

**ESTUDIO DE LA FACTIBILIDAD AMBIENTAL, DESARROLLO
SUSTENTABLE, URBANO, SOCIAL Y LEGAL PARA EL DESARROLLO DE
ESTRATEGIAS DE PENETRACIÓN Y MEDIACIÓN SOCIAL QUE
ESTABLEZCAN LAS BASES PARA LA ADQUISICIÓN DE PREDIOS
DESTINADOS A LA CONSTRUCCIÓN DE LOS SISTEMAS DE
HUMEDALES ARTIFICIALES (SHA) PARA EL SANEAMIENTO DEL
APORTE DEL RÍO AMANALCO A LA PRESA VALLE DE BRAVO,
ESTADO DE MÉXICO.**

CONVENIO DE COLABORACIÓN: SGAPDS-OCAVM-MÉX-16-246-FE-AD-CC

INFORME FINAL

Diciembre de 2018

PARTICIPANTES.

CONAGUA:

Ing. Juan Daniel Mc. Naught González

M. I. Patricia Flores Ordeñana.

IMTA:

M.I. César G. Calderón Mólgora

Dr. Armando Rivas Hernández

M.S.P. Roberto Romero Pérez

Dr. José Luis Martínez Ruiz

Lic. Ricardo Víctor López Mera

Mtro. Eduardo López Ramírez

Mtra. Gemma Cristina Millán Malo.

Colaboradora:

Biól. Nancy Edith Figueroa Garcia

ÍNDICE

Contenido	
1.Objetivos.....	1
Objetivo General.....	1
Objetivos particulares.....	1
2. Alcances	1
3. Metodología.....	2
4.Resumen ejecutivo	3
4.1 Delimitación y caracterización socio-productiva de la zona de estudio.....	3
4.2 Revisión y análisis de la situación jurídica y legal de los terrenos en los que se proyecta la construcción de los humedales.	4
4.3 Identificación y caracterización de actores sociales.....	5
4.4 Elaboración de proyectos productivos vinculados al sistema de humedales artificiales.....	6
4.5 Estrategia de participación social	8
4.6 Dimensionamiento, diseño físico e instalación del sistema de tratamiento.....	9
5.Desarrollo de la investigación y principales resultados.....	12
5.1.1 El contexto sociodemográfico y socioeconómico de las localidades seleccionadas.	15
5.1.1.1 Tamaño de la Población.....	15
5.1.1.2 Tasa de crecimiento poblacional.....	17
5.1.1.3 Población urbana y rural.....	17
5.1.1.4 Grupos etarios (Estructura de la población por edad).....	19
5.1.1.5 Etnias y uso de lenguas indígenas.....	20
5.1.1.6 Migración.....	22
5.1.1.7 Educación.....	23
5.1.1.8 Ocupación e Ingreso.....	26
5.1.1.9 Viviendas habitadas y ocupantes.....	28
5.1.1.10 Condiciones de las viviendas.....	29
5.1.1.11 Acceso a servicios básicos.....	30
5.1.1.12 Salud (Cobertura de servicios de salud).....	33
5.1.1.13 Índice de marginación	34
5.1.2. Problemática medioambiental de la subcuenca del río Amanalco.....	36
5.1.2.1 Bosque.....	36
5.1.2.2 Suelo.....	41

5.1.2.3	Agua.....	46
5.1.2.4	Sistemas productivos y problemas ambientales ligados a las prácticas de manejo	56
5.1.3.	Caracterización productiva de las localidades del proyecto (tipos de agricultura, identificación de zonas de riego, identificación de otras actividades productivas realizadas) ...	60
5.1.3.1	Amanalco.....	60
5.1.3.2	San Juan.....	61
5.1.3.3	San Mateo	62
5.1.3.4	San Miguel Tenextepac	63
5.1.3.5	El caso del Rancho Feshi.....	63
5.1.3.6	Rastro El Salitre, Valle de Bravo.	65
5.1.4.	Problemática del agua en la subcuenca del río Amanalco y las localidades del proyecto (Amanalco, San Juan, San Mateo y San Miguel Tenextepac)	67
5.1.4.1	Situación del servicio de agua potable en las localidades.....	68
5.1.4.2	Situación del servicio de saneamiento en las localidades.....	71
5.1.4.3	Conflictos actuales relacionados con el agua y el saneamiento.	81
5.1.5.	Organización comunitaria.....	88
5.1.5.1	Formas de organización comunitaria (organización agraria y otras estructuras para la toma y seguimiento de acuerdos en las comunidades)	88
5.1.5.2	Organización para la administración del agua potable.....	91
5.1.5.3	Organizaciones de la sociedad civil.	91
5.1.5.4	Organizaciones productivas.	92
5.1.6.	Disposición a participar en proyectos alternativos de saneamiento (humedales).....	92
5.1.6.1	Antecedentes de proyectos comunitarios productivos y/o medioambientales en Amanalco.....	92
5.1.6.2	Conocimiento de alternativas tecnológicas de agua y/o saneamiento.	95
5.1.6.3	Disposición a participar de las autoridades comunitarias y municipales, así como de los actores clave en proyectos alternativos de agua y saneamiento.....	95
5.2.	Revisión y análisis de la situación jurídica y legal de los terrenos en los que se proyecta la construcción de los humedales.	98
	Introducción.....	98
5.2.1	Metodología.	99
5.2.2	Resultados. Predios seleccionados para instalar humedales artificiales.	101
5.2.2.1	El caso de las localidades del municipio Amanalco de Becerra.	101

5.2.2.2	Terrenos para el humedal que trataría las aguas residuales de las granjas trutícolas de la cuenca del Río Amanalco.	129
5.2.2.3	Terrenos para el humedal que complementarían el tratamiento de las aguas residuales del Rastro El Salitre de Valle de Bravo.	140
5.2.2.4	Terrenos alternos en el municipio Amanalco de Becerra.	158
5.2.2.4.1	Terrenos agrícolas para la loc.de San Juan (y cabecera municipal de Amanalco).....	159
5.2.2.4.2	Parcela de los hermanos Cipriano (San Bartolo).	161
5.2.2.4.3	Parcela La Joya (San Bartolo).	163
5.2.2.4.4	Parcela agrícola El Álamo.....	165
5.2.2.4.5	El caso de San Miguel Tenex-tepec.....	168
5.2.2.4.6	El terreno del señor Marcelino López.....	168
5.2.2.4.7	El terreno del señor Agapito Chino Lucas.....	173
5.2.2.4.8	El caso de San Lucas.....	174
5.2.2.4.9	El caso del Hospital Rural del IMSS en Amanalco.....	176
5.3.	Identificación y caracterización de actores sociales.....	181
5.3.1	Identificación y clasificación de los actores sociales e institucionales en la cuenca Valle de Bravo Amanalco.....	182
5.3.2	Caracterización de los actores con relación a su vínculo potencial con los temas del proyecto.....	188
5.3.3	Conocimiento y disposición a participar en la instalación de humedales artificiales en las localidades de Amanalco.	193
5.4.	Elaboración de proyectos vinculados al sistema de humedales artificiales.....	198
5.4.1	El contexto municipal.	198
5.4.2	Desarrollo de los proyectos productivos vinculados al humedal artificial para tratar el agua residual de San Mateo.	199
5.4.3	Proyectos productivos vinculados al humedal artificial de San Miguel Tenex-tepec.	216
5.4.4	Proyectos productivos vinculados al humedal artificial de la cabecera municipal de Amanalco de Becerra.....	221
5.4.5	Proyectos productivos vinculados al humedal artificial de San Juan.....	225
5.4.6	Proyectos productivos vinculados al humedal artificial de la Granja Trutícola Los Encinos.....	228
5.4.7	Proyectos productivos vinculados al humedal artificial del rastro El Salitre.	229
5.4.8	Proyectos productivos vinculados al humedal artificial del Hospital Rural del IMSS en Amanalco.....	232
5.5.1.	Fomento a la participación social.....	235

5.5.1.1 Aspectos conceptuales y metodológicos.....	235
5.5.1.1.1 Apropriación tecnológica.	236
5.5.1.1.2 Gestión integral del agua.....	238
5.5.1.1.3 Saneamiento Ecológico.....	239
5.5.1.1.4 Participación social y ciudadanía.	242
5.5.1.1.5 El enfoque de equidad de género.....	244
5.5.1.1.6 Factores críticos de éxito.	246
5.5.1.2. Elaboración de diagnóstico participativo sobre la situación del saneamiento en la cuenca Valle de Bravo Amanalco.	251
5.5.1.3 Sensibilización y fortalecimiento de capacidades a nivel local.....	258
5.5.1.4 Seguimiento, Evaluación y Sistematización de la experiencia.	289
5.5.2. Mediación con actores sociales que intervengan en el proyecto	291
5.5.2.1 Conflicto y negociación.....	291
5.5.2.1.1 Conceptualización del conflicto.....	291
5.5.2.1.2. Análisis del conflicto.	293
5.5.2.1.3 La negociación: estrategias y tácticas.....	298
5.5.2.1.3.1 Estrategia “Ganar-Ganar”.....	299
5.5.2.1.3.2 Estrategia “Perder - Ganar”.....	300
5.5.2.1.3.3 Estrategia “Perder-Perder”.....	300
5.5.2.1.3.4 Tácticas de negociación.	301
5.5.2.1.4 Las fases de la negociación.	302
5.5.2.1.4.1 Preparación.....	302
5.5.2.1.4.2 Desarrollo.	303
5.5.2.1.4.3 Cierre.	304
5.5.2.1.5 Ejemplo del caso del humedal de Amanalco.....	306
5.5.2.1.5.1 Caracterización del conflicto.	307
5.5.2.1.5.2 Identificación de actores.	308
5.5.2.1.5.3 Mapa de actores.	309
5.5.2.1.6 La negociación en Amanalco.	311
5.5.2.1.6.1 Preparando la negociación.	311
5.5.2.1.6.2 Desarrollo de la negociación e implementación de la estrategia.....	312
5.5.2.1.6.3 Cierre de la negociación.	314

5.5.2.1.6.4 Estrategia de los inconformes.	314
5.5.2.1.7 La negociación en Amanalco y razones de cancelación del humedal.	315
5.5.3 estrategia de comunicación e información.	319
5.5.4 Taller de capacitación de operación y mantenimiento de humedales.....	342
5.6 Instalación del humedal piloto demostrativo.....	352
5.6.1 Selección del sitio.	352
5.6.2 Estudios previos de topografía, caracterización de la descarga y mecánica de suelos....	352
5.6.2.1 Estudio de topografía.	352
5.6.2.2 Caracterización de la descarga	358
5.6.2.3 Estudio de mecánica de suelos.....	361
5.6.3 Determinación del tren de tratamiento	362
5.6.3.1. Introducción.....	362
5.6.3.1.1 Recopilación de datos básicos.	362
5.6.3.1.2 Descripción del proyecto.	363
5.6.3.1.2.1 Información general del proyecto.	363
5.6.3.1.2.1.1 Uso actual de suelo.....	364
5.6.3.1.2.1.2 Situación del agua en la región.....	367
5.6.3.1.2.1.3 Infraestructura de drenaje y saneamiento.	368
5.6.3.1.2.1.4 Características particulares del proyecto.	369
5.6.3.1.2.1.5 Descripción del proceso.	370
5.6.3.1.2.1.6 Naturaleza del proyecto.....	371
5.6.3.1.2.1.7 Ubicación física del proyecto.	371
5.6.3.1.2.1.8 Clima en Amanalco de Becerra.	372
5.6.3.2. Objetivos y alcances.....	373
5.6.3.2.1 Objetivo general.	373
5.6.3.2.2 Objetivos particulares.....	373
5.6.3.2.3 Alcances.	373
5.6.3.3. Sistema de tratamiento de aguas residuales.....	374
5.6.3.5.1 Pretratamiento.	377
5.6.3.5.1.1 Coeficientes de variación.....	377
5.6.3.5.1.2 Dimensionamiento del pretratamiento.....	377
5.6.3.5.1.2.1 Rejillas.....	377

5.6.3.5.1.2.2 Dimensionamiento del tratamiento primario.....	383
5.6.3.5.2 Dimensionamiento del sistema de tratamiento de aguas residuales.....	383
5.6.3.5.2.1 Periodo de diseño, caudal de diseño y calidad del agua.	383
5.6.3.5.2.1.1 Período de diseño del sistema de tratamiento.....	383
5.6.3.5.2.1.2 Caudal de diseño.....	383
5.6.3.5.2.1.3 Calidad del agua.....	384
5.6.3.5.2.3 Laguna de maduración.....	392
5.6.3.6 Programa general de trabajo.	398
5.6.3.6.1 Preparación del sitio.	398
5.6.3.6.2 Descripción de obras y actividades provisionales del proyecto.	399
5.6.3.6.3 Etapa de construcción.....	399
5.6.3.7 Descripción de obras asociadas al proyecto.	400
5.6.3.7.1 Etapa de abandono del sitio.	400
5.6.3.7.2 Estimación de vida útil.	400
5.6.3.7.3 Utilización de explosivos.....	400
5.6.3.7.4 Generación, manejo y disp.de resid. sól., líquidos y emisiones a la atmósfera.....	401
5.6.3.8 Conclusiones.	401
5.6.3.9 Bibliografía	403
5.6.4 Instalación del sistema de tratamiento	406
5.6.4.1 Instalación del humedal	406
5.6.4.2 Manual de operación y mantenimiento.	431
5.6.5 Pruebas y puesta en marcha de la operación del sistema.....	442
5.6.6 Capacitación del personal del OCAVM.....	444
CONCLUSIONES.....	449
RECOMENDACIONES.....	451
BIBLIOGRAFÍA.....	452
ANEXOS.	457
A1) Memoria Fotográfica de las actividades desarrolladas en este convenio de colaboración.....	457
A2) Guías de entrevistas aplicadas a los distintos actores sociales e institucionales.....	457
A3) Audios y transcripciones de las entrevistas realizadas en el marco del proyecto.	457
A4) Video sobre características y beneficios de los humedales artificiales.	457
A5) Materiales de difusión elaborados y distribuidos en las poblaciones.	457

ÍNDICE DE FIGURAS

No.	Concepto	Pág.
4.2.1	Terrenos potenciales para instalar humedales artificiales en Amanalco.....	5
4.3.1	Conocimiento y disposición a participar en proyecto de instalación de humedales artificiales.....	6
4.4.1	División parcelaria de predios susceptibles de utilizar el agua residual tratada.	7
5.1.1	Mapa de municipios de la Cuenca de Amanalco-Valle de Bravo.....	14
5.1.1.3.1	Localidades urbanas y rurales del Estado de México.....	18
5.1.1.5.1	Localidades Indígenas. Elaborado con datos de la cartera de metadatos geográfico. Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad. 2008.....	21
5.1.1.13.1	Grado de Marginación municipal.....	35
5.1.2.1.1.1	Vegetación de la subcuenca del río Amanalco.....	37
5.1.2.1.1.2	Tenencia de la tierra de la subcuenca del río Amanalco.....	38
5.1.2.2.1	Tipos de suelo de la subcuenca del río Amanalco.....	42
5.1.2.2.2	Uso de suelo de la subcuenca del río Amanalco.....	44
5.1.2.2.3	Pérdida de suelo de la subcuenca del río Amanalco.....	45
5.1.2.3.1	Precipitación anual en la cuenca alta, media y baja.....	47
5.1.2.3.2	Microcuencas de la subcuenca del río Amanalco.....	49
5.1.2.3.3	Hidrología de la subcuenca del río Amanalco.....	50
5.1.2.3.4	Aportes de fósforo y nitrógeno de diferentes ríos a Presa Valle de Bravo.....	51
5.1.2.3.5	Puntos de monitoreo de calidad del agua de la cuenca de Valle de Bravo-Amanalco, analizados cada mes por el CCMSS y/o PROCUENCA.....	53
5.1.2.3.6	Promedio de E. coli en los puntos estratégicos monitoreados en la subcuenca del río Amanalco.	55
5.1.4.2.1	Redes actuales de los colectores marginales de la cabecera de Amanalco de Becerra.	73
5.1.4.2.2	Infografía sobre saneamiento.....	74
5.1.4.3.1	Historia del río Amanalco.	81
5.2.2.1.1	Mapa de zonas con viabilidad técnica para el establecimiento de humedales artificiales.	103
5.2.2.1.2	Detalle de parcelas cercanas a la PTAR y al colector marginal de San Juan (Zona 5)	107
5.2.2.1.3	Mapa de tenencia de la tierra en las zonas con viabilidad para la construcción de humedales.	110
5.2.2.1.4	Plano del catastro municipal de la zona 3, que podría recibir las aguas residuales de San Miguel Tenextepec.	114
5.2.2.1.5	Registro agrario de las parcelas que compraron los habitantes de San Juan a la comunidad de San Bartolo (zona 5).	116
5.2.2.1.6	Plano de la oficina de catastro de los terrenos ubicados en la zona 4.....	117
5.2.2.1.7	Mapa de terrenos identificados como los de mayor viabilidad para la construcción de los humedales.....	120

5.2.2.1.8	Croquis emitido por el Ayuntamiento de Amanalco del terreno de la Sra. Susana Contreras Vera ahora en posesión del Consejo Civil Mexicano para la Silvicultura Sostenible.	122
5.2.2.2.1	Trutícolas en la cuenca de Amanalco.	135
5.2.2.2.2a	Minuta firmada por el Sr. Israel Gonzáles Rojas donde manifiesta su interés en instalar un humedal artificial en su granja truchícola.....	139
5.2.2.2.2b		
5.2.2.3.1	Panorama de los terrenos del ejido San Francisco Mihualtepec, ubicados frente al Rastro El Salitre.	142
5.2.2.3.2	División de las parcelas susceptibles de instalación de humedales artificiales.	143
5.2.2.3.3	Minuta firmada por los propietarios de las parcelas agrícolas ubicadas frente al rastro El Salitre. Hoja 1 de 4.	145
5.2.2.3.4	Minuta firmada por los propietarios de las parcelas agrícolas ubicadas frente al rastro El Salitre. Hoja 2 de 4.	146
5.2.2.3.5	Minuta firmada por los propietarios de las parcelas agrícolas ubicadas frente al rastro El Salitre. Hoja 3 de 4.	147
5.2.2.3.6	Minuta firmada por los propietarios de las parcelas agrícolas ubicadas frente al rastro El Salitre. Hoja 4 de 4.	148
5.2.2.3.7	Diagrama del funcionamiento de la planta de tratamiento de San Francisco Mihualtepec, Donato Guerra.	152
5.2.2.3.8	Ubicación de la planta de tratamiento de San Francisco Mihualtepec.....	156
5.2.2.3.9	Terrenos aptos para la instalación de un humedal artificial para tratar agua residual de la localidad de San Francisco Mihualtepec.....	157
5.2.2.4.1.1	Imagen de la zona inundable conocida como “La Laguna”, rodeada por las localidades del municipio Amanalco de Becerra.....	160
5.2.2.4.3.1	Zona de búsqueda de predios agrícolas aptos para instalar humedales en San Bartolo.	163
5.2.2.4.3.2	Distancia entre la PTAR de San Juan y el predio agrícola “La Joya”	165
5.2.2.4.4.1	Distancia entre la PTAR de San Juan y el predio agrícola Álamo”	167
5.2.2.4.6.1a	Minuta firmada por el Sr. Marcelino López donde manifiesta su interés de vender o rentar su parcela a fin de instalar un humedal artificial.....	172
5.2.2.4.6.1b		
5.2.2.4.8.1	Distribución de las viviendas en la localidad de San Lucas y ubicación del predio de José Cruz.	175
5.2.2.4.8.2	Secciones que podrían beneficiarse del humedal instalado en el predio de José Cruz Carbajal.	175
5.2.2.4.9.1	Plano con la ubicación de los predios localizados para instalar humedales artificiales en la cuenca Valle de Bravo-Amanalco.....	179
5.3.2.1	Sociograma de los actores que potencialmente pueden intervenir en el proyecto.	189
5.3.2.2	Conocimiento y disposición a participar en proyecto de instalación de humedales artificiales.	191
5.3.3.1	Conocimiento y posición ante la instalación de humedales en la zona 3....	194
5.3.3.2	Conocimiento y posición ante la instalación de humedales en la zona 4....	195
5.4.2.1	Ubicación de las viviendas conectadas al drenaje de San Mateo.....	201
5.4.2.2	División parcelaria y de propietarios de los predios susceptibles de utilizar el agua residual tratada.....	216

