en la comunidad de San Francisco Mihualtepec y San Miguel Xoltepec, la existencia de manantiales dentro del municipio es significativa, ya que todas las comunidades cuentan con este recurso, el cual es aprovechado para el consumo humano, para la agricultura y la ganadería. En la comunidad de San Juan Xoconusco y Macheros por ejemplo, existen diversos manantiales que sirven inclusive para el establecimiento de piscifactorías. Por otra parte la comunidad de San Simón de la Laguna, localizada al oriente del municipio, cuenta con una laguna natural de aprovechamiento acuícola y agropecuario. En esta comunidad se encuentra el único pozo perforado en todo el municipio y sirve para alimentar el sistema de agua potable de esa comunidad.

El territorio municipal es cruzado por el Canal del Sistema Cutzamala que conduce agua a la Planta Potabilizadora denominada "Berros", que está ubicada en el municipio vecino de Villa de Allende. Este canal está construido en forma subterránea y a cielo abierto y no prevé ninguna derivación para surtir de agua al municipio, más bien el territorio municipal es abastecedor del líquido para este Sistema.

4.2.1.5 GEOLOGÍA

Gran parte de las sierras que se encuentran dentro del perímetro del municipio, son de origen volcánico y pertenecen a diferentes épocas de actividad del Xinantécatl (Nevado de Toluca). En este municipio no existen fracturas o fallas con escarpes.

Hacia el oeste, en dirección del Estado de Michoacán, se encuentran espacios ocupados por calizas, descansando sobre pizarras arcillosas; estas calizas corresponden al Cretáceo Medio e Inferior y presentan una estructura compacta.



4.2.1.6 EDAFOLOGÍA

El territorio municipal presenta una combinación de suelos formados por Andosol, ócrico y acrisol ortico; el primero es un suelo derivado de cenizas volcánicas recientes y ligeras, con alta capacidad de retención de fósforo, lo que las hace infértiles para la producción agrícola; para el desarrollo urbano resultan problemáticos ya que tienen la característica de ser colapsables, esto es por sufren fuertes asentamientos repentinos cuando está saturado total o parcialmente con agua; los segundos son propios para la explotación forestal, se utilizan para explotaciones agropecuarias y son impermeables⁹.

⁹ GEM, 2009. Plan Municipal de Desarrollo Urbano de Donato Guerra, 2009-2012



CAPITULO V AGUA Y BOSQUES

Una parte importante en el desarrollo de este trabajo es conocer la situación en la que los bosques representa como parte fundamental para el medio ambiente ya sea a nivel local o regional, el conocimiento actual de las superficies forestales tiene una relación muy importante en el estudio ya que determinara beneficios importantes en cuanto a la producción de agua representa.

5.1 LOS BOSQUES

Los beneficios que se obtienen a partir de los bosques a nivel local, regional y, en algunos casos mundial, son tomados en cuenta en muchos lugares como una buena fuente de abastecimiento de agua, lugares para centros de estudios, grandes productores madereros, así como sus productos maderables y no maderables obtenidos de los mismos, o bien como grandes centros de recreación, pero que representan una barrera ecológica ante los procesos erosivos. En general, los bosques se han asociado con diversos servicios ambientales al nivel de cuenca hidrológica, destacando los siguientes:

1. Regulación de los flujos de agua
2. Conservación de la calidad del agua
3. Control de la erosión y sedimentación
4. Infiltración de agua a los acuíferos
5. Conservación de hábitats acuáticos

El agua es esencial para toda la vida sobre la tierra, los bosques filtran y limpian el agua, amortiguan gran parte de las lluvias, de otra manera erosionarían los suelos. Transporta nutrientes disueltos que son absorbidos por el suelo en el bosque. Los bosques actúan como "esponjas", capaces de recoger y almacenar grandes cantidades del agua de lluvia. Los suelos forestales absorben cuatro veces más



agua de lluvia que los suelos cubiertos por pastos, y 18 veces más que el suelo desnudo (Muñiz y Castro, 2002).

Los árboles a través de sus raíces son capaces de extraer agua del subsuelo. El agua se mueve por el árbol y se usa en la fotosíntesis, en el enfriamiento, y en otros procesos de crecimiento. Se evapora, como vapor de agua, desde las hojas. En este ciclo, los árboles son "fuentes de agua" vivientes que redistribuyen el líquido: la humedad, que se quedaría atrapada en forma subterránea si no fuera por los árboles, es liberada a través de sus hojas hacia el aire, donde luego se condensa formando nubes y cae de nuevo en forma de lluvia. Sin árboles que distribuyan esta agua, el clima en muchas regiones sería mucho más seco. Esta reserva subterránea y constante de agua es liberada lenta y gradualmente por los árboles, ayudando a evitar las inundaciones y sequías estacionales (Calder, 2000).

La cubierta forestal (arbustos, zacatón, etc.) alrededor de los ríos evita una excesiva erosión e inundaciones, pero en la mayoría de los casos, las inundaciones no ocurren siguiendo un modelo predecible. La tala de árboles en las diferentes superficies forestales puede originar inundaciones debido a que, cuando se eliminan los árboles, las laderas de las montañas quedan expuestas.

El agua y el suelo húmedo transportan gradualmente los nutrientes hacia las partes bajas de la ladera. Sin embargo, si un bosque se encuentra fragmentado, por un camino o estructura, esta absorción de nutrientes es interceptada. En lugar de distribuirse uniformemente por todo el suelo.

En términos generales la absorción de agua en muchas zonas boscosas, depende de la masa forestal existente, es decir que a menor número de árboles la capacidad de retención de agua va disminuir de manera gradual.



La actividad forestal resulta sumamente compleja, debido a ciertos factores como clima, suelo, flora, fauna y agua, así como por las relaciones entre ellos, que en condiciones favorables deberán interactuar cimentadas en un estudio, manejo y aprovechamiento sustentable. Sólo conjuntando todos estos elementos se obtienen del bosque los bienes y servicios en beneficio de la sociedad presente y futura. Los recursos naturales y sus relaciones funcionales requieren de técnicas adecuadas de manejo, que permitan su permanencia y a la vez, obtener beneficios ambientales, sociales y económicos, para satisfacer las necesidades de dicha sociedad.

Los valores tradicionales de los recursos forestales se han centrado en la producción de madera. Es necesario hacer énfasis en la importancia de otros bienes y servicios ambientales, como el ciclo hidrológico, la formación, recuperación de terrenos, enriquecimiento del sustrato, fijación del suelo, la transformación y descomposición de la materia orgánica, la producción de biomasa, la fijación del carbono, generación de oxígeno, la protección de fauna, la conservación de la biodiversidad, la regulación de microclimas; finalmente, mirar estos recursos como zonas de esparcimiento.

El desarrollo forestal sustentable considera prioritario superar la pobreza de la población de las áreas forestales, mediante el aprovechamiento racional de los recursos naturales y la preservación del ambiente, considerando satisfacer las necesidades de la generación presente, sin comprometer el bienestar de las generaciones futuras.

También se presentan variaciones con la cobertura municipal que considera las superficies reportadas en el Inventario Nacional Forestal de 1994, realizado por la extinta Secretaría de Agricultura y Recursos Hidráulicos (SARH), indican que el 41.7% del territorio estatal, es decir, 894,61 ha. corresponde a la superficie forestal y el 30.1% a zonas arboladas ocupadas por bosques y selvas bajas, que equivalen a 645,858 ha.



Además, existen 16,747 ha. de vegetación de zonas semiáridas, 6,04 ha. de vegetación hidrófila y halófila, y 225,974 ha. forestales presentan diversos grados de perturbación. De las 645,858 ha. arboladas, 558,069 (26% de la superficie estatal) corresponden a bosques de clima templado y frío y 87,789 ha. (4.1% de la superficie de la Entidad) a selvas bajas de clima cálido. En cuanto al tipo de propiedad de la superficie forestal, según datos del Segundo Estudio Dasonómico del Estado de México (SEDEMEX, 1985-1990) reporta que el 72% corresponde a propiedad social (ejidos y comunidades); el 27% a propiedades particulares y el 1% a propiedad estatal¹⁰.

5.2 HIDROLOGÍA

El Estado de México se ubica en la parte alta y es cabecera de regiones hidrológicas R12 Lerma, R18 Balsas y R26 Pánuco- Valle de México. En estas partes altas es donde se capta la mayor parte del agua para aproximadamente 22 millones de habitantes del D. F. y su zona conurbada y demás habitantes de la Entidad. Esta es una parte fundamental para el manejo sustentable de los bosques y selvas del estado, en virtud de que estas cuencas hidrológicas se consideran como la unidad natural básica de planeación para la protección, restauración y fomento de los bosques y el manejo del recurso agua; además de que los bosques y el agua se consideran como un binomio inseparable, siendo la vegetación forestal parte insustituible en la captación de agua de lluvia, al regular escurrimientos, controlar inundaciones y favorecer la recarga de los mantos acuíferos¹¹.

La Entidad presenta zonas como el Valle Cuautitlán- Texcoco con serias deficiencias en el abasto del vital líquido y es a través del sistema hidráulico Cutzamala, establecido en la cuenca del Río Balsas, que abastece gran parte de la población del Estado y del D. F.

¹⁰ Programa de Desarrollo Forestal Sustentable del Estado de México 2005-2025, Probosque 2006.

¹¹ Inventario Forestal 2010, Probosque, Secretaría de Desarrollo Agropecuario.



