



Universidad Autónoma Metropolitana

T
433

Unidad Xochimilco
División de Ciencias Sociales y Humanidades

Maestría en Desarrollo Rural

***Integración de variables sociales y técnicas
para determinar la viabilidad de reutilización
agrícola del agua del río Tlalmanalco***

T E S I S

que para obtener el grado de
Maestro en Desarrollo Rural
Presenta

I. Q. Gerardo García González

Directora de Tesis
Dra. Yolanda Massieu Trigo

**XOCHIMILCO SERVICIOS DE INFORMACION
ARCHIVO HISTORICO**

México, D.F. 2001

07181

Dedicado a:

Sebastián G.C.	Alicia y Alma
Maura y Ana Sofía	Sebastián A.
Verónica Niña	Isabel del Sol
Ollin	Camilo

Pequeños y Pequeñas que todavía no pudieran comprender del todo lo que aquí he escrito, pero que tienen derecho a que haya agua para cuando puedan entenderlo...

Agradecimientos para:***Los y Las Tlalmanalquenses todas***

Don Tomás Moysén, mis comadres Geo, Chabelita y sus hijos Isabel, Jorge y Cristian; Familia Tenorio de San Juan Atzacualoya; Rebeca López, Pedro Moctezuma y Elaine Burns por compartir su tiempo, experiencia y conocimientos conmigo.

Luz María, Adán, Sil y Miguel Angel por apoyarme con los análisis del agua.

Mónica Varela por presentarme a Tlalmanalco

Rafael Calderón A. y Gloria Cañez por revisar mi trabajo y por su voto de confianza en el mismo.

Dra. Yolanda Massieu Trigo, de manera muy especial, por sus atinadas asesorías y por la libertad con la que me permitió trabajar. Y gracias por felicitarme cada vez que tenía avances importantes en la tesis.

Sra. Teresa Nuño y Sr. Arturo Ibarra; Maribel, Tía Cachito y Arturo por su hospitalidad.

Ady, Gaby, Rey, Angel Eduardo y Reynaldo García Borja por el calor de hogar en las noches lejos de casa.

Tere por su sonrisa, el apoyo de pareja y el respeto para mi trabajo en Tlalmanalco.

Indice

1. Introducción y objetivos	1
1.1. Introducción	2
1.2. Objetivo general	5
1.3. Objetivos particulares	6
1.3.1. De carácter social	6
1.3.2. De carácter técnico	6
2. Panorama general del agua y planteamiento del problema: la recuperación del agua del río Tlalmanalco para riego	7
2.1. Panorama sobre la problemática del agua	8
2.1.1. Problemática del agua en el mundo	9
2.1.2. La situación del agua en México	12
2.2. Relación del agua con el ámbito agrícola en México	15
2.2.1. Riego agrícola con aguas residuales	17
2.3. Agentes contaminantes del agua en la zona Tlalmanalco-San Rafael.	18
2.4. Panoramas posibles para el agua del río	21
2.5. Hipótesis	23
2.6. Metodología de trabajo para el desarrollo de la investigación social al respecto del reuso del agua del río Tlalmanalco	24
3. Actores relacionados con el agua del río Tlalmanalco	26
3.1. La tierra agrícola y el río de la Compañía, objetos de cambio	27
3.2. Actores en torno al agua del río	28
3.2.1. Los campesinos	30
3.2.2. El Ayuntamiento de Tlalmanalco	31
3.2.3. Los ejidos y sus comisariados	32
3.2.4. La Papelera San Rafael, las cartoneras y La Martine	33
3.2.5. Programa de Desarrollo UAM-Comunidad (1997-2000)	35
3.2.6. Comités para el manejo del agua	36

3.2.7. Organizaciones locales interesadas	37
3.2.8. Habitantes de los pueblos San Rafael y los ejidos de Tlalmanalco	40
4. Marco regional	41
4.1. Ubicación del Municipio de Tlalmanalco	42
4.2. Algo al respecto de la historia y arraigo de los habitantes de Tlalmanalco. Dialogo socioeconómico histórico desde la razón amorosa del Campesino y la Tierra	43
4.3. La población de Tlalmanalco	52
4.4. Indicadores de salud en el Municipio de Tlalmanalco.	54
4.4.1. Salud y agua contaminada del río	57
4.5. Indicadores Económicos: Población Económicamente Activa y actividades económicas	59
4.5.1. Vías de comunicación	60
4.6. Vivienda	61
4.7. Usos de la Tierra	62
4.7.1. Indicadores agrícolas	63
4.7.2. El estado actual de los ejidos	65
4.7.3. Descripción de los ejidos	66
4.7.4. El agua y los pobladores de los ejidos	68
4.7.5. Realidad cotidiana de la actividad agrícola en el Municipio de Tlalmanalco.	68
4.8. De la vida misteriosa y mágica (rituales y leyendas)	73
4.8.1. En relación con el agua	74
4.8.2. En relación con la Tierra	75
4.8.3. Otro tipo de leyendas relacionadas con las del Agua y la Tierra	75
5. Relaciones entre los pobladores, el capital, el bosque y el Río Tlalmanalco	77
5.1. La industria papelera en el municipio de Tlalmanalco	78
5.1.1. Consecuencias de la industrialización temprana	81
5.2. El municipio de Tlalmanalco y la Globalización	83
5.2.1. Efectos de la Mundialización respecto al recurso agua	87

5.2.2. Acciones para enfrentar los efectos de la globalización en el río Tlalmanalco	91
5.3. El agua en la zona Tlalmanalco-San Rafael	92
5.3.1. Antecedentes históricos respecto a la legalidad de las concesiones del recurso agua	92
5.3.2. Historia del agua en Tlalmanalco.	93
5.4 Perfiles de una lucha por un recurso propio y su manejo	97
5.5. De tácticas de sobrevivencia campesina con la pasta papelera a la denuncia	102
5.6. El agua del río Tlalmanalco y la Ley de Aguas Nacionales	105
5.7. El bosque, la mundialización y el agua en Tlalmanalco	115
5.7.1. Ciclo del agua y bosque	118
5.7.2. La pérdida de superficie boscosa y el Río Tlalmanalco	119
5.7.3. Alternativas para la recuperación y el manejo del bosque en Tlalmanalco	123
5.8. Usos y aspecto visual actuales del agua del río	126
5.8.1. Consecuencias de la desatención del agua del río	128
6. Acciones integradoras de los campesinos, el riego y el agua del río: desarrollo sustentable, biotecnología y sociedad	129
6.1. Desarrollo sustentable y la región de Tlalmanalco	130
6.2. Biotecnología para el agua: una visión positiva	132
6.2.1. Biorremediación y sociedad	135
6.3. Alternativas biotecnológicas para la remediación de aguas contaminadas en Tlalmanalco	138
6.4. El método de trabajo técnico	139
6.4.1. Parámetros de interés	141
6.4.2. Salinidad y Velocidad de Infiltración	142
6.5. Resultados técnicos: su interpretación y su uso	147
6.5.1. Interpretación de los resultados por punto de muestreo	151
6.5.2. Variaciones de caudal en diferentes puntos de muestreo del río Tlalmanalco	161

6.6.	Salud y agua contaminada del río: los Tlalmanalquenses y sus enfermedades	170
6.7.	Los números sociales	173
6.7.1.	Elementos de ingeniería y sociedad respecto al agua del río Tlalmanalco	175
6.7.2.	Análisis de decisiones para determinar el sitio y nivel de reutilización del agua del río Tlalmanalco	176
7.	Conclusiones	183
I.	Relaciones de poder local y el río	184
II.	El río como elemento de sobrevivencia del campesino Tlalmanalquense y desapropiación de los habitantes urbanos de la región	186
III.	La ingeniería y sociedad como eventos secuenciales	189
IV.	Algunas notas respecto al trabajo multidisciplinario Social-Técnico para el Desarrollo Rural	193
V.	Sitio y condiciones para reutilizar el agua del río Tlalmanalco en riego agrícola	195
	Referencias	196
	Anexos	202
<i>Anexo I.</i>	Información censos de población del Estado de México y Municipio de Tlalmanalco	203
<i>Anexo II.</i>	Información censos agrícolas de México, Estado de México y Municipio de Tlalmanalco.	206
<i>Anexo III.</i>	Cálculos para el diseño de un sistema de estanques de Estabilización de aguas residuales	210
<i>Anexo IV.</i>	NOM-001-ECOL-1996	219

Índice de tablas

Tabla 1. Distribución porcentual de los escurrimientos y agua superficial en la República Mexicana	12
Tabla 2. Cuestionario : <i>"El agua del río Tlalmanalco y los habitantes"</i>	25
Tabla 3. Enfermedades atendidas por la Clínica IMSS en San Rafael (1996)	55
Tabla 4. Casos de Helmintiasis en el Municipio de Tlalmanalco	56
Tabla 5. Número de Casos de Infecciones intestinales en Tlalmanalco (1995, 1996 y 1997)	57
Tabla 6. Empresas por rama de actividad en el municipio de Tlalmanalco	60
Tabla 7. Usos del suelo de Tlalmanalco	62
Tabla 8. Respuestas y comentarios de 25 Campesinos Tlalmanalquenses respecto a las actividades agrícolas y sus costos	69
Tabla 9. Cronología del manejo del agua en Tlalmanalco	96
Tabla 10. Cronología del manejo del bosque en Tlalmanalco	116
Tabla 11. Tratado de Libre Comercio. Aranceles y plazos de desagravación de fracciones arancelarias del subsector forestal	117
Tabla 12. Resumen de respuestas sobre el uso del agua del río para riego	126
Tabla 13. Componentes de interés en el riego con agua residual	143
Tabla 14. Concentraciones límite permitidas para contaminantes en el agua de riego	149
Tabla 15. Resultados de los análisis de las muestras tomadas en el sitio "San Rafael"	152
Tabla 16. Resultados de los análisis de las muestras tomadas en el sitio "Entrada Pape"	154
Tabla 17. Resultados de los análisis de las muestras tomadas en el sitio "Salida Pape"	156
Tabla 18. Resultados de los análisis de las muestras tomadas en el sitio "Tomo"	158
Tabla 19. Resultados de los análisis de las muestras tomadas en el sitio "Salida Tlalma"	160

Tabla 20. Variaciones de caudal para diferentes fechas en el sitio de muestreo "Entrada Pape"	163
Tabla 21. Variaciones de caudal para diferentes fechas en el sitio de muestreo "Salida Pape"	165
Tabla 22. Variaciones de caudal para diferentes fechas en el sitio de muestreo "Torno"	167
Tabla 23. Variaciones de caudal para diferentes fechas en el sitio de muestreo "Salida Tlalma"	169
Tabla 24. Porcentaje de personas enfermas entre marzo y octubre de 1999 en Tlalmanalco (n = 20)	172
Tabla 25. Resumen de factores técnicos para determinar la reutilización del agua del río Tlalmanalco en riego agrícola por punto de muestreo	178
Tabla 26. Resumen de factores sociales para determinar la reutilización del agua del río Tlalmanalco en riego agrícola por ejido	178
Tabla 27. Formas de relacionarse de diferentes grupos sociales con el agua del río Tlalmanalco	187
Tabla I.1. Información de los censos de población (1980 y 1990)	204
Tabla I.2. Información de los censos de población (1995 y 2000)	205
Tabla II.1. Producción Agrícola de la República Mexicana (1980 y 1990)	207
Tabla II.2. Producción Agrícola de la República Mexicana (1995 y 1999)	207
Tabla II.3. Producción Agrícola del Estado de México (1980 y 1990)	208
Tabla II.4. Producción Agrícola del Estado de México (1995 y 1999)	208
Tabla II.5. Producción Agrícola de Tlalmanalco (1990)	208
Tabla II.6. Régimen de tenencia y aptitud del suelo (1980 y 1990)	209
Tabla III.1. Valores de λ_v en función de la temperatura	212
Tabla III.2. Profundidades y tiempos de retención típicos para los diferentes depósitos del sistema de estanques de estabilización	214
Tabla IV.1. Frecuencia de muestreo	223
Tabla IV.2. Límites máximos permisibles para contaminantes básicos	227
Tabla IV.3. Límites máximos permisibles para metales pesados y cianuros	228
Tabla IV.4. Descargas municipales. Cumplimiento y rango de población	229
Tabla IV.5. Descargas municipales. Cumplimiento y carga de DBO ₅ y SST	229
Tabla IV.6. Descargas municipales. Fecha límite para programas de acciones	229

Tabla IV.7. Carga contaminante de las descargas no municipales	230
Tabla IV.8. Frecuencia de muestreo, análisis y reporte. Rango de población	230
Tabla IV.9. Frecuencia de muestreo, análisis y reporte. DBO ₅ y SST	230

Índice de figuras

Figura 1. Diagrama de relación de actores alrededor del agua del río Tlalmanalco	29
Figura 2. Organigrama de los Comités del agua	36
Figura 3. [La Volcana Iztaccihuatl]	52
Figura 4. Actores del movimiento por el manejo del recurso agua proveniente de los escurrimientos de la Volcana	98
Figura 5. Esquema de clasificación de aguas de la USDA	145
Figura 6. Tabla modelo para el análisis de decisiones	176
Figura 7. Diagrama Ingeniería y Sociedad	190
Figura III.1. Sistema de estanques de estabilización	211
Figura III.2. Depósito con nata y lodo	214
Figura III.3. Diagrama de flujo de un sistema típico de estanques de estabilización	215
Figura III.4. Secciones de un sistema de estanques de estabilización de aguas residuales	216
Figura III.5. Planchas de Concreto	217
Figura III.6. Protectores de nata	217
Figura III.7. Relación ancho-largo	217
Figura III.8. Entrada de agua al estanque	218

1. Introducción y Objetivos

La Tierra Agrícola

Sed, hay sed en venta,
el temporal ya no alcanza
la monocosecha anual
ya no compra dinero
la mandíbula de la urbe
siembra asentamientos,
cosecha mi muerte.

Soy Madre-Sed
Soy Tierra-Campesino
surco que pare alimentos
estoy siendo abandonada
de maíz, de trigo, de haba
sobreviviente autoconsumo
falta de alternativa y mercado

1. Introducción y objetivos

1.1. Introducción

El municipio de Tlalmanalco forma parte de la “Región de los Volcanes” o “Sierra Nevada” que se extiende desde Chalco, Estado de México hasta Cuautla, Morelos. Es una región, rica en recursos naturales, y bien definida por sus características históricas, culturales, ecológicas y sociales que representa la franja entre el corredor de bosques de los Volcanes y la expansión de la mancha urbana.

En 1997, ante la preocupación de detener la presión del crecimiento desmedido de la Ciudad de México, profesores investigadores de las tres unidades de la Universidad Autónoma Metropolitana en coordinación con las autoridades del Municipio Perredista de Tlalmanalco, generaron e impulsaron en la región el Plan de Desarrollo Municipal Tlalmanalco 1997-2000 (PDM), de carácter participativo y sustentable, cuyos objetivos principales son:¹

1. Promover la activación económica con base en el uso diversificado y sustentable de los recursos de la región
2. Generar empresas comunitarias eficientes, asegurando empleos dignos y el respeto para el bien común
3. Priorizar los circuitos locales y regionales de producción, crédito y consumo
4. Impulsar la recuperación y difusión de la identidad local y su patrimonio cultural
5. Lograr un proceso de urbanización controlada por la comunidad y sus autoridades
6. Estimular la corresponsabilidad y participación comunitaria en los sistemas de educación, cultura, salud, reciclaje, agua y gobierno
7. Incorporar procesos de investigación, autodiagnóstico y tecnologías de punta apropiadas

¹ Plan de Desarrollo Municipal Tlalmanalco 1997-2000. H. Ayuntamiento de Tlalmanalco y Universidad Autónoma Metropolitana, Sección 1 p 5

8. Coordinar regionalmente un cinturón verde para frenar un modelo de urbanización que esta llegando a sus límites de sustentabilidad

A pesar de que se esperaba una mayor colaboración del gobierno municipal en la promoción y puesta en marcha del PDM, es hasta enero de 1998 que con el rescate del centro histórico de Tlalmanalco, el Ayuntamiento realiza la primera acción acorde a los principios de dicho plan. Sin embargo, durante este proceso de distanciamiento del Municipio respecto al impulso de un proyecto comunitario, la UAM continuo promocionando los principios del PDM en aras de promover el desarrollo de la región que contemple el ordenamiento territorial para delimitar un crecimiento desmedido respecto al medio ambiente. Además se considera resolver problemas de manejo de basura y agua; así como proyectos en torno a la salud, la seguridad, la educación, el empleo y el desarrollo forestal y agrícola, con base en la promoción de la participación de la población.

Bien han valido la pena las actividades de la Universidad porque poco a poco con sus acciones han logrado interesar a varios de los habitantes en el trabajo de ellos por su región, surgiendo así grupos integrados y actividades que han sido iniciación al desarrollo municipal con una visión autogestiva, como por ejemplo La Comisión de Bosques o el Grupo de Mujeres Ixchel de los Volcanes y de manera regional el "Programa de Manejo de Recursos Naturales de la Sierra Nevada 1999-2001", que vienen a ser el apoyo de proyectos de la población local. Estos grupos están formados por investigadores y estudiantes de la UAM; por asesores y voluntarios externos (como el autor de esta investigación) y por representantes de la diversidad regional, como ejidatarios, campesinos, amas de casa, habitantes de la zona urbana, entre otros y aunque son la última categoría la que predomina, las actividades se orientan a lograr que la participación de los diversos grupos que conforman la región, sea equilibrada y, sobre todo, sirvan para promover el desarrollo sustentable en esta.

Dentro de las acciones que se derivan de las actividades planteadas, se contempla el diagnóstico y la creación de planes para el manejo del agua potable, alcantarillado, saneamiento y usos agrícolas y turísticos del agua de la región. Para ello se ha logrado captar la participación de miembros de la comunidad involucrados en la construcción del sistema actual de canalización del agua potable - que históricamente obtuvieron el manejo

del recurso enfrentándose a la Papelera San Rafael quien controlaba su administración - y de algunos campesinos con el fin de generar propuestas para un plan integral de uso que satisfaga las necesidades domésticas y productivas de los residentes del municipio.

Respecto al uso del agua de la región para satisfacer las necesidades productivas de los residentes, se contempla el uso en riego agrícola del agua del río de la Compañía o río Tlalmanalco para beneficio de los campesinos de la zona ejidal Tlalmanalco-San Rafael, en cuanto a que el empleo del riego les da la posibilidad de asegurar su cosecha en los periodos de sequía; de preparar el terreno para iniciar la siembra y de desarrollar la capacidad para decidir si hacen dos cosechas al año, si las circunstancias del mercado son propicias para tener un excedente rentable. También esto contribuiría a la permanencia de su estatus como campesinos, y a su arraigo territorial, al tener tierras de cultivo lo suficientemente rentables como para cubrir sus necesidades de autoconsumo o de venta local.

La problemática al respecto es que el recurso se reconoce contaminado, aunque se ignora hasta qué grado, ya que por un lado fábricas regionales de cartón y la población envían ahí sus desechos y por otro, históricamente es sabido que la compañía papelerera vertía sus residuos en el cauce del río generando un "agua mala que quemaba las plantas". Por ello, los campesinos no confían del todo en esa agua para regar cotidianamente sus terrenos, aunque en algunas ocasiones lo hayan hecho. Todo esto hace necesario determinar la calidad del agua del Río de la Compañía y todas las relaciones sociales, económicas y de poder que alrededor de la apropiación de este recurso se han manifestado, lo cual se pretende desarrollar a lo largo de este trabajo-proyecto en el periodo que va del año 1998 al 2000, coincidiendo con los tiempos del PDM y del "Programa de Manejo de Recursos Naturales de la Sierra Nevada 1999-2001".

El trabajo busca, además, interrelacionar los aspectos social y técnico para lograr con ello un diagnóstico integral respecto al desarrollo del planteamiento que se ha hecho del uso del agua del río y para ser acorde con el principio de sustentabilidad manifestado en el PDM, que aunque no sea tomado muy en cuenta por el Ayuntamiento, la UAM y los grupos de trabajo en Tlalmanalco lo retoman como elemento importante en la construcción de sus proyectos.

El aspecto técnico se encarga de determinar si la calidad físicoquímica del agua del río es la adecuada para el riego de los terrenos de cultivo, y para eso se llevó a cabo un estudio de muestreo, aforo y caracterización del agua en diferentes puntos del río - desde el lugar conocido como Dos Aguas hasta el ejido de San Lorenzo - con el fin de determinar la concentración y el tipo de contaminantes que contiene y sus variaciones a lo largo de un año. Además de determinar el estado de contaminación del río, los resultados de este estudio proporcionan la información para decidir si el agua puede emplearse tal cual viene o si es necesario darle algún tratamiento previo antes de usarla en el riego.

Finalmente, en lo que se refiere al aspecto social, es menester conocer los movimientos sociales y cambios generados por la apropiación del recurso agua y el proceso de industrialización y de inserción a la globalización del municipio de Tlalmanalco. Para ello se investigaron las interacciones que se dan entre los campesinos y el mercado de lo que siembran (maíz principalmente), cómo es su organización ejidal, su relación con las autoridades locales y grupos de poder; cual es la visión de la actividad que desempeñan; así como el nivel de participación de los jóvenes, niños y niñas, y cómo están relacionados todos estos aspectos con la visión de apropiación del río por parte de cada uno de los actores de la comunidad (autoridades, habitantes de la zona urbana, campesinos, integrantes de la papelera, etc).

1.2. Objetivo general

Realizar un diagnóstico de la visión e interacción que los pobladores de la región Tlalmanalco-San Rafael tienen respecto al río Tlalmanalco, su creciente contaminación, su manejo y los usos del agua de su cauce para riego y servicios, así como la relación entre los actores interesados en el agua del río (papelera San Rafael, representantes del Ayuntamiento, Comités de Manejo del Agua, pobladores de los pueblos San Rafael y Tlalmanalco), para que, junto con la determinación de la calidad del agua del río, se prospecten las actividades y tecnología adecuadas para la reutilización en riego intenso para beneficio de la población de la región.

1.3. Objetivos particulares

1.3.1. De carácter social

- A través del conocimiento del mercado local y nacional, determinar la influencia de la agricultura en la región y su contribución al capital.
- Conocer las actividades y costumbres relacionadas a la agricultura local y los ciclos que se manejan.
- Determinar la visión que los pobladores tienen del río y el sentido de apropiación de los diversos actores interesados en el recurso agua.
- Establecer las características de Tlalmanalco como una región urbano-rural de industrialización temprana y sus efectos sobre el agua del río Tlalmanalco y el bosque.

1.3.2. De carácter técnico

- Determinar la calidad del agua del río de la Compañía en diferentes puntos del mismo y su grado de utilidad.
- Proponer algún proceso, equipo y/o plan de trabajo para la reutilización del agua y su tratamiento, si esto fuera necesario.
- En función del caudal de agua del río y su calidad especificar la o las actividades agrícolas a las que es más conveniente canalizarla, según el tipo de proyecto, superficie y beneficios.
- Especificar, desde el punto de vista socio-ambiental, el mejor sitio, condiciones y tratamiento de aguas para reutilizar el agua del río Tlalmanalco en riego agrícola.

2. Panorama general del agua y planteamiento del problema: la recuperación del agua del río Tlamanalco para riego

El Río Tlamanalco

Soy sangre de la Volcana
pura que salta Trancas,
que corre en vena abierta
hecha por San Rafael papelero
o por el viento de mis años.
Hidratante de hombres y procesos,
para la Tierra, caricia de besos.

Pero la celulosa y la digestión
de los hombres me han herido
leucémica agua cauce mío,
la gente no quiere saber de mi
después del pueblo papel
pero sí la Tierra, compañera fiel
tal vez puedas disminuir tu sed.

2. Panorama general del agua y planteamiento del problema: la recuperación del agua del río Tlalmanalco para riego

Los asentamientos humanos en general tienden a ubicarse en sitios donde el acceso a fuentes de agua sea sencillo o donde esté asegurado. El empleo de agua proveniente de ríos y arroyos en actividades domésticas y agrícolas ha sido frecuente en comunidades en las cuales es muy fácil tener acceso a esas corrientes, ya sea porque se encuentran dentro o muy cerca de las comunidades. En Tlalmanalco la fuente que asegura el abasto del agua son las corrientes de agua provenientes de los escurrimientos de la capa de nieve de la Volcana Iztaccíhuatl².

Las dificultades que limitan el acceso al agua son punto de partida para luchas sociales entre quienes la quieren acaparar o quienes de manera inconsciente la contaminan y los habitantes de la población afectada, como en el caso de Tlalmanalco. Las condiciones y forma de abasto no siempre son las adecuadas, a veces por desconocer o no tener manera de acceder a los conocimientos y materiales técnicos más adecuados para su distribución, otras porque el agua es manipulada por intereses particulares o como instrumento político. Se debe considerar también el factor de la contaminación de las fuentes de abasto de agua, aspecto que supera la complejidad de los otros que son parte de las causas que la originan, a las cuales se debe agregar que por mucho tiempo se ha empleado a las corrientes de agua como vía para "eliminar" los residuos de las industrias y los desechos que generan los asentamientos humanos. Las aguas contaminadas son el resultado de la acumulación de los residuos que en ella se han vertido y de la disminución en la capacidad que tienen los cuerpos de agua para asimilarlas y degradarlas de forma natural.

2.1. Panorama sobre la problemática del agua

Aproximadamente el 90% del agua de la tierra se encuentra combinada en la litosfera³, por lo que no es utilizable para los seres vivos. La parte de agua disponible representa

² La figura del volcán Iztaccíhuatl semeja a una mujer acostada e Iztaccíhuatl se traduce como 'Mujer Blanca'. Cuenta una leyenda azteca que Iztaccíhuatl fue una princesa que cayó en un sueño eterno cuando su padre separó de ella a su amado, un soldado que por serlo no podía aspirar al amor de su hija. Por todo esto, los habitantes de Tlalmanalco dicen que el volcán es mujer y por eso le nombran 'La Volcana'.

³ Cañas Pérez, Regla y del Puerto Quintana, Conrado. El agua como factor de riesgo biológico para la salud, en "Riesgos biológicos ambientales" editado por el Instituto Nacional de Higiene, Epidemiología y Microbiología de Cuba, 1996, p. 37.

1450 millones de kilómetros cúbicos⁴, de los que el 97.6% se encuentran en los océanos, el 0.01% en los lagos de agua salada y el 1.9% en los casquetes polares y glaciares, con lo que el agua dulce disponible para la vida y las actividades del hombre representa el 0.49% del total, del cual el 0.47% corresponde a las aguas subterráneas y el 0.02% a las aguas superficiales⁵.

La expansión de la población, el imparable crecimiento de la tecnología industrial y la urbanización han provocado que la gente use 35 veces tanta agua como la que usaba hace tres siglos. Un estudio reciente determinó que aproximadamente el 50% de toda el agua accesible, se canaliza actualmente al uso del ser humano y a pesar de ello más de mil millones de personas no tienen acceso a agua limpia para beber. La razón es que muchos gobiernos de países en desarrollo y agencias internacionales de asistencia, no han proporcionado sistemas de agua potable y servicios sanitarios en el ámbito comunitario.

Los procesos industriales no solamente son consumidores de grandes cantidades de agua para sus procesos, también son grandes "ensuciadores" de ella. Durante el proceso en la que es empleada se mezcla con sólidos que tienen que ser removidos; con compuestos químicos forma diluciones o se convierte en la receptora de productos que se emplean para limpieza, daños que se suman a los que producen los vertidos de desechos industriales en los ríos, lagos y mares. Esto disminuye la cantidad real de agua para consumo humano y genera contaminación y daños al medio ambiente, efectos que se acentúan en los países en vías de desarrollo en donde la tecnología para la recuperación de los cuerpos de agua y para el tratamiento de aguas residuales no son prioritarios.

2.1.1. Problemática del agua en el mundo

Actualmente el hombre acumula, almacena y transfiere el agua; la contamina, la consume, la da al ganado, la usa para regar campos de cultivo y la desecha a través de fábricas, plantas de energía y excusados. De esta forma, los seres humanos han alterado el ciclo del agua y han modificado significativamente el funcionamiento de los ecosistemas

⁴ López Moreno Sergio, *et al* La contaminación y sus efectos en la salud y el ambiente, Centro de Ecología y Desarrollo, 1995 p 127

⁵ Cañas Pérez, Regla y del Puerto Quintana, Conrado. *op cit*

de agua dulce, con la consiguiente pérdida de la diversidad y vitalidad biológica. A pesar de todo esto, solamente una porción pequeña de lo que se consume, se retira de las fuentes naturales, la mayor parte regresa al ciclo del agua para ser usada de nuevo.

Debido a esto algunos expertos piensan que todavía existe suficiente agua para cubrir por algún tiempo las necesidades de bebida, preparación de comida y sanitarias de la población del mundo en aumento, sin embargo, el problema de distribución impediría que ésta llegara a todos.

Durante los primeros 8 años del Decenio Internacional del Agua Potable y del saneamiento ambiental (1981-1990), aproximadamente 535 millones de personas obtuvieron acceso al suministro de agua limpia y otros 325 millones accedieron a sistemas adecuados de saneamiento.⁶ Sin embargo, los objetivos del decenio de que para 1990 todos y todas tuvieran acceso al agua libre de riesgos y al saneamiento adecuado, no se alcanzaron debido al crecimiento de la población, la situación económica mundial desfavorable, los intereses del sector empresarial por el uso del agua para sus procesos y la carga de la deuda externa de los países en desarrollo que han frenado la inversión en infraestructura.

La escasez del agua, la competencia por tener el acceso a ella, la postura neoliberal de productividad de las empresas de darle preferencia a los procesos en el uso del agua, antes que cubrir las necesidades de los seres humanos en zonas marginales y las diferencias en precipitaciones han generado tensiones en las poblaciones, como por ejemplo la serie de protestas de la población de Bolivia en mayo del 2000 a raíz de que la empresa particular Tunari, de capital inglés y español, a la que el gobierno de ese país le concesionó la operación del agua potable, pretendió aumentar un 20% la tarifas a los consumidores⁷.

De esta forma, ha surgido una competencia entre las poblaciones urbanas en expansión y los intereses agrícolas, como en Tlalmanalco. La cantidad de agua usada para irrigación ha decrecido alrededor del mundo a medida que las grandes ciudades han absorbido más para su propio uso. Algunos expertos creen que en algún momento muchas de la áreas

⁶ UNICEF, PNUMA, *Estado del Medio Ambiente, 1990*

⁷ Miguel, Pedro. *El agua y los gorilas*, diario La Jornada, p. 44 (México, D.F. 9 de mayo del 2000)

secas no podrán satisfacer al mismo tiempo las necesidades agrícolas y las de las ciudades. Si estas regiones han de satisfacer sus necesidades diarias de agua, pudieran tener que importar permanentemente todos o la mayor parte de sus alimentos. Esto plantea que la escasez del agua hará que algunos países sean dependientes alimentariamente de otros,⁸ lo que además le proporciona un tinte político y de empoderamiento al manejo, distribución y posesión del recurso.

Las enfermedades relacionadas con la contaminación del agua para beber (enfermedades diarreicas agudas, cólera, fiebre tifoidea, amebiasis, giardiasis, por ejemplo) se cuentan entre las tres causas principales de enfermedad y muerte en el mundo. En varios países de América Latina y el Caribe, las enfermedades diarreicas agudas figuran entre las 10 causas principales de defunción y son responsables de miles de muertes por año, sin incluir las ocasionadas por fiebre tifoidea, la hepatitis y otras similares.

En 1977, la Organización Mundial de la Salud y el Programa de las Naciones Unidas para el Medio Ambiente (PNUMA), con la Organización de las Naciones Unidas para la Educación, la Ciencia y la Cultura (UNESCO), emprendieron un programa de vigilancia del agua para recopilar información detallada sobre la calidad del agua freática y superficial del mundo, que para 1990 contaba con 344 estaciones de monitoreo⁹.

La calidad del agua es evaluada no sólo en términos de si es o no apropiada para el consumo humano, sino también en relación con su consumo agrícola, industrial y comercial, y su capacidad de albergar vida subacuática. Entre las variables que se monitorean se encuentran los organismos microbiológicos, partículas sólidas en suspensión, nutrientes, salinidad, microcontaminadores orgánicos e inorgánicos, acidez y nitratos. La evaluación de los resultados se realizó en el año de 1988. A partir de estos se determinó que los principales agentes contaminadores del agua que afectan la salud humana son: aguas residuales, nutrientes, metales tóxicos y elementos químicos empleados en la industria y en la agricultura.

Los resultados muestran, también, que los vertidos municipales al agua, como los que se hacen al río Tlalmanalco, y los residuos de las zonas agrícolas fertilizadas químicamente,

⁸ Stevens, William K. *Sed en el Mundo*, extraído del New York Times, citado en Punto, págs 14-15 (México 4 de enero de 1999)

⁹ Sistema Mundial de Vigilancia del Medio Ambiente (GEMS), PNUMA, 1990 <http://www.ccrw.ca/gems/intro.html>

son una de las principales fuentes de contaminación puesto que reducen la potabilidad del agua de los ríos donde son vertidos los residuos que no son aprovechados y también muestran la existencia de altos niveles de concentración de mercurio, plomo y cadmio en los ríos cercanos a zonas industriales o mineras de los países en desarrollo, aunque el tratamiento adecuado de esas aguas las puede hacer aptas para su consumo.

2.1.2. La situación del agua en México

Uno de los factores clave en la distribución, abasto y acceso del agua en México son sus enormes diferencias climáticas, baste recordar que dos terceras partes del territorio nacional son áridos en donde apenas existe un 7 % del agua disponible a nivel nacional. "Pocos países disponen de tantas cuencas hidrológicas como México: más de 300, con un escurrimiento anual superior a los 400 mil millones de metros cúbicos de agua. Pero la distribución y utilización de esta incalculable riqueza no es uniforme ni adecuada".¹⁰

La distribución de los escurrimientos que de manera natural se presenta en el país se muestra en la tabla 1.

Tabla 1. Distribución porcentual de los escurrimientos y agua superficial en la República Mexicana

Región	Porcentaje de Escurrimiento	Porcentaje agua superficial	Observaciones
Norte	20	7	Infiuye en una tercera parte de su territorio
Centro	(centro y norte)	22	Esta es la región más densamente poblada del país
Sureste	67	67	Esta región es la quinta parte del territorio nacional

Fuente: Tabla elaborada con información obtenida del artículo "La crisis del agua en México"¹¹, del Programa de Irrigación y Drenaje 1990-1994 de la Comisión Nacional del Agua y del la ponencia "Infraestructura hidroagrícola en el desarrollo agropecuario" de Guillermo Guerreño Villalobos.

En la región central, Distrito Federal y zona metropolitana, se suministra un caudal medio de 34.6 m³/seg (metros cúbicos por segundo); de este el 78% se extrae de pozos profundos¹². Dado que las fuentes locales no cubren totalmente el abasto de agua, es

¹⁰ La crisis del agua en México, La Jornada Ecológica (México, D.F., 28 de junio de 1995)

¹¹ *idem*.

¹² Crellí, Claudia. Abasto de agua a las ciudades: la perspectiva de las zonas abastecedoras en "Apropiación y usos del agua, nuevas líneas de investigación". Compiladores Melville, Roberto y Peña, Francisco, Universidad Autónoma de Chapingo, 1996, p. 67

necesario recurrir a otras cuencas para satisfacer los requerimientos de sus habitantes, generando descompensaciones de abasto y daños al ecosistema en las zonas de donde se extrae, haciendo que el costo de este recurso se eleve cada vez más. Aunado a esto, el 66% del territorio son zonas desérticas o semiáridas (región norte) y el resto es de clima húmedo y subhúmedo, lo cual indica que en la mayor parte del país se tienen problemas para disponer de agua y en donde se tiene en exceso, no se hace un manejo y protección adecuados del recurso.

Otro de los factores que debe considerarse como causa de la escasez del agua es la tala indiscriminada y el desmonte cada vez mayor de los bosques en México, ya que en las tierras y montes que quedan descubiertos, el agua se escurre sin nada que la detenga yendo a dar a ríos y cuencas donde se "escapa", dejando regiones sin escurrimientos subterráneos y corrientes de agua locales con las que puedan cubrir sus necesidades, lo cual contribuye a la aparición de tierras áridas y erosionadas que no sirven para la agricultura.

En México, las zonas de mayor concentración de población y actividades industriales no disponen de suficientes fuentes de abasto, registrándose una excesiva sobreexplotación de los acuíferos y la creciente contaminación del recurso (por ejemplo el río Coatzacoalcos). Al respecto de la situación del agua en zonas densamente pobladas, Guillermo Villalobos, director de la Comisión Nacional del Agua, dijo en marzo del 2000, durante la instalación del Consejo Consultivo del Agua, que "en las regiones donde se concentra 55% de la población se dispone tan sólo del 10% de los escurrimientos superficiales y los acuíferos están sobreexplotados"¹³. Por lo que se refiere a la industria, entre los diversos giros sobresalen como los que más contaminan el agua, la industria química y petrolera; la de bebidas alcohólicas; *la de papel y celulosa*; la azucarera y la de alimentos; *la textil* y la de productos lácteos; la de curtiduría y de pesca; la siderúrgica y la eléctrica.

"Por otro lado, se calcula que el 26% de la población no dispone todavía de agua potable y el 48% de servicios de alcantarillado. Las carencias más apreciables se registran en las *áreas rurales*, donde alrededor del 45% de sus habitantes no cuentan con agua potable y

¹³ "Urge una nueva cultura del agua: Zedillo". Diario La Jornada, sección de política, p. 11 (México, D.F.: 18 de marzo, 2000)

el 84% con servicio de alcantarillado¹⁴, sin embargo, es en estas áreas donde menos dinero cuesta el agua, pues la gente siempre la ha podido tomar directamente de la fuente donde se encuentra, sea manantial, pozo, río o laguna. Lo que cuesta el agua en estas zonas es el esfuerzo físico de cada uno de los individuos que la transportan, que por lo general son las mujeres. Entre más trabajo cueste extraer el agua, más instalaciones se harán para distribuirla y para conducir la que ya se haya usado, y mayor será el costo que tenga no en sí el agua, sino el servicio de distribución y la conducción de las residuales.

Desde 1983 se inició la medición sistemática de los niveles de agua en el acuífero del Valle de México: en los mapas se observa que los niveles de agua, que al inicio del siglo se encontraban someros, han descendido hasta alcanzar profundidades medias de 40 metros en el centro del Valle y de más de 100 en los bordes de las sierras montañosas. Otros datos de descensos promedio anuales de 1988 a 1991 indican que en Tláhuac-Xochimilco es de 1.2 metros y de 0.9 metros en la Ciudad de México, Chalco y Texcoco¹⁵.

En lo que respecta a la degradación de la calidad de las aguas superficiales y subterráneas, se sabe que "once de las 34 cuencas hidrológicas del país están contaminadas fuertemente por descargas de aguas residuales, fundamentalmente, urbanas e industriales. Se estima que el 91% de la carga contaminante se genera en 31 cuencas. Sin embargo en la cuencas del Lerma, Pánuco, San Juan y Balsas, se reciben aproximadamente la mitad de las aguas residuales de todo el país"¹⁶.

Dentro del marco jurídico, la planeación del manejo del agua ha seguido una evolución ligada a la transformación de las prioridades del desarrollo nacional, pasando de una orientación hacia el desarrollo agrícola y abastecimiento a zonas urbanas y rurales, a un enfoque que además contempla la preservación del recurso. A este respecto, la promulgación de la Ley de Aguas Nacionales (LAN), en 1992, propone un esquema descentralizado e integral para el manejo del agua, que define una orientación integral de la apropiación-administración del recurso regulada por la Comisión Nacional del Agua

¹⁴ La crisis del agua en México. *Op.cit.*

¹⁵ Estolier, María V y Díaz, Carlos. *Deterioro en calidad y cantidad*, La Jornada Ecológica, suplemento mensual del diario La Jornada, No. 71 (México, D.F.: 28 de septiembre, 1996)

¹⁶ *Idem.*

(CNA),¹⁷ órgano creado en 1989, desconcentrado de la Secretaría de Agricultura y Recursos Hidráulicos (SARH), con la finalidad de dar unidad a todos los usos del agua.¹⁸

La LAN se enfoca específicamente a la planeación hidráulica en la fracción segunda del artículo 9º y en el título tercero, artículo 15, así como en su reglamento, en los artículos 22 al 27. El título tercero de la Ley establece de manera concisa los elementos con que debe contar la planeación: conocimiento de la disponibilidad, la infraestructura, la demanda y el balance correspondiente. Así mismo, sugiere las herramientas o mecanismos (concertación, consulta y participación) y los productos (catálogo de estrategias, políticas y proyectos) que debe generar el proceso de planeación.¹⁹

En la LAN se contempla el principio de desarrollo sustentable como objetivo central del aprovechamiento del agua, y se reiteran las políticas de descentralización, búsqueda de eficiencia, diversificación del financiamiento, preservación ecológica y del recurso, así como la participación social con compromiso.

Con el fin de establecer un sistema de gestión integral del agua por cuenca hidrológica, en la década 1990-1999, la CNA ha impulsado un profundo cambio institucional, el cual busca consolidar los procesos de descentralización del sector: la transferencia de distritos de riego y la paramunicipalización del agua potable entre otros, lo cual implica la coordinación entre estados y municipios distintos más la creación de nuevas reglas en su manejo, por no corresponder las cuencas con las fronteras políticas. Además plantea la necesidad de integrar los llamados Consejos de Cuenca como espacios para la representación de intereses y para consensar la política del agua²⁰.

2.2. Relación del agua con el ámbito agrícola en México

En México existe un considerable desperdicio de agua debido a sistemas de riego agrícola obsoletos que permiten grandes pérdidas del líquido por evaporación, ya que se

¹⁷ Sandoval M., Ricardo, Serra M., Montserrat. El sistema estatal de planeación hidráulica. AquaForum, p.10, No. 13, año 3 (septiembre-octubre 1998)

¹⁸ Vargas Velázquez, S y Sánchez I., Marco. Las grandes tendencias históricas de la agricultura de riego en "Apropiación y usos del agua, nuevas líneas de investigación". Compiladores. Melville, Roberto y Peña, Francisco, Universidad Autónoma de Chapingo, 1996, p. 41

¹⁹ Ley de Aguas Nacionales. Ediciones Delma, 2ª edición, septiembre de 1998

²⁰ Artículo 13 de la Ley de Aguas Nacionales y artículo 15 de su reglamento

hacen de manera extensiva y no intensiva (por ejemplo por goteo) y por los ineficientes sistemas de conducción en los cuales se llega a perder hasta un 20% por fugas. En Sonora²¹, en donde el 97% del agua se dedica al sector agrícola, la eficiencia media de conducción²² es del 70% aproximadamente, lo cual es una pérdida considerable, sobre todo porque una parte importante del agua de riego descarga al mar sin haberse usado.

Algunas de las regiones dedicadas a la agricultura intensiva más importantes en México se ubican en lugares con escasos recursos hídricos, como es el caso de Baja California Norte, región desértica y semidesértica de escasas lluvias. De toda la superficie de la entidad, poco más del 97% son tierras que podrían ser cultivables si se tuviera tecnología y... agua²³.

Respecto a la contaminación, en el sector agropecuario ésta tiene su origen en los plaguicidas (dieldrin, endrin, DDT, heptacloroepóxido, entre otros ya prohibidos en estados unidos) y fertilizantes empleados en los cultivos. Por ejemplo, una de las zonas cuyos abastos de agua presentan mayor contaminación en el Distrito Federal corresponde a la delegación de Milpa Alta debido a las actividades de fumigación, y en el sur de Sonora, se observa un crecimiento excesivo del manglar de Huatabampo debido al exceso de fertilizantes químicos proveniente de las zonas de cultivo cercanas.

Además existen zonas donde los cauces de los ríos son empleados como canales de desagüe de aguas de servicios, generando focos de infecciones gastrointestinales que se acentúan con los desechos fecales que provenientes de la ganadería que son arrastrados hacia las corrientes y depósitos de agua por la lluvia o ya deshidratados por el aire.

Todo esto sin contar las inficiones de agua salada a tierras continentales debidas al mal manejo de las planicies de inundación en el Sureste Mexicano, que han propiciado que se vuelvan inutilizables cada vez mayores extensiones de tierras bajas frente al litoral, lo cual se refleja en el aumento del uso de agroquímicos para sostener los rendimientos de

²¹ Moreno, José Luis, El agua en Sonora: escasa, mal utilizada y contaminada. La Jornada Ecológica (México, D.F.: 28 de junio de 1995)

²² La eficiencia de conducción indica que cantidad de agua llega a una parcela desde la bocatoma de la fuente. En este caso, se pierde 30% del agua que corre en los canales de riego principalmente por evaporación y por percolación.

²³ Román Caleros, J. A. y Bernal Rodríguez, F. A. Diagnóstico general de los recursos acuíferos en Baja California. . La Jornada Ecológica, (México, D.F.: 28 de junio de 1995)

monocultivos comerciales de plantación (arroz, caña de azúcar, plátano, coco y cacao entre otros), y en el cambio del uso del suelo a favor de la ganaderización.

2.2.1. Riego agrícola con aguas residuales

El uso de aguas negras en la agricultura tiene las siguientes ventajas: (1) reducir la contaminación de fuentes de agua, pues su paso por los campos de cultivo significa un proceso de filtración que la limpia antes de llegar a los cuerpos de agua; (2) incrementar el abasto de agua para la producción agrícola, en especial para las zonas áridas; y (3) mejorar los suelos por los micronutrientes que aporta.

En México existen varios distritos de riego que usan el agua proveniente de las ciudades para ciertos cultivos forrajeros o maíz; en más de 150,000 hectáreas aprovechan esta forma de riego en el país. Entre los distritos que se riegan con aguas residuales se encuentran el del Valle del Mezquital y el de Alfajayucan en Hidalgo y el de Valsequillo en Puebla.

Sin embargo, se debe considerar que existen riesgos para la Salud Pública asociados al uso del agua residual sin tratamiento o agua "cruda". Al respecto se ha comprobado la existencia de 40 enfermedades humanas que se transmiten por las aguas negras tales como el cólera, la hepatitis infecciosa, la tifoidea y la giardiasis, entre otras que se manifiestan de manera particular en el medio rural. Por eso, estos riesgos demandan evaluaciones permanentes y la información que se transmite acerca de estos, es cada vez más imprescindible para fundamentar decisiones de la mayor actualidad al respecto, en la medida que las prácticas de reutilización del líquido se lleven a cabo.

El reciclado del agua se hace cada vez más necesario dentro de un esquema organizado y adecuadamente financiado, tomando en cuenta las opiniones de las bases, para reutilizarse en la agricultura lo cual promete rendimientos significativamente mayores, sobre todo en zonas áridas o semiáridas, y contribuiría a disminuir la contaminación del recurso hídrico.

Algunos de los campesinos de Tlalmanalco tienen conocimiento de que en el estado de Hidalgo se riegan los campos de cultivo "con el agua sucia del D.F. que contiene

sustancias dañinas" y que aún así la gente que consume la "comida" de esos campos no se enferma. Lo cierto es que en México existen leyes que regulan el tipo de cultivos que pueden ser regados con aguas negras, como es el caso de forrajes; los que no entran en contacto con el suelo (como maíz o árboles frutales) o bien hortalizas que se comen previa cocción, pues así se asegura en gran medida la protección de los consumidores.

Existe, sin embargo, la omisión en las normas para el uso de las aguas negras de los riesgos por contacto ocupacional que expone a las familias de los trabajadores agrícolas y a ellos mismos al riesgo de contraer enfermedades gastrointestinales y diversos tipos de parasitosis. En una investigación realizada por Enrique Cifuentes²⁴ y colaboradores respecto al uso de aguas residuales en el Valle del Mezquital, se colectaron y procesaron 7,665 muestras de heces. Los resultados demuestran la existencia de infección por *Ascaris lumbricoides* y que las personas con la mayor incidencia de este parásito - en todos los grupos de edad - son aquellas que usan aguas negras en las labores del campo.

2. 3. Agentes contaminantes del agua en la zona Tlalmanalco-San Rafael.

A través de los pueblos de San Rafael y Tlalmanalco, ubicados en el Estado de México a las faldas de la Volcana Iztaccihuatl, pasa el río Tlalmanalco proveniente de las filtraciones del agua de deshielo de la Iztaccihuatl, y del cual se ha empleado el agua de su cauce en actividades domésticas, industriales y ocasionalmente para riego agrícola. El uso del agua proveniente del deshielo no es reciente, ya Manuel Payno en su libro "Los Bandidos de Río Frío" menciona que esta actividad se realizaba a mediados del siglo XIX y aún desde la época prehispánica para cubrir necesidades domésticas y, desde hace 100 años aproximadamente, la Fábrica de Papel San Rafael (perteneciente al grupo Kimberly Clark de México) la ha empleado en el proceso de producción de papel.

Hasta antes de la aparición de la papelera San Rafael el agua del río cubría las necesidades hidricas de Tlalmanalco, primer pueblo por el que pasaba desde su nacimiento, sin que ningún factor deteriorara su calidad de forma apreciable. Al momento en que la papelera se instala se produce un gran impacto ambiental en el ecosistema y en la cultura de la región, cuyas causas y efectos se mencionan a continuación:

1. *Impacto sobre el bosque.* Para obtener la celulosa empleada como materia prima en la fabricación de papel, la empresa San Rafael talaba los árboles del bosque desde su fundación hasta la década de los setentas, afectando el bosque en dos aspectos: por un lado contribuyó a la deforestación de la zona porque la reforestación que hacia era precaria y por otro, del espacio no restablecido la fauna migraba, rompiendo el equilibrio general del ecosistema mientras el área dañada se recuperaba de forma natural. Actualmente emplean celulosa importada como materia prima.
2. *Impacto sobre el agua del río.* Los desechos del proceso de la papelera en un principio y antes de que implementara un tratamiento adecuado de sus aguas residuales, se descargaba al río generando un aspecto desagradable y aumentando la materia sólida suspendida.
3. *Impacto sobre la región.* A la sombra de la papelera San Rafael se levanta el pueblo del mismo nombre como espacio habitacional y de recreación de los empleados de la empresa, lo cual causa la desaparición de una porción del bosque y los efectos correspondientes de la urbanización, tales como generación de desechos sólidos, desaparición de áreas verdes, generación de ruido y estrés, tanto en los seres humanos como en la fauna silvestre, entre otros. Además de la contaminación del río por medio de las aguas de servicios generadas por los habitantes del pueblo, pues éstos han sido vertidos en su cauce desde la fundación del pueblo.
4. *Impacto socio-cultural.* A raíz de que la papelera hizo uso del agua del río, además de que tuvo el control de la distribución y que la contaminó con sus residuos, a éste se le nombró 'el río de la Compañía', lo cual representa el hecho de que los habitantes de la región admitieron, aunque fuera de manera inconsciente o de costumbre, la influencia y el poder de la fábrica en la zona, más no la conformidad de que el agua se la apropiara la empresa.

Por otro lado, los mismos pobladores de Tlalmanalco y zonas aledañas han empleado el río como depósito de basura al arrojar a este todo tipo de desechos sólidos, desde un pedazo de papel, hasta bolsas llenas de desperdicios domésticos y desde un pedazo de madera hasta cascajo.

²⁴Cifuentes, Enrique, Blumenthal, Úrsula y Ruiz-Palacios, Guillermo *Efectos del riego agrícola con aguas residuales en*

El material de desecho de la papelera, conocido como "pasta", los desperdicios de papel y los sólidos que se separan cuando se trata el agua sucia proveniente del proceso para hacer el papel, (fibra de mala calidad más el excedente de los productos químicos del proceso), es la materia prima para las 24 cartoneras que existen en la zona Tlalmanalco-San Rafael. Desde el punto de vista del reciclaje de desechos de la papelera, de papel y de cartón es una oportunidad excelente de conservación del medio ambiente y fuente de activación de la economía regional, sin embargo, como parte de la materia prima que usan estas microempresas son los residuos no tratados de la fábrica de papel, el lixiviado ("escumido"), que resulta del proceso de las cartoneras, lleva los contaminantes que la papelera ya no trata más los de la cartonera misma.

Si bien es cierto que la fábrica de papel ha instalado un buen tratamiento de aguas, es también cierto que contamina indirectamente puesto que las cartoneras, que dependen de sus desperdicios de papel, arrojan los lixiviados de su proceso al río, contribuyendo a la contaminación del agua que corre en su cauce y a un probable aumento en su salinidad.

Esta serie de impactos han provocado que el agua del río tenga un aspecto desagradable, generando en la gente un sentimiento de desconfianza de la calidad de ésta, para la población en general es un agua inútil con la excepción de algunos campesinos que la emplean para regar sus tierras de cultivo con el fin de prepararlas para la siembra y humedecerlas, lo que les ha dado buenos resultados. Sin embargo, les queda la inquietud de si esta agua daña realmente o no al maíz, frijol, tomate o haba que siembran o si causa daños a la salud de las personas. Lo que no se han preguntado es si el agua contaminada causa daños o beneficia a la tierra agrícola.

Para los campesinos el culpable de la contaminación es la papelera. Los trabajadores del campo han observado como cambia el color del agua cuando la papelera trabaja y cuando no. Algunos que incluso han trabajado en la empresa, conocen el proceso y los daños que los productos químicos que se emplean en éste pueden causar, y los más viejos vieron como el agua que salía de la fábrica iba a dar al río aumentando su concentración en sólidos suspendidos.

Pero no es sólo la papelera la que contamina, también existe contaminación por las aguas de servicios²⁵ que generan los habitantes de la región y que han hecho de la corriente del río su canal de desagüe y su basurero: arrojan todo tipo de desechos, desde envolturas hasta latas, residuos de comida, papeles, pañales y colchones. Rebeca López, habitante de Tlalmanalco señaló al respecto: "Toda la población (contamina el agua)... Es una suciedad tremenda todo el río, sobre todo por los que viven a la orilla del río: son depósitos de basura, ahí van botellas, plásticos, papeles, de todo...y ahí están los bancos de basura en los desbordamientos del río".

Los grandes desechos interrumpen la corriente del río, le dan mal aspecto y contribuyen a su ensolvamiento, por un lado y por el otro los desechos fecales contribuyen con agentes patógenos promotores de enfermedades diarreicas, como el cólera y parasitarias, como "lombrices en la panza". En el caso de que el agua del río tuviera como uso el riego de vegetales para consumo humano, estos no deben de ser hortalizas o cualquier otro con el que el agua de riego tenga contacto directo con la sección comestible de la planta.

La insalubridad del río se observa a simple vista, sin embargo para poder determinar con exactitud el estado del agua y saber si puede ser recuperada para uso agrícola y de servicios, beneficiando a campesinos principalmente, es necesario analizarla y caracterizar la concentración de los contaminantes del río en diferentes periodos del año y puntos de muestreo.

2.4. Panoramas posibles para el agua del río

El desaprovechamiento del agua del río Tlalmanalco que va de San Rafael en adelante, se debe a que su mal aspecto hace pensar a los pobladores que está contaminada. De todo el conjunto de habitantes, les preocupa a los campesinos y a los integrantes del Programa de Desarrollo UAM-Comunidad los daños a la salud y a los cultivos que esto pudiera causar si la usarán para riego, preocupación que se extiende aún en los campesinos que la han usado con ese fin.

²⁵ Se define como "aguas de servicio" al agua que se ha empleado para actividades domésticas (lavado de trastes y ropa, para bañarse, para el excusado y para la cocina)

Por lo anterior, la caracterización fisicoquímica y bacteriológica del agua del río, con base en la norma NOM-001-ECOL-1996²⁶, es la herramienta adecuada para determinar con precisión el tipo de contaminantes y sus concentraciones, y si se puede emplear para riego tal como está o se tiene que someter a algún tratamiento. Además, esta información servirá como parte del sustento para el diseño de un plan de manejo adecuado y distribución del agua de participación comunitaria, la otra parte estará determinada por el análisis de las relaciones entre los actores involucrados con ésta.

Con la integración de la información técnica y el caudal del río, junto con el volumen de agua que se necesita por hectárea de terreno para riego, se puede dimensionar la extensión que se podría regar con el agua de su cauce, lo que permitiría asegurar la producción de autoconsumo o conocer, en relación a la cantidad de producto cosechado por hectárea, en cuanto se puede aumentar el volumen de producción sin depender del agua de temporal. Empleando el agua del río para riego se puede evaluar la posibilidad y conveniencia social de tener dos periodos de siembra al año en lugar de uno como se hace actualmente o si solamente es válido usarla para preparar el terreno para la siembra y así asegurarla; esto podría generar un excedente comercializable según le convenga al campesino o no en relación con la existencia de mercado - local o hacia afuera - donde pudiera ofrecerse el producto.

Las corrientes contaminantes que van al río no solamente aportan agentes nocivos, éstas pudieran proporcionar nutrientes para las tierras de cultivo, como nitrógeno y fósforo, siempre y cuando no sobrepasen los límites establecidos para una fertilización adecuada. En el supuesto de que existieran estos elementos mejorarían la calidad de la tierra y haciendo un cálculo de la necesidad de nutrientes en ella, se disminuiría el uso de fertilizantes, en el caso de que los empleen los campesinos.

La información obtenida también proporcionaría los indicadores para disminuir el riesgo de infecciones por el contacto laboral que se tendría al usar el agua del río (o que han tenido algunos campesinos que ya la han usado) o si es necesario algún tratamiento para disminuir los riesgos a la salud, con base en las estadísticas regionales de enfermedades relacionadas con los contaminantes bacteriológicos que pudiera tener el agua del río.

²⁶La NOM-001-ECOL-1996 establece los contaminantes y los límites máximos permisibles de estos en las descargas de aguas residuales en aguas y bienes nacionales

2.5. Hipótesis

- A mayor nivel de contaminación en el río Tlalmanalco, mayor interacción habrá entre los campesinos y la ingeniería para reutilizarla en riego.
- Entre mayor sea la contaminación del río Tlalmanalco, mayor será la inquietud de aquellos campesinos de esta comunidad que siguen interesados en trabajar sus tierras de cultivo, por la aplicación de una tecnología adecuada, como parte de la estrategias de sobrevivencia de los integrantes de este grupo, que permita la reutilización del agua del río cual factor que contribuya a asegurar la siembra.
- Dado el desaprovechamiento, mal uso y contaminación del agua de una fracción del río Tlalmanalco y la necesidad de activar la economía agrícola de la región de forma sustentable y la del campesino, así como su arraigo local, como lo plantea el Plan de Desarrollo Municipal, Tlalmanalco 1997-2000 elaborado por el programa de Desarrollo UAM-Comunidad, es necesario proponer la forma técnica adecuada de tratarla para emplearla en el riego de terrenos. Además, debido a que la gente ensucia el agua, sería adecuado promover un plan de concientización para mejorar el estado de la misma y uno para su distribución si fuera posible emplearla en agricultura.