5.4.4.1a	Minuta firmada por el Sr. Ramiro Chino Lucas donde manifiesta su interés de vender su parcela para instalar un humedal artificial (1 de 2).....	223
5.4.4.1b	Minuta firmada por el Sr. Ramiro Chino Lucas donde manifiesta su interés de vender su parcela para instalar un humedal artificial (2de 2).....	224
5.4.7.1	Potenciales terrenos para la instalación de un humedal que complemente el tratamiento de las aguas residuales del rastro El Salitre.....	230
5.5.1.1.6.1	Factores que intervienen en el éxito de los proyectos de introducción de tecnologías alternativas..	250
5.5.1.3.1	Mapa con definición de cinco zonas susceptibles para la instalación de humedales en Amanalco.	260
5.5.1.3.2	Tarjeta informativa sobre características y beneficios del humedal.....	266
5.5.1.3.3	Lista de asistencia a la visita al humedal artificial de San Jerónimo Purenchécuaro. (Página 1).....	272
5.5.1.3.4	Lista de asistencia a la visita al humedal artificial de San Jerónimo Purenchécuaro. (Página 2).	273
5.5.1.3.5	Lista de asistencia al “Taller de prevención y resolución de conflictos por el agua” (1 de 3).	287
5.5.1.3.6	Lista de asistencia “Taller de prevención y resolución de conflictos por el agua” (2 de 3).	288
5.5.1.3.7	Lista de asistencia al “Taller de prevención y resolución de conflictos por el agua” (3 de 3).	288
5.5.2.1.5.3.1	Mapa de actores y postura ante la construcción del humedal en San Sebastián el Chico.	310
5.5.3.1	Cara A del tríptico sobre “La problemática del saneamiento en Amanalco”.	320
5.5.3.2	Cara B del tríptico sobre “La problemática del saneamiento en Amanalco”.	321
5.5.3.3	Folleto sobre las características y beneficios del humedal artificial.....	322
5.5.3.4	Cartel con esquema de funcionamiento de humedal artificial proyectado para instalar en Amanalco. Se pretende imprimirlo en tamaño de 90x60 cm.....	323
5.5.3.5	Cartel para difundir usos y beneficios de los humedales artificiales. Se pretende imprimir en tamaño de 90x60 cm.....	324
5.5.3.6	Políptico informativo sobre la problemática de saneamiento de Amanalco y la alternativa de solución que ofrecen los humedales artificiales.....	325
5.5.4.1	Lista de asistencia del taller en Amanalco de Becerra, Amanalco, Estado de México.....	342
5.5.4.2a	Lista de asistencia del taller en San Juan, Amanalco, Estado de México.....	343
5.5.4.2b	Lista de asistencia del taller en San Juan, Amanalco, Estado de México.....	344
5.5.4.3a	Lista de asistencia del taller en San Mateo, Amanalco, Estado de México.....	345
5.5.4.3b	Lista de asistencia del taller en San Mateo, Amanalco, Estado de México.....	345
5.5.4.4	Lista de asistencia del taller en San Miguel Tenextepc, Amanalco, Estado de México.....	346
5.5.4.5	Lista de asistencia del taller en San Mateo, Amanalco, Estado de México...	347

5.5.4.6	Lista de asistentes al primer taller de capacitación.....	349
5.5.4.7	Lista de asistentes al segundo taller de capacitación.....	350
5.6.2.1.1	Plano topográfico del terreno en donde se instalará el humedal demostrativo, en la localidad de San Sebastián, Amanalco, Estado de México.....	354
5.6.2.1.2	Cuadro de construcción del área de humedales	355
5.6.2.1.3	Detalle del perfil del plano topográfico.....	356
5.6.2.2.1	Ubicación del sitio de muestreo de la descarga de aguas residuales.....	358
5.6.3.1.1	Localización del municipio de Amanalco, Estado de México (en azul).....	362
5.6.3.1.2	Imagen de satélite que ubica la comunidad de Amanalco de Becerra y el terreno seleccionado para la instalación del humedal de tratamiento, (punteros en amarillo).....	363
5.6.3.1.2.1.1	Uso de suelo de la subcuenca del Río Amanalco.....	367
5.6.3.1.2.1.3.1	Redes actuales de los colectores marginales de la cabecera de Amanalco de Becerra.....	369
5.6.3.1.2.1.7.1.	Ubicación del Predio seleccionado para la instalación del humedal piloto...	372
5.6.3.3.1	Tren de tratamiento del sistema híbrido mediante humedales y lagunas de maduración.....	375
5.6.3.3.2	Corte transversal de la sección A-A'	376
5.6.6.1	Documento probatorio de capacitación del Ing. Juan Daniel Mc. Naught González.....	447
5.6.6.2	Documento probatorio de capacitación de la M.I. Patricia Flores Ordeñana	448

ÍNDICE DE FOTOS

	Concepto	Pág.
4.1.1 y 4.1.2	Aspectos de la infraestructura de drenaje de las localidades de Amanalco.....	4
4.4.1 y 4.4.2	Planta de Alcatraz y manufactura de artesanías.....	7
4.5.1 y 4.5.2	Desarrollo de asambleas comunitarias en Amanalco.....	8
5.1.3.5.1	Comedor del Rancho Feshi.....	64
5.1.3.5.2	Comedor Rancho Feshi.....	64
5.1.3.5.3	Estanque sin peces en el Rancho Feshi.	64
5.1.3.5.4	Estanque sin peces en el Rancho Feshi.	64
5.1.3.5.5	Sitio donde se pretende instalar el humedal artificial.....	65
5.1.3.5.6	Estanque mayor del Rancho Feshi.	65
5.1.3.6.1	Instalaciones de la planta de tratamiento del rastro El Salitre.....	66
5.1.3.6.2	Descarga de agua residual de la planta de tratamiento de rastro, directamente al río Amanalco.	67
5.1.4.2.1	Descarga directa de aguas residuales en la cabecera municipal de Amanalco.	76
5.1.4.2.2	El canal de la Figura anterior se transforma en un canal mayor que contiene aguas residuales, continúa en Amanalco.	76
5.1.4.2.3	Confluencia del canal de aguas residuales en Juan.	76
5.1.4.2.4	Aquí se unen los canales en uno sólo.	76
5.1.4.2.5	Confluye el canal con el río Amanalco.	76
5.1.4.2.6	Continuación del canal.	76
5.1.4.2.7	Aguas residuales y azolve retenido en los pozos de visita del colector marginal de Amanalco.	77
5.1.4.2.8	Aguas residuales y azolve retenido en los pozos de visita del colector marginal de Amanalco.	77
5.1.4.2.9	Planta de tratamiento de San Juan, en la subcuenca de Amanalco.....	79
5.1.4.2.10	Planta de tratamiento de San Juan inundada.	79
5.2.4.3.1	Taller comunitario con los habitantes que viven en la ribera del río Amanalco en San Juan.	83
5.1.4.3.2	Recorrido de la comunidad de San Bartolo por el río Amanalco para conocer las problemáticas existentes.	86
5.1.4.3.3	Resumidero principal de la comunidad de San Bartolo por donde se abastecen de agua.....	86
5.2.2.1.1	Zona conocida como “La Laguna” en el municipio de Amanalco de Becerra (Sitio en el que se localizan las zonas 2, 3, 4 y 5 ubicadas como viables para la construcción de humedales en este trabajo).....	104
5.2.2.1.2	Colector marginal procedente de San Mateo en el cruce del río en la localidad de San Sebastián Chico (a 100 metros del terreno de la Sra. Susana Contreras Vera).	109
5.2.2.1.3	Terreno 1, propiedad de Susana Contreras Vera y en posesión del CCMSS.	121
5.2.2.1.4	Terreno 2, propiedad de Alejandro García Felipe. Ubicado en San Sebastián Chico. (límite línea roja).	123
5.2.2.1.5	Terreno 3, propiedad de Ramiro Chino Lucas ubicado en Amanalco.....	123

5.2.2.1.6	Terreno detrás de la PTAR de San Juan, Amanalco. Propiedad de Crescencio Soto Martínez.	124
5.2.2.2.1	Comedor del Rancho Feshi.	130
5.2.2.2.2	Comedor del Rancho Feshi.	130
5.2.2.2.3	Estanque sin peces en el Rancho Feshi.	130
5.2.2.2.4	Estanque sin peces en el Rancho Feshi.	130
5.2.2.2.5	Sitio donde se pretende instalar el humedal artificial.....	131
5.2.2.2.6	Estanque mayor del Rancho Feshi.	131
5.2.2.2.7	Instalaciones del rancho del Sr. Guadalupe Mondragón.....	132
5.2.2.2.8	Granja Trutícola en la cuenca alta del río Amanalco.....	132
5.2.2.2.9	Granja Trutícola en la cuenca alta del río Amanalco.....	133
5.2.2.2.10	Granja Trutícola en la cuenca alta del río Amanalco.....	133
5.2.2.2.11	Granja Trutícola Los Encinos.....	136
5.2.2.2.12 a la 5.2.2.2.15	Instalaciones de la Granja Los Encinos en la cuenca alta del río Amanalco	137
5.2.2.3.1	Aspecto de los terrenos identificados como susceptibles para instalar el humedal artificial frente al rastro El Salitre.	141
5.2.2.3.2	Terrenos potenciales para la instalación de un humedal que complemente el tratamiento de las aguas residuales del rastro El Salitre.	149
5.2.2.3.3	Terreno del Sr. Arnulfo Pedraza Díaz, candidato para la instalación de un humedal que complemente el tratamiento de las aguas residuales del rastro El Salitre.	150
5.2.2.3.4	Fotografía del colector de alcantarillado de San Francisco Mihualtepec antes de llegar a la planta de tratamiento.	152
5.2.2.3.5	Primero de cuatro módulos de la planta de tratamiento de San Francisco. Punto de llegada del colector central.	153
5.2.2.3.6	Segundo módulo de la PTAR. Punto donde se derrama prácticamente el 100% del agua residual sin completar el ciclo de tratamiento y se canaliza al río Amanalco.	153
5.2.2.3.7	Cuarto y último módulo de la planta de tratamiento. A este módulo sólo llegan algunas gotas de agua.	154
5.2.2.3.8	Interior del último módulo de la PTAR de San Francisco.....	154
5.2.2.4.2.1	Terreno agrícola de los hermanos Cipriano.....	162
5.2.2.4.2.2	Terreno agrícola de los hermanos Cipriano.....	162
5.2.2.4.3.1	Predio agrícola conocido como “La joya”.....	164
5.2.2.4.3.2 y 5.2.2.4.3.3	Predio agrícola conocido como “La joya”.	164
5.2.2.4.4.1 a 5.2.2.4.4.4	Imágenes del predio agrícola conocido como “Álamo”.....	166
5.2.2.4.6.1	Vista del terreno del Sr. Marcelino López desde la calzada que baja de San Miguel Tenextepec.	169
5.2.2.4.6.2	Vista del terreno de Marcelino López a nivel de parcela. Al fondo, a pie del cerro (línea azul), pasó del colector central de drenaje que baja de San Miguel Tenextepec.	170
5.2.2.4.7.1 y 5.2.2.4.7.2	Terreno de Agapito Chino Lucas en San Miguel Tenextepec.....	173

5.2.2.4.9.1 a	Aspectos de la instalación del humedal artificial en el hospital del IMSS en Amanalco.	178
5.2.2.4.9.6		
5.4.2.1 y	Calles de San Mateo con pavimento dañado por las obras de drenaje.....	200
5.4.2.2		
5.4.2.3	Terreno seleccionado para la instalación del humedal artificial en San Sebastián el Chico.	202
5.4.2.4	Parcelas agrícolas aledañas al terreno donde se instalará el humedal demostrativo.	204
5.4.2.5	Canal de riego de las parcelas agrícolas de la zona donde se instalará el humedal demostrativo.	205
5.4.2.6	Entrevista al Sr. Porfirio Salazar, productor de flores de ornato.....	206
5.4.2.7 y	Plantas de Agapando y Alcatraz de la plantación del Sr. Porfirio Salazar...	206
5.4.2.8		
5.4.2.9 y	Plantas de Alcatraz y Agapando.	208
5.4.2.10		
5.4.2.11 y	Plantas de Astromelia y Alcachofa.	208
5.4.2.12		
5.4.2.13	Planta de Girasol.	209
5.4.2.14 y	Cultivos de chuspata y de tule en el humedal artificial de San Jerónimo Purenchécuaro.	210
5.4.2.15		
5.4.2.16 y	Uso del tule para manufactura de artesanías en Michoacán.....	210
5.4.2.17		
5.4.2.18 y	Aspectos del estudio topográfico de las parcelas que podrían utilizar el agua residual tratada.	212
5.4.2.19		
5.4.2.20 y	Canal de riego que se emplearía para conducir el agua residual tratada a los terrenos agrícolas.	213
5.4.2.21		
5.4.2.22	Entrevista con el presidente de la asociación de regantes de San Miguel para identificar los predios y propietarios susceptibles de recibir el agua tratada del humedal.	214
5.4.3.1 y	Colector principal de drenaje de la 1ª Sección de San Miguel Tenex-tepec.	217
5.4.3.2		
5.4.3.3 y	Aspectos de las calles de San Miguel Tenex-tepec dañadas por la introducción de drenaje en la 1ª Sección.	218
5.4.3.4		
5.4.3.5 y	Descargas de agua gris en las calles de San Miguel Tenex-tepec.....	218
5.4.3.6		
5.4.3.7	Vista del terreno del Sr. López desde la calzada que baja de San Miguel Tenex-tepec.	219
5.4.3.8	Terreno de Agapito Chino Lucas en San Miguel Tenex-tepec.....	220
5.4.4.1 y	Terreno de Ramiro Chino Lucas en Amanalco.	222
5.4.4.2		
5.4.5.1	Terreno agrícola de Don Crescencio Soto, aledaño a la PTAR de San Juan..	227
5.4.6.1	Granja Trutícola Los Encinos.	229
5.4.7.1	Terrenos potenciales para la instalación de un humedal que complemente el tratamiento de las aguas residuales del rastro El Salitre.	231
5.4.7.2	Terrenos potenciales para la instalación de un humedal que complemente el tratamiento de las aguas residuales del rastro El Salitre.	232

5.4.8.1 y	Aspectos de la instalación del humedal artificial en el hospital del IMSS	
5.4.8.2	en Amanalco.	233
5.5.1.3.1	Levantamiento de información entre los propietarios de los predios aledaños al terreno donde se instalará el humedal demostrativo.....	259
5.5.1.3.2	Brindando información sobre los humedales.....	262
5.5.1.3.3	Brindando información sobre los humedales.....	263
5.5.1.3.4	Proceso de identificación de los propietarios de los terrenos aledaños al sitio donde se instalará el humedal.	263
5.5.1.3.5	Proceso de identificación de los propietarios de los terrenos de la zona 4.	264
5.5.1.3.6	Levantamiento de información entre los propietarios de los predios de la zona 4.	264
5.5.1.3.7	Entrega de información sobre los humedales artificiales a los pobladores de las localidades de Amanalco.	268
5.5.1.3.8	Entrega de información sobre los humedales artificiales a los propietarios de las parcelas aledañas al predio donde se instalará el humedal demostrativo.	268
5.5.1.3.9	Entrega de información sobre los humedales artificiales a los pobladores de las localidades de Amanalco.	269
5.5.1.3.10	Funcionario del OOAPAS de Quiroga, explicando elementos del funcionamiento del humedal.	274
5.5.1.3.11 a	Aspectos del recorrido y explicación sobre las características del humedal.	275
5.5.1.3.14		
5.5.1.3.15 a	Ejercicio de cierre de la visita al humedal de San Jerónimo.....	276
5.5.1.3.18		
5.5.1.3.19	Granja Trutícola “Conejeras”.	277
5.5.1.3.20	Manta con información de la Asociación de Productores Trutícolas de Amanalco, A.L.P.R.....	279
5.5.1.3.21	Presentación del proyecto sobre la instalación de humedales artificiales para contribuir al saneamiento del río Amanalco y la presa Valle de Bravo.	280
5.5.1.3.22	Presentación del tema Medición Volumétrica en Humedales Artificiales..	280
5.5.1.3.23	Lista de asistencia a la asamblea de la Asociación de Productores Trutícolas de Amanalco S.L.P.R.	281
5.5.1.3.24	Entrevista con el Sr. Marcelino López, presidente del módulo de riego....	282
5.5.1.3.25	Cultivo de maíz en época de lluvias en parcelas de la unidad de riego de San Miguel Tenextepec.	284
5.5.1.3.26	Convocatoria al Taller “Prevención y resolución de conflictos por el agua” realizada al Síndico del Ayuntamiento de Amanalco de Becerra.....	285
5.5.1.3.27	Convocatoria al Taller “Prevención y resolución de conflictos por el agua” realizada al presidente del comité de agua de San Mateo 3ª Sección.....	286
5.5.3.1 y	Entrega de polípticos a pobladores del municipio de Amanalco.....	326
5.5.3.2		
5.5.4.1	Taller en Amanalco de Becerra, Amanalco, Estado de México.....	342
5.5.4.2	Taller en San Juan, Amanalco, Estado de México.....	343
5.5.4.3	Taller en San Mateo, Amanalco, Estado de México.....	344
5.5.4.4	Taller en San Miguel Tenextepec, Amanalco, Estado de México.....	346
5.5.4.5	Taller en San Mateo, Amanalco, Estado de México.....	347

5.5.4.6 y	Taller de capacitación a los responsables del humedal en el IMSS	
5.5.4.7	Amanalco, Amanalco, Estado de México.....	348
5.6.2.1.1	Panorámica del terreno en del Hospital Rural del IMSS, Amanalco, Estado de México.....	357
5.6.2.1.2	Detalle de la ubicación de los bancos de nivel.....	357
5.6.2.2.1	Muestreo, registro de parámetros de campo y preservación de muestras de la descarga de aguas residuales del Hospital Rural IMSS, Amanalco, Estado de México.....	359
5.6.4.1.1 y	Desplante de malezas.	406
5.6.4.1.2		
5.6.4.1.3 y	Suelo inestable.	407
5.6.4.1.4		
5.6.4.1.5 y	Construcción de canales para drenar agua.	407
5.6.4.1.6-		
5.6.4.1.7	Aguade ojo de agua que fluye por el canal de drenado.....	408
5.6.4.1.8	Aguas residuales provenientes del cárcamo de bombeo.....	408
5.6.4.1.9 y	Agujero en la pared y el canal exterior al IMSS, donde estaba vertiendo el agua.	409
5.6.4.1.10		
5.6.4.1.11 a	Agua fluyendo por el canal de drenado, así como algunas áreas con agua superficial.	410
5.6.4.1.14		
5.6.4.1.15 y	Canales exteriores del hospital.....	411
5.6.4.1.16		
5.6.4.1.17 y	Despalme y desalojo del material.	411
5.6.4.1.18		
5.6.4.1.19 a	Despalme y desalojo del material del área donde se instalará el humedal.	412
5.6.4.1.22		
5.6.4.1.23 y	No se puede continuar con el despalme y desalojo del material por lluvias.	413
5.6.4.1.24		
5.6.4.1.25 a	Inundación, dentro de las instalaciones, bombeo de agua hacia el exterior.	413
5.6.4.1.27		
5.6.4.1.28	Taponamiento de las perforaciones que servían para drenar el terreno... ..	414
5.6.4.1.29 y	Manguera que encausa las aguas residuales, provenientes del cárcamo de bombeo, hacia el canal exterior sur del hospital.	414
5.6.4.1.30		
5.6.4.1.31	Cárcamo para bombeo.....	415
5.6.4.1.32 y	Desazolve de un tramo del canal sur exterior, a donde se enviaría el agua del cárcamo.	415
5.6.4.1.33		
5.6.4.1.34 a	Continuación de despalme y retiro del material resultante de esta actividad.	416
5.6.4.1.37		
5.6.4.1.38	Tubo existente en el hospital para la descarga del agua tratada en la planta de tratamiento existente en el hospital.	417
5.6.4.1.39 a	Desazolve del canal sur mediante la retroexcavadora para facilitar el flujo del agua.....	417
5.6.4.1.42		
5.6.4.1.43 y	Nuevo canal dentro del terreno.....	418
5.6.4.1.44		
5.6.4.1.45 y	Se instaló en el cárcamo de bombeo una bomba de gasolina para enviar el agua hacia el canal exterior.	419
5.6.4.1.46		

5.6.4.1.47 y 5.6.4.1.48	Continuación de despalme.	419
5.6.4.1.49 a 5.6.4.1.52	Trazo de la unidades del humedal.....	420
5.6.4.1.53 a la 5.6.4.1.55	Canales para drenar el agua superficial.	421
5.6.4.1.56 y 5.6.4.1.57	Excavación de los estanques.	421
5.6.4.1.58 y 5.6.4.1.59	Dificultad para la excavación de los estanques.	422
5.6.4.1.60	Flujo conducido hacia afuera de las instalaciones.....	422
5.6.4.1.61 y 5.6.4.1.62	Extracción del suelo y excavación de nuevos estanques.	423
5.6.4.1.63	Flujo conducido hacia afuera de las instalaciones.....	423
5.6.4.1.64 y 5.6.4.1.65	Construcción de los estanques y registros.....	424
5.6.4.1.66 a 5.6.4.1.69	Perfilado de los taludes y continuación de compactación de bordos.....	424
5.6.4.1.70 y 5.6.4.1.71	Agua en estanque, de tubería rota de aguas residuales proveniente del Hospital.....	425
5.6.4.1.72	Terminación de construcción de taludes y registros.....	425
5.6.4.1.73 a 5.6.4.1.76	Instalación de tuberías.....	426
5.6.4.1.77	Tubería rota, que hace que se infiltre el agua residual a los estanques.....	427
5.6.4.1.78	Canal para eliminar el agua residual del tubo junto a la caseta de desperdicios.	427
5.6.4.1.79 a 5.6.4.1.82-	Colocación de tubería ranurada para la subpresión.	428
5.6.4.1.83 y 5.6.4.1.84	Colocación de capa de arena en los estanques.....	428
5.6.4.1.85 a 5.6.4.1.88	Colocación de capa de arena y de geomembrana para su impermeabilización.....	429
5.6.4.1.89 a 5.6.4.1.92	Colocación de capa de arcilla, sobre la que se colocaron las tuberías.....	429
5.6.4.1.93 a 5.6.4.1.96	Relleno de dos humedales con medio filtrante y cuatro con tezontle.....	430
5.6.4.1.97	Panorámica del humedal piloto demostrativo.....	430
5.6.5.1	Inicio de operación del sistema: a) Influyente, b) panorámica y c) efluente	442
5.6.5.2	Toma de muestras en el humedal piloto demostrativo.....	443
5.6.5.3	Preservación de muestras en el humedal piloto demostrativo.....	443
5.6.6.1 a 5.6.6.3	Actividades en el salón de clases.....	445
5.6.6.4	Visitas de campo.....	446