Se tiene una importante infraestructura de 4 presas con un almacenamiento útil de 1,104.1 millones de metros cúbicos que se aprovechan para la generación de energía eléctrica, riego agrícola, uso doméstico, y algunos cuerpos de agua también con uso recreativo; Es así que en la Entidad se genera un escurrimiento anual de 4,165 millones de m³, que representa el 1.0 % del escurrimiento nacional, el 57% del se concentra en la región Balsas, de las seis regiones definidas por la CNA, lo que considera un aprovechamiento de agua en la entidad, en el orden de 2,642 millones de m³, correspondiendo el 59% a mantos acuíferos y el 41% de escurrimientos superficiales (GEM, 1999).

5.3 PROBLEMÁTICA

5.3.1 TALA ILEGAL

La falta de oportunidades productivas alternas en las áreas forestales, las restricciones para el manejo de los recursos forestales con el establecimiento de vedas y la creciente demanda de productos y servicios forestales por los grandes centros de población, ha propiciado el aumento de cortas ilegales, que se consideran de gran magnitud aun cuando no se tienen los volúmenes exactos de las talas clandestinas.

La tala ilegal pasó de ser un aprovechamiento sin control realizado por gente en situación de pobreza, como una forma de obtener recursos para su sobrevivencia, a ser una actividad de lucro realizada por bandas organizadas de delincuentes

5.3.2 INCENDIOS FORESTALES

Durante los últimos 6 años a nivel nacional, el Estado de México ha ocupado el primer lugar en número de incendios; en 2005 la superficie afectada en la entidad fue inferior a la de otros estados, logrando el 11° lugar y en eficiencia durante el combate el 5° lugar. En los bosques de la Entidad, se presentan aproximadamente 1,409 incendios en promedio de los últimos seis años (18% de los incendios registrados en el territorio nacional); esto debido a una alta densidad de población



que existe, de la cual gran parte se ubica en el medio rural, y que en sus prácticas agropecuarias generalmente utilizan el fuego como herramienta tradicional, siendo ésta, la causa más frecuente de los incendios forestales (CONAFOR, 2001).

El Estado de México cuenta una superficie de 2'248,762 ha., que es el 1.1% del territorio nacional y de ésta, 1'087,812 hectáreas tienen cobertura vegetal, siendo uno de los estados con mayor importancia en términos forestales (PROBOSQUE, 2010).

El estado en lo que se refiere a producción maderable ocupa el 10° lugar a nivel nacional, presentando un gran potencial de establecimiento y consolidación de plantaciones forestales comerciales, pero que no representa en si un servicio a largo plazo. Asimismo la trascendencia de la importancia ambiental de las zonas forestales cada día ocupa mayor relevancia, pues los servicios ambientales que proporciona, principalmente la capacidad de infiltración y generación de agua, apenas empieza a ser valorada.

Al ser el Estado con mayor población del país y con especial atención a la población que habita en los valles de México y Toluca, así como el Área Metropolitana de la Ciudad de México, los servicios ambientales proporcionados por las zonas forestales de la entidad son de invaluable aporte económico y de sustentabilidad ecológica esto principalmente como grandes aportadores de agua a las cuencas que comprenden el Estado de México.



5.4 SITUACIÓN ACTUAL EN EL ESTADO DE MÉXICO

**TABLA 3. PRODUCCIÓN DE AGUA EN 27 MUNICIPIOS DEL ESTADO DE MÉXICO
2005 - 2012¹²**

Superficie Estatal (ha)	Superficie Forestal en el Estado (ha)	Producción de Agua (27 Municipios) L.P.S
2,248,762	1,087,812	15,718

Fuente: elaboración propia con base en información de la Secretaría del Medio Ambiente del Gobierno del Estado de México.

La anterior tabla nos muestra el total de superficie estatal y la superficie forestal en el Estado de México con respecto a la producción de agua en los manantiales localizados en 27 municipios por la Secretaria del medio ambiente del gobierno del Estado de México hasta el año de 2012, la relación que se tiene en cuanto a la superficie forestal y la producción de agua no es directamente proporcional, pero si refiere que la mayor parte de la infiltración del agua de lluvia, es retenida en los bosques y recuperada a través de las corrientes subterráneas en forma de manantial.

Para efectos de estudio y relación de los manantiales localizados en el Estado de México, se cuenta con un inventario hasta el año de 2012, con 8,875 fuentes, con un gasto de 15, 717.562, un volumen anual de 495,669,035 m³ y una cobertura forestal de 333, 840 ha., a penas para los 27 municipios en donde se ha realizado el estudio, cabe destacar que no en todos los municipios en donde se realizó el estudio se han localizado manantiales en donde la cobertura forestal es abundante o de menor proporción, por lo que un gran número estas fuentes varia en gasto (L.P.S), entorno a la superficie forestal, es decir podemos tener un mayor número de manantiales con un gasto menor, pero con una presencia de bosque abundante, o bien tener un menor número, con un gasto considerable, y una cobertura forestal mínima, o bien se puede tener un criterio de acuerdo a las

¹² Donde se ha llevado acabo el Estudio de Localización y caracterización de manantiales por parte de la Secretaria del Medio Ambiente del gobierno del Estado de México hasta el año de 2012.



condiciones geográficas en las que se encuentra cada municipio, como se representa en el siguiente cuadro:

TABLA 4. NÚMERO DE MANANTIALES, GASTO (L.P.S) Y LA COBERTURA FORESTAL EN 27 MUNICIPIOS DEL ESTADO DE MÉXICO

Municipio	Número de manantiales	Gasto en litros/seg.	Volumen anual en m3	Cobertura Forestal ha.
Amanalco	445	2096.050	66,101,033	14,294
Valle de Bravo	396	1747.710	55,115,783	27,706
Villa Victoria	1138	1570.370	49,523,188	7,184
Jilotzingo	80	329.650	10,395,842	10,447
Coatepec Harinas	94	41.300	1,302,437	16,550
Nicolás Romero	162	96.530	3,044,170	12,265
Isidro Fabela	290	523.200	16,499,635	6,307
Temoaya	127	576.620	18,184,288	5,817
Otzolotepec	145	100.730	3,176,621	5,975
Xonacatlan	13	67.820	2,138,772	888
Huixquilucan	15	10.110	318,829	8,209
Naucalpan	6	1.880	59,288	7,212
Temascalcingo	109	48.350	1,524,766	13,401
Lerma	3	0.070	2,208	10,512
Ocoyoacac	5	79.050	2,492,921	8,730
San José del Rincón	1938	617.122	19,461,559	17,079
Jocotitlan	56	566.790	17,874,289	5,044
Donato Guerra	731	1719.730	54,233,405	10,769
Villa de Allende	862	1352.740	42,660,009	13,179
Ixtapan del Oro	300	188.640	5,948,951	6,280
Morelos	420	171.550	5,410,001	9,894
Malinalco	319	2495.570	78,700,296	14,587
Tejupilco	1	2.900	91,454	51,198
Villa del Carbón	577	483.410	15,244,818	22,725
Jiquipilco	258	193.760	6,110,415	8,082
Tianguistenco	4	1.070	33,744	4,989
Zinacantepec	381	634.840	20,020,314	14,517
Total	8,875	15,717.562	495,669,035	333,840

Fuente: elaboración propia con base en el estudios de localización y caracterización de manantiales en el Estado de México.



La tabla 5 se muestran los datos de los municipios donde el programa ya se ha concluido, y nos muestra la relación que existe entre el gasto total, con respecto a los manantiales localizados, el volumen anual obtenido y la superficie forestal con la que cuentan los municipios.

TABLA 5. SUPERFICIE FORESTAL Y PRODUCCIÓN DE AGUA EN LOS MANANTIALES POR MUNICIPIO

Municipio	Superficie Municipal (ha)	Superficie Forestal (ha)	Producción de agua en los manantiales (Nivel Municipal) L.P.S
Villa de Allende	31,161	13,179	1,352.74
Donato Guerra	18,136	10,769	1,719.73
Total	49,297	23,948	3,072.47

Fuente: elaboración propia con base en inventario forestal 2010, Probosque.

Por lo que respecta a la producción de agua en cada uno de los municipios en donde se realizó el estudio de localización y caracterización de manantiales, podemos establecer de manera puntual que la superficie forestal no determina la producción de agua, es decir la infiltración depende de las características edafológicas y geológicas para cada zona donde se encuentran los manantiales, podemos tener grandes superficies forestales como lo es el caso de San José del Rincón, pero que su producción de agua en sus fuentes es menor, tal es el caso de Jocotitlán que cuenta con una superficie forestal de apenas 5, 044 ha., tiene un gasto 566.79 (L.P.S) considerable para los 55 manantiales que tiene en todo el municipio.

Por lo anterior, resulta importante desarrollar estudios que permitan demostrar esta relación agua y bosques como base para establecer programas de pago por servicios ambientales que promuevan la conservación de las zonas boscosas, particularmente de aquéllas que se localizan en zonas montañosas caracterizadas por su fragilidad ecológica y por los altos índices de marginación de sus habitantes.



*“LOCALIZACIÓN Y CARACTERIZACIÓN DE MANANTIALES EN LOS MUNICIPIOS DE VILLA
DE ALLENDE Y DONATO GUERRA EN EL ESTADO DE MÉXICO”*



La relación entre bosques y la producción de agua es de cierta forma un asunto de suma importancia ya que en muchas ocasiones la mayoría de las personas de comunidades rurales atribuyen la baja en la producción de agua en las superficies forestales por consecuencia de la explotación maderera, lo que requiere de una mejora en el marco jurídico con la finalidad de alcanzar un aprovechamiento más eficiente, equitativo y sostenible del agua, o bien una mejor gestión medioambiental.



CAPÍTULO VI LOCALIZACIÓN Y CARACTERIZACIÓN DE MANANTIALES EN LOS MUNICIPIOS DE VILLA DE ALLENDE Y DONATO GUERRA

Para los fines que representa este apartado es claro saber en qué situación se encuentran actualmente los aprovechamientos (manantiales), así como el desarrollo de temas que anteceden a los resultados obtenidos en el estudio, lo que resulta determinante para su posterior análisis y manejo de los datos.