2.6. Metodología de trabajo para el desarrollo de la investigación social al respecto del reuso del agua del río Tlalmanalco

Para alcanzar los objetivos y determinar si se cumplen o no las hipótesis, se siguieron los pasos que a continuación se presentan:

1. Realizar el acercamiento con los pobladores de Tlalmanalco y elaborar un diagnóstico inicial por medio de entrevistas “de la calle” con ellos, en especial con los campesinos y campesinas, referentes al río, la tierra de cultivo y sus historias
2. Diseñar encuesta para los actores relacionados al río Tlalmanalco respecto a su historia, por qué creen que esta contaminado, posibles usos, soluciones y factores económicos que crean que se derivan del río en relación con la comunidad
3. Aplicar de la encuesta a los actores relacionados con el agua del río y la agricultura (principalmente a campesinos(as), y habitantes que viven y siembran cerca del río)
4. Analizar los resultados de la encuesta
5. Analizar el agua del río en diferentes épocas del año para caracterizarla y determinar si las concentraciones de contaminantes tendrían efectos adversos en la población o en las tierras de cultivo
6. Determinar el uso del agua a partir de los indicadores obtenidos del análisis de la encuesta y de los resultados de la caracterización del agua del río. Determinar el grado de contribución de contaminantes de los actores involucrados
7. Relacionar con los indicadores poblacionales, económicos, de salud y agrícolas la información anterior
8. Esbozar un plan de acción para el manejo del agua del río Tlalmanalco en coordinación con el personal que trabaja por la comunidad en coordinación con la UAM y con el Programa de Manejo de Recursos Naturales de la Sierra Nevada (PMRNSR)
9. Promover el plan en escuelas, industria y población y campesinos de boca en boca y en los encuentros regionales por medio de trípticos, pláticas, videos y carteles.

El cuestionario aplicado durante las encuestas, se presenta en la tabla 2:

Tabla 2. Cuestionario : "El agua del río Tlalmanalco y los habitantes"

"El agua del río Tlalmanalco y los habitantes"	
1. Nombre:	
2. Domicilio:	
3. Ha tenido en los últimos seis meses algún enfermo en casa? Si (de que estaba enfermo?) No	
4. Tiene servicio medico?	
SSA	
IMSS	
ISSSTE	
Particular	
Otro (especifique)	
5. Cree que el agua del río puede ser causa de enfermedades? Si (por que) No	
6. De dónde obtienen el agua que usan del diano?	
7a. Hierven el agua para beber? Si No ///// 7b. La desinfectan? Si No	
8. Se lavan las manos antes de comer y después de ir al baño? Si No	
9. Dónde tiran el agua que usan para el escusado?	
10. Dónde tiran el agua que usan para lavar trastes y pisos, con la que se bañan, con la que se lavan las manos?	
11. En dónde tiran la basura?	
12. Tiene tierras para sembrar? Si (pase a la pregunta 13) No (pase a la pregunta 20)	
13. Qué extensión tiene su terreno?	
14. Riega su terreno con agua del río? Si (pase a la pregunta 15) No (pase a la pregunta 18)	
15. Obtiene mejores cosechas? Si No	
16. Aumenta su producción? Si No	
17. Cómo hace el riego? Cuanta agua usa? (pase a la pregunta 19)	
18. Cree que seria bueno regar con agua del río? Si No Por que?	
19. Cree que regar con agua del río causaría enfermedades? Si (como cuales?) No	
20. Cree que el agua del río esta contaminada? Si (por que?) No	
21. Qué propone para que el agua del río no este contaminada?	

3. Actores sociales relacionados con el agua del río Tlalmanalco

Trabajadores de la Tierra

Y así la intrincada relación de cada día:
limpia del campo para sembrar,
espera del agua, ritual granicero,
encanalamiento, temblor microlevanta
la cadena montañosa donde reposan
y beben los vegetales alimenticios
sitio donde se deja la vida cosechada.

Tanto trabajo, tiento a no dejar la tierra
tomando de ella el alimento
donde se ata la esperanza del excedente
o ya tan solo sacar el gasto de cada año,
claro, algo más de agua que niegue la garra
con que me aferro al terruño de siembra
hará surco de sonrisa en mi campesino rostro.

3. Actores sociales relacionados con el agua del río Tlalmanalco

3.1. La tierra agrícola y el río Tlalmanalco, objetos de cambio

El impulso y fortalecimiento de la agricultura en la comunidad de Tlalmanalco y región circunvecina, incluido en el plan de Desarrollo Municipal y vinculado con el "Proyecto de Desarrollo Municipal de Tlalmanalco 1997-2000" que profesores investigadores de la UAM Iztapalapa y Xochimilco realizan actualmente en la zona, está directamente relacionado con el interés de la comunidad Tlalmanalquense "por reanimar las dos mil hectáreas de tierra fértil y húmeda que por siglos ha sido proveedora de grano básico, particularmente de maíz"²⁷ por medio de proyectos que impulsen el trabajo agrícola, y con la idea de aprovechar de manera sustentable el agua del río Tlalmanalco.

Históricamente el manejo del agua en el municipio y en el pueblo de Tlalmanalco se había hecho de forma comunitaria, a través de los Comités de Agua (1965-1996) que supervisaban las obras locales, la distribución y el uso del recurso a nivel local, con la excepción del Pueblo de San Rafael, donde el manejo del agua había sido concesionado a la Papelera del mismo nombre durante el mandato de Porfirio Díaz. Actualmente la distribución del agua, proveniente del río y de un pozo, está a cargo del Ayuntamiento, aunque todavía en los ejidos de San Lorenzo y San Antonio existe la participación comunitaria para la distribución del líquido.

Para captar el agua necesaria para la fabricación de papel, la empresa San Rafael construyó toda una infraestructura hidráulica de conducción del agua de los deshielos de la Volcana Iztaccihuatl, que incluye los depósitos ubicados en el lugar conocido como Nexcoalanco. Estas redes hidráulicas, que sirven no sólo para abastecer a la papelera, sino también a la población del municipio, han contribuido a la desecación de algunos de los arroyos de la zona de Tlalmanalco y San Rafael, principales asentamientos humanos de entre las 41 localidades pertenecientes a los 5 ejidos en que se divide el municipio de Tlalmanalco: San Lorenzo, Tlalmanalco, San Juan, Santo Tomás y San Antonio.

²⁷ "Participa la UAM en la recuperación ecológica, urbana y cultural de Tlalmanalco". Semanario de la UAM Órgano Informativo de la Universidad Autónoma Metropolitana. Vol III, No 16 (México, D.F., 4 de noviembre, 1996)

El uso del agua de la zona Tlalmanalco-San Rafael es principalmente industrial y doméstico; no se usa en la agricultura ya que ésta es de temporal²⁸, pero los programas de desarrollo contemplan la posibilidad de usar excedentes de agua para fomentar cultivos de riego que beneficien al campesino para conservar su tierra, disminuyendo así el impacto del crecimiento urbano y mejorando su economía. Por ello, es importante el estudio de caracterización del agua del río Tlalmanalco, la propuesta para su manejo y posible reutilización (tal como está o usando algún tratamiento para recuperarla), ya que el agua que corre en éste después de la Papelera y del poblado de San Rafael se supone que no sirve ni para regar jardines municipales ni para lavar calles y no está considerada como una fuente de abastecimiento de agua para usos domésticos; aunque algunos campesinos la han usado esporádicamente para preparar sus tierras de cultivo.

3.2 Actores sociales en torno al agua del río

Alrededor del agua existen diversos actores sociales que la emplean, que la controlan, que buscan su uso y distribución equitativas, en general, que dependen de ella sin importar su estatus ni su intención. Por encima de concesiones, comités, organizaciones no gubernamentales y autoridades municipales, el agua es un bien público que asegura la vida de las personas, de los habitantes de Tlalmanalco, tan solo por eso, estos son los más relacionados con el vital líquido y los que históricamente lo han defendido, lo han arrancado de las garras de los procesos industriales y de ser usado simplemente para engrosar la riqueza de los empresarios y las corporaciones. Gracias a su agrupación y su lucha, el acceso al agua en Tlalmanalco no les es condicionada a sus pobladores para beber, para sus labores cotidianas, ni para su higiene personal.

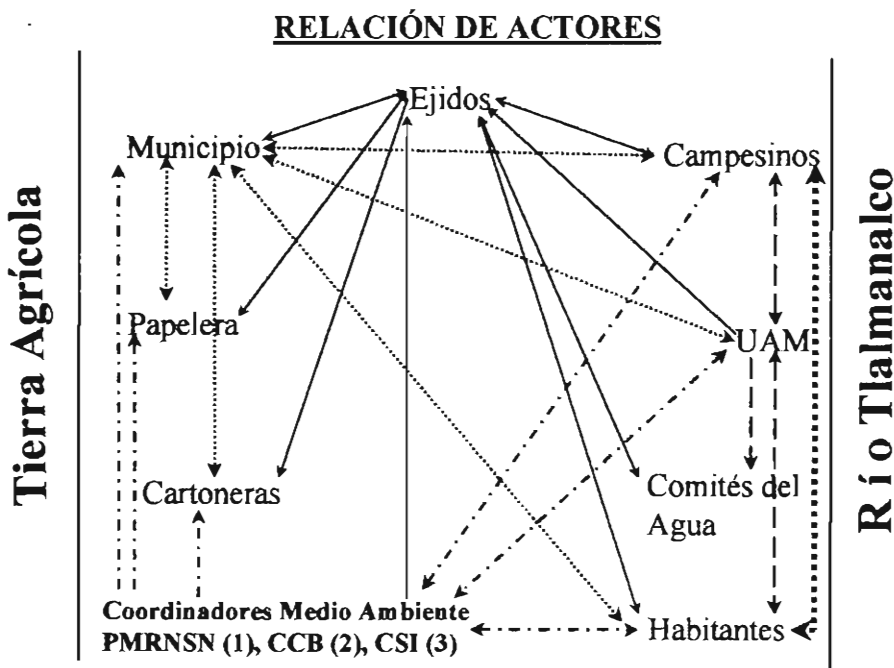
Otro actor que se debe considerar, son los grupos que influyen en la regulación de la distribución del agua del río, que han construido redes hidráulicas o se las han apropiado; que se han hecho cargo de su mantenimiento y su ampliación; que según el tipo de intereses aseguran el acceso a los pobladores, se lo limitan para cubrir necesidades particulares o lo condicionan y manipulan en actos proselitistas. Entre estos grupos, la autoridades municipales son las que políticamente tienen la responsabilidad del manejo del recurso agua, pero la interacción con los ejidatarios, la papelera, los comités de agua y los habitantes que han luchado por el recurso acotan sus actividades para conservar un

²⁸ Anexo II, Información de censos agrícolas de México, Estado de México y Municipio de Tlalmanalco

equilibrio en su distribución y manipulación que satisfaga a cada uno de estos usuarios que también tienen capacidades y medios para controlar el agua.

Así mismo se encuentran entre los actores, las organizaciones no gubernamentales de ciudadanos de Tlalmanalco y los representantes de la UAM, cuyas actividades y planes de desarrollo comunitario y de mejoramiento de la calidad de vida de los habitantes del Municipio incluyen el manejo sustentable del agua del río, esté o no contaminada.

Figura 1. Diagrama de relación de actores sociales alrededor del agua del río Tlalmanalco



- Donde:
- (a) → indica que la relación entre los actores es unívoca
 - (b) ↔ indica que la relación entre los actores es biunívoca
 - (1) PMRNSN: Programa de Manejo de Recursos Naturales de la Sierra Nevada 1999-2001
 - (2) CCB: Comisión de Conservación de Bosques
 - (3) CSI: Consejo Social Iztaccíhuatl

Los actores sociales involucrados con el agua del río y quiénes se relacionan entre sí, se muestra en la figura 1. En el diagrama se incluye a cada uno de los actores relacionados con el agua del río y se ilustra por medio de flechas a cada actor con quiénes otros se relaciona y en que sentido es la relación: unívoca (\rightarrow) si es en un solo sentido, es decir si un actor depende en algún momento de otro para realizar alguna acción, y biunívoca (\leftrightarrow) si para llevar a cabo las acciones depende el uno del otro. Por ejemplo, los miembros de la UAM tienen una relación unívoca con los ejidos, ya que para realizar alguna actividad, por decir algo, el desazolve del cauce del río en algún tramo perteneciente al ejido de San Juan, tendrían que informar de las actividades al comisariado ejidal, e incluso contemplar la posibilidad de que éste los apoyara con gente y algunas herramientas, mientras que si los representantes del ejido organizaran un plan de riego con agua del río, no necesariamente tienen que informar de su decisión a los representantes de la UAM, aunque si podrían pedirles asesoría al respecto de la calidad del agua. Para ejemplificar una relación biunívoca, para labores de distribución del agua las actividades dependen tanto de las autoridades del municipio, por ser los administradores del recurso, como de los ejidatarios porque las instalaciones de la red hidráulica para dicha actividad se ubican en áreas que les pertenecen.

Es necesario aclarar que en la figura 1 los campesinos se consideran un actor independiente del conjunto de los habitantes porque los objetivos del presente trabajo de investigación tienen que ver con una actividad exclusiva de ellos, como lo es el riego y además, la determinación de la calidad del agua del río es con el fin de establecer las posibilidades reales de su aplicación en dicha actividad.

Para entender como son las relaciones entre los actores sociales mencionados en la figura 1, a continuación se da una breve definición y el papel que desarrolla cada uno de ellos en la comunidad.

3.2.1. Los campesinos

Los campesinos son el grupo más vinculado a la Tierra, que conserva la actividad agrícola en Tlalmanalco, cuya labor y forma de vida como medio de subsistencia esta compitiendo con el crecimiento del sector terciario o de servicios en la zona y con la industria y cartoneras de la región.

Es el Campesino de esta región el que se apega a la Tierra, la trabaja y consume lo que en ésta se genera, el que se interesa por saber si el agua del río realmente no daña a las plantas, a las personas que los consumen o a la Tierra si se emplea para riego. Más allá de ser su poseedor todavía convive con ésta al sembrarla, escardarla y cosecharla de manera individual y en acto familiar los días domingos principalmente y las horas que se puedan entre semana, las horas que les permita el otro empleo (en la industria local, en la ciudad, en el Ayuntamiento, en los comercios) que les da de comer y de vestir. El producto de la siembra es para autoconsumo y algunas veces complementan sus salarios vendiendo a nivel local parte de la cosecha.

Históricamente los pobladores del municipio, incluyendo campesinos, se unen en 1940, excepto los de San Rafael, con el fin de formar una comisión cuyo objetivo fue el de ampliar la red de agua potable y alcantarillado en Tlalmanalco. La ampliación fue financiada por los fondos de los ejidos, desde entonces la comisión se hizo cargo de esa tarea²⁹.

Debido, en parte, a la denuncia de los campesinos de que la papelera San Rafael era la principal fuente de contaminantes del río con sus desechos de pasta y sus químicos cáusticos (1996), la compañía papelera mejoró su sistema de tratamiento de aguas residuales. Antes de la instalación de la planta de tratamiento, el agua del río se empleaba para dejar sedimentar la pasta que iba mezclada con el agua para venderla después. Cuando el agua salió más limpia algunos de campesinos en diferentes puntos del municipio, se interesaron en el uso del agua del río de la Compañía o río Tlalmanalco para riego agrícola, de este hecho emerge la inquietud de conocer el grado de contaminación del agua y como afectaría a la tierra y a los cultivos.

3.2.2. El Ayuntamiento de Tlalmanalco

Cuando en el año de 1997 hubo el cambio de tendencia partidista del ayuntamiento Tlalmanquense - de priista a perredísta - se despertaron expectativas democráticas y sociales respecto a que la nueva administración fomentara más el apoyo a los proyectos regionales y que las obras de beneficio por fin se hicieran. La realidad es que, "ha habido un vacío de poder en el municipio debido a la salida sorpresiva del grupo tradicional de

²⁹ Alavez Ruiz, Guillermo Héctor, Fernández Eslava Fabiola, *et. al.*. Diagnóstico comunitario de Tlalmanalco, Estado de México. Seminario de Investigación de Sociología Urbana, UAM-Iztapalapa, 1996

poder del escenario político municipal. Al mismo tiempo, la entrada al gobierno de un grupo que no cuenta con proyecto, ni experiencia, ni capacidad técnica, ni base social, ni recursos, ni capacidad de convocatoria, ni apoyo político externo³⁰ no ha sido un factor que haya mejorado notoriamente la calidad de vida de la comunidad.

El área de Ecología del Municipio, es la que tiene la responsabilidad de vigilar que los recursos naturales no sean dañados y además desarrollar los programas necesarios para la recuperación de los ya contaminados y para disminuir las fuentes de contaminantes. En relación con la contaminación del río, no se ha observado ningún avance que indique una recuperación o programa para evitar el vertido de las aguas de servicios provenientes de las casas, ni la verificación de que el agua arrojada por la papelera no sobrepase los límites máximos permisibles de contaminantes.

El Ayuntamiento de Tlalmanalco es la autoridad local que representa al gobierno central y con ella tiene que haber una vinculación política para realizar obras de desarrollo, en las que se le tiene que incluir como participante, aunque no aporte nada. Con este actor la relación es más bien política por parte de la UAM, la papelera y las cartoneras e incluso del Programa de Manejo de Recursos Naturales de la Sierra Nevada 1999-2001, necesaria para realizar sus actividades.

3.2.3. Los ejidos y sus comisariados

El municipio de Tlalmanalco se divide en 5 ejidos: Tlalmanalco (al que pertenece el pueblo de San Rafael), San Antonio Tlaltehuacan, San Lorenzo Tlalmilolpan, San Juan Atzacualoya y Santo Tomás Atzingo.

Los comisariados ejidales y sus dirigentes son las autoridades que en el municipio de Tlalmanalco deciden el manejo de los recursos naturales de la región que se encuentran dentro del área que delimita el ejido que representan, así como las opciones y proyectos que se sugieran para su mejor aprovechamiento. Son también los representantes de los campesinos que están inscritos en cada ejido y con ellos se tienen que dar de alta el terreno que cultivan y pagar las cuotas correspondientes. En caso de que se tenga que

³⁰ Méndez Lavielle, Guadalupe. Consejo Social Iztaccihuatl, Colección. Cuadernos de Trabajo de la Sierra Nevada. Edición Casa UAM-Comunidad y Fondo Mexicano para la Conservación de la Naturaleza, pag 14

comprar un bien que sea útil a todos los miembros del ejido, el comisariado hace el trato y administra el bien en cuanto a la rotación para su empleo.

En realidad esta estructura está viciada y sus acciones van más en función de los intereses de los miembros del comisariado que de las necesidades de los miembros del ejido. Esto se verá con detalle posteriormente.

Como se puede observar en el diagrama de la figura 1, los ejidos tienen relación con todos los demás actores vinculados con el agua del río Tlalmanalco, aunque de diferente manera. Mientras que la UAM y las organizaciones de proyectos sustentables, como el Consejo Social Iztaccihuatl y el Programa de Manejo de Recursos Naturales de la Sierra Nevada 1999-2001, tienen que presentarles sus propuestas para trabajar en conjunto o en los terrenos ejidales o los proyectos y programas relacionados con el desarrollo rural y con el uso del agua del río; los ejidos tienen que dirigirse a la papelera y a las cartoneras en lo relacionado a los daños que causan en el medio ambiente, al verter sus residuos en el agua y en la tierra.

Las relaciones biunívocas, a excepción de la que tienen con el Municipio, se dan porque varios de los campesinos, habitantes e integrantes de los comités de agua, son miembros de los ejidos. Respecto a la relación con las autoridades municipales, éstas son el vínculo entre las asambleas generales de los ejidos y el Estado, y además son el administrador de justicia, el responsable de las obras públicas, el receptor de las denuncias y el encargado de promover proyectos de desarrollo que los beneficien.

3.2.4. La Papelera San Rafael, las cartoneras y La Martine

Desde 1892 hasta mediados de la década de los 80's, la Fábrica de Papel San Rafael fue el motor principal de desarrollo en el municipio, ya que en esos años se terminó la concesión que tenía para hacer uso de los recursos del bosque, así como del agua proveniente de los deshielos de la Volcana y de la generación de energía eléctrica.

La decadencia de la papelera significó que el pueblo de San Rafael, que había sido creado por y para la fábrica de papel, pasara a ser una población con desempleo, carencia de vivienda y deficiencias en la infraestructura pública.

Debido a la concesión del agua y a que las válvulas para la distribución del agua del río Tlalmanalco, hacia el proceso de fabricación de papel y hacia el pueblo, estaban dentro de las instalaciones de la fábrica, ésta manejaba el flujo de agua proporcionado a los pueblos, el cual resultó insuficiente y al negarse la empresa a ampliar el suministro, los pobladores se le enfrentaron directamente, en los años cincuentas, allanando las instalaciones y sacando las válvulas, siendo hasta 1976 que la Comisión de Aguas del Valle de México limitó el caudal de agua que entra a la fábrica a 100 litros cada segundo³¹. Actualmente las válvulas siguen dentro de las instalaciones de la papelería que clora el agua, pero ya no tiene bajo su control el volumen que se distribuye a la población.

La Papelería fue la principal causa de la contaminación del río Tlalmanalco, ya que sus aguas residuales se vertían directamente al cauce del río, hasta que instaló un sistema de tratamiento de aguas, lo que ha reducido el efecto contaminante.

Las cartoneras son recicladoras de desperdicios de papel y pasta. Estas microempresas mandan las aguas residuales de su proceso al río sin ninguna restricción ni consideración hacia el ecosistema. Son impulsoras de la economía regional, pero a un considerable costo ambiental. Además hay campesinos que les rentan sus tierras de cultivo - y en algunos casos las venden - para que ahí sequen los cartones que fabrican, lo que ha afectado a la agricultura local debido al cambio de uso de suelo.

La fábrica de terciopelo La Martine, tiene una toma de agua doméstica para el servicio mínimo de las oficinas. El agua que necesita para realizar su proceso, la extrae de su propio pozo. En lo que se refiere al agua residual, esta fábrica tiene unos tanques de sedimentación y su problema es, después de filtrar y clarificar el agua, a donde mandaría. A fin de cuentas la acaba enviando al río y a pesar de que es agua tratada a veces lleva color³².

³¹ Soria Benítez, Silvia y Jaime Flores, Jorge **Diagnostico de las condiciones sociales en la microrregión de los volcanes, 1996** Capítulo III pags. 4 a 6

³² Entrevista realizada a Rebeca López integrante del movimiento por la recuperación del agua en Tlalmanalco (4 de diciembre de 1996)

3.2.5. Programa de Desarrollo UAM-Comunidad (1997-2000)

El 11 de febrero de 1997, en la hacienda de Zavaleta en Tlalmanalco, se firmó entre las autoridades municipales y la Universidad Autónoma Metropolitana (UAM) el convenio UAM-Comunidad, con el fin de alcanzar un desarrollo regional que contemplara un ordenamiento territorial; la resolución de problemas en el manejo de basura y agua; así como proyectos en torno a la salud, la educación y el desarrollo forestal y agrícola en donde se incluya de manera amplia la participación de la población.

La inserción de la Universidad Autónoma Metropolitana en la comunidad de Tlalmanalco es de conocimiento de las autoridades del Ayuntamiento, de la Papelera San Rafael y es conocida por ciudadanos interesados en el desarrollo de la comunidad, los cuales incluyen ejidatarios; vecinos, como Chabelita o como Don Tomas Moysén y el Dr. Fernando de la Macorra y el Arqueólogo Jaime Noyola (uno de los cronistas de la región), entre otros. Esto contribuye a que los planes diseñados dentro del Programa de Desarrollo UAM-Comunidad puedan ser estructurados con base a las inquietudes de los habitantes y puedan ser dados a conocer, tanto sus contenidos como los resultados obtenidos, en actividades de encuentro con la comunidad tales como lo han sido las lunadas anuales UAM-Comunidad y los encuentros regionales de desarrollo, donde se exponen los proyectos y resultados de las diversas organizaciones que trabajan por el bienestar de Tlalmanalco.

En cuanto a sus objetivos, "el convenio UAM-Comunidad establece la realización de diversas acciones organizadas en cuatro programas: de Activación Económica, del Medio Ambiente, para el Desarrollo Social y para el Desarrollo Urbano y Control Territorial."³³

Uno de los vínculos más importantes con la comunidad es la Casa UAM-Comunidad, que comenzó a funcionar a partir de marzo de 1997, cuyo fin es el de fomentar proyectos de investigación y servicio social, coordinándose para ello maestros y alumnos con miembros de la comunidad en favor de un modelo de desarrollo sustentable regional³⁴. Desde 1998 se ha estado trabajando en los siguientes proyectos:

³³ "Trabajo Interdisciplinario de la UAM apoya el crecimiento integral de Tlalmanalco". Semanario de la UAM. Órgano Informativo de la Universidad Autónoma Metropolitana. Vol. III, No. 30 (México, D.F., 24 de febrero de 1997), pags. 1 a 3.

³⁴ Tezcatlpetli, Boletín Informativo de la Región de los Volcanes, Vol. 4, No. 1, Junio 1996, p. 8

- Estudio técnico para proponer un sistema de reciclaje local de las aguas del río Tlalmanalco (en donde está incluido este trabajo de investigación)
- Propuesta de ordenamiento ecológico municipal
- Fundación de un Bosque Escuela para la capacitación en técnicas de manejo forestal y educación ecológica

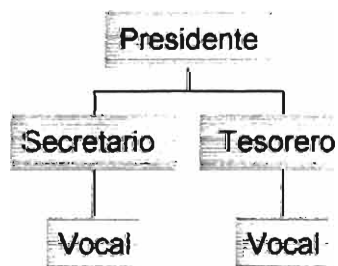
3.2.6. Comités para el manejo del agua

Los Comités para el manejo del agua se instituyeron a partir de la lucha que en los años 50^x se dio por el vital líquido en el municipio de Tlalmanalco, cuya distribución era limitada por la papelera. Los comités estuvieron constituidos por los pobladores de los ejidos de Tlalmanalco y fueron los grupos encargados de la distribución del agua a los pobladores y del mantenimiento de la red.

El agua la distribuían prácticamente de manera gratuita, solamente se cobraba una cuota para el mantenimiento de la red hidráulica y sin intervención del Municipio. Para hacerse acreedor al servicio bastaba con pedirlo al comité de la localidad correspondiente³⁵.

El comité era elegido por votación en asamblea y se renovaba cada tres años. Su estructura organizacional se muestra en la figura 2³⁶.

Figura 2. Organigrama de los Comités del agua



³⁵ Soria Benítez, Silvia y Jaime Flores, Jorge. *Op. cit.* Capítulo III, p. 9

³⁶ Alavez Ruz, Guillermo Héctor, Fernández Eslava Fabiola, *et al.* *Op. cit.* p. 93

El presidente era el representante del pueblo, colonia, barrio o calle y se encargaba de buscarle solución a todos los problemas relacionados con el abasto del agua, apoyado en sus funciones por un secretario, en las finanzas por un tesorero y en las actividades de comisiones por los vocales³⁷.

La participación de las mujeres en los comités fue principalmente de apoyo a los faeneros, llevándoles o preparándoles la comida. Al respecto Rebeca López, exdirigente de los comités del agua, comentó: "Las mujeres participaban en igual forma. Yo creo que no todas se iban al pico y la pala, pero algunas el almuerzo para los faeneros que por lo general trabajaban los domingos. Algunas no había de otra porque son jefes de familia, entonces ellas tenían la responsabilidad de participar, también agarraban la pala y acarreaban cosas"³⁸.

Estos comités funcionaron hasta 1996 y en la actualidad sólo existen dos de ellos: uno en el ejido de San Antonio, cuya participación y funciones son prácticamente nulas, más bien funge como una organización política partidista del PRI. El otro pertenece al ejido de San Lorenzo, en donde los jóvenes-adultos están interesados en la problemática del agua y se hacen cargo del comité local del agua potable. En este ejido se trabaja con faenas y con el Fontanero Municipal lo relacionado con la distribución del agua potable, así como en el mantenimiento y ampliación de la red.

3.2.7. Organizaciones locales interesadas: Coordinadores Ciudadanos del Manejo del Medio Ambiente, Comisión de Conservación del Bosque, Programa de Manejo de Recursos de la Sierra Nevada 1999-2001 y Consejo Social Iztaccíhuatl

3.2.7.1. Coordinadores Ciudadanos

Interesados en participar en el Plan de Desarrollo Municipal, habitantes de Tlalmanalco se han integrado en el grupo de Coordinadores Ciudadanos cuyas funciones son las de proponer planes de trabajo y actividades que promuevan la activación de la región desde la visión ciudadana y servir de vínculo entre la población beneficiada y la UAM, ya que

³⁷ Sonia Benítez, Silvia y Jaime Flores, Jorge. *Op. cit.* Capítulo III, pp 7

³⁸ Entrevista realizada a Rebeca López (4 de diciembre de 1998)

dichas acciones se llevan a cabo en coordinación con profesores y alumnos de esa institución.

Dentro del aspecto organizacional, el Grupo de Coordinadores Ciudadanos tiene una Coordinación Técnica que dirige a las comisiones de Activación Económica, de Manejo del Medio Ambiente, de Desarrollo Social y de Identidad y Patrimonio Cultural.

Las actividades de los *Coordinadores Ciudadanos de Manejo del Medio Ambiente* sirven como medio de coordinación para la realización de múltiples iniciativas ecológicas y culturales en Tlalmanalco y en la región de los volcanes. Entre las acciones que consideran de vital importancia se encuentran todas las que promuevan el buen uso del agua, eviten su desperdicio y todas aquellas que permitan la recuperación y el uso de las aguas que corren en el cauce del río Tlalmanalco.

3.2.7.2. Comisión de Conservación del Bosque

La *Comisión de Conservación del Bosque* fue un grupo integrado por habitantes y ejidatarios de los pueblos de San Rafael y Tlalmanalco; cuyo interés era promover la conservación del bosques y el buen uso de sus recursos.

Este grupo trabajó de manera voluntaria y acompañados por la bióloga Adriana Saldaña, autora del texto "La Comisión de Bosques. Relato del proceso de un grupo", de la colección Cuadernos de trabajo de la Sierra Nevada³⁹, diseñaron estrategias y planificaron alternativas viables para proteger el bosque. Uno de los primeros pasos fue la reforestación de un predio en el ejido de San Juan, donde la terca realidad de la venida de las aguas los hizo redescubrir los *atzacuales* o sistemas de canalización de aguas que se usaron en la época prehispánica⁴⁰.

Uno de los recursos en el que más centraron su interés por su valor *per se* y por su histografía, fue el del agua. Su función en relación con el agua consistió en verificar que este recurso no fuera acaparado por la papelera San Rafael; intentar entablar relaciones con los ejidatarios para trabajar con ellos en la conservación del agua del río y usos

³⁹ Saldaña, Adriana. *La Comisión de Bosques. Relato del proceso de un grupo*, Colección. Cuadernos de Trabajo de la Sierra Nevada. Edición Casa UAM-Comunidad y Fondo Mexicano para la Conservación de la Naturaleza

⁴⁰ *Idem*

alternativos; concientizar sobre las consecuencias nefastas que tiene el desperdicio y contaminación del agua y proponer el posible reuso del agua dañada del río por parte de los campesinos en la agricultura. Más adelante todas sus acciones, las referentes al bosque y al agua, se concretarían en la iniciativa del Bosque-Escuela en San Rafael.

3.2.7.3. Programa de Manejo de Recursos de la Sierra Nevada 1999-2001

El Programa de Manejo de Recursos de la Sierra Nevada 1999-2001, se creó a finales de 1998 a instancias de la UAM en coordinación con el Fondo Mexicano de Conservación de la Naturaleza, la Secretaría de Ecología del Estado de México, la Secretaría de Desarrollo Social (SEDESOL), la Secretaría del Medio Ambiente Recursos Naturales y Pesca (SEMARNAP) y los Ayuntamientos de Amecameca, Atlautla, Ecatzingo, Ozumba, Tepetlixpa y Tlalmanalco y sus perspectivas de trabajo son a nivel regional.

El objetivo de este programa es elaborar estudios en los que se analice la problemática de los distintos recursos naturales de la región (bosque, agua, suelos y economía local) a fin de presentar planes de desarrollo para los municipios que participan en el programa y sus principales actividades son:

- "1. Diagnósticos participativos del bosque, agua y suelo. Diálogo con la comunidad y análisis del estado actual y potencial de los recursos naturales.
2. Elaboración de Atlas municipales de recursos naturales
3. Fomento a proyectos productivos modelo. Proyectos ecoturísticos, proyectos de reciclaje, agricultura orgánica, productos naturales, promoción de energía solar y sanitarios secos"⁴¹.

3.2.7.4. Consejo Social Iztaccíhuatl

El Consejo Social Iztaccíhuatl es un grupo de ciudadanos comunes, sin compromisos ni intereses partidistas, constituidos en una asociación civil que desde 1997 se ha

⁴¹ *Sembremos Futuro en Nuestra Región*. Folleto de información general del Programa de Manejo de Recursos Naturales de la Sierra Nevada 1999-2001

comprometido con la tarea de revertir la dinámica caótica y depredadora que amenaza a Tlalmanalco: este grupo ha participado en la formación de la Comisión de Conservación del Bosque y en la campaña para evitar incendios forestales y de reforestación (mayo-agosto de 1998); en la recuperación del Centro Histórico de Tlalmanalco ocupado por comerciantes y en la formación del Museo Comunitario Nonohualca. Todas estas acciones coinciden con las metas que se han planteado, las cuales son: conservación del ambiente⁴², promoción de oportunidades de trabajo y estímulo al desarrollo de una cultura en sentido amplio, que incluya cultura ambiental, de salud integral, promoción de desarrollo económico sustentable, de conservación y fomento del patrimonio y de los valores culturales de la región.⁴³

La importancia de las organizaciones descritas en este apartado, radica en que sus integrantes son habitantes de Tlalmanalco o de la región de los volcanes y aunque no son homogéneos en cuanto su procedencia, tienen el objetivo común de proteger los recursos naturales regionales y promover actividades productivas que permitan la apropiación de estos de manera racional y sustentable, en coordinación con los diversos actores que están involucrados con el agua del río Tlalmanalco:

3.2.8. Habitantes de los pueblos San Rafael y los ejidos de Tlalmanalco

Todo proyecto de desarrollo comunitario para la región tendrá impacto en primer lugar sobre el grupo interesado, pero también sobre los pobladores en mayor o menor medida, ya que las relaciones se reesquematizan en el momento en que el proyecto se pone en funcionamiento en especial cuando se refieren a manejo de recursos y servicios locales.

⁴²El subrayado es del autor

⁴³Méndez Lavielle, Guadalupe *Consejo Social Iztaccihuatl... Op cit*

4. Marco regional

Percepción

Yerto el auge de la gran empresa...
caída de mi grito en la región
tan sólo una voz tenue queda
pasando por los bolsillos de la población.
Orillada desde el entierro
a la búsqueda de más monedas
al campo y al comercio migración.

Pobre zona, dice la palabra economía,
más de la mitad, 2 salarios máximo,
esta por la lucha de sacar el día.
Tlalmanalquenses van al día a penas hoy,
si no es que compran con dinero
de ayer abriendo deuda
para pagar la ya debida.

4. Marco regional

4.1. Ubicación del Municipio de Tlalmanalco

El municipio de Tlalmanalco se encuentra ubicado entre las siguientes coordenadas geográficas: del paralelo 19°08' 48" al 19°15'43", Latitud Norte y del meridiano 98°37'58" al 98°51'20", Longitud Oeste; y sus colindancias son las siguientes:

Al Norte, la porción correspondiente a la zona boscosa colinda con el Municipio de Ixtapaluca y la zona agrícola y urbanizada, con el Municipio de Chalco

Al Sur, con el Municipio de Amecameca

Al Poniente, con los Municipios de Temamatla, Tenango del Aire y Ayapango

Al Oriente, por las cimas de la Iztaccihuatl, con el Estado de Puebla

4.2. Al respecto de la historia y arraigo de los habitantes de Tlalmanalco

A continuación se presenta una narración hecha con base a las pláticas sostenidas, durante esta investigación, con Cristian Alvarez Molina, habitante de la colonia Vista Bella que se encuentra en el ejido de Tlalmanalco y estudiante de la carrera de Administración de Empresas en la UAM Xochimilco.

En la narración se describe la interacción de elementos culturales y de identidad que conforman el marco regional de Tlalmanalco, visto por un habitante joven de la comunidad, en un dialogo imaginario con la Volcana Iztaccihuatl, enriquecido con información histórica de cómo fueron los orígenes del capital en la zona, cuya fuente es el "Diagnostico comunitario de Tlalmanalco, Estado de México" realizado por Guillermo Alavez Ruiz y Fabiola Fernández Eslava, entre otros y otras, en noviembre de 1996⁴⁴; lo cual sirve como marco introductorio para contextualizar que es Tlalmanalco y quienes son los Tlalmanalquenses ahora, así como su relación con el agua.

⁴⁴ Alavez Ruiz, Guillermo Héctor, Fernández Eslava Fabiola, *et al*. Op cit

Dialogo socioeconómico histórico desde la razón amorosa
del campesino y la Tierra

[.....]

*No amigo, si yo respeto al poderoso
pero no consiento de su poder el abuso
y de los bienes del campesino el uso.
Bien te puedo asegurar que del dinero
no te tengo un describir,
y si me hablas del maíz
del maíz te puedo hablar*

[.....]

Sofía Salinas

- ¿Quieres decir que toda mi educación, hasta la de la prepa y la uni, esta basada en el trabajo campesino? Cómo, si yo solamente trabajé en el campo unos cuantos instantes de mi vida (o al menos lo que llevo de ella) y eso fue cuando estaba en la infancia segunda donde se empieza a razonar.
- Claro, a eso me refiero. ¿No te has dado cuenta que vives en una zona que junto con sus habitantes tiene la necia lucha de arraigo a la tierra que pisan? A pesar del proceso industrializador desde hace 100 años y de la urbe que se arrastra entintando tu comunidad con su forma de ser, el campo es cultivado y la gente sigue con vena campesina, al menos los adultos que se la tratan de transmitir a los de la generación ahora infante que los acompañan a las labores del campo.
- ¿Es qué nadie te ha dicho que tienes una herencia inmaterial? ¿Acaso no lo has sentido?
- Bueno, se que mi Abuelo fue 100% campesino, a Él lo acompañé a trabajar, pero era muy pesado y tenía mucho genio. ¿A eso te refieres?
- Es más allá de eso, aunque lo que me dices ya es un buen principio.

Lo que quiero decir es que en el momento que salgas de esta tierra la vas a extrañar, es el sitio donde te has desarrollado al fin y al cabo, y donde está lo que por más tiempo de tu vida has querido. Tu trabajo tal vez ya no se relacione con la tierra, pero si

querrás con la remuneración que obtengas aportar algo, de corazón hacia afuera, a la fracción de tierra que heredaron tus familiares, los que siguen en la jornada con el sol mojándoles la espalda durante las deshierbadas o la cosecha.

Tal vez contribuyas al mercado local de peones enviando el sueldo de dos o tres que hagan el trabajo del campo, luego regresar a saborear el maíz de tu pueblo con el aroma y sabor como ningún otro pudiera tener en ningún rincón del mundo, porque el mundo es este espacio de tierra donde naciste.

Presumas o no de lo que ya tengas, los habitantes con los que te encompadraste seguirán invitándote un café, ahora un café porque es lo que amerita, pero sabes que como antes están dispuestos a compartir la casa y el maíz y el apoyo y la familia misma. Es más, la familia compadresca de tu Mamá te acoge como a los propios hijos y te regresa a la tierra cuando te invitan a platicar con ellos puesto que las novedades en el campo y la vida de la región es lo que te comunican.

- Bueno, todo eso me une de alguna forma con el campo, pero que hay de los que se quedan ahí, ¿qué los arraiga? ¿Por qué permanecer a pesar de la ciudad y de la industria local?
- No puedes pensar que se puede vender o abandonar la Tierra y ya. La Tierra implica un espacio múltiple con el que se convive para producir, recolectar, vivir. La posesión de la tierra supone el estatuto de ciudadanía y pertenencia del campesinado. Es el elemento sustantivo, fundamento económico y social de la producción, es espacio múltiple libertario porque nadie restringe ni presiona al campesino cuando trabaja, solamente es la misma Tierra y los alimentos sembrados los que le solicitan cuidado y convivencia en el tiempo-espacio agrícola, para beneficiario. Es base del cultivo, de la recolección, del comercio y de la creación artesanal donde se recrea su ciclo de vida.

El despego de la Tierra no es fácil, porque además los que tienen un fragmento de ella proveniente del desmembramiento hacendario de la región, saben lo que les costó a sus padres la lucha porque los tomaran en cuenta en el reparto agrario y las vidas de compañeros y compañeras en la lucha cuando cuidaban que no se las quitaran una vez que la tomaban.

➤ Pláticame de todas esas historias, por favor. Debo aceptar que no me he preocupado por investigar al respecto. Mi Abuelo debió saber de todo ello pero me asustaba tanto su rigidez que nunca me atreví a preguntarle. Mi Mamá y mis Tíos deben de saber, pero ahora estoy sentado frente a ti conversando.

➤ En esta región los pobladores veían en la hacienda asegurada su manutención. Los hacendados les garantizaban salario, vivienda, crédito, una parcela para cultivar productos de autoconsumo (maíz, chile, frijol). Además les daban alimento y ayuda en caso de enfermedad y/o para las fiestas religiosas. El hacendado esperaba, en cambio, fidelidad y un eficiente desempeño de su labor que se reflejara en las ganancias.

Durante la segunda mitad del siglo XIX, las haciendas de Zavaleta, Santa Cruz y Chiconquiáuatl y los ranchos de San José, el Socorro y la Mesa, representaban la unidad de producción más importante de Tlalmanalco. Abastecían de granos al mercado local y a la Ciudad de México. La concentración en manos de los hacendados del trabajo agrícola y el control de gran cantidad de recursos forestales por parte de las fábricas llevó a los pobladores a organizar su vida en torno al trabajo en ellas. Toda esta relación permaneció hasta 1910.

A finales de 1914, los Zapatistas establecieron un cuartel regional en Amecameca y en Tlalmanalco se estableció el coronel Tomás García. Por considerarse este pueblo como neutral, se ocupó lo que es hoy la presidencia municipal como almacén de viveres. Desde el pueblo de Juchitepec, simpatizante del movimiento, se controlaba la zona, sin embargo Tlalmanalco y sus alrededores rechazaron a los Zapatistas permaneciendo fieles a los hacendados e industriales.

Las haciendas perdieron el control de su territorio y las industrias cerraron temporalmente debido a la Revolución, por todo ello se produjo un considerable movimiento migratorio de una parte de la población. Al finalizar la lucha las haciendas no se pudieron recuperar y en las décadas de los veinte y treinta, los pueblos empezaron a pedir dotación de tierras, amparándose en la constitución de 1917, debido al debilitamiento de la economía comunitaria evitando así su desintegración.

Luego, en los años treinta, la gente se organizó para formar los ejidos y para ello se tomaron las tierras. Iban a la siembra armados con machetes y escopetas. Cuando se formó el ejido hubo luchas internas por cuestiones políticas e intereses caciquiles.

De 1917 a 1936, se acumularon las solicitudes de tierras ejidales. El proceso se prolongó, ya que los pueblos crecían y demandaban más tierra. Así es como se formaron los ejidos.

- Ahora déjame continuar. Actualmente existen 5 ejidos: Tlalmanalco, San Juan, Santo Tomás, San Antonio, San Lorenzo. Las parcelas de los ejidos han sido unidades de siembra para autoconsumo familiar, pero los ejidos en sí, no han sido unidades de producción sino escenarios de gestión política para la obtención de subsidios gubernamentales y de luchas por el poder local, lo cual quiere decir que no ha cambiado mucho la historia desde que se formaron.

Esto me hace pensar que la apropiación campesina de la tierra es parcial y que tanta politiquería impide que el ejido tenga el control sobre el proceso productivo. Por lo tanto no existe *el control campesino* colectivo para asegurar la retención de la mayor parte del excedente generado, es más, impide siquiera que exista un excedente que contribuya a la capitalización del mismo ejido. Más bien, el beneficio del excedente, cuando exista, sería para el campesino en particular.

- Ya vez como no puedes negar tu origen e inserción en el campo. Un individuo "urbánico" no podría razonar lo que me acabas de decir.

Es el interés particular el que motiva a los campesinos a vivir en el pueblo y a trabajar en la tierra a pesar de laborar en otros sitios, fuera de la comunidad o en las industrias que existen en la región, a parte de la papelera.

La relación entre los campesinos y las empresas fue en un principio de tipo servidumbre, en donde la empresa no otorgaba prestaciones ni contrato ni seguridad. Las fábricas adoptaron un sistema de control y disciplina, combinación de paternalismo y rigor, de alguna forma bien aceptado por el campesino debido a la actitud paternalista de los hacendados para con ellos.

La negación a las actividades industriales se daba más bien por un tremendo arraigo a la tierra y en el caso de muchos obreros-campesinos, el apego a la tierra lo mantenían porque era un complemento a la economía familiar. Hubo muchos que regresaban a la tierra pues no soportaban las medidas disciplinarias de las fábricas, la forma de medir el tiempo, que chocaba con su concepción cíclica del mismo, y el trato de los capataces: preferían su libre labor.

Sin embargo la disciplina, los tiempos marcados por la fábrica y los otros factores propios de sus procedimientos se impusieron en los trabajadores hasta determinar un estilo de vida en ellos; haciendo del salario un medio fundamental para subsistir.

Finalmente, debido a la incertidumbre y la poca seguridad laboral, los trabajadores crearon organizaciones, ya fueran mutualidades o sindicatos, retomando la estructura organizativa de la comunidad, con las que buscaban reducir las consecuencias de la explotación y de la inseguridad laboral, pero sin estar en contra del sistema.

- Con esto quieres decir que de alguna forma la herencia inmaterial de la que me hablaste al principio se refleja también en que los campesinos, con otras actividades como principal aportación de dinero, siguen considerando a las labores del campo como un complemento a su economía o algo así como "una lana extra".

- Así es, pero además todo esto asegura la reproducción del grupo campesino, forma de vida involucrando a la familia como mano de obra para las actividades del campo: la siembra, el acanalamiento, el deshierbe, la cosecha. La lógica es que con esto se ahorran el pago de peones y se disminuye la fatiga de cada individuo. A mayor número de hijos antes de que se vayan de la casa (ya sea porque se casan, se van a estudiar, a la ciudad o "al otro lado"; prefieren ser obreros o simplemente pierden interés por la tierra debido al consumismo y la influencia de los medios de comunicación), más rendimiento se obtendrá del área cultivable y por lo tanto mayor será la posibilidad de un excedente del cual se obtenga una ganancia extra, sino, simplemente se cubrirán las necesidades de la familia.

Tienes que tomar en cuenta que el excedente por lo general es de maíz, que es el principal cultivo, y luego trigo; a menos que el terreno se emplee en su totalidad para

puras habas o frijol. Sin embargo existen algunos campesinos que buscando un mejor rendimiento económico de forma segura, siembran algún vegetal que no sea común en la región, pero que sea requerido en el mercado local, ya que por la producción obtenida no podría venderse hacia afuera.

➤ ¿Por qué?

➤ La verdad es que la forma segura de sacar el excedente o si a algún campesino-obrero le da por vender la cosecha, son los maiceros. Estos no pagan el producto al precio justo, pero son los que tienen los medios para transportar el maíz al exterior y el dinero para asegurar el complemento al salario del obrero-campesino y la ganancia del que solamente se dedica a esta actividad. La otra alternativa era la CONASUPO, antes de que desapareciera, pero no era nada práctica debido a que se tenían que hacer muchos trámites, pagar transporte y el precio estaba supeditado a la consideración del encargado de la bodega que determinaba la calidad del maíz y con base en esto le ponía el precio, así es que si le caías mal ya tu maíz estaba devaluado.

Como puedes ver con esto, la existencia de una explotación del campesino por parte del capital, se da en el momento de la compra-venta del producto, a diferencia de la que existe sobre el obrero que se hace sobre su fuerza de trabajo.

➤ Aquí se ve otra desventaja de que los ejidos no más no se organicen, la relación con una entidad gubernamental que se supone debería beneficiar no cuaja, digo no jala. Perdón, quiero decir que no es eficiente. Si nuestros representantes ejidales dejaran a un lado los intereses particulares, entonces podrían pensar en organizar un sistema eficiente para que la cosecha en diferentes parcelas sea recogida y llevada a las bodegas, siendo los gastos absorbidos por la ganancia, así mismo que defendiera el precio del maíz y que no dependiera de la subjetividad de un bodeguero. Pero sueño, cómo lograr la organización de los ejidos...

➤ Existen pocas organizaciones de apoyo al campesino que realmente promuevan y logren la autogestión y eso depende mucho de quien esté al mando (suspiro).

Pero para que te animes, en el 91 el FIRA en Zacatepec les enseñaba a los campesinos como vender sus productos en el mercado de abasto local: desde

decirles que llegaran en la madrugada para ganar lugar hasta las mañanas de los intermediarios.

El FIRA logró que los campesinos pudieran obtener ganancias de sus productos, pero para lograr que ello fuera exitoso tuvo que investigar la estructura organizacional de los campesinos y su relación con el mercado.

Los ejidos en esta región están debidamente legalizados, pero su organización interna no es eficiente debido a la predominancia de intereses particulares, lo que ha provocado que los campesinos se muevan por su cuenta en el momento de vender sus excedentes y cuando tiene alguna necesidad respecto a sus actividades. No existe un sólo esquema organizacional, más bien cada campesino trabaja conforme a su estructura familiar, subordinado al ejido en lo prescindible, como es la ubicación geográfica, el abastecimiento de agua potable o la decisión de unirse a algún programa del Gobierno. No obstante, cualquier plan que tenga que ver con campesinos, tierra agrícola, manejo del bosque y agua del río tiene que darse a conocer al representante ejidal.

No se puede trabajar en apoyo a la comunidad si no se toma en cuenta estos aspectos que la estructuran puesto que cada elemento de la organización no es sinérgico, es decir no funciona como el todo. Estamos hablando de un sistema vertical, de arriba hacia abajo, de comunicación intermitente, en el cual hay que insertarse con los campesinos, primero con la finalidad de promover una inquietud e interés de base por algún proyecto y, casi al mismo tiempo, realizar propuestas formales con atractivos para las autoridades ejidales.

- Vaya, no suponía que sucediera todo esto en mi comunidad, a veces yo pensaba que solamente se trataba de sacar lo que se había invertido de dinero para la siembra y que el valor del producto era independiente de todos los sucesos en el campo.

Ahora me doy cuenta que el laborar la tierra requiere de energía, que está dada por el trabajo del campesino y de las personas relacionadas con él. Necesita, además, tiempo, cuidados para la tierra y las plantas. La inversión requerida en cuestión de dinero esta en función de la disminución de ese trabajo: el emplear peones o el uso de

tractor según la extensión del terreno, por ejemplo, la incrementan. Como gastos semifijos se puede considerar el uso de fertilizantes y de líquidos para matar a las plagas. Los gastos fijos son las herramientas y la renta de una yunta.

Lo primero que debe de cubrir la venta de la cosecha es precisamente todo el esfuerzo y por eso el autoconsumo, si se cubren las necesidades de la familia, esa siembra ya sirvió, luego se trata de obtener dinero para lo que se invirtió y después ya se puede hablar del excedente.

- Pero todo ello no sería posible si no se quisiera a la Tierra, a la Madre que merece de toda nuestra protección. Entiéndase que la materia prima, Mater Primera no es la semilla, es esta Mujer donde se hace vida la planta muerta, vientre fértil, guarimión de los nutrientes: sonrisas del mundo cuando se despliega como alas de mariposa multicolorida surgiendo mil surcos, por eso el planeta se llama Tierra y es de geometría ovular.

Es cada planta que surge en Tierra después del arado alimento de la patria, identidad de ella. Lastima que se perdió la concepción de tu pureza, Tierra, lastima que el campesino es el que te lleva en su bolsillo y que otros son los que juegan tu suerte en malditos volados de valores... ¡Qué mayor valor que el de fomentar el alimento!

Una vez que los pies se desnudan y desnuda la Tierra los acepta; una vez que miras nacer de lo que fue fálica semilla, una planta que te va dar de comer y la crías levantando un surco para que el agua calme su sed pero no la arrastre cuando la esta saciando y cuando le quitas cuerdas de hierbas y animalillos que la pretenden ahorcar; por tus manos callosas que no la dejas, te haces su cómplice y si te pierdes en el mundo, la calma estará en recordar tu terruño .

- Me acabas de recordar mis clases de ecología y me haces pensar que por conservar su medio de vida y la convivencia con él, los campesinos entendían mejor que tenían que cuidar más el espacio donde viven para no echar a perder la Tierra y poder mantenerse con ella, directamente después del reparto agrario o indirectamente como peones. Lo anterior no significa que su actividad dependiera de que fueran ecologistas, simplemente era parte de su concepción y de las observaciones heredadas sobre los

efectos de las agresiones que ellos hicieran sobre el medio ambiente. Alguien me contó una vez que en la Huasteca Hidalguense, en los pozos de agua para tomar existen camarones de río y que si estos se empiezan a morir, saben que el agua se ha contaminado con algo y no la toman.

Actualmente, sin embargo, es más difícil. Los mismos avances de la ciencia y tecnología que han logrado aumentar las cosechas y evitar las plagas no contemplaron que serían dañinos y como las broncas se presentaron después de un tiempo considerable de haber aplicado los fertilizantes y pesticidas, los campesinos los usaban sin ninguna restricción, sin pensar que fuera malo; después de todo nadie lo sabía. La dificultad radica en que se entienda el daño que estos productos generan para que se substituyan por otros no dañinos.

Otro problema es que las industrias indirectamente contaminan la Tierra, el Agua y el Aire. Ya ves, el agua del río después de San Rafael es un mugrero gris. ¿A quién se le cobra este daño? ¿Quién se responsabiliza de descontaminar pensando más allá del dinero que pudiera ganar con esa acción? En estos tiempos ya se ha hecho imprescindible pensar que los proyectos no se deben limitar al aspecto socioeconómico, deben incluir también la relación con el medio ambiente, creo que eso es parte del desarrollo sustentable.

- Hombre, no te has alejado de tu comunidad, solamente era necesario que observaras un poco dentro de ti y te permitieras sentir el espacio donde estas sentado. Yo Mujer te hablo con todo el tiempo que he vivido y con la importancia que en el campo tiene mi acción más allá de ser la paridora y la que cuece y te lleva tus alimentos cuando trabajas en Él. Yo la rebelde que no me conformo con cuidar a mis padres por ser la más chica ni con complacerte en todo; a mi también me pertenecen las sendas para vivir y no solo el pozo. Te hablo desde mi capacidad de organizar y de sonreír sin avergozarme de tus tonterías. Te hablo desde tu trabajo de hombre igual de importante que el mío en la casa y en la comunidad.

Ya está atardeciendo, y se que no me olvidas, como no olvidas el paisaje que estas viendo, el espacio geográfico del que soy parte, visualizado cada vez que no estés aquí. Mientras me sigas nombrando no dejaras de tener en tus venas a un campesino y para que lo sigas haciendo te dejo el reflejo de mi imagen:

4.3. La población de Tlalmanalco

La Población total en Tlalmanalco, según el XI censo de Población y Vivienda de 1990, es de 32984 habitantes de los cuales 16287 son hombres y 16697 mujeres y para 1995, según el conteo rápido del INEGI, la población total ascendió a 38396 habitantes, con 18926 hombres y 19470 mujeres. Para febrero del 2000, el número de habitantes había llegado a 42450, de los cuales, 21785 son mujeres y 20665 hombres.

De cada 100 personas mayores de 12 años: 39 son solteros, 44 casados, 9 unión libre, 3 viudos, 5 separados, y de cada 100 personas mayores de 15 años, 23 no han acabado la primaria y 3 no pueden leer ni escribir.

Entre 1990 y 1995 la densidad de población creció 16%, para llegar a 242 habitantes por kilómetro cuadrado y entre 1970 y 1990 el porcentaje de población no nativa creció de 7.3% a 8.6%⁴⁵.

En el caso del agua, el crecimiento poblacional implica un aumento en el volumen consumido del recurso y socialmente en la demanda del mismo con su respectiva problemática de redes de distribución y el pago correspondiente.

Aunado a la histórica lucha de los habitantes de Tlalmanalco por hacer suyo el recurso agua, existe la problemática de disminución del caudal de los escurrimientos hídricos de la región debida a la falta de mantenimiento de los manantiales; a la tala indiscriminada del bosque; al desperdicio que la gente hace del recurso y a la desviación de corrientes que hizo la papelera para captar agua.

Al aumentar la población y los asentamientos humanos en la región, ha crecido el desperdicio del agua y su contaminación, debido a que la carga de aguas de servicio es mayor. Además la distribución se dificulta más, ya que el volumen de las sistemas que existen para diferentes zonas son de volumen constante, por lo cual al aumentar la población, dichos depósitos se hacen insuficientes para cubrir las necesidades de toda la gente.

Finalmente, cuando aparece un nuevo asentamiento humano (casi siempre de manera irregular) hacen sus tomas de agua de manera clandestina si están cerca de una red de distribución, lo cual genera diferencias con los pobladores más antiguos porque "les están robando su agua".

⁴⁵Universidad Autónoma Metropolitana y H. Ayuntamiento de Tlalmanalco 1997-2000. **Plan de Desarrollo Municipal, Tlalmanalco 1997-2000**

4.4. Indicadores de salud en el Municipio de Tlalmanalco.

El hecho de que el río Tlalmanalco sea empleado como canal de desagüe, significa que el agua que lleva es un foco de infección, puesto que la materia fecal es medio de cultivo ideal para microorganismos patógenos como los que causan la diarrea, la salmonelosis y el cólera. Una primera aproximación para determinar si existe relación entre el agua del río y las enfermedades gastrointestinales de la población, es conocer que enfermedades son atendidas en las unidades médicas del municipio con el fin de determinar la frecuencia con que se presentan, comparando esta información con las inquietudes de los habitantes al respecto.

La información que a continuación se presenta fue proporcionada por personal de la Unidad Médico Familiar del IMSS en San Rafael (UMF 74) y plantea un panorama general de la salud de los Tlalmanalquenses.

Unidad: UMF 74

Zona: Los Reyes

Delegación: Estado de México

Población en Tlalmanalco:

- 32984 habitantes en 1990
- 37184 habitantes en 1998

Adscritos a la unidad: 25400

Usuarios: 24193

Características de la población (fuente: Plan de Desarrollo Municipal, 1994-1996)

Población urbana: 88 %

Población rural: 12 %

Tasa de crecimiento anual: 2.4

Población de 15 años y más con educación primaria, 60 %; secundaria, 30 %; sin instrucción, 5 %; no especificado, 5 %.

La clínica IMSS en San Rafael es la que más derechohabientes atiende: 24193 hasta marzo de 1997, de los cuales 7796 estaban asegurados y ofrece programas de

prevención y control; atención a enfermedades y accidentes; planificación familiar, control de niños sanos y aplicación dentaria de flúor.

Además de la anterior, existe la clínica del DIF en Tlalmanalco (cabecera municipal) la cual ofrece programas de control de la salud como planificación familiar, atención a personas de la tercera edad, desparasitación de niños y promoción de lactancia materna.