ÍNDICE DE TABLAS

No.	Concepto	Pág.
5.1.1.1.1	Población total.....	16
5.1.1.1.2	Población masculina y femenina.....	16
5.1.1.2.1	Tasa de crecimiento total.....	17
5.1.1.3.1	Población urbana y rural.....	18
5.1.1.4.1	Población por edad Amanalco.....	19
5.1.1.4.2	Población por edad Valle de Bravo.....	20
5.1.1.5.1	Población que habla alguna lengua indígena.....	21
5.1.1.6.1	Migración.....	22
5.1.1.6.2	Migración en población de 5 años y más.....	23
5.1.1.7.1	Población que no asiste a la escuela.....	24
5.1.1.7.2	Población analfabeta.....	25
5.1.1.7.3	Población promedio de escolaridad.....	26
5.1.1.8.1	Población económicamente activa.....	26
5.1.1.8.2	Población económicamente No activa.....	27
5.1.1.8.3	Población ocupada y desocupada.....	27
5.1.1.9.1	Viviendas particulares habitadas.....	28
5.1.1.9.2	Ocupantes en viviendas particulares habitadas.....	29
5.1.1.10.1	Material de pisos de las viviendas particulares habitadas.....	29
5.1.1.10.2	Viviendas particulares habitadas con dormitorio o cuarto.....	30
5.1.1.11.1	Viviendas particulares habitadas disponen y no disponen de luz eléctrica.....	31
5.1.1.11.2	Viviendas particulares habitadas con o sin disponibilidad de agua.....	31
5.1.1.11.3	Viviendas particulares habitadas con o sin drenaje.....	32
5.1.1.11.4	Viviendas particulares que disponen de servicios.....	33
5.1.1.12.1	Población derechoahabiente.....	34
5.1.1.13.1	Grado de Marginación en Amanalco y Valle de Bravo.....	35
5.1.1.13.2	Grado de Marginación por localidad.....	36
5.1.2.1.1.1	Uso de suelo del 2000 al 2012.....	40
5.1.2.3.1	Puntos de monitoreo de la calidad del agua de la Cuenca Amanalco-Valle de Bravo.....	54
5.1.2.4.1	Población ocupada en Amanalco dedicada al sector primario.....	56
5.1.4.2.1	Plantas de tratamiento de la Cuenca Amanalco-Valle de Bravo.....	78
5.1.4.3.1	Reflexiones realizadas por todos los grupos participantes, que viven en la ribera del río Amanalco sobre las problemáticas que están viviendo respecto a la contaminación del río Amanalco.....	84
5.1.4.3.2	Problemáticas que identificaron los habitantes de San Bartolo en el recorrido del río Amanalco.	87
5.1.5.1.1	Núcleos agrarios existentes en las localidades abordadas.....	88
5.1.6.1.1	Detalle de los participantes y resultados.	93
5.2.1.1	Criterios técnicos, sociales y legales y económicos para la selección de predios aptos para instalar humedales artificiales.....	99
5.2.2.1.1	Definición y delimitación de zonas para la selección de predios.....	101

5.2.2.1.2	Entrevistas a los propietarios de los predios con potencial para instalar humedales.....	105
5.2.2.1.3	Terrenos ubicados en la comunidad agraria de San Bartolo.....	108
5.2.2.1.4	Terrenos ubicados en la comunidad agraria de San Juan.....	108
5.2.2.1.5	Tenencia de la tierra y documentos legales que acreditan la posesión de los predios seleccionados.....	111
5.2.2.1.6	Listado de los propietarios de los terrenos ubicados en la Zona 3.....	115
5.2.2.1.7	Listado de los propietarios de los terrenos ubicados en la Zona 4.....	118
5.2.2.1.8	Listado de los terrenos seleccionados para instalar humedales artificiales en las cuatro localidades de Amanalco.	118
5.2.2.3.1	Viviendas habitadas y cobertura de los servicios de agua y drenaje en San Francisco Mihualtepec.	151
5.4.1.1	Población total y acceso a servicios básicos en las localidades objeto de estudio.	199
5.4.2.1	Relación de propietarios y tamaño de parcelas agrícolas susceptibles de reusar agua residual tratada.....	215
5.5.1.2.1	Resumen de resultados de los talleres comunitarios de saneamiento en las localidades de San Juan, San Mateo, San Miguel Tenex-tepec y Amanalco de Becerra.	253
5.5.2.1.1.1	Definiciones sobre conflicto.	292
5.5.2.1.2.1	Ejemplo de matriz para el análisis de poder y liderazgo.....	297
5.5.2.1.3.1	Métodos para la resolución de conflictos.....	298
5.6.2.2.1	Resultados obtenidos de la descarga de aguas residuales del Hospital Rural IMSS, Amanalco	360
5.6.3.1.2.1.1.1	Cobertura agrícola.....	364
5.6.3.1.2.1.1.2	Cobertura vegetal.....	365
5.6.3.1.2.1.1.3	Uso de suelo del 2000 al 2012.....	365
5.6.3.1.2.1.8.1	Clima en Amanalco de Becerra.....	372
5.6.3.5.1.2.1.1	Tamaño de apertura de rejas y rejillas.....	378
5.6.3.5.1.2.1.2	Criterios de diseño de rejas y rejillas.....	379
5.6.3.5.2.2.1	Parámetros de entrada, salida y porcentaje de reducción en el dimensionamiento del humedal 1.....	390
5.6.3.5.2.3.1	Caudales de entrada y salida de las unidades de tratamiento.....	394
5.6.3.5.2.3.2	Resultados de las concentraciones de entrada y salida de los parámetros de diseño, así como las áreas calculadas.....	395
5.6.3.5.2.3.3	Concentraciones del influente y del efluente, y % de reducción del contaminante y áreas de los humedales y lagunas de maduración.....	396
5.6.3.5.2.3.4	Resultados de área, volumen y tiempo de residencia hidráulico de las unidades de tratamiento.....	397
5.6.3.5.2.3.5	Resultados de cargas, orgánicas e hidráulicas de las unidades de tratamiento.....	397
5.6.3.6.1	Programa calendarizado de trabajo.....	398

1. Objetivos.

Objetivo General

Identificar mediante un estudio social y legal, la factibilidad de adquirir los predios donde se implementarán los Sistemas de humedales artificiales (SHA), así como determinar los posibles impactos sociales asociados a su construcción, operación y mantenimiento para proponer estrategias de mitigación y lograr la aceptación por parte de las comunidades.

Objetivos particulares

- Diseñar e implementar acciones para la inclusión y fomento de la participación social de los habitantes o propietarios establecidos en los terrenos propuestos para la construcción de seis humedales, a fin de involucrarlos tanto en las etapas de instalación, operación y mantenimiento, como en los beneficios derivados de éstos, tales como el reúso de agua tratada.
- Proponer proyectos productivos y estrategias vinculadas con los humedales.
- Instalar un humedal piloto con fines demostrativos para que los usuarios/beneficiarios, se familiaricen con los humedales construidos como sistema de tratamiento y puedan constatar el mejoramiento de la calidad del agua, la facilidad de operación del sistema y otros beneficios potenciales.

2. Alcances

Para lograr la aceptación social de estos sistemas de tratamiento y la cesión de la tenencia de la tierra (ya sea mediante venta, cesión, donación, usufructo o arrendamiento por un plazo igual a la vida útil de los sistemas) para su construcción, y para alcanzar los objetivos del presente trabajo, se consideraron las siguientes actividades para que, en una etapa posterior, se realicen los proyectos ejecutivos y la construcción de los SHA que se definan.

1. Delimitación y caracterización socio-productiva de la zona de estudio.
2. Revisión y análisis de la situación jurídica y legal de los terrenos en los que se proyecta la construcción de los humedales.
3. Identificación y caracterización de actores sociales.
4. Elaboración de proyectos productivos vinculados al sistema de humedales artificiales.
5. Estrategia de participación social
6. Instalación del humedal piloto demostrativo.
7. Informe final.

3. Metodología.

Para alcanzar los objetivos de este convenio de colaboración, se desarrollaron diversas actividades encaminadas a establecer las condiciones propicias para la instalación de un sistema de humedales artificiales en la cuenca Valle de Bravo Amanalco, que contribuyera al saneamiento del río Amanalco y de la presa Valle de Bravo. En primer lugar, se elaboró un diagnóstico socioeconómico y socioambiental de la cuenca Valle de Bravo Amanalco, el cual permitió conocer las condiciones socioeconómicas, demográficas, productivas y ambientales de las localidades seleccionadas en el estudio: San Juan, San Miguel Tenextepac, Amanalco y San Mateo del municipio de Amanalco de Becerra; además de una granja trutícola de la parte alta de la cuenca y el rastro El Salitre perteneciente a Valle de Bravo.

Posteriormente, se procedió a identificar los principales intereses, liderazgos y organizaciones sociales que intervienen en la cuenca, mediante la realización de un mapeo de actores. Con este instrumento, además de conocer a los principales actores sociales e institucionales, se pudo examinar sus intereses, posturas e iniciativas frente a la posibilidad de instalar el sistema de humedales artificiales en la cuenca.

Paralelo al proceso de diagnóstico de la cuenca y la identificación de actores sociales, se trabajó en la localización de terrenos con las condiciones sociales, jurídicas y técnicas adecuadas, para albergar un humedal artificial. Como resultado, se ubicaron y analizaron las condiciones de 12 predios, entre los cuales destaca el terreno agrícola de San Sebastián el Chico, elegido para instalar el humedal piloto demostrativo que trataría las aguas residuales de San Mateo.

Una vez identificado y adquirido el predio para el humedal piloto demostrativo, se elaboraron propuestas para desarrollar proyectos productivos vinculados a los humedales artificiales. El objetivo es aprovechar el agua residual tratada, reusándola en actividades productivas, con la participación activa de la comunidad.

Por otro lado, en esta fase se desarrolló e implementó una estrategia de participación social, integrada por tres componentes: a) Fomento a la participación social, b) Mediación con actores sociales que intervengan en el proyecto y c) Estrategia de Comunicación e Información. El objetivo de la estrategia es el involucramiento informado de la población, que propicie la apropiación social de los humedales.

Con el predio agrícola adquirido (mediante renta en usufructo por 20 años), se procedió a gestionar los permisos requeridos por las dependencias gubernamentales (SEMARNAT y municipio) y a elaborar el proyecto ejecutivo del humedal. Una vez obtenidos los permisos necesarios (Manifestación de Impacto Ambiental (MIA) en SEMARNAT y construcción en el Municipio) se procedió a iniciar la construcción del humedal artificial demostrativo.

Cabe señalar que al iniciar los trabajos de construcción del humedal en el terreno señalado, se presentó un grupo de pobladores de Amanalco, liderado por un político vinculado a la organización priista CTM, que impidió la realización de la obra. Ante estos hechos, y a fin de no provocar una situación de confrontación social, se decidió ubicar un sitio alternativo para concretar la instalación del humedal artificial demostrativo.

La búsqueda no fue larga debido a la solicitud expresada por los directivos del hospital rural del IMSS en Amanalco, quienes requerían apoyo para contar con un sistema de tratamiento que complementara el saneamiento de las aguas residuales del hospital, que venían realizando parcialmente con una PTAR de lodos activados. A cambio, ofrecieron el terreno y la infraestructura sanitaria para la instalación de un humedal artificial.

4. Resumen ejecutivo

A continuación, se presenta un resumen de las actividades y resultados de las actividades desarrolladas en este proyecto.

4.1 Delimitación y caracterización socio-productiva de la zona de estudio.

Con objeto de contar con información sobre las características demográficas, socioeconómicas, acceso a servicios básicos y fortaleza organizativa de las localidades seleccionadas de la cuenca Valle de Bravo Amanalco, se desarrolló un diagnóstico que arrojó los resultados siguientes.

Se trata de una región eminentemente rural, donde predominan las actividades del sector primario (agricultura, ganadería, silvicultura y truticultura). Históricamente la agricultura ha sido la base del sustento familiar y de identidad cultural, aunque recientemente la silvicultura y la truticultura están cobrando relevancia.

En términos poblacionales y de acceso a los servicios básicos, esta región está compuesta básicamente por localidades menores a 2,500 habitantes, las cuales tienen problemas con el acceso a los servicios de agua y saneamiento. En relación al drenaje, los datos del INEGI señalan que estas localidades tienen coberturas superiores al 80%. Sin embargo, el diagnóstico indica que el servicio de saneamiento es inexistente. Algunas localidades tienen drenaje (Amanalco y San Juan); pero sus aguas residuales no reciben tratamiento por deficiencias en los colectores o por el mal funcionamiento de la planta de tratamiento (PTAR) de San Juan a donde se dirige esta agua.

Otras localidades cuentan parcialmente con drenaje; en el caso de San Miguel Tenextepac sólo la mitad del poblado cuenta con un colector de drenaje, pero no tiene conexiones domiciliarias. En el caso de San Mateo, casi toda la localidad cuenta con drenaje, pero sólo

una cuarta parte de sus viviendas están conectadas al colector (105 de 407 viviendas); por otro lado, dicho colector descarga directamente al río.



Fotos 4.1.1 y 4.1.2- Aspectos de la infraestructura de drenaje de las localidades de Amanalco.

4.2 Revisión y análisis de la situación jurídica y legal de los terrenos en los que se proyecta la construcción de los humedales.

En relación a esta actividad, en primer lugar, se determinaron criterios para conocer la factibilidad de los terrenos para instalar humedales artificiales. Algunos de los criterios adoptados fueron los siguientes: a) técnicos: disponibilidad de terreno con superficie suficiente para atender necesidades de la población, existencia de infraestructura de drenaje, topografía adecuada, etcétera; b) sociales: reconocimiento social de la propiedad del potencial vendedor, disposición expresa de los propietarios a vender o rentar por al menos 20 años su terreno; c) legales: existencia de documento que acredite la propiedad del terreno, inexistencia de conflictos legales por posesión del terreno y d) económicos: precio acorde a los precios comerciales de la zona, terreno preferentemente de temporal, entre otros.

Para el caso de las localidades del municipio de Amanalco, se procedió a dividir la zona conocida como "La Laguna" en cinco zonas, donde se buscaron, mediante recorridos y entrevistas con los propietarios, los terrenos que reunieran los criterios antes señalados y determinar los predios idóneos para instalar los humedales artificiales.

Con esta metodología se encontraron siete terrenos con factibilidad en el municipio de Amanalco, los cuales se muestran en la siguiente figura.

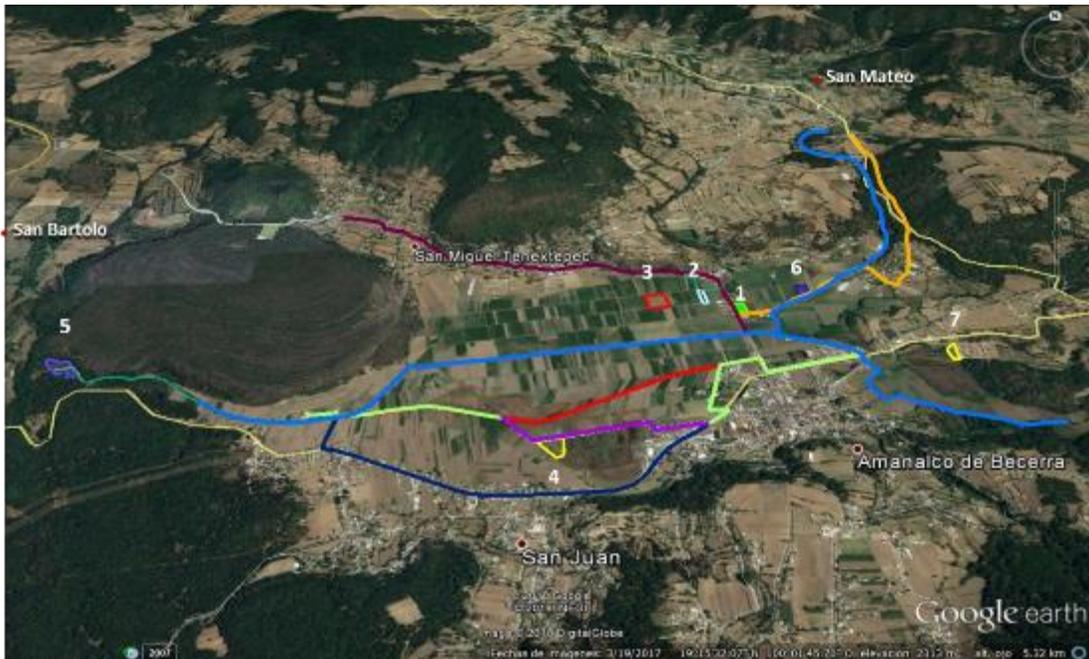


Figura 4.2.1- Terrenos potenciales para instalar humedales artificiales en Amanalco.

Cabe señalar que el predio señalado con el número uno, fue el sitio elegido para la construcción del humedal artificial demostrativo, que trataría las aguas residuales de San Mateo. Este terreno está ubicado en las parcelas agrícolas de San Sebastián el Chico, que fue rentado en usufructo por 20 años por el Consejo Civil Mexicano para la Silvicultura Sostenible (CCMSS) para la instalación del sistema de tratamiento.

En el caso del rastro el Salitre de Valle de Bravo, se identificaron terrenos agrícolas que pertenecen al ejido de San Francisco Mihualtepec, Donato Guerra, los cuales cuentan con factibilidad técnica, social y legal para instalar humedales artificiales.

En el caso de la granja trutícola de la parte alta de la cuenca, se tiene identificada y concertada, la posibilidad de instalar un humedal en la granja Los Encinos, perteneciente al municipio Amanalco.

4.3 Identificación y caracterización de actores sociales.

La identificación y caracterización de los principales actores sociales e institucionales de la cuenca, permitió conocer los intereses, percepciones y postura de los actores frente a la instalación de humedales artificiales en la cuenca. Para realizar el mapeo de actores, se entrevistaron líderes locales, funcionarios gubernamentales (municipales y estatales), representantes de organizaciones sociales y población en general.

Con estos instrumentos informativos se identificaron los ámbitos de acción donde intervienen los actores sociales e institucionales identificados. Además, el mapeo permitió conocer la posición de los actores sociales en términos de su conocimiento de los humedales artificiales (eje de las X) y de su disposición a participar en un proyecto para la instalación de humedales artificiales (eje de las Y).

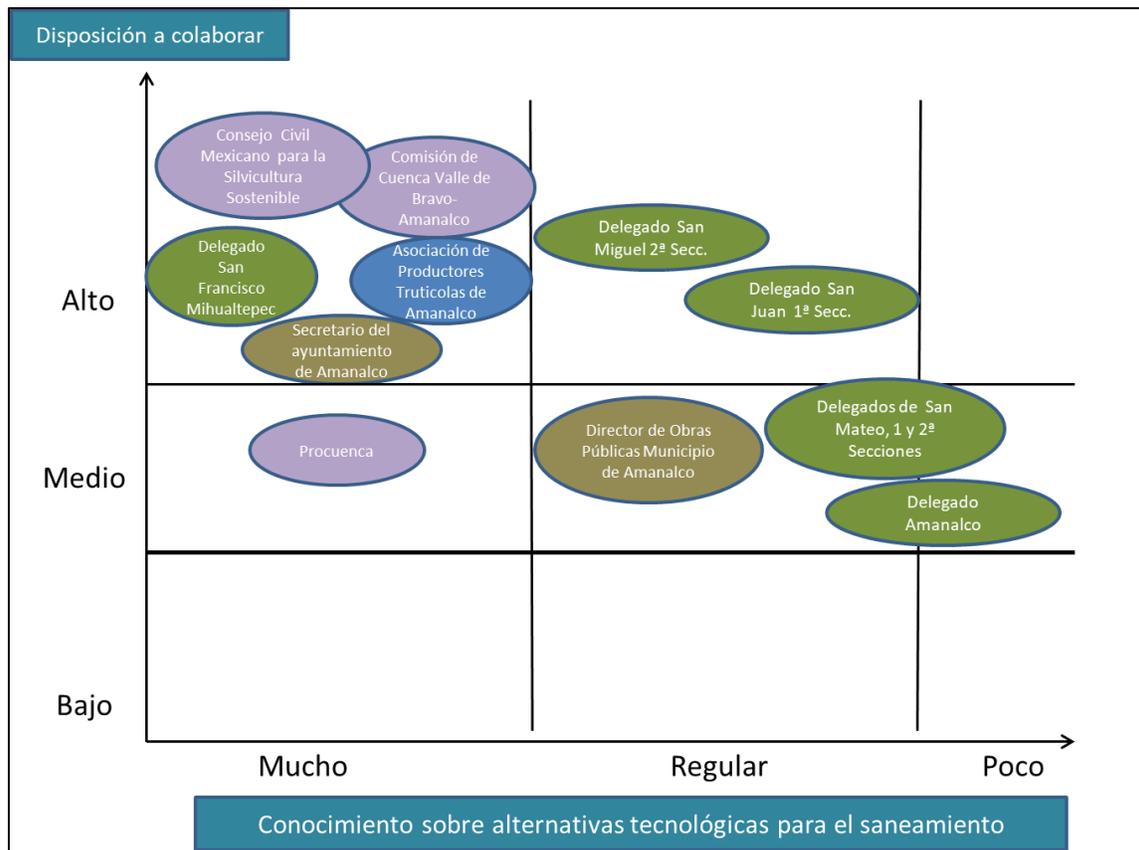


Figura 4.3.1- Conocimiento y disposición a participar en proyecto de instalación de humedales artificiales.