6.1 PROBLEMÁTICA

Hoy en día muchos seres humanos, desligados de la naturaleza, de manera absurda creen tener derecho a abusar de ella en todos los aspectos.

Ante todo el hombre debe comprender sus estrechas ligas con la naturaleza y comportarse racionalmente sin provocar desequilibrios que a la postre acaban siempre por afectarlo.

Desafortunadamente, las políticas y leyes que conforman el uso del agua en la actualidad, promueven con mayor frecuencia el uso irracional y el desperdicio en vez de la conservación y el uso sustentable.

Por otra parte, el deterioro del medio ambiente afecta no solo directamente a la calidad del agua, sino que también a los cambios en los regímenes de precipitación y escurrimiento, como consecuencia del calentamiento global de la atmósfera, siendo este factor el responsable de que en algunas regiones se afecte la disponibilidad de agua.

Aun, ante esta difícil situación, en las ciudades ocurren grandes porcentajes de fugas, se utilizan tecnologías derrochadoras de agua, no se reúsa este recurso, los sistemas de facturación y cobranza son deficientes, las tarifas por el servicio



frecuentemente encubren los costos del suministro y existe poca conciencia ciudadana.

Estos cuatro municipios en los que se alberga la zona de estudio representan una zona productora de agua, sin embargo, la problemática ambiental que se presenta actualmente, que ha reducido el nivel de recarga de acuíferos, puede limitar en el futuro, la disponibilidad de agua, que provee de este recurso no solo a la misma población, sino a una parte de la población de Toluca y la Ciudad de México, ya que gran parte de los afluentes que se encuentran en estos municipios escurren hacia el sistema Cutzamala.

En el presente trabajo se analizaron las condiciones en las que se localizan las fuentes de generación y almacenamiento del agua (manantiales), así como las características de calidad y riesgo de deterioro de dichos recursos hídricos. Se realizará una evaluación de la situación actual y se procederá a elaborar el Programa de Manejo, que contenga los elementos operativos de protección, conservación y restauración de las fuentes de generación y almacenamiento de agua.

La complejidad geomorfológico y topográfica de estos cuatro municipios, que da lugar a un paisaje accidentado donde predominan las áreas con pendientes mayores a 40%, condición climática variada, tipos de suelo; es una zona con importantes niveles de captación de agua pluvial e infiltración hacia mantos freáticos.

6.2 ANTECEDENTES

En México existen grandes desequilibrios por la ausencia de agua, su distribución es sumamente irregular, en el sureste abundan los acuíferos, mientras que en el norte esos recursos escasean, esto debido principalmente a cuestiones climáticas, fisiográficas, topográficas, entre otras.



Los cinco usos más importantes del agua en México son: agropecuario, doméstico, público-urbano, industrial y generación de energía.

La continua depredación de los bosques y los ecosistemas, va eliminando su capacidad de retener e infiltrar el agua hacia los mantos acuíferos y corrientes superficiales.

El Estado de México tiene una extensión territorial de 22,499.95 km² cuadrados, su densidad de población es muy elevada, ya que cuenta con más de 14 millones de habitantes, esto hace que la disponibilidad promedio de agua por habitante al año sea de 300 m³. Dando una dotación de agua de 270 litros por persona al día para los habitantes del Estado de México y de 360 litros por persona al día para los habitantes del Distrito Federal (CONAGUA, 2004).

Los recursos hídricos en el Estado de México son escasos en todas las cuencas, Pánuco, Lerma y Valle de México. En la parte de la cuenca del Río Balsas, hay disponibilidad de escurrimientos superficiales, pero faltan sitios para su almacenamiento. En esta última cuenca se localiza el Sistema Cutzamala que complementa el abastecimiento de agua potable a la Ciudad de México.

Con una población en el Estado de México, cuyo crecimiento anual es de 350 mil personas aproximadamente según datos del INEGI, demanda volúmenes (se estima en 30.9 millones de m³ anuales) importantes del recurso agua. La tasa de pérdida de suelo forestal es de 3,600 hectáreas por año, cuya capacidad de retención es de 0.25 m³/segundo, volumen suficiente para atender la demanda de la población que se agrega cada año. El agua que se produce en el Estado se destina no solo para las necesidades de los habitantes del propio Estado. Cada año se extraen 561 millones de m³ que se envían al Distrito Federal (CONAGUA), lo que representa el 50.8% del volumen total que consume la población de esta entidad.



Hoy en día, el agua ha dejado de ser vista exclusivamente como un bien de consumo para valorarse como un bien ambiental cuya calidad y cantidad depende de la conservación de las cuencas hidrológicas generadoras del recurso, y que descansa de manera especial en la conservación de la vegetación forestal.

6.3 SITUACIÓN ACTUAL

Tomando en cuenta la localización y caracterización de manantiales se mencionan como parte de sus estrategias, la identificación de manantiales y fuentes de agua limpia; así como sus principales riesgos de afectación, destrucción o contaminación de éstos y la concertación con las comunidades locales para sumarlos en la protección y restauración de sus zonas generadoras de agua, que bien tiene como objetivo principal de contar con la información existente de estas fuentes, encontrando los siguientes datos reflejados en la tabla 7:

TABLA 6. APROVECHAMIENTOS SUPERFICIALES

MUNICIPIO	NO. DE MANANTIALES	GASTO EN LITROS POR SEGUNDO	VOLUMEN ANUAL EN M ³
Villa de allende	862	1352.74	42,660,009
Donato Guerra	731	1719.73	54,233,405
Total	1,593	3072.47	96,893,414

Fuente: elaboración propia con base en la Secretaría del Medio Ambiente, 2009, 2010, 2011, 2012

De forma particular los datos arrojados por el trabajo de campo en cuanto al número de manantiales, así como sus gastos, volúmenes y porcentajes de uso, permiten analizar la priorización que en cada municipio se hace respecto al agua. De igual forma se nota que en los cuatro municipios el uso con menor aprovechamiento es el acuícola, así como el mayor del múltiple, mostrado en las tablas 7, 8, 9 y 10.



**TABLA 7. APROVECHAMIENTOS SUPERFICIALES POR USO Y PORCENTAJE
VILLA DE ALLENDE**

USO	NO. DE MANANTIALES	VOLUMEN ANUAL EN M ³	GASTO EN LITROS POR SEGUNDO	PORCENTAJE (%)
Domestico	144	1,968,162	62.41	16.70
Acuícola	1	631	0.02	0.12
Agrícola	6	8,830	0.28	0.70
Público urbano	283	6,867,279	217.76	32.83
Múltiples	428	33,815,107	1,072.27	49.65
Total	862	42,660,009	1352.74	100

Fuente: elaboración propia con base en la Secretaría del medio Ambiente

**TABLA 8. APROVECHAMIENTOS SUPERFICIALES POR USO Y PORCENTAJE
DONATO GUERRA**

USO	NO. DE MANANTIALES	VOLUMEN ANUAL EN M ³	GASTO EN LITROS POR SEGUNDO	PORCENTAJE (%)
Domestico	59	748,664.64	23.74	8.07
Acuícola	1	2,522.88	0.08	0.14
Agrícola	14	451,595.52	14.32	1.91
Público urbano	254	8,094,975.84	256.69	34.75
Múltiples	403	44,935,646.4	1424.9	55.13
Total	731	54,233,405	1719.73	100

Fuente: elaboración propia con base en la Secretaría del medio Ambiente

El manejo de datos en el estudio representa la situación actual en la que se encuentran los municipios involucrados en el trabajo, por lo que otro apartado importante es saber el número de días trabajados por municipio y la cantidad de manantiales que se localizaron y caracterizaron, interpretados en la siguiente tabla.



TABLA 9. NO. DE DÍAS TRABAJADOS POR MUNICIPIO

MUNICIPIO	DIAS TRABAJADOS	MANANTIALES LOCALIZADOS
Villa de Allende	96	862
Donato Guerra	45	731
Total	141	1593

Fuente: elaboración propia con base en la Secretaría del medio Ambiente

Esta información presenta el aprovechamiento de volúmenes de agua principalmente para usos múltiples (doméstico, agrícola, acuícola, público urbano, etc.), razón por lo cual se llevó a cabo la selección solamente de aprovechamientos de manantiales, resultando lo siguiente:

TABLA 10. INVENTARIO INICIAL DE MANANTIALES CONAGUA

MUNICIPIO	NO. DE MANANTIALES	VOLUMEN M ³	GASTO LITROS POR SEGUNDO
Villa de Allende	66	4,367,549	138.49
Donato Guerra	75	14,326,621	454.29
TOTAL	141	18,694,170	592.78

Fuente: elaboración propia con base en la CONAGUA

Ante estos resultados, se puede conformar un catálogo confiable de los manantiales que se ubican en estos cuatro municipios y los demás existentes en todo el Estado de México, tomando en cuenta que el poco material que existe dentro del ámbito municipal, estatal y federal, no está avalado por las autoridades en materia de recursos hídricos, se llevó a cabo el programa de identificación y caracterización de estas fuentes superficiales, con el objetivo principal de contar con un inventario preciso de los manantiales existentes en dicha zona. Asimismo, obtener sus características físicas, hidráulicas, químicas y biológicas, para establecer el equilibrio ecosistémico hidroambiental de sus aguas, lo que nos permitirá aplicar medidas para evitar la contaminación y la perturbación del área de recarga; así como recuperar la calidad del agua, manteniendo los volúmenes y evitando la sobreexplotación.