Tabla 3. Enfermedades atendidas por la Clínica IMSS en San Rafael (1996)

Enfermedad	%Hombres	%Mujeres	%Total
Enfermedades agudas respiratorias	46.2	38.1	41.5
Infecciones intestinales y parasitarias	14.7	12.6	13.5
Hipertensión arterial	8.8	14.2	11.9
Enfermedades genitourinarias	3.6	14.8	10.0
Enfermedades dentales	6.1	7.1	6.7
Contusiones	6.5	3.5	4.7
Enfermedades de la espalda	5.3	3.7	4.4
Conjuntivitis	2.6	1.9	2.2
Síntomas y estados difíciles de definir	6.2	4.0	4.9
Total	16793	22519	39312

Fuente: Unidad Médico Familiar 74 del IMSS en San Rafael (UMF 74)

En la Tabla 3 se muestra la incidencia de enfermedades en la zona de estudio Tlalmanalco-San Rafael. Al hacer el análisis de esta información se puede notar que las mujeres sufren principalmente de enfermedades respiratorias y genitourinarias, mientras que los hombres coinciden con las mujeres respecto a las enfermedades respiratorias, pero a diferencia de ellas, padecen de infecciones intestinales y parasitarias, como el segundo problema de salud más frecuente.

En la tercera edad los principales padecimientos que se presentan son hipertensión arterial y Diabetes mellitus mientras que en la niñez son, de mayor a menor frecuencia: infecciones respiratorias, parasitosis, desnutrición e infecciones gastrointestinales.⁴⁶

En la tabla 3 se observa que las infecciones intestinales y parasitarias ocupan el segundo lugar en el total de casos. Las deficiencias en cuanto a distribución de agua potable, al manejo de la basura, al manejo de desechos humanos y animales; la falta de control

⁴⁶ *Idem*

sanitario de los vendedores de alimentos; además del uso del río como canal de desagüe a cielo abierto son causas y espacios propicios para la generación de parásitos (helmintos, tenia, oxiuros), bacterias (coliformes, salmonela, cólera) y protozoarios (amiba, giardia) causantes de enfermedades gastrointestinales (tablas 4 y 5)

Tabla 4. Casos de Helmintiasis en el Municipio de Tlalmanalco

Diagnóstico	1995	1996	1997
Anguilomatosis	0	0	0
Ascariasis	30	45	—
Cisticercosis	0	1	0
Estrangiloides	0	0	0
Oxiuriasis	7	0	0
Teniasis	0	0	0
Otras	674	1014	—

Fuente: principales motivos de consulta, servicios de medicina familiar, UMF 74, 1998

Respecto al cólera y tifoidea, la sección de trabajo social de la UMF 74 hace campañas para prevenir su aparición, sin embargo ha habido 5 casos desde 1995 a 1998, de cólera, 11 de tifoidea y ninguno en el último año. La información proporcionada por la UMF-74 no hace alusión a casos de los antedichos padecimientos antes de 1995, pero en una entrevista con Antonia Alvarez (12 de julio de 1998), ella hace mención de su existencia desde 1990:

“Hace como 8 años hubo una epidemia de tifoidea. El Toño (*su hijo*) casi acababa de nacer cuando ya estaba enfermo. Fue cuando lo de esa enfermedad del cólera. En Tlalmanalco hubo tres casos, me parece, pero no aguantaron”.

Antonia Alvarez, habitante de Tlalmanalco

Tabla 5. Número de Casos de Infecciones intestinales en Tlalmanalco (1995, 1996 y 1997)

Diagnóstico	1995	1996	1997
Amibiasis	361	333	700
Abseso hepático amibiano	1	0	1
Colera	1	4	0
Giardiasis	15	10	—
Hepatitis vírica A	3	20	0
Infecciones intestinales	2268	2965	3115
Intoxicación alimenticia bacteriana	5	0	0
Salmonelosis	55	72	—
Shigelosis	2	2	0
Tifoidea	1	10	0

Fuente: principales motivos de consulta, servicios de medicina familiar, UMF 74, 1998

Como actividades preventivas, la Secretaría de Salud ha hecho promoción para que el agua que se consume en las casas sea hervida y la que la papelería distribuye al pueblo de San Rafael es clorada, al igual que la que proviene de las cajas de agua que surten a la población de los ejidos (pertenecientes al sistema municipal de agua potable).

“El agua que sale de la llave nos llega del depósito que está cerca del panteón y le echan cloro, pero a veces huele mucho. Luego también vienen a medir cuánto cloro tiene el agua que nos llega. Yo de todas maneras siempre hiervo el agua, es lo mejor y le quita el olor ese feo”.

Antonia Alvarez, habitante de Tlalmanalco

4.4.1. Salud y agua contaminada del río

Respecto al agua contaminada del río Tlalmanalco ni el personal de la Secretaría de Salud ni el de la UMF 74 hacen campañas sobre los riesgos que esta representa para la población desde San Rafael, donde empieza su contaminación por desechos fecales y aguas de servicios provenientes de las casas; defecaciones de perros, vacas, borregos y caballos arrastradas por las lluvias al cauce del río, y aguas residuales de las cartoneras, de la papelería San Rafael y de la fábrica de terciopelo La Martine que lo usan como drenaje.

A pesar de que el 91.3 % de las viviendas cuentan con drenaje, la red municipal descarga finalmente en el cauce del río, al igual que las industrias de la zona. Por ejemplo, la unidad habitacional del INFONAVIT, en Tlalmanalco, se ha conectado al sistema de drenaje de la fábrica de terciopelo La Martine, cuyas descargas las hace directamente al río.

Aunque el director de la UMF 74 (1998), Dr. Celso Arturo Aguilar Velázquez, asegura que el río no contribuye a la generación de enfermedades diarreicas, parasitosis, dermatitis e incluso conjuntivitis, la percepción de la gente es diferente. Una vecina de la colonia "La Rosa", en Tlalmanalco, atribuye a la contaminación de los desagües que van al río, molestias e irritación en los ojos. Directamente no es la causa pero si por algún motivo sus manos tuvieron contacto con el agua del río o algo que esta hubiera mojado y se frotó los ojos sin lavarse las manos, seguramente se los infectó. Al preguntarle a otro habitante de la misma colonia acerca de las enfermedades causadas por el agua contaminada del río, respondió lo siguiente:

"Los que vivimos con el río atrás de la casa ya formamos resistencia, ya nos acostumbramos, aunque no dejamos que los niños tengan contacto con esa agua porque si hace daño.

Una vez llegó una familia nueva y se empezaron a enfermar de la piel y del estómago y hasta de los ojos. Fueron con el doctor y les preguntó si vivían cerca del río porque esas enfermedades les daban a las personas que no estaban acostumbradas a vivir cerca del río. Acabaron cambiándose de casa".

Don Salomón, vecino de la colonia "La Rosa"
en Tlalmanalco

En la colonia "La Rosa" de Tlalmanalco han solicitado al municipio, de manera más o menos organizada, que entube el río, a lo que han tenido una respuesta negativa. La explicación que se les da es que se necesitaría un tubo de un gran diámetro debido a los ensolvamientos por tanta basura que se arroja en su cauce desde San Rafael y a la tierra que arrastra en época de lluvias. Además, según las mismas autoridades del

Ayuntamiento, eso corresponde a la CNA. Los vecinos de la colonia no están conformes con esa respuesta y siguen solicitándolo, aunque sin muchas esperanzas.

La problemática gastrointestinal y diarreica en los niños se acentúa debido a que juegan cerca de la corriente del agua del río donde se descargan las aguas de servicios e incluso en algunas ocasiones se meten a ella, luego con las manos sucias suelen consumir alimentos "chatarra" que compran en las lonjas mercantiles o misceláneas.

Otro problema con relación al agua del río que contribuye a la transmisión de las enfermedades diarreicas y parasitosis es que los perros que acompañan a los campesinos o de los habitantes que viven cerca del río, se ha observado que retozan y juegan en este, tomando agua; convirtiéndose así en portadores-transmisores de parásitos: al tener contacto con sus dueños y al defecar, al aire libre, cerca de sus casas se produce la transmisión de los organismos parasitarios.

En el caso de los campesinos que riegan con agua del río, a veces meten las manos en el agua y no usan guantes ni ningún otro tipo de protección, lo cual es un riesgo para su salud si no lavan sus manos para comer o si se las llevan accidentalmente a la boca o a los ojos y si no se bañan después de la labor.

4.5. Indicadores Económicos: Población Económicamente Activa y actividades económicas

La Población Económicamente Activa (PEA) es de 24070 habitantes y la totalmente ocupada de 9,100 habitantes, que corresponde al 37.81% de la PEA y al 27.59% de la población total, según el censo de 1990.

Las ocupaciones se presentan en las siguientes proporciones según el tipo de sector: 10% agricultura, 45% sector industrial y 45% servicios. La pérdida de dinamismo del sector agropecuario y su cercanía con la ciudad de México han hecho que cada vez haya menos gente trabajando en la agricultura (de 26% en 1960 a 10% en 1990) y cada vez más ingrese al sector industrial (de 1% en 1960 a 45% en 1990). Esto genera una doble jornada dado que el producto del trabajo del campo generalmente es para autoconsumo, y los habitantes de vocación campesina y dueños de tierra no dejan de laborar en la

agricultura, con el fin de asegurar parte de su comida, pero además si buscan un salario fijo trabajando en alguna industria o comercio que no dependa de las condiciones variables del clima y/o del mercado.

La relación de tipos de empresas en el Municipio de Tlalmanalco se muestra en la tabla 6, donde se observa que las industrias crecieron en un 35.6% de 1985 a 1988, pero de este último año al de 1993 fue su incremento realmente pequeño (4.2%).

Los servicios disminuyeron de 1985 a 1993 en un 54.5% a favor de un aumento de los comercios que crecieron, en el mismo periodo, prácticamente en un 88%.

Tabla 6. Empresas por rama de actividad en el municipio de Tlalmanalco

Empresas por rama de actividad	1985	1988	1993
Industriales	29	45	47
Comerciales	45	190	374
Servicios	145	79	66
Total	233	314	487

Fuente: Plan de Desarrollo Municipal, Tlalmanalco 1997-2000

Cuatro de cada diez trabajadores están laborando en el sector manufacturero. Casi la mitad se han empleado en las fábricas de papel, textiles y prendas; el resto en pequeños talleres locales, muchos de los cuales sufren condiciones laborales irregulares.

Son cinco los giros donde se encuentran el 63% de los establecimientos principales: molienda de nixtamal y elaboración de tortillas; producción de textiles; confección de prendas; manufactura de productos de papel e industria automotriz. Los establecimientos comerciales para abasto popular en 1992 fueron: 6 tiendas CONASUPO, 2 tianguis, 2 mercados públicos, 2 lecherías sociales, 26 molinos y 14 tortillerías.

4.5.1. Vías de comunicación

Al 31 de diciembre de 1999, el municipio cuenta con 12 km de carreteras primarias, 5 km de carreteras secundarias y el número de vehículos registrados es de 2101:1609 autos, 475 camiones, 17 ómnibus. La principal comunicación entre Tlalmanalco y el exterior es la

carretera federal México –Cuautla, considerada como una de las más peligrosas del país debido al gran número de accidentes que ahí ocurren.

4.6. Vivienda

En 1995, el número total de viviendas era de 8383 de las cuales 8379 son particulares y 4 colectivas.

Según información del Plan de Desarrollo Municipal, 1994-1996, el número de viviendas de hasta tres ocupantes por dormitorio, era el 70% y de cuatro ocupantes o más, el 30%. Respecto al material predominante en el piso, 8% del total de viviendas lo tiene de tierra y 92 % de otros materiales.

4.6.1. Servicio eléctrico

Para 1995, el 99% de las viviendas contaba con energía eléctrica y el alumbrado público -responsabilidad del Ayuntamiento – cubre el 90% del territorio municipal.

4.6.2. Disponibilidad de agua

Hasta noviembre de 1995, el 99.9 % de las viviendas tenía acceso al servicio de agua potable.

Del total de viviendas, el 93.9 % cuentan con agua entubada, de las cuales 4524 tienen el agua dentro de sus instalaciones; 3270 tienen la tubería fuera de la vivienda, pero dentro de su terreno y 80 tienen acceso al agua entubada por medio de una llave pública. Del restante 6.0 %, no disponen de agua entubada 499 viviendas y de 6 no está especificada su situación al respecto.

4.6.3. Drenaje

Según datos reportados en noviembre de 1995, el 91.3% de las viviendas contaban con drenaje, el 8.6 % no tenían drenaje y el 0.1% restante no está especificado.

De las viviendas que cuentan con drenaje, 6151 están conectadas a la red pública municipal, 283 cuentan con fosa séptica, 655 desaguan al río y 565 lo hacen en alguna barranca o en alguna grieta.

4.7. Usos de la Tierra

La superficie total del municipio es de **15786 hectáreas**, de las cuales, tan sólo el 19% (3016 hectáreas) se ocupan en la agricultura y se encuentran en la parte baja de Tlalmanalco, la parte correspondiente a la falda de la Volcana, entre las cotas 2500 y 3500 metros sobre el nivel del mar, es donde se ubica la tierra con bosque de 89% pino.

En la tabla 7 se muestran los usos de suelo en Tlalmanalco y el porcentaje correspondiente de la superficie total para cada uso

Tabla 7. Usos del suelo de Tlalmanalco

OCUPACIÓN	PORCENTAJE
Bosque	65
Terrenos de cultivo	19
Tierras erosionadas	7
Suelo urbano	4
Animales	3
Otros	2

Fuente: Plan de Desarrollo Municipal Tlalmanalco 1997-2000

Respecto a los recursos forestales, a pesar de su amplia superficie, el aprovechamiento planificado ha sido mínimo y se ha limitado al corte de árboles para su venta en trozo, además, la tala clandestina sin control y el uso ineficiente de los recursos forestales son los principales promotores de las tierras erosionadas.

Por los datos mostrados en la tabla 7, se puede deducir que el pastoreo es poco, y poca la contribución de esta actividad a la erosión por compactación de suelo que circula por debajo de los pasos de las escasas cabezas de ganado bovino que existen en la región. Es la actividad ganadera en Tlalmanalco de traspatio y autoconsumo, y son gallinas y conejos las especies principales que se crían (1.07% y 1.35% de la producción estatal respectivamente).

4.7.1. Indicadores agrícolas

El municipio de Tlalmanalco cuenta con 3016 hectáreas de vocación agrícola, de las cuales el 99.7% son de temporal (3007 hectáreas) lo que significa la existencia de un periodo de siembra-cosecha al año (periodo primavera-verano).

El producto de la cosecha se destina principalmente para autoconsumo. En el caso de tener excedentes, las opciones de comercialización, en especial del maíz, que es el principal producto agrícola del municipio, son las siguientes:

1. *Mercado local.* Venta en alguno de los mercados públicos, molinos, tortillerías o a miembros de la comunidad que lo soliciten. El costo de la carga⁴⁷ de maíz es de 300 pesos.
2. *Maiceros.* Personas que no son de la localidad que compran la producción al precio que les convenga y no al que realmente corresponde. Estos fungen como intermediarios que aseguran de alguna forma la venta del producto y llegan a comprar el maíz a 200 pesos la carga cuando la gente tiene mucha necesidad de venderlo, ya sea porque necesita dinero o porque se le empieza a 'engorgojar'.
3. *CONASUPO.* Antes de que desapareciera, los campesinos vendían su maíz a esta organización, aunque no la consideraban como una vía adecuada de comercialización, debido a que eran muchos los trámites que había que hacer para concretar la venta; aunado al gasto de transporte que el productor tenía que cubrir para llevar el maíz a la bodega. Además el pago del grano era con base en la calidad del mismo, determinada por los técnicos de la bodega donde se recibía y no al respecto del precio de garantía.
4. *Vecinos y Transeúntes.* Gente que solicita el maíz más bien por completar la comida del diario o para cubrir algún "antojo".

Por todo lo expuesto respecto a CONASUPO, los trabajadores del campo preferían acudir a un maicero para vender su maíz, quien les aseguraba por un lado una ganancia, aunque fuera pequeña y por el otro, que el excedente no se desperdiciara, puesto que como era lo que sobraba después de cubrir las necesidades de la familia (incluyendo el alimento de las gallinas), ya no serviría más que para ocupar espacio en el hogar.

⁴⁷ Una carga = 100 cuartillos = 150 kg

Del total de tierras con vocación agrícola, 99.45%, es decir 2999.34 hectáreas, son las que realmente están habilitadas para la siembra. De estas tierras, 77% se dedican a maíz, 14% a trigo y 9% a otros cultivos como cebada, frijol, haba (SEDAGRO, 1995), alfalfa y frutales como durazno, manzana, pera y nogal de Castilla.

El cultivo del haba se hace dedicando una fracción del terreno donde se siembra el maíz, raras veces se ocupa el total de hectáreas del terreno para este producto, sin embargo algunos campesinos lo hacen y otros, más atrevidos, siembran algunos vegetales no tradicionales, como el tomate verde o flores, con el fin exclusivo de vender la cosecha y obtener una ganancia extra.

Tan sólo 893 habitantes, es decir el 10% de la población total ocupada [Censo 1990], se dedican de lleno a la agricultura, sin embargo no son los únicos que tienen tierras. Existen personas empleadas en industrias o comercios que no pierden su vocación campesina, debido a que existe un arraigo y apego a la tierra y a que el producto de ésta es un apoyo a la economía familiar.

A pesar de todo, la cosecha de 1995 fue de 50,000 toneladas de maíz, (10,000 toneladas de maíz forrajero) lo cual significa un rendimiento de 5 ton/hec y que corresponden al 0.7% de la producción a nivel nacional en el periodo primavera-verano. Respecto a trigo, la cosecha fue de 10,000 toneladas de trigo (27 ton/hec), que corresponden al 3.4% de la producción nacional en el mismo periodo.

Para aumentar la producción y productividad, se requiere brindar apoyo para fomentar la organización de los productores con la finalidad de promover la construcción de infraestructura de riego y el apoyo de asistencia técnica; así mismo se tendría mayor capacidad de gestión para acceder a créditos.

El uso del agua del río permite aumentar las tierras con aptitud de riego, logrando con ello asegurar la siembra-cosecha anual aunque hubiera sequías, como en el año de 1998, que atrasan el periodo de siembra e incluso, desmotivan a algunos campesinos para sembrar, como sucedió en ese año.

Por otro lado, existen campesinos que han empleado el agua del río en el riego de sus terrenos para sembrar durante uno o varios años, hay quien lo realiza como una práctica común cada año. De veinticinco campesinos entrevistados al respecto, cinco contestaron afirmativamente y agregaron que esta práctica la realizan para humedecer el terreno, lo que les permite comenzar a sembrar después que los demás obteniendo el mismo rendimiento y les permite no depender de la lluvia una vez que el terreno se ha preparado para la siembra.

"Riego con agua del río durante dos semanas y media más o menos para humedecer la tierra. Hay que estar vigilando: limpiando las rejillas; distribuyendo el agua para que el riego sea uniforme; quitar la basura; evitar inundaciones. Esta actividad se lleva todo el día pero queda mejor que con el agua de la lluvia".

Don Gregorio Lozada, campesino

4.7.2. El estado actual de los ejidos

De las 15,786 hectáreas que comprende el municipio, 12,225 hectáreas (77%) están distribuidas en 5 ejidos: Tlalmanalco, San Juan, Santo Tomás, San Antonio, San Lorenzo. Las parcelas de los ejidos han sido unidades de siembra para autoconsumo familiar, pero los ejidos en sí, no han sido unidades de producción sino escenarios de gestión política para la obtención de subsidios gubernamentales y de luchas por el poder.

Al mismo tiempo los ejidatarios están bajo la presión del programa PROCEDE (1992), creado a raíz de las modificaciones hechas al Artículo 27 de la Constitución y pretende que cada ejido acepte entrar a un proceso de "regularización", a través del cual cada ejidatario recibe el título para su parcela, permitiendo, con la aprobación de la Asamblea Ejidal, vender, rentar o hipotecar su Tierra⁴⁸. Ha habido resistencia a este programa por parte de los ejidos de Tlalmanalco y San Lorenzo; San Juan se niega a aceptarlo mientras en San Antonio están en proceso de escrituración y Santo Tomas ya esta dentro de el programa.

⁴⁸ Universidad Autónoma Metropolitana y H. Ayuntamiento de Tlalmanalco 1997-2000. Plan de Desarrollo Municipal, Tlalmanalco 1997-2000

4.7.3. Descripción de los ejidos

En esta sección se apuntan las principales características de los ejidos del Municipio de Tlalmanalco. La información fue extraída del texto del Plan de Desarrollo Municipal, Tlalmanalco 1997-2000 desarrollado por el Ayuntamiento de Tlalmanalco junto con los representantes del Programa de Desarrollo UAM-Comunidad y los Coordinadores Ciudadanos.

4.7.3.1. Ejido de Tlalmanalco

Extensión total: Aproximadamente 9200 hectáreas

Bosque: 7000 hectáreas

Dotación para siembra: 196 hectáreas

Terrenos desmontados: 200 hectáreas (terrenos abiertos al cultivo adicionales a la dotación original)

Número de ejidatarios: 98

Número de no ejidatarios: Aproximadamente 100 personas cultivando tierras de desmonte

Cultivos: Maíz y trigo

PROCAMPO: 450 pesos por hectárea

PROCEDE: No ha sido aceptado

Venta de terrenos: desde los cambios al Artículo 27 de la Constitución, se han vendido unos 25 terrenos (que representan un 25% del total de terrenos).

4.7.3.2. Ejido de Santo Tomás Atzingo

Extensión total: 410 hectáreas

Bosque: 375 hectáreas

Dotación para siembra: 35 hectáreas

Terrenos sin cultivar: 17 hectáreas

Cultivos: Maíz para autoconsumo

Manejo del Bosque: Consiguen permisos para la tala, la cual venden en trozos. Las ganancias se reparten entre los ejidatarios

PROCAMPO: No se recibe este apoyo

PROCEDE: Los ejidatarios entraron al programa y ya tiene los certificados parcelarios que les permiten vender

4.7.3.3. Ejido de San Lorenzo Tlalmimilolpan

Extensión total: 120 hectáreas

Bosque: 0 hectáreas

Dotación para siembra: 120 hectáreas

Terrenos desmontados: 0 hectáreas

Terreno sin cultivar: 2 hectáreas

Cultivos: Maíz para autoconsumo y venta, trigo, frijol, haba, amaranto

PROCAMPO: 450 pesos por hectárea

PROCEDE: No ha sido aceptado

Venta de terrenos: Lo han evitado a pesar de colindar con el corredor urbano Chalco-Miraflores

4.7.3.4. Ejido de San Antonio Tlaltecahuacan

Extensión total: 300 hectáreas

Bosque: 200 hectáreas

Dotación para siembra: 70 hectáreas

Terrenos desmontados: 4 hectáreas

Terreno sin cultivar: 0 hectáreas

Cultivos: Maíz

PROCAMPO: 480 pesos por hectárea

PROCEDE: Hay mucho interés en entrar porque la gente quiere vender sus parcelas.

Venta de terrenos: No hay venta todavía

4.7.3.5. Ejido de San Juan Atzacualoya

Bosque: 20 hectáreas, llamadas "El Encinal" que colindan con el Bosque Escuela

Cultivos: Maíz para autoconsumo, haba, forrajes (avena y alfalfa)

PROCEDE: No ha sido aceptado

4.7.4. El agua y los pobladores de los ejidos

En general, en los ejidos de San Juan, Tlalmanalco, San Antonio y Santo Tomás, los más viejos, los que intervinieron en la lucha por el agua, son los que han defendido los beneficios obtenidos: tener agua potable y una red que la distribuya; gratuidad en el servicio y en el mantenimiento y ampliación de la red, y la conciencia en la gente respecto al buen manejo del agua potable. Los más jóvenes, en cambio, están dispuestos a pagar una cuota y nada más, a excepción del ejido de San Lorenzo donde son los jóvenes-adultos los que están interesados en la problemática del agua y se hacen cargo del comité local del agua potable trabajando con faenas, en combinación con la Administración Municipal, lo relacionado al manejo del recurso agua.

4.7.5. Realidad cotidiana de la actividad agrícola en el Municipio de Tlalmanalco.

La mecánica y la racionalidad que siguen los campesinos para poder desempeñar su labor, en general no es reportada por las estadísticas, números fríos, carentes de la interiorización en cada comunidad donde se recogen. ¿Cómo es que sobreviven los 2400 agricultores (10% de la PEA) de Tlalmanalco que laboran en las 2999 hectáreas habilitadas para sembrar? ¿Cómo es posible que vivan/sobrevivan percibiendo como máximo 1 salario mínimo según los datos oficiales? ¿Quiénes y cómo luchan para conservar el trabajo por el campo y ser fracción anónima en el combate que se da en contra del crecimiento urbano del DF?

La siguiente información esta basada en las respuestas y comentarios, respecto a las actividades agrícolas y sus costos, que los campesinos dieron durante las entrevistas informales "de la calle" y a las preguntas del cuestionario presentado en la sección 2.6. Los resultados se muestran en la tabla 8 y el resto de esta sección corresponde a interpretación de los mismos.

Tabla 8. Respuestas y comentarios de 25 Campesinos Tlaimanaltiquenses respecto a las actividades agrícolas y sus costos

N°	Nombre	Domicilio	Tiempo	Tiempo (hect)	Tiempo propio/renta	Costo renta	Costo implementos
1	Gregorio Lozada	El San Juan	Campesino/empleado municipal	1.5	propio		
2	Papa Adriana y Omar	Cd. Visabolla, Tlaimanaco	Empleado Cuidador de terreno/ama de casa	1.5	renta quita terreno		
3	Antonio Alvarez (La Morena)	Cd. Visabolla, Tlaimanaco	Oscar, Campesino/estudiante agronomía		propio		
4	Familia de Oscar Tenorio Papa, Meliton Tenorio Mamá, Guadalupe Pineda	Col. Emiliano Zapata, Sto. Tomas	Papa, Campesino/peluquero Mamá, Ama de casa	1.5	propio		yuma: 120\$/día \$340/3 días de trabajo
5	Santos Sánchez	Pueblo Nuevo, San Juan	Campesino/Escritor textil	1.5	propio	renta también por Zavalta	paga renta tractor del ejido intercambio arena, arado
6	Tío de Oscar Tenorio	Sto. Tomas	Campesino/escritor de pasta pastor	1.5	propio		
7	Oswaldo (hijo de Oscar T.)	Chalco	Maestro en Chalco/Campesino ocasional	1.5	propio		
8	Laura	San Lorenzo	Ama de casa (esposa de campesino)	no dijo	propio		
9	José Aparicio García	Rancho Tlacnchil	Campesino	1.5	renta	\$500/1.5 hect (\$333/hectares)	
10	Tomasa QuiñanDavid Isías	La Presa, San Lorenzo	ella: ama de casa él: trabaja en una cafetera	0.5	propio		
11	Ángel Ruiz Mendoza	Pueblo de Tlaimanaco	Campesino	3.0	propio		
12	Derrazo Isran	San Lorenzo	Campesino	0.6	propio		
13	José Martínez, Galicia	Barrío de San Pedro, Tlaimanaco	Campesino/venta de carbón	1.0	propio		
14	Sebastián González	Zavalta, San Juan	Campesino/ubolado de la papetera	2.0	propio		
15	xxxxxxxxxxxx	Pueblo Nuevo, San Juan	Campesino/ubolado de la papetera	1.0	propio	dica que renta queso de \$800 a \$700/hect	renta tractor y otros
16	Yolanda Garriga	San Juan	Ama de casa/desarrollo comunitario	2.0	propio		
17	Juana Melina Ortega y esposo	Pueblo Nuevo, San Juan		1.5	propio		
18	Alberto Alfaro Rodríguez	Pueblo de Tlaimanaco	campesino	2.0	propio		
19	Marciano Martínez Vazquez	Col. Visabolla, Tlaimanaco	Campesino/venta de pulque	1.5	propio	dica que \$300 ó \$400/hect	renta tractor
20	Don Ambrasio Vargas	San Juan	Campesino	1.5	propio		
21	Galindo Peña Valverde	Tlaimanaco	Campesino	1.0	propio		
22	David Mendoza (como 28 años)	Municipio de Tlaimanaco	Familia Campesina	4.0	renta	\$500 a \$800/hectares	
23	Wido Valencia		campesino	1.0	renta		
24	Domingo Beltrán	San Juan	campesino/escritor (fabr. Muebles)	1.5	propio		
25	Alfredo Quiñero González	San Juan	campesino/mulero Obrero en Chalco, gana \$4/día	1.0 (dearmon)	propio		

Tabla 8. (continuación)

N	Productos	Uso productores	Costo Productos	A quien vende	Riega con agua del río?	Usaría Agua del río?
1	maíz	venta, autoconsumo		CONASUPO (cuando existe), mercado local, Malceros.	si, típicamente	si, si
2	haba	autoconsumo		mercado local	si, mucho	si, si
3	haba	autoconsumo		mercado local	si, mucho	si, si
4	Chilicayos	Autoconsumo		CONASUPO (cuando existe), mercado local	si, mucho	si, si
	Maíz	Autoconsumo, venta, forraje		mercado local	si, mucho	si, si
	Para	Autoconsumo (intercambio familiar		mercado local	si, mucho	si, si
	Ciudela	Autoconsumo (intercambio familiar		mercado local	si, mucho	si, si
	Alfalfa	forraje		mercado local	si, mucho	si, si
	haba	autoconsumo/venta		vecinos	si, mucho	si, si
	fiol	autoconsumo		mercado local/malceros	si, mucho	si, si
5	Maíz	Forraje, autoconsumo, venta	\$3000 \$50kg (carpa)	mercado local	si, mucho	si, si
	alfalfa	forraje para sus animales, venta		mercado local	si, mucho	si, si
	avena	forraje para sus animales		mercado local	si, mucho	si, si
	ebol	forraje para sus animales		mercado local	si, mucho	si, si
6	maíz	autoconsumo		mercado local	si, mucho	si, si
	frutales	autoconsumo/intercambio familiar/venta		transquiliza, ambulancias	si, mucho	si, si
7	maíz	autoconsumo		mercado local	si, mucho	si, si
	haba	autoconsumo		mercado local	si, mucho	si, si
8	maíz	4/2		mercado local	si, mucho	si, si
9	maíz	autoconsumo		mercado local	si, mucho	si, si
10	maíz	autoconsumo		mercado local	si, mucho	si, si
11	maíz	autoconsumo		mercado local	si, mucho	si, si
12	maíz	autoconsumo/venta	\$3000 \$50kg	mercado local	si, mucho	si, si
13	maíz	autoconsumo/venta	\$2000 (carpa por urgencia)	mercado local	si, mucho	si, si
14	maíz	autoconsumo/venta		mercado local	si, mucho	si, si
15	Maíz	Autoconsumo/forraje/venta		mercado local/vecinos	si, mucho	si, si
16	maíz	autoconsumo		mercado local	si, mucho	si, si
17	haba	autoconsumo		mercado local	si, mucho	si, si
18	ebol	forraje		mercado local	si, mucho	si, si
19	avena	forraje		mercado local	si, mucho	si, si
20	maíz	Autoconsumo/forraje		mercado local	si, mucho	si, si
21	maíz	autoconsumo		mercado local	si, mucho	si, si
22	maíz	autoconsumo		mercado local	si, mucho	si, si
	avena	forraje		mercado local	si, mucho	si, si
	alfalfa	forraje		mercado local	si, mucho	si, si
23	maíz	autoconsumo/forraje		mercado local	si, mucho	si, si
24	maíz	autoconsumo/forraje		mercado local	si, mucho	si, si
25	maíz	autoconsumo/forraje		mercado local	si, mucho	si, si
26	maíz (for)	autoconsumo/forraje		mercado local	si, mucho	si, si
	cebapacholli	venta Y 2 de noviembre venta Y 2 de noviembre	\$10 (manejo (diam. = 20 cm))	mercado local	si, mucho	si, si

Tabla 8. Continuación

N	Peonaflejo	Trabajan familiares	Ganado	Conoce proyecto UAM	Uso plaguicidas	Uso herbicidas	Abono	Otros
1	si	hijo pequeño		¿?				Otros
2		familia			si			Dice que la coqueita es mejor y más
3		huerco trasgado		no				Riega para preparar la tierra
4		familia	vaca, vacas, pollos	no				Cuida terreno de 1.5 hect del Sr. Oscar (coladarito)
			puercos trasgado	no				Vende leche
5	si es pedón también se pagasecapa parte del producto	niños como juego	caballo vacas, burro	no				Este es cuecilla de refecación ajidal
6	no	no	galinas vacas	no				
7	no	primo (no Oscar)	Borregos	no				Vende leche
8	si es pedón			no				Redes de apoyo
9								Vende leche
10								Redes de apoyo
11								La gusta la tierra
12								La gusta la tierra
13								Vende leche
14	no	no	vaca	no				Vacas como ahorro
15	2 hermanos les paga con forraje de maíz	no	vaca	si	poco	poco	natural un poco de quincho	El maíz es poco amarillo
16		no		si			natural un poco de quincho	Haba es dio mejor
17								Se moestr descomodada al contrastar
18								dice que los que riegan con agua del río tiene mejores coqueitas
19								saca 1/2 carga de maíz (1 carga = 150kg)
20		hijo	puercos trasgado galinas guajolotas	no				los que riegan con agua del río se para arriba el agua del río amarillos la milpa
21	si	papa hermanos	caballos (2)	no				vendió maíz porque se estaba temporizando
22								Esta de acuerdo con PROCEDE. Dice que es de \$107.00 el mes. La gusta sembrar Del Grupo Ixcchel
23								el cobo de la renta es de terrenos lejos del pueblo
24								Don Jacobo le avisaba gente para entrarlestarlo
25								Dice que el agua del río serviría para ahññññ y forraje
26	no	no	borregos	no				compran alimento para aves
27								Desconfiando "no se desconfía de la gente sino del tiempo (que vivimos)"
28	no	no						Problea al permiso de Don Gregorio y al juego del de Don Santos
29	no	no						vaca como 3 ahñññ la gente regaba con agua de río
30	no	no						la gente que regaba con agua del río, hacia corro
31	no	no						3 años, obtenía mazorcas
32	no	no						Cada vez menos quieren ser peones

Los campesinos Tlalmanalquenses en su oficio no se dedican exclusivamente a la siembra de la tierra, tienen actividades paralelas que les reportan ingresos, otros oficios: músicos, peluquería o trabajan empleados como obreros en industrias de diversos giros. Los hay, tal vez pocos, que son maestros adultos-jóvenes y que siembran para consumir algo de vegetales frescos, un lujo en esta época de comida chatarra. Los más grandes son jubilados de la papelera o alguna otra empresa y por ello cuando transmitieron los conocimientos del campo a sus hijos, les enseñaron la dualidad de trabajos para darle vigencia a la siembra.

Existen quienes venden carbón, pulque, leche o que se dedican más a sembrar avena, alfalfa o maíz forrajero, porque lo emplean para alimentar a sus animales, caballos y burros que les sirven para carga y transporte; vacas y borregos que si se reproducen les deja el dinero de la venta de los críos o más tarde la venta de la carne, del semental, de la leche o del animal mismo, es como un ahorro 'en especie'. Los puercos son para el mercado entre los vecinos, sea lechón o la carne del adulto. Las gallinas y guajolotes les sirven para consumirlos en sus fiestas, para alimento y ocasionalmente los comercian.

La tierra se fragmenta y corresponde a cada campesino registrado en el ejido al que pertenecen, la superficie que les toca es de 1 a 2 hectáreas, que aun antes del PROCEDE y por sobre el PROCEDE han rentado: de 300 a 400 pesos la hectárea por periodo de siembra, cuando el terreno se encuentra lejos de alguno de los pueblos y de 500 a 800 pesos, cuando esta cerca del pueblo. Unos así logran tener tierras de cultivo y otros expandir las propias beneficiándose el campesino concesionario de la tierra.

No solamente se renta la tierra, se rentan los implementos de labor, los que tienen tractor lo rentan, aunque pertenezca al ejido y el ejido sea el dueño colectivo, se renta incluso la yunta a 120 pesos por día. También se da el intercambio de instrumentos de labor entre conocidos y familiares para poder realizar la siembra y cosecha.

Hay ocasiones en que un campesino compra a otro lo que se ha sembrado pero sin cosechar, se lo compra en el terreno, se hace el trato de tal suerte que el comprador tiene que ir a cosechar el producto una vez que esté listo. Este tipo de acciones reduce el gasto que tiene que hacer el comprador, porque no tiene que pagar el valor agregado que se genera si el dueño del terreno cosechara el producto, le evita pagar renta de tierra o, en

caso de que no tuviera terreno para sembrar, le asegura el producto. Esto resulta ser muy práctico cuando no tiene dinero para sembrar. Este tipo de trato es muy conveniente cuando alguien necesita alimento para su ganado, puesto que es así más barato el forraje que si lo comprará en el mercado.

Aunque cada vez más son menos las personas que se emplean como peones, debido al aumento en el uso de tractores, los que prestan sus servicios así cobran entre 30 y 50 pesos por día más la comida (1998-1999). A veces también se llega a arreglos en los cuales se trabaja en la preparación del terreno y en la siembra y con el producto de la cosecha se les paga en especie, por ejemplo las hojas y tallos de la planta del maíz que se emplea como forraje. Los acuerdos entre familiares o amigos para ayudarse al trabajo del campo, también existen y son gratificados por lo general con algún subproducto, como forraje en el caso del maíz. No necesariamente un peón es el sin tierra, también los que tienen tierra propia son contratados como peones, en especial cuando dominan alguna técnica para preparar el terreno o para sembrar: como si fueran un campesino calificado.

Y a pesar de todo existen los jóvenes que se interesan por continuar el trabajo en el campo, otros buscan asegurar su sustento y para ello estudian o se van a trabajar a fábricas de obreros, con apoyo o no de sus papás campesinos, ayudándoles poco en las faenas, siendo los niños y niñas los/las que más van al campo.

4.8. De la vida misteriosa y mágica (rituales y leyendas)

A través del imaginario colectivo que se encuentra en los rituales y leyendas de una comunidad, se manifiesta de forma metafórica el arraigo al espacio geográfico, pero también algunos lineamientos, soportados por los usos y costumbres, sobre las relaciones entre los miembros que la conforman y de ellos con otras comunidades y con los recursos naturales de la región. Además son parte de los elementos que le dan identidad y le hacen ser un grupo diferente a otros, que va construyendo su historia en función de sus propios requerimientos. A continuación se describen rituales y leyendas que en Tlalmanalco relacionan el agua y la tierra con las actividades agrícolas, las cuales han contribuido a que los campesinos hayan podido seguir apegados a su actividad aún por sobre el proceso de urbanización que amenaza al municipio.

4.8.1. En relación con el agua

4.8.1.1. *Graniceros*

Los graniceros guardan un gran respeto por los elementos, se van a una cueva en la Volcana Iztaccihuatl y hacen un ritual para que la lluvia llegue o para controlar el clima relacionado con las lluvias. Estas son tradiciones guardadas en círculos cerrados. Sus territorios corresponden a regiones naturales (las minicuevas).

4.8.1.2. *Peregrinación para pedir agua. Ejido de San Lorenzo*

Se hace una peregrinación anual de San Lorenzo para pedir el agua, y existen rituales religiosos ligados al agua, granizo, las tormentas y la agricultura.

Para la siembra, porque ahora se va agudizando cada vez más el retraso del temporal de lluvias, se hace la peregrinación de un Santo, el del pueblo de San Lorenzo: el Cristo de Tlalmilolpan, lo llevan a la Parroquia de Tlalmanalco, le hacen su novenario, y después se regresa con todo el pueblo a su parroquia para pedirle que los favorezca con la lluvia de temporal y por coincidencia o por lo que quiera, de repente pues ya nos cae la lluviesita. Pues con eso la gente se entusiasma y dice "gracias a Dios ya empezó el temporal".

Testimonio de Rebeca López

4.8.1.3. *Manejo de las tormentas. Ejido de San Lorenzo*

"Bueno, se habla de que se hacía un ritual para alejar las tormentas, rezaban si se venía la tempestad, veían la identificación de la nube... (si querían desviar las tormentas) echaban unos cohetes y ya no caía donde echaban los cohetes, por coincidencia o por naturaleza misma o sabrá pero así lo platicaban. Pero eso también se ha ido perdiendo".

Testimonio de Rebeca López

4.8.2. En relación con la Tierra

Algunos campesinos, en especial las mujeres, le rezan a sus santos, a la Virgen de Guadalupe y a Dios para que se de la cosecha, para que llueva, para bendecir la semilla y la Tierra antes de sembrar. Esas son sus creencias y sus herencias de convivir con la Tierra. En la ciudad ni idea se tiene de esta vinculación.

**Testimonio de Meliton Tenorio,
campesino de Santo Tomás**

4.8.3. Otro tipo de leyendas relacionadas con las del Agua y la Tierra

4.8.3.1. *El Cristo de San Lorenzo Tlalmilolpa (Piedra Rodada)*

Los abuelos platicaban que hace muchos años, allá por 1534 más o menos, aun no había iglesia en el pueblo y casi toda la gente se dedicaba al carbón y a la alfarería, oficios que los padres enseñaban a sus hijos, que por cierto se están perdiendo porque a nadie le gusta ya aprender eso, además del precio tan bajo que pagan a la gente por su trabajo. Cuentan que un día un leñador salió como de costumbre a traer leña al monte, a unos 10 kilómetros hacia el rumbo de Puebla, donde hay unas piedras bien grandotas que se conocen con el nombre de Techimalco. Ahí este leñador encontró una cueva a la cual se metió porque estaba lloviendo muy fuerte. Una vez adentro encontró un Cristo de madera algo grande y, como no lo pudo cargar, el solo decidió dar aviso a la gente del pueblo.

Poco después se juntaron varios hombres y lo acompañaron al lugar donde había encontrado al Cristo. Cuentan los ancianos que lo cargaron y empezaron a caminar. Decían que venían caminando, cuando empezaron a sentir que mientras más avanzaban, más y más pesaba el Cristo de madera tanto, que los hombres no pudieron caminar un paso más.

La gente del pueblo interpreto esta señal como que era voluntad del Cristo de madera permanecer en San Lorenzo Tlalmilolpa; así que comenzaron a construir la iglesia, que por este suceso es la más grande de las delegaciones de Tlalmanalco. Desde entonces, cada año, llevan al Cristo en procesión hasta la iglesia de Tlalmanalco, donde se le hace un novenario y lo vienen a visitar muchos peregrinos de muchos lugares.

**Historias, cuentos y leyendas en el audiocassette
"Tlalmanalco... en el Regazo de la Mujer Blanca"**

Se puede observar que del ejido de San Lorenzo Tlalmilolpa se cuentan más historias y es este ejido el que conserva los comités de agua, acción colectiva y está interesado en el uso del agua del río para riego. Tal vez el adorar al Cristo de San Lorenzo les da una visión de mayor arraigo y colectividad, por ser un punto de identidad aun sobre la idea religiosa.

5 Relación entre los Pobladores, el capital, el bosque y el Río Tlalmanalco

Duelo de la región

Sale tala llena de camiones
dolor del bosque no resembrado
ni cuidados arbolitos plantados.
Desgracia en aumento
ámpulas flamíferas masacran su piel
hacen hídrica resbaladilla la tierra
hasta perderse la humedad.

Desvío de cauces ha dejado
tan solo cañada vacía de agua
que se llena de hojas en verano,
de espectro aire cuando no llueve.
Canto triste se oye su barba de heno,
es el trombo en una arteria
hecho de ambición mundana.

5. Relaciones entre los pobladores, el capital, el bosque y el Río Tlalmanalco

5.1. La industria papelera en el municipio de Tlalmanalco

Antes de 1840, la región de Tlalmanalco se caracterizaba por ser totalmente agrícola bajo un régimen hacendario de alta productividad, que tuvo su expansión a lo largo de los siglos XVIII y principalmente en el XIX, ya que abastecía de granos al mercado regional y al de la Ciudad de México.

Las haciendas dispusieron de un espacio amplio y una compleja red de obras, entre ellas las hidráulicas, que sumadas a la mano de obra permitían la producción de maíz y trigo base del consumo familiar y del comercio. Además, las haciendas establecieron una relación paternalista simbiótica con los tlalmanalquenses que veían asegurada su manutención laborando en ellas, mientras que los capitalistas obtenían grandes ganancias, puesto que los campesinos obtenían su alimento de lo que sembraban para el hacendado.

En la segunda mitad del siglo antepasado, por su riqueza de bosques y agua, y su cercanía a la Ciudad de México, este municipio surgió como pionero de la industrialización en la provincia del país cuando en 1840 con inversión extranjera Felipe Neri y los hermanos Martínez del Río fundaron la Fábrica de Hilados y Tejidos Miraflores y el Caballito de la cual el 41.5 % de sus trabajadores vivían en la región⁴⁹.

Durante el primer tercio del siglo XIX, en el año de 1825, el Señor José Manuel Zozaya instaló en el molino de Loreto, ubicado en la ciudad de México, la primera máquina para la elaboración de papel en México. Para la década de 1840, existían tres fábricas de papel en el Distrito Federal, dos en el estado de Jalisco y Puebla y una en Veracruz⁵⁰.

La fuente de energía motriz que empleaban estas papeleras, eran las corrientes de los ríos que hacían girar grandes ruedas hidráulicas con las que se movían los mazos de las pilas papeleras.

⁴⁹ Anaya P., Marco A., Trujano F., Ma. Gloria. *La Industria en Chalco-Amecameca*, Memorias del Primer Encuentro Regional Investigación y Servicios en el Valle de México, Universidad Autónoma de Chapingo

⁵⁰ Suárez Cortez, Blanca E. y Birrichaga Gardida, Diana. *Dos estudios sobre usos del agua en México (siglos XIX y XX)*, IMTA-CIESAS, 1997, p. 30

El proceso para elaborar la pasta para la fabricación del papel, consistía en pasar los materiales con los que se hacía, primero por dos pilas cuyos mazos tenían cabezales herrados con 20 o más clavos que lo desmenuzaban para obtener una "semipasta" que se pasaba a una tercera pila donde, por medio del mezclador hecho por tres mazos, se le daba el tratamiento final.

La materia prima empleada en estas fábricas eran trapos de lino, de cáñamo y de algodón. Como el trapo escaseaba mucho, en especial el de lino, se buscaron materias primas alternativas. Entre las que se usaron estaba la fibra de maguey, las cortezas de árboles y otras como trigo, plátano y hasta pieles. Debido a que nunca se pudo prescindir del trapo o de los desperdicios de lino y algodón, las fibras vegetales se emplearon sólo como complemento.

En los Anales del Ministerio de Fomento se hace mención en 1854 de un método novedoso empleado en otros países para la fabricación de papel que usaba la madera como fuente de fibra para la obtención de la pasta papelera, que tenía la ventaja de ser 30% más barato y la obtención de papel de excelente calidad. En México fue hasta fines del siglo cuando se empezó a usar la madera para la fabricación de la celulosa, producto base de la pasta papelera⁵¹.

A finales del siglo XIX, en 1892, fue fundada la papelera San Rafael con capital extranjero (español, francés y americano) y nacional en la región de Tlalmanalco por sus corrientes de agua, insumo básico de la industria papelera tanto para el proceso como para la generación de fuerza motriz y para la generación de electricidad, y por sus abundantes bosques, gracias a los que la zona era propicia para la aplicación de la nueva tecnología para la fabricación de papel registrada en los Anales del Ministerio de Fomento con sus respectivas ventajas competitivas.

Esta empresa producía cualquier clase de papel, siendo un 30% del total de sus trabajadores habitantes de la región y su principal fuerza motriz, era la hidráulica, proveniente de dos molinos movidos por el agua de los escurrimientos de la Volcana. Después de 14 años de funcionar, en 1904, se anexó a la fábrica papelera Progreso Industrial, ubicada en el Municipio de Tlanepantla. Para 1910 la papelera producía más de

⁵¹ Suárez, *et al.* *op.cit.*, p. 31

8,000 toneladas de papel al año, con un valor de 1,360,000.00 pesos. En ella laboraban 890 hombres y 100 mujeres, recibían un salario diario de 70 y 50 centavos respectivamente y, como la cabecera municipal estaba unida con la Villa de Chalco mediante un ferrocarril de 21 km⁵², se aseguraba la comercialización del papel sobre todo en la ciudad de México.

Durante la Revolución Mexicana las industrias y las haciendas fueron cerradas a raíz de la inseguridad social. Al terminar la guerra, la papelera pasa por un proceso de sindicalización por parte de sus trabajadores, durante la década de los 20⁶, cuyo antecedente se encuentra en la huelga de 1907 y en el despido y encarcelamiento de 12 obreros que la promovieron, a raíz de que el administrador del taller maltrataba constantemente a los trabajadores.

Después de la Revolución las haciendas desaparecen, y a finales de los años veinte los habitantes de los pueblos empezaron a pedir dotación de tierras, generándose un proceso de ejidización⁵³ que se consolida a partir de la segunda mitad de los años treinta con la Reforma Agraria. Ello no solamente modificó el régimen de tenencia de la tierra, sino que también impulsó el desarrollo industrial de la región, pues aumentó la fuerza de trabajo al dividir las haciendas en pequeñas parcelas, para otorgarlas en posesión a los campesinos, que vieron, en la papelera, la organización suplente del sistema paternalista hacendario, que les aseguraba un salario como jornaleros y obreros a la par de sus labores en el campo, abaratándose de esta forma la mano de obra en la zona.

Para el año de 1983, la Compañía Industrial San Cristóbal, CRISOBA, adquiere la papelera San Rafael y por dificultades administrativas cierra en el año de 1991. Debido a la influencia de esta empresa en la economía de la región, el gobierno promueve un plan de apoyo a la fábrica y a CRISOBA⁵⁴, hasta que en 1996 este grupo es absorbido por la compañía Kimberly-Clark de México (KCM), quien se ha encargado de actualizar el proceso para la producción del papel, incluyendo la disminución de los efectos contaminantes que este pudiera generar en el agua del río, por medio de la instalación de una planta de tratamiento de sus aguas residuales.

⁵² Anaya, *et al.*, *op.cit.*, pags 368 y 364.

⁵³ Proceso de ejidización. Conjunto de acciones por medio de las cuales se forman y legalizan los ejidos

⁵⁴ Información proporcionada por el señor José Jiménez, habitante de San Rafael, priista de corazón y exjefe de patios de la papelera hasta 1991

En la actualidad toda la producción de la papelera San Rafael es para el mercado nacional y los tipos de papel que fabrican son papel bond para escritura; cartulina blanca y de colores; papel para la portada de los libros de texto gratuito y como producto principal, se manufacturan 120 toneladas mensuales de papel couche brillante para revistas, cuya calidad es estrictamente controlada para poder competir con el papel couche de importación.

5.1.1 Consecuencias de la industrialización temprana

A principios del siglo XX, los propósitos expansionistas de los monopolios de EE.UU., Inglaterra y Francia encontraron condiciones favorables en tierras mexicanas para sus actividades durante el gobierno de Porfirio Díaz, gracias a la protección que brindó a las inversiones extranjeras y a la estabilidad política que había logrado, aunque no social.

"Así es como México tuvo acceso al capitalismo moderno, subordinando sus intereses a los de las potencias imperialistas; convirtiendo a nuestro país en proveedor de materias primas e importador de productos industriales. Por esta razón el proyecto económico de Porfirio Díaz consistió en garantizar condiciones favorables a la inversión extranjera para fomentar en México la creación de un mercado nacional en las que la mercancías pudieran circular libremente y, para ello llevó a cabo obras de infraestructura e impulsó la construcción de vías ferreas..."⁵⁵

El fenómeno de industrialización temprana en la provincia mexicana que se presentó en Tlalmanalco a principios del siglo XX, estuvo sustentado por la filosofía liberal extrema del Porfiriato, cuyo eje central era la ciudad de México, ya que la producción de las incipientes industrias textiles y de la Fábrica de Papel San Rafael era para satisfacer las necesidades de la gran urbe compitiendo con las empresas locales. Específicamente en el caso del giro del papel, si la fabricación de este con celulosa abarataba los costos de producción en un 30 % y se obtenía con ello papel de mejor calidad, significa que la instalación de la papelera San Rafael cerca del bosque no fue casual, sino más bien para disminuir sus costos de producción, porque no tenían que comprar la celulosa y para poder desplazar del mercado a las empresas que todavía usaban trapos como materia prima, aumentando con ello sus ganancias.

⁵⁵ *Ibid* p 364 .

A pesar de que la papelera fue en un principio constituida con un porcentaje de capitales extranjeros, el esquema seguido por esta empresa a nivel local no correspondió del todo al esquema porfiriano, puesto que no era de carácter extractivo, ni era proveedora de materia prima, sino mas bien de producto terminado. Además el hecho de que el destino final de su producción fuera la comercialización en la ciudad de México, representó el fomento del mercado interno y no el beneficio de los monopolios extranjeros, aunque si el de los empresarios. Sin embargo, a nivel nacional, las concesiones otorgadas a la papelera por Díaz sobre el manejo del bosque y el agua de la región sin restricción alguna y la dependencia de las vías férreas, construidas y administradas por compañías de otros países, para transportar el papel, ubican a esta empresa como parte del proyecto económico Porfirista inmerso en la internacionalización⁵⁶.

De este modo, se constituyó la influencia de la Fábrica de Papel San Rafael en las actividades y en la economía de la región, principalmente por dos aspectos:

1. La edificación del pueblo de San Rafael por y para la fábrica. Cada una de las casas, iglesias, baños, parques, correo, escuelas, salas de diversiones pertenecían a la fábrica aunque estuvieran a disposición de los trabajadores y sus familias que ahí laboraban. Esto era con el fin de asegurar el acceso a la mano de obra, cuyos portadores venían de diversos lugares y no podían transportarse fácilmente de su pueblo a la fábrica por las deficiencias en las vías de comunicación.
2. La concesión otorgada por Porfirio Díaz del bosque, del agua del río Tlalmanalco proveniente del deshielo de la Volcana y de la generación de luz eléctrica durante 99 años, disminuyendo el papel del gobierno en el manejo de los recursos naturales y en el goce del usufructo para el beneficio de la comunidad.

Durante el periodo en que la movilidad del capital se dio en la región por las haciendas, debido a la concentración de las tierras de cultivo en manos de lo hacendados, y por el control de los recursos forestales por parte de las fábrica San Rafael, los habitantes de

⁵⁶ Según Ricardo Petrella, la Internacionalización de la economía y de la sociedad se refiere al conjunto de los flujos de materias primas, productos terminados y semiterminados y servicios, ideas y gentes entre dos o más Estados-Nación (Mundialización e Internacionalización. Petrella, Ricardo, Revista Viento del Sur, No. 10, p. 44 [México, DF, verano 1997])

Tlalmanalco organizaban su vida en torno al trabajo en ellas dependiendo su economía totalmente de su existencia.

Antes de la presencia de la industria papelera en esta zona y de la Revolución, las gentes se mantenían del trabajo codependiente que desarrollaban en las haciendas. Los habitantes de Tlalmanalco en ese entonces eran una población campesina, lo que puede explicar el hecho de que la mayoría de los trabajadores provinieran de los pueblos cercanos y de otros estados.

La inserción de los Tlalmanalquenses a la fábrica de papel fue lenta y significó el cambio de una economía de autoconsumo a una economía mercantil, en la que los campesinos vendían su fuerza de trabajo de manera temporal a la industria, mientras que la otra parte del tiempo la dedicaban a sus actividades agrícolas. Poco a poco, la empresa fue imponiendo sus ideologías, sobre todo después de la desaparición de las haciendas tras la Revolución, donde el fin último es la producción y los valores monetarios: de esta manera predominó la lógica del salario como medio fundamental para la subsistencia quedando la agricultura tan sólo como un complemento de la remuneración que se percibe como obrero.

A pesar de todo, la actividad campesina sobrevivió al proceso industrializador, a la Revolución Mexicana de 1910 y a la desaparición de las haciendas, aunque ya no se alcanzó el volumen de granos suficiente para contribuir al abasto de la Ciudad de México, solamente lo suficiente para el autoconsumo y forraje en el caso del maíz.

5.2. El municipio de Tlalmanalco y la Globalización

La Globalización es un fenómeno progresivo que ha acompañado a la humanidad desde que las personas comenzaron a tener consciencia de pertenecer a un grupo social-regional bien definido (pueblo, comunidad, país, estado-nación, etc), sumado a los primeros desplazamientos del espacio geográfico que los limitaba, a otro donde habitaban personas con una visión identitaria distinta, ya fuera con fines de expansión y dominio o simplemente para llevar a cabo intercambios culturales y comerciales. En este caso se está hablando de una Globalización desde una perspectiva histórica, "proceso evolutivo

de siglos, con orígenes tan remotos como los primeros desplazamientos tribales..." según David Márquez Ayala, columnista de la sección de economía del periódico La Jornada.

"Fue hasta el siglo XIX con la Revolución Industrial, y sobre todo en el XX con el rápido avance tecnológico y la consolidación de las corporaciones transnacionales, que el proceso globalizador adquirió una dinámica cada vez más acelerada y la pugna por los mercados mundiales se volvió más cruenta. Fue en este contexto que en los albores de los años setentas los principales líderes capitalistas decidieron crear la poderosa y discreta Comisión Trilateral (Norteamérica, Europa y Japón), una especie de centro estratégico donde el capital corporativo diseñó su propio modelo global para sustituir el modelo internacional de la postguerra⁵⁷. Con esto se hace una diferenciación entre la Globalización Histórica y la Globalización Hecha Modelo que surge de la evolución del capitalismo transnacional hacia un capitalismo corporativo, sinónimo de Mundialización, que puede definirse como *la expansión de corporaciones empresariales a través del mercado y la liberalización intensiva del comercio y el capital (pertenecientes a ee.uu., Europa y Japón), con el fin de obtener el control de otras comunidades de todo el mundo e integrarlas en un sistema comercial mundial, creándoles la esperanza del acceso colectivo a la prosperidad y el bienestar global*⁵⁸.

Si se considera estrictamente el punto de vista histórico, desde el Porfiriato Tlalmanalco se integra al proceso globalizador del capital, gracias a la fundación de la Papelera San Rafael con capitales extranjeros que se emplearon en su creación aparte del mexicano y con la construcción de la red ferroviaria, a través de la cual se transportaba el papel, financiada y administrada por compañías de países imperialistas, acciones fundamentales que relacionaron a esta comunidad con otras pertenecientes a otros Estados-Nación. De hecho existen aspectos que coinciden con las características de la globalización hecha modelo, tales como el control y depredación de los recursos naturales por la empresa; la dilución de las autoridades locales respecto a la distribución equitativa de un recurso natural (en este caso el agua); el interés del mercado y comercialización de un producto (el papel) por sobre los individuos; además de una especie de corporativización 'primitiva' al anexarse la Papelera San Rafael a la fábrica papelera Progreso Industrial, que tienen como hilo conductor los postulados de la filosofía liberal de los mercados. Lo que aleja a

⁵⁷ Globalización... ¿Cuál? David Márquez Ayala, La Jornada, sección de economía, p. 20, (México, DF, 1º de mayo del 2000)

⁵⁸ La definición es del autor de la investigación

estas 'coincidencias' de la globalización actual (Mundialización) es que se generaron a nivel regional, su mercado era local y no dependían de la producción del papel en otros países ni de las actividades de otras papeleras en el mundo.