4.4 Elaboración de proyectos productivos vinculados al sistema de humedales artificiales.

Para la elaboración de los proyectos productivos que se sugiere desarrollar en los humedales artificiales, se tomaron en cuenta los resultados del diagnóstico socio productivo, el cual indica que la actividad agrícola es la más importante en la cuenca Amanalco. Por otro lado, si bien hay disponibilidad de agua para riego, se detectaron dos problemas en esta actividad: a) en época de estiaje el agua es insuficiente para los agricultores y b) el agua llega contaminada por el manejo inadecuado de agroquímicos. Esta

problemática vuelve atractivo a los agricultores la posibilidad de reusar el agua residual tratada en sus parcelas.

Cabe señalar que en el caso del humedal artificial demostrativo que se empezó a construir en San Sebastián el Chico, se realizaron trabajo de consenso con productores agrícolas de la región y con organizaciones sociales, en torno a la posibilidad de implementar los siguientes tres proyectos productivos:

- 1) Cultivo, cosecha y comercialización de flores de ornato en el humedal demostrativo.
- 2) Cultivo, cosecha y aprovechamiento de especies vegetales para artesanía.
- 3) Aprovechamiento del agua residual tratada en la agricultura de los predios aledaños.



Fotos 4.4.1 y 4.4.2- Planta de Alcatraz y manufactura de artesanías.



Figura 4.4.1- División parcelaria de predios susceptibles de utilizar el agua residual tratada.

Dada las características productivas de la región, se sugiere replicar estos proyectos productivos en las otras localidades donde se instalen humedales artificiales.

4.5 Estrategia de participación social

La estrategia de participación social, se diseñó a partir de la integración de tres componentes para lograr la construcción de humedales artificiales: Fomento a la participación social; Mediación con actores sociales que intervengan en el proyecto y Estrategia de Comunicación e Información.

Sobre el componente del fomento a la participación, se desarrolló y aplicó una metodología que privilegia la realización de actividades que promueven la reflexión colectiva sobre la falta de saneamiento en la cuenca y la necesidad de implementar acciones que resuelvan el problema. Las actividades desarrolladas fueron: talleres, reuniones, asambleas, visitas de intercambio de experiencias con poblaciones con humedales artificiales (visita a San Jerónimo Purenchécuaro, Michoacán) y entrevistas con pobladores de las comunidades seleccionadas de esta cuenca.

Por medio de estos talleres se realizaron diagnósticos comunitarios de la problemática socioambiental de la cuenca, además de detonar procesos de sensibilización sobre la necesidad de sanear las aguas residuales de la cuenca, mediante sistemas de saneamiento como los humedales artificiales.



Fotos 4.5.1 y 4.5.2- Desarrollo de asambleas comunitarias en Amanalco.

En relación al componente de mediación con actores Sociales, se desarrolló una estrategia que brinda elementos y técnicas para prevenir y resolver los conflictos sociales por el agua. Esta estrategia parte de entender la naturaleza del conflicto; el conocimiento de sus causas, los actores participantes y los intereses involucrados, como elementos centrales en la aplicación de mecanismos de negociación y resolución del conflicto. De las actividades

desarrolladas en este tema, destaca la realización del Taller “Prevención y resolución de conflictos por el agua”, con la presencia de 32 pobladores de las localidades del municipio de Amanalco.

La estrategia de comunicación fue un elemento esencial para el desarrollo de las actividades de participación y mediación de actores, pues mediante este componente se desarrollaron todos los materiales de comunicación y difusión que se diseñaron y distribuyeron en las reuniones, talleres, asambleas y a la población en las calles. Entre los materiales elaborados podemos mencionar los siguientes: trípticos, polípticos, folletos, carteles y un video. El objetivo de estos materiales fue doble; por un lado, la sensibilización de la población ante la problemática sanitaria y ecológica ante la falta de saneamiento de las aguas residuales que padece la cuenca Valle de Bravo Amanalco y, por otro lado, la difusión de la alternativa tecnológica que ofrece este proyecto, es decir, la instalación de un sistema de humedales artificiales en algunas localidades de la cuenca.

4.6 Dimensionamiento, diseño físico e instalación del sistema de tratamiento.

Durante el mes de febrero de 2017 el CCMSS informó al IMTA que se obtuvo en usufructo, para un periodo de 20 años, el terreno ubicado en San Sebastián el Chico, cuya superficie para instalar el sistema demostrativo de tratamiento de aguas residuales municipales es de 3,987.68 m². Se ubica en las coordenadas GPS: Latitud: 19°15' 35.82665"N, Longitud: 100°01'15.049453"O, a 2,440 msnm. El sistema de tratamiento corresponde a un sistema híbrido conformado de humedales artificiales y lagunas de maduración. El agua residual que se tratará en el sistema, es generada en la comunidad de San Mateo, aunque por causas de disponibilidad de terreno y de una problemática legal, se logró obtener el predio localizado en San Sebastián el Chico, en el municipio de Amanalco. Con base en el tamaño y forma del predio disponible para la instalación del sistema de tratamiento, el dimensionamiento se realiza para un caudal de 0.48 L/s (para 400 habitantes), que corresponde al 22.8% del agua residual generada en San Mateo.

Previo al dimensionamiento y diseño físico del sistema de tratamiento se realizaron estudios de ingeniería básica (topografía, mecánica de suelos y caracterización de la descarga). Con base en la topografía se verificó que el terreno es casi plano, ya que las cotas van desde los 2,313.30 m hasta los 2,313.60 m.

El estudio de mecánica de suelos se efectuó de acuerdo a la NMX-C431-ONNCCE-2002, a través de la obtención de una muestra mediante la penetración dinámica que cuenta número de golpes, la cual fue sometida a los ensayos de laboratorio correspondientes, para su identificación y pruebas de resistencia, para conocer sus propiedades mecánicas y con estos parámetros efectuar el diseño de cimentación para la construcción del humedal demostrativo. Este estudio trajo como resultado la capacidad de carga admisible o recomendada del terreno natural, así como la profundidad recomendada para el inicio de

la construcción del humedal demostrativo; el valor permisible de capacidad de carga es de 5.03 t/m^2 , hasta la profundidad de 2.0 m y corresponde al dato utilizado para cálculo de las estructuras del tanque séptico y del pretratamiento. Respecto a la estabilidad del tanque séptico, como se indica en el estructural del tanque séptico, no se observó ningún problema. Se concluye que no se presentarán deformaciones excesivas, que puedan poner en riesgo el buen funcionamiento y operatividad de la estructura

Para la caracterización de la descarga se realizó el muestreo en el pozo de visita del drenaje que se ubica en las coordenadas con latitud $19^{\circ}16'33.35''\text{N}$ y longitud $100^{\circ}0'40.77''\text{O}$, en la localidad de San Mateo. El caudal promedio medido fue de 0.105 L/s. Este pequeño caudal se debió principalmente a la escasa conexión existente de descargas domiciliarias al colector principal. La temperatura del agua osciló entre 16.2 y 20.1 °C y la del ambiente entre 7 y 22 °C. El valor de pH obtenido fue de 7.2 el cual está dentro de los valores típicos de aguas residuales municipales en México. Los resultados de laboratorio fueron: demanda bioquímica de oxígeno (DBO), 41.58 mg/L, nitrógeno total (NT), 2.81 mg/L, fósforo total (PT) 1.9 mg/L, sólidos suspendidos totales (SST), 22 mg/L y coliformes fecales (CF), $1.3 \text{ E}+04$ NMP/100 ML. Todos estos valores están por debajo de los valores típicos para un agua residual de zonas rurales, debido a la dilución obtenida por la presencia de lluvias. Ante esta situación se optó por estimar los datos de proyecto con base en los valores típicos de carga másica per cápita (p.e.) citados en Metcalf & Eddy (1991) y Haith (1992), por lo que los datos de proyecto fueron: demanda bioquímica de oxígeno (DBO), 673 mg/L, nitrógeno total (NT), 96.15 mg/L, fósforo total (PT) 22.12 mg/L, sólidos suspendidos totales (SST), 576.22 mg/L y coliformes fecales (CF), $2.7\text{E}+7$ NMP/100 ML. El diseño contempla la eliminación total de huevos de parásitos, por lo que el agua tratada se proyecta sea reutilizada en riego de cultivos, restringidos y no restringidos, así como protección de la vida acuática.

El sistema de tratamiento consiste de: influente (agua derivada del pozo de visita del colector de aguas residuales), pretratamiento (rejillas, desarenador, fosa de filtrado y lecho de secado), tanque séptico, humedal de lodos, humedal de tratamiento 1, laguna de maduración 1, humedal de tratamiento 2, laguna de maduración 2 y humedal de tratamiento 3.

El sistema seleccionado no requiere de energía eléctrica, funciona por gravedad, y no se requiere de sustancias químicas como el cloro o luz ultravioleta para realizar la desinfección. El agua tratada descargará al canal de riego que pasa junto al predio donde se ubica el humedal, ya sea para ser descargada al río (en su columna protección de la vida acuática) o bien para su reúso en riego de cultivos, conforme a la NOM-001-SEMARNAT-1996

El dimensionamiento de los humedales se realizó con base en la EPA (1993 y 2000) y las lagunas de maduración conforme al manual de lagunas (IMTA 1992). El área total de tratamiento fue de $1,115 \text{ m}^2$ y un área per cápita de $2.8 \text{ m}^2/\text{hab}$. Con base en el dimensionamiento y el diseño físico se generaron 12 planos, el catálogo de conceptos y el presupuesto (generado de acuerdo con los costos unitarios de la CONAGUA). El presupuesto

conjunto entre el colector marginal y el sistema de tratamiento fue de \$948,029.54, antes de IVA. El plan de obra se elaboró para un periodo de dos meses.

Para conducir el agua residual hasta el sistema de tratamiento, a partir del colector principal, se requirió elaborar un proyecto ejecutivo del colector marginal, que incluye: limpieza, trazo y nivelación de la poligonal abierta del trazo del colector marginal al colector existente; excavación para alojar la tubería; establecimiento de cama para el soporte de la tubería; colocación de la tubería; relleno de excavaciones con material producto de la excavación; y compactación del material de la cepa. La distancia de este colector es de 421 m, con un diámetro de tubería de 8". Se elaboró el cálculo hidráulico y el análisis de alternativas para el colector de aguas residuales. (Anexo 7).

Previo a la instalación del sistema se gestionó ante la SEMARNAT la exención de la Manifestación de Impacto Ambiental (MIA) y se efectuó el estudio de mercado, así como el proceso de licitación de la obra. Una vez atendidos todos los aspectos técnicos y legales se dio inicio a la instalación del sistema de tratamiento, sin embargo, la obra requirió ser suspendida debido a la inconformidad que manifestaron algunos integrantes de la localidad de San Sebastián el Chico, argumentando que sus terrenos se devaluarían con la obra y de que las plantas de tratamiento, por sí mismas representan un riesgo sanitario. Ante esta situación se recomendó instalar el humedal artificial en otro sitio, una vez que se realice la respectiva sensibilización comunitaria, así como la aceptación de esta alternativa tecnológica, lo que funcionará como punta de lanza para su instalación en diversas localidades, con lo que se mitigarán problemas ambientales, de salud y de reducir la velocidad de eutroficación y contaminación en la cuenca de Amanalco y en la presa de Valle de Bravo.

5. Desarrollo de la investigación y principales resultados.

A continuación se presentan los resultados de las actividades que componen este convenio de colaboración entre el Instituto Mexicano de Tecnología del Agua (IMTA) y la Comisión Nacional del Agua (Conagua) a través del Organismo de Cuenca Aguas del Valle de México (OCAVM).

Las actividades que integran el presente convenio, son las siguientes:

- 5.1 Delimitación y caracterización socio-productiva de la zona de estudio (zona de construcción de los humedales).
- 5.2 Revisión y análisis de la situación jurídica y legal de los terrenos en los que se proyecta la construcción de los humedales.
- 5.3 Identificación y caracterización de actores sociales.
- 5.4 Elaboración de proyectos vinculados al sistema de humedales artificiales.
- 5.5 Elaboración de una estrategia de participación social.
 - 5.5.1 Fomento a la participación social
 - 5.5.2 Mediación con actores sociales que intervengan en el proyecto
 - 5.5.3 Estrategia de comunicación e información.
 - 5.5.4 Taller de capacitación de operación y mantenimiento de humedales.
- 5.6 Instalación del humedal piloto demostrativo.

5.1. Delimitación y caracterización socio-productiva de la zona de estudio (zona de construcción de los humedales).

Introducción.

La subcuenca del río Amanalco, con una superficie de 22,635.386 hectáreas (cálculo propio a partir de mapas generados por Guillermo Rentería *et al.*, 2005) es la de mayor extensión dentro de la cuenca de Amanalco-Valle de Bravo (Instituto Mexicano de Tecnología del Agua [IMTA] y Fundación Gonzalo Río Arronte [FGRA], 2012).

Se encuentra situada en el poniente del Estado de México (IMTA *et al.*, 2012), formando parte de la Región Hidrológica 18, cuenca del río Balsas y dentro de esta, a la cuenca del río Cutzamala y a su vez a la cuenca Tilostoc (IMTA *et al.*, 2012). Además, la cuenca se circunscribe a la provincia fisiográfica Eje Neovolcánico Transversal, (Instituto Nacional de Ecología [INE], 2006) y está dentro de un Área Natural Protegida (ANP) denominada Área de Protección de Recursos Naturales Zona Protectora Forestal “Cuencas de los ríos Valle de Bravo, Malacatepec, Tilostóc y Temascaltepec” (Secretaría del Medio Ambiente del Gobierno del Estado de México), con importantes elementos naturales, como Regiones Terrestres prioritarias (RTP), Regiones Hidrológicas prioritarias (RHP) y Áreas de importancia para la Conservación de las Aves (AICA) (Comisión Nacional de Áreas Naturales Protegidas [CONANP], 2011).

La cuenca de Amanalco-Valle de Bravo cubre en su totalidad el municipio de Amanalco de Becerra, así como la mayor parte de Valle de Bravo y en menor medida los municipios de Donato Guerra, Villa de Allende, Villa Victoria, Temascaltepec, Almoloya de Juárez y Zinacantan, como muestra el mapa 1 (IMTA *et al.*, 2012). Mientras que la subcuenca del río Amanalco, ubicada entre la latitud 19° 12' y 19° 20' y entre la longitud 99° 51' y la 100° 09' (Consulta a Google Earth, 2016), abarca en su mayoría el municipio de Amanalco, y partes menores de los municipios de Donato Guerra, Valle de Bravo y Villa de Allende.

La subcuenca tiene 29 localidades. Actualmente, la población de la subcuenca asciende a 29,317 habitantes (Instituto Nacional de Estadística y Geografía [INEGI], 2010) dividida a lo largo de las diferentes secciones de varios municipios que integran la subcuenca. La localidad con mayor concentración poblacional de la subcuenca es San Juan, con un total de 2,962 habitantes, lo que lo hace ser la única localidad con carácter urbano según la clasificación del INEGI. Las siguientes localidades con mayor población son: San Jerónimo con 2,472 habitantes y San Bartolo con 2,360 habitantes, ubicadas en el municipio de Amanalco (INEGI, 2010). En estas tres comunidades se tiene el 26.59 % de la población de la subcuenca.

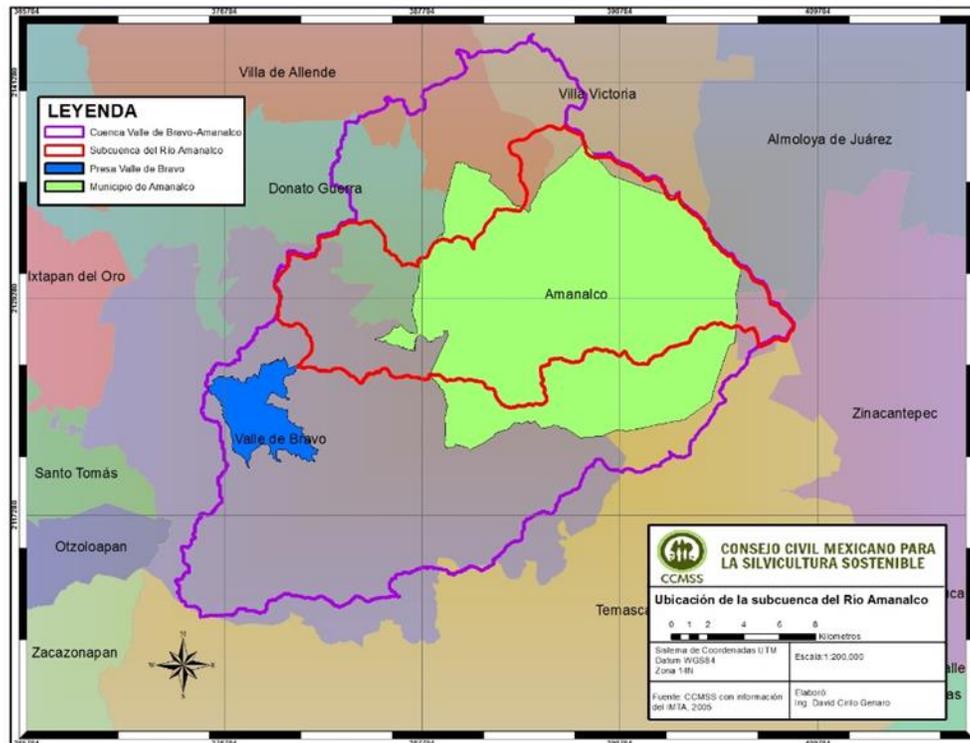


Figura 5.1.1.- Mapa de municipios de la Cuenca de Amanalco-Valle de Bravo.
Fuente: CCMSS, con información del IMTA, 2005.

La cuenca Amanalco-Valle de Bravo forma parte de las cuencas del Cutzamala y la presa Miguel Alemán, ubicada en Valle de Bravo, es una de las seis presas del Sistema Cutzamala, el cual provee de agua a la Ciudad de México, Toluca y la zona metropolitana. La subcuenca del río Amanalco es de especial importancia para la provisión de agua a la presa Valle de Bravo, ya que el río Amanalco aporta entre 30% y 40% del agua total de la cuenca que llega hasta la presa. Este río es también el mayor aportante de nutrientes al embalse (Ramírez, J. 2004), y, por lo tanto, atender las dinámicas territoriales que están generando esa aportación de nutrientes es estratégico para poder mantener la salud de la presa. Por esa razón, una serie de actores locales a la par de la CONAGUA se han preocupado por generar alternativas tanto de manejo de la tierra como de tratamiento de aguas residuales para poder solucionar esta situación y así garantizar la salud de la presa y la extensión de la vida útil del Sistema Cutzamala.

Como parte de este esfuerzo, el presente documento hace un análisis de la problemática socioeconómica y socio-ambiental de la subcuenca del río Amanalco, con énfasis en la situación de 4 localidades del municipio de Amanalco que han sido identificadas como prioritarias para el establecimiento de sistemas alternativos del tratamiento de aguas residuales: San Mateo, San Miguel Tenextepec, Amanalco y San Juan. Además de la

cabecera municipal del municipio de Valle de Bravo, dado que se pretende instalar un humedal que atienda la contaminación de su rastro “El Salitre”.

El análisis aquí presentado parte de una revisión de una serie de documentos generados en el pasado por el IMTA, la Comisión de Cuenca, el Gobierno del Estado y las organizaciones de la sociedad civil. Además, se utilizó información recabada por el Consejo Civil Mexicano para la Silvicultura Sostenible (CCMSS) de 2015 a 2017 durante el proceso de generación de un programa interinstitucional de trabajo para la recuperación de la subcuenca. Asimismo, una parte importante de la información fue generada como parte del convenio IMTA-CONAGUA a través de un proceso de levantamiento de entrevistas y talleres locales.

Se espera que esta información pueda contribuir a hacer una buena planeación de las estrategias necesarias para poder establecer sistemas alternativos de tratamiento de aguas residuales que ayuden a disminuir la entrada de nutrientes al embalse de Valle de Bravo y al mismo tiempo mejorar las condiciones de vida de las poblaciones locales y la calidad de los ecosistemas.

5.1.1. El contexto sociodemográfico y socioeconómico de las localidades seleccionadas.

Los actores sociales ejercen una presión sobre el recurso hídrico e inciden en la disponibilidad de agua. Todos estos elementos deben tomarse en cuenta para definir políticas y programas que atiendan las prioridades sociales. La gestión integrada del recurso hídrico requiere también de la participación social y, por ello, es importante conocer las condiciones y tendencias de cada región, cuenca, municipio o localidad.