A grandes rasgos y de manera muy general una vez que se localiza el manantial, se procede a identificar geográficamente el lugar, mediante el geoposicionador, el cual automáticamente registra las coordenadas (geográficas o UTM) y la altura (msnm).

Al mismo tiempo se selecciona el lugar donde se realizara el aforo, determinándose con base al terreno y las características hidráulicas observadas del manantial, que por lo regular se aplica el método volumétrico que consiste en juntar y canalizar las aguas del manantial hacia una sección determinada, dada en muchos casos por un simple tubo de PVC de diferentes diámetros, las aguas se canalizaban hacia un recipiente de plástico de diferentes volúmenes y con el apoyo de un cronometro se determinaba el tiempo en que se llenaba.

Una vez que se cuenta con estos datos mediante un proceso directo y con la aplicación de la formula $Q = \text{Volumen} / \text{tiempo}$, se determinó el gasto del manantial.

Teniendo toda esta información se procede al llenado de la ficha correspondiente, la cual es llenada con un número consecutivo.

Se toma una fotografía del manantial, con una pequeña cartulina que identificó el lugar, el nombre del manantial, el gasto encontrado, fecha y número.

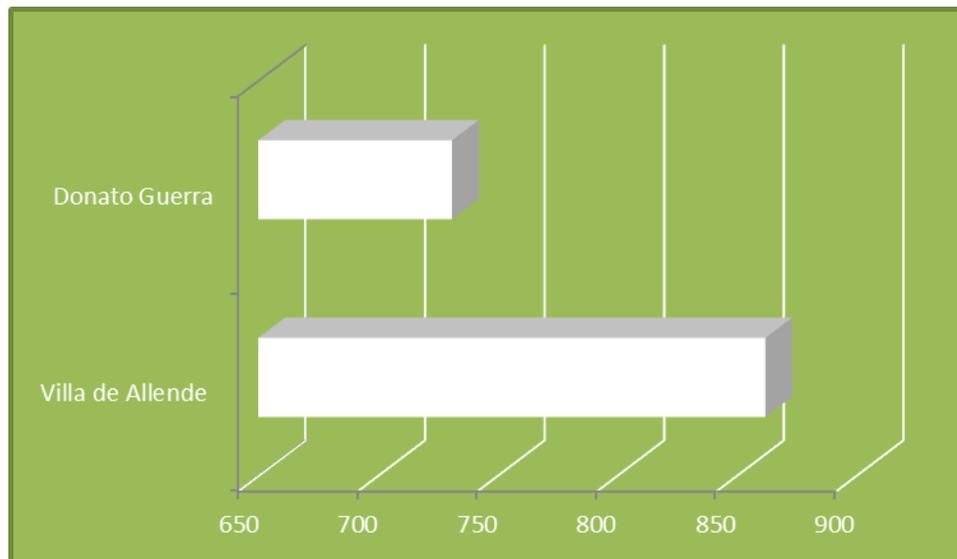
Por otra parte de lleva acabo un análisis in situ de parámetros de campo entre los que se tomaron conductividad eléctrica, oxígeno disuelto, temperatura del agua y el PH (potencial de hidrogeno), estos parámetros son determinados mediante un aparato portátil llamado tester, por otra parte se toman muestras de agua en recipientes debidamente esterilizados para llevarlas al laboratorio de para determinar mediante las pruebas correspondientes a temperatura, pH, conductividad, calcio, magnesio, sodio, potasio, cromo hexavalente, manganeso,



DQO, SDT, OD, nitrógeno amoniacal y coliformes fecales, todo esto para determinar la calidad del agua.

Después de llevar a cabo estos trabajos en cada manantial se arrojan los datos mostrados en la gráfica 1:

GRAFICA 1 NO. DE MANANTIALES



Fuente: elaboración propia con base en Secretaría del Medio Ambiente del Gobierno del Estado de México, 2009, 2010, 2011, 2012.

Una vez con los datos procesados podemos ver que el municipio con mayor gasto en litros por segundo es Donato Guerra y el de menor gasto es Villa de Allende como se muestra en la gráfica 2:



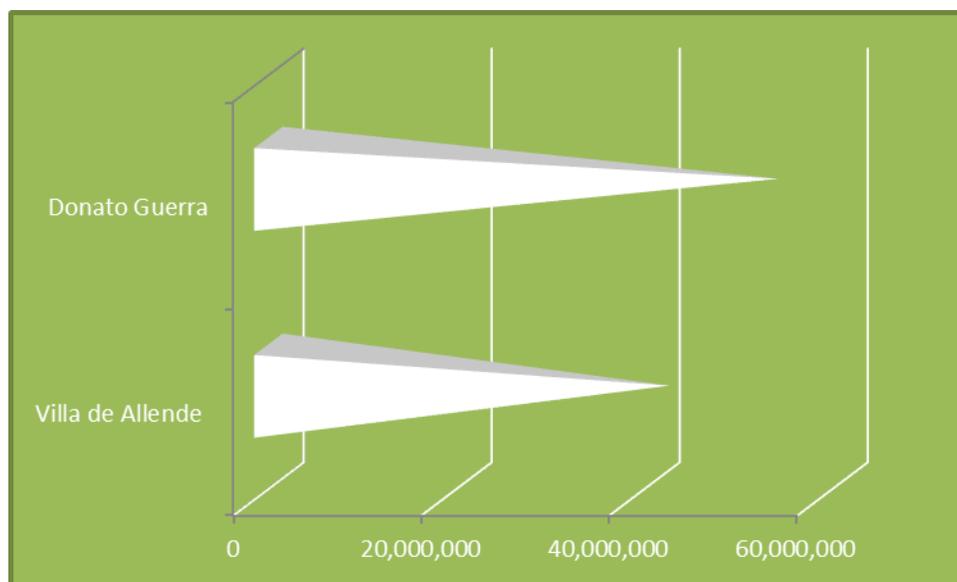
GRAFICA 2. GASTO EN LITROS POR SEGUNDO



Fuente: elaboración propia con base en Secretaría del Medio Ambiente del Gobierno del Estado de México.

De igual forma el volumen anual en m^3 es Donato Guerra y Villa de Allende nuevamente es el menor, tal y como se muestra en la gráfica 3:

GRAFICA 3. VOLUMEN ANUAL EN METROS CÚBICOS



Fuente: elaboración propia con base en Secretaría del Medio Ambiente del Gobierno del Estado de México.



El análisis e interpretación de datos en este apartado tiene como objetivo conocer el estado actual de los municipios en cuanto a la producción de agua y el número de manantiales localizados en cada uno de ellos, el manejo depende del objeto de estudio que este represente, es decir se puede tabular y graficar datos para un estudio completo por cuenca hidrológica, por población, tenencia de la tierra, usos, legalidad de aprovechamiento, altitud, etc., por lo que el estudio es muy completo en lo que al manejo de datos se requiera.

Es de suma importancia establecer para estudios posteriores hacia donde van dirigidos los trabajos como por ejemplo establecer de zonas de amortiguamiento, zonas de protección de manantiales (cercado), zonas de reforestación que otorguen servicios ambientales hidrológicos, u obras que beneficien a la población como un sistema de agua potable para una comunidad en específico.



CONCLUSIONES

Si bien es cierto la relación entre la sociedad, política y ambiente es muy estrecha en cuanto al manejo del agua se refiere, podemos concluir:

Actualmente en los dos municipios que comprenden el estudio, el agua es manejada como un recurso hídrico o recurso hidráulico, desligándola de su contexto territorial, por tanto de su intrínseca relación con el medio ambiente y el ciclo hidrológico, así como de su vinculación con los pueblos que habitan y que dependen del mismo recurso agua. A lo largo de todo este trabajo y en gran parte de las comunidades en donde se desarrolló el estudio existe un grave error, ya que existe una conceptualización del agua como recurso apropiable, lo que materializa una relación de dominio del agua sobre cualquiera, generalmente hay intereses económicos y políticos en cuanto a los derechos del agua se refieren; En este contexto, el agua es vista como un bien material y muy pocas veces como un recurso limitado y de escasez en este caso de tipo regional.

En este sentido y con respecto al agua, estos problemas parten de un fuerte desinterés social y político en el manejo del agua en estos 2 municipios lo que concluye en lo siguiente:

Si bien es cierto gran parte de la extracción del agua que se tiene en muchos municipios del Estado es a través de la extracción de agua en pozos profundos, en otros como Villa de Allende y Donato Guerra gran parte del agua de los manantiales dependen en una primera fase de las funciones sociales y económicas para el desarrollo de los ecosistemas, y por consecuencia de los servicios ambientales hidrológicos que se tengan en zonas de carácter forestal. Es decir el deterioro o la desaparición de grandes superficies forestales no afectarán sólo a la generación actual sino que lo hará también a las generaciones futuras de estos 2 municipios.

Es por ello que la percepción y relación con el agua debe ser conceptualizada como un bien común que considere a la sociedad como principal actor y que por



tanto debe ser gestionado en beneficio de la calidad de vida. Esto implica que la gestión del agua debe estar basada en la transparencia de información y mecanismos de participación social que incluyan a generaciones futuras.

La realización busca entre otros fines, recoger la opinión de los usuarios e involucrados sobre la nascente problemática del agua superficial producto de los 1,593 manantiales localizados en los dos municipios. Pero aun cuando se plantean antecedentes o marcos de referencia que centran sus diversas características hidrológicas, ambientales y sociales, el sentir responde a una visión específica para su preservación, conservación, protección y mantenimiento.