Lo que caracteriza a la etapa de globalización actual es que, "a diferencia de las etapas anteriores del desarrollo económico, donde las empresas multinacionales se extendían a otros países para aprovechar sus recursos naturales y producir para el mercado local, actualmente es la producción misma (la) que está internacionalmente organizada por la estrategia global de las corporaciones"⁵⁹ A esto se debe de agregar que las empresas en estos tiempos de globalización enfrentan el proceso mejorando su eficiencia, por medio de la reducción de costos y elevando la calidad de sus productos; ampliando la escala de sus operaciones y extendiendo o conectándose a redes de comercialización a nivel internacional, para lo cual, las fusiones o las alianzas estratégicas son a menudo el vehículo que utilizan para alcanzar dichos objetivos, aunque a veces esto se presente en un mercado especulativo.

Las alianzas estratégicas no son un fenómeno del que este alejada la industria de la celulosa y el papel. Según el Lic. Oscar Alcántara Silva, Director de la Cámara Nacional de la Industria de la Celulosa y el Papel (CNICP), en 1989 tenían 71 socios y actualmente son 39. La razón es que este giro industrial se esta concentrando: "se han estado fusionando varias empresas, en realidad no hemos perdido socios, sino número de razones sociales que están afiliadas a la Cámara. A raíz de la Globalización, las empresas se han agrupado para hacer frente a la competencia internacional".⁶⁰

En el plano de los mercados internacionales, 1995 se caracterizó por las denominadas megafusiones de empresas multinacionales, registradas en diversos sectores de la industria. Sólo en Estados Unidos se registró, durante ese año, una cifra récord de 8,956 fusiones, las cuales alcanzaron en conjunto un valor de \$457.9 mil millones de dólares.⁶¹

Gracias a las interconexiones que existen entre los Estados y las sociedades inmersas en la Mundialización y a la movilidad de los capitales a través de los mercados

⁵⁹ Renard, María Cristina. *Globalización y mercados de calidad: una vía para los pequeños productores*. Cuadernos agrarios, nueva época, No. 17-18, México 1999

⁶⁰ ¿Quién utiliza papel?, Betzabé Loaiza Jiménez, Revista Industria, Órgano oficial de la Industria nacional, CONCAMIN, Vol. 12, No. 121, p. 12 (México, DF, mayo 1999)

⁶¹ Comisión Federal de Competencia, INFORME ANUAL DE COMPETENCIA ECONÓMICA 1995-96

corporativizados, lo que sucede en una parte del mundo puede tener repercusiones hasta en el rincón más remoto del mismo, por eso, algunas de las fusiones consolidadas fuera de México han tenido efectos dentro del país, en virtud de que las empresas fusionadas realizan actividades productivas en el territorio nacional.

El 16 de julio de 1995, con el propósito fundamental de consolidar su fuerza competitiva, principalmente en los artículos de consumo, Kimberly Clark Company (KCC) acordó adquirir a Scott Paper Company a través del pago de cierta cantidad en efectivo y el resto mediante un intercambio de acciones. Con esta fusión en Estados Unidos, KCC adquiriría las acciones correspondientes al 100% del capital de Scott. De esta forma, las acciones representativas del 49% del capital de CRISOBA, pertenecientes a Scott Worldwide Inc., una filial de Scott, así como su opción al 3.1% del capital de la empresa mexicana, pasaron a KCC. En estas condiciones, la fusionante norteamericana podría obtener el control de CRISOBA y de las empresas que integraban su grupo,⁶² incluyendo a la Papelera San Rafael.

Realmente se trató de dos concentraciones, una derivada directamente de la fusión en el exterior entre Kimberly Clark y Scott Paper, y la otra es la unión que decidieron las dos empresas nacionales, Kimberly Clark de México (KCM) y CRISOBA, con participación accionaria de aquellas, como consecuencia de la primera concentración inmersa dentro de un proceso global de consolidación de poder competitivo a nivel mundial de una empresa corporativa.

Dado que la empresa Papelera San Rafael pertenecía al grupo CRISOBA, esta se ve envuelta en el remolino global por la fusión con KCM, lo cual le permite sobrevivir, ser más competitiva gracias a las mejoras que se han hecho en la maquinaria, en especial a la que se usa para producir papel couche brillante y, con ello, asegurar tanto la fuente de trabajo de los habitantes de Tlalmanalco que ahí laboren, aunque ya no sea la principal en la zona, como la contribución a la economía de la región gracias a las actividades que se generan a su alrededor tales como transporte foráneo y de diversos materiales, cartonerías, servicios, etc. De esta forma, sin saber lo que sucedió exactamente, la comunidad de Tlalmanalco y sus habitantes se integraron a la globalización por lo

⁶² *Ibid*

sucedido a una corporación en otro país, aunque sin gozar del tan anunciado bienestar global.

5.2.1 Efectos de la Mundialización respecto al recurso agua

Uno de los insumos básicos de la industria de la celulosa y papel es el agua.⁶³ Actualmente, esta industria ha realizado cuantiosas inversiones para eficientar su empleo dentro del proceso, y en la mayoría de los casos se cuenta con circuitos cerrados para recircularla y equipos sofisticados de tratamiento de aguas residuales.

Sin embargo, el acceso a este insumo se ha venido encareciendo cada vez más, ya que en México se debe pagar un derecho por su uso (provenza de pozo o de río), al contrario de los principales productores del mundo que no tienen que realizar ningún pago por el uso del agua. Esto significa una amplia desventaja de la industria nacional de papel frente a la competencia mundial, según los representantes de la CNICP.

Los derechos por uso del agua impactan directamente en los costos totales. En 1991 cuando no existía la Ley Federal de Derechos (entro en vigor en 1992), las tarifas de agua que se cubrían no representaban ni el 0.1% del costo de la producción, sin embargo, en la actualidad estos derechos fluctúan entre el 3 y el 5%, dependiendo del tipo de celulosa o papel que se produzca⁶⁴. A esto se suma el hecho de que la Comisión Nacional del Agua sugirió a la Secretaría de Hacienda y Crédito Público que la fijación de Derechos se ajustara al alza trimestralmente en el año de 1999, haciendo cada vez más caro el uso de agua para esta industria⁶⁵.

Por lo tanto es necesario, dicen los empresarios del ramo agrupados en la Cámara Nacional de las Industrias de la Celulosa y el Papel (CNICP), que el gobierno Federal dé condiciones competitivas similares a la de sus socios comerciales eliminando o por lo menos reduciendo sustancialmente el pago, subordinándose con ello a una de las condiciones características de la globalización: el manejo de los recursos conforme a los

⁶³ Para producir un kilogramo de papel se emplean 300 litros de agua (Pineda Norman, Amanda, *et.al.* Folleto El Agua ¡Cuidala! Universidad Autónoma de Chapingo, 1999)

⁶⁴ Las Industrias de la celulosa y del papel en cifras. Revista Industria, Organo oficial de la industria nacional, CONCAMIN, Vol. 12, No. 122, p. 10 (México, DF, junio 1999)

⁶⁵ Betzabé Loaiza Jiménez, *op.cit.*, pp16 y 17

intereses de las empresas ya sea por medio de la concesión o de la privatización, disminuyendo la cobertura de la necesidad vital de agua de las personas.

A nivel mundial existe una tendencia que proviene de los países desarrollados para concesionar la administración del agua a empresas privadas. En unos casos esto es promovido por grupos particulares, como podría ser la CNICP, y en otros por condiciones provenientes de los gobiernos de países económicamente poderosos, fundamentalmente por medio de mecanismos financieros (como la reestructuración de las deudas externas de los pobres países), para ampliar las expectativas de sus empresas y corporativos multinacionales, cuyas tendencias contrastan con la de sus países de origen, pues en la mayoría de ellos los sistemas de agua son administrados por sus gobiernos. Por lo tanto, "en el tema del agua, se está frente a una inmensa expropiación del bien público y se quita a los países palancas fundamentales para su desarrollo autónomo, subordinando sectores estratégicos fundamentales a las necesidades y al lucro de las grandes empresas".⁶⁶

Haciendo referencia a la historia de Tlalmanalco, a raíz de la concesión hecha por Porfirio Díaz a la Papelera San Rafael para el manejo y uso del agua proveniente de los escurrimientos de la Volcana Iztaccíhuatl durante 100 años, se generó un movimiento social, discontinuo entre 1965 y 1988, en donde se enfrentaron los pobladores a la empresa para poder tener acceso al agua, logrando la revocación de la concesión antes del tiempo pactado entre Díaz y la empresa. Las razones que orillan a la gente a la lucha no corresponden a la búsqueda de una contramundialización, el control del agua de la empresa San Rafael no correspondió a intereses de competencia internacional, ni a las presiones de corporativos de otros países apoyados por sus gobiernos en sus políticas de expansión, simplemente la compañía trataba de acaparar el recurso para tener el control de la región y para asegurar su producción, por eso la gente se levanta con el fin de recuperar el acceso negado al agua o manipulado por intereses ajenos a los suyos, se trata pues de recuperar el agua, fuente de vida satisfactora de las necesidades individuales y colectivas básicas para la existencia con lo que aprendieron sus pobladores a defender el recurso agua.

⁶⁶ Agua, luz, universalidad pública: el gran asalto. Guillermo Almeyra, La Jornada, p 16 (México, DF, 16 de abril del 2000)

El hecho de que la empresa KCM sea miembro de la CNICP significa que está de acuerdo y promueve ante el gobierno Federal la necesidad de los empresarios de que se disminuya o se deje de pagar por el recurso agua, bajo la bandera de que serían mas competitivos, obteniendo, por supuesto, beneficios para la empresa que, inmersa en un proceso de corporización, deriva en que sean más para la corporación en realidad y no tanto para los integrantes del mercado local. A la vez, KCM por ser la compañía dueña de la papelería San Rafael, arrastra a la comunidad consigo hacia la amenaza de la privatización o concesión del recurso a favor de la papelería. Todo esto volvería a subordinarla a las necesidades de la empresa, pero ya no de manera local, sino que ahora se rendiría ante los intereses de una gran corporación residente en otro país e indirectamente al gobierno del país donde tiene su estancia y que apoya su expansión. Por lo tanto, el peligro real en Tlalmanalco al respecto de todas estas acciones de visión global, es la amenaza de la reincidencia de restricciones para que la población tenga acceso al agua en el caso de que el gobierno Federal aceptara la propuesta de la CNICP respecto al recurso de vida agua, desde el punto de vista de la comunidad, y de simple insumo para la papelería San Rafael inmersa en el proceso mundializador.

5.2.1.1. Contaminación del agua del río

La contaminación del agua del río Tlalmanalco tiene su origen con la llegada de la papelería a la región, que desde sus inicios ha empleado la fracción del cauce del río que corre después de sus instalaciones como desagüe, por lo tanto las causas de este efecto no corresponden a los aspectos depredatorios de la mundialización. Al respecto de los daños generados por estos vertidos, nadie se preocupó por evitarlos o remediarlos, ya que la carga contaminante podía ser asimilada por la naturaleza misma de esta corriente de agua. Sin embargo, el río fue perdiendo su cualidad de asimilación dada la acumulación de los contaminantes a través de los años, y debido a que la papelería no trataba sus aguas residuales ni dejaba de vaciarlas a la corriente, contribuyó de esa manera a que aumentara la concentración de los contaminantes.

Una vez que la papelería es adquirida por Kimberly-Clark, se realizan una serie de mejoras a la planta de tratamiento de agua que CRISOBA había instalado a finales de los años ochentas con el fin de reutilizar el agua residual de su proceso de fabricación de papel, que incluyen la optimización del tratamiento primario (cribado y eliminación de partículas

sólidas) y la instalación de un tratamiento secundario (tratamiento biológico que elimina los desechos orgánicos degradables y clarifica el agua a través de la acción de bacterias sobre ellos) y terciario (para eliminar color y desinfección del agua tratada con cloro). Actualmente funcionan de manera regular los tratamientos primario y secundario.

Todo esto ha disminuido de manera considerable la contaminación del río por parte de la empresa, aunque esta "buena voluntad" planteada por las políticas ambientales de KCM, tiene una doble cara: por un lado efectivamente contribuye a la disminución de los daños en el medio ambiente pero por el otro se emplea como una estrategia de mercado a nivel corporativo, ya que la ola de publicidad que se ha hecho respecto a evitar daños a los sistemas ecológicos, genera en los consumidores la necesidad de comprar productos cuyos fabricantes se preocupan por no dañar el agua, la tierra, el bosque y el aire, con lo que aumenta la demanda de ciertos productos "ecológicos" y la ganancia de las empresas que los fabrican. En este caso, las plantas de tratamiento de aguas de las fábricas de papel pertenecientes al corporativo KCM fundamentan su preocupación por el medio ambiente y la creencia de los consumidores de cooperar a no dañarlo al comprar sus productos, como la serie de cuadernos ecológicos scribe. De esta manera Tlalmanalco vuelve a estar inmerso en la globalización, dado que KCM, a través de la papelera San Rafael, contribuye a evitar la contaminación del agua de la región, mientras esto le sirve de imagen a la empresa para justificar la venta de sus productos "ecológicos-ecologistas".

La actividad que realiza KCM para el tratamiento de agua no implica necesariamente que su interés prioritario sea el medio ambiente, aún por sobre la preocupación global que existe por los daños al mismo, dado que la acumulación de riqueza es uno de los objetos de las corporaciones y, qué a través de los valores monetarios, se tiene el control sobre las sociedades, la preocupación por los daños en el medio ambiente y conservación de recursos de estas tiende a ser en función de asegurar las materias primas y fuentes de energía que dan continuidad a su producción, más que la de lograr que el grueso de la población tuviera cubiertas sus necesidades básicas. Aunque las acciones que se llevan a cabo a favor de la conservación del agua son positivas y reportan algún beneficio a la población en general, no existirían si no generaran, aunque fuera mínima, alguna ganancia o ahorro a la empresa, como no pagar multas a la SEMARNAP (SEMARNAT, Secretaría del Medio Ambiente y Recursos Naturales, a partir del primero de diciembre del 2000); la reutilización del agua tratada; la "mercadotecnia ecológica" que se ha descrito,

pero, a fin de cuentas, nada de esto tiene por objeto facilitar la apropiación del recurso a las bases que conforman la comunidad Tlalmanalquense, sino al contrario, se sigue el esquema de apropiación particular de los recursos en cuanto a la pretensión de la CNICP, a la que pertenece KCM de llegar a un acuerdo con el gobierno para no pagar el derecho de uso de las aguas nacionales.

5.2.2. Acciones para enfrentar los efectos de la globalización en el río Tlalmanalco

Para enfrentar las acciones de la mundialización que han tenido (o que pudieran tener) efectos en Tlalmanalco, tales como los intereses corporativistas sobre los recursos del medio ambiente, como lo es el agua, y su depredación es necesario retomar las acciones que históricamente la comunidad ha realizado para defender y reapropiarse de la administración del recurso agua.

Entre las alternativas con las que la comunidad de Tlalmanalco ha enfrentado la problemática de la escasez del recurso agua, debido a la apropiación que la papelera hizo de éste se encuentra el movimiento por la derogación de la concesión hecha por Porfirio Díaz y la formación de los *Comités del Agua* para su administración y distribución. Actualmente el recurso agua está amenazado por los intereses de las empresas que conforman la CNICP, luego entonces, los Tlalmanalquenses tienen continuar reconociéndose como los beneficiarios principales del agua proveniente de los escurrimientos de la Volcana por sobre la administración que actualmente hace el Ayuntamiento del recurso.

En cuanto a la contaminación del agua, la determinación de la calidad del agua del río para cuantificar el impacto que han tenido sobre ella los agentes contaminantes es una manera de crear conciencia sobre los habitantes de Tlalmanalco al respecto de la propiedad y protección del recurso y proyectar ese conocimiento hacia la remediación de dicho recurso o su uso en agricultura, como respuesta a la inquietud de algunos campesinos que piensan en la posibilidad de emplear riego para sus parcelas, para lo cual se requiere el análisis del agua del río Tlalmanalco y enfocar los resultados para que sean instrumento de gestión del desarrollo agrícola de la comunidad.

5.3. El agua en la zona Tlalmanalco-San Rafael

En esta región, ubicada en la parte oriente del Estado de México, el agua ha jugado un papel preponderante como organizadora del espacio, como generadora de recursos o como medio de comunicación. Por ello el agua ha sido motivo de disputas respecto a quien es el propietario y administrador del recurso entre los habitantes de los pueblos, quienes argumentan que las aguas les han pertenecido desde tiempos inmemoriales, y los hacendados en tiempos de la Colonia y el Porfiriato y posteriormente con los empresarios que emplean el agua para sus procesos.

5.3.1. Antecedentes históricos respecto a la legalidad de las concesiones del recurso agua ⁶⁷

En al época de la Colonia, la Corona, que era la propietaria de los recursos naturales, cedió su uso a los particulares por medio de las mercedes reales. Sin embargo en una primera defensa del recurso agua, ganan los habitantes de los pueblos el derecho de cobrar una multa de 200 pesos a los hacendados que desviarán el agua de los ríos. Otro encuentro entre los hacendados y los pobladores de las comunidades se presenta en 1755, esta vez contra los indios y sus aliados los jesuitas, en el cual triunfaron los últimos, sin embargo se estableció el derecho de las haciendas para utilizar el agua de los ríos dos días por mes.

A medida que el crecimiento económico en el México independiente se acompañó con la llegada de nuevos empresarios dispuestos a invertir en distintos ramos, en la década de 1880 las disputas en materia de aguas se agudizaron debido a la demanda del líquido por parte de los procesos de las fábricas, empresas agrícolas y servicios urbanos que se iban a generar.

Hasta 1888 fue muy imprecisa la denominación de aguas federales. Para remediar este asunto, el gobierno de Porfirio Díaz tuvo la necesidad de legislar en materia de aguas y el 5 de junio de ese año se decreta una ley en la cual se incluyen las vías generales de comunicación, los mares territoriales, los esteros y lagunas ubicados en las playas de la República Mexicana y en donde se establece que los ríos no navegables ni flotables

⁶⁷ Fuente: Soria Benitez, Silvia y Jalme Flores, Jorge. *Op. cit.* Capítulo II, pp 30-32

podían considerarse como bienes de dominio privado, lo que restringía en mucho el caudal de aguas en propiedad federal. Es importante mencionar que con esta ley se sentaron las bases para poner al cuidado de una sola autoridad administrativa el recurso agua.

Debido a las inconformidades que provocó en los particulares la ley de 1888, el gobierno decretó la ley del 6 de junio de 1894, donde se establecieron las franquicias otorgables a los concesionarios: exención por cinco años de todo impuesto federal.

En 1902 el Congreso declaró las aguas federales como bienes de dominio público y de uso común, aunque siempre dependientes de la Federación. Con esta nueva ley, los usuarios podían obtener concesiones para usar las aguas federales, sin exceder de 20 años, pero nunca tendrían derecho a poseer estos bienes, con lo cual quedaba resuelta la laguna dejada en la ley de 1888 en relación con los caudales adyacentes a las aguas federales.

El proceso centralizador en asuntos de aguas queda plasmado en la ley del 13 de diciembre de 1910. En esta ley se manifiesta el interés gubernamental de extender el dominio federal sobre las aguas al poner bajo jurisdicción de autoridades federales prácticamente todos los recursos de agua del país.

5.3.2. Historia del agua en Tlalmanalco.

Los recursos freáticos en el distrito están asegurados por el deshielo de los volcanes, que con su caudal alimentan varios manantiales como los de Tlapacoya, Almoloya y Ayotzingo, y el gasto de los ríos de la Compañía (también llamado Apipiza o Tlalmanalco) y Temamatla, cuyos cauces naturales desembocaban en el lago de Chalco, todavía a principios del siglo XX.

En la época prehispánica el agua, que era distribuida por los mismos pobladores, se destinaba básicamente al consumo humano, al ganado y a la agricultura (hortalizas y maíz).

Durante el proceso de inserción del capitalismo en la región, en 1884, José Sánchez Ramos, Andrés Ahedo y otros capitalistas españoles adquirieron las instalaciones de la ferretería San Rafael y ahí instalaron la fábrica de papel San Rafael, que empezó a funcionar en 1892, canalizando los principales ríos de la zona (producto de los deshielos de la Volcana Iztaccihuatl) hacia ella por un lado y por otro contaminando el río Apipiza o Tlalmanalco, al arrojar sus desechos en éste, dando inicio a su deterioro. Además se apoderó de los otros recursos naturales de la región, como son el bosque y la tierra.

La compañía entubó el agua del río para que pudiera ser empleada en su proceso y para los servicios de la fábrica y de los habitantes de San Rafael, y la que seguía corriendo por el cauce natural, que servía de abasto del líquido para los pueblos subsecuentes, estaba contaminada. Por todo ello, la gente de Tlalmanalco y San Lorenzo se organizó, presentando su protesta en la presidencia de la República, presidida por Porfirio Díaz. El resultado de tal acción fue la imposición a la fábrica de la obligación de proveer de agua al resto de los pueblos que circundaban San Rafael mediante una red de agua potable.

Sin embargo el agua no fue suficiente para cubrir las necesidades de consumo tanto de la papelería como la de los pueblos y en 1934 se firma un decreto⁶⁸ en el que la compañía se compromete a explorar, captar y canalizar las aguas subterráneas del monte como alternativa para el abasto de agua, estando de acuerdo la recientemente formada asamblea ejidal.

En 1936 debido a una gran escasez de agua, se dio una fuerte organización entre los pueblos del municipio para exigir una nueva redistribución del agua del río Tlalmanalco a la papelería, sin embargo el pueblo de San Rafael no se une al movimiento puesto que su abasto de agua estaba directamente vinculado con el de la fábrica.

En 1940 se origina un Comité del Agua cuyo objetivo es ampliar la red de agua potable y el alcantarillado en Tlalmanalco. Dicho proyecto fue financiado con fondos del ejido y desde entonces el Comité tuvo bajo su responsabilidad la ampliación de las obras y su mantenimiento, hasta 1965 que surge la comisión gestora.

⁶⁸ Soria Bentez, Silvia y Jaime Flores, Jorge. *Op. cit.* Capítulo III, pp 2

El 16 de julio de 1940 se firma un contrato entre la compañía y los ejidos, en donde la empresa se compromete al desarrollo de los estudios y trabajos necesarios para la canalización de los ríos nacientes de los deshielos para que el agua se destine a la fábrica y al uso doméstico del ejido, mientras que este se compromete a enajenar a la papelería los materiales, madera, arena y leña necesarios para construir y conservar las obras mientras que no le represente perjuicio alguno. También se incluyó en el convenio que la ejecución de la obra sería realizada por miembros del ejido.

Las válvulas que usaban para controlar la distribución del agua se ubicaron dentro del terreno de la papelería, como quedó establecido en los acuerdos de 1934, por lo que esta manejaba la cantidad de agua para su proceso y la que se distribuía a los pueblos. Nuevamente el agua fue insuficiente para cubrir las necesidades de los habitantes, pero la empresa negó el aumento del suministro generándose un fuerte conflicto entre las dos partes, hasta que se demandó legalmente a la compañía. El resultado de esta demanda fue la revocación de la concesión de las aguas del río Tlalmanalco por medio del oficio número VE-76-478 (775)⁶⁹, expedido el 10 de junio de 1976 por la Dirección General de Ingeniería de la Comisión de Aguas del Valle de México, en donde se estipuló que el agua proveniente de los manantiales debe cambiar su uso de industrial a doméstico; que estas aguas serían manejadas por la Comisión de Aguas del Valle de México y que una vez que se satisfagan las necesidades de los pueblos, los excedentes podrían ser usados por la fábrica.

La compañía, no-conforme con el acuerdo del 10 de junio de 1976, interpone un amparo, concluyendo la disputa legal, en el año de 1984, con la autorización por parte del Gobierno del Estado al Municipio de Tlalmanalco para aprovechar las aguas del río; aunque se tuvo que llegar a un acuerdo con la factoría, que aún controlaba las válvulas de distribución del agua por estar dentro de sus instalaciones.

⁶⁹ Oficio No. VE-76-478 (775) Comisión de Aguas del Valle de México. Dirección general de Ingeniería, México, DF. 3 de junio de 1976 Expedido el 10 de junio de 1976. Citado por Soňa Benítez, Silvia y Jaime Flores, Jorge. *Op. cit.* Capítulo III, pp 5

Tabla 9. Cronología del manejo del agua en Tlalmanalco

Año	Suceso
Dominio del recurso agua por la papelería San Rafael	
1892	Durante el porfiriato, Fomento Industrial promueve la formación de la papelería San Rafael con acceso a los bosques y agua de la zona
1906	Se inicia la lucha por el agua, entre la fábrica y la población
1936	Financiado por el ejido, se inicia la primera red de agua potable para Tlalmanalco y San Juan
1940	Se instala el sistema hidráulico en la cabecera municipal a través de la Comisión del Agua con asesoría técnica de la SARH
1965	Hay una crisis de agua. La papelería controla el suministro, surge la Comisión Gestora
1976	Se reemplaza y amplía el sistema de agua potable. Se revoca la concesión a la Papelería
Dominio del recurso agua por los Tlalmanalquenses	
1985	El Ayuntamiento busca controlar el servicio de agua de manera unilateral, desaparece la Comisión del Agua y se instala el Fontanero Municipal
1987	Resurge la Comisión del Agua del pueblo (como gestora)
1988	Por iniciativa de la población se logra independizar el agua del control de la fábrica. Se rehabilita el sistema de agua potable
1992	Construcción del depósito de agua las Conchitas en San Juan Atzacualoya
Consolidación del dominio del recurso agua por las autoridades políticas	
1994	Se inician las obras de las nuevas cajas de captación (sistema complementario), por gestiones de la Comisión del Agua, financiado por PRONASOL
1996	Se construye el sistema complementario. Por factores políticos y por evitar enfrentamientos, se disuelve la Comisión del Agua en los ejidos (menos en San Lorenzo), la administración Municipal queda a cargo del manejo del agua
1998	Se inaugura el sistema complementario
1999	Hasta la fecha no se cobra el agua en las áreas que la reciben de los escurrimientos de la Volcana
	En mayo se inician las obras de la segunda etapa de la red de agua potable de San Antonio y Santo Tomás
2000	Octubre-noviembre. Conflictos entre militantes del PRI y el PRD por obras hidráulicas
	Abril. El secretario del Ayuntamiento de Tlalmanalco reconoce que el pozo 321, que surte de agua a la parte sur del municipio, se encuentra por debajo de su capacidad debido principalmente, a la poca captación de aguas de lluvia como consecuencia de la tala clandestina de árboles

Fuente: Cuadro hecho con información obtenida del diagnóstico del recurso agua en la región de los volcanes realizado por integrantes del PMRNSN y CSI y de artículos periodísticos

Debido a la revocación de la concesión del agua a la papelería y del cambio de uso de industrial a doméstico, la gestión del servicio ya no se tenía que dirigir a la fábrica (a excepción del pueblo de San Rafael), sino al Municipio a través de los comités de agua que se formaron para obtener el suministro de agua potable para los pueblos, el cual a partir de 1996 ha sido controlado totalmente por la administración municipal y ahora todas las obras, ampliaciones y mantenimiento están a su cargo.

En la tabla 9 se resume la historia del manejo del agua en Tlalmanalco desde que se concesionó el agua del río a la papelería San Rafael hasta el año 2000.

5.4 Perfiles de una lucha por un recurso propio y su manejo

En todo movimiento existe el entrelazamiento de los actores, los intereses de cada uno de ellos los lleva actuar de tal suerte que puedan lograr los objetivos que se han planteado en función de la o las causas que generan los enfrentamientos o las pláticas de resolución. Se pueden definir de manera implícita dos bandos en cuanto a que se presentan posiciones encontradas, pero dentro de cada bando puede haber diversas corrientes sobre cual es la mejor forma de alcanzar los objetivos y hasta donde se va a llegar. Las relaciones entre los actores no tienen que considerarse forzosamente en conjunto, dentro de la evolución del movimiento estos diversos sujetos-actores pueden interactuar uno con otro o uno con otros al margen de los demás, generándose acciones particulares para ellos.

En la figura 4 se encuentran descritos cada uno de los actores de la lucha por el agua en Tlalmanalco. Cabe aclarar que la duración de la lucha organizada por el agua en Tlalmanalco fue de 90 años, de 1906 a 1996 (ver tabla 9) y que la aparición del proyecto de la UAM en el municipio (Programa UAM - Comunidad), así como el Consejo Social Iztaccihuatl es en 1997, además el Programa de Manejo de Recursos de la Sierra Nevada surge en 1999; por ello no hubo participación de éstas organizaciones en el movimiento por la recuperación del agua, siendo esta la razón por la que no aparece ninguno de estos actores en la figura mencionada.

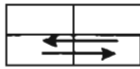
Por medio de la esquematización de la figura 4, se pueden determinar las interrelaciones entre ellos y la contribución al desarrollo de las acciones por el manejo del agua que cada uno desempeña.⁷⁰ Empleando esta figura, se puede esquematizar por pequeños diagramas y flechas, a los actores que intervienen en alguna fase particular del movimiento, la relación entre ellos, quien se dirige a quien o si hay enfrentamientos entre ellos.

⁷⁰Cabe aclarar que esta forma de analizar un movimiento social, esta basada en la metodología empleada por Sergio Zermeno para el análisis que hace del Movimiento Estudiantil de 1968 y la ideología de la base estudiantil en Zermeno, Sergio México, una democracia utópica. El Movimiento Estudiantil del 68, Siglo XXI editores, 4ª edición, México 1984 pags 212 a 223

Figura 4. Actores del movimiento por el manejo del recurso agua proveniente de los escurrimientos de la Volcana

Acción Política (hacia el estado)	<p>Municipio Tlalmanalco</p> <p><u>Administra y proporciona servicios a la comunidad Tlalmanalquense</u></p> <ul style="list-style-type: none"> - Servicios a la comunidad más hacia lo urbano que a lo rural - Interés por la apropiación-administración del recurso agua - 1997-2000, el Ayuntamiento es PRDista (expectativas democráticas desde 1997). Anteriormente era PRLista <p style="text-align: center;">Acción de poder político local</p>	<p>Organismos de la Administración Pública</p> <p><u>Ideología de extender los programas gubernamentales</u></p> <ul style="list-style-type: none"> - Asesoría técnica - Financiamiento de obras - Agente receptor de denuncias y resolución jurídica de las mismas <p style="text-align: center;">Acción resolutoria</p>
Acción en el plano de la sociedad	<p style="text-align: center;">Acción colectiva de apropiación</p> <p><u>Lucha por el acceso al recurso agua y contra los efectos contaminantes sobre ella</u></p> <ul style="list-style-type: none"> - Movimiento para destituir a la Papelera San Rafael como la administradora del recurso agua proveniente de los escurrimientos de la Volcana y tener acceso al recurso - Participación comunitaria: campesinos, ciudadanos, habitantes de las zonas urbanizadas <p style="text-align: center;">Comités del agua</p>	<p style="text-align: center;">Acción empresarial</p> <p><u>Carácter comercial y lógica del capital</u></p> <ul style="list-style-type: none"> - Con la concesión del agua se aborrea el costo por el uso del recurso y tenía influencia político-económica en la región - Constructor de la infraestructura hidráulica de captación - Inmersa en el proceso de mundialización al fusionarse KCM y CRISOBA y por la producción de papel couché - Agente modificador de la calidad del agua de los escurrimientos <p style="text-align: center;">Papelera San Rafael</p>

La primera relación que se presenta es la que se da entre los actores-sujetos involucrados directamente en el interés de la apropiación del recurso agua para solventar sus necesidades: Los Comités del Agua y La Papelera San Rafael. Gráficamente la relación



es la siguiente. donde las flechas indican un enfrentamiento entre los actores, en este caso debido al control del agua que proviene de los escurrimientos de la Volcana.

Para la empresa papelera el agua le es útil para su proceso e históricamente como medio de poder sobre el pueblo que construyó para sus trabajadores, San Rafael, ya que él era el que controlaba el abasto de la comunidad por medio de la red hidráulica que había construido. Todo esto se refleja en sus ganancias y en la producción de papel.

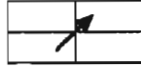
Si la papelera realizó obras de ingeniería para la captación del agua, no fue con la intención de facilitar el recurso a los habitantes de la región, fue para llevarla a la planta y poder iniciar su proceso ingenieril de producción, luego entonces hizo una inversión de dinero, tecnología y recursos humanos para recuperarla y tener ganancias con la fabricación y venta del papel. Si la papelera formó un pueblo para sus trabajadores y los dotó de agua para cubrir sus necesidades básicas y de sanidad, fue para que estuvieran siempre dispuestos y cerca del centro de producción.

Como se dijo antes, la concesión del uso del agua le ahorraba a la papelera el pago por derechos de uso. Una vez que la perdió, en 1988, pagaba menos del 0.1% del costo de producción, pero a partir de 1992, año en que entró en vigor la Ley Federal de Derechos, tiene que pagar entre el 3 y el 5% del costo de producción. También le permitía tener poder a nivel local e influir en las decisiones sobre la distribución del agua y sobre el caudal que usaban las poblaciones aledañas. Ese control le aseguraba la producción de papel y su acción era la de la apropiación de los medios de producción.

Los requerimientos de agua de las poblaciones cercanas, como San Juan y Tlalmanalco, para cubrir sus necesidades de sobrevivencia, alimentación y saneamiento fueron creciendo, mientras que el abasto había disminuido por la aparición de la papelera. A la gente de la Sierra Nevada se le estaba usurpando un recurso que por siglos había sido suyo y al cual tenía libre acceso para surtirse de ella sin pago alguno.

Dada la diferencia en las necesidades de cada uno de estos actores, es que surge el conflicto entre la papelera y los habitantes de Tlalmanalco por la apropiación del recurso, que se consolida en un movimiento comunitario representado por la en aquel entonces nombrada Comisión del Agua, que derivó en los Comités del Agua, quienes concretaron la expropiación del control del agua a la fábrica de San Rafael.

Como ya se ha descrito en una sección anterior, desde la época del Porfiriato se habían manifestado inconformidades respecto al manejo del agua por parte de la empresa. El agua que salía de ella estaba contaminada y su red de captación disminuía el abasto a los pueblos que se encontraban abajo del de San Rafael, por ello los pobladores dirigieron una denuncia a la presidencia, la cual obligó a la empresa a hacer el abastecimiento del vital líquido a la población. Este es el primer antecedente de la relación entre los Comités del Agua, por estar formados por habitantes de la región, y los Organismos de la



Administración Pública, que gráficamente queda representada como: La flecha en la dirección de los Comités hacia los Organismos de la Administración Pública, es porque a ellos se dirigen los primeros para buscar soluciones legales al conflicto. En estos casos los organismos gubernamentales se dirigieron a la papelerera para sancionarla y para revocar la concesión, otorgada en el periodo de Porfirio Díaz, aunque el Municipio quedó con la deuda de finiquitar la red hidráulica construida por la papelerera. El diagrama



de esta situación es el siguiente:

Otras relaciones que se dieron entre los Comités y las representaciones gubernamentales fue la asesoría técnica que los Comités de Agua solicitan a la Secretaría de Agricultura y Recursos Hidráulicos (SARH) para la instalación del sistema hidráulico en la cabecera municipal o el financiamiento del Programa Nacional de Solidaridad (PRONASOL) para las obras de las cajas de captación (sistema complementario) que se construyó en 1994.

Todas estas acciones muestran que en este movimiento el Estado tiene una intervención indirecta y de carácter resolutivo con la justa aplicación de la leyes, para que no se inclinara a favor del capital, representado por la fábrica de papel.

El cambio de uso del agua, de industrial a doméstico trajo como consecuencia que la apropiación, administración del recurso y gestión de servicio y mantenimiento de la red de distribución quedara a cargo de los Comités del Agua.

Como el objetivo del movimiento fue alcanzado y por cuestiones políticas, la gestión de servicio y el mantenimiento de la red quedó a cargo del Municipio en el año de 1996, aunque en 1985 éste había hecho un intento por el manejo de la administración,

introduciendo la figura del fontanero municipal. Este proceso se representa



esquemáticamente de la siguiente manera:

Siendo el agua un recurso estratégico para las comunidades, el control que se tenga de éste significa control sobre los usuarios y la manipulación de las políticas de gobernabilidad de la región e incluso puede ser presión para modificar el libre voto por medio del chantaje: "me das tu voto, te doy agua".⁷¹ A diferencia del interés predominantemente económico de la papelera, el interés principal del municipio al tener el control del agua es proselitista, esto sin atender a la filiación partidista, porque a fin de cuentas el objetivo de llegar al Ayuntamiento es el de ejercer el poder.

Al preguntarle a Rebeca López (quien formó parte de la dirección de uno de los comités del agua), al respecto, comentó lo siguiente:

¿Actualmente el manejo del agua potable sigue siendo de los comités?

Ya cambió, ahorita el suministro esta controlado totalmente por la administración municipal, todo lo que implica todas la obras o todo lo que implica el servicio de agua potable esta a cargo del Ayuntamiento.

Existe un comité, pero francamente ya son funciones casi nulas, más bien es una concesión política de partido.

¿Hace cuántos años que el municipio empezó a hacerse cargo?

Totalmente tiene un año y medio, desde que nosotros salimos de la representación del comité, la administración (municipal) absorbió todo

¿A ustedes les benefició o no? ¿Les convino?

Estamos ahora sí que neutral, porque ni nos beneficia ni nos afecta.

Nos afecta en el sentido de que las autorizaciones de los fraccionamientos grandes, cuando no hay una contemplación buena de lo que es una red de

⁷¹ Diagnóstico del recurso agua en la región de los Volcanes hecho por el PMRNSN y el CSI durante 1999

distribución, pues sí, a veces toman medidas arbitrarias que afectan, pero a veces ya los vecinos tienen idea de lo que representa una ampliación de red o un nuevo asentamiento, entonces ponen sus condicionantes y la autoridad reconoce esas condicionantes.

(No nos afecta) Económicamente, pues seguimos sin pagar el servicio del agua, el mantenimiento se está dando por parte del Ayuntamiento igual y las ampliaciones igual, todas las inversiones vienen por parte de las autoridades, ya sean municipales o federales

Actualmente los habitantes de Tlalmanalco comentan que el gobierno Perredista (1997-2000) no ha hecho nada administrativamente que realmente lo diferencie del anterior Priista, y que ni siquiera ha presentado disponibilidad para la realización de un proceso democrático dentro de la región, por esto los grupos de poder local (comisariados ejidales, la papelera, el mismo ayuntamiento, partidos políticos) siguen teniendo la misma influencia que tenían con el anterior gobierno.

5.5. De tácticas de sobrevivencia campesina con la pasta papelera a la denuncia

La historia derivada del proceso de industrialización, de donde proviene la preocupación de los campesinos de regar con el agua del río o emplearla en alguna otra cosa, hace referencia a las sustancias químicas que la papelera vertía al río usado como su canal de desagüe o simplemente "las 'químicas' que la papelera echaba en el río", como dicen los campesinos de la región. La información presentada en esta sección es el resultado de las entrevistas con varios campesinos cuyas tierras de cultivo, pertenecientes al ejido de Santo Tomás Atzingo, se ubican en la parte posterior a la papelera San Rafael, por donde pasa una corriente del río Tlalmanalco y donde la empresa vierte sus aguas tratadas.

Fue hace como 10 años que la papelera mandaba al río sus aguas residuales y se ponía blanca y con espuma. Mucha gente hizo en sus campos de cultivo depósitos en donde dejaban asentar la pasta, de ahí la sacaban y la vendían a las cartoneras.⁷²

⁷² Actualmente, estas fábricas utilizan papel de desecho que compran en el relleno sanitario de Santa Catarina y a nivel local. La pasta que necesitan para que cohesione el cartón se lo compran a la papelera desde que ésta instaló los depósitos dentro de sus instalaciones, e incluso a veces se las regala. El proceso de fabricación del cartón es el siguiente: el papel de

Varios de esos campesinos dejaron de trabajar el campo, vieron en la pasta la actividad que los sacaba de pobres y parte de la economía regional giró alrededor del mercado de la pasta, ya que los dueños de los depósitos de pasta contrataban a otros campesinos para que palearan la pasta a los camiones que venían a recogerla para distribuirla. En torno a este fenómeno de mercado, se puede considerar que tanto los campesinos que cambiaron el uso de la tierra agrícola como aquellos que trabajaron en los depósitos de pasta, vieron en estas actividades una táctica de sobrevivencia, debido a que les reportaba mayores ingresos que el trabajo del campo o ingresos complementarios a aquel, aumentando así su poder adquisitivo.

“Cuando salía pasta de la papelera hubo gente que en sus terrenos hizo pozos para asentarla y venderla. Yo trabajé para unas familias que tenían sus pozos, pero me despidieron cuando me dio esa enfermedad de las reumas y no me dieron más que las gracias. En esos tiempos salían diario 30 camiones, desde la madrugada hasta la tarde, a 30,000 (viejos) pesos (1989) la carga”.

Campesino del ejido de Santo Tomas

La pasta era un negocio redondo, ya que no la cobraba la papelera, según los campesinos, tampoco podía hacerlo debido a que una vez que salía de la papelera ya no le pertenecía, era entonces de los campesinos porque estaba en el río y el río es un recurso que les pertenece (según ellos). Varios campesinos se hicieron de mucho dinero, que despidieron en la mayoría de los casos, perdieron así su identidad, dejaron de sembrar o se les olvidó como hacerlo. Cuando la papelera construyó dentro de su propiedad unos depósitos para la pasta, se acabó el negocio; entonces aquellos campesinos que no invirtieron el dinero que ganaron, (que “no compraron vacas” dijo un campesino, como ejemplo de ahorro) quedaron en la ruina. Fue unos años después de esta acción que algunos campesinos empezaron a regar con esta agua pero con temor de que tenga sustancias tóxicas.

desperdicio (peródico, hojas, revistas, cartoncillo, etc.) proveniente de los basureros, lo pican y lo licúan; lo revuelven con pasta de la que sale de la papelera, luego prensan la mezcla para que salgan las hojas de cartón que dejan secar al aire libre con el sol.

En ese tiempo algunos campesinos llegaron a regar con el agua del río que contenía la pasta, pero el maíz se ponía amarillento, las “químicas” de la papelera quemaban las plantas y dejaban una capa de pasta sobre la tierra que luego había que limpiar y “puso eso es más trabajo”. Además, los animales que tomaban de esa agua se enfermaban o morían, lo que comprobaba lo contaminada que estaba.

“Cuando la papelera sacaba agua con pasta, esta se dejaba sedimentar en depósitos hechos cerca de la salida del agua del proceso, para venderla y hubo algunos campesinos que usaron esta agua para regar sus campos, pero quemó el maíz, se puso amarillo.

También hace como 10 años salía agua con ‘lejía’ y los perros con sama que se metían en ella se curaban, aunque a veces no aguantaban y se morían. Era un agua muy fuerte”.

Oscar Tenorio, campesino de San Juan y estudiante de agronomía en la Universidad de Amecameca

Ante la problemática de la muerte de los animales, los campesinos fueron directamente a la papelera San Rafael para discutir qué se iba a hacer al respecto de la contaminación del río y los daños causados por los desechos de productos químicos empleados en el proceso del papel.⁷³ Aunque este reclamo contribuyó a que la empresa decidiera instalar una planta de tratamiento de aguas, no se puede considerar que sea la principal causa y mucho menos un movimiento formal como el que se dio para que la empresa perdiera la concesión sobre el manejo, uso y distribución del agua del río de la Compañía.

Actualmente el cauce del río que recibe el agua tratada de la papelera ya no lleva los desechos del proceso de fabricación de celulosa y papel, ni de la limpieza de las máquinas hecha con hidróxido de sodio⁷⁴, sino más bien fibrilla de papel que le da un color lechoso y como tienen control sobre la sosa que desechan, el agua ya no “quema”.

⁷³ Residuos de celulosa, que aumentaban la concentración de materia suspendida en el agua del río y residuos de la sosa o lejía con la que lavan las máquinas, principalmente

⁷⁴ El hidróxido de sodio es la sosa, sosa cáustica o lejía

La gente esta consciente de que la papelera ya trata su agua, pero a pesar de ello, todavía existe el temor en los campesinos de que el agua del río Tlalmanalco sea dañina si se usa para riego. Este miedo es uno de los factores que impide el desarrollo de un proyecto de riego, pero también es uno de los factores que le da valor al análisis de la calidad del agua.

5.6. El agua del río Tlalmanalco y la Ley de Aguas Nacionales

- Bueno, y dígame, ¿si el agua del río puede ser utilizada a quien se le pediría permiso para usarla o qué, la podemos sacar así nomás? - Dijo el campesino, como pregunta y como trampa de conocimiento.

Existen, cobijadas por una sola visión de apropiación, dos vertientes de respuesta ante el planteamiento de este campesino con el que me entrevisté, entre varios, en todo este camino para entender la mecánica desde la cual se haría un diagnóstico útil respecto a la calidad del agua del río de la Compañía.

Los habitantes de Tlalmanalco han tenido históricamente la postura de la defensa del agua proveniente de los deshielos de la Volcana, eso es sabido desde el principio de esta investigación. Es esta acción lo que justifica que los Tlalmanalquenses sean los propietarios del recurso agua y que lo asuman de esa manera, pues está dentro del área donde viven y desde siempre se han proveído del agua con esas fuentes, a pesar de las restricciones históricas impuestas. Por todo esto, en la región se da la pelea por el agua en el momento en que han sentido afectado su acceso a ella.

A pesar del claro planteamiento anterior, se complejiza esta situación de apropiación local, pues por sobre esta visión, existe el aspecto legal, las leyes administradas por el gobierno, que son las que justificaron la concesión del agua a la papelera a finales del siglo antepasado y principios del pasado, o por medio de las cuales la competencia partidista PRI-PRD, iniciada a finales del siglo XX, ha escudado sus intenciones proselitistas bajo la promesa de una buena y justa administración del recurso.

Se debe tomar en cuenta también que están los intereses a nivel federal respecto al manejo de las aguas nacionales, como punto estratégico para el control de la política

nacional, ya que a pesar de que se establece en la Ley de Aguas Nacionales (LAN) que sus disposiciones son de orden público e interés social (artículo 1º), también establece, en su artículo 4º, que "La autoridad y administración en materia de aguas nacionales y de sus bienes públicos inherentes corresponde al Ejecutivo Federal, quien lo ejercerá directamente o a través de <<La Comisión>>"⁷⁵, con lo cual se le confiere al Ejecutivo - que actualmente responde más a los intereses de la globalización y los mercados internacionales, que a cubrir las necesidades de sus gobernados - la capacidad implícita de otorgar el recurso en función de la conveniencia de la cúpula gobernante, aun por sobre el interés social, como sucedió en Tlalmanalco cuando el gobierno porfirista, que también seguía una lógica de mercado liberal sumada a una "extranjerización" del manejo de los recursos y, con ello, subordinar a una población o a una región.

En este marco es donde se dan las dos vertientes para responder a la pregunta del campesino Tlalmanalquense.

Primero, en el caso de que sean algunos campesinos, de manera individual o en pequeñas organizaciones informales, los que hagan uso del agua, se puede prescindir de cualquier trámite, además de que en realidad los que la han usado en riego lo hacen para preparar la tierra antes de la siembra, no para más.

Sin embargo, si se usara de manera más intensiva, se corre el riesgo de que la actividad se hiciera muy notoria y tuvieran el o los campesinos involucrados que hacer el trámite correspondiente para legalizar el uso, ya que la LAN permite solamente la libre explotación de las aguas superficiales por medios manuales para uso doméstico y de abrevadero (Artículo 17, primer párrafo).

A pesar de las restricciones legales, la fuerte identificación histórica de los Tlalmanalquenses con el recurso ha sobrepasado de alguna manera la legalidad. El movimiento por el acceso al agua del río para el uso doméstico y la administración del mismo recurso por los habitantes con el cobro de cuotas para el mantenimiento de las instalaciones y no por el aprovechamiento del agua en sí; la extracción de la pasta del río en la década de los 80's del cauce del río o el riego que se ha hecho con esa agua lo demuestran. En realidad, han sido ellos los que han perseverado para que se cumpla con

⁷⁵ <<La Comisión>> se refiere a la Comisión Nacional del Agua (CNA)

lo dispuesto en el Artículo 1º de la LAN, "...sus disposiciones son de orden público e interés social y tiene por objeto regular la explotación, uso o aprovechamiento de dichas aguas...", aunque no conozcan este artículo ni el gobierno le conceda la importancia real a las necesidades de los usuarios y prefiera beneficiar el proceso de industrialización. El mismo Artículo 1º continúa con otros dos aspectos que le competen respecto a las aguas nacionales, "... su distribución y control... "; siendo de orden público sus disposiciones puede concederse el uso a las empresas, pero siendo de interés social se debe de presuponer que las necesidades de las personas que se cubren con el agua, tienen preferencia sobre las necesidades de la industria y de ninguna manera justifica que su distribución y administración sean condicionadas por intereses partidistas, actos proselitistas o intereses de las autoridades gubernamentales. Finalmente el Artículo concluye haciendo referencia a la conservación del recurso y al desarrollo sustentable como uno de sus objetivos: "... así como la preservación de su cantidad y calidad para lograr su desarrollo integral sustentable." En lo que se refiere a este aspecto, los habitantes de Tlalmanalco no han cumplido. Debido al sentido de propiedad que tienen del recurso y a las luchas que han protagonizado para tener acceso a él, se genera una inconsciencia colectiva, en la que se fundamenta que por eso tienen el derecho de arrojar su basura, aguas de servicios y las cartoneras sus aguas residuales de proceso al río, además de ignorar los daños que causan al agua con ello. A raíz de que uno de los objetivos de la ley le concede al gobierno la responsabilidad de la conservación de las fuentes de agua, lo cual es positivo, queda, entonces, plenamente justificada su intervención para el manejo adecuado del agua de la región o que sancione a poblaciones o usuarios que mal empleen las aguas nacionales; pero no el desplazamiento de las administraciones locales como los comités de agua o el municipio.

La segunda vertiente es, precisamente, la que se refiere a la fórmula legal para la explotación el uso o aprovechamiento de las aguas nacionales, el cual es concesionado a personas físicas o morales tal y como lo establece el artículo 20 de la LAN en su primer párrafo: "La explotación, uso o aprovechamiento de las aguas nacionales por parte de personas físicas o morales se realizará mediante la concesión otorgada por el Ejecutivo Federal a través de "La Comisión" de acuerdo con las reglas y condiciones que establece esta Ley y su reglamento". Esto quiere decir que cualquier persona o grupo de personas legalmente constituidas pueden beneficiarse del recurso agua y hacer uso de él si el Ejecutivo Federal lo aprueba, siempre y cuando el fin para el cual se vaya a emplear se

apegue a lo dispuesto en la LAN y no afecte a la disponibilidad del agua conforme a la programación hidráulica (a este respecto la ley es muy clara en su Artículo 22). Una vez que la concesión es otorgada al concesionario, éste podrá emplear el agua de manera libre respecto a la actividad para la que la haya solicitado, tal y como se especifica en el Artículo 25, primer párrafo: "Una vez otorgado el título de concesión o asignación, el concesionario o asignatario tendrá el derecho de explotar, usar o aprovechar las aguas nacionales durante el término de la concesión o asignación, conforme a lo expuesto en esta ley y su reglamento".

Específicamente en lo que se refiere al uso agrícola de las aguas nacionales, la LAN en su Título sexto, Capítulo II, del Artículo 48 al 75 describe la legalidad de la concesión hecha a los ejidatarios, comuneros y pequeños propietarios de las aguas nacionales y justifica y normatiza lo tocante a la administración del recurso, la transmisión de la concesión y lo que respecta al uso en riego agrícola haciendo alusión a los mecanismos para integrar y administrar las Unidades de Riego (Artículos 58 a 63) y los Distritos de Riego (Artículos 64 a 75).

De manera legal, la inquietud del campesino se resuelve con el artículo 20 de la LAN, pero de manera particular, el Artículo 48 hace mención a los trabajadores del campo como partícipes y derechoahabientes de las concesiones:

"Los ejidatarios, comuneros, y pequeños propietarios, así como los ejidos, comunidades, sociedades y demás personas que sean titulares o poseedores de tierras agrícolas, ganaderas o forestales dispondrán del derecho de explotación, uso o aprovechamiento de las aguas nacionales que se les hubieren concesionado en los términos de la presente ley.

Cuando se trate de concesiones de agua para riego, "La Comisión" podrá autorizar su aprovechamiento total o parcial en terrenos distintos de los señalados en la concesión, cuando el nuevo adquirente de los derechos sea su propietario o poseedor, siempre y cuando no se causen perjuicios a terceros".

Por lo anterior, en Tlalmanalco pueden de manera legal justificar el riego agrícola con agua del río de la Compañía, si éste se hiciera de manera constante, tramitando y obteniendo una concesión, tal como se describe en el Artículo 50, que a la letra dice:

"Artículo 50. Se podrá otorgar concesión a:

- I. Las personas físicas o morales para la explotación, uso o aprovechamiento individual de aguas nacionales para fines agrícolas, y
- II. Personas morales para administrar u operar un sistema de riego o para la explotación, uso o aprovechamiento común de aguas nacionales para fines agrícolas".

Como todo derecho implica la observancia de obligaciones, en el artículo 29 de la LAN se establecen las obligaciones que tienen al respecto los concesionarios o asignatarios:

"Artículo 29. Los concesionarios o asignatarios tendrán las siguientes obligaciones:

- I. Ejecutar las obras y trabajos de explotación, uso o aprovechamiento de aguas en los términos y condiciones que establece esta ley y su reglamento, y comprobar su ejecución para prevenir efectos negativos a terceros o al desarrollo hidráulico de las fuentes de abastecimiento o de la cuenca;
- II. Cubrir los pagos que les correspondan de acuerdo con lo establecido en la legislación fiscal vigente⁷⁶ y en las demás disposiciones aplicables;
- III. Sujetarse a las disposiciones generales y normas en materia de seguridad hidráulica y de equilibrio ecológico y protección al ambiente;
- IV. Operar, mantener y conservar las obras que sean necesarias para la estabilidad y seguridad de presas, control de avenidas y otras que de acuerdo a las normas se requieran para seguridad hidráulica;
- V. Permitir al personal de "La Comisión" la inspección de las obras hidráulicas utilizadas para explotar, usar o aprovechar las aguas nacionales, incluyendo la perforación y alumbramiento de aguas del subsuelo, y permitir la lectura y verificación del funcionamiento de los medidores y las demás actividades que se requieran para comprobar el cumplimiento de lo dispuesto en la presente ley;

⁷⁶ El subrayado es del autor

- VI. Proporcionar la información que les solicite "La Comisión" para verificar el cumplimiento de las condiciones contenidas en esta ley y en los títulos de concesión, asignación o permiso a que se refiere la presente ley;
- VII. Cumplir con los requisitos de uso eficiente del agua y realizar su reuso en los términos de las normas oficiales y de las condiciones particulares que al efecto se emitan, y
- VIII. Cumplir con las demás obligaciones establecidas en esta ley y su reglamento".

Con base en la fracción I y la fracción IV de este artículo, las obras hidráulicas hechas por la papelerera son responsabilidad de la empresa en cuanto a su mantenimiento y reparación, pero no queda del todo claro si la obra se considera como parte del pago que se hace por la concesión al que se refiere la fracción II, o éste se hace aparte.

En el caso de que la papelerera hubiera dañado al sistema hidráulico regional o hubiese desviado algún cauce sin autorización de "La Comisión" (Artículo 119, fracción VIII) se debe sujetar a las sanciones correspondientes especificadas en el Título Décimo, Capítulo I de la LAN, y en el caso de contravenir la fracción VIII del Artículo 119, se podrán cancelar temporal o definitivamente las obras para la extracción y aprovechamiento de las aguas provenientes de los deshielos de la Volcana (Artículo 122, primer párrafo).

Para el aprovechamiento del agua del río Tlalmanalco en riego o en uso doméstico, los habitantes que lo hagan tendrían que realizar las obras correspondientes, aunque se puede solicitar apoyo y asistencia técnica a "La Comisión" (Artículo 99)

Respecto a la fracción II y la fracción III, los habitantes de Tlalmanalco no cumplen con esas obligaciones.

El pago mencionado en la fracción II, como se ha dicho anteriormente, no se lleva a cabo debido a un proceso histórico de apropiación del recurso y de lucha por recuperar el acceso a él. Este es un punto de controversia, resuelto a nivel local, y aunque en la actualidad los comités de agua han perdido vigencia, que son los que se pudieran haber considerado como los "concesionarios" y el municipio⁷⁷ sea el responsable en la administración del agua, la concesión hecha a la papelerera los afectó y legalmente queda

⁷⁷ En el artículo 5º de la LAN se describe que el Ejecutivo Federal promoverá la coordinación de las acciones referentes a la administración de las Aguas Nacionales con los gobiernos de las entidades federativas y de los municipios

establecido en la LAN actual que las concesiones para el uso del recurso y las obras realizadas para tal efecto no deben afectar a terceros (Artículo 29, fracción I). Esto generó una conciencia de lucha, por medio del cual los mayores no permitirían que se les cobrara, de alguna forma les tienen que pagar el daño que les hicieron, por ello a la autoridad local, el Municipio, no le es tan fácil imponer un pago, no por el agua en sí, más bien por el costo y mantenimiento de la red para su distribución. Se debe, sin embargo, considerar que los más jóvenes están olvidando la lucha por el agua en su comunidad, de tal forma que si llega a suceder eso, legalmente se puede imponer un pago por el agua.

En lo que respecta a la fracción III, no existe ningún impedimento por el cual "La Comisión" no pudiera imponer sanciones por afectar ecológicamente el cauce del río, como se hace con los drenajes de las casas o de las cartoneras que van a dar al río o con la basura que se arroja a él.

Una de las atribuciones que se establecen en la LAN para "La Comisión", en el Artículo 9º, fracción IV, es la promoción y apoyo de para la creación de sistemas de agua potable y alcantarillado; los de saneamiento, tratamiento y reuso de aguas; los de riego o drenaje y los de control de avenidas y de protección contra inundaciones. Fundamentándose en esto, los habitantes de Tlalmanalco pudieran legalmente solicitar la construcción de un sistema de alcantarillado y drenaje para sus aguas residuales, pero hay dos cuestiones que se deben de tomar en cuenta, la primera es que se debe de considerar el sitio en el que se descargaría el agua colectada y su tratamiento antes de descargarla al río.