5.1.1.1 Tamaño de la Población.

El Estado de México ocupa el primer lugar a nivel nacional por su número de habitantes, en el Censo de Población y Vivienda 2010 de INEGI se registraron 15,175,862 habitantes. El municipio de Amanalco representa el 0.2% de la población estatal, mientras que el municipio de Valle de Bravo representa el 0.4% de la población estatal.¹ La población total del municipio de Amanalco según el Censo de Población y vivienda es de 22,868 habitantes en 33 localidades y en Valle de Bravo 61,599 en 76 localidades.

La siguiente tabla muestra la población total del municipio de Amanalco y Valle de Bravo, así como también las localidades Amanalco, San Juan, San Mateo y San Miguel (Tenextepec) y Valle de Bravo respectivamente; como puede observarse las localidades de San Juan y Valle de Bravo son consideradas como localidades urbanas mientras que las otras son de carácter rural por ser menores a 2,500 habitantes.

¹ Encuesta Intercensal 2015

Tabla 5.1.1.1.1- Población total.

Municipio	Nombre de localidad	Población Total
Amanalco		22,868
	Amanalco de Becerra	1,349
	San Juan	2,962
	San Mateo	1,750
	San Miguel (Tenex-tepec)	862
Valle de Bravo		61,599
	Valle de Bravo	25,554

Fuente: Censo de Población y vivienda 2010 de INEGI.

De la población total del municipio de Amanalco, el 49% son hombres (11,224) y el 51% mujeres (11,644), mientras que a nivel localidad, la población masculina es de 46.5% para Amanalco, 49.5% para San Juan, 49.6% para San Mateo y 48.2% para San Miguel (Tenex-tepec). Para el caso del municipio y la localidad de Valle de Bravo, se encuentra representado en un 49% de la población de sexo masculino. La proporción entre hombres y mujeres se mantiene relativamente igual para cada una de las localidades de los dos municipios, lo que representa una oportunidad para reducir la desigualdad en la participación de las mujeres en el manejo y cuidado del agua.

Tabla 5.1.1.1.2- Población masculina y femenina.

Municipio	Nombre de localidad	Población Total	Población Masculina	Población Femenina
Amanalco		22,868	11,224	11,644
	Amanalco de Becerra	1,349	628	721
	San Juan	2,962	1,467	1,495
	San Mateo	1,750	868	882
	San Miguel (Tenex-tepec)	862	416	446
Valle de Bravo		61,599	30,296	31,303
	Valle de Bravo	25,554	12,546	13,008

Fuente: Censo de Población y vivienda 2010 de INEGI.

5.1.1.2 Tasa de crecimiento poblacional.

La tasa de crecimiento poblacional (crecimiento total por cada cien habitantes) para el estado de México en 2016 fue de 1.44 con una tendencia de menor crecimiento en 2030, año en el que se estima baje a 0.92 de acuerdo a datos del Conapo.

Tabla 5.1.1.2.1- Tasa de crecimiento total.

Año	Tasa de crecimiento total
1990	3,02
1995	2,48
2000	2,02
2005	1,84
2010	1,71
2015	1,48
2016	1,44
2017	1,40
2018	1,36
2019	1,32
2020	1,28
2021	1,24
2022	1,20
2023	1,17
2024	1,13
2025	1,09
2026	1,06
2027	1,02
2028	0,99
2029	0,95
2030	0,92

Fuente: Elaborado a partir de: Conapo. Indicadores demográficos 1990-2030.

5.1.1.3 Población urbana y rural.

La población rural (con una población menor o igual a 2,500 habitantes) del municipio de Amanalco representa 87% de la población total (19,906 habitantes), el restante 13% (2,962 habitantes) se ubica en una sola localidad (San Juan). En el municipio de Valle de Bravo el 50.5% (31,097 habitantes) de la población habita en zonas urbanas y el restante 49.5% (30,502 habitantes) se ubica en zonas rurales.

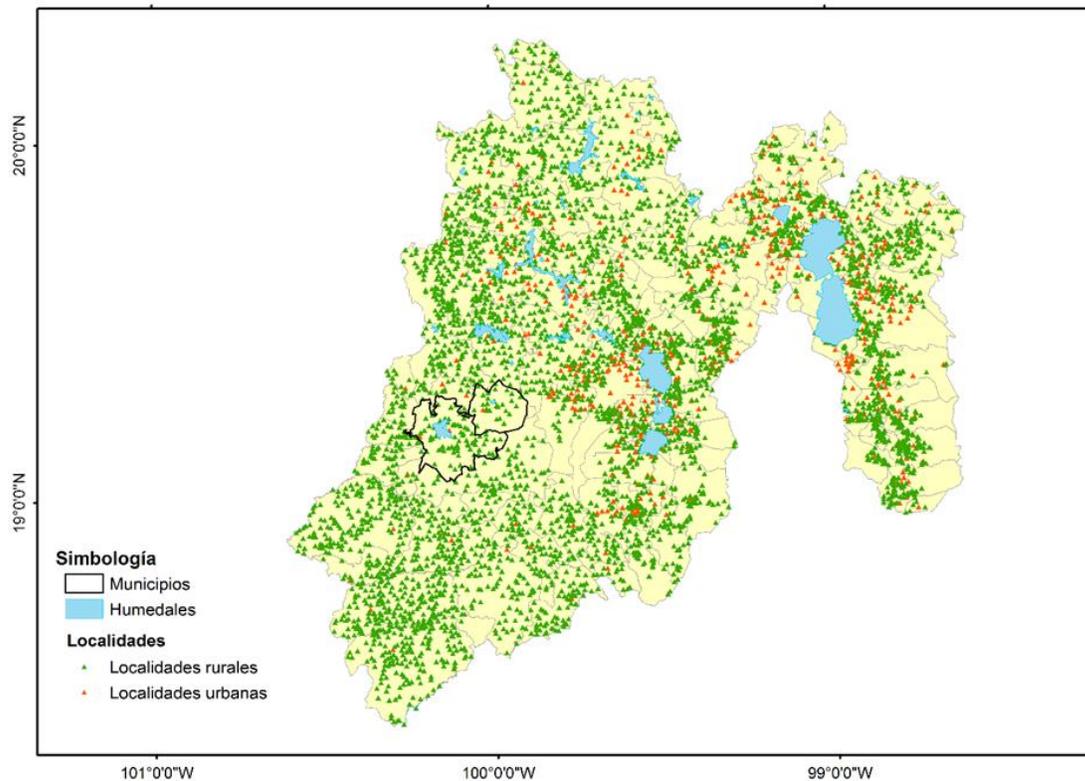


Figura 5.1.1.3.1- Localidades urbanas y rurales del Estado de México.

Fuente: INEGI. Censo de Población y vivienda 2010.

El Estado de México tiene 4,844 localidades, de las cuales 533 son urbanas y 4,311 rurales, para el caso de los municipios de Amanalco se tiene una localidad urbana y 30 localidades rurales; para el municipio de Valle de Bravo se tienen dos localidades urbanas y 72 rurales. Por las características y dispersión de las localidades rurales se hace más difícil dotar a su población de agua potable y saneamiento, por lo que la tendencia general es a tener valores menores en la cobertura de estos servicios en comparación con los centros urbanos.

Tabla 5.1.1.3.1- Población urbana y rural.

Municipio	Nombre de localidad	Población total	Población Urbana	Población Rural
Amanalco de Becerra		22,868	2,962	19,906
	Amanalco de Becerra		-	1,349
	San Juan		2,962	
	San Mateo		-	1,750
	San Miguel (Tenex-tepec)		-	862
Valle de Bravo		61,599	31,097	30,502
	Valle de Bravo		25,554	-

Fuente: Censo de Población y vivienda 2010 de INEGI.

5.1.1.4 Grupos etarios (Estructura de la población por edad).

En el municipio de Amanalco habitan 1,552 infantes menores a 2 años, lo que equivale al 6.8% de la población total del municipio. El 88.2% de la población son personas de 3 a 130 años de edad. En el municipio de Valle de Bravo habitan 3,8676 infantes menores a 2 años, lo que representa el 6.3% de la población total del municipio y el 37.7% de los infantes radican en la cabecera municipal de Valle de Bravo. El 93.3% de la población total del municipio son personas de 3 a 130 años de edad.

La estructura de la población por grupos de edad en el municipio de Amanalco, arroja los siguientes resultados: de 3 a 5 años es de 1,595 habitantes; la de 8 a 14 es de 3,739; en el rango de edad de 15 a 17 años se tienen 1,634 personas y, por último, la población mayor de 60 años suma 1,786 de personas. En términos porcentuales, 50.4% de la población está en edad productiva, entre los 18 y 59 años, mientras que los grupos de edad dependientes (de 0 a 5 años, de 6 a 11, 12 a 17, y de 60 y más) en total suman 49.6%.

Tabla 5.1.1.4.1- Población por edad Amanalco.

Población	Total del Municipio	Amanalco de Becerra	San Juan	San Mateo	San Miguel (Tenextepc)
Población Total	22,868	1,349	2,962	1,750	862
Población de 3 a 5 años	1,595	72	188	111	57
Población de 6 a 11 años	3,104	154	422	232	88
Población de 8 a 14 años	3,739	201	494	265	114
Población de 12 a 14 año	1,664	96	221	112	55
Población de 15 a 17 año	1,634	82	230	116	72
Población de 18 a 24 años	3,202	157	410	235	136
Población de 60 años y más	1,786	131	213	139	87

Fuente: Censo de Población y vivienda 2010 de INEGI.

La estructura de la población por grupos de edad en el municipio de Valle de Bravo, arroja los siguientes resultados: de 3 a 5 años es de 3,885 habitantes; la de 8 a 14 es de 8,760; en el rango de edad de 15 a 17 años se tienen 3,933 personas y, por último, la población mayor de 60 años suma 4,450 de personas. En términos porcentuales, 55.4% de la población está en edad productiva, entre los 18 y 59 años, mientras que los grupos de edad dependientes (de 0 a 5 años, de 6 a 11, 12 a 17, y de 60 y más) en total suman 44.6%.

Tabla 5.1.1.4.2- Población por edad Valle de Bravo.

Población	Total de la Entidad	Total del Municipio	Valle de Bravo
Población Total	15,175,862	61,599	25,554
Población de 3 a 5 años	896,023	3,885	1,490
Población de 6 a 11 años	1,788,406	7,644	2,977
Población de 8 a 14 años	2,034,463	8,760	3,437
Población de 12 a 14 año	843,361	3,695	1,468
Población de 15 a 17 año	882,563	3,933	1,515
Población de 18 a 24 años	1,948,965	8,698	3,600
Población de 60 años y más	1,137,647	4,450	1,858

Fuente: Censo de Población y vivienda 2010 de INEGI.

5.1.1.5 Etnias y uso de lenguas indígenas.

De acuerdo con la cartera de metadatos geográficos, de la Conabio, en el Estado de México habitan 5 grupos étnicos reconocidos: Matlatzinca, Mazahua, Náhuatl, Otomí y Tlahuica; podemos ubicar su localización en la siguiente figura. Las regiones indígenas son territorios definidos por la Comisión Nacional para el Desarrollo de los Pueblos Indígenas (CDI) donde confluyen elementos y procesos que generan una dinámica económica, social y cultural que resulta particular y contribuye a la reproducción de los pueblos indígenas.

En el municipio de Valle de Bravo, se concentra principalmente un grupo étnico: el Mazahua; por su parte en el municipio de Amanalco predomina el Otomí. De acuerdo con el Censo de Población y Vivienda 2010, los municipios con mayor población de tres años y más, hablante de alguna lengua indígena en el Estado de México, son: Donato Guerra, Villa Victoria, Villa de Allende y Amanalco.

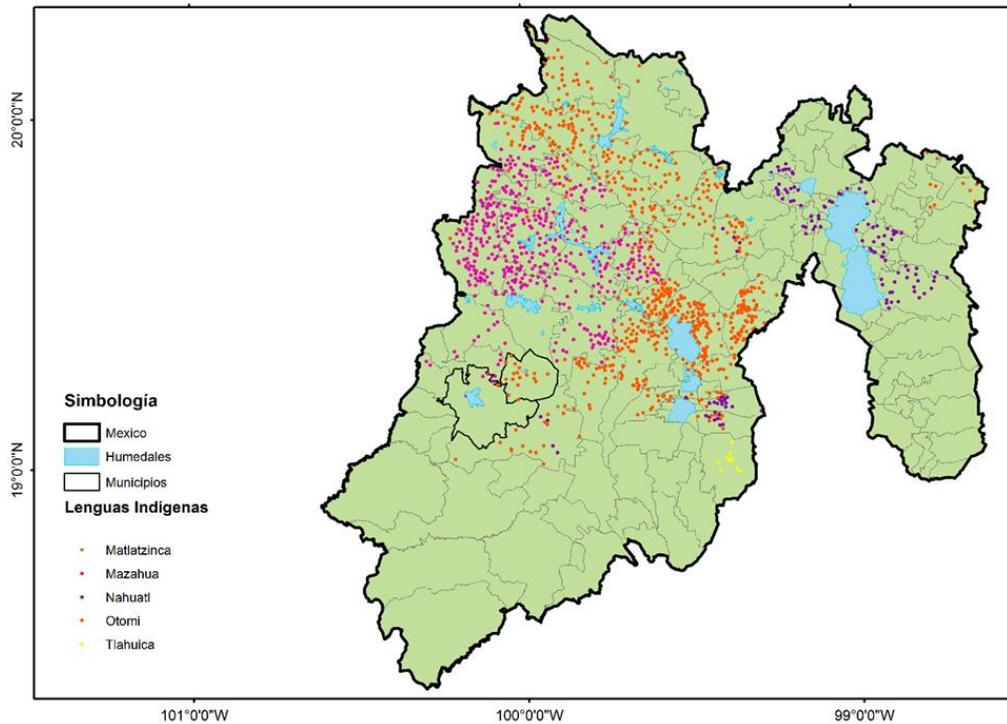


Figura 5.1.1.5.1- Localidades Indígenas. Elaborado con datos de la cartera de metadatos geográfico. Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad. 2008.

<http://www.conabio.gob.mx/informacion/metadatos/gis/lim07gw.xml? httpcache=yes& xsl=/db/metadatos/xsl/fgdc.html.xsl& indent=no>

Tomando en consideración las localidades de Amanalco con presencia de población indígena, caracterizados así por INEGI, se estima que en el municipio al 2010, la población de 3 a 130 años de edad que hablan alguna lengua indígena es de 1,970 habitantes lo que corresponde 8.6% de la población total del municipio y a 0.52% de la población total indígena del Estado.

Tabla 5.1.1.5.1- Población que habla alguna lengua indígena.

Nombre de localidad	Población de 3 años y más que habla alguna lengua indígena		
	Total	Hombres	Mujeres
Estado de México	379,075	182,350	196,725
Municipio Amanalco de Becerra	1,970	942	1,028
Amanalco de Becerra	47	23	24
San Juan	333	166	167
San Mateo	291	146	145
San Miguel (Tenextepec)	162	81	81
Municipio Valle de Bravo	614	281	333
Valle de Bravo	353	165	188

Fuente: Censo de Población y vivienda 2010 de INEGI.

Tomando en consideración las localidades de Valle de Bravo con presencia de población indígena, caracterizados así por INEGI, se estima que en el municipio al 2010, la población de 3 a 130 años de edad que hablan alguna lengua indígena es de 614 habitantes lo que corresponde 1% de la población total del municipio y a 0.16% de la población total indígena del Estado.

5.1.1.6 Migración.

De acuerdo con la ONU, migrante es la persona que ha cambiado de manera permanente su lugar de residencia habitual, de una división política administrativa a otra, con la finalidad generalmente de ampliar oportunidades de desarrollo económico, social, así como un ambiente adecuado.²

En el Estado de México el 61.6 % de los habitantes han nacido en la entidad y el 36.7% de los habitantes son nacidos en otra entidad y el 1.7% de la población se desconoce información. Para el municipio de Amanalco casi el 96% de sus habitantes son originarios del lugar y el casi 4% de su población son nacidos en otra entidad.

Tabla 5.1.1.6.1- Migración.

Municipio	Población Total	Población masculina	Población femenina	Población Total	Población masculina	Población femenina
	Nacida en la entidad			Nacida en otra entidad		
Estado de México	9,341,942	4,604,513	4,737,429	5,566,585	2,660,063	2,906,522
Municipio Amanalco	21,854	10,770	11,084	898	400	498
Amanalco de Becerra	1,133	520	613	181	91	90
San Juan	2,850	1,418	1,432	106	49	57
San Mateo	1,705	843	862	32	19	13
San Miguel (Tenextepec)	823	402	421	38	13	25
Municipio Valle de Bravo	56,743	27,955	28,788	4,160	1,986	2,174
Valle de Bravo	23,191	11,394	11,797	2,059	993	1,066

Fuente: Censo de Población y vivienda 2010 de INEGI.

Para el municipio de Valle de Bravo el 92% de sus habitantes son originarios del lugar y el casi 7% de su población son nacidos en otra entidad, del resto se desconoce la información.

De acuerdo a la edad, se registra una población de 5 años y más como residentes en el estado de 12,843,671 habitantes y 19,538 habitantes en el municipio de Amanalco, lo cual representa el 0.15% de la población residente en la entidad en junio 2005, según datos registrado en el Censo de Población y vivienda 2010. En el municipio de Valle de Bravo se

² <https://www.gob.mx/conapo/acciones-y-programas/migracion-interna-en-mexico?idiom=es>

registra una población de 5 años y más como residentes de la entidad de 53,146 habitantes, de los cuales el casi 49% es de sexo masculino y el resto femenino (51%).

Tabla 5.1.1.6.2- Migración en población de 5 años y más.

Estado / Municipio / Localidad	Población de 5 años y más					
	Total	Masculina	Femenina	Total	Masculina	Femenina
	Residente en la entidad en junio de 2005			Residente en otra entidad en junio de 2005		
Total de la Entidad	12,843,671	6,220,047	6,623,624	583,607	282,586	301,021
Municipio Amanalco	19,538	9,500	10,038	396	191	205
Amanalco de Becerra	1,132	524	608	44	25	19
San Juan	2,559	1,252	1,307	53	33	20
San Mateo	1,514	746	768	9	5	4
San Miguel (Tenextepec)	741	355	386	13	6	7
Municipio Valle de Bravo	53,146	25,973	27,173	849	396	453
Valle de Bravo	22,228	10,857	11,371	425	194	231

Fuente: Censo de Población y vivienda 2010 de INEGI.

5.1.1.7 Educación.

La educación es un factor de gran influencia en el desarrollo de un país, de un estado, de un municipio y de una localidad, es una herramienta importante para el capital humano y para cualquier lugar, ya que se puede aumentar la productividad y competitividad. La Constitución Política de los Estados Unidos Mexicanos establece en su artículo 3° que “Todo individuo tiene derecho a recibir educación. El Estado –Federación, Estados, Distrito Federal y Municipios–, impartirá educación preescolar, primaria, secundaria y media superior. La educación preescolar, primaria y secundaria conforman la educación básica; ésta y la media superior serán obligatorias.”

Sin embargo es notorio que existe una gran problemática en la educación de México, pues existe un déficit en aspectos tales como: equidad de género, educación de calidad, la capacitación del personal docente, inasistencia de los docentes a los centros de trabajo, aulas en mal estado y mal construidas, ubicación geográfica de las escuelas, no hay atención de personas discapacitadas en los centros de atención más lejanos, la ubicación de las escuelas está muy dispersa y en lugares muy apartados de difícil acceso, no hay atención para las personas del medio indígena (González, José. 2015).

Tabla 5.1.1.7.1- Población que no asiste a la escuela.

Estado/Municipio/Localidad	Población que no asiste a la escuela					
	De 3 a 5 años	De 6 a 11 años	De 12 a 14 años	De 15 a 17 años	De 18 a 24 años	Total
Estado de México	438,872	46,216	54,789	613,122	547,945	1,700,944
Municipio de Amanalco	932	95	138	951	437	2,553
Amanalco de Becerra	28	2	5	71	54	160
San Juan	121	12	11	163	70	377
San Mateo	55	4	15	60	18	152
San Miguel (Tenextepec)	23	2	5	44	20	94
Municipio Valle de Bravo	1,816	209	298	2,412	1,985	6,720
Valle de Bravo	605	70	77	1,072	1,016	2,840

Fuente: Censo de Población y vivienda 2010 de INEGI.

Como puede notarse, a pesar de los esfuerzos que realiza el gobierno para tener una mejor calidad en la educación, existe un número importante de personas que no asisten a la escuela, en el Estado de México son 1,700,944 personas que representa el 11% de la población total de la entidad. En el municipio de Amanalco de igual manera el 11% de su población no asiste a la escuela, reflejando mayor inasistencia en los jóvenes de 15 a 17 años. Dentro del municipio de Valle de Bravo los porcentajes se repiten: casi el 11% de la población no asiste a la escuela, los jóvenes de 15 a 17 años son los que menos van a clase, lo cual representa el 35% de la población total del municipio que no asiste a la escuela.

La educación en México ha sido envuelta en nuevas reformas, han surgido nuevos cambios con el único fin de tener más oportunidades y poder desarrollarse, en temas de economía es un factor importante para la producción, socialmente es la base para erradicar las desigualdades, la pobreza y el analfabetismo, que es más acentuado en zonas indígenas y marginadas.