El estudio se enmarca en el concepto de Ordenamiento Ecológico establecido por la Ley General de Equilibrio Ecológico y Protección Ambiental, en términos de “instrumento de política ambiental, cuyo objetivo es el de regular o inducir el uso del suelo y las actividades productivas, con el fin de lograr la protección del medio ambiente y el aprovechamiento sustentable de los recursos naturales, a partir del análisis de las tendencias de deterioro y los potenciales de aprovechamiento de los mismos” (LGEEPA, Art. 3-XXII).

En este sentido, es clara la intención de esta Ley, por inducir formas de uso y aprovechamiento de los recursos naturales que sean sustentables, a partir de algunos criterios los cuales constituyen una guía para el Ordenamiento Ecológico de la cuenca, estos criterios son:

- La naturaleza y características de los ecosistemas existentes en la cuenca
- La vocación de cada zona, en función de recursos naturales
- La distribución de la población y las actividades económicas predominantes
- Los desequilibrios existentes en los ecosistemas por efecto de los asentamientos humanos y sus condiciones ambientales
- El impacto ambiental de nuevos asentamientos humanos, vías de comunicación y demás obras o actividades



Para fines de planificación del uso y aprovechamiento del recurso agua generado por los manantiales, se considera necesario llevar a cabo los estudios correspondientes del recurso agua superficial, por medio de la delimitación de la cuenca en diferentes subcuencas específicas, que se definen como; el momento que el agua cae sobre la superficie de la cuenca dirigiéndose a hacia las partes más deprimidas del relieve. El escurrimiento tiende a organizarse a partir de las zonas elevadas, hasta llegar a un cauce o corriente común. Es decir que, toda el agua acumulada desemboca ya sea a un afluente de una corriente principal o intermitente.

Para el caso de estos municipios (Villa de Allende y Donato Guerra), toda el agua de los manantiales de las subcuencas que escurre por sus cauces, desemboca en la presa, bordos y afluentes principales.

Desde el punto de vista hidrológico estos manantiales comprenden la cuenca del Balsas que aporta grandes cantidades de agua a otros estados.

El estudio se realizó en su totalidad en las cuencas específicas ubicadas en los municipios de Villa de Allende y Donato Guerra, donde se identificaron 862 y 731 manantiales respectivamente.

La gestión social del agua y el ambiente en cuencas, tiene como eje central la gestión compartida del espacio de una cuenca y de los recursos, tomando en cuenta múltiples usos del agua, y al ambiente como usuario del agua, implica también la interacción de la diversidad de usuarios, organizaciones y actores institucionales involucrados en el uso y manejo del agua y el ambiente en una cuenca, para concertar en la toma decisiones, la ejecución y evaluación de las mismas, con base al acceso, distribución, uso múltiple y la conservación del agua y otros recursos así como de los espacios e infraestructuras compartidas en la



cuenca, en dicha interacción se busca la equidad en la participación de los diferentes actores y se presta atención y respeto a los diferentes intereses.

La gestión social del agua y el ambiente en la cuenca está orientada al desarrollo local sostenible, con equidad de género, la preservación del ambiente como “usuario” del agua y tiene como fin supremo el alivio de la pobreza.

En materia de cumplimiento con la legislación hídrica vigente, se presenta el problema más importante de los manantiales, ya que solamente en un 10 % de aprovechamientos son legalizados en el total de los 2 municipios, lo que representa una absoluta ingobernabilidad en este rubro.

El volumen que generan 1,593 manantiales localizados en estos 2 municipios, representa el 70% de su gasto total es decir no toda el agua escurre hacia sus afluentes, una parte se va a sistemas de agua potable y canales de riego.

Afortunadamente, el número de pozos profundos en la cuenca es bajo, ya que estas obras se pueden considerar como uno de los enemigos invisibles de los manantiales.

El desarrollo urbano, no controlado representa otro escenario negativo, para el agua de los manantiales, ya que en los 2 municipios las localidades se encuentran dispersas lo que representa un escenario negativo, sencillamente porque se carece de acceso a servicios públicos básicos.

En estos municipios gran parte de las viviendas no cuenta con drenaje, servicios sanitarios y con agua entubada, para la elaboración del programa de conservación y manejo de los manantiales, se debe considerar dos rubros; el de diagnóstico y de acciones para su conservación, restauración, protección y aprovechamiento sustentable por cuenca específica.



Estos 2 municipios cuentan con pendiente media accidentada teniendo un porcentaje de infiltración muy alto, y cobertura de bosque alto, cabe mencionar que ambos tienen un porcentaje alto de infiltración por la superficie forestal que representan, el 92 % de los manantiales identificados se ubican en terrenos del ejido y bienes comunales, solo el 8% representa un régimen de propiedad privada.

A nivel operativo la gestión social del agua y el ambiente en estos municipios, no sigue un modelo único, sino, se implementan diferentes modalidades de organización y de mecanismos para su conservación, preservación y protección, por lo que propone que cuente con un área de amortiguamiento de 30 metros para cada manantial.

Se identificaron 136 manantiales, 70 en Villa de Allende y 66 en Donato Guerra, con gasto de 338.55 litros por segundo, con volumen anual de 10, 676,513m³, dentro de la zona de amortiguamiento del Santuario de la Mariposa Monarca.

Se identificó el estado físico de pocas obras de protección que actualmente existen en diferentes manantiales que aprovechan en uso público urbano y doméstico, de las cuales, resultaron muchas en malas condiciones, así como en regulares y buenas condiciones.

Por considerar que el uso público urbano y doméstico es esencial para la vida humana, se identificaron obras de captación y conducción, para llevar a cabo su mantenimiento respectivo, mencionando el tipo de construcción actual, sus dimensiones, el volumen de la obra y los usos en que aprovecha el agua de estos manantiales que se ubican en los 2 municipios.

El termino padrón de usuarios se aplica únicamente al uso doméstico, agrícola, pecuario, acuícola y público urbano, el cual representa un 100 % del número total de manantiales localizados en estos municipios.



En cuanto a la situación legal de los manantiales, solamente el 8 % de estos se encuentran legalizados ante el órgano rector del agua a nivel federal. El porcentaje de manantiales están por encima de los localizados, como consecuencia a la suspensión del programa.

Aprovechando la existencia de un buen número de caminos pavimentados, revestidos, terracerías, brechas y veredas rurales se logró la identificación de los 1,593 manantiales, con un promedio de 10 visitas por día.

El 57% de la superficie para los 2 municipios presenta una pendiente accidentada, lo que implica que los terrenos no sean aptos para labores agrícolas.

En el área de amortiguamiento de los manantiales se puede identificar, la cobertura forestal, por cuenca y municipio, que tendrá como resultando una superficie en hectáreas y el uso agropecuario en hectáreas, lo que indica que este uso le esté ganando terreno al forestal.

Acciones para su conservación, restauración, protección y aprovechamiento sustentable por cuenca específica:

En la zona de amortiguamiento de los 1,593 manantiales, se plantean los siguientes trabajos:

- Saneamiento y aprovechamiento forestal
- Brechas cortafuego en kilómetros
- Protección de manantiales
- Contra cunetas

Con base a las visitas de campo para la identificación de los manantiales, donde se observaron problemas de contaminación, principalmente por el acceso de animales a los mismos, se propone llevar a cabo el cercado de su zona de afloramiento, con malla de alambre de 50 manantiales en un inicio.



Dentro de la restauración de las obras existentes de protección, se consideran aquellas obras de protección en malas condiciones y en condiciones regulares.

Para el saneamiento de los manantiales se propone llevar a cabo la construcción de hidrantes, lavaderos, abrevaderos y sistemas de cloración.

Creación de un área de amortiguamiento para evitar la contaminación de los manantiales, de acuerdo a lo que nos marca la Ley General del Equilibrio Ecológico y la Protección al Ambiente en su artículo 49; en lo referente al tema nos dice, que en las zonas núcleo de las áreas naturales protegidas quedará expresamente prohibido:

I.- Verter o descargar contaminantes en el suelo, subsuelo y cualquier clase de cauce, vaso o acuífero, así como desarrollar cualquier actividad contaminante;

II.- Interrumpir, rellenar, desecar o desviar los flujos hidráulicos.

Las zonas de amortiguamiento, tendrán como función principal orientar a que las actividades de aprovechamiento, que ahí se lleven a cabo, se conduzcan hacia el desarrollo sustentable, creando al mismo tiempo las condiciones necesarias para lograr la conservación de los ecosistemas de ésta a largo plazo, y podrán estar conformadas básicamente por las siguientes subzonas:

- a. De uso tradicional: Aquellas superficies en donde los recursos naturales han sido aprovechados de manera tradicional y continua, sin ocasionar alteraciones significativas en el ecosistema. Están relacionadas particularmente con la satisfacción de las necesidades socioeconómicas y culturales de los habitantes del área protegida;



- b. De aprovechamiento sustentable de los recursos naturales: Aquellas superficies en las que los recursos naturales pueden ser aprovechados, y que, por motivos de uso y conservación de sus ecosistemas a largo plazo, es necesario que todas las actividades productivas se efectúen bajo esquemas de aprovechamiento sustentable.

Como se aprecia en los anteriores ordenamientos legales, las zonas de amortiguamiento en todo momento plantean la protección de los recursos, no solo basados en la LGEEPA, sino también en las disposiciones de otras leyes, entre las que se debe de mencionar a la Ley de Aguas Nacionales y su Reglamento.

La anterior ley, no impide la ingobernabilidad que existen en los aprovechamientos de las cuencas del Balsas y Lerma, lo que se debe de tomar en cuenta para precisar un enfoque de apoyo en la creación de una zona núcleo en los manantiales, la cual podría beneficiarse de una superficie de cinco o diez metros cuadrados, que se establecen como Zona Federal, de conformidad con el artículo 3°, fracción XLVII.