El segundo aspecto a considerar es que legalmente estas solicitudes se deben hacer a través de un Consejo de Cuenca - que no existe en Tlalmanalco - en el cual tiene que haber representantes de los usuarios, es como un Comité de Agua pero organizado en términos de la LAN. En el Capítulo IV, Artículo 13 de la ley se toca el tema de los Consejos de Cuenca:

"Artículo 13. "<<La Comisión>>, previo acuerdo de su Consejo Técnico⁷⁸, establecerá consejos de cuenca que serán instancias de coordinación y concertación entre "La Comisión", las dependencias y entidades de las instancias federal, estatal o municipal y los representantes de los usuarios de la respectiva cuenca hidrológica, con el objetivo de

⁷⁸ Lo referente a Consejo Técnico de la Comisión Nacional del Agua se trata en los artículos 11 y 12 de la LAN

formular y ejecutar programas y acciones para la mejor administración de las aguas, el desarrollo de la infraestructura hidráulica y los servicios respectivos y la preservación de los recursos de la cuenca.

<<La Comisión>> concertará con los usuarios, en el ámbito de los consejos de cuenca, las posibles limitaciones temporales a los derechos existentes para enfrentar situaciones de emergencia, escasez extrema, sobreexplotación o reserva. En estos casos tendrá prioridad el uso doméstico".

En términos de la redacción del Artículo 13, aunque los objetivos de los Comités de Cuenca quedan claros, no sucede lo mismo con sus alcances y facultades. Se puede notar, también, que la formación de éstos no es libre, sino que va en función de lo que decida la CNA; tal y como se describe en el artículo 15 del Reglamento de la Ley Nacional de Aguas (RLAN), cuya fracción primera, inciso (c), aclara que en el Consejo de Cuenca debe de haber "un representante de los usuarios de la cuenca por cada tipo de uso que se haga del recurso, quienes fungirán como vocales", pero no aclara si tiene voz y voto o solamente voz. En todo caso especifica que los que cuentan con voz y voto son el Director General de la CNA y los titulares de los Poderes Ejecutivos de las entidades federativas dentro del Consejo de Cuenca y los que únicamente cuentan con voz son el secretario técnico y los representantes de las dependencias del Gobierno Federal y organizaciones de la sociedad interesados invitados por el Consejo de Cuenca a sus sesiones, o sea que aunque lo que ahí se discuta sea de interés general, la entrada es restringida. El hecho de que se especifique en la redacción para cada participante si tiene voz y voto o solamente voz, y para los vocales no, los reduce a simples observadores, es una ambigüedad que los representantes gubernamentales pueden aprovechar para decidir sin tomar en cuenta a los directamente afectados, que son los usuarios.

Pareciera que el artículo 13 es una dádiva para los usuarios del agua, por lo demás, la LAN le da mucho más peso a las concesiones que representan pagos del recurso, inversión de los concesionarios y sobre todo, un trasfondo respecto a que cualquiera puede solicitar y a cualquiera se le puede otorgar (por lo general al que tenga más dinero) el uso o aprovechamiento del recurso incluyendo a grandes empresas internacionales, cuya inserción en México fomenta las tendencias del Ejecutivo: el mercado neoliberal y la actividad depredatoria de los recursos naturales que las empresas realizan para satisfacer

los niveles de producción y comercialización de las corporaciones a nivel mundial; por ello los usuarios quedan en segundo término, legalmente pareciera que el abasto del agua en sus servicios domésticos sólo será preferente en casos de emergencia, escasez extrema, sobreexplotación o reserva. Por esto es que en Tlalmanalco se debe ser cuidadoso respecto a la inserción de los Consejos de Cuenca, además que "sus principios de lucha acuaculturales" no van en ese sentido, aun y cuando la CNA apenas está promoviendo la formación de aquellos.

En el capítulo V, Artículo 14, se toca el tema de la organización y participación de los usuarios: "<<La Comisión>> acreditará, promoverá y apoyará la organización de los usuarios para mejorar el aprovechamiento del agua y la preservación y control de su calidad, y para impulsar la participación de estos a nivel estatal, regional o de cuenca en los términos de la presente ley y su reglamento".

Con base en este Artículo se validan las actividades que los pobladores de Tlalmanalco realizan o realizarán para disminuir o eliminar la contaminación del agua del río Tlalmanalco, además que "La Comisión" , como se especifica en el Artículo 86, se deberá hacer cargo de:

"I. Promover, y en su caso, ejecutar y operar la infraestructura federal y los servicios necesarios para la preservación, conservación y mejoramiento de la calidad del agua en las cuencas hidrológicas y acuíferos, de acuerdo con las Normas Oficiales Mexicanas respectivas...

V. Vigilar, en coordinación con las demás autoridades competentes, que el agua suministrada para consumo humano cumpla con las normas de calidad correspondientes y que el uso de las aguas residuales cumpla con las normas de calidad del agua emitida para tal efecto;

VI. Promover o realizar las medidas necesarias para evitar que la basura, desechos, materiales y sustancias tóxicas y lodos producto de los tratamientos de aguas residuales contaminen las aguas superficiales o del subsuelo..."

Estas fracciones del Artículo 86 y el Artículo 14 fundamentan legalmente el hecho de que la actividad por el mejoramiento, rescate y prevención de la contaminación del río Tlalmanalco es responsabilidad tanto de la población como de "La Comisión" y que esta última tiene la obligación de apoyar las acciones que con ese efecto los ciudadanos promuevan. Lo referente a las acciones y responsabilidades de "La Comisión", y a la generación y descarga de aguas residuales, se especifica en los Artículos 85 a 96 de la LAN, lo que fortalece el carácter sustentable de esta legislación.

Las fracciones I, V y VI del Artículo 86 implícitamente marcan la necesidad de integrar la ingeniería como herramienta necesaria para que se cumpla el aspecto legal de la prevención y control de la contaminación, ya que la infraestructura federal y los servicios necesarios para la preservación, conservación y mejoramiento de la calidad del agua requieren del desarrollo de tecnología y de los especialistas en las diferentes ramas de la ingeniería para su diseño, instalación, puesta en marcha y control; lo cual se extiende a los usuarios, debido a la responsabilidad que legalmente les corresponde de "cumplir con las normas oficiales mexicanas y en su caso con las demás condiciones particulares de descarga, para la prevención y control de la contaminación extendida y dispersa que resulte del manejo y aplicación de sustancias que puedan contaminar la calidad de las aguas nacionales y los cuerpos receptores" (Artículo 137 del RLAN)

La Ley de Aguas Nacionales no especifica las herramientas para hacer denuncia popular de las fuentes que contaminen los cuerpos de agua, al respecto de esto la Ley General de Equilibrio Ecológico y la Protección al Ambiente (LGEEPA), en su Artículo 189, señala que: "Toda persona podrá denunciar ante la Secretaría⁷⁹, o ante otras autoridades federales o locales, según su competencia, todo hecho, acto u omisión de competencia de la Federación, que produzca desequilibrio ecológico o daños al ambiente, contraviniendo las disposiciones de la presente Ley y de los demás ordenamientos que regulen materias relacionadas con la protección al ambiente y la preservación y restauración del equilibrio ecológico".

Como en Tlalmanalco no existe una representación de la SEMARNAP, la denuncia se deberá formular ante la autoridad municipal, que es además el encargado del control de las descargas de aguas residuales (Artículo 88, tercer párrafo de la LAN) o, a elección del

⁷⁹ En este Artículo "La Secretana" se refiere a la SEMARNAP (desde el año 2001 SEMARNAT)

denunciante, ante las oficinas más próximas de dicha representación. Con esto no solamente se puede denunciar a los contaminadores del agua sino también a quienes contaminen el suelo, el aire y hagan tala ilegal de los árboles de la zona boscosa, ya que este hecho genera desequilibrios ecológicos.

5.7. El bosque, la mundialización y el agua en Tlalmanalco

En Tlalmanalco el bosque ocupa el 65 % de la superficie total, siendo por ello un recurso de vital importancia para la región. Esto significa que en el municipio existen 10,260 hectáreas de bosques. De esta área boscosa, al ejido de San Juan Atzacualoya le corresponden 20 hectáreas y aproximadamente el 97 % pertenecen al ejido de Tlalmanalco, o sea 10,000 hectáreas; de las cuales el 30% tiene muy poca densidad de árboles, considerándose por ello que la superficie real del bosque perteneciente al ejido en cuestión, es de solamente unas 7000 hectáreas⁸⁰.

Hasta antes de la fundación de la Papelera San Rafael, el bosque se explotaba localmente para extraer madera, leña y algunos productos alimenticios para consumo doméstico, pero a raíz de la concesión que se le dio a la fábrica para el manejo de los recursos agua y bosques de la región, este último comienza a ser explotado de forma intensiva, con un manejo regular, más no eficiente por parte de la empresa.

En los años setentas se da el declive de la papelera, y en 1974 se forma la unión de ejidos forestales Emiliano Zapata, que por mal manejo de sus recursos y la poca continuidad en las actividades para negociar los precios de la madera, desapareció, al igual que la unión Mario Ramón Beteta fundada en 1983.⁸¹ Para 1991 se decreta una veda forestal por parte de la presidencia de la República que se suspende en 1996, y es a partir de este año que se inicia formalmente la explotación del recurso forestal por parte de los ejidos (aunque desde antes ya se hiciera). En la tabla 10 se resume cronológicamente las diferentes etapas del manejo del bosque.

⁸⁰ Información obtenida en la entrevista realizada al M. en C. Juan Manuel Chávez Cortes en septiembre de 1998 por el pasante en Psicología Social Jacobo Espinoza Hilarío. Juan Manuel Chávez C. es profesor investigador de la Universidad Autónoma Metropolitana campus Xochimilco. Ha trabajado en la región desde 1982, cuando realizó el Plan de Manejo del Parque Izta-Popo.

⁸¹ Entrevista con Don Tomás Moysén, habitante de San Rafael y responsable del Bosque Escuela, 19 de octubre del 2000

Tabla 10. Cronología del manejo del bosque en Tlalmanalco

Año	Sucesos y formas de manejo
Primera Etapa	
	Explotación para consumo doméstico de madera, leña y vegetales comestibles antes de la fundación de la papelería
Segunda Etapa	
1907 - 1910	Se inicia la explotación y comercialización industrial del bosque con la fundación de la papelería San Rafael
1927	Explotación intensiva
1936	Declaración del parque nacional Ixta-Popo en la cota 3000 msnm. Dotación de área forestal a ejidos y comunidad
1947	Se obliga a los ejidatarios de Puebla, Morelos y Estado de México a vender la madera exclusivamente a la papelería durante 60 años
1948	Se recorre la cota del parque Ixta-Popo a 3600 msnm
Años 70	Declive de la Fábrica de Papel San Rafael
1974	Se constituyó la unión de ejidos forestales Emiliano Zapata sumándose a ella 37 poblados de los estados de Morelos, Puebla y Estado de México, para negociar los precios de la madera con la fábrica. Se manifiesta la tala clandestina
1983	Se forma la unión Manó Ramón Beteta y se diversifica el mercado
1948 - 1984	En este periodo la Papelería cortó 4,448,261 m ³ de madera en rollo
1991	Se revoca la concesión de exclusividad realizada en 1974. Desde la presidencia de la República se declara una veda forestal
Tercera Etapa	
1996	La veda forestal es suspendida. Se inicia formalmente el aprovechamiento de los recursos forestales por medio de aserraderos ejidales. Persiste la tala clandestina sin control
1998	Comisión de Bosques de Tlalmanalco
Marzo 1999	Presentación a la comunidad de Tlalmanalco y a las autoridades del Municipio del Proyecto Bosque Escuela
1999	En abril de este año se pierden aproximadamente 30 hectáreas de bosques debido a incendios forestales. En agosto, una plaga de gusano barrenador afecta a más de 3000 m ³ de madera; como medida de saneamiento los ejidatarios de Tlalmanalco derriban los árboles afectados
Abril 2000	El secretario del Ayuntamiento de Tlalmanalco reconoce que el pozo 321, que surte de agua a la parte sur del municipio, se encuentra por debajo de su capacidad debido principalmente, a la poca captación de aguas de lluvia como consecuencia de la tala clandestina de árboles

Fuente: Cuadro hecho con información obtenida del diagnóstico del recurso bosque en la región de los volcanes realizado por integrantes del Programa de Manejo de Recursos Naturales de la Sierra Nevada y Consejo Social Iztacchuatl y de notas periodísticas

En 1994 entró en vigor el Tratado de Libre Comercio con los EE. UU. y Canadá, que consolida la política de apertura comercial en el plano de la globalización y del sistema neoliberal al que se apegó el salinismo. Dentro de este tratado no existe un texto especial que trate específicamente lo referente a la materia forestal. Al revisar el capítulo de importaciones, se observa que las fracciones correspondientes al sector forestal no tienen plazos extralargos de desagravación, con excepción de algunos de los productos más importantes, como por ejemplo las tablas de pino, mientras que los productos manufacturados se enfrentaron a la libre competencia del mercado casi de inmediato (Tabla 11).

Tabla 11. Tratado de Libre Comercio. Aranceles y plazos de desagravación de fracciones arancelarias del subsector forestal⁸²

Fracción	Concepto	Plazo	Arancel (%)
440200	Carbón de madera	C	10
440320	Madera en rollo de coníferas	C	10
440333401	Madera en rollo de caoba	C	10
4407102	Tablas de coníferas	Cq	10
44072301	Tablas de caoba	C	15
44079101	Tablas de encino	Cq	15
44081001	Hojas de coníferas para chapas	A	15
440910	Molduras	A	20
441010	Aglomerados de madera	B	20
44121101	Triplay con chapa de madera tropical	C	20
44121901	Triplay con madera de coníferas	C	15
44140001	Marcos de madera	B	20
44160005	Duelas	B	20
44182001	Puertas y umbrales	B	20
4419	Artículos de mesa	B	20
44219099	Otras manufacturas (muebles)	C	20
47010001	Pasta mecánica de madera	—	0
470311	Pasta química de madera a la sosa	—	0
4801	Bobinas de papel prensa	Bp	15

Claves:

B. Plazo de desagravación 5 años

C. Plazo de desagravación 10 años (largo)

Cq. Plazo de desagravación 15 años (extralargo)

p. Requiere permiso previo de importación

Evaluando las posibilidades que México tiene para competir, se nota que el nivel de protección que ofrecen las tasas arancelarias no cubre las diferencias de precios de los productos forestales, como la madera de pino, actuales y posibles en el mediano plazo entre México y EE.UU.⁸³

Respondiendo a los intereses que en el marco del TLC y la mundialización se han generado, tales como empresas plantadoras forestales extranjeras que han presionado para 'invertir' en el ramo, se hicieron los cambios a la ley Forestal en 1997 con el fin de atraer capitales de empresas privadas, sin embargo, la inversión no es del todo real, ya que para estas plantaciones puede haber hasta un 15 % de subsidio proveniente de los recursos fiscales del erario público, que puede incluir la infraestructura necesaria para que se realice la explotación del recurso. Por todo esto es necesario delimitar quiénes son los

⁸²Fuente: Tratado Trilateral de Libre Comercio entre México, Canadá y e. unidos. Octubre, 1992. Citado por Gonzalo Chapela y Mendoza en *Panorama del Sector Forestal en México* Gaceta Ecológica, número 38, primavera de 1996, p 36

⁸³ Chapela y Mendoza, Gonzalo. *Panorama del Sector Forestal en México* Gaceta Ecológica, número 38, primavera de 1996, p 36

responsables del recurso bosque en Tlalmanalco, para que su explotación y beneficios sean para los habitantes de la región, no solamente beneficie a las grandes corporaciones internacionales y partir de ahí para que se haga un uso sustentable del mismo que contribuya a la recuperación y conservación del agua en la región.

5.7.1. Ciclo del agua y bosque

El agua de las precipitaciones, en especial la de lluvia, se distribuye de la siguiente forma al llegar al suelo y entrar en contacto con las especies vegetales:

Evapotranspiración a partir de suelos y plantas

Escurrimientos sobre la superficie

Se moviliza por medio de corrientes subterráneas (escurrimiento subterráneo)

Se acumula en los cuerpos de aguas superficiales (lagos y presas: reservas superficiales)

Se acumula en los mantos freáticos

Es absorbida por el suelo (reserva del suelo).

De estos elementos, los más importantes son las precipitaciones (lluvia y nieve), la evapotranspiración y los escurrimientos superficiales, y se supone que, para periodos largos, las cantidades de agua acumuladas en los cuerpos superficiales de agua, en el suelo y en los mantos freáticos son constantes.

Este análisis del ciclo del agua se hace sobre una región física definida como 'cuenca hidrográfica', es decir, el conjunto de las superficies de tierra y agua que contribuyen a las descargas de una corriente. Una cuenca hidrográfica tiene como límites las pendientes que encaminan el agua de lluvia o de deshielo hacia una corriente, las que reciben el nombre de 'parteaguas'.

En la cuenca Sena - Normanda, en Francia, por ejemplo, la media anual de la precipitación pluvial es de $75 \times 10^9 \text{ m}^3$ de los cuales, el 69.3% se evapora a partir de suelo y plantas; el 26.7% corresponde al escurrimiento superficial y el 4% al subterráneo.

'Para conservar las reservas de agua, debe procurarse mantener las áreas forestales y con vegetación natural, pues éstas ayudan a conservar la humedad y propician la

percolación, con lo que se evita una pérdida excesiva de agua. La deforestación provoca que se evapore la humedad del suelo y que el agua escurra rápidamente, lo que erosiona y socava la tierra. En el caso de las zonas urbanizadas, la presencia de grandes superficies impermeables, como carreteras, estacionamientos, techos y calles, acelera el proceso de evaporación, con lo que se agudiza la pérdida de humedad del suelo, disminuye la retroalimentación de los mantos freáticos, acelerando el proceso de desertificación⁶⁴. Dado que la deforestación y la urbanización suceden en Tlalmanalco, las reservas de agua están siendo afectadas por el fenómeno de evaporación, disminuyendo su retroalimentación.

5.7.2. La pérdida de superficie boscosa y el Río Tlalmanalco

La importancia de los bosques radica en que son contribuyentes de oxígeno a la atmósfera, además de que las masas arbóreas que lo conforman son un sistema natural de eliminación de contaminantes del aire y de regulación climática.

Los bosques son también proveedores de animales, plantas y hongos comestibles; son áreas para la conservación de especies vegetales y animales; sitios de arraigo; espacios de recreo para los seres humanos y fuente de inspiración literaria.

De los bosques depende la conservación de la cuencas hidrográficas, ya que aseguran la infiltración del agua al suelo y la regularidad de los ríos, de los cuales se extrae una porción del agua empleada para el riego agrícola y la asegura para los servicios urbanos. Además, los árboles evitan el azolvamiento de costosas presas y la erosión de los suelos al evitar que el agua de la lluvia se escurra horizontalmente arrastrando tierra y nutrientes.

A pesar de todos los beneficios que el bosque proporciona, en Tlalmanalco existen una serie de fenómenos que han ido minando la superficie boscosa o que impiden el buen manejo del recurso.

En relación a la 'edad' de la masa arbórea del bosque tlalmanalquense, el equipo de Juan Manuel Chávez ha encontrado que la mayor parte del bosque es 'viejo', con muchos

⁶⁴ López M., Sergio, *et.al* La Contaminación y sus efectos en la salud y el ambiente, Centro de Ecología y Desarrollo, 1995

árboles ya maduros de bajo potencial reproductivo natural; muy susceptibles a enfermedades, plagas o a caerse por la acción del viento. Todo esto indica un manejo inadecuado del bosque, porque no se ha planificado la reproducibilidad de los árboles y porque la veda declarada en 1991 a 1996, no fue tiempo suficiente para que los árboles más jóvenes alcanzaran la edad para ser empleados comercialmente ni para completar su ciclo reproductivo.

Las poblaciones del municipio que tienen superficies boscosas son San Rafael (la parte alta), los ejidos de San Antonio, Santo Tomás y Tlalmanalco, que es la cabecera Municipal; siendo los ejidatarios los que deciden que es lo que se va a hacer con el bosque, a pesar de que no tienen más experiencia al respecto que la referente a la explotación para uso doméstico.

Actualmente el más avanzado en el manejo del bosque es el ejido de Tlalmanalco, que ha contratado los servicios de la empresa "Servicios Forestales" para que hiciera el estudio de explotación racional del recurso contemplada para 10 años, con una tasa de aprovechamiento de 200 hectáreas/año.

Para poder llevar a cabo el susodicho programa de aprovechamiento, los ejidatarios consiguieron los permisos correspondientes en la SEMARNAP (a partir de 2001 SEMARNAT), comprometiéndose a su vez a entregar a la secretaria en cuestión informes regulares de las actividades al respecto, que incluyen la marcación del área de aprovechamiento, el mantenimiento del bosque y la construcción de brechas para evitar incendios, entre otras.

Respecto a las causas por las que la superficie boscosa ha ido disminuyendo, se encuentra, en primer lugar, la tala clandestina. A este respecto, los habitantes de Tlalmanalco han visto los camiones que se llevan la madera cortada sin permiso. A pesar de que ha habido denuncias formales, las autoridades correspondientes no hacen nada para detener el saqueo.

Según el Presidente del Comisariado Ejidal de Tlalmanalco, Bonifacio Lozada, existen autoridades de otros lugares que protegen a los 'talamontes' e incluso los judiciales

escoltan los camiones de los saqueadores. Por su parte, el M. en C. Juan Manuel Chávez asegura que la SEMARNAP (a partir del 2001, SEMARNAT) reconoce la existencia de una mafia de taladores clandestinos de madera en la región. Los puntos de saqueo están perfectamente ubicados y sin embargo no hace nada. Agrega, además, que todo esto refleja problemas de organización humana en la zona.

Otro grave problema que degrada al recurso son los incendios forestales. Estos pueden iniciarse por la sequía y el sol, pero además es un secreto a grandes voces que la mayor parte de los incendios son provocados, que mucha gente usa el fuego para limpiar parcelas y terrenos; que otras más engordan su ganado con el rebrote del pasto y la hierba que viene después del fuego; o que son los talamontes los que al quemar lo que no les sirve de los árboles que talan inician el fuego. Lo cierto es que muchos árboles presentan huellas de incendios y que estos acaban con los brotes jóvenes.

De diciembre de 1997 hasta abril de 1999 se registraron 214 incendios en el bosque, que fueron combatidos con la participación de ejidatarios, elementos del ejército e integrantes de la Protectora de Bosques (PROBOSQUE), además de Protección Civil. Aunque el control del fuego se ha hecho de manera más o menos eficiente, no existe un programa real de prevención de incendios, solamente alguna información en trípticos hechos y distribuidos por algunos vecinos de la comunidad y letreros en lámina colocados en diversos puntos del bosque hechos por el Comisariado Ejidal de Tlalmanalco donde informa también, acerca de las sanciones que se impondrán a las personas que se dedican a la tala clandestina.

En cuanto a problemas de expansión urbana hacia el bosque, solamente se presentan en la parte alta de San Rafael, en el sitio conocido como "el faro" y en el terreno perteneciente al Bosque Escuela, y en el ejido de San Juan, a las orillas del bosque. Debido a que los terrenos pertenecen a los ejidatarios, la intervención en estos casos solamente compete a ellos, a excepción del terreno del Bosque Escuela cuya superficie está bajo custodia de la Universidad Autónoma Metropolitana y del Señor Tomas Moysén, promotor del desarrollo comunitario, oriundo de San Rafael.

A pesar de que tanto los ejidatarios como algunos participantes en el proyecto del Bosque Escuela retiran a los invasores o les advierten de la prohibición de ocupar la superficie

boscosa, éstos siguen avanzando porque hubo alguna administración municipal que se los permitió y con ello se escudan o fingen no saber que el terreno ocupado no es urbanizable.

A raíz de todo esto, en los últimos 5 años se ha perdido el 30% de la cubierta forestal en Tlalmanalco, según lo reporta el análisis de imágenes por satélite realizado en el Laboratorio de Sistemas de Información Geográfica de la UAM Xochimilco durante 1998; esto representa una disminución del área de percolación eficiente del agua de las lluvias⁸⁵ de 600 hectáreas/año, lo cual contribuye a la disminución de las reservas de agua en la microcuenca del río de la Compañía y de su caudal; aumentando el volumen de agua de lluvia que al escurrirse en la superficie de la tierra va directamente desde Tlalmanalco hasta la región de Texcoco, sin que se aproveche en la zona. Un ejemplo muy claro que demuestra los daños que se generan a partir de la pérdida de árboles y, por lo tanto, de la disminución de la calidad y capacidad de filtración del suelo, es un comunicado del Ayuntamiento donde reconoce que el pozo 321 que surte de agua a siete colonias del municipio se encuentra por debajo de su capacidad, lo que ha traído como consecuencia un descenso del 60% del caudal de agua que les llega a esas colonias. Según explicó el Secretario del Ayuntamiento, **"el problema es ocasionado por la poca captación del vital líquido, debido a la tala clandestina en la región"**⁸⁶, lo que afecta a ocho mil habitantes de la comunidad.

Finalmente, la relación entre el bosque y el agua no es una preocupación preponderante en los habitantes de Tlalmanalco, tampoco es de todos sabida. La preocupación primordial que se genera a raíz de su manejo y conservación corresponde más a la búsqueda de cómo comercializar de la forma más eficiente los productos maderables y no maderables que de él se extraen. Los planes al respecto, tales como la reforestación por parte de los ejidatarios; el proyecto denominado Comisión de Bosques como intento independiente de conservación de la superficie boscosa y el Proyecto del Bosque Escuela se diseñan con base en una lógica de explotación y conservación del recurso de manera sustentable y como alternativa contra el uso depredatorio actual de los recursos naturales del sistema neoliberal, pues promueven la apropiación del recurso por parte de la

⁸⁵ La precipitación media anual de la microcuenca va de 1000 a 1200 mm. La frecuencia de granizada es de 8 a 10 días y la frecuencia de lluvias de 80 a 100 días

⁸⁶ Disminuyó 60% el caudal de agua en 7 colonias de Tlalmanalco. María de los Angeles Velasco, La Jornada, 4 de abril del 2000, p. 47

comunidad, sin que en los planteamientos quede muy claro como benefician a la regeneración, conservación y recarga de la microcuenca del Río de la Compañía.

5.7.3. Alternativas para la recuperación y el manejo del bosque en Tlalmanalco

A continuación se presentan las actividades que los ejidatarios, habitantes de Tlalmanalco e integrantes de la UAM y del PMRNSN han realizado para la recuperación y manejo del recurso bosque en el Municipio de Tlalmanalco

5.7.3.1. Reforestación

Esta actividad es preocupación del Ayuntamiento de Tlalmanalco, de los ejidatarios Tlalmanalquenses y de ciudadanos que no pertenecen a ninguno de los grupos anteriores, integrantes al Consejo Social Iztaccíhuatl y de la Universidad Autónoma Metropolitana

A nivel ciudadano, una de las actividades en pro de la reforestación que se han realizado, fue la campaña contra incendios y a favor de la reforestación de mayo a agosto de 1998 organizada y promovida por la UAM y el Consejo Social Iztaccíhuatl, en su etapa de proyección social, en la que se incluyó la plantación de algunos árboles.

En el mismo año de 1998, el Municipio de Tlalmanalco realizó una reforestación que incluyó 200,000 árboles para la zona urbana y para el área límite entre la zona urbana y la de bosques. La tasa de sobrevivencia de las plantas fue del 50%, ya que la estatura de estas era de 15 ó 20 centímetros, cuando la norma oficial indica que las alturas pertinentes deben ser entre 20 y 30 centímetros.⁸⁷

El ejido de Tlalmanalco contrata técnicos forestales para determinar los sitios donde es necesario reforestar. Los Técnicos determinan que tipo de árbol se va a sembrar de acuerdo con la altura del terreno: en las partes bajas se siembra el pino 'Ayacahuite' y en las altas, el pino 'Harvey'.

⁸⁷ Entrevista realizada por el pasante de la licenciatura de Psicología Social Jacobo Espinoza al ayudante del Regidor de Ecología del Ayuntamiento de Tlalmanalco en septiembre de 1998

En la región también existe el cedro y el oyamel, pero los miembros del ejido prefieren reforestar con pino porque tiene mayor precio y es de mayor aceptación en el mercado.

Para reforestar, el ejido emplea personas a las que se les da una ayuda económica de 30 pesos diarios, que trabajan entre semana y los domingos. Por su parte los ejidatarios trabajan en faenas obligatorias, a las que se puede unir gente del municipio o interesada en cooperar a la reforestación de la zona.⁶⁸

5.7.3.2. Actividades ejidales respecto al Bosque⁶⁹

Los ejidatarios de Tlalmanalco pertenecen a la Federación de Productores Forestales del Estado de México (FPFEM), formada por ejidatarios del Estado de México, que cuenta con 50 asociaciones locales de productores rurales; estas a su vez forman 8 uniones regionales. Tlalmanalco pertenece a la región número 3 junto con Texcoco, Tepetlaoztoc, Ecatzingo, Nepantla y Juchitepec.

Los objetivos de la FPFEM son:

- Concertar, a través de programas, los apoyos que otorgan las dependencias del gobierno tales como financiamientos, maquinaria, subsidios y capacitación entre otros
- Participar en los programas de prevención y combate de incendios forestales, de talas ilegales y en los trabajos de reforestación
- Intercambio de experiencias entre los socios respecto a precios y búsqueda de mejores mercados para sus recursos forestales
- Intercambiar información sobre los costos y calidad de los servicios técnicos forestales que se contraten con ingenieros particulares

Por otra parte, el ejido de Tlalmanalco tiene un proyecto a mediano plazo para hacer del bosque un centro turístico o de esparcimiento, para lo cual se piensa construir albergues, cerca y dentro del bosque, palapas, cabañas, además de implementar recorridos turísticos, aunque todavía no se ha planificado la ubicación de cada actividad.

⁶⁸ Entrevista con Don Ismael Tenorio, campesino del ejido de Santo Tomas

⁶⁹ Información proveniente de la entrevista realizada por el pasante de la licenciatura de Psicología Social Jacobo Espinoza al Señor Bonifacio Lozada, Presidente del Comisariado Ejidal de Tlalmanalco en septiembre de 1996

5.7.3.3. La Comisión de Bosques, un buen intento y el Bosque Escuela, una esperanza

La Comisión de Bosques, grupo que tenía como misión "educar, sembrar conciencia y buscar alternativas viables para proteger el bosque y los recursos naturales que tienen que ver con él, para mejorar la calidad de vida de los habitantes de Tlalmanalco y la región"⁹⁰ fue un primer intento (enero a noviembre de 1996) para que gente de la comunidad se uniera y participara de forma organizada en las actividades que tuvieran que ver con la conservación del bosque. En realidad fueron pocos los integrantes del grupo y aunque con mucho entusiasmo, no siempre tenían tiempo, ni dinero suficientes para cumplir con lo que proponían, sumado a esto les era difícil coincidir para reunirse, por eso sus actividades cesaron. Entre las actividades que realizaron destaca la siembra de *Pinus ayacahuite* en un terreno en el ejido de San Juan, ofrecido por uno de sus miembros, con el fin de que fuera una parcela demostrativa de una plantación forestal, a donde se pudiera invitar a las escuelas de la región para que aprendieran las técnicas de reforestación y de cómo proporcionar cuidado a los árboles.

El Bosque Escuela⁹¹, entre otros proyectos de la vinculación UAM-Comunidad y del PMRNSN, es un espacio para que se reúnan esfuerzos tanto de la Universidad como de la sociedad, académicos y comunitarios, para el logro de un modelo participativo de trabajo por el recurso bosque.

El área del Bosque Escuela pretende ser en primera instancia un parque ecológico, un muro verde ante al inercia de la urbanización caótica, que cimiente las bases de una educación y una nueva cultura a favor de la biodiversidad y los recursos naturales, se intenta también impulsar proyectos productivos relacionados con los recursos del bosque, con la finalidad de crear nuevas alternativas, simultáneamente más conscientes y viables para la sociedad.

⁹⁰ Saldaña, Adnana. *La Comisión de Bosques. Relato del proceso de un grupo*, Colección Cuadernos de Trabajo de la Sierra Nevada. Edición Casa UAM-Comunidad con el apoyo del Fondo Mexicano para la Conservación de la Naturaleza

⁹¹ Folleto informativo "Parque Ecológico Bosque Escuela" UAM, Gobierno del Estado de México y Consejo Social Iztacchuatl

Con el Bosque Escuela se busca la proyección de:

- Un vivero experimental donde sea posible la observación de las diversas etapas de crecimiento de los árboles
- Talleres de ecología y ecosistemas forestales
- Talleres para guías en ecoturismo de montaña
- Talleres para diseño participativo de microempresas orientadas al ecoturismo.

5.8. Usos y aspecto visual actuales del agua del río

En esta sección se presenta, a manera de resumen, lo que respecta a las inquietudes de los campesinos sobre el riego con agua del río y, en forma de punteo, los aspectos más relevantes en lo que se refiere a sus usos y a su aspecto desde 1997 al 2000; así como las consecuencias de las acciones negativas de las que ha sido presa.

Se preguntó a 25 campesinos de los diferentes ejidos del municipio de Tlalmanalco que si regaban con agua del río o que si lo harían, las respuestas se resumen en la tabla 12. Los resultados muestran que el 16% riegan o han regado con agua del río, sin embargo la tendencia respecto a los deseos de regar con ella es positiva, bajo ciertas circunstancias y con la condición de recibir la información y orientación adecuadas.

Tabla 12. Resumen de respuestas sobre el uso del agua del río para riego

Pregunta	Respuesta
¿Riega con agua del río?	Riegan actualmente: 3
	Regaron (hace 3 ó 4 años): Uno, junto con 6 de sus vecinos
	No riegan: 20
	No se sabe: 1
¿Regaría con agua del río?	7 no están cerca del río. De ellos 1 si regaría para forraje 1 si hay sequía
	4 definitivamente no regarían
	6 si lo harían de los cuales: 4 si hay sequía 2 si estuviera tratada 1 si se organizan los vecinos 1 en época de lluvias
	2 quieren información sobre riego con agua del río
	1 no dijo

Las personas que dejaron de regar lo hicieron porque no hubo realmente una organización entre ellos que les permitiera una distribución adecuada del agua en los terrenos, a veces al que estaba en el último terreno, respecto a la entrada del agua, ya no le tocaba, porque los dueños de los otros terrenos se tardaban en regar.

La circunstancia predominante para el uso del agua del río en el riego de los terrenos de cultivo, es la sequía: en caso de que esta se presentare, entonces si se regaría con esa agua y preferentemente avena, alfalfa, ebol y maíz para forraje; aunque uno de los que la han usado para regar comentó que el haba se daba mejor y que por ello era recomendable para las leguminosas.

A través de la observación directa en Tlalmanalco se determinó lo siguiente respecto al río del mismo nombre:

> *Usos*

De Trancas⁹² a Dos Aguas:

- Es atractivo turístico
- Se usa para dotar de agua a la población
- La papelera San Rafael emplea el agua para su proceso

De San Rafael en adelante:

- Los pueblos de San Rafael y Tlalmanalco lo usan como desagüe de sus aguas de servicio
- Las cartoneras y las industrias de la región vacían en su cauce los desechos líquidos de su proceso
- La población en general lo confunde con basurero
- La papelera vierte en su cauce el agua tratada proveniente de su planta de tratamiento
- Algunos campesinos usan el agua para riego de sus terrenos

⁹² Trancas es el punto donde nace una de las corrientes de los deshielos que dan origen al río Tlalmanalco

➤ **Aspecto**

- Del punto conocido como Trancas hasta el de Dos Aguas el agua del río es cristalina
- En Dos Aguas se puede observar algo de basura que los turistas arrojan a Él.
- Desde el pueblo de San Rafael el agua del río Tlalmanalco presenta a simple vista un aspecto desagradable por su color gris y por la basura de todo tipo y tamaño que se arroja en su cause
- Se percibe un olor no grato cuando se pasa cerca de este
- Se puede percibir a lo largo del río los desagües de las cartoneras y de las casas.

5.8.1. Consecuencias de la desatención del agua del río

Desde el pueblo de San Rafael se presentan los siguientes aspectos derivados del mal uso del agua del río:

- Es un agua no útil para tomar, lavar alimentos o cocerlos
- Da un aspecto desagradable a la comunidad
- Es foco de posibles enfermedades gastrointestinales y de malos olores
- Por su aspecto no se emplea en ningún servicio municipal, turístico, de procesos industriales ni doméstico
- Es una fuente de agua desperdiciada
- Es un riesgo latente para quien la usa en el riego de terrenos agrícolas

6. Acciones integradoras de los campesinos, el riego y el agua del río: desarrollo sustentable, biotecnología y sociedad

De los Tlalmanalquenses

Y cumpliése
el objetivo de la lucha:
a las maños insensibles
capitalistas usureras
fue expropiado
el apañe ilegal
de la sangre de la Volcana.

El legitimo dueño,
las gentes Tlalmanalquenses,
levantaron voces comitivas
con las leyes en la garganta
que al papelero espanta
y deja la apropiación-administración
en manos del uso doméstico y campesino.

6. Acciones integradoras de los campesinos, el riego y el agua del río: desarrollo sustentable, biotecnología y sociedad

6.1. Desarrollo sustentable y la región de Tlalmanalco

Existen dos vertientes principales que alimentaron el enfoque de desarrollo sustentable. El primero se relaciona con las corrientes que desde la economía sometieron a revisión el concepto de desarrollo económico y las políticas correspondientes, desde principios de la década de 1970. En América Latina fue muy importante el cuestionamiento de los limitados efectos del desarrollo para superar la pobreza y lograr sociedades más equitativas. El segundo tiene que ver con la emergencia de la crítica ambientalista al modo de vida contemporáneo, que va desde el posible agotamiento de los recursos naturales (energéticos y materias primas principalmente), hasta una visión más general que se hace cargo de las complejas interrelaciones globales de los ecosistemas.

El enfoque del desarrollo sustentable ha pretendido integrar estas dos dimensiones y el acicate principal para lograrlo fue el avance de la crisis ambiental y la profundización de los problemas económicos y sociales en la mayoría de las naciones.

Cuando se habla de desarrollo sustentable, casi siempre se recurre a la siguiente definición: "es el desarrollo que satisface las necesidades de la generación presente sin comprometer la capacidad de las generaciones futuras para satisfacer sus propias necesidades (Comisión Mundial del Medio Ambiente y del Desarrollo [CMMAD], 1988)

El informe "Nuestro Futuro Común" (informe final de la CMMAD de 1987) partía de que el desarrollo sustentable solo podía entenderse como proceso y que sus restricciones más importantes tienen relación con la explotación de los recursos, la orientación de la evolución tecnológica y el marco institucional. Los requisitos explícitos que se reconocían en el documento incluían los temas centrales que sobre el desarrollo y el ambiente ya se venían dando y con ello se construyó la siguiente definición de desarrollo sustentable:

"Un sistema político democrático que asegure a sus ciudadanos una participación efectiva en la toma de decisiones; un sistema económico capaz de crear excedentes y conocimiento técnico sobre una base autónoma y constante; un sistema social que evite

las tensiones provocadas por un desarrollo desequilibrado; un sistema de producción que cumpla con el imperativo de conservar el medio ambiente; un sistema tecnológico capaz de investigar constantemente nuevas soluciones; un sistema internacional que promueva modelos duraderos de comercio y finanzas; y un sistema flexible y capaz de corregirse de manera autónoma" (Comisión del Medio Ambiente y del Desarrollo, 1988).

Otras instituciones adoptaron el esquema general lanzado por Nuestro Futuro Común, pero trataron de precisarlo acotándolo con su marco conceptual; es el caso del Banco Mundial que insiste en "basar las políticas de desarrollo y medio ambiente en una comparación de costos y beneficios y en un análisis macroeconómico" que pondere beneficios y costos ambientales y sociales. Se destaca la necesidad de lograr un crecimiento permanente y sólido, favoreciendo una mayor eficacia en el uso de recursos, desarrollo tecnológico, etc. como condición para la sustentabilidad.

El desarrollo sustentable debe tener una viabilidad económica y una factibilidad ecológica y requiere de una redefinición del propio proceso civilizatorio, comprende equidad, modernización, empleo, mejoría de niveles y calidad de vida; estabilidad, nuevas relaciones internacionales, uso racional de recursos, protección de la biodiversidad, restauración, ordenamiento, intervención y participación social y reforma del Estado principalmente, por todo esto, lo más seguro es que por ahora la trascendencia del enfoque sobre desarrollo sustentable radique en su capacidad de "idea fuerza".⁶³

En cuanto a la relación entre la ingeniería y el desarrollo sustentable, se debe considerar a la primera como una herramienta clave para la protección del medio ambiente y para la remediación de los entornos dañados en beneficio de la sociedad, pero también como el medio para optimizar los procesos, los medios de generación de energía y el uso y reutilización de las materias primas con la finalidad de amortizar costos. Referente a esto, Walter G. Vincenty dice que la ingeniería "tiene la responsabilidad suprema de trasladar los avances que resultan de la creatividad humana, sea la manifiesta en las diferentes ciencias, o la que ocurre de manera caótica por la inventiva de un individuo aislado, en la

⁶³ Provencio, Ennque y Carabias, Julia. El enfoque de desarrollo sustentable, en "Desarrollo Sustentable. Hacia una política ambiental", coordinadores Antonio Azuela, Ennque Provencio, Julia Carabias y Gabriel Quadry, Universidad Nacional Autónoma de México, 1ª edición 1993, pags. 3-13

mejoría de los niveles de vida y de la calidad de vida en la sociedad⁶⁴ con lo que se responsabiliza a la ingeniería moderna de la transformación social, como si fuera un agente provocador de mutaciones, con miras al desarrollo sustentable, armónico con la naturaleza, con las restricciones sociales y económicas de cada región y de sus interacciones con el medio ambiente en el que esta inmerso y del cual forma parte.

Respecto a la visión de desarrollo sustentable en Tlalmanalco, los proyectos realizados en la región por la UAM, el Consejo Social Iztaccíhuatl y el Programa de Manejo de Recursos Naturales de la Sierra Nevada han orientado sus actividades de manera sistemática a la construcción de oportunidades y fuentes de trabajo, considerando el destino de los recursos naturales de la región de los volcanes, de tal suerte que se pueda potenciar la riqueza regional sin afectar el ambiente y los valores culturales que le dan cohesión e identidad sus pobladores, se trata pues de "producir sin destruir". Para reafirmar esto, en la Cuarta Lunada UAM-Comunidad, en enero de 1999, se realizó el primer "Encuentro Regional para el Desarrollo Sustentable" con la participación de organizaciones ciudadanas de la región, preocupadas por realizar actividades vinculadas al desarrollo sustentable en la zona de los volcanes correspondiente al Estado de México, que incluye a los municipios de Amecameca, Atlautla, Ecatzingo, Ozumba, Tepetlixpa y Tlalmanalco, en el cual se presentaron experiencias exitosas de proyectos autogestivos y se organizaron mesas de trabajo que abarcaron los siguientes temas: ecoturismo y recursos naturales, reciclaje, vivienda ecológica, televisión y radio local, museos comunitarios, proyectos agrícolas, agroindustriales y forestales; educación, salud integral y una mesa muy particular en la que se reunió a los jóvenes para que opinaran y discutieran sobre las problemáticas de la contaminación y su influencia en el desarrollo del país.⁶⁵

6.2. Biotecnología para el agua: una visión positiva

Desde épocas que se remontan a los hebreos, a la cultura egipcia o al imperio azteca se ha empleado la acción de microorganismos en la fabricación de diversos productos como el vino, los quesos, el pulque, la cerveza y el pan. No existía en ese entonces más fundamento que la observación empírica para trabajar con los procesos de producción,

⁶⁴ Walter G. Vincety citado por José Luis Fernández Zayas en el artículo. Lo que saben los Ingenieros y cómo lo saben. Lunes en la Ciencia, suplemento semanal del diario La Jornada, No. 134 (México, DF. 24 de Julio, 2000)

⁶⁵ La reseña completa del encuentro está en el boletín informativo de la región de los Volcanes "Tzacaltépetl", Vol. 4, No. 1 (Enero 1999)

por lo cual se puede hablar de una Biotecnología Práctica-Empírica. Es hasta que a mediados del siglo XIX, a raíz de los descubrimientos de Louis Pasteur, efectuados en 1863, con los que demuestra que la cerveza y el vino se producen por la acción microbiana y que otros microorganismos pueden afectar a dichos procesos; que los seres humanos se hacen conscientes del microcosmos que está a nuestro alrededor. Esto sentó las bases científico-tecnológicas de la biotecnología, puesto que los científicos comenzaron a manipular a los microorganismos a su conveniencia y a conveniencia de las necesidades de la sociedad en la que tenían efecto estos procesos. Por ejemplo, durante la primera guerra mundial, Alemania necesitaba importar glicerol de Argentina para producir nitroglicerina, pero Inglaterra bloqueó por mar el abastecimiento desde el país sudamericano; entonces el científico judío-alemán Neuberg, modificando las condiciones de crecimiento de la levadura⁹⁶ empleada en la fermentación de la cerveza, logra sintetizar glicerol. "Pero son Chain y Florey,⁹⁷ los padres de la industria biotecnológica al diseñar, entre 1938 y 1940, un medio de cultivo líquido para hacer crecer el hongo *Penicillium*, así como los recipientes adecuados - llamados fermentadores o biorreactores - para lograrlo en gran escala y sin ser contaminado por otros microorganismos".⁹⁸ En lo que respecta a los trabajos de selección y mejoramiento genético de las células, estos se iniciaron en 1927 cuando se produjeron mutantes de microorganismos al exponerlos a rayos X. Más adelante se lograría obtener microorganismos sobreproductores para diversos procesos, transformándolos genéticamente por medio de mutaciones realizadas en algún organismo aislado de un ambiente específico. Con todos estos avances, la industria biotecnológica mejora la producción de los procesos tradicionales, como los del vino o el vinagre, y se desarrollan nuevos productos para muy diversos sectores, como la fabricación de enzimas y proteínas y la modificación de genes en plantas usando bacterias que, al infectar al vegetal, le transfieren información genética con el fin de manipular sus características.

Con el objetivo de obtener a gran escala los microorganismos que intervienen en los procesos biotecnológicos, se requiere de la bioingeniería, cuya finalidad es la de optimizar el medio ambiente donde crece la célula, para posteriormente recuperar sus productos. El trabajo consiste en diseñar biorreactores o fermentadores de grandes volúmenes, desde

⁹⁶ Levadura: Hongo microscópico que fermenta los azúcares del medio sobre el cual se desarrolla

⁹⁷ Científico inglés que junto con Fleming y Chain obtuvo en 1945 el premio Nobel de medicina por sus trabajos sobre la extracción de la penicilina

⁹⁸ López-Munguía C., Agustín. *La Biotecnología*, Colección Tercer Milenio, CONACULTA, México 2000, p 7

1000 hasta 300,000 litros, a los que se pueda hacer llegar sin dificultad el oxígeno y los nutrientes que las células requieren para reproducirse. Para ello es necesario diseñar enormes agitadores, difusores o sistemas que aseguren la mejor transferencia de oxígeno al medio de cultivo; también es necesario implementar sistemas para elevar o disminuir la temperatura con rapidez y mantener el mismo grado de acidez; vigilar la producción de espuma o adaptar a las condiciones del medio ambiente algunos diseños para poder realizar la primera etapa del proceso bioindustrial: la fermentación⁹⁹. La segunda etapa consiste en recuperar el producto, que puede ser la célula misma, una proteína u otro metabolito producido o excretado al medio donde se hallará disuelto, y disponer de los residuos. En general los productos de la célula alcanzan bajas concentraciones, por lo que a nivel de costos, un producto biotecnológico costará más entre menos concentrado esté, pues mayor es la inversión necesaria para recuperarlo.

Desde hace aproximadamente un siglo atrás se observó que si cualquier agua residual, urbana o industrial, se sometía a aireación durante un tiempo se reduce su contenido de materia orgánica contaminante, formándose a la vez un lodo floculento. Al observar este lodo en un microscopio se descubrió que estaba formado por microorganismos heterogéneos, que cambian continuamente en función de las variaciones en la composición de las aguas residuales y de las condiciones del medio ambiente. Los microorganismos presentes son bacterias unicelulares, hongos, algas, protozoarios, y rotíferos, de los cuales las bacterias realizan el mayor trabajo de depuración 'atacando' a la contaminación, la cual hace de alimento o sustrato. El conjunto de las reacciones químicas se acelera por las enzimas¹⁰⁰ segregadas por las bacterias, las cuales, por otra parte les sirven de soporte¹⁰¹. Cuando se empezó a utilizar este proceso para la depuración de aguas residuales, el diseño de las plantas de lodos activados se hacia de forma empírica. Es hasta la década de los setenta del siglo XX que se desarrolla una solución más racional para el sistema de lodos activados, proceso que se lleva a cabo en verdaderas 'albercas' que corresponden al biorreactor, en donde los microorganismos dan la apariencia de lodo (de ahí el nombre de proceso de 'lodos activados') acumulado en lagunas aireadas o en filtros. En realidad el proceso de lodos activados "solamente acelera los procesos biológicos naturales de purificación del agua, reduciendo el espacio

⁹⁹ Fermentación se refiere a reacciones químicas causadas por microorganismos

¹⁰⁰ Enzima: Proteína que facilita las reacciones que se llevan a cabo dentro de la célula al aumentar miles de veces la velocidad de reacción

¹⁰¹ Manual Técnico del Agua. Degremon Co. 4ª edición española, 1979 p. 96-97

necesario y controlando las variables que intervienen",¹⁰² tales como el nivel de oxígeno, nutrientes, tiempo de contacto entre los contaminantes y los microorganismos y el nivel de acidez. El esquema general del proceso consiste en pasar primero el agua a tratar por un sedimentador, donde se elimina la materia suspendida de gran tamaño decantable (tratamiento primario); posteriormente el agua pasa al depósito donde se encuentran los microorganismos (biorreactor o tanque de aireación), que es agitado violentamente con un doble fin: en primer lugar, que los 'bichos' tengan el mayor contacto con los contaminantes (materia orgánica) contenidos en el agua residual y en segundo lugar, proporcionarles el oxígeno necesario para su reproducción. El contenido del tanque de aireación se denomina 'licor mixto', por ser una mezcla de microorganismos, materia orgánica degradada y agua; el cual es conducido a un segundo sedimentador donde se separa el agua tratada y el lodo activado. Un porcentaje de este último se regresa (recircula) al tanque de aireación, con lo que se asegura en ese depósito la existencia de los microorganismos que llevan a cabo la biodegradación y el resto es eliminado o purgado del sistema para su posterior confinamiento.

El problema de la contaminación abordado por la biotecnología ha sido el origen de la biorremediación, disciplina que consiste en el uso de organismos vivos - principalmente bacterias y hongos, aunque también se emplean algas, protozoarios y plantas - o de los catalizadores o enzimas (aceleradores de reacciones químicas) que producen, para remover o destruir contaminantes presentes en agua, desagües, lodos, sedimentos, tierra o vapores.¹⁰³ Las técnicas empleadas por la biorremediación incluyen el diseño de microorganismos para degradar todo tipo de compuestos y "empresas planean procesos con tales finalidades, aunque es claro que ninguno podrá ser mejor que la prudencia y el respeto del ser humano al medio ambiente".¹⁰⁴

6.2.1. Biorremediación y sociedad

El nivel de contaminantes que los seres humanos vierten en los cuerpos de agua ha superado por mucho la capacidad de estos para su autorrecuperación, generándose daños a la salud, visiones antiestéticas de los paisajes, malos olores, daños a especies que los habitan y la disminución del recurso agua apto para que los seres humanos lo

¹⁰² Sorchini Patiño, Hugo *et al* Manual de operación de la planta San Juan de Aragón, p. 10

¹⁰³ Alvarez, Pedro J Biorremediación de acuiferos, Departamento de Ingeniería Civil y Ambiental, Universidad de Iowa

¹⁰⁴ López-Munguía C., Agustín. *Op.cit.* p. 33

puedan emplear, todos estos, efectos adversos a la sociedad. Esta es la razón social por la cual se generan procesos, entre ellos los referentes a la biorremediación, para descontaminar el agua de los sitios contaminados o la residual que se genera de los procesos industriales y en las casas. Alrededor de los procesos de biorremediación por medio de lodos activados se ha engendrado la idea de que siempre habrá malos olores por el agua sucia y los bichos que hacen la biodegradación o se han creado grandes expectativas al respecto de que con estos se puede limpiar cualquier cantidad y tipo de agua contaminada. Al respecto de la generación de olores, un proceso de lodos activados bien operado no los producirá y, en cuanto a que se puede con la biorremediación descontaminar toda el agua, no es cierto, puesto que este proceso se encarga de eliminar la contaminación generada por materia orgánica que pueden consumir los microorganismos, con este proceso no se eliminan metales, colorantes bencénicos (no biodegradables), grasas y aceites, ni plaguicidas. La esperanza de una tecnología única que puede remediar todos los daños sobre el medio ambiente es equivalente a pensar en la existencia de un benefactor aparentemente eterno de la sociedad, lo que libraría a los grupos sociales y las personas de la responsabilidad de mantener en buen estado los recursos naturales dejando esta carga en manos de un pequeño grupo operante de los procesos de remediación.

La biorremediación debería considerarse por las personas y los gobiernos, las empresas y las organizaciones sociales como una herramienta tecnológica para proteger los cuerpos de agua de grandes generadores de aguas residuales contaminadas, como son los procesos industriales, más no como una panacea para resolver el problema de la contaminación, debido a que todos los individuos tienen una participación en el proceso de ensuciar las fuentes de agua. Se requiere hacer un balance de la "contaminación social", es decir, cual es el aporte de las personas en los daños que se producen y contaminan los cuerpos de agua. Tal parece que existe una creencia de que lo que desecha cada persona de manera individual no contamina, porque sus residuos líquidos no provienen de ningún proceso industrial y mucho menos es una cantidad enorme, sin embargo si sumamos el número de habitantes de una comunidad en donde todos piensan y actúan de esa manera, se obtiene una cantidad de contaminantes considerable. Además, es necesario darse cuenta que muchos de los desechos que se generan en un hogar son objetos y residuos extensión de los procesos industriales que les dieron origen

y para los cuales las empresas se deslindan de cualquier responsabilidad una vez que el consumidor los ha adquirido: la botella de aceite, el pomo de gel, el frasco de insecticida no solamente ensolvan los cuerpos de agua, los contaminan con sustancias tóxicas y dañinas cuando el agua enjuaga los residuos del producto que contenía el frasco... Como los procesos de biorremediación no pueden eliminar todos estos residuos, es necesario considerar alternativas que disminuyan o eviten la llegada de ellos a los depósitos y corrientes de agua, se trata de buscar la forma de recuperar lo utilizable en los desechos generados por las personas y las industrias; se trata de evitar que las aguas de servicios lleguen a los ríos promoviendo, por ejemplo el empleo de letrinas secas en las comunidades o la instalación de drenajes adecuados y el agua "sucia" que corre en ellos sea tratada; es necesario además lograr que las empresas se responsabilicen de los daños ocasionados por sus productos, aún después de que el consumidor los ha adquirido y sean éstas las que realicen las acciones necesarias para la protección del medio ambiente como el confinamiento o el reciclado. Por supuesto que estas acciones no aseguran que el agua no se degrade, pero si contribuyen a que se recupere la capacidad natural que los cuerpos de agua tienen para autolimpiarse y, también a que los procesos de lodos activados y de biorremediación, sean aplicados como medidas preventivas de contaminación y no se pretenda con ellos limpiarlo todo.

La recuperación del agua a partir de aguas contaminadas con procesos de lodos activados permite el menor empleo de agua proveniente de los depósitos naturales o la menor contaminación de estos, lo que significa asegurar su abasto en el presente y para las futuras generaciones. Al respecto de lo que cuesta "limpiar" el agua, ese gasto pudiera recuperarse parcialmente si se recicla el agua tratada en el caso de las empresas, si se usa en actividades agrícolas de riego con sus respectivas restricciones o en la recarga de acuíferos. De todas formas si los seres humanos no tienen acceso al agua para cubrir sus necesidades básicas de saciar su sed y de aseo, morirán, así es que lo que cueste asegurar la calidad de los cuerpos de agua está pagado de antemano o por lo menos así se debiera considerar.

Particularmente en el ámbito comercial, a raíz del deterioro y la necesidad de acceder al agua, han surgido empresas que se dedican a "fabricar agua" para venderla a diversas industrias, a las cuales les resulta más económico comprar esta agua tratada que pagar a la CNA los derechos del uso de pozos o de agua de ríos, además de que el abasto del

líquido lo tienen asegurado. En estas "fábricas" el tratamiento de aguas por medio de lodos activados es fundamental, ya que su materia prima es el agua proveniente de los drenajes ricas en materia orgánica biodegradable y con muy poca cantidad de aguas residuales provenientes de procesos industriales.

6.3 Alternativas biotecnológicas para la remediación de aguas contaminadas en Tlalmanalco

Respecto a la materia orgánica biodegradable, expresada como Demanda Bioquímica de Oxígeno (DBO), y a la materia en suspensión o Sólidos Suspendidos Totales (SST), las aguas residuales de origen urbano no necesitan ser tratadas previamente para ser aplicadas al suelo. Sin embargo, se hace preciso un tratamiento para reducir a límites adecuados estos dos parámetros cuando se pueda presentar un ensolvamiento del suelo o terreno de cultivo objeto del riego y cuando las personas vayan a tener contacto ocasional con el agua,¹⁰⁵ como sucede con los campesinos que han regado con agua del río su parcela.

El tratamiento biológico de aguas por medio de microorganismos, también denominado tratamiento secundario, es el nivel de tratamiento previo exigido cuando existe un riesgo moderado de que el campesino o cualquier persona pueda entrar en contacto con el agua residual cuando se emplea en riego de pastos y forrajes para ganado productor de leche y riego superficial de cultivos comestibles, en los que no existe contacto entre el agua y la parte comestible. En general el tratamiento secundario se efectúa a continuación de un tratamiento primario y consiste en la eliminación de la materia orgánica consumible por los microorganismos, tanto disuelta como coloidal.

Un sistema biológico que pudiera ser efectivo para el tratamiento del agua del río Tlalmanalco en función del volumen de agua necesario para riego por hectárea, es el denominado estanque de estabilización o laguna de oxidación (para el diseño ver anexo III), de uso muy frecuente en pequeñas comunidades debido a sus reducidos costos de construcción y su operación sencilla. El sistema se basa en mantener condiciones aireadas en lagunas de superficie extensa con amplia luminosidad y viento. En realidad

¹⁰⁵ Seoanez Calvo, Mariano *Aprovechamiento y tratamientos agrarios de las aguas residuales urbanas*, Instituto Nacional de Investigaciones Agrarias, Madrid, España 1978 p. 96

cuando se aplican a aguas residuales urbanas, las lagunas de oxidación son una modificación amplia del proceso de lodos activados.

Otro tratamiento posible es el denominado "Tratamiento de Aguas Negras con Plantas Acuáticas" que funciona tal y como lo hacen las ciénagas o pantanos naturales, que actúan como un gran filtro tanto mecánico como biológico natural. Una planta de este tipo se emplea, desde el año de 1987, en la Universidad Autónoma Agraria "Antonio Narro" (UAAAN) para tratar las aguas residuales de servicios provenientes de sus instalaciones para luego reutilizarla en el riego de sus parcelas experimentales.