Aunque en el país la educación básica (primaria y secundaria) cada vez llega a más lugares, muchos jóvenes, por diversas razones, no asisten a la escuela y por lo tanto, algunos de ellos no saben leer ni escribir. En México, en 45 años el porcentaje de personas analfabetas de 15 y más años, bajó de 25.8 en 1970 a 5.5% en 2015, lo que equivale a 4 millones 749 mil 057 personas que no saben leer ni escribir.³

³ <http://cuentame.inegi.org.mx/poblacion/analfabeta.aspx?tema=P>

En el Estado de México el 3.3% de habitantes no saben leer ni escribir, en número son 501,201 personas; en el municipio de Amanalco el 9.9% de la población no poseen la habilidad para leer y escribir un breve recado, estas personas son consideradas con grado de rezago educativo extremo, lo cual limita el desarrollo de estas personas y disminuye su calidad de vida.

Tabla 5.1.1.7.2- Población analfabeta.

Estado/Municipio/ Localidad	Población que no saben leer ni escribir					
	De 8 a 14 años	De 8 a 14 años Masculin a	De 8 a 14 años Femenina	15 años y más	15 años y más Masculina	15 años y más Femenina
Total de la Entidad	35,234	20,118	15,116	466,067	149,100	316,967
Municipio Amanalco	104	53	51	2,154	708	1,446
Amanalco de Becerra	0	0	0	52	13	39
San Juan	15	6	9	279	76	203
San Mateo	2	1	1	142	42	100
San Miguel (Tenex-tepec)	1	1	0	85	23	62
Municipio Valle de Bravo	257	142	115	3,502	1,311	2,191
Valle de Bravo	61	31	30	1,019	346	673

Fuente: Censo de Población y vivienda 2010 de INEGI.

El analfabetismo en México es uno de los problemas sociales y educativos que han perdurado, como signo de la desigualdad y la pobreza, a través del tiempo. Es muy visto y marcado principalmente en el ámbito rural o en comunidades indígenas. En el municipio de Valle de Bravo el 6% de su población no sabe leer ni escribir y el 1.8% habita en la cabecera municipal de Valle de Bravo.

El grado promedio de escolaridad nos permite conocer el nivel de educación de una población determinada. Es el resultado de dividir el monto de grados escolares aprobados por las personas de 15 a 130 años de edad entre las personas del mismo grupo de edad. Excluye a las personas que no especifican los grados aprobados. Al 2010, el grado promedio de escolaridad a nivel nacional era de 8.6, lo que equivalía a un poco más del segundo año de secundaria, en el estado de México el grado promedio es de 9.10, para el municipio de Amanalco es de 6.17 y para Valle de Bravo es del 7.92.

Tabla 5.1.1.7.3- Población promedio de escolaridad.

Estado/Municipio/ Localidad	Grado promedio de escolaridad		
	Total	Masculina	Femenina
Total de la Entidad	9.10	9.33	8.88
Municipio Amanalco	6.17	6.49	5.87
Amanalco de Becerra	9.28	9.43	9.14
San Juan	6.26	6.76	5.77
San Mateo	6.07	6.55	5.59
San Miguel (Tenex-tepec)	6.27	6.29	6.25
Municipio Valle de Bravo	7.92	8.01	7.84
Valle de Bravo	8.73	8.78	8.68

Fuente: Censo de Población y vivienda 2010 de INEGI.

5.1.1.8 Ocupación e Ingreso.

Para el año 2010, en el Estado de México, la Población Económicamente Activa (PEA)⁴ era de 6,124,813 habitantes, representada por el 66 % de hombres y el resto de mujeres. Para el mismo año, la PEA en el municipio de Amanalco era de 7,335 personas, lo que en términos porcentuales representa 32% de la población total del municipio, de la cual el 79% son hombres y el 21% mujeres.

Tabla 5.1.1.8.1- Población Económicamente Activa.

Estado/Municipio/ Localidad	Población Económicamente Activa		
	Total	Masculina	Femenina
Total de la Entidad	6,124,813	4,068,466	2,056,347
Municipio Amanalco	7,335	5,827	1,508
Amanalco de Becerra	601	339	262
San Juan	985	754	231
San Mateo	537	473	64
San Miguel (Tenex-tepec)	271	228	43
Municipio Valle de Bravo	24,895	16,716	8,179
Valle de Bravo	11,405	6,947	4,458

Fuente: Censo de Población y vivienda 2010 de INEGI.

Para el año 2010, la PEA del municipio Valle de Bravo era de 24,895 personas, lo que en términos porcentuales representa 38.5% del municipio, de estos el 67% son trabajadores masculinos y el 33% femeninos.

⁴ Según la definición de INEGI, la PEA está compuesta por personas de 12 años y más que trabajaron; tenían trabajo pero no trabajaron o; buscaron trabajo en la semana de referencia.

En el 2010, la población económicamente no activa⁵ en el municipio de Amanalco era de 9,086 personas, lo que en términos porcentuales representa casi el 40% de la población total del municipio, de la cual el 23.8% son hombres y el 76.2% mujeres.

Tabla 5.1.1.8.2- Población Económicamente No Activa.

Estado/Municipio/ Localidad	Población Económicamente NO Activa		
	Total	Masculina	Femenina
Total de la Entidad	5,287,459	1,410,776	3,876,683
Municipio Amanalco	9,086	2,162	6,924
Amanalco de Becerra	407	137	270
San Juan	1,161	296	865
San Mateo	719	154	565
San Miguel (Tenextepec)	383	80	303
Municipio Valle de Bravo	20,483	5,125	15,358
Valle de Bravo	7,636	2,122	5,514

Fuente: Censo de Población y vivienda 2010 de INEGI.

Para el 2010, la población económicamente no activa en Valle de Bravo era de 20,483 personas (el 33% de la población total del municipio), de la cual el 25% son trabajadores masculinos y el 75% mujeres. En el municipio de Amanalco la población ocupada (personas de 12 a 130 años de edad que trabajaron o que no trabajaron, pero sí tenían trabajo en la semana de referencia) fue de 6,950 habitantes representado por el 78.7% de hombres y el resto de mujeres. En el municipio de Valle de Bravo la población ocupada es el 38% de su población total y la desocupada es del 2% (1,430 personas).

Tabla 5.1.1.8.3- Población ocupada y desocupada.

Estado/Municipio/ Localidad	Población ocupada			Población desocupada		
	Total	Masculina	Femenina	Total	Masculina	Femenina
Total de la Entidad	5,814,548	3,828,725	1,985,823	310,265	239,741	70,524
Municipio Amanalco	6,950	5,470	1,480	385	357	28
Amanalco de Becerra	582	321	261	19	18	1
San Juan	943	713	230	42	41	1
San Mateo	522	461	61	15	12	3
San Miguel (Tenextepec)	244	205	39	27	23	4
Municipio Valle de Bravo	23,465	15,547	7,918	1,430	1,169	261
Valle de Bravo	10,692	6,400	4,292	713	547	166

Fuente: Censo de Población y vivienda 2010 de INEGI

⁵ Según la definición de INEGI, la Población Económicamente No Activa está compuesta por personas de 12 años y más pensionadas o jubiladas, estudiantes, dedicadas a los quehaceres del hogar, que tienen alguna limitación física o mental permanente que le impide trabajar.

5.1.1.9 Viviendas habitadas y ocupantes.

El número total de viviendas (particulares habitadas, deshabitadas, de uso temporal y colectivas incluye las viviendas particulares sin información de sus ocupantes) en el estado de México es de 4,495,144, en el municipio de Amanalco hay 6,269 viviendas y en el municipio de Valle de Bravo son 21,355. En cuestiones de viviendas deshabitadas en el estado son 538,220, en el municipio de Amanalco se encuentra el 0.11% de ellas mientras que en Valle de Bravo el 0.33%.

Tabla 5.1.1.9.1- Viviendas particulares habitadas.

Estado/Municipio/Localidad	Total de viviendas		
	Total	Habitadas	Particulares
Total de la Entidad	4,495,144	3,749,499	4,434,698
Municipio Amanalco	6,269	5,256	6,251
Amanalco de Becerra	458	345	448
San Juan	787	681	787
San Mateo	478	407	476
San Miguel (Tenextepec)	243	198	243
Municipio Valle de Bravo	21,355	14,843	21,290
Valle de Bravo	10,408	6,233	10,357

Fuente: Censo de Población y vivienda 2010 de INEGI

Los ocupantes en viviendas son personas que residen en viviendas particulares habitadas de cualquier clase: casa independiente, departamento en edificio, vivienda o cuarto en vecindad, vivienda o cuarto de azotea, local no construido para habitación, vivienda móvil, refugios o clase no especificada. Excluye la estimación del número de personas en viviendas particulares sin información de ocupantes. El promedio de ocupantes en viviendas particulares habitadas es el resultado de dividir el número de personas que residen en viviendas particulares habitadas, entre el número de esas viviendas. Excluye la estimación del número de personas y de viviendas particulares sin información de ocupantes.

El promedio de ocupantes por cuarto en viviendas particulares habitadas es el resultado de dividir el número de personas que residen en viviendas particulares habitadas entre el número de cuartos de esas viviendas. Comprende las viviendas particulares para las que se captaron las características de la vivienda, clasificadas como casa independiente, departamento en edificio, vivienda o cuarto en vecindad y vivienda o cuarto en azotea y a las que no especificaron clase de vivienda.

En el estado de México existen 14,960,298 ocupantes en viviendas particulares habitadas, el promedio de ocupantes en viviendas particulares habitadas es de 4.06 y por cuarto en viviendas particulares habitadas es de 1.06. Para el caso de los municipios de Amanalco y Valle de Bravo los ocupantes en viviendas son de 22,803 y 60,980 habitantes respectivamente.

Tabla 5.1.1.9.2- Ocupantes en viviendas particulares habitadas.

Estado/Municipio/Localidad	Ocupantes en viviendas particulares habitadas	Promedio de ocupantes	
		En viviendas particulares habitadas	Por cuarto en viviendas particulares habitadas
Total de la Entidad	14,960,298	4.06	1.06
Municipio Amanalco	22,803	4.35	1.41
Amanalco de Becerra	1,319	3.94	1.04
San Juan	2,962	4.35	1.38
San Mateo	1,744	4.31	1.35
San Miguel (Tenex-tepec)	862	4.35	1.36
Municipio Valle de Bravo	60,980	4.13	1.24
Valle de Bravo	25,039	4.05	1.20

Fuente: Censo de Población y vivienda 2010 de INEGI.

5.1.1.10 Condiciones de las viviendas.

Las viviendas particulares habitadas están diferenciadas por el tipo de piso que tienen, uno es con piso de cemento o firme, madera, mosaico u otro material que comprende las viviendas particulares para las que se captaron las características de la vivienda, clasificadas como casa independiente, departamento en edificio, vivienda o cuarto en vecindad y vivienda o cuarto en azotea y a las que no especificaron clase de vivienda y las viviendas con piso de tierra que comprende las viviendas particulares para las que se captaron las características de la vivienda, clasificadas como casa independiente, departamento en edificio, vivienda o cuarto en vecindad y vivienda o cuarto en azotea y a las que no especificaron clase de vivienda.

Tabla 5.1.1.10.1- Material de pisos de las viviendas particulares habitadas.

Estado/Municipio/Localidad	Viviendas particulares habitadas	
	Con piso de material diferente de tierra	Con piso de tierra
Total de la Entidad	3,527,805	138,658
Municipio Amanalco	4,754	466
Amanalco de Becerra	319	13
San Juan	657	23
San Mateo	374	31
San Miguel (Tenex-tepec)	190	7
Municipio Valle de Bravo	13,637	1,089
Valle de Bravo	5,935	231

Fuente: Censo de Población y vivienda 2010 de INEGI

De las viviendas particulares habitadas se clasifican de acuerdo a los números de dormitorios y cuartos: con un dormitorio, con dos dormitorios y más, con un solo cuarto, con dos cuartos y con 3 cuartos y más. Comprenden las viviendas particulares para las que se captaron las características de la vivienda, clasificadas como casa independiente, departamento en edificio, vivienda o cuarto en vecindad y vivienda o cuarto en azotea y a las que no especificaron clase de vivienda. En el caso de viviendas particulares habitadas con cuartos excluye la estimación del número de personas y de viviendas particulares sin información de ocupantes.

Tabla 5.1.1.10.2- Viviendas particulares habitadas con dormitorio o cuarto.

Estado/Municipio/Localidad	Viviendas particulares habitadas				
	Con un dormitorio	Con dos dormitorios y más	Con un solo cuarto	Con dos cuartos	Con 3 cuartos y más
Total de la Entidad	1,268,293	2,407,121	251,788	634,568	2,783,790
Municipio Amanalco	2,159	3,051	358	1,385	3,463
Amanalco de Becerra	114	220	17	63	254
San Juan	273	407	57	174	449
San Mateo	134	268	24	78	300
San Miguel (Tenextepec)	79	116	10	43	142
Municipio Valle de Bravo	5,744	8,991	1,318	3,494	9,896
Valle de Bravo	2,363	3,805	658	1,428	4,071

Fuente: Censo de Población y vivienda 2010 de INEGI

El 97% de las viviendas particulares habitadas del estado disponen de luz eléctrica, en el municipio de Amanalco es el 92% y en Valle de Bravo es el 97%. Sin embargo, aún existen rezagos importantes ya que se han contabilizado 361 viviendas particulares que no tienen luz eléctrica en Amanalco y en Valle de Bravo 321, es visible que la falta de este servicio se asienta más en Amanalco.

5.1.1.11 Acceso a servicios básicos.

En relación al acceso a los servicios básicos que presentan los pobladores de las localidades de los municipios Amanalco de Becerra y Valle de Bravo. Se encontró que existen rezagos en los tres principales servicios básicos, a saber: energía eléctrica, agua entubada y drenaje.

La energía eléctrica es el servicio que presenta la mejor cobertura en las localidades de Amanalco y Valle de Bravo; si bien ambos municipios tienen coberturas mayores al 90%, las localidades de Amanalco tienen menores porcentajes que las presentadas por Valle de Bravo; en el primer municipio casi 7 de cada 100 viviendas no cuenta con electricidad, mientras que, en el segundo, solo 2 de cada 100 viviendas tienen este problema.

Tabla 5.1.1.11.1- Viviendas particulares habitadas disponen y no disponen de luz eléctrica.

Estado/Municipio/Localidad	Disponen de luz eléctrica	% Con Electricidad	NO disponen de luz eléctrica	% Sin Electricidad
Total de la Entidad	3,646,743	97.3	30,053	0.80
Municipio Amanalco	4,852	92.3	361	6.87
Amanalco de Becerra	332	96.2	1	0.29
San Juan	643	94.4	37	5.43
San Mateo	384	94.3	19	4.67
San Miguel (Tenex-tepec)	188	94.9	7	3.54
Municipio Valle de Bravo	14,417	97.1	321	2.16
Valle de Bravo	6,133	98.4	38	0.61

Fuente: Censo de Población y vivienda 2010 de INEGI

En México, al 2010, el porcentaje de viviendas con disponibilidad de agua fue de casi 89% esto significa más de 74 millones de personas, el resto se abastecían de agua entubada fuera de la vivienda, pero dentro del terreno que habitan, de pozos, ríos o arroyos, de la llave pública o de otra vivienda.⁶

En el Estado de México, el 90% de las viviendas particulares habitadas disponen de agua entubada dentro de la vivienda, o fuera de la vivienda, pero dentro del terreno, comprende las viviendas particulares para las que se captaron las características de la vivienda, clasificadas como casa independiente, departamento en edificio, vivienda o cuarto en vecindad y vivienda o cuarto en azotea y a las que no especificaron clase de vivienda. Para el caso de los municipios Amanalco y Valle de Bravo es del 80% y 91% respectivamente.

La deficiencia que se tiene tanto en el estado, los municipios y localidades es notoria, ya que a nivel estatal se tiene una deficiencia del casi 8% de las viviendas que no disponen de agua de una llave pública o hidrante, de otra vivienda, de pipa, de pozo, río, arroyo, lago u otro. En el municipio de Amanalco se tienen 995 viviendas que no disponen de agua entubada y para el municipio de Valle de Bravo son 1,220 viviendas.

Tabla 5.1.1.11.2- Viviendas particulares habitadas con o sin disponibilidad de agua.

Estado/Municipio/Localidad	Viviendas particulares habitadas	
	Con agua entubada	Sin agua entubada
Total de la Entidad	3,383,410	287,934
Municipio Amanalco	4,223	995
Amanalco de Becerra	297	36
San Juan	559	121
San Mateo	370	35

⁶ <http://cuentame.INEGI.org.mx/territorio/agua/dispon.aspx?tema=T>

San Miguel (Tenex-tepec)	184	13
Municipio Valle de Bravo	13,497	1,220
Valle de Bravo	6,075	87

Fuente: Censo de Población y vivienda 2010 de INEGI

El Porcentaje de viviendas particulares habitadas con disponibilidad de drenaje conectado a la red pública, fosa séptica, barranca, grieta, río, lago o mar. Comprende las viviendas particulares para las que se captaron las características de la vivienda, clasificadas como casa independiente, departamento en edificio, vivienda o cuarto en vecindad y vivienda o cuarto en azotea y a las que no especificaron clase de vivienda para el estado de México en el 2010 fue de 92%, para Amanalco 72% y para Valle de Bravo 90%.

Todavía existen viviendas particulares habitadas que no disponen de drenaje; en el municipio de Amanalco el 26.5% de las viviendas no disponen de este servicio, en Valle de Bravo es más eficiente el servicio ya que solo el 8 de las viviendas del municipio no cuentan con drenaje.

Tabla 5.1.1.11.3- Viviendas particulares habitadas con o sin drenaje.

Estado/Municipio/Localidad	Viviendas particulares habitadas		
	Con excusado o sanitario	Con drenaje	Sin drenaje
Total de la Entidad	3,540,779	3,472,355	194,169
Municipio Amanalco	4,256	3,804	1,392
Amanalco de Becerra	327	328	6
San Juan	583	570	110
San Mateo	343	330	73
San Miguel (Tenex-tepec)	176	162	32
Municipio Valle de Bravo	13,503	13,385	1,200
Valle de Bravo	6,105	6,119	42

Fuente: Censo de Población y vivienda 2010 de INEGI

El 86% de las viviendas en el estado cuentan con servicios de luz eléctrica, agua entubada dentro o fuera de la vivienda, pero dentro del terreno, así como drenaje; sin embargo, aún existen 50,484 viviendas que no disponen de ningún bien (radio, televisión, refrigerador, lavadora, automóvil, computadora, teléfono fijo, celular ni internet).

Tabla 5.1.1.11.4- Viviendas particulares que disponen de servicios.

Estado/Municipio/Localidad	Viviendas particulares habitadas	
	que disponen de luz eléctrica, agua entubada de la red pública y drenaje	sin ningún bien
Total de la Entidad	3,254,605	50,484
Municipio Amanalco	3,133	596
Amanalco de Becerra	291	7
San Juan	476	77
San Mateo	304	53
San Miguel (Tenex-tepec)	146	23
Municipio Valle de Bravo	12,554	533
Valle de Bravo	6,009	94

Fuente: Censo de Población y vivienda 2010 de INEGI

5.1.1.12 Salud (Cobertura de servicios de salud).

Según lo marca la Constitución Política de los Estado Unidos Mexicanos en su artículo 4° marca que toda persona tiene derecho a la protección de la salud, ya sea en alguna institución de salud pública o privada como: el Instituto Mexicano del Seguro Social (IMSS), el Instituto de Seguridad y Servicios Sociales de los Trabajadores del Estado (ISSSTE e ISSSTE estatal), Petróleos Mexicanos (PEMEX), la Secretaría de la Defensa Nacional (SEDENA), la Secretaría de Marina Armada de México (SEMAR), el Sistema de Protección Social en Salud o en otra.

Del total de población con acceso a servicios de salud en el estado, 51% es derechohabiente del IMSS (4,473,887 personas); 8% del ISSSTE (717,923 habitantes); 3% del ISSSTE estatal (ISSSET, ISSSEMyM, ISSSTEZAC, ISSSPEA o ISSSTESON) y 30% del seguro popular (2,656,402 habitantes).

En el Estado de México, 8,811,664 habitantes tienen acceso a los servicios de salud, lo que representa cerca de 58% de la población total del estado. Al observar la información, encontramos que el porcentaje del municipio de Amanalco con servicios de salud es del 71%, para la cabecera municipal es del 66%, para San Juan el 76%, para San Mateo el 65% y para San Miguel es del 82%.

Tabla 5.1.1.12.1- Población derechoahabiente.

Estado/ Municipio/ Localidad	Población sin derecho- habiciencia a servicios de salud	Población derechoahabiente				
		Total con servicios de salud	IMSS	ISSSTE	ISSSTE Estatal	Seguro popular
Total de la Entidad	6,128,990	8,811,664	4,473,887	717,923	307,590	2,656,402
Municipio Amanalco	6,391	16,375	388	228	440	15,209
Amanalco de Becerra	425	892	78	82	217	510
San Juan	722	2,237	54	18	63	2,092
San Mateo	598	1,129	17	6	2	1,091
San Miguel (Tenextepec)	156	704	13	8	2	679
Municipio Valle de Bravo	21,259	39,586	6,539	1,281	4,201	26,723
Valle de Bravo	10,530	14,461	2,849	539	2,385	8,193

Fuente: Censo de Población y vivienda 2010 de INEGI

El 64% de la población del municipio de Valle de Bravo cuenta con servicios de salud (39,586 habitantes), de los cuales el 16% es derechoahabiente del IMSS; 3% del ISSSTE; 11% del ISSSTE estatal (ISSSET, ISSSEMyM, ISSSTEZAC, ISSSPEA o ISSSTESON) y 68% del seguro popular.