De acuerdo al gran número de manantiales, el centro mismo de la iniciativa, es precisamente un esquema de ordenamiento territorial que consigne dos categorías: zonas núcleo y zonas de amortiguamiento.

Un factor fundamental que se debe tomar en cuenta para el establecimiento de este perímetro de protección, es la limitación del uso del suelo; frecuentemente esto provoca un conflicto entre el propietario del agua, que tiene derecho a su protección y los usuarios reales o potenciales del suelo.

Estos anillos de tierras a proteger en las áreas núcleo se manejan con el objetivo de que filtren o absorban los efectos negativos que se manifiestan en cualquier dirección. Por ejemplo, la aspersión de plaguicidas en cultivos agrícolas aledaños puede desplazarse por cientos de metros y tener efectos graves en el agua



producto de los manantiales, de la misma manera, los animales al entrar a la zona núcleo.

En efecto, las zonas de amortiguamiento sirven como áreas de transición dentro de las cuales los usos del suelo se manejan para reducir y controlar los impactos negativos.

La principal razón para esta propuesta es el hecho de que esta área de protección es fundamental para la conservación del recurso agua en calidad y cantidad, por ser catalogadas como de alto rendimiento de producción de agua y de alto valor ecológico.

Las presentes conclusiones nos permiten llevar de manera cartográfica los datos recabados en campo, se ubican los manantiales, y de ahí se comienza a planear de acuerdo a las condiciones geográficas en que se encuentra, esto como una medida más para el conocimiento de los aprovechamientos superficiales existentes en estos municipios.



RECOMENDACIONES

Este trabajo reúne por vez primera el conjunto de información puntual existente sobre los 1,593 manantiales identificados en los municipios; Villa de Allende y Donato Guerra, a su vez permite llenar un vacío de datos parciales que existían en diversos inventarios de los tres niveles de gobierno.

Considerando que estos estudios registran un importante antecedente en el Estado de México, debido que no existen referencias de la realización de un estudio semejante, nos invita a encontrar más elementos de vinculación, con otros estudios y actores, con el único objetivo de crear un espacio de intercambio de información y experiencias de campo, sobre el agua que forman estos manantiales, y generar reflexiones y propuestas para mejorar el manejo, distribución y administración del recurso hídrico de dichos municipios.

La elaboración de este estudio, considerado de manera integral, permite visualizar diferentes entornos hidrológicos, ambientales y sociales de las subcuencas y principalmente, las recomendaciones que requieren una atención inmediata; sin embargo, a pesar de todo, se podrían mencionar un sin número de recomendaciones, pero solamente se indicaran algunas acciones inmediatas; para ello se responde con base en el objetivo inicialmente planteado de conocer la situación cualitativa y cuantitativa de los manantiales registrados.

En razón de lo anterior, lo que sigue es un breve resumen de varias recomendaciones que se consideran de vital importancia para la conservación, restauración, mantenimiento y protección del agua de los manantiales de los municipios de Villa de Allende y Donato Guerra:

Tomando en cuenta que el agua que generan los manantiales, es permanente durante los 365 días del año, además de ser el agua más limpia, más barata y la que menores daños ecológicos provoca, se considera oportuno llevar a cabo la



identificación y caracterización de dichas fuentes en la cuenca que comprenden dichos municipios.

Se debe de llevar a cabo los estudios de localización y caracterización de manantiales después de lluvias y antes de estas, para poder estar en posibilidades de contar con la información completa y precisa, que nos permita contar con un promedio del agua que generan los manantiales durante el año.

Que se lleven a cabo las obras de mantenimiento, restauración, protección y conservación, propuestas para los manantiales localizados e identificados, en el presente estudio.

Debido al creciente número de usuarios agrícolas de hecho, sobre todo en las partes altas de la cuenca del Balsas, se deberá de diseñar un plan estratégico, o en su caso piloto para el manejo y uso eficiente del agua para uso agrícola en la cuenca, especialmente en condiciones de estiaje, considerando criterios de equidad/balance, es muy importante considerar la participación de usuarios como uno de los actores principales en el desarrollo de estos trabajos.

Que los manantiales de los municipios ya mencionados constituyen una riqueza invaluable no solo por ser un ecosistema rico en biodiversidad sino por su belleza natural que es fuente de turismo.

Aplicar una efectiva regulación y control de la perforación de pozos en el área aplicada al estudio.

Llevar a cabo el “Programa de Conservación y Manejo de los manantiales”, donde se establece la estrategia de conservación, protección y restauración de las fuentes de agua localizadas por municipio.



En dicho programa se contempla incorporar estrategias de protección, recomendaciones del mismo y considera las áreas prioritarias de conservación desde el punto de vista de las zonas de recarga y nacimientos de agua, para mantener la calidad y cantidad de este recurso así como atender las necesidades de protección de las áreas de influencia y sus recursos asociados.

Proteger a los manantiales en, zonas núcleo, serian lugares designados como “áreas protegidas”. Su propósito es lograr que los manantiales continúen manteniendo sus características cuantitativas y cualitativas y de ser posible las incrementen en beneficio de los diferentes aprovechamientos que se realizan de sus aguas.

Zonas de amortiguamiento, que es la designación de una superficie de tierras, para la protección de los manantiales dentro de esta propuesta, estaría configurado por un espacio geográfico que rodea a la zona núcleo

La delimitación de la zona de amortiguamiento, requiere necesariamente la aplicación de los conocimientos previos realizados en la zona, particularmente en relación con la situación y características de los manantiales, su área de captación, su funcionamiento hidrológico, su vulnerabilidad a la contaminación y los posibles focos contaminantes.

A partir de este conocimiento se propone un perímetro de 1,885 metros, que representa una superficie de 28-27-44 hectáreas en forma circular para cada manantial, que en muchos casos por la proximidad de algunos manantiales, configurara una figura concéntrica.

Debido que los escenarios que surgen en materia de ingobernabilidad del agua, no son muy optimistas, se considera de vital importancia el estudio y la aplicación de los mecanismos necesarios, que permitan legalizar los aprovechamientos del agua, y así bajar el alto porcentaje que existe en el área de estudio para lo cual es



necesario que la autoridad en materia hidráulica, que es favorecida con el agua producto de los manantiales, como un usuario más, aplique recursos económicos para el beneficio común de todos los que aprovechan este vital líquido.

Por último, y de manera muy particular en cuanto a las características de los suelos que presenta cada municipio, una vez realizados los trabajos de campo en cuanto al programa de localización y caracterización de manantiales se refiere, la base que constituye a las características del suelo, está implícito en estudios de suelo realizados a cada municipio y que de manera particular se debe actualizar de manera permanente estas referencias para unificar conocimientos para que una vez citadas se puedan efectuar trabajos de acuerdo a lo que un plan de desarrollo municipal presente, todo esto debe estar fundamentado en lo siguiente:

El suelo como un recurso natural que se ha formado a lo largo de siglos, que en la práctica debe considerarse como un recurso no renovable, en donde el agua que es retenida es aportada por las precipitaciones, lo que resulta importante para preservar el equilibrio hidrológico en las cuencas y micro cuencas.

Los suelos deben ser regulados legislativamente como un patrimonio no solo de particulares, sino de un bien común que permita tener un sustento legal para que permita condicionar el uso de los suelos en el sector agropecuario y la realización de prácticas de manejo de conservación. Es decir que existan disposiciones legales que limiten y prohíban los cambios de uso de suelo.

Legislar en materia de conservación de suelos y darle mayor prioridad a programas de protección integral de cuencas, otorgando recursos para la ejecución de obras y acciones para restaurar los daños que actualmente se tienen en muchos de los suelos ya degradados.



*“LOCALIZACIÓN Y CARACTERIZACIÓN DE MANANTIALES EN LOS MUNICIPIOS DE VILLA
DE ALLENDE Y DONATO GUERRA EN EL ESTADO DE MÉXICO”*



En particular en estos dos municipios existe una gran depredación de los bosques, suelos y de los materiales del subsuelo, lo que resulta de importancia mantener estos grandes captadores de agua que abastecen de manera directa a gran parte de la población que reside en los municipios.

El conocimiento de los tipos de suelo y su actualización en los planes de desarrollo municipal permitirá conocer acerca de la conservación del suelo y del agua, como apoyo en estudios que demanden prácticas agrícolas en pendientes, así como los tipos de suelo, es decir todo aquello que ayude a evitar problemas de degradación y así mismo para instrumentar las prácticas que deben realizarse.



BIBLIOGRAFÍA

1. Aboites-Aguilar, Luis. (1998). El agua de la nación. Una historia política de México (188-1946). México. Centro de investigaciones y estudios superiores de antropología social.
2. Aparicio-Mijares, Francisco Javier. (1992). Fundamentos de Hidrología de Superficie, Editorial Limusa 302 pp., México, DF.
3. Barragán-Barragán, José. (2006). Concurrencia de facultades en materia de medio ambiente, entra la federación y los estados, temas selectos de derecho ambiental, México.
4. Calder, Ian. (2000). Forests and hydrological services: reconciling public and science perceptions. Land Use and Water Resources Research.
5. Carmona-Lara, María del Carmen. (2000). Derechos en relación con el medio ambiente. México.
6. Carmona-Lara, María del Carmen. (2003). Ley General del Equilibrio Ecológico y la Protección al Ambiente. Comentarios y concordancias. México.
7. Cantú-Suarez, Mario, y Garduño, Hector (2004), “Administración de Derechos del Agua: de regularización a eje de la gestión de los recursos hidráulicos”, en El Agua en México: una vista desde la academia, B. Jiménez Cisneros, L.E. Marín, O. Escolero Fuentes, y J. Alcocer (Eds.), Academia Mexicana de Ciencias, México, D.F., México, 403 p.
8. Castillo-Martín Antonio. (2008). Manantiales de Andalucía. Agencia andaluza del Agua, Consejería de Medio Ambiente, Junta de Andalucía, Sevilla, 416 pp.
9. Davis Stanley, y De Wiest (1971). Hidrogeología. Ariel, Barcelona.
10. Díaz-Delgado, Carlos., Esteller-Alberich., María Vicenta., López-Vera Fernando., (2006). Recursos Hídricos, Conceptos Básicos y Estudios de caso en Iberoamérica, 2da. Edición.
11. Diario Oficial de la Federación (2011). Decreto por el que se modifican los diversos por los que se constituyen reservas de aguas nacionales y se establece una veda en la Región Hidrológica número 18 Balsas. México.