"Los terrenos pantanosos son terrenos inundados con profundidades de agua normalmente inferiores a 60 centímetros, con plantas emergentes como las espadañas, juncos y aneas. La vegetación proporciona superficies para la formación de películas bacterianas, facilita la filtración y la adsorción de los constituyentes del agua residual"¹⁰⁶. El oxígeno es transportado de la parte superior de las plantas hacia las raíces, las cuales se alimentaran de los "bichos" y sustancias químicas depositadas.

Como es difícil encontrar en todos los sitios y regiones las condiciones naturales descritas anteriormente, que permiten reutilizar las "aguas sucias", lo que se busca con el sistema de tratamiento de aguas negras con plantas acuáticas, es reproducir técnicamente los procesos que hace la naturaleza para limpiar las aguas contaminadas, procurando lograr una mayor eficacia al controlar las variables que intervienen en el proceso.

6.4 El método de trabajo técnico

Para determinar la calidad del agua del río Tlalmanalco y su posible utilidad, primero se muestreo en diferentes puntos del río en San Rafael, a la entrada y salida de la Papelera, en el área donde se encuentran las tierras de cultivo de Tlalmanalco y a la salida de la zona urbana del ejido de Tlalmanalco. Posteriormente las muestras se analizaron en el laboratorio con el fin de caracterizar el agua del río en los diferentes puntos de muestreo y con ello poder determinar la utilidad del agua y bajo que condiciones podría ser empleada.

¹⁰⁶ Metcalf & Eddy inc. *Ingeniería de las aguas residuales*, tomo II, traducción de la tercera edición en inglés, México 1996 p. 1060

Los pasos que se siguieron fueron los que a continuación se anotan:

- Reconocimiento de las condiciones y cauce del río
- **Muestreo durante las 4 estaciones del año¹⁰⁷ y determinación del caudal**
- Pláticas con habitantes de Tlalmanalco y San Rafael, así como con los que trabajan el campo si se les encuentra cerca del río durante los muestreos
- Análisis de las muestras en el laboratorio con base en los parámetros indicados en la NOM-001-ECOL-1996 (anexo IV) para aguas que se usen en riego agrícola y aquellos que afecten las condiciones adecuadas de la tierra de cultivo y determinación de la Relación de Adsorción de Sodio (RAS).
- Comparar los resultados con los límites máximos permitidos
- Determinar qué efectos tienen los contaminantes encontrados en la salud, en la tierra y en los cultivos
- Determinar el uso del agua y sus beneficios junto con los interesados

La periodicidad con la que se tiene que muestrear el agua del río está directamente vinculada con los cambios en la concentración de contaminantes a lo largo del año. En relación a esto, el dinamismo de los agentes que la contaminan, tanto los habitantes de Tlalmanalco como las empresas que se encuentran en el municipio, junto con los cambios de estaciones, son la causa por la cual la concentración de los diversos contaminantes que se encuentran en el agua, varíe a lo largo del año.

Por ejemplo, en época de Navidad se genera más basura y en las casas se usa más agua que en el resto del año, entonces las personas tiran más basura y más agua de servicios en el río, contaminándolo más. También en la época de estiaje, la concentración de materia fecal y de los otros contaminantes en el río, será mayor que en la época de deshielo de la Volcana, ya que el cauce lleva menos agua que los diluya y en general, cuando hay más agua en el río la concentración de contaminantes será menor en comparación con los periodos de sequía.

¹⁰⁷ Asano, Takahi y Pettygrove, G. Stuart. **Manual práctico de riego con agua municipal regenerada**, primera edición en español, traductor Rafael Mujeriego, Junta de Sanejament de la Generalitat de Catalunya y Universitat Politècnica de Catalunya, 1990 pags 37-38

También las temporadas de mayor producción de las empresas regionales, influyen notablemente en la concentración de los contaminantes, ya que a mayor producción, mayor cantidad de desechos y por lo tanto, mayor contaminación si no tienen un proceso de tratamiento de aguas residuales.

Al respecto de esto, Asano¹⁰⁸ y colaboradores especifican que los mayores cambios en la concentración y tipo de contaminantes se presentan conforme cambian las estaciones del año y que, las variaciones, tanto de caudal como de concentración, durante el día pueden considerarse despreciables para cuestiones prácticas como el riego. Recomiendan, sin embargo, que para caracterizar el agua de un río que se pretende usar para riego o para tratarla con dicho fin es necesario llevar a cabo muestreos durante las cuatro estaciones del año. Si la toma de decisiones para el uso de agua en riego ha de basarse en una única muestra anual, esta debe obtenerse de los caudales utilizados para riego previo a la siembra o del agua de riego utilizada durante la germinación o el periodo de crecimiento inicial, es decir, en las fases más sensibles del desarrollo de las plantas. Si la decisión se ha de basar en pocas muestras, el muestreo se debe de hacer en los periodos en los que cambia cada estación y en los de siembra y preparación del terreno para esa actividad.

Debido a todo esto y a que la gente de Tlalmanalco intuye que el agua del río está contaminada, pero no sabe con qué ni en qué concentraciones, es necesario tomar muestras periódicas del agua del río Tlalmanalco, para caracterizar perfectamente el nivel de contaminación y sus variaciones a lo largo del año, además de determinar con ello si es necesario algún tipo de tratamiento y la eficiencia del mismo, así como verificar que el agua sea siempre apta para riego y para que no dañe la salud de los campesinos que realicen esa actividad.

6.4.1. Parámetros de interés

Los parámetros de interés para la caracterización del agua del río Tlalmanalco son conductividad y pH (grado de acidez); sólidos sedimentables y sólidos suspendidos totales; nitrógeno total y DBO; metales tóxicos: cadmio, cobre, cromo, níquel, plomo y zinc; parámetros que contribuyen a la salinización del suelo: sodio, calcio y magnesio; coliformes fecales (bacterias que causan diarreas), estos últimos en puntos críticos y en

¹⁰⁸ Asano, Takashi *et al op cit.* pags.37-38

una sola fecha, ya que los drenajes de la comunidad van a dar al río, lo cual implica su presencia permanente. En la tabla 13 se definen cada uno de estos parámetros y se describen las razones de interés por las cuales se determinan las concentraciones de estos componentes en el agua.

6.4.2. Salinidad y Velocidad de Infiltración

Para conocer la calidad del agua para riego, se ha optado por usar la clasificación del Laboratorio de Salinidad del Departamento de Agricultura de los EE.UU. (USDA) en la cual, por medio de la conductividad eléctrica (CE) y la RAS, se obtiene la clase de agua para riego.

Midiendo la conductividad, se determina la salinidad de un agua de riego, la cual se suma a la salinidad del suelo. Cuanto mayor es la salinidad del suelo en la zona de la raíz de las plantas, mayor es el esfuerzo que ésta hace para ajustar la cantidad de sales requerida en el tejido vegetal, con el fin de absorber el agua necesaria del suelo. Por lo tanto, hay menos energía disponible para el crecimiento de la planta.¹⁰⁹

En el caso de existir altas concentraciones de sodio en el agua para riego, se corre el riesgo de que sea adsorbido por el suelo, lo cual significa la formación de un suelo tipo sódico que producirá un deterioro en la condición física del terreno: formación de incrustaciones, anaerobiosis (falta de oxígeno en la tierra y en las plantas), acumulaciones de agua (inundación del suelo) y reducción de permeabilidad.¹¹⁰ La excesiva reducción de la velocidad de infiltración puede provocar que no llegue la cantidad de agua suficiente a las plantas para que tengan un crecimiento robusto. Para predecir los potenciales problemas de infiltración se emplea la Relación de Adsorción de Sodio (RAS).

¹⁰⁹ Metcalf & Eddy inc. *Op.cit.*, pp 1298

¹¹⁰ Metcalf & Eddy inc *Op.cit.*, pp 1300

Tabla 13. Componentes de interés en el riego con agua residual¹¹¹

Parámetros (mg/L)	Razones de Interés
Generales	
pH	Nivel de acidez del agua. El pH del agua afecta la solubilidad de los metales, así como la alcalinidad del suelo
Conductividad (µmhos/cm)	Indica el nivel de sales disueltas en el agua. Un grado excesivo de salinidad puede perjudicar ciertos cultivos como alubias, zanahoria, cebolla, pera y ciruela entre otros.
Sólidos: Sólidos sedimentables (mL/L) Sólidos Suspendidos Totales	Los sólidos en suspensión y los que sedimentan fácilmente, dan lugar al desarrollo de depósitos de fango. Una cantidad excesiva de materia en suspensión puede obstruir sistemas de riego.
Metales tóxicos	
Aluminio	Puede provocar una falta de productividad en suelos ácidos (pH < 5.5), aunque en suelos más alcalinos (pH > 5.5) se eliminará cualquier toxicidad.
Cadmio	Es tóxico para las judías y los nabos a concentraciones de 0.1 mg/L en soluciones de nutrientes. Se recomienda adoptar límites conservadores debido a su capacidad para acumularse en el suelo y en las plantas hasta concentraciones que pueden resultar dañinas para las personas
Cobre	Es tóxico para diversas plantas a concentraciones entre 0.1 y 1.0 mg/L en soluciones de nutrientes
Cromo	Se recomienda adoptar límites conservadores debido a la falta de conocimiento de sus efectos tóxicos sobre las plantas
Níquel	Tóxico para varias plantas a concentraciones entre 0.5 y 1.0 mg/L. A pH's neutros o alcalinos (pH > 7.0) se reduce su toxicidad
Plomo	A concentraciones muy elevadas puede inhibir el crecimiento celular de las plantas
Zinc	Tóxico para muchas plantas a concentraciones muy variables. En terrenos orgánicos o de textura fina y a pH > 6, la toxicidad es más reducida.
Nutrientes: Nitrógeno y Fósforo	El nitrógeno y el fósforo son elementos nutritivos esenciales para el crecimiento de las plantas, su presencia en el agua aumenta su valor para riego. Cuando se vierten cantidades excesivas de nitrógeno en el terreno, puede llegar a contaminar las aguas subterráneas
Materia orgánica biodegradable: DBO (Demanda Bioquímica de Oxígeno)	La DBO se refiere a la materia orgánica biodegradable en el agua y esta compuesta principalmente por proteínas, carbohidratos y grasas. Una vez vertidas en el medio ambiente, su descomposición puede dar lugar al agotamiento del oxígeno disuelto en las aguas receptoras y a la aparición de condiciones anaerobias.
Salinidad y Relación de Adsorción de Sodio (RAS)	Ver sección 6.4.2
Patógenos Coliformes fecales Huevos de helminto	Los organismos patógenos presentes en un agua residual, tales como las bacterias, los virus y los parásitos, pueden generar numerosas enfermedades transmisibles como la ascariasis, teniasis, anquilostomiasis, cólera, fiebre tifoidea, salmonelosis y gastroenteritis, entre otras

¹¹¹ Fuente: Adaptación de Asano, Takahashi y Pettygrove, G. Stuart *Manual práctico de riego con agua municipal regenerada*.

A un valor determinado de la RAS, la infiltración aumenta con el incremento de la salinidad, y decrece con el descenso de ésta. Por lo tanto, para evaluar el potencial de problemas de permeabilidad, la RAS se debe emplear conjuntamente con el valor de la CE del agua de riego. Los valores de CE y RAS, son graficados en el esquema de clasificación de aguas del USDA (figura 5), obteniéndose de esta manera la clase de agua para riego, la cual está definida por los parámetros C y S y subíndices en cada uno de ellos

Para determinar la clase C-S, usando el esquema de la figura 5, primero se busca en el eje horizontal (eje de las abscisas) el valor de la conductividad eléctrica del agua en cuestión y se traza una línea vertical a dicho valor. A continuación se ubica el valor de la RAS en el eje vertical (eje de las ordenadas) y se traza una línea horizontal, tomando como punto de partida el valor de la RAS. Donde se crucen las líneas trazadas será la clase C-S que le corresponde al agua que se está analizando.

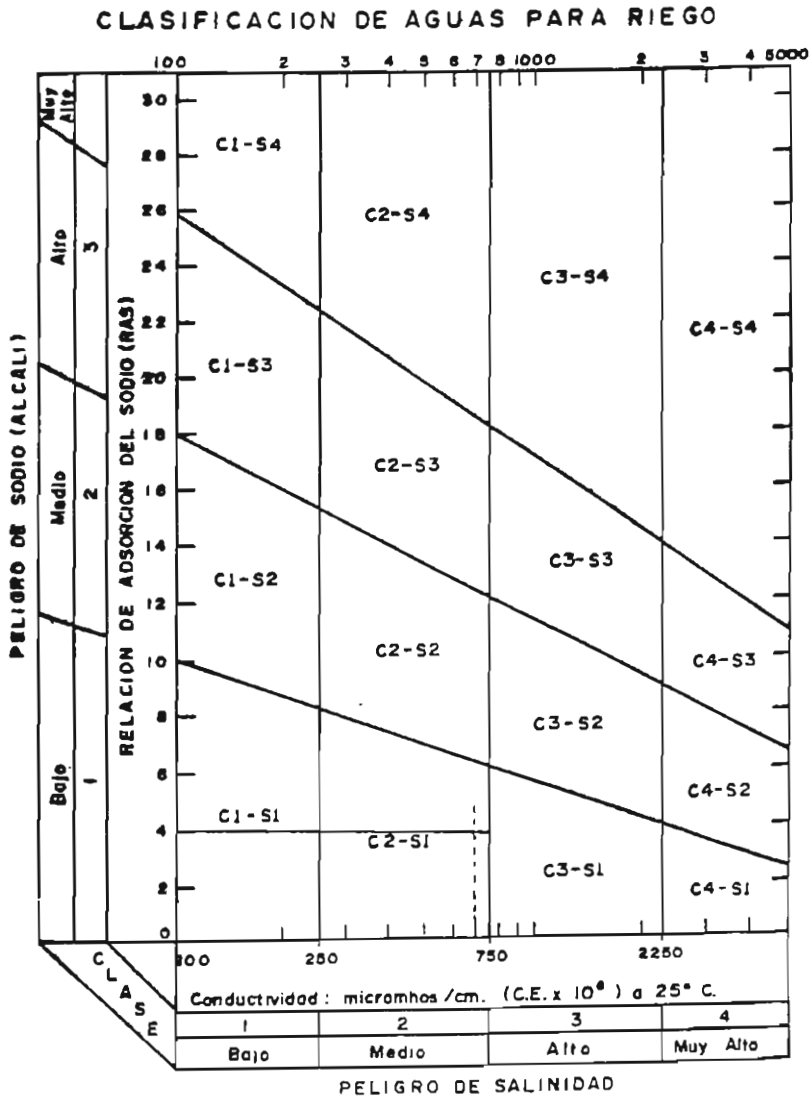
Por ejemplo, se ha encontrado en el análisis de un agua que se pretende usar para riego, que su conductividad eléctrica es 700 micromhos/cm y que su RAS es igual a 4 ¿cuál es su clase C-S? Para responder a esta interrogante, en la figura 5 se ubica el valor de 700 micromhos/cm y se traza una línea vertical (línea punteada). El siguiente paso es ubicar el valor de la RAS igual a 4 y trazar una línea horizontal continua hasta cruzar con la punteada. Como el punto de intersección se encuentra en el área correspondiente a C2-S1, esa será la clase C-S del agua que se quiere emplear para riego.

El significado de las diferentes clases, así como algunas recomendaciones para el uso del agua en riego, se describen a continuación:¹¹²

Clase C1. Aguas de salinidad baja. En esta clase quedan incluidas las aguas que tengan conductividades eléctricas inferiores a 0.25 dS/m (250 μ mhos/cm). Estas aguas pueden ser utilizadas para riego en todo tipo de suelos y cultivos, prácticamente sin medidas especiales de manejo y sin riesgo de que se presenten problemas de salinidad en el suelo.

¹¹² Ortiz Olguin, Miguel. *La calidad de las aguas de riego*, Universidad Autónoma de Chapingo, 1ª edición, México 1997 pags 12-13 y 20-21

Figura 5. Esquema de clasificación de aguas de la USDA



Clase C2. Aguas de salinidad media. En este caso, se trata de aguas con conductividades eléctricas que oscilan entre 0.25 y 0.75 dS/m. Las aguas de esta clase, si se aplican sin un manejo adecuado, pueden ocasionar problemas de salinidad en el suelo, por lo cual se recomienda que su uso se lleve a cabo en suelos provistos de buen drenaje o bien a través del uso de cultivos tolerantes a la salinidad, ya que es de esperar una reducción en los rendimientos de cultivos sensibles.

Clase C3. Aguas de salinidad alta. Se incluyen en esta categoría aguas que presenten conductividades eléctricas de 0.75 a 2.25 dS/m. El elevado contenido de sales de estas aguas provocará sin duda problemas de salinidad en el suelo, por lo cual es necesario restringir el uso de estas aguas en suelos de texturas ligeras o medias, con un drenaje eficiente, unido a la aplicación de medidas de control de salinidad como lavados del suelo y utilizando mediana o altamente tolerantes a la salinidad.

Clase C4. Aguas de salinidad muy alta. Las aguas que pertenecen a esta clase poseen conductividades eléctricas superiores a 2.25 dS/m, y no se consideran adecuadas para el riego, aunque puede usarse en ocasiones, bajo circunstancias muy especiales. Los suelos deben ser permeables, el drenaje adecuado; el agua para riego debe de aplicarse en exceso con el fin de llevar a cabo un lavado fuerte. Las plantas que se seleccionen deberán ser muy tolerantes a las sales.

Clase S1. Agua baja en sodio. Las aguas de esta clase pueden ser utilizadas con muy poco riesgo de que el suelo al que se apliquen eleve su porcentaje de sodio intercambiable.

Clase S2. Agua media en sodio. Será peligrosa en suelos de textura fina y en aquellos que contengan una alta capacidad de intercambio de cationes, especialmente bajo condiciones de lavados leves, a menos que haya yeso en el suelo o se mezcle con el agua. Esta agua puede usarse en suelos orgánicos o de textura gruesa con buena permeabilidad

Clase S3. Agua alta en sodio. Las aguas de este tipo conducirán a niveles peligrosos de sodio intercambiable en todos los tipos de suelo, a excepción de los muy arenosos y los que tengan altos niveles de calcio, por lo cual se requerirá de un manejo especial, buen drenaje, lavados fuertes y la adición de materia orgánica. Los suelos yesíferos no desarrollarán niveles perjudiciales de sodio intercambiable. El uso de esta agua debe ir ligado a la aplicación de mejoradores (como yeso o cloruro de calcio) al agua o al suelo para evitar que el suelo reduzca su velocidad de infiltración.

Clase S4. Agua muy alta en sodio. Generalmente no es apropiada para el riego, excepto en casos de baja y quizás media salinidad, donde la solución de calcio del suelo o el empleo de yeso o cloruro de calcio, hagan factible el uso de esta agua.

Otra clasificación de las aguas respecto a su salinidad es la propuesta por el Comité Asesor Técnico de los EE.UU. (NTCA), adoptada por la FAO, que se basa también en la determinación de la conductividad eléctrica (CE) de las aguas de riego, pero toma en cuenta la precipitación de parte de las sales del agua que tendrá lugar cuando el agua se aplique al suelo.¹¹³ En este caso se definen tres categorías de aguas:

1. **Aguas de buena calidad.** Incluye aguas que presenten conductividades eléctricas menores de 0.7 dS/m. Su uso no representa riesgo de salinización del suelo
2. **Aguas de calidad condicionada.** Aguas con conductividades eléctricas entre 0.7 y 3.0 dS/m. El uso de esta agua queda condicionada a un buen drenaje y para riego de cultivos tolerantes
3. **Aguas de mala calidad.** Se incluyen en esta categoría las aguas con conductividad eléctrica superior a 3.0 dS/m. No se consideran adecuadas para el riego por el problema de salinidad que pueden ocasionar.

6.5. Resultados técnicos: su interpretación y su uso

La metodología para la interpretación de los resultados de los análisis de las muestras tomadas en diferentes puntos del río Tlalmanalco, durante la época de sequía y lluvia entre junio de 1998 y mayo de 1999, consistió en comparar cada uno de los resultados

¹¹³ Ortiz Olguín, Miguel *Op.cit.* pp 14-15

por fechas con los valores límite permitidos por la NOM-001-ECOL-1996 de cada uno de los parámetros medidos (la definición de cada uno de ellos se encuentra en la tabla 13) que se muestran en la tabla 14, a excepción de los que se referían a salinidad, para lo cual se usó la clasificación del NTCA y la FAO, y de la sodicidad y la RAS en función de la CE para la cual se empleo la figura 5.

Particularmente, en la tabla 14 se encuentran enumerados en la primera columna, los diversos contaminantes que es necesario cuantificar para determinar la calidad del agua del río Tlalmanalco. En la segunda columna están los valores de concentración que no deben ser sobrepasados para considerar el agua de buena calidad, que son recomendados por organismos de EE.UU e internacionales indicados en la tercera columna para cada uno de los parámetros. En la cuarta columna se indican los valores límite correspondientes a la Norma Oficial Mexicana respecto al vertido de aguas contaminadas en aguas y bienes nacionales y en tierra agrícola. Se puede observar que en el caso de la norma mexicana (NOM-001-ECOL-1996), los límites son más amplios que los indicados por las normas de organizaciones estadounidenses e internacionales, para los contaminantes que regulan ambas, por eso en este trabajo se considerará a los valores límites de la NOM-001, si se llegan a alcanzar como señal de alarma que implica que el agua no pueda emplearse para riego agrícola, si no es tratada primero por equipos complicados, costosos y que requieren de mucha energía eléctrica para ser puestos en marcha.

Los puntos de muestreo se describen a continuación:

1. San Rafael. Se encuentra ubicado en el Barrio de San Rafael cerca de la iglesia del santo patrono del barrio. En este punto se observa basura que las personas han arrojado al cauce del río e incluso usan como "escusado público". Aquí no llega agua de la papelería ni de las cartoneras, solamente lleva el vertido de aguas de servicios de la comunidad. En este sitio no se determinó el caudal debido a que las condiciones no eran las adecuadas

Tabla 14. Concentraciones límite permitidas para contaminantes en el agua de riego

Parámetros (mg/L)	Límites	Fuente	NOM-001 ¹¹⁴
Generales			
PH	6.5 - 8.5	FAO	5 -10
Conductividad (µmhos/cm)	700	NTCA/FAO	—
Sólidos			
Sólidos sedimentables (mL/L)			(2)
Sólidos Suspendidos Totales	120	Agua de riego Norma Oficial / UAAAN	(200)
Metales tóxicos			
Aluminio	5.0	NAS - NAE ¹¹⁵	—
Cadmio	0.01	NAS - NAE	0.1
Cobre	0.2	NAS - NAE	60
Cromo	0.1	NAS - NAE	1.0
Níquel	0.2	NAS - NAE	4.0
Plomo	5.0	NAS - NAE	1.0
Zinc	2.0	NAS - NAE	20
Nutrientes			
Nitrógeno total	< 5.0 (SR)		(60)
Fósforo total	PO ₄ (NA) ¹¹⁶		(30)
Otras determinaciones (Materia Orgánica)			
DBO			NA ¹¹⁷
Grasas y aceites			25
Salinidad y Velocidad de Infiltración			
Calcio	fn de RAS	USDA	—
Magnesio	fn de RAS	USDA	—
Sodio	fn de RAS <3.0 (SR) ¹¹⁸	USDA	—
Conductividad (dS/m)	0.7	NTCA/FAO	—
Sólidos Disueltos Totales (TDS)	450	NTCA/FAO	—
Relación de Adsorción de Sodio (RAS) ¹¹⁹	< 6.0 (SR)	USDA	—
Patógenos			
Coliformes fecales (NMP/100mL)	Coliformes 10,000/L	Agua de riego Norma Oficial / UAAAN	PM ¹²⁰ → 1000 PD → 2000
Huevos de helminto (huevo/L)			Riego restringido: 1 Riego no restringido: 5

¹¹⁴ Para la aplicación de la NOM-001-ECOL-1996 se hace la suposición de que el agua del río es un agua residual que se descarga a suelo para uso agrícola. Los valores entre paréntesis se refieren a los límites permitidos para verter aguas contaminadas a ríos que se usan para riego agrícola, ya que para aguas residuales que se descargan a suelos para uso agrícola no aplica.

¹¹⁵ NAS → National Academy of Sciences y NAE → National Academy of Engineering

¹¹⁶ El exceso de fósforo en el suelo no ha llegado a ser un problema, por consiguiente, no se ha establecido ninguna directriz para evaluar su concentración. A pesar de ello, tanto el agua residual regenerada como el suelo de cultivo deben analizarse sistemáticamente con el fin de planificar el programa de fertilización

¹¹⁷ NA. No Aplica

¹¹⁸ SR: Ningún grado de restricción existe para el uso del agua con esas concentraciones

¹¹⁹ La RAS indica el grado de sodicidad del agua para riego. La clasificación del agua de riego de forma precisa se hace combinando la clasificación del agua según su grado de sodicidad (clases 'S') con la conductividad (clases 'C'). Para esto se emplea el esquema de clasificación de aguas del USDA. Esto se debe a que la clasificación de las aguas en función de su capacidad sodificadora no depende solo de la RAS, sino también de la conductividad eléctrica del agua

¹²⁰ PM → Promedio Mensual y PD → Promedio Diario. Además fn significa "función", es decir "depende de"

2. Entrada Pape. Se encuentra a una altitud de 2650 msnm¹²¹ y sus coordenadas UTM son: X = 527520 e Y= 214077. Se ubica frente a lo que fue la planta generadora de electricidad de la papelera San Rafael en el sitio conocido actualmente como 2 aguas. El agua que corre por este punto es cristalina y lo hace por un canal rectangular que es parte de la red hidráulica que en antaño construyó la papelera, es el sitio más preciso para la medición de caudal.
3. Salida Pape. Se ubica a unos 100 metros después del límite de la papelera San Rafael, en terrenos del ejido de Santo Tomás. Por ahí pasa el agua de la corriente del río que la empresa no usa más el agua proveniente de su tratamiento de aguas que no reciclan. A veces, el agua que sale de la papelera esta prácticamente transparente, pero en otras ocasiones es lechosa o lechosa con gran cantidad de sólidos fibrosos debido a algún derrame dentro de la fábrica.
4. Tomo. Sus coordenadas UTM son: X = 522256 e Y = 2124000 a una altitud de 2410 msnm. Se encuentra en terrenos de cultivo que pertenecen al ejido de San Juan cerca de la Colonia Vistabella del ejido de Tlalmanalco, cerca de la gasolinera de Pueblo Nuevo. El agua que corre por este punto lleva las aguas de servicios de San Rafael y Pueblo Nuevo, además del agua residual de algunas cartoneras. En este lugar algunos campesinos han utilizado el agua del río para regar sus parcelas, entre ellos el señor Gregorio Lozada quien ha construido un canal expreso para llevar el agua del río a su terreno.
5. Salida Tlalma. Se encuentra ubicado en la colonia "La Rosa", por la calle de La Rosa, en el ejido de Tlalmanalco, a unos 100 metros de la fábrica de terciopelo La Martine, en la zona urbana. A este punto llegan las aguas de los otros cuatro más el agua tratada que sale de la Martine, a veces con color, y la de servicios de la zona urbana de Tlalmanalco. También se aprecia una gran cantidad de basura e incluso mojonos de excremento en las orillas y en el cauce mismo. Después de este sitio, la continuación del río Tlalmanalco pasa por las tierras de cultivo del ejido de San Lorenzo y de ahí va hasta Chalco.

Las fechas de los muestreos en cada uno de los puntos descritos anteriormente y los resultados de los análisis de cada muestra con los parámetros indicados en la tabla 14,

¹²¹ msnm → metros sobre el nivel del mar

excepto los patógenos, se encuentran en las tablas 15 a 19. En estas tablas los valores en negrita, subrayados y en cursiva representan aquellos que sobrepasan los límites establecidos por la NOM-001-ECOL-1996 y los valores marcados solamente en negrita están fuera de los límites establecidos por otras normas. Al respecto, la diferencia entre la Norma Oficial Mexicana y las establecidas por otros organismos de México, EE.UU. e internacionales, radica en que los límites máximos permitidos por éstas últimas son más estrechos, por eso se consideran los valores límite de las normas, que no sea la NOM-001, como un indicador de precaución en el uso del agua para riego y los valores de la norma mexicana como un factor de seguridad amplio. En el caso de que los valores de algún parámetro sobrepasen los límites de ésta, entonces el uso del agua será totalmente condicionado y será necesario estrictamente un tratamiento previo a su empleo.

6.5.1. Interpretación de los resultados por punto de muestreo

La interpretación de los resultados mostrados en las tablas 15 a 19, se presenta a continuación para cada uno de los puntos de muestreo.

1. San Rafael. El agua en este punto tiende a ser ligeramente ácida. Aunque en los días 22-12-98 y 28-02-99 los valores de pH están por debajo de los límites establecidos por la FAO, no es la generalidad, por lo tanto no afecta la solubilidad de los metales en el suelo.

Los sólidos sedimentables tienden a cero, por lo tanto el valor de 9.4 mL/L del día 22/09/98 puede considerarse una excepción, además los valores de Sólidos Suspendidos Totales (SST) no sobrepasan ninguno de los límites establecidos, por lo tanto el agua no generará ningún problema por sólidos.

En este punto, se determinó que el número de colonias de coliformes fecales era incontable.

Tabla 15. Resultados de los análisis de las muestras tomadas en el sitio "San Rafael"

Fecha	300698	050798	140798	280798	090898	110898	20998	220998	201098	221298	280299	40399	210399	250499
Parámetros (mg/L)														
Generales														
PH	7.577	6.64	7.07	6.51	6.72		6.675	6.501	6.563	6.357	6.229	6.627	6.775	6.461
Conductividad (umhos/cm)	140	440	190	280	230		160	130	110	230	450	450	330	370
Sólidos														
Sólidos sedimentables (mL/L)	0.5	0.2	0.2	0.1	0			0	9.4	0	0.7	0.4	0	0.3
Sólidos Suspendidos Totales	20								20	40				
Metales tóxicos														
Aluminio	<0.03	<0.03	<0.03	1.85	0.27	0.71	1.31	0.84		0.44	0.36	0.35	ND	0.11
Cadmio	<0.03	0.04	0.036	0.03	<0.03	<0.03	ND	ND		0.581	0.008	0.01	0.01	0.014
Cobre	<0.03	<0.03	<0.03	0.036	0.07	0.113	0.205	0.012		0.007	0.027	0.021	0.02	0.017
Cromo							0.012	ND						
Níquel	0.155	0.166	0.147	0.103	ND	ND	0.168	0.04		0.006	0.171	0.171	0.162	0.173
Piombo	0.32	0.32	0.26	0.31	ND	ND	ND	ND		1.01	0.9	0.69	0.87	0.62
Zinc	0.046	0.152	0.07	0.141	0.05	0.147	0.094	0.071		0.266	0.0418	0.0501	0.0258	0.0306
Nutrientes														
Nitrógeno total	—	5.74	1.68	1.68	0.98	16.66	0.14	10.38						
Fosforo total										0.0059				
Salinidad y RAS														
Calcio	20.264	22.072	6.488	21.233	15.36	20.36	14.834	7.419	4.471	15.087	26.657	25.99	20.634	21.79
Magnesio	10.279	12.839	5.726	6.668	2.8	3.67	2.424	1.1845	1.598	9.654	17.418	16.377	15.184	16.897
Sodio					15.9	31.33	8.4513	23.4281	5.35	22.35	42.3948	38.733	18.625	30.7366
TDS	89.6	281.6	121.6	179.2	147.2		102.4	83.2	70.4	147.2	286	288	211.2	236.6
Conductividad (ds/m)	0.14	0.44	0.19	0.26	0.23		0.16	0.13	0.11	0.23	0.45	0.45	0.33	0.37
RAS					0.98	1.68	0.54	2.11	0.55	1.11	1.57	1.46	0.76	1.20
Clasificación C-S (USDA)					C1-S1	C1-S1	C1-S1	C1-S1	C1-S1	C1-S1	C2-S1	C2-S1	C2-S1	C2-S1
Caudal (L/s)					No existían las condiciones adecuadas para la medición del caudal									

Respecto a metales tóxicos no existe ningún problema para su empleo, a excepción del cadmio, el cual sobrepasa los límites NAS/NAE y el día 22-12-98, incluso sobrepasa el límite establecido por la NOM-001-ECOL-1996, por lo tanto se requiere estrictamente de un tratamiento para disminuir la concentración de este metal en el agua, en especial por su capacidad de acumulación en el suelo y de bioacumulación.

El nitrógeno total no sobrepasa el límite establecido por la NOM-001-ECOL-1996 y como los valores que sobrepasan los límites establecidos por la FAO para emplearse sin restricción alguna no son la mayoría de los resultados, entonces se puede emplear el agua sin problemas de contaminar las aguas subterráneas.

Los valores de conductividad indican que el agua no representa riesgo alguno de salinización del suelo, con base a la clasificación de la NTCA/FAO. Además es un agua baja en sodio (clasificación USDA), lo que significa que es poco el riesgo de que el suelo se convierta en sódico, por lo tanto, es un agua de buena calidad para ser empleada en riego.

En Tlalmanalco el periodo de siembra es entre la segunda quincena de marzo y el mes de mayo, dependiendo de cuando empiecen las lluvias y del tiempo que tenga el campesino para esta actividad. En los resultados de los análisis en este punto para las muestras tomadas el mes de marzo y abril ninguno de los parámetros cuantificados sobrepasa los límites, incluyendo al cadmio.

El problema con este punto de muestreo para emplear el agua es que no está cerca de ningún terreno de cultivo.

2. Entrada Pape. El agua que corre por este punto prácticamente no debería presentar ningún problema con los límites establecidos por las normas, debido a que no esta dentro de la zona urbana ni en ella se vierte el agua residual o tratada de ninguna empresa. Prácticamente es agua de la nieve de la Volcana que solamente tiene contacto con turistas y alpinistas antes de entrar a la papelera.

En este punto el número de colonias de coliformes fecales fue de 20.

Tabla 16. Resultados de los análisis de las muestras tomadas en el sitio "Entrada Paper"

Fecha	230698	280698	280798	090898	170898	060998 d	180998	270998	201098	281098	221298	140398	170498
Parámetros (mg/L)													
Generales													
PH	8.102	7.485	7.51	7.47	7.56			7.282		7.113		7.389	8.105
Conductividad (umhos/cm)	110	100	125	130	120			90		110		110	130
Sólidos													
Sólidos sedimentables (m/L)	0	0.3	0	0	0			0		0		0	0
Sólidos Suspendidos Totales	N.D.									15			
Metales tóxicos													
Aluminio	<0.03	<0.03	0.08	0.64	0.05	ND	ND	ND			0.18	ND	0.67
Cadmio	0.032	0.031	<0.03	<0.03	0.048	ND	ND	0.049			0.706	0.007	0.016
Cobre	<0.03	<0.03	<0.03	0.07	0.041	0.763	0.003	0.014			ND	0.21	0.009
Cromo						ND	ND	ND					
Níquel	0.145	0.185	0.07	ND	0.118	0.127	0.158	0.066			0.185	0.151	0.154
Plomo	0.32	0.32	0.39	ND	0.38	ND	ND	1.68			0.96	0.61	0.97
Zinc	0.049	0.053	0.1	0.034	2.76	0.063	0.0257	0.053				0.006	0.0069
Nutrientes													
Nitrogeno total	3.08	1.82	ND	0.7	ND			0.14		ND			
Fosforo total										0.0035			
Otras determinaciones													
Grasas y aceites	0				0			0		0			
Salinidad y RAS													
Calcio	9.093	10.459	8.84	9.22	13.477	10.052	7.535	6.16		4.077	7.87	9.237	10.048
Magnesio	8.988	8.839	4.09	2.5	4.826	2.067	1.454	2.172		1.61	6.504	10.997	11.6816
Sodio					5.938	1.3122	15.2113	1.388		5.3509	6.103	6.588	6.5986
TDS	70.4	64	80	83.2	78.8			57.6		70.4	83.2	70.4	83.2
Conductividad (ds/m)	0.11	0.1	0.125	0.13	0.12			0.09		0.11	0.13	0.11	0.13
RAS					0.36	0.10	1.33	0.12		0.57	0.39	0.35	0.34
Clasificación C-S (USDA)					C1-S1	(C1-S1)	(C1-S1)	C1-S1		C1-S1	C1-S1	C1-S1	C1-S1
Caudal (L/s)	145.225	196.071	149.207	184.105					121.97		158.558	143.108	112.688

El resultado de los análisis confirma lo anterior. A excepción del cadmio y de la concentración del zinc de la muestra tomada el día 17-08-98, ningún valor de los parámetros sobrepasa los límites de las normas. El agua de este punto se considera, entonces, como la referencia de agua más limpia para este estudio.

La cuestión con esta agua es que no se puede emplear para riego porque no hay parcelas cerca y porque la conducción de esta agua la hace la papelera San Rafael para emplear parte del caudal en su proceso de fabricación de papel.

Respecto al valor de zinc, que sobrepasa los límites NAS/NAE, no es de ninguna forma representativo, ya que las demás concentraciones medidas son menores a 0.1 mg/L.

Casi la mitad de las muestras colectadas tienen concentraciones de cadmio mayores a los límites establecidos NAS/NAE, y uno de los valores es incluso superior a los límites de la NOM-001-ECOL-1996 (día 22-12-98). Por ser ésta el agua de referencia, se puede inferir que las concentraciones de cadmio elevadas se deben a la presencia del cadmio de manera natural en el agua del río.

3. Salida Pape. El pH del agua en este punto es ligeramente alcalino, lo cual no significa problemas para el riego.

La mitad de las muestras tomadas presentan concentraciones de sólidos sedimentables mayores a las de los límites de la NOM-001-ECOL-1996, lo que significa que esta agua tiene probabilidades de ensolvar la tierra, disminuyendo el paso de oxígeno a ésta y que obstruiría la red de distribución de agua de riego si éste se hiciera por goteo.

El Cadmio vuelve a aparecer sobrepasando los límites NAS/NAE y de los demás metales no hay problemas al respecto, todas las concentraciones están por debajo de los límites, a excepción del plomo el día 27-09-98 y el 14-03-99, que sobrepasa la NOM-001-ECOL-1996, pero no es sistemático, de hecho la tendencia es que la concentración esté por debajo del valor límite de 1 mg/L.

Tabla 17. Resultados de los análisis de las muestras tomadas en el sitio "Salida Pape"

Fecha	300698	050798	280798	090898	170898	60998	160998	270998	290998	221298	140399	180399	170499	240500
Parámetros (mg/L)														
Generales														
pH	7.919	7.08	8.39	7.39	7.97			8.305	8.777	7.315	6.389	7.515	8.32	6.75
Conductividad (umhos/cm)	500	400	475	650	300			320	270	300	280	650	400	920
Sólidos														
Sólidos sedimentables (mL/L)	3	12	0	17	5			0	40		0	0.4	0	150
Sólidos Suspendidos Totales	70									75				4000
Metales tóxicos														
Aluminio	0.15	<0.03	0.16	3.18	ND	0.29	ND	ND	0.04	0.88	0.02	1.46	ND	ND
Cadmio	0.036	0.038	<0.03	<0.03	0.049	ND	ND	0.047	0.039	0.58	0.011	0.011	0.012	
Cobre	0.054	<0.03	<0.03	0.081	<0.02	0.492	0.004	0.014	ND	0.05	0.019	0.067	0.014	
Cromo						ND	ND	ND	0.018					
Niquel	0.191	0.137	0.08	ND	0.137	0.142	0.164	0.064	0.014	0.095	0.185	0.186	0.177	
Plomo	0.36	0.32	0.38	ND	0.43	ND	ND	1.76	0.12	0.6	1.28	0.7	0.7	
Zinc	0.077	0.18	0.1	0.04	0.069	0.057	0.025	0.056	0.07	0.223	0.0554	0.0146	0.005	
Nutrientes														
Nitrógeno total	4.06	2.66		4.06	2.1			1.4	1.12					
Otras determinaciones														
DBO														669.6
Salinidad y RAS														
Calcio	55.091	48.597	44.71	77.6	27.201	43.02	7.53	15.81	19.846	42.91	23.349	70.95	23.808	20.65
Magnesio	11.788	8.447	4.69	3.74	4.244	3.003	1.542	2.656	2.5774	11.654	13.857	13.226	11.2826	9.47
Sodio				69.46	37.217	9.5814	31.421	9.5304	10.384	35.402	42.2295	88.592	58.5335	57.85
TDS	320	266	304	416	192			204.8	172.8	192	179.2	416	256	588.8
Conductividad (ds/m)	0.5	0.4	0.475	0.65	0.3			0.32	0.27	0.3	0.28	0.65	0.40	0.92
RAS				2.09	1.75	0.38	2.73	0.04	0.58	1.24	1.71	2.53	2.47	2.64
Clasificación C-S (USDA)				C2-S1	C2-S1	(C2-S1)	(C2-S1)	C2-S1	C2-S1	C2-S1	C2-S1	C2-S1	C2-S1	C3-S1
Caudal (L/s)	171.586	226.905		230.013						150.151			210.519	134.181

Las concentraciones de nitrógeno total contribuirían exclusivamente como nutriente al suelo donde se aplicase el agua proveniente de este punto.

Al respecto de la salinidad, todas las concentraciones de CE están dentro del rango de "aguas de buena calidad" de la clasificación NTCA/FAO, a excepción de la muestra de mayo del 2000, la cual llevaba una enorme cantidad de sólidos fibrosos, seguramente por algún derrame dentro de la papelería. En este caso el agua sería de "calidad condicionada" y su empleo quedaría condicionado a que el suelo tuviera un buen drenaje y para el riego de cultivos tolerantes, sin embargo, por las concentraciones de sólidos reportadas, forzosamente es necesario un proceso de sedimentación primaria para poderla aplicar en riego y por la concentración de DBO y el contacto que el campesino llega a tener con el agua, entonces es necesario también un proceso de tratamiento secundario como los descritos en la sección 6.3.

La sodicidad de todas las muestras corresponde a la clave S1, que en la clasificación de la USDA significa que el agua es baja en sodio, que se puede usar sin ninguna restricción, ya que existe muy poco riesgo de que el suelo donde se aplique aumente su sodicidad.

El número de colonias de coliformes fecales fue incontable y no se detectaron huevos de helmintos.

En estos resultados se observa que para los meses de marzo y abril no existe parámetro alguno que sobrepase los límites establecidos por las normas, por lo tanto, es viable su aplicación para la preparación de la tierra de cultivo, para regar durante el inicio del crecimiento de los cultivos y para emplear en caso de sequía. Si se hiciera otro ciclo de siembra sería hasta noviembre-diciembre, periodo para el cual la concentración de cadmio sobrepasa el límite establecido por la NOM-001-ECOL-1996, por lo tanto es necesario un tratamiento para disminuir la presencia de este metal, además de los ya mencionados.

4. Torno. El pH del agua en este punto tiende ser neutro y las concentraciones de nitrógeno total no sobrepasan el límites de la NOM-001-ECOL-1996.

Tabla 18. Resultados de los análisis de las muestras tomadas en el sitio "Torno"

Fecha	020698	030698	070798	120798	040898	160898	230898	250898	130998	150998	111098	131098	221298	231298	260199	210299	260299	270299	270399	300599
Parámetros (mg/L)																				
Generales																				
pH	7.525	7.009	7.13	7.02	7.06		6.87	6.612	6.181		6.386	6.887	6.659						6.825	6.869
Conductividad (umhos/cm)	460	290	390	320	230		390	600	360		175	225	400						365	450
Sólidos																				
Sólidos sedimentables (m/L)	10	3	5.5	0.2	1.3	0	0.5	0.5	0.5		1	1.3							0	2
Sólidos suspendidos (m/L)	270	249																		
Metales tóxicos																				
Aluminio			<0.03	<0.03	0.77	0.41	0.77	ND	2.49	ND			1.16		1.63	0.32	ND		0.02	0.27
Cadmio			0.054	0.036	<0.01	0.042	0.043	0.02	ND	ND			0.628		0.025	0.021	0.12		0.015	0.005
Cobre			<0.03	<0.03	0.079	0.033	0.028	0.021	0.035	0.008			0.002		0.018	0.026	0.008		0.088	0.049
Cromo									ND	ND										
Níquel			0.176	0.149	ND	0.123	0.112	0.167	0.137	0.146			0.05		ND	ND	0.162		0.166	0.034
Plomo			0.31	0.31	ND	0.37	0.33	0.55	ND	ND			1.11		0.94	0.21	0.46		0.66	0.21
Zinc			0.098	0.032	0.08	1.34	0.12	0.029	0.131	0.026			0.358		0.156	0.0872	0.0496		0.0335	0.0382
Nutrientes																				
Nitrógeno total	13.72	5.18	4.9	3.90	1.80	16.8	6.3	4.9	13.44		6.02	4.48								
Fósforo total	3.337																			
Otras determinaciones																				
Grasas y aceites	38.75	20.5																		
Salinidad y RAS																				
Calcio	47.53	36.42	70.931	10.25	33.95	29.166	31.333	51.619	27.365	31.499	9.28	10.40	51.786		1.45	0.329	75.702		36.042	28.13
Magnesio	7.89	0.028	10.2318	9.279	3.21	3.458	6.7	1.264	2.684	2.342	2.02	2.13	16.143		13.857	1.1289	17.517		15.378	28.2984
Sodio															54.448	44.55	57.986		23.3359	31.61
TDS	294.4	185.6	224	204.8	147.2	28.462	28.69	44.77	16.98	4.79	13.01	13.23	22.322		44.48	44.55	57.986		23.3359	31.61
Conductividad (dS/m)	0.46	0.29	0.35	0.32	0.23		0.39	0.6	0.36		0.175	0.225	0.4						0.365	0.45
RAS																				
Clasificación C.S																				
Caudal (L/s)	62.062		139.625	190.451			119.954						248.354		98.58					

Respecto a las concertaciones de sólidos, a excepción del mes de junio, no sobrepasan los límites establecidos, por lo tanto la aplicación de esta agua en riego no provocaría ensolvamientos en el suelo.

En este punto el problema del cadmio se acentúa, ya que más de la mitad de los resultados están por arriba del límite NAS/NAE (57%) y para la muestra tomada el día 22-12-98 está por encima del límite de la NOM-001-ECOL-1996. Al respecto de los demás metales, no se presenta ningún problema de altas concentraciones.

En este sitio, todas las muestras tomadas están dentro de la clase de "aguas de buena calidad", referente a la salinidad y en la S1 al respecto del grado de sodicidad, por lo tanto no existe ninguna restricción para emplear el agua de este punto en riego en ninguna fecha del año, en función de estos dos parámetros.

Debido al contacto que el campesino tendría con esta agua, se hace necesario un tratamiento secundario (ver sección 6.3), para disminuir los riesgos para la salud por bacterias patógenas, ya que el número de colonias de coliformes fecales fue incontable.

5. Salida Tlalma. En este punto de muestreo el pH del agua tiende a ser un poco ácido, sin generar ningún problema si se aplica al suelo.

El 57% de las muestras analizadas sobrepasan las concentraciones límite NAS/NAE del cadmio, incluso en periodo de siembra y la muestra del día 22-12-98 sobrepasa el límite establecido por la norma mexicana NOM-001, por lo tanto la aplicación del agua de este punto en riego necesita de algún tratamiento que lo elimine, tal como la adsorción con carbón activado, aunque es posible que si se aplica esta agua en riego solamente una o dos veces al año no exista un gran riesgo de acumulación.

Por lo que respecta a los demás metales no existe riesgo alguno al aplicar el agua de este punto en riego agrícola, ya que no sobrepasan los límites establecidos por las normas.

El número de colonias de coliformes fecales fue incontable en este punto.

En cuanto a los valores de CE, existen tres fechas que están por arriba de 0.7 dS/m (días 13-09-98, 20-05-99 y 24-05-00) y hay varias que están cerca de ese valor. La concentración del día 27-03-99 puede ser considerada como una excepción, dado que la diferencia entre el valor límite y los que están por arriba de éste es del 15% que es baja a comparación del 140% entre el límite y la concentración de esa fecha. Las variaciones que se presentan cerca o por arriba del valor límite de 0.7 dS/m no siguen una secuencia definida, por lo tanto, se presentan esas concentraciones aleatoriamente, lo cual significa que, respecto a la salinidad el agua de este punto, se debe considerar como un "agua de calidad condicionada" según el criterio NTCA/FAO, porque no se puede predecir cuando la CE sobrepase el límite de 0.7 dS/m. Esto significa que para usar esta agua en riego se requiere de un suelo con buen drenaje y sembrar cultivos tolerantes a la salinidad.

De los productos que se cultivan en Tlalmanalco el trigo y la avena para forraje se pueden considerar tolerantes. El haba, el maíz y la alfalfa tienden a ser medianamente tolerantes¹²², por lo tanto para sembrar estos productos es necesario, además del buen drenaje del suelo, realizar un lavado de éste.

Respecto al nivel de sodicidad, no existe ningún problema al aplicar el agua de este punto en riego, ya que todas las muestras están en la clase S1 de la USDA.

6.5.2. Variaciones de caudal en diferentes puntos de muestreo del río Tlalmanalco

Para determinar el caudal en los diferentes puntos de muestreo se siguió la metodología del cuerpo flotante (descrita por la FAO en el manual de campo número 7: Canales¹²³, de la serie Manejo del Agua de Riego), en la que se calcula la velocidad de un cuerpo arrojado a la superficie del río de tal forma que aunque flote, la mayor parte de este vaya sumergido en el agua para evitar interferencias con el viento. Debido a que no se conoce la distribución de velocidades de la superficie al fondo de la corriente, la bibliografía

¹²² Al respecto de la tolerancia de los cultivos a las sales, consultar *Geohidrología*. Universidad Autónoma de Chapingo, Departamento de Irrigación, México 1987 p. 162-163

¹²³ B.E. van den Bosch, J.Hoevenaars, C. Brouwer y N. Hatcho. *Canales*, serie Manejo de Agua de riego, manual de campo No. 7, FAO 1994 pags. 9 a 17

recomienda que la velocidad sea 0.75 veces la velocidad de la superficie. También se determina el área de la sección transversal de la corriente y finalmente el caudal se calcula con la ecuación (1):

$$Q \text{ [L/s]} = 750 \times v \text{ [m/s]} \times A_{\text{mojada}} \text{ [m}^2\text{]} \quad (\text{ecu1})$$

donde: Q → Caudal en litros por segundo

v → Velocidad de la corriente del agua del río en metros por segundo

A_{mojada} → Área mojada de la sección transversal del río en metros cuadrados

La importancia de la medición de caudal radica en que sirve para:

1. Planificar el uso del agua según la superficie de riego, en función del volumen de ésta que se emplea por hectárea por día de riego, lo cual implica la organización de los campesinos que vayan a regar y que tienen parcelas juntas.
2. Saber con cuánta agua se cuenta para la época de siembra, para el periodo de siembra primavera-verano y cuanto se emplea en dicho periodo.
3. Determinar si el agua del río es suficiente para otro periodo de siembra en el año, una vez que se haya conocido cuál es el volumen de agua empleado para riego en el periodo primavera-verano.
4. Calcular la extensión de terreno y tubería para riego por goteo.
5. Verificar que la papelería no emplee más agua de la estipulada en el acuerdo del 10 de junio de 1976.
6. Obtener un modelo de comportamiento del caudal del agua del río durante el año.
7. Determinar si existe alguna relación entre la pérdida de bosque (por tala inmoderada, incendios, saqueo, exceso de árboles "viejos" que impidan la reforestación natural, urbanización no planificada), con la disminución de la precipitación anual en la región y con el volumen de agua contenido en el río.
8. En el caso de necesitarse una planta de tratamiento de agua para el agua del río, sea cual fuere el tipo de proceso, es imprescindible conocer las variaciones de caudal en el año para dimensionarla.
9. Conocer la cantidad de agua que corre en el río en el presente y tomarla como referencia, para planear sustentablemente el uso del recurso, de tal suerte que se aumente o se conserve el mismo caudal para las generaciones futuras.

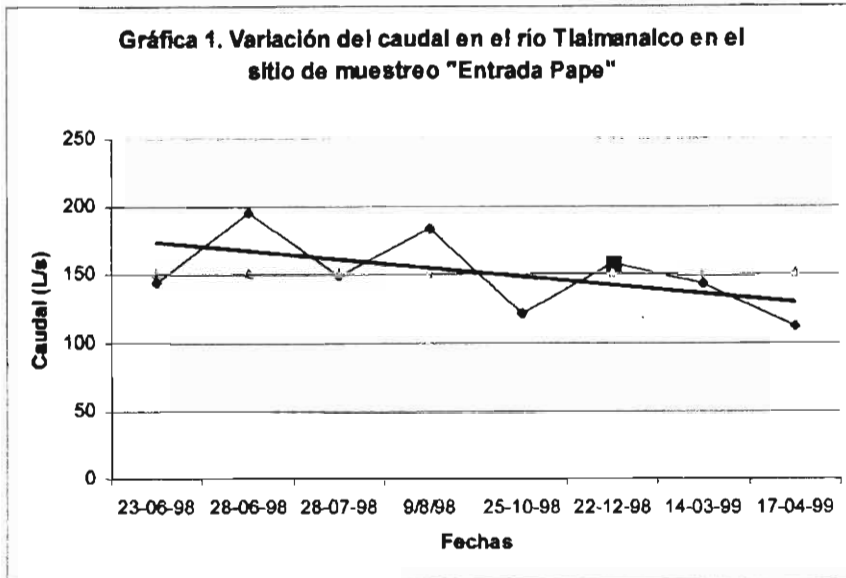
Los resultados obtenidos para cada sitio de muestreo, a excepción del llamado San Rafael, se describen a continuación

1. Sitio: Entrada Pape.

En este punto, se observa que las variaciones del caudal dependen exclusivamente de las lluvias o los deshielos de la Volcana, ya que no hay ninguna corriente que se le sume de manera aleatoria, como podrían ser las descargas de aguas de servicios o las residuales de alguna fábrica. Aquí las mediciones de caudal son las más precisas, debido a que la geometría del canal por donde pasa el agua del río es regular, lo que facilita el cálculo del área mojada transversal. Las variaciones en diferentes fechas se muestran en la tabla 20 y, en la gráfica 1, se muestra el comportamiento de la corriente del año durante el período de muestreo.

**Tabla 20. Variaciones de caudal para diferentes fechas
en el sitio de muestreo "Entrada Pape"**

n	Fecha	Caudal (L/s)
1	23-06-98	145.225
2	28-06-98	196.071
3	28-07-98	149.207
4	9-08-98	184.105
5	25-10-98	121.970
6	22-12-98	158.558
7	14-03-99	143.108
8	17-04-99	112.698
	Promedio	151.368



En la gráfica 1, la línea quebrada con rombos indica las variaciones de caudal; la línea recta con triángulos indica la media aritmética o promedio de los caudales medidos y la línea recta inclinada es la línea de tendencia del caudal durante el periodo de muestreo. Esta nomenclatura se seguirá para las gráficas de los otros puntos de muestreo.

Se puede ver en la gráfica 1 que los caudales correspondientes a los meses de junio, julio y agosto están por arriba de la media. Esto es porque en esos meses se presentan las lluvias más intensas durante el año en Tlalmanalco. En el mes de octubre las lluvias prácticamente han desaparecido, por eso en la gráfica el punto correspondiente al caudal del mes de octubre se encuentra por abajo del promedio. En diciembre vuelve a estar el caudal por arriba de la media, porque en este mes se presentan los deshielos de la Volcana con el "calor de invierno". Como la fuente de agua que surte al río Tlalmanalco son los escurrimientos de la nieve de la Volcana y en noviembre y diciembre se "deshiela" y hasta abril empiezan las primeras lluvias, entonces por eso es que los caudales de los meses de abril y marzo están por debajo de la línea del promedio. La dinámica del caudal

es, entonces, disminuir de junio a abril, tal y como lo muestra la línea de tendencia, y recuperarse en el periodo mas intenso de precipitaciones en el año.

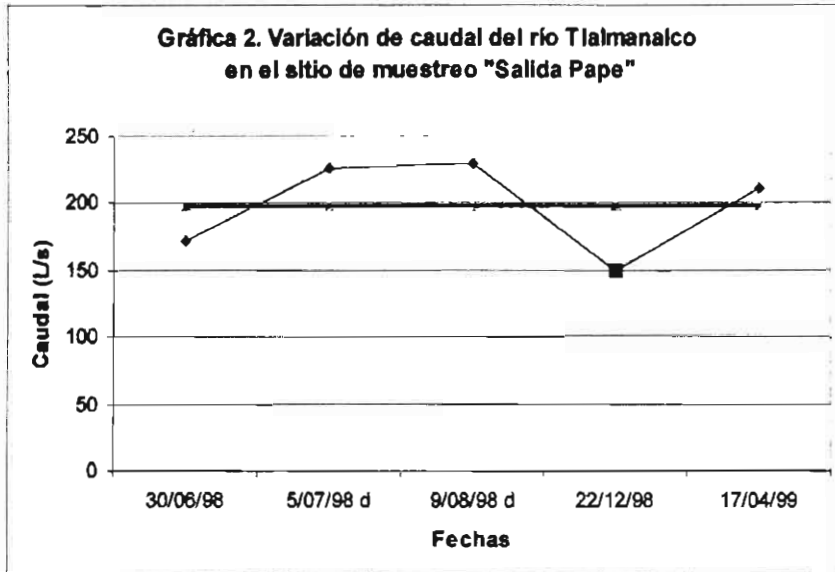
2. Sitio: Salida Pape.

La papelería San Rafael, desde que instaló su tratamiento primario de aguas, hace 10 años aproximadamente, recicla el agua y casi ha logrado un circuito cerrado, con lo cual ha disminuido el uso del agua del río. La empresa tiene tres salidas de agua: (1) el cauce natural del río por donde sale el agua del río Tlalmanalco que la empresa no utiliza; (2) un tubo por donde sale el agua tratada que no recicla, que se mezcla con el agua del río y (3) un registro dado de alta para aguas pluviales. pero que casi siempre lleva fibra y pasta de flujo muy pequeño.

Los diferentes caudales medidos en este punto se reportan en la tabla 21 y su variación se observa en la gráfica 2.

Tabla 21. Variaciones de caudal para diferentes fechas en el sitio de muestreo "Salida Pape"

n	Fecha	Caudal (L/s)
1	30-06-98	171.586
2	5-07-98	226.905
3	9-08-98	230.013
4	22-12-98	150.151
5	17-04-99	210.519
	Promedio	197.835



En este caso el comportamiento en la gráfica no es tan claro como en el punto "Entrada Pape", puesto que el caudal de agua tratada que tira la empresa e incluso el del agua que puede emplear del río no es siempre igual, por lo tanto el comportamiento del cauce es variable e independiente de las condiciones climáticas de la zona. Por ejemplo, el día 22 de diciembre de 1998 el caudal en el punto "Entrada Pape" está por arriba del promedio y en el punto "Salida Pape" está por debajo de éste, lo que significa que la papelería no tiró agua tratada, es más, tuvo necesidad de emplear agua del río, ya que el flujo de agua que entró fue de 158 L/s y el que salió de 150 L/s. En el caso del día 9 de agosto de 1998, no se puede asegurar que haya empleado agua del río, pero sí se puede precisar que tiró 46 L/s de agua tratada.