5.1.1.13 Índice de marginación

La marginación es un fenómeno multidimensional y estructural que se expresa en la falta de oportunidades y en la desigual distribución del progreso en la estructura productiva, lo que excluye a diversos grupos sociales, incidiendo en los niveles de bienestar y en la creación de capacidades, recursos y, por ende, en el desarrollo.

En este contexto, los resultados del índice de marginación al diferenciar a las entidades federativas y los municipios según su grado de marginación son pertinentes y de gran utilidad, pues permiten identificar justamente aquellas áreas que aún carecen de servicios básicos, con el enorme desafío de que al tratarse de menos población y más dispersa, se requiere de creatividad para identificar las formas y las tecnologías para proveerlos.⁷

⁷ <http://www.gob.mx/conapo/documentos/indice-de-marginacion-por-entidad-federativa-y-municipio-2015>

Según estimaciones del CONAPO con base en el INEGI, Encuesta Intercensal 2015 y Censo de Población y Vivienda 2010, para el estado de México se tiene un índice de marginación de -0.567 con un grado de marginación bajo ocupando el 21 lugar en el contexto nacional. A nivel municipal el estado cuenta con 19 localidades de alta marginación, 23 con media, 35 con bajo y 48 con muy bajo.

Tabla 5.1.1.13.1- Grado de Marginación en Amanalco y Valle de Bravo.

Municipio	Índice de Marginación	Grado de Marginación
México	0.567	Bajo
Amanalco	-0.067	Medio
Valle de Bravo	-0.789	Bajo

Fuente: Estimaciones del CONAPO con base en el INEGI, Encuesta Intercensal 2015 y Censo de Población y Vivienda 2010.

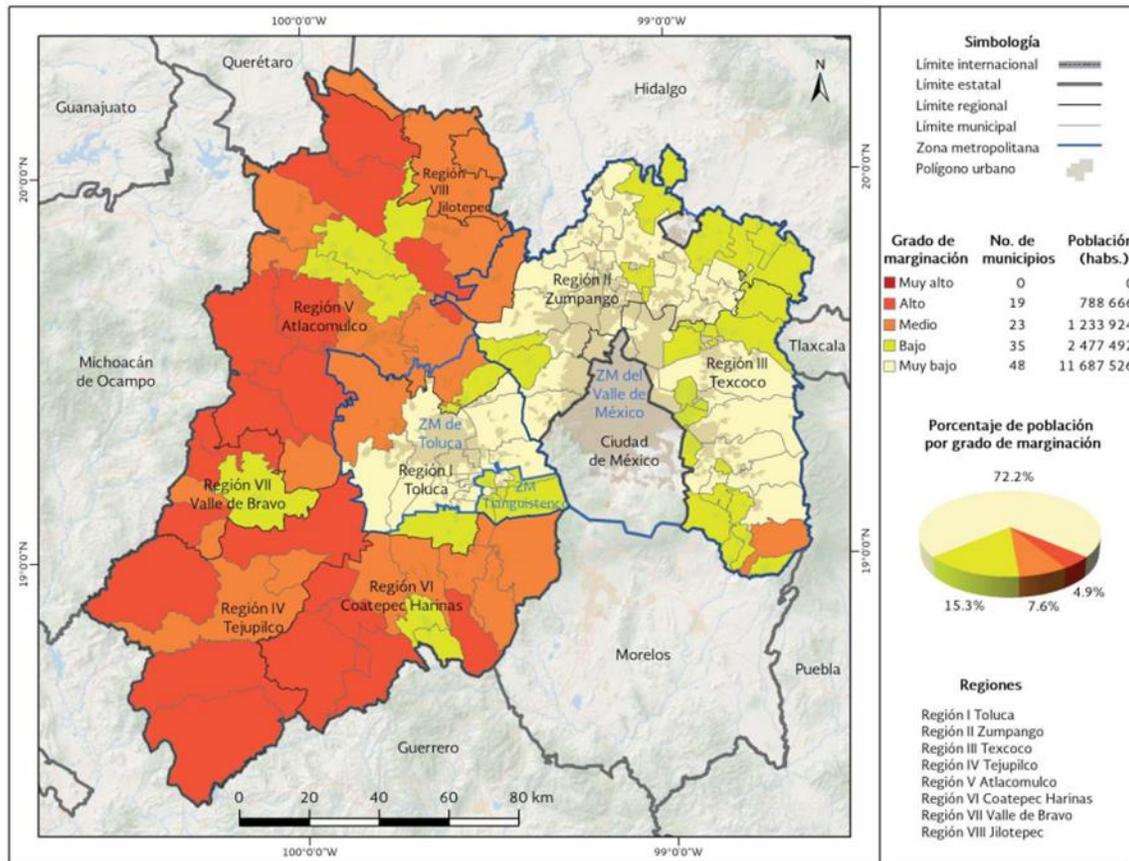


Figura 5.1.1.13.1- Grado de Marginación municipal.

Fuente: Estimaciones de CONAPO con base en el INEGI, Encuesta Intercensal 2015.

Según datos de Conapo, con base en el INEGI, Censo de Población y Vivienda 2010, Grado de marginación por localidad 2010, para la localidad de Amanalco se tiene un grado de marginación medio y para las localidades de San Juan, San Mateo y San Miguel se tiene un

grado de marginación alto, lo cual nos da un panorama general de las carencias que padece la población a partir del análisis de indicadores relacionados con la educación básica, la residencia en viviendas inadecuadas (por equipamiento o infraestructura), la residencia en localidades pequeñas y la percepción de ingresos monetarios bajos.

Tabla 5.1.1.13.2- Grado de Marginación por localidad.

Localidades	Población total	Índice de Marginación 2010	Grado de Marginación 2010
Amanalco de Becerra	1,349	-1.03128684	Medio
San Juan	2,962	-0.38936217	Alto
San Mateo	1,750	-0.41627641	Alto
San Miguel (Tenextepec)	862	-0.47451815	Alto
Valle de Bravo	25,554	-1.13306403	Bajo

Fuente: Estimaciones del CONAPO con base en el INEGI, Encuesta Intercensal 2015 y Censo de Población y Vivienda 2010.

5.1.2. Problemática medioambiental de la subcuenca del río Amanalco.

5.1.2.1 Bosque

- **Tipos de bosque en la subcuenca del río Amanalco**

En la subcuenca del río Amanalco predominan los bosques templados. Al ser un territorio que corre desde los 3,390 msnm hasta los 1,785 msnm, la vegetación va variando a lo largo de éste conforme varía el clima con los cambios de altitud. El bosque de pino, imperante en la subcuenca, se encuentra situado principalmente entre los 2,400 y los 2,800 msnm (IMTA *et al.*, 2012). La especie más presente en estos bosques es el *Pinus pseudostrobus* y se tienen también especies como *Pinus oocarpa* (pino chino), *P. montezumae*, *P. ayacahuite*, *P. lawsoni*, *P. leiophylla* y otros (Revisión del CCMSS de los programas de manejo forestal elaborados por García, 2007).

Por otro lado, los bosques de pino-encino de la subcuenca, se ubican generalmente por debajo de los 2,800 msnm, y las masas con predominancia de encino y otras hojosas se encuentran entre los 2,000 a los 2,400 msnm. Las especies más reportadas de encino son: *Quercus macrophylla* (encino roble), *Q. macrocarpa*, *Q. laurina*, *Q. castanea*, *Q. candicans*, *Q. obtusata* y *Q. glaucoides* (Ramírez Zierold, 2010). En estos bosques se suelen encontrar también algunas otras latifoliadas como el aile (*Alnus arguta* y *Alnus firmifolia*) y el álamo (*Populus alba*) entre otras (García, 2007).

Por otro lado, en las zonas más altas de la subcuenca del río Amanalco, con una altura de 2,800 a 3,100 msnm, como por ejemplo en los ejidos del Capulín, Agua Bendita y el Potrero, existen bosques de oyamel, y de oyamel-pino (Guillermo Rentería *et al.*, 2005). La especie

predominante en estos bosques es *Abies religiosa* (oyamel) y se tienen también mezclas de oyamel y pino, generalmente con *Pinus hartwegii* y con *P. pseudostrobus* (García, 2007).

La siguiente Figura muestra un mapa de vegetación de la cuenca elaborado por el Consejo Civil Mexicano para la Silvicultura Sostenible a partir de una revisión de los programas de manejo forestal de los ejidos y comunidades de la cuenca.

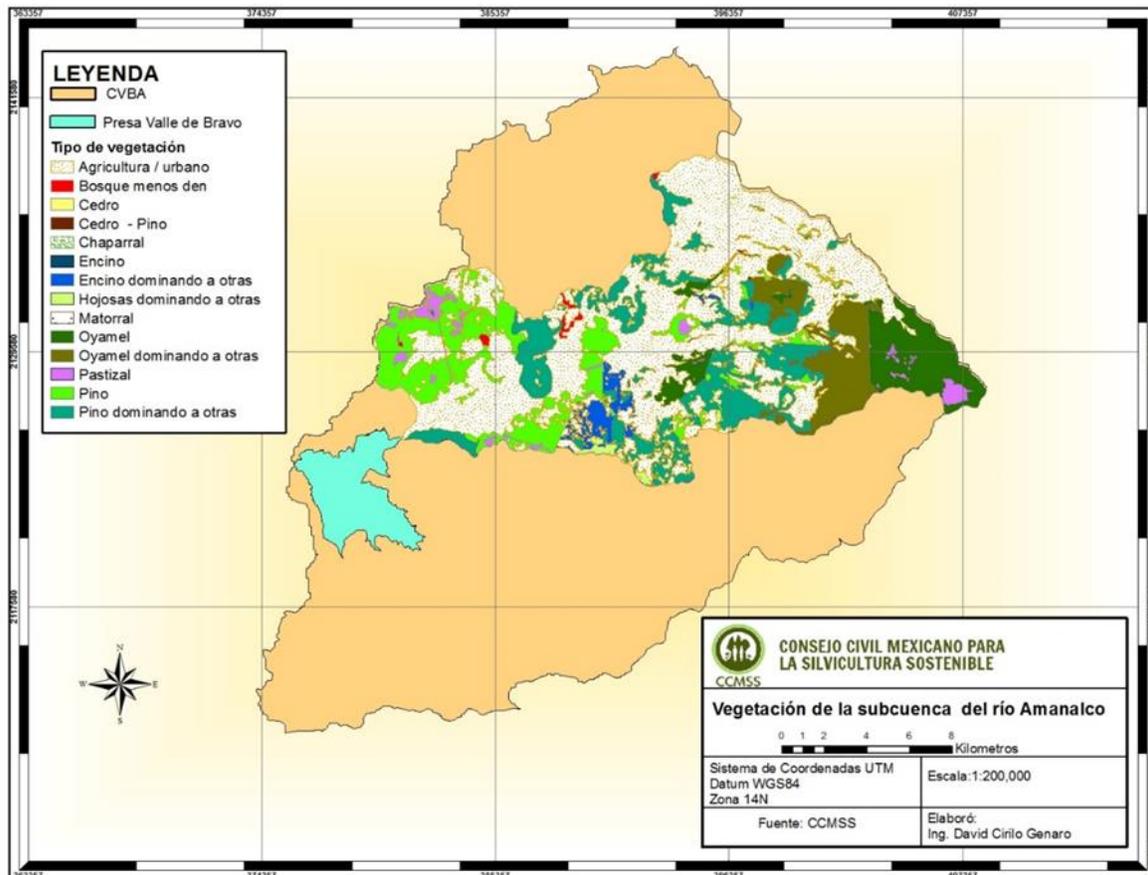


Figura 5.1.2.1.1.1- Vegetación de la subcuenca del río Amanalco. Fuente: CCMSS, 2016.

- **Tenencia, manejo y problemáticas relacionadas con el bosque en la subcuenca**

En la subcuenca de Amanalco, como en el resto del país, el territorio y los bosques son mayoritariamente propiedad de ejidos y comunidades. En esta subcuenca, existen un total de seis comunidades agrarias y 26 ejidos.

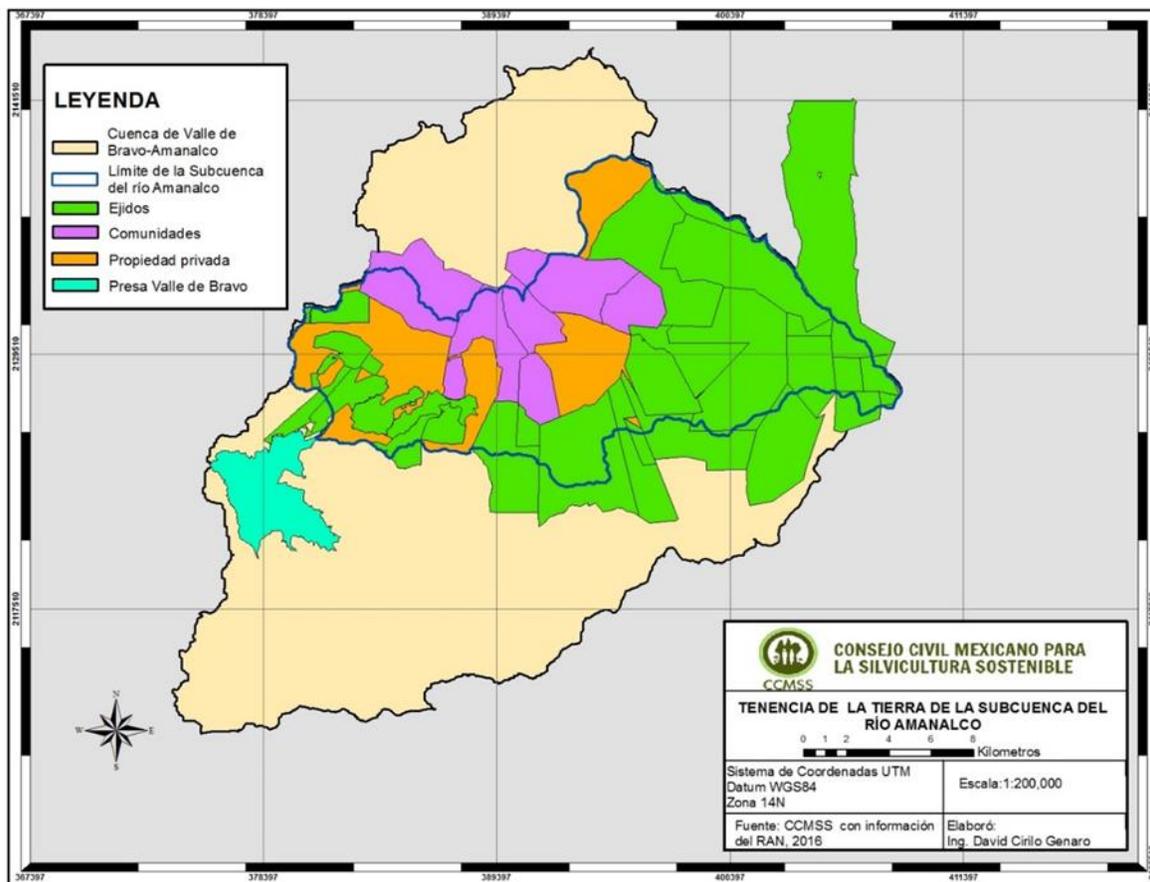


Figura 5.1.2.1.1.2- Tenencia de la tierra de la subcuenca del río Amanalco. Fuente: CCMSS, con información del RAN, 2016.

A pesar de que el reparto agrario y por lo tanto la dotación de tierras ejidales en Amanalco se dio principalmente en la década de 1930, el aprovechamiento forestal en la región estuvo concesionado por el gobierno a una empresa paraestatal llamada Protimbos hasta la década de 1980. Fue hasta después de esa época cuando los ejidos y comunidades comenzaron a realizar ellos mismo el aprovechamiento forestal. Sin embargo, tras una serie de vedas y cambios en la política forestal del estado, la mayoría de los núcleos agrarios de la subcuenca llevan solamente dos ciclos (20 años aproximadamente) a cargo del aprovechamiento de sus montes para la producción de madera (CCMSS, 2014).

Actualmente, en el municipio de Amanalco existen 25 autorizaciones de aprovechamiento forestal maderables vigentes que suman 10,313.44 hectáreas bajo manejo (Solicitud de información a PROBOSQUE). De éstas, cinco son en predios particulares, tres en predios comunales y 17 en predios ejidales. De las 17 en predios ejidales, se benefician un total de 15 ejidos ya que dos de estos (Ejido San Bartolo y Ejido Rincón de Guadalupe) cuentan con

dos autorizaciones cada uno por tener dos predios en los que realizan la actividad. Entre las 25 autorizaciones vigentes suman un volumen anual promedio autorizado de 25,997 m³ v.t.a.

El aprovechamiento forestal beneficia en el municipio de Amanalco a 2,203 ejidatarios que conforman los 17 ejidos y bienes comunales que tienen aprovechamiento en el municipio (CCMSS, 2014).

El aprovechamiento forestal es una actividad que se desarrolla conforme a todas las leyes y normas vigentes. Así, los ejidos y comunidades garantizan un manejo sustentable del bosque. Gracias al buen manejo del bosque, actualmente en el municipio hay 4 ejidos que cuentan con certificación internacional de buen manejo forestal otorgada por FSC, y otros 6 ejidos tienen una certificación nacional.

Sin embargo, es una actividad que podría ofrecer mayores beneficios económicos, ambientales y sociales, si mejorara en algunos aspectos, por ejemplo:

- Incrementar el control ejidal/comunal de las cadenas productivas, ya que casi todos los núcleos agrarios venden su madera en pie a contratistas privados.
- Mejorar las condiciones sociales y de seguridad de los trabajadores de las operaciones forestales.
- Establecer mejores sistemas de monitoreo forestal, de fauna y de los altos valores de conservación.
- Mejorar los sistemas de administración y contabilidad.
- Mejorar las prácticas de protección de suelo, cuerpos de agua y biodiversidad.

Uno de los impactos positivos del aprovechamiento forestal sustentable que hacen los ejidos y comunidades de la cuenca, es que se ha frenado la deforestación, y de hecho en la cuenca, se está ganando superficie forestal (CCMSS, 2014). En el año 2014, el CCMSS hizo un análisis de cambio de uso de suelo del año 2000 al año 2012 para toda la cuenca Amanalco-Valle de Bravo. Los principales resultados para la subcuenca del río Amanalco fueron:

- la cobertura arbolada está ganando tímidamente terreno. La superficie de bosque ha aumentado del 51.4 % en el 2000, al 51.79 % en el 2012. Esto resulta del abandono de las parcelas agrícolas y de un crecimiento notorio de las plantaciones forestales. Las plantaciones han sido promovidas a través de una diversidad de programas gubernamentales, desafortunadamente la mayor parte de las plantaciones en la cuenca son monoespecíficas y carecen de un manejo adecuado que pueda al mismo tiempo, permitir la provisión de servicios ambientales y el aprovechamiento económico de la madera.

- los programas gubernamentales han promovido el cambio de uso de suelo de los pastizales naturales de alta montaña a plantaciones forestales, en muchos casos con especies no nativas y con un manejo deficiente del suelo (CCMSS, 2014).
- en el 2000, existía una superficie del 44.23 % de tierras agrícolas, y se redujo en el 2012 al 43.49 % del territorio.
- el cambio más importante que podemos observar en la subcuenca es el incremento de la superficie de asentamientos humanos, los cuales se incrementaron en un 44 % en el período del 2000 al 2012. Este dato es característico de una tendencia que se ha ido observando en estos años, en la que se han abandonado las actividades agrícolas y rurales, ha habido un importante crecimiento poblacional y en consecuencia se ha dado un proceso de urbanización.

Tabla 5.1.2.1.1.1- Uso de suelo del 2000 al 2012.

CAMBIO DE USO DE SUELO EN LA SUBCUENCA DEL RÍO AMANALCO			
Tipo	2000 (hectáreas)	2012 (hectáreas)	Cambio
Agricultura	9,999.08	9,832.45	-166.63
Bosque	11,624.28	11,706.74	82.46
Asentamiento humano	93.35	134.84	41.49
Cuerpo de agua	1.65	0.44	-1.21
Pastizal	862.79	838.38	-24.41
Plantaciones forestales	0.00	63.76	63.76
Áreas sin vegetación aparente	23.31	27.86	4.55
Total	22,604	22,604	0.00

Fuente: CCMSS, 2016.

Los cambios de uso de suelo que está viviendo la región, se están dando de forma muy rápida y son “nuevos”, es decir, mientras hace unos años la deforestación se achacaba a la apertura de parcelas agrícolas, hoy en día se pierde superficie agrícola en favor de las plantaciones comerciales y sobre todo a favor de los asentamientos humanos (CCMSS, 2014).

A pesar de que los análisis de imágenes satelitales nos muestran una importante reducción de la deforestación, el desarrollo urbano y turístico de la región está trayendo una alta especulación sobre la tierra. Esta se traduce en una pérdida de espacio para el cultivo y a largo plazo irá amenazando la conservación de los bosques y los recursos naturales. Esta situación es muy evidente en toda la cuenca, en donde entre 2000 y 2012, la superficie de

asentamientos humanos aumentó en un 15%, pero en especial en la subcuenca del río Amanalco, puesto que el aumento fue del 44%.