12. Fetter, Charles., (2001). Applied Hydrogeology. Ed Prentice-Hall, Inc. N.Y., USA.
13. Gobierno del Estado de México, (1999). Programa de Ordenamiento Ecológico del Territorio del Estado de México. Secretaría de Ecología. México, 430 pp.
14. Gobierno Estado de México, (2000). SE, SEDECO, UAEM. Atlas Ecológico de la Cuenca del río Lerma. Tomo I: Cartografía. México, 414 pp.
15. Gobierno Estado de México, (2006). Ordenamiento Ecológico local del municipio de Villa de Allende. Secretaría del Medio Ambiente.
16. Gobierno Estado de México, (2000). Atlas ecológico de la Cuenca del Río Lerma. Tomo V: Industria. Secretaría de Finanzas y Planeación, IIIGEC. México.
17. Gobierno Estado de México, (2005). Diagnóstico ambiental de la región VII: Valle de Bravo. Secretaria de Ecología. México.
18. Gobierno Estado de México, (2003). Secretaría de Ecología. Los Santuarios del Agua. En: Agua y Desarrollo Sustentable, Año 1 (1): 10-14.
19. Gobierno Estado de México, (2009). Plan Municipal de Desarrollo Municipio de Villa de Allende, 2009-2012.
20. Gobierno Estado de México, (2009). Plan Municipal de Desarrollo Municipio de Donato Guerra, 2009-2012.
21. Gobierno de los Estados Unidos Mexicanos (2001). Programa Nacional Forestal 2001-2006, Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales, Comisión Nacional Forestal, México, 150 páginas.
22. Hernández-Rodríguez., María de Lourdes. (2002), aspectos legales del agua en México, y su impacto en el agua subterránea. Revista y Regiones y Desarrollo Sustentable II, Enero-Junio:105-140.
23. Instituto Nacional de Estadística y Geografía. (2007), censos y conteos de población y vivienda.
24. Lanz-Cárdenas, José Trinidad. (1982). Legislación de aguas en México. T I.
25. Leopold, Aldo. (1949). A sand county almanac and sketches here and there, Nueva York, Oxford University Press.
26. Ley General de Equilibrio Ecológico y la Protección al Ambiente. (2008). Artículo 3, Fracción XXIII, referente al ordenamiento ecológico



27. López-Geta, Juan Antonio., Fornes-Azcoiti, Juan María., Ramos-González, Gerardo., Villarroya-Gil, Fermín., (2001). Las aguas subterráneas un recurso natural del subsuelo. ITGE. Fundación Marcelo Botín.
28. Ministerio del Medio Ambiente (2000). Guía para la elaboración de estudios del medio físico. Contenido y metodología. Secretaria general técnica del Ministerio de Medio Ambiente. España.
29. Michael Soulé and Bruce Wilcox (1980). Foreword, in Conservation Biology
30. Muñiz-Castro, Miguel Ángel. (2002) Captura y retención de agua por el Bosque Mesófilo de Montaña, un servicio ambiental vital. Artículo del curso sobre manejo de recursos forestales. Postgrado en ecología y manejo de recursos naturales. Xalapa, Veracruz, México.
31. Naess-Eide, Arne Dekke. (1998), “El movimiento de ecología profunda: algunos aspectos filosóficos”, en T. Kwiatkowska, y J. Issa, (comps.), 1998, Los caminos de la ética ambiental. Una antología de textos contemporáneos, México, D.F., Conacyt, Universidad Autónoma Metropolitana Iztapalapa, Editorial Plaza y Valdés.
32. Naína Pierri y Guillermo Foladori (2005), *¿Sustentabilidad? Desacuerdos sobre el desarrollo sustentable*, Colección América Latina y el Nuevo Orden Mundial. México: Miguel Ángel Porrua, UAZ, Cámara de Diputados LIX Legislatura.
33. Norse, Elliott. McManus, R.E., (1980). Environmental Quality 1980: The Eleventh Annual Report of the Council on Environmental Quality. Council of Environmental Quality pp.31-80.
34. Norse, Elliott, Ecological Society of America, Wilderness Society (1986). Conserving biological diversity in our national forests. The Wilderness Society, Washington, DC.
35. Organización Mundial de la Salud (OMS), 1979; Public Stand post Water Supplies, a Design Manual Technical Paper Series, no. 14, pp. 16.
36. Oviedo-Salcedo, Diego Martín (2010), Modelo hidrológico del Río Frio. Bolivia



37. Probosque. (2010) (Secretaría de desarrollo Agropecuario), Inventario forestal 2010. 222 pp.
38. Programa de Desarrollo Forestal Sustentable del Estado de México 2005-2025, Probosque 2006.
39. Inventario Forestal (2010), Probosque, Secretaría de Desarrollo Agropecuario.

INTERNET

1. CONAGUA, 2009 Disponible en <http://www.atl.org.mx/aguadf/images/docs/sistemacutzamala.pdf> fecha de acceso ENERO DE 2013.
2. CONAGUA, 2012 Disponible en <http://www.conagua.gob.mx/Contenido.aspx?n1=2&n2=16&n3=2&n4=11> fecha de acceso 12 de Diciembre de 2012.
3. SEMARNAT, 2012. Disponible en <http://www.semarnat.gob.mx/leyesynormas/documents/html/aquaresidual.html> fecha de acceso 14 de diciembre de 2012.
4. Secretaría de Salud, 2012 <http://www.salud.gob.mx/unidades/cdi/nom/127ssa14.html> fecha de acceso 12 de Diciembre de 2012
5. Oviedo, K. A., 2010, Gestión integral de recursos hídricos un paso para el desarrollo humano, disponible en <http://www.fundacionpreciado.org.mx/biencomun/bc154/Oviedo.pdf>
6. Leff, Enrique. 2005 La Geopolítica de la Biodiversidad y el Desarrollo Sustentable: economización del mundo, racionalidad ambiental y reapropiación social de la naturaleza. en: Seminario Internacional REG GEN: Alternativas Globalizada (8 al 13 de Octubre de 2005), Rio de Janeiro, Brasil UNESCO, Organización de las Naciones Unidas para la Educación, la Ciencia y la Cultura, 2005. Disponible en la World Wide Web:



<http://bibliotecavirtual.clacso.org.ar/ar/libros/reggen/pp12.pdf>

7. Universidad Veracruzana, 2013, disponible en <http://www.uv.mx/institutos/forest/hongos/biodiver/subliga1.html>. Fecha de acceso 12/enero/2013.

8. Convenio sobre Diversidad Biológica, 1992 disponible en <http://www.cbd.int/doc/legal/cbd-es.pdf>. Fecha de acceso 12/enero/2013

9. Secretaria de Salud, 2012

<http://www.salud.gob.mx/unidades/cdi/nom/127ssa14.html> fecha de acceso 12 de Diciembre de 2012

10. Instituto Mexicano de Tecnología del Agua, 2013 Disponible en http://www.imta.gob.mx/index.php?Itemid=106&catid=52:enciclopedia-del-agua&id=176:los-manantiales-la-fuente-de-agua-mas-pura-del-planeta&option=com_content&view=article fecha de consulta 12/01/2013

REVISTAS

1. Comisión nacional del agua. Ley de aguas nacionales y su reglamento. 2004
2. Comisión nacional del agua. Compendio básico del agua en México. 2004