3. Sitio: Tomo.

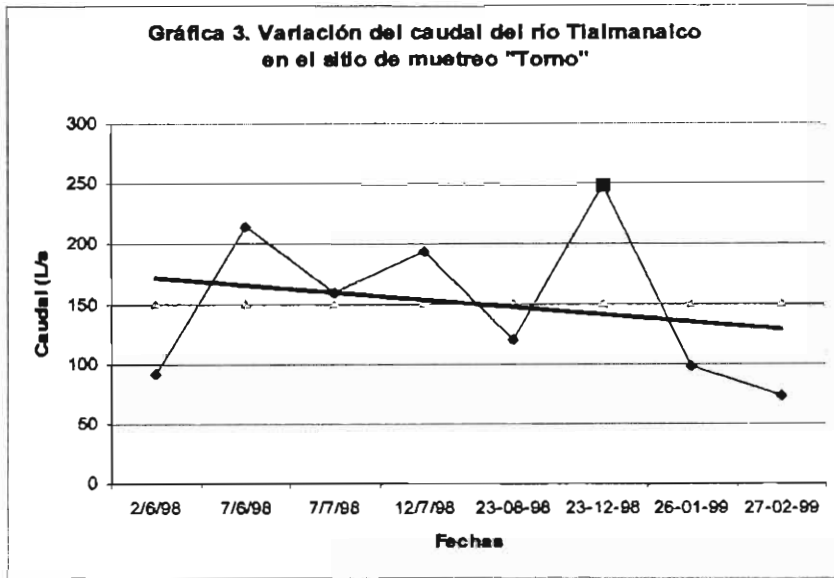
La tendencia de caudal en este punto es igual que la del sitio de muestreo "Entrada Pape": de junio a febrero disminuye, tal y como lo indica la línea de tendencia de la gráfica 3.

En la gráfica 3 también se observa que el caudal del día 2 de junio de 1998 está por debajo de la línea del promedio y que cinco días después, el 7 de junio de ese mismo año, el caudal está por encima. Si se toma en cuenta que en el año de 1998 hubo un periodo largo de sequía en la región, entonces se puede concluir que a principios de junio todavía no se regularizaban las lluvias y de ahí esas variaciones. Para el mes de julio, las precipitaciones pluviales ya eran constantes, lo que se observa en la gráfica, ya que el caudal medido en dos fechas de ese mes está por arriba del promedio.

En los meses de septiembre, octubre y parte de noviembre, aproximadamente, las lluvias desaparecen, pero la Volcana ha aumentado su nivel de nieve con las lluvias de los meses anteriores y como el deshielo es el origen del río Tlalmanalco, por eso, aunque el caudal disminuye, es mayor que en los primeros meses del año. Dada estas consideraciones y además que el caudal correspondiente a agosto en la gráfica 4 fue medido a finales de ese mes (23 de agosto de 1998), es que está por debajo de la media.

Tabla 22. Variaciones de caudal para diferentes fechas en el sitio de muestreo "Torno"

n	Fecha	Caudal (L/s)
1	2-06-98	92.062
2	7-06-98	215.347
3	7-07-98	159.925
4	12-07-98	193.451
5	23-08-98	119.954
6	23-12-98	248.354
7	26-01-99	98.280
8	27-02-99	72.872
	Promedio	150.031



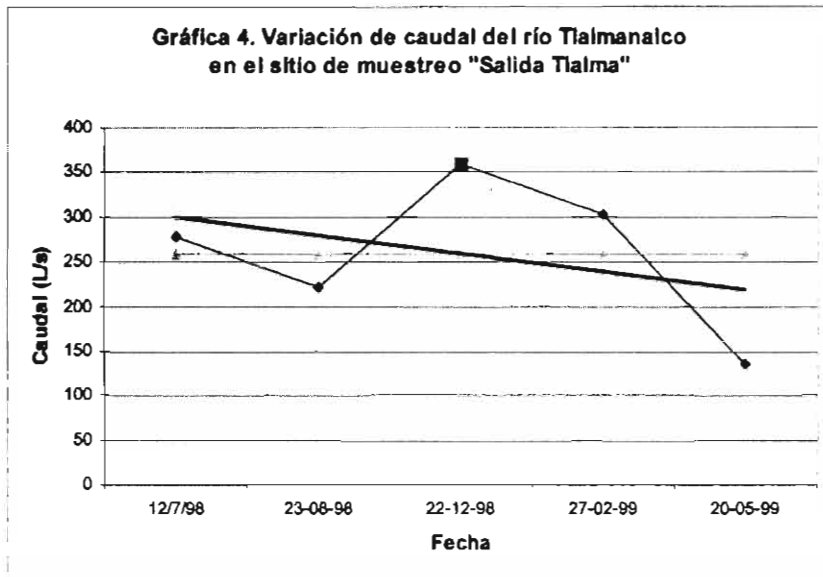
Como a este punto llegan las aguas residuales de las casas y del drenaje municipal de San Rafael y en diciembre aumenta el uso doméstico de agua a raíz de las fiestas de fin de año y de las vacaciones, además de que es en este mes cuando se presentan los mayores deshielos de la Volcana, es que el punto correspondiente a diciembre en la gráfica 4 presenta un aumento de caudal tan elevado en comparación al que se presenta en el sitio "Entrada Pape".

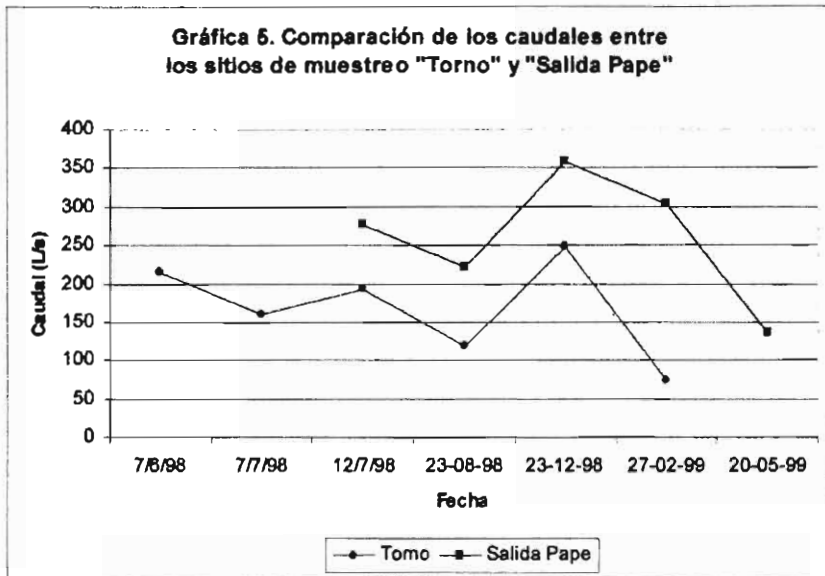
4. Sitio: Salida Tlalma.

A este sitio llega el agua de la corriente del río que pasa por San Rafael, Pueblo Nuevo y la zona urbana de Tlalmanalco y la que viene de la salida de la papelera, que pasa por la zona agrícola y habitacional de Santo Tomás, además hay que sumarle el agua que las cartoneras vierten en su cauce, por eso es que los caudales del río en este punto, medidos en diferentes fechas, son mayores que en el sitio Tomo, pero su comportamiento es prácticamente igual al de ese sitio, como se puede apreciar en la gráfica 5.

Tabla 23. Variaciones de caudal para diferentes fechas en el sitio de muestreo "Salida Tlalma"

n	Fecha	Caudal (L/s)
1	12-07-98	277.710
2	23-08-98	221.614
3	22-12-98	358.657
4	27-02-99	302.610
5	20-05-99	135.088
Promedio		259.136





6.6. Salud y agua contaminada del río: los Tlalmanalquenses y sus enfermedades

Para determinar la relación entre la salud de los pobladores y el agua del río desde los actores mismos, y empleando la información social y técnica generada en este trabajo de investigación, se realizó una breve Evaluación de Riesgos en Salud siguiendo la metodología desarrollada por la Agencia para las Sustancias Tóxicas y Registro de Enfermedades (ATSDR, por sus siglas en inglés) perteneciente al Departamento de Salud Humana y Servicios de EE.UU.

Para evaluar las implicaciones en salud pública debida a las emisiones contaminantes en un sitio, la ATSDR considera los siguientes factores que influyen en el proceso de Evaluación de Salud¹²⁴:

¹²⁴ ATSDR. Evaluación de Riesgos en Salud por la Exposición a Residuos Peligrosos, U.S Department of Health and Human Services, traducción a cargo de Centro Panamericano de Ecología y Salud de la Organización Panamericana de la Salud, Metepec, Estado de México, México, 1995

1. Evaluación de la información física, geográfica e histórica del sitio
2. Respuesta a las preocupaciones de la comunidad por su salud
3. Determinación de los contaminantes de interés
4. Identificación y evaluación de las rutas de exposición
5. Determinación de implicaciones para la salud pública, basadas en las fuentes de datos disponibles sobre efectos en la salud de la comunidad e información médica
6. Determinación de conclusiones y recomendaciones

Respecto a los servicios médicos, los resultados de la encuesta aplicada a 41 habitantes de Tlalmanalco, en septiembre y octubre de 1999, indican que el servicio médico más frecuentado es el IMSS de San Rafael; que los principales usuarios de los médicos particulares son aquellos campesinos que no han trabajado nunca en alguna fábrica y que los asistentes al centro local de la SSA viven en el ejido de San Lorenzo, el cual geográficamente es el que se encuentra más alejado de la clínica del IMSS.

Con relación a las preocupaciones de la comunidad respecto al agua del río y su salud, el 10% de los entrevistados piensa que el agua del río no produce enfermedades; el 5% no tiene idea y el 85% restante piensa que el agua del río es causante de enfermedades. De ese porcentaje, solamente 12 personas especificaron qué enfermedades se producen: la mayoría dijo que son infecciones gastrointestinales como diarreas, salmonelosis, parásitos y tifoidea, y en menor grado infecciones de la piel. Unos pocos creen que los malos olores causan enfermedades respiratorias.

Lo cierto es que en los últimos seis meses el 50% de los entrevistados dijo que en su familia no ha habido ningún enfermo. Del 50% que respondió afirmativamente, se muestra en la tabla 24 las enfermedades reportadas y el porcentaje de personas afectadas.

Solamente el 30% de las enfermedades reportadas podrían ser causadas por agua del río, mas no se puede afirmar eso, ya que estas enfermedades también pueden ser causadas por otras rutas de exposición, tales como no lavarse las manos antes de comer y después de ir al baño(aunque el 95% de los entrevistados lo hacen); por consumir alimentos en la calle o verduras que no han sido desinfectadas o hervidas; por mal manejo de la basura; por consumir alimentos irritantes; por las defecaciones al aire libre

de animales que al secarse se pulverizan y se esparcen por la comunidad con el aire¹²⁵ y en general por tener malos hábitos de higiene.

Tabla 24. Porcentaje de personas enfermas entre marzo y octubre de 1999 en Tlalmanalco (n = 20)

Enfermedad	Personas afectadas (%)
Del sistema respiratorio	25
Del estómago (no especificadas)	20
No relacionadas con el agua del río	15
Diarrea	5
Parásitos	5
Alergia	5
Hepatitis	5
Dolor de cabeza	5
Contusión	5
Dolor de piernas	5
Hipertensión	5

Fuente: Resultado del cuestionario aplicado a 41 habitantes de Tlalmanalco de los cuales 20 indicaron tener al menos un miembro de su familia enfermo entre marzo y octubre de 1999

Los resultados mostrados en la tabla 24 coinciden con los reportados por el IMSS de San Rafael en cuanto que las enfermedades más comunes en Tlalmanalco son las respiratorias y las infecciones gastrointestinales (ver tabla 3, § 4.4. pag.60), por lo que se hace necesario profundizar en las causas por las cuales se enfermaron "del estómago" los familiares de los entrevistados antes que pensar que el agua del río es la culpable, sobre todo porque el contacto de los pobladores con ella no es directo ni frecuente. Cabe aclarar aquí, sin embargo, que de los que reportaron enfermedades gastrointestinales, 2 viven muy cerca del río.

¹²⁵ Se debe considerar que en Tlalmanalco existen vacas, caballos, burros, borregos y perros callejeros que se ven en el campo y en las calles de los ejidos

6.7. Los números sociales¹²⁶

Lo que conforma y da estructura a una comunidad, cual si fuera su imagen verdadera, proviene de la suma de lo macro o global, considerado como el país que la contiene, sus dirigentes y las relaciones de éste con otros países, y lo micro o local, es decir, la región a la que pertenece, que por lo general no coincide con las fronteras establecidas por el Estado. Pero lo macro tiende a imponer su lógica o por lo menos así se plantea en los proyectos macroeconómicos, de expansión corporativa y del gobierno asociado a ésta, propuestos por la mundialización, donde se plantea que todos tienen iguales necesidades, gustos y los cuales consideran como una característica del modelo dominante de modernización, la acumulación de avances tecnológicos que no toman en cuenta las particularidades de cada región o comunidad, dada su tendencia a homogeneizar.

Es en lo micro donde se recrea el proceso de identidad. Son sus actores los que saben perfectamente qué pueden esperar en esa construcción identitaria de comunidad; las necesidades que se tienen que priorizar y, por lo tanto, los elementos tecnológicos requeridos, aunque no sean capaces de desarrollarlos y los cuales, por decirlo de alguna manera, tienen que importar con sus respectivos costos.

La identidad de una comunidad se reconstruye constantemente, puede permanecer, en apariencia, estática durante un periodo de tiempo, pero los diferentes sucesos externos a ella, las necesidades que se van generando en su interior conforme a esos cambios y el pensamiento de sus habitantes, la dinamizan. Toda interacción de una comunidad con otra, con sus actores, con sus recursos naturales y elementos útiles para el intercambio, genera cambios en la identidad y la cultura. Los actores destruyen una parte de las estructuras sociales y del entorno físico que conforman su comunidad, retoman otra para asegurar su integración y sobre su esencia imponen o suman nuevos elementos generando nuevas ideas, nuevos actores y a veces nuevas culturas que conservan sólo vestigios de la original.

Pero todo el proceso descrito al respecto de la dinámica social, no podría llevarse a cabo si no existieran medios materiales, con funciones específicas, provenientes del estudio y

¹²⁶ Las consideraciones hechas en esta sección son con base en la experiencia del autor y lo logrado al cursar la MDR.

de la transformación de los recursos naturales. Pareciera obvio este planteamiento, pero la mayoría de las personas están habituadas a tener acceso a las cosas que les hacen más cómodas sus labores, las cuales, a su vez, les permiten "tener más tiempo" para divertirse con otras cosas diseñadas para su entretenimiento; que no reflexionan acerca del proceso de transformación que las materias primas han seguido, desde su extracción del medio natural donde se encuentran, hasta ser el producto al que tienen acceso. Se limitan a sorprenderse por los "inventos" con los que conviven cotidianamente y tal vez, sea más sorprendente el "invento con el que se hace ese invento". La ingeniería y la tecnología son un "algo" alejado de la comprensión del común de las gentes. Motivo de estudio son los efectos sobre los grupos sociales de ese "algo" considerado como un ente separado de lo social, por el carácter numérico de sus razonamientos y de los cálculos de los que se parte para la construcción de los satisfactores materiales.

Es un hecho la existencia de herramientas, equipos y procesos que se construyen, se ponen en marcha y se usan sin la necesidad de ningún cálculo, ni de complicadas instrucciones; pero para eficientarlos, conservar sus principios y adecuarlos a las necesidades de las personas se tienen que hacer cálculos numéricos, razonamientos, modelos matemáticos, ecuaciones, análisis de costos, lo cual corresponde a la ingeniería, disciplina que aplica los principios que la ciencia descubre para explicar los fenómenos de la naturaleza. La construcción y aplicación socialmente útil de los diseños que los ingenieros generan (parte práctica de la ingeniería), corresponde a la tecnología, uno de los parámetros considerados para determinar el nivel de desarrollo de un país y herramienta para la dominación: la propiedad de tecnología avanzada o "de punta" genera dominio de un país sobre otros socialmente. De ahí que sean los que tienen el poder quienes ponderan la conveniencia de apoyar la investigación tecnológica.

El fin de los diseños y proyectos de ingeniería y sus consecuentes beneficios económicos, se plantea en función de la producción de alimentos, de los requerimientos de las personas, del dominio de un estado sobre otro y de la competencia entre corporaciones. Depende, entonces, del objetivo social perseguido la orientación tecnológica: para alimentos, para la guerra, para la comunicación, para la recuperación de agua, para evitar la contaminación, para viajar, para la extracción y transformación de materia prima, etc. por lo tanto los cálculos que los ingenieros hacen y los números que de ellos se derivan, tienen una significancia socialmente útil, no abstracta ni demostrativa.

Por todo lo antedicho, entonces, la apropiación y desarrollo de la ciencia, la ingeniería y la tecnología para enfrentar los efectos de la mundialización, es el aspecto por medio del cual se hacen tangibles los satisfactores materiales, la optimización de procesos de producción y de costos, con los que se culminan los proyectos emergentes de las necesidades sociales y ambientales que cimientan la sustentabilidad.

6.7.1. Elementos de ingeniería y sociedad respecto al agua del río Tlalmanalco

Sea S el conjunto de elementos de la sociedad Tlalmanalquense alrededor del agua del río:

$$S = \left\{ \begin{array}{l} \text{movimientos sociales por el agua, uso eficiente, costos alrededor del agua,} \\ \text{propietarios, actores alrededor del agua, reutilización, industria (empleo,} \\ \text{generación de riqueza, urbanización), captación y distribución} \end{array} \right\}$$

Sea T el conjunto de aspectos técnicos relacionados al agua del río Tlalmanalco:

$$T = \left\{ \begin{array}{l} \text{Muestreo, análisis, red de captación y distribución, tratamiento,} \\ \text{reutilización, uso eficiente, costos alrededor del agua, ingenieros} \\ \text{industria (instalaciones y proceso)} \end{array} \right\}$$

La existencia de elementos afines a los dos conjuntos (intersección) significa que S y T están relacionados entre sí, por lo tanto, las actividades que tengan que ver con el agua del río Tlalmanalco se llevan a cabo involucrando acciones sociales y técnicas. En el caso de que no hubiera elementos comunes de los dos conjuntos, significaría que las actividades sociales no tienen que ver en lo absoluto con las técnicas, entonces se dice que la sociedad y la tecnología son mutuamente excluyentes.

Analizando los dos conjuntos, se observa la existencia de elementos comunes, que están representados por el nuevo conjunto $S \cap T$ (que se lee S intersección T)

$$S \cap T = \{ \text{Captación y distribución, reutilización, uso eficiente, costos alrededor del agua} \}$$

por lo tanto, la toma de decisiones al respecto del uso del agua del río Tlalmanalco - por ejemplo para riego agrícola como factor de desarrollo de la comunidad - debe considerar los aspectos sociales y técnicos, ya que cada uno de ellos por separado afecta al otro por

lo menos en los cuatro elementos contenidos en el conjunto $S \cap T$; con lo cual se demuestra que la relación entre sociedad e ingeniería no es de dependencia, sino de continuidad: una no depende de la otra, más bien una le da continuidad a la otra en las actividades que se realicen para la promoción del desarrollo en las comunidades.

6.7.2. Análisis de decisiones para determinar el sitio y nivel de reutilización del agua del río Tlalmanalco

La metodología empleada para el análisis de decisiones por medio del cual se determinó el sitio y nivel de reutilización del agua del río Tlalmanalco consta, en general, de los siguientes pasos:

1. Determinar las opciones con las que se cuenta para seleccionar la más adecuada respecto a la acción, costo o producto sobre del que se está decidiendo.
2. Definir cuales son los factores principales o aspectos de interés por medio de los cuales se va a tomar la decisión
3. Construir una tabla con las diferentes opciones, asignando a cada una de éstas los resultados de la investigación, análisis o encuestas que para cada uno de los factores se obtuvieron (figura 6)

Factores de interés	a	b	c...	x
Opciones				
1				
2		RESULTADOS DE LA INVESTIGACIÓN		
3...				
n				

Figura 6. Tabla modelo para el análisis de decisiones

4. Comparar para cada una de las opciones los resultados de cada uno de los factores y contabilizar los aspectos positivos para cada una de las opciones
5. La opción que más aspectos positivos o ventajas tenga, será considerada la más viable o adecuada.

Para determinar el nivel de reutilización en riego agrícola del agua del río Tlalmanalco y el sitio más conveniente, en la tabla 25 se anotan los factores técnicos al respecto: la ubicación de cada punto de muestreo y a que tierras puede beneficiar; si existe alguna restricción en el uso del agua causada por alguno de los parámetros contaminantes que se cuantificaron en el análisis del agua del río y si es necesario algún tratamiento del agua y de que tipo.

Siguiendo la metodología para la toma de decisiones, las particularidades comparadas de los factores correspondientes a cada punto de muestreo, indican que en cada uno de ellos el cadmio sobrepasa los límites establecidos por la Academia Nacional de Ciencias, la Academia Nacional de Ingeniería de estados unidos y la Norma Oficial Mexicana NOM-001- ECOL - 1996, aun en el sitio "Entrada Pape", donde corre el agua que debiera estar prácticamente libre de contaminación, ya que esta antes de las fuentes contaminantes (a excepción de los turistas y vendedoras de quesadillas). Esto significa que probablemente el cadmio provenga de alguna fuente natural o que existe un depósito de basura no identificado en donde haya pilas alcalinas inservibles.

Se recomienda, por lo tanto, realizar un estudio para determinar con precisión la fuente de donde proviene el cadmio; detectar la presencia del metal en agua potable y determinar si en la región existen personas con síntomas de enfermedades cuyo origen sea la ingestión del metal, tales como problemas en la próstata y en los riñones. En el caso de no existir daños a la salud relacionados con el cadmio, entonces no es necesario ningún tratamiento para eliminarlo del agua, el cual correspondería a un tratamiento terciario como, por ejemplo, una columna filtro de carbón activado.

Fuera de la presencia de cadmio, se puede ver que efectivamente el agua con mejor calidad es la que corre por el punto de muestreo "Entrada Pape", pero no se puede emplear para riego porque no llega a las parcelas y está controlada por la Papelera San Rafael.

Punto de muestreo	Problemas generados por sólidos	Metales tóxicos	Problemas de salinidad	Reutilización Solicitud (USDA)	Coliformes fecales (# colonias)	Nutrientes (Nitrógeno y fósforo)	Tratamiento del agua		Ubicación punto de muestreo (ejido)	Tierra de labor a la que puede llegar el agua (ejido)
							Tipo (p, s, l) ¹	¿Hay espacio para plantas?		
Entrada pape	Ninguno	Cadmio	Ninguno	Ninguna	20	Benéficos	Ninguno	No	Tlalmanalco	Ninguno. Dominio de la Papelería San Rafael
Salida pape	Ensoya tierra	Cadmio	Ninguno	Ninguna	Incontables	Benéficos	p, s, l ¹	Si	Santo Tomas	San Rafael
San Rafael	Ninguno	Cadmio	Ninguno	Ninguna	Incontables	Benéficos	p	Limitado	Tlalmanalco	Con una complicada red hidráulica desviada a parcelas de San Juan
Torno	Ninguno	Cadmio	Ninguno	Ninguna	Incontables	Benéficos	s, l ¹	Si	San Juan	San Juan - Tlalmanalco
Salida Tlaira	Ninguno	Cadmio	Agua calidad condicionada	Ninguna	Incontables	Benéficos	s, l ¹	Hasta San Lorenzo	Tlalmanalco - San Lorenzo	San Juan - Tlalmanalco

Tabla 25. Resumen de factores técnicos para determinar la reutilización del agua del río Tlalmanalco en riego agrícola por punto de muestreo

Eljido / Pueblo	Autoridad comunitaria	Organización comunitaria	Interés de los campesinos	Comité del agua	Mando del agua	Cultivos	Objetivo del cultivo	Programa gubernamental
San Lorenzo	Si	Si	Mucho: comunitario	Si	Comité / Ayuntamiento	Maíz, trigo, frijol, haba, amaranto	Autoconsumo y venta	PROCAMPO
Tlalmanalco	No	No	Si	No	Ayuntamiento	Maíz, trigo	Autoconsumo y venta	PROCAMPO
San Rafael (Tlalmanalco)	No	No	Mínimo	No	Ayuntamiento	Zona Urbana	Autoconsumo	Zona Urbana
San Juan	Relativamente el comitariado ejidal	Redes de apoyo entre familiares y conocidos	Mucho: por grupos o individual	Si (político)	Ayuntamiento	Maíz, haba, forrajes (avena, alfalfa)	Autoconsumo venta local	No aceptaron al PROCEDE
Santo Tomas	Muy poco el comitariado ejidal	No	Si, pero quieren información	No	Ayuntamiento	Maíz, haba, alfalfa	Autoconsumo venta local	PROCEDE
San Antonio	No	Si	Mínimo	No	Ayuntamiento	Maíz	Autoconsumo	PROCAMPO Les interesa el PROCEDE

Tabla 26. Resumen de factores sociales para determinar la reutilización del agua del río Tlalmanalco en riego agrícola por ejido

¹ p. primario, s. secundario; l. terciario (lee definiciones de cada uno de estos procesos en encuentran en la § 2.1.1)

Por el punto "San Rafael" corre agua de buena calidad sin mayor condicionamiento que la presencia de cadmio, pero es difícil hacer llegar esta agua a las parcelas de cultivo, además de que hay un espacio muy limitado para poner una planta de tratamiento de aguas.

Respecto a los puntos "Salida Tlalma" y "Salida Pape", el agua de su cauce tiene limitaciones para emplearse en riego, el primero por que su concentración de salinidad implica que se tiene que usar en suelos con buen drenaje y para cultivos tolerantes a la salinidad. En el punto "Salida Pape", la limitación corresponde al azolvamiento (formación de costras) del terreno, debido a que las concentraciones de sólidos sobrepasan los límites establecidos por la normas, lo cual impide un buen intercambio de oxígeno y aumenta los costos de tratamiento por que es necesaria la instalación de un tratamiento primario para eliminar los sólidos, para el cual se pueden emplear los depósitos que en antaño algunos campesinos usaron para la pasta que salía de la papelera (\$5.5 pag. 102).

Por lo tanto el sitio con menor riesgo, desde el punto de vista técnico, de donde se puede extraer el agua para riego agrícola es el punto de muestreo "Torno", limitándose a terrenos de San Juan y Tlalmanalco, en el cual para disminuir el número de bacterias patógenas se hace necesario un tratamiento secundario o como alternativa, en el caso de no instalarlo, el manejo del agua con equipo de seguridad: guantes, tapabocas y botas de hule que eviten el contacto de los campesinos con el agua, lo que disminuye en gran medida el riesgo de enfermedades diarreicas y parasitosis.

Por otro lado, si se analizan los factores sociales de los ejidos, reportados en la tabla 26, respecto a sus cultivos y al agua del río, considerando como factores importantes, por un lado, la existencia de representantes elegidos y reconocidos como líderes en la comunidad y, por el otro, que la comunidad misma sea capaz de organizarse y solicitar apoyo respecto a actividades de su interés, ya que eso les otorga a las personas la capacidad de decidir y de trabajar sobre sus recursos naturales, se puede concluir que el ejido en el que socialmente es válida la reutilización del agua del río en riego es el de San Lorenzo, dado que con una visión comunitaria:

- Les interesa a los campesinos;
- El manejo del agua lo hace principalmente la comunidad;

- Sus cultivos los comercializan a parte de consumirlos al interior de la comunidad y
- No les interesa vender sus tierras.

El siguiente ejido en donde se podría promover el empleo del agua del río para riego agrícola es el de San Juan. Aunque ahí existe una relativa autoridad comunitaria por parte del comisariado ejidal, que decide la integración a programas del gobierno, los campesinos, sin embargo, manifiestan mucho interés al respecto en las entrevistas realizadas durante esta investigación. Sumado a todo esto, existe interés por conservar la propiedad de la tierra para sembrar en ella y la existencia de redes de apoyo entre campesinos, como intercambio de herramientas por trabajo físico y familiares que se ayudan en las diferentes actividades de siembra-cosecha.

Para San Rafael y los demás ejidos se dificulta la reutilización del agua del río por la falta de una visión comunitaria que reduce esta actividad a parcelas individuales, aunque en particular para los ejidos de Tlalmanalco y de Santo Tomás exista interés por parte de los campesinos.

En el caso de San Rafael, la ausencia de tierras agrícolas y el interés mínimo por el riego con agua del río de los campesinos que ahí viven, anula las posibilidades de usar esa agua para actividades agrícolas. En este pueblo, los interesados deben, en todo caso, promover la participación de sus habitantes para que el agua del río fuera empleada en tierras agrícolas.

El interés mínimo por parte de los campesinos del ejido de San Antonio respecto del riego con agua del río, aunado a su creciente deseo de integrarse al PROCEDE y poder vender sus tierras son las razones principales por las cuales en este ejido el reuso del agua del río no se llevaría a cabo.

Las conclusiones obtenidas a partir de las tabla 25 y 26 por separado, son parcialmente válidas. Los factores sociales acotan las actividades técnicas, pero los factores técnicos precisan las actividades en las que interviene la sociedad para reutilizar el agua del río, de ahí que para obtener una conclusión certera es necesario tomar en cuenta la información contenida en las dos tablas.

La justificación es que cada uno de los puntos de muestreo y los factores técnicos de la tabla 25, tienen una ubicación geográfica, que a su vez pertenece a un ejido en el que la sociedad genera actividades e intereses alrededor del río y de la tierra agrícola, según sus circunstancias económicas y el momento histórico, de tal suerte que por el elemento común (ubicación geográfica) entre los factores técnicos y los sociales, mutuamente se afectan aunque de distinta forma, como ya se ha descrito en el párrafo anterior.

Considerando la información contenida en las dos tablas para la toma de decisiones acerca del nivel y ubicación de reutilización del agua del río Tlalmanalco, si la información técnica se acota con la social, la determinación del punto más adecuado para emplear el agua en riego varía de la siguiente forma:

1. En primer lugar, el ejido de San Antonio queda descartado definitivamente por que no existe punto de muestreo que esté dentro de sus límites, además de que socialmente las condiciones no son adecuadas.
2. Otro punto del cual definitivamente no se podría emplear el agua, es el que corresponde al punto de muestreo "Entrada Pape" debido a que esa corriente de agua es la dotación del líquido que históricamente se le concedió a la papelería en 1984.
3. En el sitio "San Rafael", tanto los factores sociales como los técnicos indican que este es un punto con mucha dificultad para de ahí extraer agua del río y emplearla para riego: se necesitaría, principalmente, una gran participación comunitaria de la gente de San Rafael, que no está manifiesta y trabajar en conjunto con los ejidos de Santo Tomas y San Juan.
4. Para el caso del sitio "Salida Pape", se puede hacer un plan de trabajo con los campesinos para iniciar el reuso del agua del río aprovechando el interés que tienen de obtener información respecto a la calidad del agua del río y lo que se necesita para la reutilización para regar sus tierras (los que aún las conservan), además de hacer énfasis en la necesidad del trabajo en equipo, no solamente para el manejo del líquido sino también para la operación y mantenimiento del tratamiento de aguas que se instalara principalmente para la eliminación de sólidos.
5. El mejor sitio en función de los factores técnicos que se había determinado era el punto de muestreo "Tomo", porque la calidad del agua que por ahí corre es la que, con excepción de la presencia de cadmio, física y químicamente no presenta ninguna dificultad para riego, sin embargo, los interesados y las autoridades ejidales tienen una

percepción de sus relaciones sociales parcialmente comunitaria, conjuntamente con el manejo político y proselitista del comité del agua por parte de sus integrantes; por lo tanto, la organización para la distribución del líquido y para la construcción y operación de algún sistema de tratamiento de aguas para disminuir la concentración de cadmio y la población de bacterias o la promoción de un programa de salud laboral para los campesinos que riegan con el agua del río, queda supeditada a las actividades políticas del ejido y a la capacidad de integración a éstas por parte de los grupos o personas interesadas que laboran en el campo.

6. Aunque el agua que corre por el punto de muestreo "Sálida Tlalma" podría generar problemas de salinidad en el suelo si este no tiene un buen drenaje y en la calidad de los cultivos si no son tolerantes, además de la presencia de cadmio y de bacterias coliformes, el hecho de que ésta beneficiaría a los terrenos de San Lorenzo, puede considerarse como la base para concebir a este como el mejor sitio de donde se extraería agua para el riego, ya que la forma de trabajar y regirse en comunidad de los pobladores de ese ejido permitiría que las actividades referentes al lavado de suelo (§ 6.5.1. inciso 5), tratamiento del agua y cuidados de la salud se llevarán a cabo por convicción propia de los pobladores y no que dependieran de las actividades políticas de las autoridades.

7. Conclusiones

Ingeniería, sociedad y Tlalmanalco

Tierra desde tecnologías antiguas,
tantos milenios, la muerte lejos.
Coa Tlalmanalca, fálico acto orienta.
Canal excelso de barro, lleva agua,
lubrica sus labios surcos mayores
sustento de la reproducción social
dinámica ronda para conservarla.

Quitador de partículas malas al agua
movimiento social moderno no existe
pero si detonante exigente:
cumplan ayuntamientos y ONG's
convoquen ingenieros diseñadores
que tecnología adecuada instalen
tocando su nervio sociedad-monetario.

7. Conclusiones

I. Relaciones de poder local y el río

El manejo del recurso agua y las fuentes de donde proviene, es acto preponderante para el control que la cúpula política de una comunidad rural con presencia industrial ejerce sobre sus integrantes, y representa para la lógica del capital, asegurar la continuidad de algún proceso industrial que le reporte ganancias monetarias, sin que signifique que los dirigentes, tanto de la actividad política como de la económica, aseguren la distribución del recurso a los habitantes de la comunidad que no estén directamente vinculados a sus intereses. Esta circunstancia se convierte, entonces, en factor detonante de conflictos respecto a la apropiación y distribución del recurso agua, en donde la población marginada de él, se transforma momentáneamente en el propietario lícito que logra obtenerlo, así como en su administrador, hasta que se haga común el acceso al vital líquido, con lo cual la comunidad se aproxima al equilibrio de intereses al acceso y manejo de un recurso natural, que sucede cuando:

- a. La población común y corriente tiene acceso cotidiano al recurso y ha adquirido conciencia de propiedad respecto a él
- b. Los industriales tienen el agua suficiente y necesaria para su proceso, pero no son los administradores del recurso, y
- c. Sobre la autoridad política de la comunidad recae la responsabilidad de administrar el recurso y protegerlo de actividades que afecten negativamente su calidad, con lo cual se fortalece su autoridad, pero no su poder debido a la conciencia de propiedad del recurso por parte de la población.

Esto se ve claramente en la experiencia de la lucha por el acceso al agua por parte de los habitantes de Tlalmanalco. Primeramente, el modelo económico seguido por el gobierno de Porfirio Díaz, apegado al libre mercado de capitales, permitía tener el control sobre las comunidades al manejar y concesionar, según los intereses del estado representados por la autoridad local, el uso y explotación de los recursos naturales para atraer capitales que dinamizaran el sector productivo. En Tlalmanalco esto se dio a través de la concesión otorgada a la papelera para explotar y hacer uso de los recursos bosque y agua de la

región, en la cual las autoridades locales dieron preferencia a la papelera antes que a la gente.

Actualmente, en los últimos doce años, el gobierno ha seguido una política de concesión de los recursos naturales (como el agua), que tiende a la privatización de los mismos a favor de los corporativos empresariales, obteniendo con ello el control del mercado, no solo del recurso, sino de los giros industriales y poblaciones que lo necesitan, lo cual responde a la idea de que habiendo una libre competencia los costos se autorregularían e incluso disminuirían y de que los servicios mejorarían con la apertura a la inversión privada. Es así como los concesionarios pasan a formar parte de una estructura de control o injerencia en la política de una comunidad respondiendo a los intereses macroeconómicos de la clase política dirigente que se beneficia con esto o compitiendo con las autoridades locales, como es el municipio, o con la población misma.

En Tlalmanalco a raíz de que, ni las autoridades locales ni la empresa San Rafael, dotaban de agua suficiente a la población, surge una lucha por la obtención del recurso logrando adueñarse del acceso y distribución del mismo, de manera organizada, en los denominados "Comités del Agua" o "Comisiones del Agua", desplazando a la papelera como reguladora en la distribución del recurso e incluso la misma autoridad municipal, convirtiéndose la población en propietaria y administradora del agua.

El hecho de que la población tuviera el control del recurso no significaba el equilibrio respecto al manejo del mismo y los actores sociales involucrados - la papelera, autoridades locales y población-. Conforme va avanzando el movimiento social de la comunidad, la autoridad buscaba al mismo tiempo el control sobre el servicio del agua para consolidarse como autoridad local. Finalmente la comisión del agua desaparece para evitar enfrentamientos y porque política y legalmente es al municipio a quien corresponde lo referente a la distribución.

El logro del movimiento por el agua fue una cultura de defensa del recurso, que la población en general tuviera asegurado el acceso al vital líquido; que su distribución fuera más equitativa y no preferencial a la industria y, que al dejar su administración en manos del municipio, éste no les cobrara el servicio, aunque esto último no es del todo justo, sobre todo porque aún cuando el agua estaba bajo control de los comités, éstos

recaudaban una cuota de común acuerdo para el mantenimiento de la línea de distribución.

II. El río como elemento de sobrevivencia del campesino Tlalmanalquense y desapropiación de los habitantes urbanos de la región

Para los diferentes grupos sociales de una comunidad alrededor del uso o explotación de un recurso natural, diferentes serán los intereses y las formas de relacionarse con el mismo en función de su actividad y de las acciones que realicen para alcanzar sus objetivos. Esto no imposibilita que los intereses de los distintos grupos sociales coincidan en algún punto y hagan alianzas para alcanzar las metas comunes, pero como también cada grupo no desiste de sus intenciones particulares, entonces la unificación a su vez se hace porque facilita el camino para que cada uno logre sus objetivos.

En el caso de que los habitantes que tengan acceso al recurso no le encuentren utilidad; observen que está dañado, desconozcan como remediarlo, sea imposible hacerlo, se ha agotado y queda tan solo un residuo de él que es inútil y desagradable, se presenta el fenómeno de desapropiación o renuncia al recurso, en el que las personas no sólo no toman en cuenta lo que queda de éste, sino que también buscan la forma de deshacerse del mismo o de confinarlo.

Al respecto de la relación de los diferentes grupos sociales de Tlalmanalco con el agua del río (campesinos, papelera, ayuntamiento, población urbana), tres de estos han competido históricamente por su apropiación¹²⁷, uno sigue un proceso de apropiación-desapropiación y, debido a los intereses contrapuestos, no se presenta ninguna alianza entre ellos, como se muestra en la tabla 27.

¹²⁷ Se define apropiación como el acceso, el uso y el control sobre el recurso agua por parte de un grupo social en particular

Tabla 27. Formas de relacionarse de diferentes grupos sociales con el agua del río Tlalmanalco

Grupo Social	Forma de la relación
Rural (campesinos)	Apropiación natural como fuente de agua y como elemento de sobrevivencia, por ser parte de la región geográfica habitada por ellos y porque pasa por sus terrenos para la siembra
Industrial (papelera)	Usurpación en función de la lógica del capital y como insumo para el proceso de fabricación del papel
Municipio (década 1990)	Control del recurso en función de su imagen política y como recurso de lucha partidista
Urbano	Desapropiación de la fracción del río que pasa por la zona urbana por el mal olor y vista desagradable generados por la basura arrojada a su cauce Apropiación como fuente de agua para actividades domésticas

A partir de la forma en que se apropian los campesinos del agua del río que se menciona en la tabla 27, es que algunos han hecho uso del recurso como complemento de su economía. Concretamente, su interés sobrepasa el tener acceso al agua para sus actividades cotidianas, se dan cuenta que pueden usar, sin invertir y sin que tengan que pedir permiso, lo que venga en el agua del río (como la pasta que salía de la papelera) o el agua misma que no sirve para las actividades domésticas (como lo han hecho para regar sus tierras de cultivo), lo cual les ha redituado beneficios que contribuyen a la sobrevivencia del campesino como tal.

Por medio del acuerdo para el uso del agua del río Tlalmanalco, que en el periodo presidencial de Porfirio Díaz se le otorgó a la papelera San Rafael, se construyó una relación económica con ésta que le aseguro a la empresa el agua necesaria para la generación de energía eléctrica y para el proceso de producción de celulosa y papel, pero también se convirtió en una usurpadora del recurso, ya que asumió el control del agua en la región, desviándola a su proceso y distribuyéndola preferentemente al pueblo de San Rafael, construido para que allí vivieran los trabajadores de la empresa. La consecuencia de todo esto fue que los habitantes de la región sufrieran una considerable disminución en la cantidad de agua que usaban cotidianamente y el despojo de un recurso al que tenían libre acceso antes de que en Tlalmanalco se instalara la factoría.

Inicialmente el uso del agua por parte de la papelera fue una actividad legalmente constituida, y como la concesión le fue otorgada por cien años, aún después del gobierno de Porfirio Díaz la empresa tuvo el acceso al líquido y a su control, sin que aparentemente estuviera violando alguna normatividad. Sin embargo, en el momento en que los pobladores sintieron la escasez del agua y restricciones para acceder a ésta, fue cuando consolidaron un movimiento para recuperarla, en el cual no solamente era importante arrebatarse a la empresa el líquido, sino para que esta acción tuviera validez y fuera sin enfrentamientos violentos, forzosamente se tuvo que conseguir primero la reestructuración y después la revocación de la concesión porfirista.

Respecto a la relación del municipio con el agua del río, ha sido ésta históricamente construida y constituida indirectamente en función de las acciones que los pobladores de Tlalmanalco y la papelera han realizado para tener acceso y control de ella, y sucede en tres etapas:

- a. Antes del movimiento por la recuperación del agua en Tlalmanalco, las autoridades políticas locales no ejercían ningún tipo de presión sobre el control del agua, todo lo referente al tema lo manejaba la papelera. En este periodo el poder de las autoridades locales es prácticamente nulo.
- b. Durante algunos momentos de la lucha de la población por el agua, el ayuntamiento tlalmanalquense buscaba el control unilateral, por lo cual no apoyó a ninguno de los grupos que se enfrentaron, pero tampoco estaba lo suficientemente involucrado con la captación y distribución del agua como para que se cumplieran sus expectativas de control.
- c. Una vez alcanzada la meta de la población de anularle la concesión de uso del agua del río a la papelera y tener acceso a ella, el control es tomado por los comités del agua, quienes después de dejar muy claro que no iban a pagar por el recurso y evitar enfrentamientos, le conceden la administración del agua al municipio.

En realidad el municipio ha sido desplazado de ser el propietario o encargado del recurso como bien público, pero se le ha permitido que sea el administrador, con lo cual no obtiene beneficios propiamente económicos, pero en cambio, sí los tiene a nivel político como un elemento complementario a su autoridad y como herramienta proselitista.

La relación entre la población urbana y el agua del río está construida socialmente, ya que no buscan interactuar con él en sí mismo, es más bien la utilidad del agua limpia que llega a sus casas, por un lado y, por el otro, emplearlo como drenaje para el agua sucia que desechan los habitantes de Tlalmanalco. De ninguna forma, esta interacción tiene que ver con el arraigo o el paisaje, sino más bien con las necesidades creadas socialmente que se tienen que satisfacer, tal como el agua entubada, por medio de la cual se apropian indirectamente del río y la necesidad de un sitio a donde enviar los desechos líquidos que se generan en el hogar, con los que se satura el cauce suyo, razón por la cual los pobladores rechazan la fracción de éste que lleva tanta basura y que "apesta", sin proponer ninguna solución para su recuperación y, por el contrario, deseando que fuera entubado para librarse del problema. Este mal uso del agua por parte de los pobladores de Tlalmanalco que habitan la porción más urbanizada del municipio, refleja que el proceso de urbanización regional es un proceso no sustentable, ya que tiende a dañar el recurso agua sin que exista el interés ni por su recuperación, ni por su conservación, solamente interesa que se cubran las necesidades actuales de los habitantes sin considerar que las generaciones futuras también necesitarán del vital líquido y de un paisaje grato a los sentidos.

III. La ingeniería y sociedad como eventos secuenciales

Dentro del campo de las relaciones sociales y medioambientales, en las que los seres humanos nos desenvolvemos, la ingeniería y la tecnología no son consecuencia de lo social, sino una secuencia de eventos respecto a ello, con efectos en la sociedad. Es así que los procesos sociales requieren de la tecnología (supuesta como ingeniería aplicada), para poder ser y para poder predeterminar la aparición de nuevas aplicaciones de la ingeniería que satisfagan, directa o indirectamente a través de los bienes materiales, las necesidades político-económicas-culturales de los habitantes de las comunidades.

No es sociedad o tecnología, la una o la otra, porque eso implica eventos excluyentes; es más bien sociedad y tecnología, sociedad intersección tecnología, lo cual significa que son eventos que tienen puntos en común que les dan continuidad.

En el diagrama de la figura 7 se esquematiza la dinámica sociedad-ingeniería como eventos secuenciales.

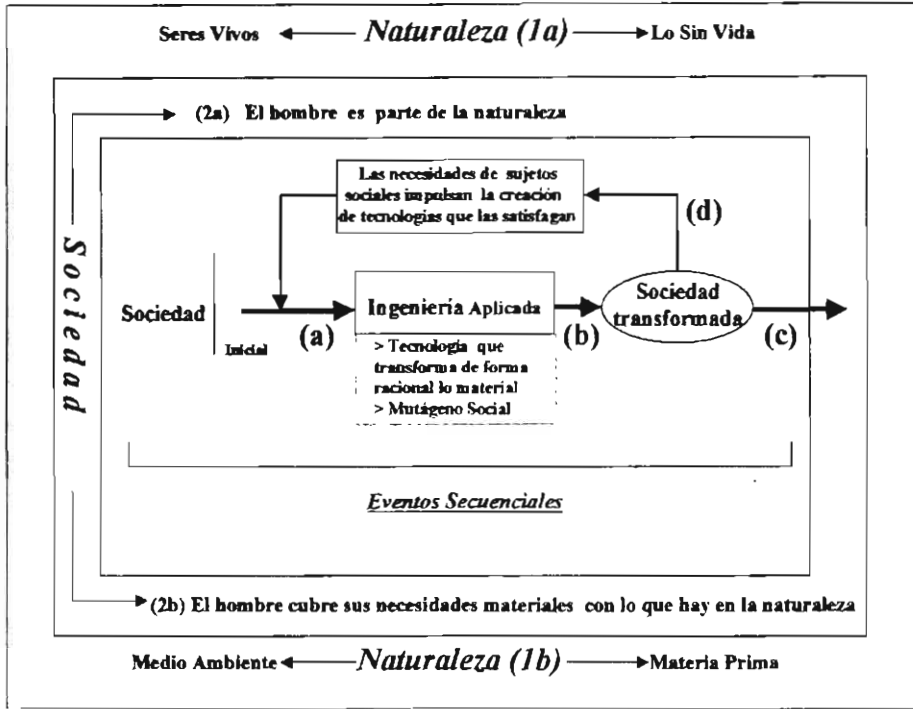


Figura 7. Diagrama Ingeniería y Sociedad

Antes que nada se ubica a la Naturaleza, integrada por seres vivos y materia sin vida (1a) en un primer plano, como el gran conjunto al que pertenecen los grupos organizados e identificados con una idiosincrasia. creados por los seres humanos, en donde el vínculo entre estos y aquella es precisamente el Homo sapiens, ya que por su categoría de ser vivo, como los animales y plantas con los que cohabita, lo hace ser parte de la Naturaleza

y no dominador de ella, a pesar de su razón y de los esfuerzos con los que haya pretendido conseguirlo.

En un segundo plano de la Naturaleza, se encuentran los elementos que las sociedades formadas por los seres humanos, requieren para asegurar su existencia, antes que las normas generadas por cada sociedad en particular (1b). El medio ambiente es uno de esos elementos, el cual representa los factores físicos y los recursos que necesitan los grupos sociales para poder sobrevivir en un lugar determinado, tales como el agua, los bosques, el clima, las precipitaciones, la vegetación y el tipo de suelo que se relacionan directamente con el ecosistema¹²⁸ de una región, aunque dentro de un ecosistema en particular puede haber otro que se diferencie de las características generales; por ejemplo, los asentamientos humanos en los que se explotan irracionalmente los recursos naturales en vez de planificar su uso, tal como el pueblo de San Rafael, cuyo creador, la papelería del mismo nombre explotaba los recursos del ecosistema bosque de forma más o menos planificada. Por esto, es que la tecnología debe avanzar con miras a que la apropiación de la Naturaleza sea más justa y equitativa para cada región, país, para el mundo entero.

De la naturaleza los seres humanos también extraen o se apropian de los materiales que requieren para satisfacer sus necesidades de casa, vestido, alimento, medicación y accesorios para el desarrollo de sus actividades productivas (2b), las cuales tienen un valor en el momento de intercambiarse entre miembros del mismo grupo o con otros.

La transformación de las diversas materias primas, requiere una justificación social para que sean útiles a las necesidades de los hombres, esta metamorfosis de la materia se hace por medio de la tecnología o ingeniería aplicada, lo cual le da un valor agregado al recurso del que se parte, que comprende el trabajo de las personas que intervienen en su elaboración, el gasto de energía y otros materiales empleados. Por esto la tecnología inicialmente es un proceso que debe estar ligado a las necesidades de la sociedad antes que a las de el capital.

¹²⁸ Un **ecosistema** es cualquier unidad que incluya a todos los organismos que se encuentran en un área determinada, los cuales interactúan entre sí y con el medio físico a través del intercambio de materia y energía

Para explicar la interacción de la ingeniería y la sociedad se considera, en el diagrama de la figura 7, un punto en la historia de una sociedad como una sociedad inicial (a), en el cual surge una necesidad específica en la que tenga que intervenir algún tipo de tecnología para satisfacerla ¹²⁹, como por ejemplo, el análisis y tratamiento de las aguas contaminadas del río Tlalmanalco para reutilizarla, solicitado por integrantes del programa de desarrollo UAM-comunidad y del Programa de Manejo de Recursos Naturales de la Sierra Nevada o la construcción de la red hidráulica para conducir agua a la papelera San Rafael y a la población de Tlalmanalco.

En el momento en el que la ingeniería aplicada interviene para satisfacer la necesidad específica, genera una mutación en la sociedad inicial, la transforma, la cambia, entonces se convierte en un mutágeno en lo social, es decir el agente que es responsable de la mutación (b). Al respecto de la sociedad transformada, una porción de ésta se adapta a los cambios y continúa su devenir histórico (c), pero otra parte, como consecuencia de la transformación sumada a las dinámicas propias de ésta y a los diversos requerimientos de los distintos sujetos sociales, produce nuevas necesidades, para las cuales es menester aplicar nuevamente algún tipo de tecnología (d). Esto es, entonces, un ciclo y una secuencia en la que se sigue la siguiente fórmula: {...sociedad inicial necesita tecnología → tecnología transforma sociedad y genera nuevas necesidades → una parte de la sociedad transformada se vuelve una sociedad inicial → sociedad inicial necesita tecnología...}.

En los ejemplos antedichos, los resultados del análisis del agua determinan el nivel de tratamiento necesario para reutilizar el agua del río en beneficio de los campesinos, sin embargo, el hacerlo significa asegurar la cosecha anual y que socialmente tuvieran que organizarse los campesinos interesados, también representa algunos cambios en su rutina de labranza de la tierra, además de la construcción de un sistema hidráulico para la distribución del agua de riego y la construcción y mantenimiento de la planta de tratamiento de aguas adecuada para lo cual se requiere nuevamente de la tecnología. En el caso de la papelera, la instalación de la red hidráulica para captar el agua de la región significó que la empresa acaparara el recurso y que la población se rebelara en su contra,

¹²⁹ Cabe aclarar que no todo lo que necesitan los hombres y las mujeres para su desarrollo intelectual y colectivo lo puede solucionar la tecnología, como por ejemplo, la valorización de las cosas y los sentimientos, la organización y planeación de un grupo social, las necesidades espirituales, la convivencia, la confianza en uno mismo entre otras cosas. En todo caso la tecnología podría ser un medio para generar objetos que ayuden a encontrar una respuesta en esos casos

recuperando así el agua para la comunidad y nuevamente necesitando la tecnología para construir la red hidráulica que llevara el agua hasta sus casas.

Los ejemplos abordados muestran dos facetas en el empleo de la tecnología, por un lado, en el caso del análisis del agua del río y la determinación de algún tratamiento de agua, la ingeniería tiene una orientación social, cuyo origen es la solicitud de un grupo, integrado por habitantes de Tlalmanalco, interesado en impulsar el desarrollo de la región y de los campesinos, en donde se incluye la remediación de un recurso dañado por las actividades de la sociedad y la conservación del mismo, lo cual no significa que no existan beneficios económicos, más bien éstos se orientan a ser generados por la colectividad para beneficio de la misma y para la activación económica de la zona, más que de un solo poseedor de los medios de producción, como es el caso del ejemplo de la papelera, donde la construcción de la red para captar el agua y el agua en sí misma, fueron para asegurar un insumo vital de su proceso industrial, cuyo producto terminado, el papel, se transforma en ganancias al venderlo, sin importar que a los habitantes de la región les llegara o no o si se contaminaba o no el río al verter ahí sus desechos a la salida de la fábrica. En este caso, la dinámica social por la que se emplea la tecnología, correspondió a la lógica del capital y no a una visión de desarrollo sustentable del municipio de Tlalmanalco.

IV. Algunas notas respecto al trabajo multidisciplinario Social-Técnico para el Desarrollo Rural

Para la aplicación de un proyecto de Desarrollo rural en el que se requiera de algún tipo de tecnología, es menester que el proyectista conozca las circunstancias históricas, sociales y económicas relacionadas con la emergencia de las necesidades que los sujetos sociales buscan satisfacer, pero también necesitará comprender, a niveles básicos, los términos de la tecnología que se debe de aplicar, esto con el fin de sensibilizar al ingeniero, constructor o técnico respecto a la finalidad e impacto de la aplicación de los conocimientos de la especialidad requerida.

Además, el manejo del lenguaje técnico por parte de los profesionales de las disciplinas sociales implica que las decisiones entre especialistas de diferentes ramas del conocimiento tanto técnico como humanista y social puedan llegar rápidamente a concluir

el planteamiento de algún proyecto y la aplicación del mismo, en beneficio del mayor número de personas y/o grupos sociales.

El proyectista social o religioso a favor del Desarrollo Social, tiene que desempeñar un doble trabajo. Primero con el sujeto social con el que colabora y, segundo, con los técnicos e ingenieros convocados, para motivarlos a involucrarse con el entorno social en el que va a aplicar sus conocimientos, a fin de que los diseños, equipos y construcciones que van a desarrollar sean adecuados a las necesidades reales y beneficios proyectados para la comunidad participativa.

Sin embargo, también se debe de considerar que por sobre la solidaridad y sensibilidad que se obtenga de los técnicos, ellos deben recibir una remuneración justa a sus actividades profesionales, por ejemplo, cuando se consigue un financiamiento para un proyecto de tendido de una red de agua a las casas de cierta comunidad, en la planeación del proyecto debe de considerarse al ingeniero encargado del diseño de la red y de la supervisión de la construcción de la misma, como el director técnico, con la misma remuneración y nivel que el asesor de la comunidad vinculado directamente con ella en lo que respecta a lo social, ya que la aplicación de los conocimientos de uno y de otro requieren esfuerzo, destreza y experiencia, factores que les dan valor económico.

En relación a la sensibilización social de los ingenieros, una vez que ha sido asimilada por ellos, deben procurar integrar a los procesos de toma de decisiones de los proyectos técnicos, los aspectos sociales como requisito para que, en el caso del Desarrollo Rural, se cumplan las expectativas planteadas por los sujetos sociales.

Se trata, pues, de que el "Desarrollista Rural" sea el administrador del programa o proyecto a realizar, y que sepa detectar que especialistas técnicos requiere, convocarlos, sensibilizarlos para que ellos apliquen la ingeniería y calculen los costos de dicha actividad, para alcanzar las metas del proyecto. Y se trata también de que el técnico o ingeniero, una vez sensibilizados socialmente, continúen con su especialidad de manera más consciente respecto a los impactos que ella tiene en la sociedad para que se acerquen, cada vez más, a los proyectos de Desarrollo Rural.

V. Sitio y condiciones para reutilizar el agua del río Tlalmanalco en riego agrícola

Dada la visión de autoridades y trabajo comunitario, así como el interés en la comercialización de los productos cosechados y arraigo en la localidad; las tierras de cultivo con mayores posibilidades de ser regadas con agua del río Tlalmanalco, de manera organizada y responsable, son las que pertenecen al ejido de San Lorenzo, considerando las siguientes circunstancias que sus pobladores deben asumir:

- a. Construcción, operación y mantenimiento de una planta de tratamiento secundario de aguas, que puede ser una laguna de oxidación o un 'tratamiento de aguas negras con plantas acuáticas', para disminuir la concentración de bacterias patógenas
- b. En el caso de no tener una planta de tratamiento secundario, la aplicación del agua del río para riego se deberá hacer con equipo de seguridad: guantes, tapabocas y botas de hule, evitando el contacto directo con el agua
- c. Si se detectaran daños a la salud de los pobladores del ejido por cadmio, se debe de considerar la construcción, operación y mantenimiento de un filtro de carbón activado para disminuir la concentración del metal
- d. Para el riego se debe de hacer estrictamente un lavado de suelo y sembrar vegetales tolerantes o que tienden a ser tolerantes a la salinidad del agua
- e. En caso de la construcción de una planta de tratamiento, se debe de ofrecer una compensación al dueño del terreno en donde se realizara la obra

Respecto a la sustentabilidad se deben de reforzar y/o realizar campañas permanentes para el cuidado del agua del río, a través de trípticos, spots en radio, cursos, talleres, carteles en las calles y ser conscientes de que dicha actividad y, si es necesario, la instalación de un sistema de tratamiento de aguas, es buena para que les quede agua limpia y útil a nuestros descendientes.

Recordemos que no hay mejor planta de tratamiento de agua, que el cuidado que las personas hagamos del agua del río Tlalmanalco.

Referencias

"Un campesino prevé todo, desde las semillas hasta las veladoras para bendecirla, es una economía autosustentada por su tradición y sus costumbres. El hombre es íntegro, debe de ser cíclico y entonces es autosustentable; si se habla de abejas se habla de flores y, si se habla de semillas, se habla de que vienen cuando florecen las flores. Se trata de que cuando hay dos hongos en el bosque hay que aprender a tomar uno y dejar uno."