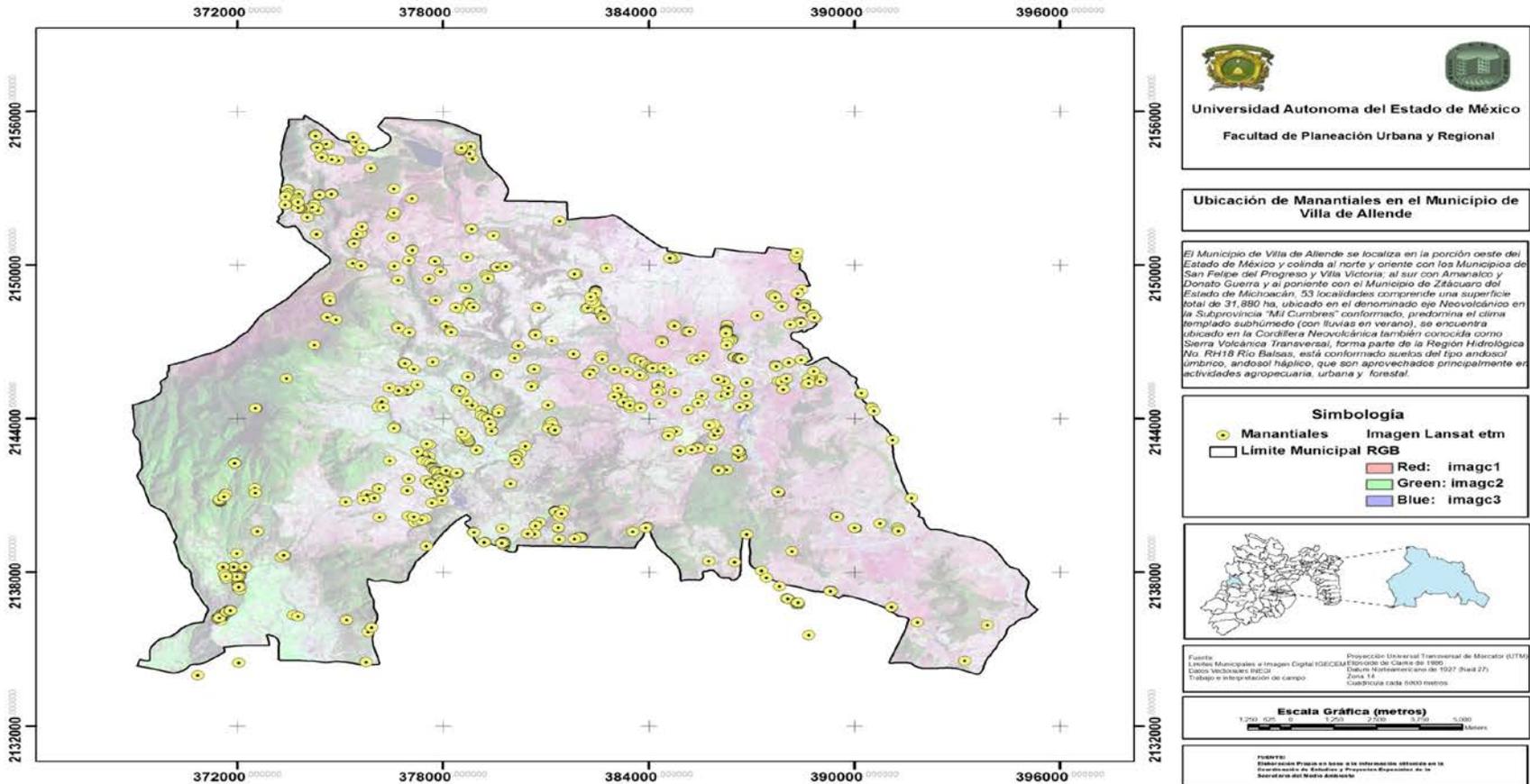


“Localización y Caracterización de Manantiales en los Municipios de Villa de Allende y Donato Guerra en el Estado de México “



ANEXO CARTOGRÁFICO

VILLA DE ALLENDE

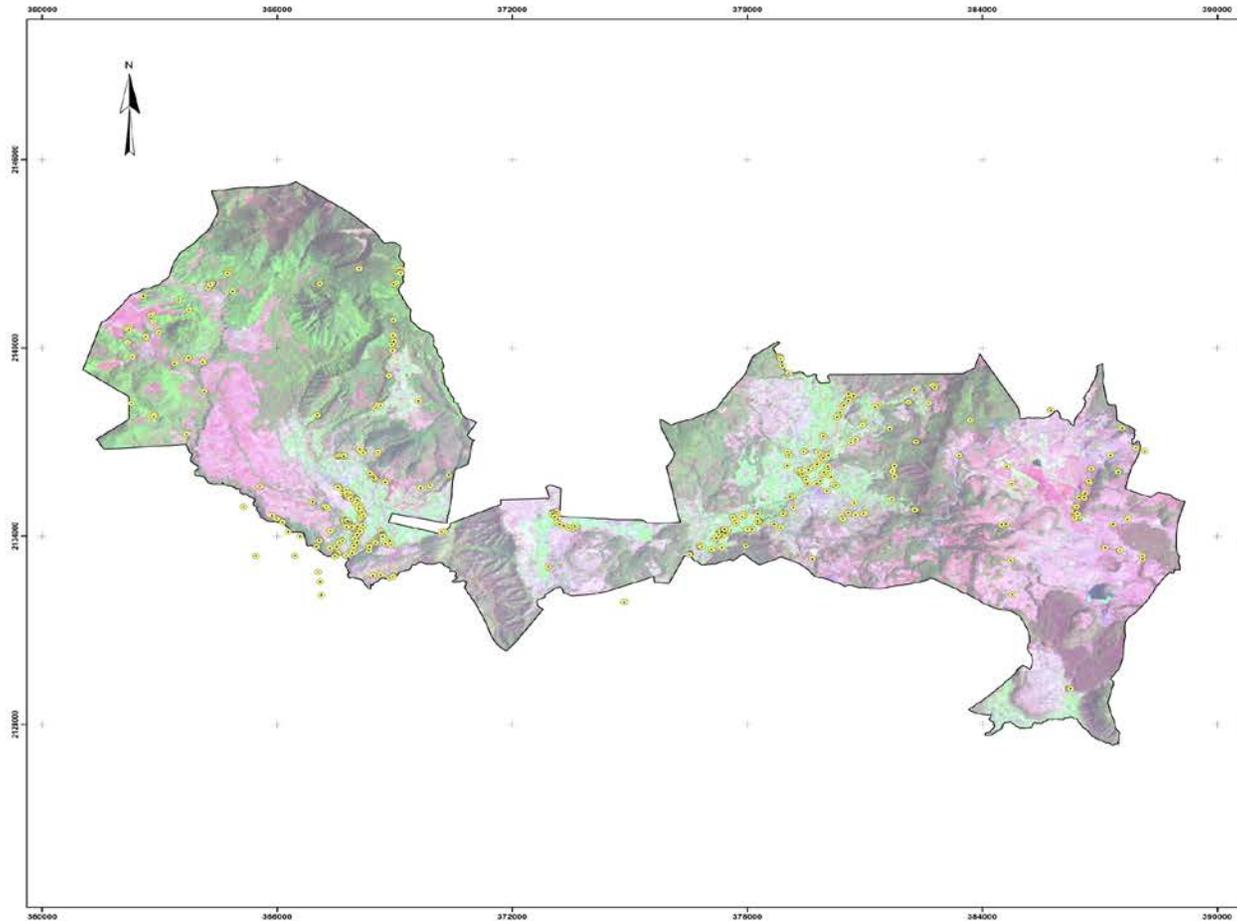




“Localización y Caracterización de Manantiales en los Municipios de Villa de Allende y Donato Guerra en el Estado de México “



DONATO GUERRA



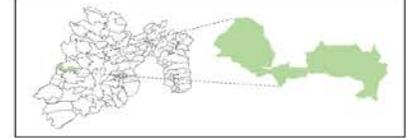

Universidad Autónoma del Estado de México
Facultad de Planeación Urbana y Regional

Ubicación de Manantiales en el Municipio de Donato Guerra

El municipio de Donato Guerra se localiza al oeste del Estado de México, colinda al norte con Villa de Allende, al este con Amanalco de Becerra, al sur con Valle de Bravo e Ixtapan del Oro y al oeste colinda con el Estado de Michoacán. Se ubica en dos provincias fisiográficas las cuales son; el Eje Volcánico y la Sierra Madre del Sur, de igual forma se ubica en la subprovincia de Mil Cumbres y en la Depresión del Balsas. Se encuentran dos unidades climáticas; Templado Subhúmedo C(w) y Semifrio Subhúmedo C(E)(w)(w). Dentro del municipio se localizan los tres tipos de rocas; ígneas, sedimentarias y metamórficas. El municipio se localiza en la región hidrológica 18 (Balsas), en la cuenca del R. Cutzamala y en la Subcuenca del R. Tlilostoc. Principalmente se cuenta con tres tipos de suelo: Andoso, Acrisol y Vertisol.

Simbología

	Manantiales	RGB
	Límite Municipal	Red: image1
	Imagen Lansat	Green: image2
		Blue: image3



Fuente: Límites Municipales e Imagen Digital (IGDEM), Datos Vectoriales INEGI, Trabajo e Interpretación de campo. Proyección Universal Transversa de Mercator (UTM), Datum de Control de 1988, Datum Geográfico de 1927 (Zona 21), Zona 4, Cuadrícula cada 6000 metros.



NOTA: El presente mapa se basa en la información obtenida en la Encuesta de los Cuantiles de los Recursos Hídricos en la Encuesta del Medio Ambiente.

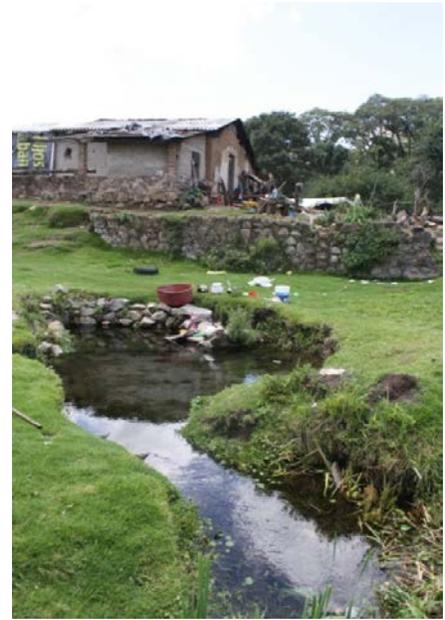


ANEXO FOTOGRÁFICO

VILLA DE ALLENDE



EL OJO DE AGUA EL MOLINO I
Q= 5.9 L.P.S.



LA HUACA V
Q= 41.30 L.P.S.



LA PLANTA I
Q= 2.22 L.P.S.



EL SALTO II
Q= 2.33 L.P.S.

Fotografías tomadas en Villa de Allende, Trabajo de Campo.



DONATO GUERRA



LA CASCADA
Q= 1.64 L.P.S.



LAS CANOAS
Q= 0.16 L.P.S.



EL OJO DE AGUA I
Q= 0.60 L.P.S.



EL CEDRO I
Q= 0.43 L.P.S.

Fotografías tomadas en Donato Guerra, Trabajo de Campo.