*Tomás Villanueva (Tepetlilpa)
Compilador: Gerardo García G.*

Referencias

- **Plan de Desarrollo Municipal Tlalmanalco 1997-2000.** H. Ayuntamiento de Tlalmanalco y Universidad Autónoma Metropolitana, Sección 1. p. 5.
- Cañas Pérez, Regla y del Puerto Quintana, Conrado. **El agua como factor de riesgo biológico para la salud**, en "Riesgos biológicos ambientales" editado por el Instituto Nacional de Higiene, Epidemiología y Microbiología de Cuba, 1996. p. 37
- UNICEF, PNUMA, **Estado del Medio Ambiente**, 1990
- Miguel, Pedro: **El agua y los gorilas**, diario La Jornada, p 44 (México, D.F.: 9 de mayo del 2000)
- Stevens, William K.. **Sed en el Mundo**, extraído del New York Times, citado en Punto, pags. 14-15 (México: 4 de enero de 1999)
- **Sistema Mundial de Vigilancia del Medio Ambiente (GEMS)**, PNUMA, 1990
- **La crisis del agua en México**, La Jornada Ecológica (México, D.F.: 28 de junio de 1995)
- Cirelli, Claudia. **Abasto de agua a las ciudades: la perspectiva de las zonas abastecedoras** en "Apropiación y usos del agua, nuevas líneas de investigación". Compiladores: Melville, Roberto y Peña, Francisco, Universidad Autónoma de Chapingo, 1996, p. 67
- **"Urge una nueva cultura del agua: Zedillo"**. Diario La Jornada, sección de política. p 11 (México, D.F.: 18 de marzo, 2000).
- Estoiler, María V. y Díaz, Carlos. **Deterioro en calidad y cantidad**, La Jornada Ecológica, suplemento mensual del diario La Jornada, No. 71 (México, D.F.: 28 de septiembre, 1996)
- Sandoval M., Ricardo, Serra M., Montserrat. **El sistema estatal de planeación hidráulica**. AquaForum, p.10, No. 13, año 3 (septiembre-octubre 1998)
- Vargas Velázquez, S. y Sánchez I., Marco. **Las grandes tendencias históricas de la agricultura de riego** en "Apropiación y usos del agua, nuevas líneas de investigación". Compiladores: Melville, Roberto y Peña, Francisco, Universidad Autónoma de Chapingo, 1996, p. 41
- **Ley de Aguas Nacionales**. Ediciones Delma, 2ª edición, septiembre de 1998
- Moreno, José Luis, **El agua en Sonora: escasa, mal utilizada y contaminada**. La Jornada Ecológica (México, D.F.: 28 de junio de 1995)

- Román Calleros, J. A. y Bernal Rodríguez, F. A. **Diagnóstico general de los recursos acuiferos en Baja California**. La Jornada Ecológica, (México, D.F.: 28 de junio de 1995)
- Cifuentes, Enrique, Blumenthal, Úrsula y Ruíz-Palacios, Guillermo. **Efectos del riego agrícola con aguas residuales en la salud de los mexicanos**, la Jornada Ecológica (México, D.F.: 28 de junio de 1995)
- **"Participa la UAM en la recuperación ecológica, urbana y cultural de Tlalmanalco"**. Semanario de la UAM. Órgano Informativo de la Universidad Autónoma Metropolitana. Vol. III, No. 16 (México, D.F.: 4 de noviembre, 1996).
- Alavez Ruiz, Guillermo Héctor, Fernández Eslava Fabiola, *et.al.* **Diagnostico comunitario de Tlalmanalco, Estado de México**, trabajo presentado para el Seminario de Investigación de Sociología Urbana, Asesor: Mtro. Pedro Moctezuma Barragán, UAM-Iztapalapa, noviembre 1996
- Méndez Lavielle, Guadalupe. **Consejo Social Iztaccíhuatl**, Colección: Cuadernos de Trabajo de la Sierra Nevada. Edición Casa UAM-Comunidad con el apoyo del Fondo Mexicano para la Conservación de la Naturaleza, pp 14
- Soria Benitez, Silvia y Jaime Flores, Jorge. **Diagnostico de las condiciones sociales en la microrregión de los volcanes**, 1996. Capítulo III pp 4 a 6
- **"Trabajo Interdisciplinario de la UAM apoya el crecimiento integral de Tlalmanalco"**. Semanario de la UAM. Órgano Informativo de la Universidad Autónoma Metropolitana. Vol. III, No. 30 (México, D.F.: 24 de febrero de 1997), pp 1 a 3.
- **Tezcaltepetl**, Boletín Informativo de la Región de los Volcanes, Vol. 4, No. 1, junio 1998, p. 8
- Saldaña, Adriana. **La Comisión de Bosques. Relato del proceso de un grupo**, Colección: Cuadernos de Trabajo de la Sierra Nevada. Edición Casa UAM-Comunidad y Fondo Mexicano para la Conservación de la Naturaleza
- **Sembremos Futuro en Nuestra Región**. Folleto de información general del Programa de Manejo de Recursos Naturales de la Sierra Nevada 1999-2001
- Anaya P., Marco A., Trujano F., Ma. Gloria. **La industria en Chalco-Amecameca**, Memorias del Primer Encuentro Regional Investigación y Servicios en el Valle de México, Universidad Autónoma de Chapingo
- Suárez Cortez, Blanca E. y Birichaga Gardida, Diana. **Dos estudios sobre usos del agua en México (siglos XIX y XX)**, IMTA-CIESAS, 1997, pp 30
- **Globalización... ¿Cuál?** David Márquez Ayala, La Jornada, sección de economía, p. 20, (México, DF, 1º de mayo del 2000)

- Renard, María Cristina. **Globalización y mercados de calidad: una vía para los pequeños productores.** Cuadernos agrarios, nueva época, No. 17-18, México 1999
- **¿Quién utiliza papel?**, Betzabé Loaiza Jiménez, Revista Industria, Organó oficial de la industria nacional, CONCAMIN, Vol. 12, No. 121, p. 12 (México, DF, mayo 1999)
- Comisión Federal de Competencia, **INFORME ANUAL DE COMPETENCIA ECONÓMICA 1995-96**
- **Las industrias de la celulosa y del papel en cifras.** Revista Industria, Organó oficial de la industria nacional, CONCAMIN, Vol. 12, No. 122, p 10 (México, DF, junio 1999)
- **Agua, luz, universidad pública: el gran asalto.** Guillermo Almeyra, La Jornada, p. 16 (México, DF, 16 de abril del 2000)
- Zermeño, Sergio. **México, una democracia utópica. El Movimiento Estudiantil del 68,** Siglo XXI editores, 4ª edición, México 1984. pags. 212 a 223
- Chapela y Mendoza, Gonzalo. **Panorama del Sector Forestal en México.** Gaceta Ecológica, número 38, primavera de 1996, p 36
- **Disminuyó 60% el caudal de agua en 7 colonias de Tlalmanalco.** María de los Angeles Velasco, La Jornada, 4 de abril del 2000, p. 47
- Folleto informativo "**Parque Ecológico Bosque Escuela**". UAM, Gobierno del Estado de México y Consejo Social Iztaccihuatl
- López M., Sergio, *et.al.* **La Contaminación y sus efectos en la salud y el ambiente,** Centro de Ecología y Desarrollo, 1995
- Provencio, Enrique y Carabias, Julia. **El enfoque de desarrollo sustentable,** en "Desarrollo Sustentable. Hacia una política ambiental", coordinadores Antonio Azuela, Enrique Provencio, Julia Carabias y Gabriel Quadry, Universidad Nacional Autónoma de México, 1ª edición 1993, pags. 3-13
- Walter G. Vincety citado por José Luis Fernández Zayas en el artículo: **Lo que saben los ingenieros y cómo lo saben.** Lunes en la Ciencia, suplemento semanal del diario La Jornada, No. 134 (México, DF. 24 de julio, 2000)
- López-Munguía C., Agustín. **La Biotecnología,** Colección Tercer Milenio, CONACULTA, México 2000, p. 7
- **Manual Técnico del Agua.** Degremont Co., 4ª edición española, 1979. p. 96-97
- Sorchini Patiño, Hugo *et.al.* **Manual de operación de la planta San Juan de Aragón,** p. 10
- Alvarez, Pedro J. **Biorremediación de acuíferos,** Departamento de Ingeniería Civil y Ambiental, Universidad de Iowa

- Seoanez Calvo, Mariano. **Aprovechamiento y tratamientos agrarios de las aguas residuales urbanas**, Instituto Nacional de Investigaciones Agrarias, Madrid, España 1978. p. 96
- Metcalf & Eddy inc. **Ingeniería de las aguas residuales**, tomo I y II, traducción de la tercera edición en inglés, México 1996
- Asano, Takahi y Pettygrove, G. Stuart. **Manual práctico de riego con agua municipal regenerada**, primera edición en español, traductor Rafael Mujeriego, Junta de Sanejament de la Generalitat de Catalunya y Universitat Politècnica de Catalunya, 1990. pags. 37-38
- Ortiz Olguín, Miguel. **La calidad de las aguas de riego**, Universidad Autónoma de Chapingo, 1ª edición, México 1997. pags. 12-13 y 20-21.
- **Geohidrología**. Universidad Autónoma de Chapingo, Departamento de Irigación, México 1987 p. 162-163
- B.E. van den Bosch, J.Hoevenaars, C. Brouwer y N. Hatcho. **Canales**, serie Manejo de Agua de riego, manual de campo No. 7, FAO 1994. pags. 9 a 17
- ATSDR. **Evaluación de Riesgos en Salud por la Exposición a Residuos Peligrosos**, U.S Department of Health and Human Services, traducción a cargo de Centro Panamericano de Ecología y Salud de la Organización Panamericana de la Salud, Metepec, Estado de México, México, 1995
- Pineda Norman, Amanda, *et.al.* **Folleto El Agua ¡Cuidala!** Universidad Autónoma de Chapingo, 1999
- **The worth of the water. Technical briefson health water and sanation**. Intermediate Technology Publication, England, 1991.
- de Kleiman, Elena K. & Kleiman, Ariel. **Conjuntos. Aplicaciones matemáticas a la administración**, LIMUSA, 10ª reimpresión de la 1ª edición, México 1980
- Mendelson, Elliott. **Theory and problems of Boolean Algebra**, ed. McGraw Hill, Schaum's outline series, EE.UU. 1970.
- **Programa Metropolitano de Recursos Naturales**. Departamento del Distrito Federal, Gobierno del Estado de México, SEMARNAP, México, 1997.
- Varela Cuevas, Mónica y Lara Millán, Gloria. **Taller de Educación Ambiental: un espacio de desarrollo psicosocial para niñas y niños**, tesis de licenciatura de Psicología Social, UAM Iztapalapa, México, 1997.
- **Por el camino de Tolloacan**. Gobierno del Estado de México, México, 1979.
- "UAM, Comunidad y autoridades de Tlalmanalco iniciaron un proceso de Desarrollo Municipal". **Semanario de la UAM**. Órgano Informativo de la Universidad Autónoma Metropolitana. Vol. III, No. 30 (México, D.F.: 24 de febrero, 1997).

- **Manual de conservación de suelos y agua.** Editorial Fray Bartolomé de las Casas A.C., Chiapas, México, 1993.
- Arreguin Cortes, Felipe y Buenfil Rodríguez, Mario. **67 recomendaciones para cuidar el agua,** IMTA, México, 1992.
- Wegelin, Martin. **Surface water treatment by roughing filters,** Swiss Centre for Development Corporation in Technology and Management (SKAT), Switzerland, 1996.
- Metcalf & Eddy. **Wastewater Engineering (treatment, disposal, reuse),** McGraw Hill International Editions, third edition, Singapore, 1991.
- Grijpa, Pier Jr. **Producción Forestal,** serie Manuales para educación agropecuaria, SEP-Trillas, 2ª edición, México, 1990.
- INEGI. **Censos de Población 1980 y 1990.**
- INEGI. **Censos Agrícolas 1980 y 1990.**
- Gobierno del Estado de México. **Anuario Estadístico del Estado de México 2000**
- SAGAR. **El sector agropecuario en cifras 1990/1999.**

ANEXOS

*"No se desconfía de la gente, sino del tiempo
(de la época en que vivimos)."*

*Don Galdino Peña Valverde
Campesino del ejido de Tlalmanalco
Compilador: Gerardo García G.*

ANEXO I

Información censos de población del Estado de México y Municipio de Tlalmanalco

ANEXO I

Información de censos de población del Estado de México y Municipio de Tlalmanalco

Tabla I.1. Información de los censos de población (1980 y 1990)

	Estado de México		Tlalmanalco	
	1980	1990	1980	1990
Población Total	7564335	9815795	34071	32984
Hombres	3755869	4834549	16923	16287
Mujeres	3808466	4981246	17148	166697
Población alfabetas (> 15 años)	3609080	5478799	17276	20436
Población analfabetas (> 15 años)	569298	543528	1727	1064
PEA	2410236	2948159		24070
Población ocupada (total)		2860976		9100
Agricult., ganadería, pesca, silvicultura	367888	248140		893
Minería	2905	3802		3
Extracc. de petróleo y gas	4700	10440		9
Ind. Manufacturera	502365	811269		3591
Electricidad y agua	8718	24087		40
Construcción	138731	204210		474
Viviendas habitadas		1833098	5294	6508
Ocupantes viviendas		9815795		32984
Con energía eléctrica		1760052	4867	6353
Con drenaje		1387934	2982	5256

Tabla I.2. Información de los censos de población (1995 y 2000)

	Estado de México		Tlalmanalco	
	1995	2000	1995	2000
Población Total	11707964	13083359	38396	42450
Hombres	5778054	6377610	18926	20865
Mujeres	5931910	6705749	19470	21785
Minera		4550 (al 31-12-1999)		15 (al 31-12-1999)
Ind. Manufacturera		37476 (1998 zonas urbanas)		
Electricidad y agua		9405 (al 31-12-1999)		
Construcción		11177 (datos de 1998)		

Fuentes: Anuario Estadístico del Estado de México 2000. Los datos de 1995 son los reportados hasta el 5 de noviembre de 1995 y los del 2000, son los reportados al 14 de febrero del 2000

ANEXO II

**Información censos agrícolas de
México, Estado de México y
Municipio de Tlalmanalco.**

ANEXO II.

Información de censos agrícolas de México, Estado de México y Municipio de Tlalmanalco.

Tabla II.1. Producción Agrícola de la República Mexicana (1980 y 1990)

Cultivo	Superficie Sembrada (Ha)				Superficie Cosechada (Ha)				Producción (ton)			
	Ciclo P-V		Ciclo O-I		Ciclo P-V		Ciclo O-I		Ciclo P-V		Ciclo O-I	
	1980	1990	1980	1990	1980	1990	1980	1990	1980	1990	1980	1990
Arroz	110471	80520	26945	22737	102784	74773	25345	21834		237968		56663
Avena forrajera	101781	308214	50241	71304	84515	285208	47519	64831		802481		675208
Cebada	157915	240877	48714	80011	127836	205530	41879	50789		247706		146801
Frijol	1867023	2384	436248	433888	1718754	1060319	328857	378517		813119		388437
Maíz	7337484	7388530	1128109	1233328	8429692	8572580	945028	132903		8308514		
Sorgo	1086330		281941		822443		273963					
Trigo	108661	202585	568368	780948	104739	182563	520756	778284		283775		3181850

Tabla II.2. Producción Agrícola de la República Mexicana (1995 y 1999)

Cultivo	Superficie Sembrada (miles de Ha)		Superficie Cosechada (miles de Ha)		Producción (miles de ton)	
	Total		Total		Total	
	1995	1999	1995	1999	1995	1999
Arroz	90.2	87.6	78.4	82.6	367.0	394.7
Avena forrajera					2227.98	3164.65
Cebada	255.6	286.4	248.4	213.6	486.8	466.1
Frijol	2353.8	2383.7	2040.4	1694.7	1270.9	1080.6
Maíz	1079.6	8482.1	8020.4	7150.8	18352.9	18314.3
Sorgo	1584.4	2142.1	1372.3	1913.4	4169.9	6043.3
Trigo	868.6	689.1	829.3	638.1	3468.2	3048.8

Fuentes. "El sector agropecuario en cifras 1990/1999" SAGAR. Noviembre del 2000 (datos de 1995 y 1999)

Tabla II.3. Producción Agrícola del Estado de México (1980 y 1990)

Cultivo	Superficie Sembrada (Ha)				Superficie Cosechada (Ha)				Producción (ton)			
	Ciclo P-V		Ciclo O-I		Ciclo P-V		Ciclo O-I		Ciclo P-V		Ciclo O-I	
	1980	1990	1980	1990	1980	1990	1980	1990	1980	1990	1980	1990
Arroz	61	167		114	55	161		110		459		292
Avena forrajera	2197	22281	1007	2719	2168	20630	964	2573		95143		30261
Cebada	4474	20114	109	431	3932	18148	109	366		15895		454
Frijol	14444	38484	1133	1327	12941	29487	800	1135		10592		731
Maíz	520958	416227	12068	6195	492789	390929	10321	5834		512978		8506
Sorgo		388		27		369		24		1080		44
Trigo	1080	16428	206	361	1036	14681	71	346		23758		578

Tabla II.4. Producción Agrícola del Estado de México (1995 y 1999)

Cultivo	Producción (ton)	
	Total	
	1995	1999
Arroz	1870	3744
Avena forrajera	658485	715626
Cebada	42789	37794
Frijol	14115	9056
Maíz	2146471	2193506
Sorgo	537	1350
Trigo	79362	84857

Fuentes: "El sector agropecuario en cifras 1990/1999". SAGAR. Noviembre del 2000.

Tabla II.5. Producción Agrícola de Tlamanalco (1990)

Cultivo (1990)	Rango de producción (ton)
Arroz	
Avena forrajera	Entre 0 y 6669
Cebada	Entre 0 y 961
Frijol	Entre 0 y 195
Maíz	2039.5
Sorgo	
Trigo	420

Tabla II.6. Régimen de tenencia y aptitud del suelo (1980 y 1990)

	Republica Mexicana		Estado de México	
	1980	1990	1980	1990
Superficie según régimen de tenencia (Ha)				
Superficie total	69288801	108346084	853122	992532
Prop. Privada	53764767	70493493	488067	446508
Ejidal o comunal	13865484	30470743	361972	529162
Prop. Pública	336693	1315197	2963	16862
Colonia	1321818	2166650	111	
Superficie según aptitud del suelo (Ha)				
Superficie total	91988667		930917	
De labor total	23174931	31104451	661881	732731
De riego	3919203	3824366	104641	78300
De temporal	19255734	23170409	557239	519578

En Tlalmanalco, prácticamente toda la superficie agrícola, en cuanto a su régimen de tenencia, es ejidal y respecto a la aptitud del suelo, el 99.7% es de temporal.

ANEXO III

Cálculos para el diseño de un sistema de estanques de estabilización de aguas residuales

ANEXO III.

Diseño de un sistema de estanques de estabilización de aguas residuales¹³⁰

Los estanques de estabilización o lagunas de oxidación, son grandes depósitos de poca profundidad, en los que las bacterias ayudan a purificar las aguas negras crudas. Un sistema de estanques de estabilización, consta de varios tipos de depósitos con diferentes funciones, tal y como se muestra en la figura III.1:

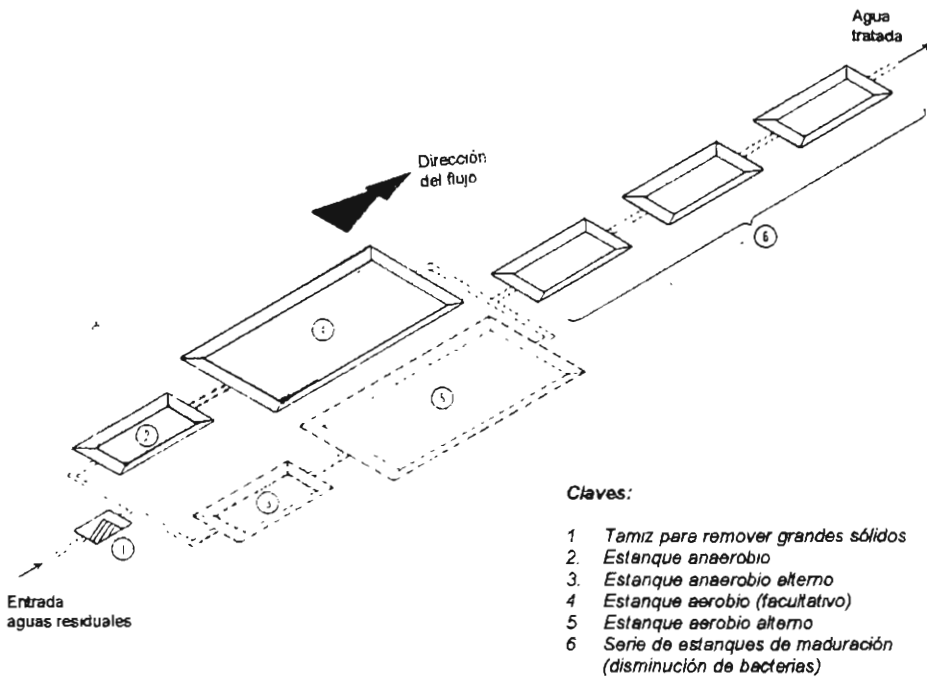


Figura III.1. Sistema de estanques de estabilización

Para que cada uno de los depósitos pueda ser empleado durante los trabajos de mantenimiento o para remover los lodos generados, debe haber, al menos, un depósito extra para cada uno de los diferentes estanques.

¹³⁰ Artículo extraído de *The worth of the water. Technical brief on health water and sanitation*. Intermediate Technology Publication, England, 1991, pags 40-44

Este tipo de sistemas son adecuados para tratar aguas negras (caseras y con excrementos) de comunidades más o menos grandes. Sus posibles aplicaciones son el tratamiento de aguas recolectadas por la red de alcantarillado; por pequeños sistemas de alcantarillado o provenientes de una comunidad.

Los estanques de estabilización ocupan grandes superficies de terreno y se recomienda que su instalación se haga en sitios en donde la tierra es fácilmente disponible.

Métodos de diseño sugeridos

1. Estanque anaerobio

Relación de carga volumétrica de DBO ($\text{gO}_2/\text{m}^3\text{d}$) ————— λ_v
 Concentración de DBO en el influente (mgO_2/L) ————— L_i
 Caudal de flujo del influente (m^3/d) ————— Q
 Volumen del depósito (m^3) ————— V
 Temperatura media del mes más frío ($^\circ\text{C}$) ————— T

$$\lambda_v = (L_i Q) / V$$

El valor apropiado de λ_v se obtiene de la tabla siguiente.

T ($^\circ\text{C}$)	λ_v ($\text{gO}_2/\text{m}^3\text{d}$)
< 10	100
20 > T > 10	(20T - 100)
> 20	300

Tabla III.1. Valores de λ_v en función de la temperatura

Una vez que se tiene el valor de λ_v , se calcula el valor de V

$$V = (L_i Q) / \lambda_v$$

2. Estanque facultativo (aerobio - anaerobio)

Carga superficial de DBO ($\text{kgO}_2 / \text{ha d}$) _____ λ_s
 Área del depósito (hectárea = ha) _____ A_f
 Concentración de DBO del influente ($\text{mg O}_2 / \text{L}$) _____ L_i
 Profundidad media del depósito (m) _____ D_f
 Tiempo medio de retención (d = día) _____ t_f
 Temperatura media del mes más frío ($^\circ \text{C}$) _____ T

Calcular λ_s con:

$$\lambda_s = 350 (1.107 - 0.002 T)^{(T - 25)}$$

El siguiente paso es calcular A_f con:

$$A_f = (10 L_i Q) / \lambda_s$$

También se puede calcular el tiempo de retención, t_f :

$$t_f = (10 L_i D_f) / \lambda_s$$

3. Estanques de maduración

Número de coliformes fecales en el efluente ($\text{N}^\circ / 100 \text{ mL}$) _____ N_e
 Número de coliformes fecales en el influente ($\text{N}^\circ / 100 \text{ mL}$) _____ N_i
 Constante de 1er orden para la remoción de coliformes fecales (d^{-1}) _____ K_b
 Tiempo medio de retención en el estanque (d) _____ t
 Temperatura media del mes más frío ($^\circ \text{C}$) _____ T

$$N_e = (N_i) / [\text{Producto de } (1 + K_b t) \text{ por el número de estanques de todo tipo en serie}]$$

NOTA: Los estanques anaerobios, facultativos y de maduración, son todos considerados en el cálculo del producto de $(1 + K_b t)$.

Para calcular K_b se emplea la siguiente ecuación:

$$K_b = 2.6 \{ 1.9^{(t-20)} \}$$

En la siguiente tabla se anotan las profundidades y tiempos de retención típicos para los diferentes depósitos del sistema de estanques de estabilización

Tipo de depósito	Profundidad Típica (m)	Tiempo de retención típico
Anaerobio	2 - 5	3 - 5 días
Facultativo	1 - 2	20 - 40 días
Maduración	1 - 2	4 - 6 días para cada uno de 3 o más estanques

Tabla III.2. Profundidades y tiempos de retención típicos para los diferentes depósitos del sistema de estanques de estabilización

Descripción del proceso de purificación

En términos muy simples, el agua residual, que por lo general, se pasa a través de un tamiz metálico para remover grandes sólidos, entra a un sistema de depósitos o estanques, en donde algunos de los residuos flotan en la superficie como nata o espuma, mientras que otros se sumergen hasta el fondo, en forma de lodo, como se muestra en la figura III.2.

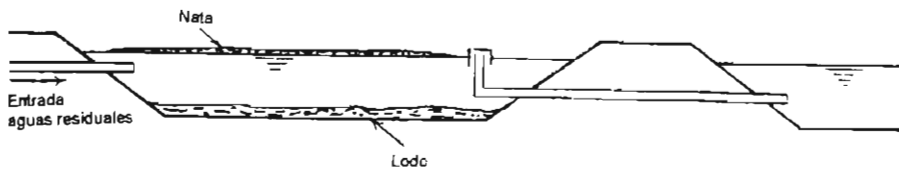


Figura III.2. Depósito con nata y lodo

Durante un periodo de tiempo, las bacterias viven en los estanques alimentándose de los desechos, tratándolos parcialmente.

La luz del sol es necesaria para fomentar el desarrollo de algas que son esenciales para el proceso de purificación en los estanques facultativos. En general, las temperaturas cálidas aceleran el tratamiento de los desechos, por eso trabajan mejor en regiones de climas calurosos y el viento es importante para garantizar un buen mezclado del contenido de los estanques.

Geometría y disposición de los depósitos

Los estanques son, por lo general de geometría rectangular, con profundidades que varían de uno a seis metros. Hay tres tipos de tanques que son usados para esta variante del proceso de tratamiento de aguas residuales por medio de bacterias:

1. Estanques anaerobios. Son empleados para pretratamientos de aguas residuales muy concentradas (no siempre es necesario)
2. Estanque facultativos. En este depósitos se lleva a cabo la degradación de la materia orgánica presente en las aguas negras
3. Estanques de maduración. Usados para la degradación de los patógenos fecales.

Un ejemplo de sistema típico se muestra en la figura III.3.

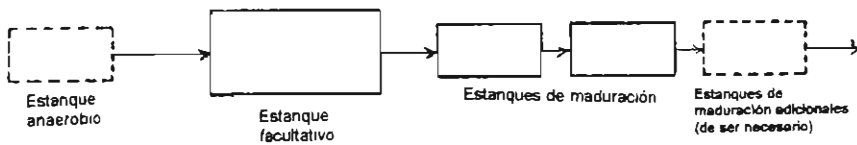


Figura III.3. Diagrama de flujo de un sistema típico de estanques de estabilización

Los tanques anaerobios representan la misma función que una fosa séptica, por lo tanto no son necesarios si el agua negra proviene de un tanque séptico desde el inicio del proceso.

Características de diseño

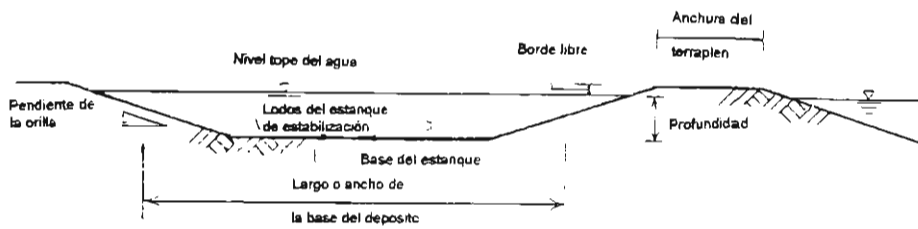


Figura III.4. Secciones de un sistema de estanques de estabilización de aguas residuales

Profundidad del líquido. Los rangos típicos de profundidades de los estanques son:

- Estanque anaerobio: 2 a 5 metros
- Estanque facultativo: 1 a 2 metros
- Estanque de maduración: 1 a 2 metros

Largo y anchura de la base del depósito. Puede asumirse que el largo y la anchura de la base de un estanque, debe de ser medido desde la mitad de la profundidad de éste.

Inclinación o pendiente de la orilla. La pendiente de la orilla debe ser de 1:3

Borde libre (distancia entre el líquido y el borde del estanque). La altura libre que debe de existir entre el nivel del agua y el borde del terraplen será de 0.5 metros.

Anchura del terraplen. Esta debe ser suficiente para que los vehículos de mantenimiento tengan acceso entre los estanques.

Base del estanque. Las bases del estanque deben ser impermeables, forradas con arcilla, plástico, caucho o concreto, para prevenir fugas y contaminación del manto freático por infiltración.

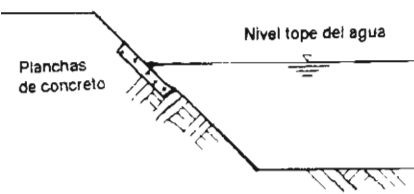


Figura III.5. Planchas de Concreto

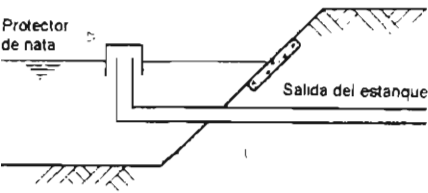


Figura III.6. Protectores de nata

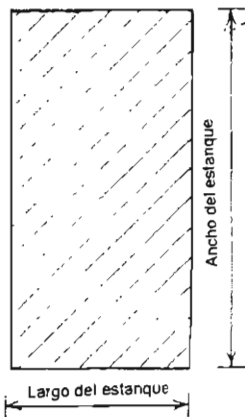
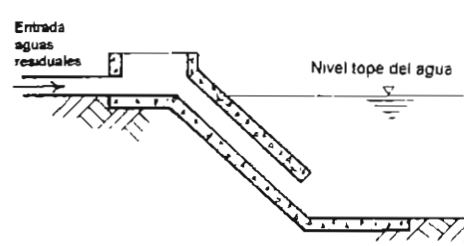


Figura III.7. Relación ancho-largo

Las planchas de concreto precalculadas deben estar en el tope del nivel del agua alrededor de cada estanque para evitar la aparición de mala hierba y para prevenir la erosión en la orilla causada por la acción de las olas

Los protectores de nata deben ser colocados alrededor de los orificios de salida de todos los estanques para evitar la materia flotante en la entrada y un posible bloqueo de conductos.

Para asegurar que el contenido del estanque sea bien mezclado por el viento la relación de ancho a largo deberá ser en el rango de 1:2 ó de 1:3.



La entrada para una serie de estanques, deberá ser construida en concreto para evitar la erosión de las orillas, y deberá ser diseñada para que el agua residual que entre esté por debajo del nivel tope del agua en el estanque.

Figura III.8. Entrada de agua al estanque

Mantenimiento

1. La nata generada en la superficie de los estanques deberá ser removida y enterrada o quemada.
2. Si son usadas mamparas o trampas de arena para colectar fácilmente los materiales sólidos separados en la entrada de los estanques la materia recolectada deberá ser quemada.
3. La grasa alrededor de los estanques deberá ser removida con regularidad.
4. De los estanques anaerobios y facultativos se necesitará sacar los lodos generados después de unos años de funcionar. Para los estanques anaeróbicos, esta operación se realizará cada tres a cinco años y para los facultativos, cada diez a quince años

Autores: Michael Smith & Susan Ball, WEDC, Loughborough

University of Technology, UK

Traducción: Gerardo García González

ANEXO IV

NOM-001-ECOL-1996

Norma Oficial Mexicana NOM-001-ECOL-1996**Que establece los límites máximos permisibles de contaminantes en las descargas de aguas residuales en aguas y bienes nacionales.**

(Publicada en el D.O.F. de fecha 6 de enero de 1997)
Aclaración: 30 de abril de 1997

JULIA CARABIAS LILLO, Secretaria de Medio Ambiente, Recursos Naturales y Pesca, con fundamento en lo dispuesto por los artículos 32 bis fracciones I, IV y V de la Ley Orgánica de la Administración Pública Federal; 85, 86 fracciones I, III y VII, 92 fracciones II y IV y 119 de la Ley de Aguas Nacionales; 5o. fracciones VIII y XV, 8o. fracciones II y VII, 36, 37, 117, 118 fracción II, 119 fracción I inciso a), 123, 171 y 173 de la Ley General del Equilibrio Ecológico y la Protección al Ambiente; 38 fracción II, 40 fracción X, 41 45, 46 fracción II, y 47 de la Ley Federal sobre Metrología y Normalización, he tenido a bien expedir la siguiente Norma Oficial Mexicana NOM-001-ECOL-1996, que establece los límites máximos permisibles de contaminantes en las descargas de aguas residuales en aguas y bienes nacionales; y

CONSIDERANDO

Que en cumplimiento a lo dispuesto en la fracción I del artículo 47 de la Ley Federal sobre Metrología y Normalización, el Proyecto de Norma Oficial Mexicana NOM-001-ECOL-1996, que establece los límites máximos permisibles de contaminantes en las descargas de aguas residuales en aguas y bienes nacionales, se publicó en el Diario Oficial de la Federación el 24 de junio de 1996, a fin de que los interesados en un plazo de 90 días naturales presentaran sus comentarios al Comité Consultivo Nacional de Normalización para la Protección Ambiental, sito en Av. Revolución 1425, mezanine planta alta, Colonia Tacopac, Código Postal 01040, de esta ciudad.

Que durante el plazo a que se refiere el considerando anterior y de conformidad con lo dispuesto en el artículo 45 del Ordenamiento Legal citado, estuvieron a disposición del público los documentos a que se refiere dicho precepto.

Que de acuerdo con lo que disponen las fracciones II y III del artículo 47 de la Ley Federal sobre Metrología y Normalización, los comentarios presentados por los interesados fueron analizados en el seno del citado Comité, realizándose las modificaciones procedentes a dicha Norma; las respuestas a los comentarios de referencia fueron publicadas en el Diario Oficial de la Federación el 24 de diciembre de 1996.

Que habiéndose cumplido el procedimiento establecido en la Ley Federal sobre Metrología y Normalización para la elaboración de Normas Oficiales Mexicanas, el Comité Consultivo Nacional de Normalización para la Protección Ambiental, en sesión de fecha 30 de octubre de 1996, aprobó la Norma Oficial Mexicana NOM-001-ECOL-1996, que establece los límites máximos permisibles de contaminantes en las descargas de aguas residuales en aguas y bienes nacionales, por lo que he tenido a bien expedir la siguiente.

NORMA OFICIAL MEXICANA NOM-001-ECOL-1996, QUE ESTABLECE LOS LÍMITES MÁXIMOS PERMISIBLES DE CONTAMINANTES EN LAS DESCARGAS DE AGUAS RESIDUALES EN AGUAS Y BIENES NACIONALES.

INDICE

1. Objetivo y campo de aplicación
2. Referencias
3. Definiciones
4. Especificaciones
5. Métodos de prueba
6. Verificación
7. Grado de concordancia con normas y recomendaciones internacionales
8. Bibliografía
9. Observancia de esta Norma
10. Transitorio
11. Anexo I

1. OBJETIVO Y CAMPO DE APLICACIÓN

Esta Norma Oficial Mexicana establece los límites máximos permisibles de contaminantes en las descargas de aguas residuales en aguas y bienes nacionales, con el objeto de proteger su calidad y posibilitar sus usos, y es de observancia obligatoria para los responsables de dichas descargas. Esta Norma Oficial Mexicana no se aplica a las descargas de aguas provenientes de drenajes separados de aguas pluviales.

2. REFERENCIAS

3. DEFINICIONES

3.1 Aguas costeras

Son las aguas de los mares territoriales en la extensión y términos que fija el derecho internacional; así como las aguas marinas interiores, las lagunas y esteros que se comuniquen permanente o intermitentemente con el mar.

3.2 Aguas nacionales

Las aguas propiedad de la Nación, en los términos del párrafo quinto del Artículo 27 de la Constitución Política de los Estados Unidos Mexicanos.

3.3 Aguas residuales

Las aguas de composición variada provenientes de las descargas de usos municipales, industriales, comerciales, de servicios, agrícolas, pecuarios, domésticos, incluyendo fraccionamientos y en general de cualquier otro uso, así como la mezcla de ellas.

3.4 Aguas pluviales

Aquellas que provienen de lluvias, se incluyen las que provienen de nieve y granizo.

3.5 Bienes nacionales

Son los bienes cuya administración está a cargo de la Comisión Nacional del Agua en términos del artículo 113 de la Ley de Aguas Nacionales.

3.6 Carga contaminante

Cantidad de un contaminante expresada en unidades de masa por unidad de tiempo, aportada en una descarga de aguas residuales.

3.7 Condiciones particulares de descarga

El conjunto de parámetros físicos, químicos y biológicos y de sus niveles máximos permitidos en las descargas de agua residual, determinados por la Comisión Nacional del Agua para el responsable o grupo de responsables de la descarga o para un cuerpo receptor específico, con el fin de preservar y controlar la calidad de las aguas conforme a la Ley de Aguas Nacionales y su Reglamento.

3.8 Contaminantes básicos

Son aquellos compuestos y parámetros que se presentan en las descargas de aguas residuales y que pueden ser removidos o estabilizados mediante tratamientos convencionales. En lo que corresponde a esta Norma Oficial Mexicana sólo se consideran los siguientes: grasas y aceites, materia flotante, sólidos sedimentables, sólidos suspendidos totales, demanda bioquímica de oxígeno⁵, nitrógeno total (suma de las concentraciones de nitrógeno Kjeldahl, de nitritos y de nitratos, expresadas como mg/litro de nitrógeno), fósforo total, temperatura y pH.

3.9 Contaminantes patógenos y parasitarios

Son aquellos microorganismos, quistes y huevos de parásitos que pueden estar presentes en las aguas residuales y que representan un riesgo a la salud humana, flora o fauna. En lo que corresponde a esta Norma Oficial Mexicana sólo se consideran los coliformes fecales y los huevos de helminto.

3.10 Cuerpo receptor

Son las corrientes, depósitos naturales de agua, presas, cauces, zonas marinas o bienes nacionales donde se descargan aguas residuales, así como los terrenos en donde se infiltran o inyectan dichas aguas cuando puedan contaminar el suelo o los acuíferos.

3.11 Descarga

Acción de verter, infiltrar, depositar o inyectar aguas residuales a un cuerpo receptor en forma continua, intermitente o fortuita, cuando éste es un bien del dominio público de la Nación.

3.12 Embalse artificial

Vaso de formación artificial que se origina por la construcción de un bordo o cortina y que es alimentado por uno o varios ríos o agua subterránea o pluvial.

3.13 Embalse natural

Vaso de formación natural que es alimentado por uno o varios ríos o agua subterránea o pluvial.

3.14 Estuario

Es el tramo del curso de agua bajo la influencia de las mareas que se extiende desde la línea de costa hasta el punto donde la concentración de cloruros en el agua es de 250 mg/l.

3.15 Humedales naturales

Las zonas de transición entre los sistemas acuáticos y terrestres que constituyen áreas de inundación temporal o permanente, sujetas o no a la influencia de mareas, como pantanos, ciénegas y marismas, cuyos límites los constituyen el tipo de vegetación hidrófila de presencia permanente o estacional; las áreas donde el suelo es predominantemente hídrico; y las áreas lacustres o de suelos permanentemente húmedos originadas por la descarga natural de acuíferos.

3.16 Límite máximo permisible

Valor o rango asignado a un parámetro, el cual no debe ser excedido en la descarga de aguas residuales.

3.17 Metales pesados y cianuros

Son aquellos que, en concentraciones por encima de determinados límites, pueden producir efectos negativos en la salud humana, flora o fauna. En lo que corresponde a esta Norma Oficial Mexicana sólo se consideran los siguientes: arsénico, cadmio, cobre, cromo, mercurio, níquel, plomo, zinc y cianuros.

3.18 Muestra compuesta

La que resulta de mezclar el número de muestras simples, según lo indicado en la Tabla 1. Para conformar la muestra compuesta, el volumen de cada una de las muestras simples deberá ser proporcional al caudal de la descarga en el momento de su toma.

TABLA IV.1

FRECUENCIA DE MUESTREO			
HORAS POR DÍA QUE OPERA EL PROCESO GENERADOR DE LA DESCARGA	NÚMERO DE MUESTRAS SIMPLES	INTERVALO ENTRE TOMA DE MUESTRAS SIMPLES (HORAS)	
		MÍNIMO N.E.	MÁXIMO N.E.
Menor que 4	mínimo 2	-	-
De 4 a 8	4	1	2
Mayor que 8 y hasta 12	4	2	3
Mayor que 12 y hasta 18	6	2	3
Mayor que 18 y hasta 24	6	3	4

N.E. = No especificado.

3.19 Muestra simple

La que se tome en el punto de descarga, de manera continua, en día normal de operación que refleje cuantitativa y cualitativamente el o los procesos más representativos de las actividades que generan la descarga, durante el tiempo necesario para completar cuando menos, un volumen suficiente para que se lleven a cabo los análisis necesarios para conocer su composición, aforando el caudal descargado en el sitio y en el momento del muestreo.

El volumen de cada muestra simple necesario para formar la muestra compuesta se determina mediante la siguiente ecuación:

$$VMSi = VMC \times (Qi/Qt)$$

Donde:

VMSi = volumen de cada una de las muestras simples "i", litros.

VMC = volumen de la muestra compuesta necesario para realizar la totalidad de los análisis de laboratorio requeridos, litros.

Qi = caudal medido en la descarga en el momento de tomar la muestra simple, litros por segundo.

Qt = Qi hasta Qn, litros por segundo

3.20 Parámetro

Variable que se utiliza como referencia para determinar la calidad física, química y biológica del agua.

3.21 Promedio diario (P.D.)

Es el valor que resulta del análisis de una muestra compuesta. En el caso del parámetro grasas y aceites, es el promedio ponderado en función del caudal, y la media geométrica para los coliformes fecales, de los valores que resulten del análisis de cada una de las muestras simples tomadas para formar la muestra compuesta. Las unidades de pH no deberán estar fuera del rango permisible, en ninguna de las muestras simples.

3.22 Promedio mensual (P.M.)

Es el valor que resulte de calcular el promedio ponderado en función del caudal, de los valores que resulten del análisis de al menos dos muestras compuestas (Promedio diario).

3.23 Riego no restringido

La utilización del agua residual destinada a la actividad de siembra, cultivo y cosecha de productos agrícolas en forma ilimitada como forrajes, granos, frutas, legumbres y verduras.

3.24 Riego restringido

La utilización del agua residual destinada a la actividad de siembra, cultivo y cosecha de productos agrícolas, excepto legumbres y verduras que se consumen crudas.

3.25 Río

Corriente de agua natural, perenne o intermitente, que desemboca a otras corrientes, o a un embalse natural o artificial, o al mar.

3.26 Suelo

Cuerpo receptor de descargas de aguas residuales que se utiliza para actividades agrícolas.

3.27 Tratamiento convencional

Son los procesos de tratamiento mediante los cuales se remueven o estabilizan los contaminantes básicos presentes en las aguas residuales.

3.28 Uso en riego agrícola

La utilización del agua destinada a la actividad de siembra, cultivo y cosecha de productos agrícolas y su preparación para la primera enajenación, siempre que los productos no hayan sido objeto de transformación industrial.

3.29 Uso público urbano

La utilización de agua nacional para centros de población o asentamientos humanos, destinada para el uso y consumo humano, previapotabilización.

4. ESPECIFICACIONES

4.1 La concentración de contaminantes básicos, metales pesados y cianuros para las descargas de aguas residuales a aguas y bienes nacionales, no debe exceder el valor indicado como límite máximo permisible en las Tablas 2 y 3 de esta Norma Oficial Mexicana. El rango permisible del potencial hidrógeno (pH) es de 5 a 10 unidades.

4.2 Para determinar la contaminación por patógenos se tomará como indicador a los coliformes fecales. El límite máximo permisible para las descargas de aguas residuales vertidas a aguas y bienes nacionales, así como las descargas vertidas a suelo (uso en riego agrícola) es de 1,000 y 2,000 como número más probable (NMP) de coliformes fecales por cada 100 ml para el promedio mensual y diario, respectivamente.

4.3 Para determinar la contaminación por parásitos se tomará como indicador los huevos de helminto. El límite máximo permisible para las descargas vertidas a suelo (uso en riego agrícola), es de un huevo de helminto por litro para riego no restringido, y de cinco huevos por litro para riego restringido, lo cual se llevará a cabo de acuerdo a la técnica establecida en el anexo 1 de esta Norma.

4.4. Al responsable de la descarga de aguas residuales que antes de la entrada en vigor de esta Norma Oficial Mexicana se le hayan fijado condiciones particulares de descarga, podrá optar por cumplir los límites máximos permisibles establecidos en esta Norma, previo aviso a la Comisión Nacional del Agua.

4.5. Los responsables de las descargas de aguas residuales vertidas a aguas y bienes nacionales deben cumplir con la presente Norma Oficial Mexicana de acuerdo con lo siguiente:

a) Las descargas municipales tendrán como plazo límite las fechas de cumplimiento establecidas en la Tabla 4. El cumplimiento es gradual y progresivo, conforme a los rangos de población. El número de habitantes corresponde al determinado en el XI Censo Nacional de Población y Vivienda, correspondiente a 1990, publicado por el Instituto Nacional de Estadística, Geografía e Informática.

b) Las descargas no municipales tendrán como plazo límite hasta las fechas de cumplimiento establecidas en la Tabla 5. El cumplimiento es gradual y progresivo, dependiendo de la mayor carga contaminante, expresada como demanda bioquímica de oxígeno 5 (DBO5) o sólidos suspendidos totales (SST), según las cargas del agua residual, manifestadas en la solicitud de permiso de descarga, presentada a la Comisión Nacional del Agua.

TABLA IV.2

		LÍMITES MÁXIMOS PERMISIBLES PARA CONTAMINANTES BÁSICOS												
PARAMETROS	RIOS			EMBALSES NATURALES Y ARTIFICIALES			AGUAS COSTERAS			SUELO				
	Uso en riesgo agrícola (A)	Uso público urbano (B)	Protección de vida acuática (C)	Uso en riesgo agrícola (B)	Uso público urbano (C)	Explotación pesquera, navegación y otros usos (A)	Recreación (B)	ESTUARIOS (B)	Uso en riesgo agrícola (A)	HUMEDALES NATURALES (B)				
	P.M.	P.D.	P.M.	P.D.	P.M.	P.D.	P.M.	P.D.	P.M.	P.D.	P.M.	P.D.	P.M.	P.D.
Temperatura °C (1)	N.A.	N.A.	40	40	40	40	40	40	40	40	N.A.	N.A.	40	40
Grasas y Aceites (2)	15	25	15	25	15	25	15	25	15	25	15	25	15	25
Materia Floculante (3)	aus. entre	aus. entre	aus. entre	aus. entre	aus. entre	aus. entre	aus. entre	aus. entre	aus. entre	aus. entre	aus. entre	aus. entre	aus. entre	aus. entre
Sólidos Sedimentables (mL/L)	1	2	1	2	1	2	1	2	1	2	N.A.	N.A.	1	2
Sólidos Suspendedos Totales	150	200	75	125	40	60	75	125	40	60	100	175	75	125
Demanda Bioquímica de Oxígeno 5	150	200	75	150	30	60	75	150	30	60	100	200	75	150
Nitrogeno Total	40	60	40	60	15	25	40	60	15	25	N.A.	N.A.	N.A.	N.A.
Fósforo Total	20	30	20	30	5	10	20	30	5	10	N.A.	N.A.	N.A.	N.A.

(1) Instantáneo
 (2) Muestra Simple Promedio Ponderado
 (3) Ausente según el Método de Prueba definido en la NMX-AA-006.
 P.D. = Promedio Diario; P.M. = Promedio Mensual;
 N.A. = No es aplicable.
 (A), (B) y (C): Tipo de Cuerpo Receptor según la Ley Federal de Derechos.

TABLA IV.3

PARAMETRO (miligramos por litro)	LIMITES MAXIMOS PERMISIBLES PARA METALES PESADOS Y CIANUROS													
	RIOS			EMBALSES NATURALES Y ARTIFICIALES			AGUAS COSTERAS			SUELO				
	Uso en riego agrícola (A)	Uso público urbano (B)	Protección de vida acuática (C)	Uso en riego agrícola (B)	Uso público urbano (C)	Explotación pesquera, navegación y otros usos (A)	Recreación (B)	ESTUARIO S (B)	Uso en riego agrícola (A)	HUMEDALES NATURALES (B)				
	P.M.	P.D.	P.M.	P.D.	P.M.	P.D.	P.M.	P.D.	P.M.	P.D.	P.M.	P.D.		
Arsénico	0.2	0.4	0.1	0.2	0.1	0.2	0.1	0.2	0.1	0.2	0.2	0.4	0.1	0.2
Cadmio	0.2	0.4	0.1	0.2	0.1	0.2	0.1	0.2	0.1	0.2	0.05	0.1	0.1	0.2
Cianuros	1.0	3.0	1.0	2.0	1.0	2.0	1.0	2.0	1.0	2.0	3.0	1.0	1.0	2.0
Cobalto	4.0	8.0	4.0	6.0	4.0	6.0	4.0	6.0	4.0	6.0	4.0	8.0	4.0	6.0
Cromo	1	1.5	0.5	1.0	0.5	1.0	0.5	1.0	1	1.5	0.5	1.0	0.5	1.0
Mercurio	0.01	0.02	0.005	0.01	0.005	0.01	0.01	0.02	0.01	0.02	0.01	0.02	0.005	0.01
Níquel	2	4	2	4	2	4	2	4	2	4	2	4	2	4
Plomo	0.5	1	0.2	0.4	0.2	0.4	0.2	0.4	0.5	1	0.2	0.4	5	10
Zinc	10	20	10	20	10	20	10	20	10	20	10	20	10	20

(*)Medidos de manera total.

P.D. = Promedio Diario

P.M. = Promedio Mensual

N.A. = No es aplicable

(A), (B) y (C): Tipo de Cuerpo Receptor según la Ley Federal de Derechos.

TABLA IV.4

DESCARGAS MUNICIPALES	
FECHA DE CUMPLIMIENTO A PARTIR DE:	RANGO DE POBLACIÓN
1 de enero de 2000	mayor de 50,000 habitantes
1 de enero de 2005	de 20,001 a 50,000 habitantes
1 de enero de 2010	de 2,501 a 20,000 habitantes

TABLA IV.5

DESCARGAS NO MUNICIPALES		
FECHA DE CUMPLIMIENTO A PARTIR DE:	CARGA CONTAMINANTE	
	DEMANDA BIQUÍMICA DE OXÍGENO, t/d (toneladas/día)	SÓLIDOS SUSPENDIDOS TOTALES t/d (toneladas/día)
1 de enero de 2000	mayor de 3.0	mayor de 3.0
1 de enero de 2005	de 1.2 a 3.0	de 1.2 a 3.0
1 de enero de 2010	menor de 1.2	menor de 1.2

4.6 Las fechas de cumplimiento establecidas en las Tablas 4 y 5 de esta Norma Oficial Mexicana podrán ser adelantadas por la Comisión Nacional del Agua para un cuerpo receptor en específico, siempre y cuando exista el estudio correspondiente que valide tal modificación.

4.7. Los responsables de las descargas de aguas residuales municipales y no municipales, cuya concentración de contaminantes en cualquiera de los parámetros básicos, metales pesados y cianuros, que rebasen los límites máximos permisibles señalados en las Tablas 2 y 3 de esta Norma Oficial Mexicana, multiplicados por cinco, para cuerpos receptores tipo B (ríos, uso público urbano), quedan obligados a presentar un programa de las acciones u obras a realizar para el control de la calidad del agua de sus descargas a la Comisión Nacional del Agua, en un plazo no mayor de 180 días naturales, a partir de la publicación de esta Norma en el Diario Oficial de la Federación.

Los demás responsables de las descargas de aguas residuales municipales y no municipales, que rebasen los límites máximos permisibles de esta norma, quedan obligados a presentar un programa de las acciones u obras a realizar para el control de la calidad de sus descargas a la Comisión Nacional del Agua, en las fechas establecidas en las Tablas 6 y 7.

Lo anterior, sin perjuicio del pago de derechos a que se refiere la Ley Federal de Derechos y a las multas y sanciones que establecen las leyes y reglamentos en la materia.

TABLA IV.6

DESCARGAS MUNICIPALES	
RANGO DE POBLACIÓN	FECHA LÍMITE PARA PRESENTAR PROGRAMA DE ACCIONES
mayor de 50,000 habitantes	30 de junio de 1997
de 20,001 a 50,000 habitantes	31 de diciembre de 1998
de 2,501 a 20,000 habitantes	31 de diciembre de 1999

TABLA IV.7

CARGA CONTAMINANTE DE LAS DESCARGAS NO MUNICIPALES	
DEMANDA BIOQUÍMICA DE OXÍGENO, Y/O SÓLIDOS SUSPENDIDOS TOTALES t/d (toneladas/día)	FECHA LÍMITE PARA PRESENTAR PROGRAMA DE ACCIONES
mayor de 3.0	30 de junio de 1997
de 1.2 a 3.0	31 de diciembre de 1998
menor de 1.2	31 de diciembre de 1999

4.8 El responsable de la descarga queda obligado a realizar el monitoreo de las descargas de aguas residuales para determinar el promedio diario y mensual. La periodicidad de análisis y reportes se indican en la Tabla 8 para descargas de tipo municipal y en la Tabla 9 para descargas no municipales. En situaciones que justifiquen un mayor control, como protección de fuentes de abastecimiento de agua para consumo humano, emergencias hidroecológicas o procesos productivos fuera de control, la Comisión Nacional del Agua podrá modificar la periodicidad de análisis y reportes. Los registros del monitoreo deberán mantenerse para su consulta por un periodo de tres años posteriores a su realización.

TABLA IV.8

RANGO DE POBLACIÓN	FRECUENCIA DE MUESTREO Y ANÁLISIS	FRECUENCIA DE REPORTE
mayor de 50,000 habitantes	MENSUAL	TRIMESTRAL
de 20,001 a 50,000 habitantes	TRIMESTRAL	SEMESTRAL
de 2,501 a 20,000 habitantes	SEMESTRAL	ANUAL

TABLA IV.9

DEMANDA BIOQUÍMICA DE OXÍGENO, t/d (toneladas/día)	SÓLIDOS SUSPENDIDOS TOTALES t/d (toneladas/día)	FRECUENCIA DE MUESTREO Y ANÁLISIS	FRECUENCIA DE REPORTE
mayor de 3.0	mayor de 3.0	MENSUAL	TRIMESTRAL
de 1.2 a 3.0	de 1.2 a 3.0	TRIMESTRAL	SEMESTRAL
menor de 1.2	menor de 1.2	SEMESTRAL	ANUAL

4.9 El responsable de la descarga estará exento de realizar el análisis de alguno o varios de los parámetros que se señalan en la presente Norma Oficial Mexicana, cuando demuestre que, por las características del proceso productivo o el uso que le dé al agua, no genera o concentra los contaminantes a exentar, manifestándolo ante la Comisión Nacional del Agua, por escrito y bajo protesta de decir verdad. La autoridad podrá verificar la veracidad de lo manifestado por el usuario. En caso de falsedad el responsable quedará sujeto a lo dispuesto en los ordenamientos legales aplicables.

4.10 En el caso de que el agua de abastecimiento registre alguna concentración promedio mensual de los parámetros referidos en los puntos 4.1, 4.2 y 4.3 de la presente Norma Oficial Mexicana, la suma de esta concentración al límite máximo permisible promedio mensual, es el valor que el responsable de la descarga está obligado a cumplir, siempre y cuando lo notifique por escrito a la Comisión Nacional del Agua.

4.11 Cuando se presenten aguas pluviales en los sistemas de drenaje y alcantarillado combinado, el responsable de la descarga tiene la obligación de operar su planta de tratamiento y cumplir con los límites máximos permisibles de esta Norma Oficial Mexicana, o en su caso con sus condiciones particulares de descarga, y podrá a través de una obra de desvío derivar el caudal excedente. El responsable de la descarga tiene la obligación de reportar a la Comisión Nacional del Agua el caudal derivado.

4.12 El responsable de la descarga de aguas residuales que, como consecuencia de implementar un programa de uso eficiente y/o reciclaje del agua en sus procesos productivos, concentre los contaminantes en su descarga, y en consecuencia rebase los límites máximos permisibles establecidos en la presente Norma, deberá solicitar ante la Comisión Nacional del Agua se analice su caso particular, a fin de que ésta le fije condiciones particulares de descarga.

5. MÉTODOS DE PRUEBA

Para determinar los valores y concentraciones de los parámetros establecidos en esta Norma Oficial Mexicana, se deberán aplicar los métodos de prueba indicados en el punto 2 de esta Norma Oficial Mexicana. El responsable de la descarga podrá solicitar a la Comisión Nacional del Agua, la aprobación de métodos de prueba alternos. En caso de aprobarse, dichos métodos podrán ser autorizados a otros responsables de descarga en situaciones similares.

Para la determinación de huevos de helminto se deberán aplicar las técnicas de análisis y muestreo que se presentan en el Anexo 1 de esta Norma Oficial Mexicana.

6. VERIFICACIÓN

La Comisión Nacional del Agua llevará a cabo muestreos y análisis de las descargas de aguas residuales, de manera periódica o aleatoria, con objeto de verificar el cumplimiento de los límites máximos permisibles establecidos para los parámetros señalados en la presente Norma Oficial Mexicana.

7. GRADO DE CONCORDANCIA CON NORMAS Y RECOMENDACIONES INTERNACIONALES

7.1 No hay normas equivalentes, las disposiciones de carácter interno que existen en otros países no reúnen los elementos y preceptos de orden técnico y jurídico que en esta Norma Oficial Mexicana se integran y complementan de manera coherente, con base en los fundamentos técnicos y científicos reconocidos internacionalmente.

8. BIBLIOGRAFÍA

9. OBSERVANCIA DE ESTA NORMA

10. TRANSITORIO

11. ANEXO I

México., Distrito Federal, a los once días del mes de diciembre de mil novecientos noventa y seis.
La Secretaría de Medio Ambiente, Recursos Naturales y Pesca, Julia Carabias Lillo.- Rúbrica.