5.1.2.2 Suelo

- **Tipo de Suelo**

El tipo de suelo que se presenta en mayor proporción en la subcuenca del río Amanalco, es el Andosol Húmico, suelo de origen volcánico, con alto contenido en materia orgánica (Ramírez Zierold, 2010). En el caso de la subcuenca del río Amanalco, el 73.73 % tiene este tipo de suelo (cálculo propio con información de la Comisión Nacional para el conocimiento y el uso de la biodiversidad [CONABIO], 2008).

Las formas volcánicas tales como derrames lávicos escalonados, lomeríos basálticos y conos cineríticos de la subcuenca del río Amanalco (Guillermo Rentería *et al.*, 2005), están cubiertos por materiales piroclásticos (Universidad Autónoma del Estado de México [UAEM], 2011). Estos, han permitido la formación de suelos con propiedades ándicas, es decir suelos que derivan de las cenizas volcánicas (Guillermo Rentería *et al.*, 2005). La característica de este suelo es la alta fijación de fósforo y alta retención de humedad, que permite la siembra de los cultivos antes de la temporada de lluvias. La parte negativa es que tienen un alto nivel de erodabilidad (Guillermo Rentería *et al.*, 2005). Por ello, “se requiere tener una cubierta vegetal permanente para conservar la estabilidad de los suelos, y en el caso de la agricultura, tener prácticas de conservación” (Guillermo Rentería *et al.*, 2005, p 9).

En la desembocadura del río Amanalco también se observa el Vertisol Crómico y Pélico, mientras que, en el nacimiento del mismo río, en la zona más alta de la subcuenca, predomina el Cambisol Crómico (Ramírez Zierold, 2010). Estos últimos suelos son más evolucionados que los Andosoles, en donde existe un enriquecimiento de arcilla, por ello tiene mejores condiciones para el aprovechamiento agrícola (Guillermo Rentería *et al.*, 2005).

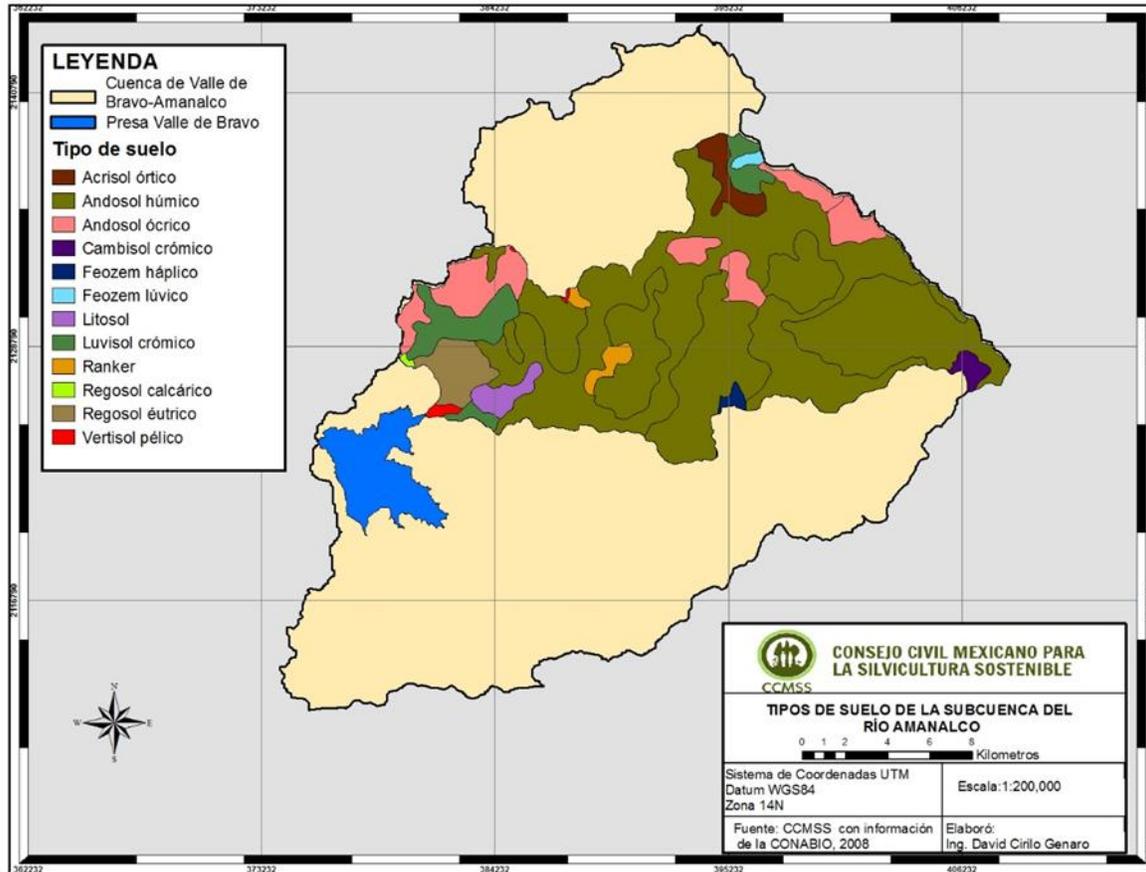


Figura 5.1.2.2.1- Tipos de suelo de la subcuenca del río Amanalco.

Fuente: CCMSS, con información de la CONABIO, 2008.

- **Uso de suelo**

Los usos de suelo que se encuentran en la subcuenca del río Amanalco son:

- Agrícola: Existiendo superficie de agricultura de temporal y de riego. En la primera se cultivan principalmente el maíz y la avena, y en la segunda (la de riego) se cultiva haba y chícharo en las zonas más altas y flores y hortalizas en las partes más bajas de la subcuenca.
- Pastizales: Los principales pastizales de la cuenca Amanalco-Valle de Bravo se encuentran en la zona de Hacienda Nueva, Capilla Vieja y Corral de Piedra. Sin embargo, en la subcuenca del río Amanalco hay extensiones muy pequeñas de este tipo de vegetación.

- Forestales: En la subcuenca del río Amanalco el uso forestal está principalmente relacionado con la extracción de madera y algunos productos forestales no maderables como los hongos, la vara de cohete, la vara perilla, etc.
- Urbano: Las zonas urbanas más importantes de la subcuenca son San Juan, San Jerónimo, San Bartolo y San Francisco Mihualtepec, aunque solamente San Juan, es considerada una localidad urbana por rebasar los 2,500 habitantes.
- Cuerpos de agua (Guillermo Rentería *et al.*, 2005)

La Subcuenca del río Amanalco tiene una extensión de 22,635.386 ha, de las cuales el 51.79% es bosque, el 43.49 % es tierra agrícola, el 3.70 % son pastizales, el 0.59 % es de uso urbano y el 0.28% corresponde a plantaciones forestales, datos que se pueden observar en la Figura 5.1.2.4.

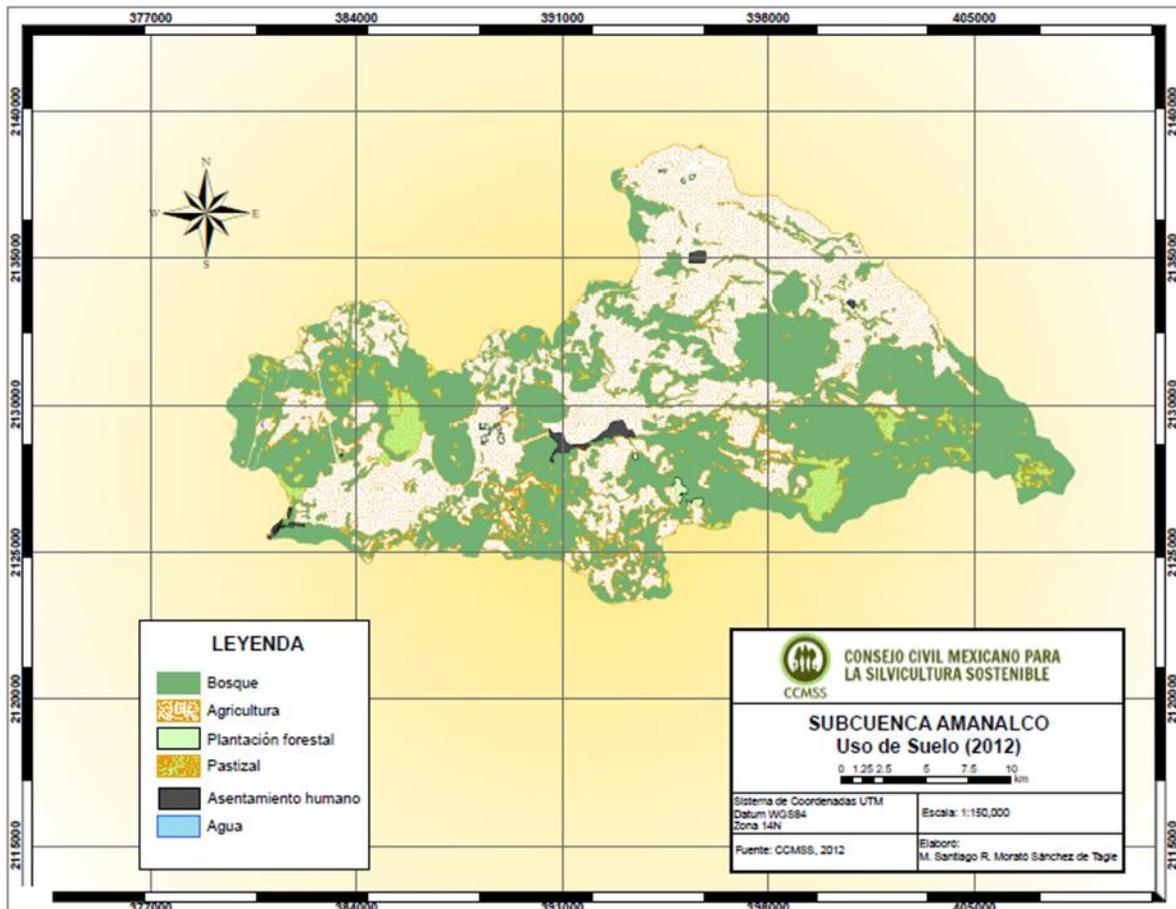


Figura 5.1.2.2.2- Uso de suelo de la subcuenca del río Amanalco.

Fuente: CCMSS, 2012.

- **Pérdida de suelo por erosión**

En la cuenca de Amanalco-Valle de Bravo y especialmente en la subcuenca del río Amanalco, uno de los principales tipos de degradación es la provocada por la erosión hídrica. En el 2004, se calculó que alrededor del 20 % de la superficie de la cuenca tenía pérdidas de suelo por erosión de más de 50 toneladas por hectárea al año (IMTA *et al.*, 2005).

Esta erosión causa la disminución de la productividad del suelo y afecta la calidad del agua, debido a los sedimentos arrastrados hasta ríos y presas. En la erosión influyen cuatro factores que son, la erosividad de la lluvia, la erodabilidad del suelo, el grado y longitud de la pendiente y la vegetación (Guillermo Rentería *et al.*, 2006). Sin embargo, otro de los factores de la erosión, y la degradación biológica y química de los suelos, es el tipo de prácticas de manejo utilizadas en los sistemas productivos y los insumos utilizados en la agricultura (CCMSS, 2014). Así, por ejemplo, en la subcuenca del río Amanalco, la agricultura

de riego, es la que mayores índices de erosión presenta. Esto se debe a que el uso de riego por gravedad es una práctica altamente erosiva.

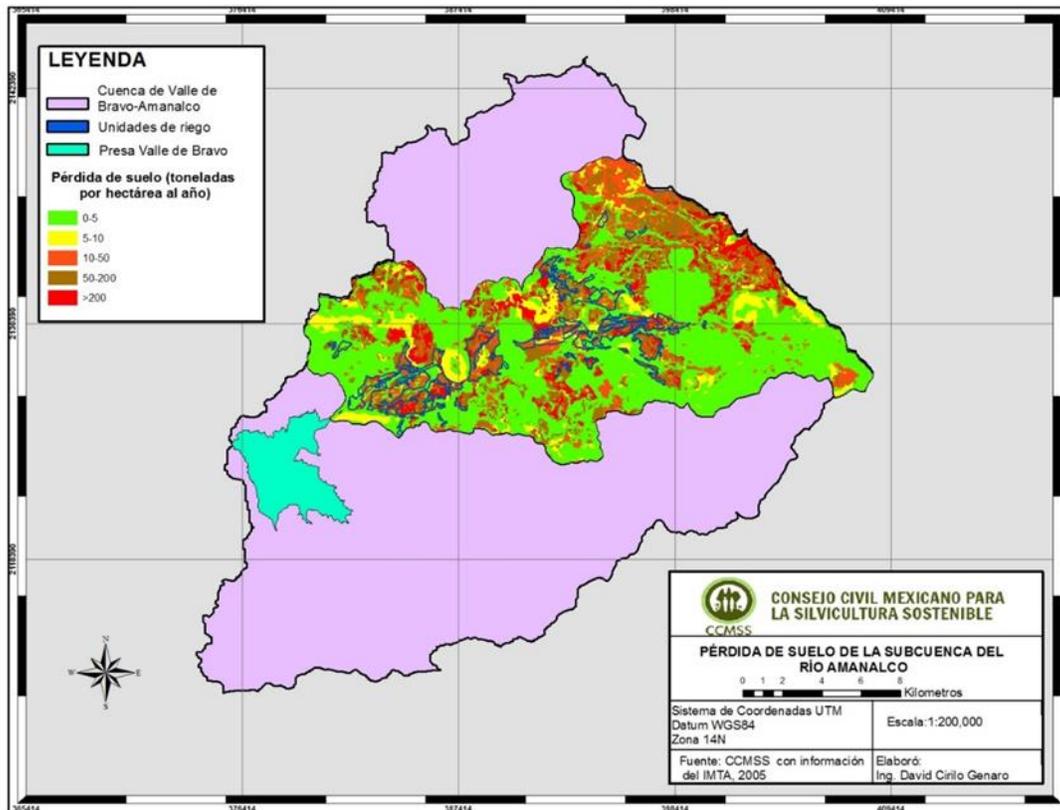


Figura 5.1.2.2.3- Pérdida de suelo de la subcuenca del río Amanalco.

Fuente: CCMS, con información del IMTA, 2005.

El suelo que se pierde en la parte alta y media de la subcuenca del río Amanalco, va depositándose en varios reservorios a lo largo del territorio y un porcentaje importante, llega hasta la presa Valle de Bravo, reduciendo la capacidad de almacenamiento del vaso más importante del Sistema Cutzamala (IMTA *et al.*, 2012). Los flujos de agua conducen hasta la presa Valle de Bravo 3.7 millones de m³ de sedimentos por año, (IMTA *et al.*, 2012) por esta razón el lago está perdiendo profundidad. En el centro del lago y en sus áreas más profundas se ha encontrado que la capa de sedimentos es de 20 a 60 cm, perdiendo medio metro de profundidad en su parte central desde 1947 al 2002. Sin embargo, cerca de las desembocaduras, especialmente en la del río Amanalco, la capa de sedimentos que ha azolvado el lago es mayor al metro y medio, lo cual nos indica la alta cantidad de sedimentos que transporta este río. Esta medición se ha realizado con el nucleador procedente de la UNAM (Ramírez Zierold, 2010).

Esta situación genera una serie de problemas con altos costos para varios actores. La pérdida de la capacidad de almacenamiento de la presa y los daños a la infraestructura hidráulica ocasionados por el transporte y acumulación de sedimentos, tiene un costo importante para la CONAGUA. Esta institución es responsable de la administración del Sistema Cutzamala, y encargada de hacer trabajos de dragado, desazolve y reparación de infraestructura para mantener la capacidad del sistema. Al mismo tiempo CONAGUA también gestiona el abastecimiento de agua a un mercado demandante, como es la población de Ciudad de México y el Estado de México. Así, la implicación del gasto extra, que se produce al tener que sanear el agua, que previamente ha sido contaminada (UNAM, 2010), está siendo pagado por toda la sociedad, tanto de forma económica en la inversión pública como de forma ambiental.

Por otro lado, las altas concentraciones de sedimentos hacen de la potabilización un proceso costoso. La planta potabilizadora los Berros, responsable de la potabilización del agua del Sistema Cutzamala, utiliza sulfato de aluminio para separar los sedimentos del agua y gasta en un solo día, desde \$38,894 hasta \$136,616 pesos, (Solicitud de información a CONAGUA vía INFOMEX 2016) tan sólo en la compra de este químico. El amplio rango del gasto diario, se debe a que la cantidad de sulfato de aluminio aplicado al agua, depende del grado de concentración de sedimentos y nutrientes que llegan a este líquido.

Además de los costos para los administradores del agua, la pérdida de suelo tiene una serie de impactos negativos en las parcelas agrícolas. Estas pérdidas provocan una disminución de la fertilidad y la productividad de los terrenos, con el consecuente empobrecimiento de sus dueños.

Sin embargo, así como hay prácticas agrícolas que aumentan la erosión, hay también una serie de prácticas que pueden ser desarrolladas por los agricultores para disminuir la velocidad del agua, disminuir la erosión e incrementar la infiltración. Actualmente, algunas organizaciones como el CCMSS están apoyando la implementación de estas prácticas, algunas de las cuales son muy antiguas, como por ejemplo el uso de magueyes como barreras y cercos vivos.

5.1.2.3 Agua

- **Precipitación**

Las lluvias suceden especialmente en verano, desde el mes de junio a septiembre, aunque surgen con mayor abundancia en el mes de julio, prolongándose en ocasiones hasta octubre (Ramírez Zierold, 2010). Estas lluvias resultan por la influencia de los vientos alisios tropicales del este, que transportan la humedad procedente del Mar Caribe y el Golfo de

México (Guillermo Rentería *et al.*, 2005). Por otro lado, existe la presencia de tormentas, especialmente en la zona oriental de la Cuenca. En ocasiones, también surgen precipitaciones en invierno, pero con menor frecuencia, debido a la penetración de las masas de aire polar (Guillermo Rentería *et al.*, 2005).

La Comisión de Cuenca Valle de Bravo-Amanalco realiza un monitoreo climatológico en la cuenca. A partir de los datos obtenidos en este monitoreo, se ve que la cuenca alta recibe más precipitaciones que la cuenca media y baja, siendo en el 2015 de 1,658 mm. Asimismo, la media de precipitaciones acumuladas por año (2010-2015) es más alta en la cuenca alta, puesto que tiene una media de 1,442.92 mm, mientras que la cuenca media y baja tienen medias de 1,307.66 mm y 1,185.00 mm respectivamente.

Por otro lado, se observa que, de estos seis años, el 2010 fue el de mayor precipitación y el 2011 el que presentó la menor cantidad de lluvias.

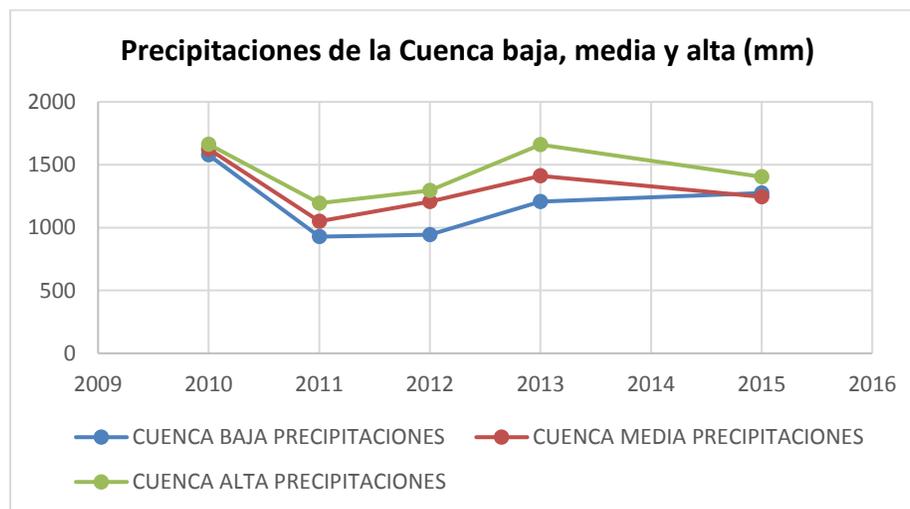


Figura 5.1.2.3.1- Precipitación anual en la cuenca alta, media y baja.

Fuente: CCMSS con información de CCVBA, 2016.

- **Hidrología**

La Cuenca de Amanalco-Valle de Bravo pertenece a una de las regiones hidrológicas más importantes del país, la Cuenca del Río Balsas, la razón de ello es tanto su extensión, teniendo una superficie de 1,879.95 km², como el volumen de sus corrientes superficiales. Por ello, esta cuenca, fue elegida como proveedora de agua del Sistema Cutzamala (Secretaría del Medio Ambiente del Estado de México, 2007).

Este sistema abarca seis municipios del Estado de México y cuatro de Michoacán, (Alianza México REDD) abasteciendo el 24 % del agua a las ciudades de Toluca, Ciudad de México y su área metropolitana (Grupo Banco Mundial y Comisión Nacional del Agua [CONAGUA], 2015). Esto beneficia a 13 delegaciones de la Ciudad de México y a 14 municipios del Estado

de México. En promedio, el Sistema Cutzamala entrega 446.65 hm³ al año (Grupo Banco Mundial *et al.*, 2015).

Dentro del conjunto de presas que forman parte del Sistema Cutzamala: Tuxpan, El Bosque, Colorines, Ixtapan del Oro, Valle de Bravo, Villa Victoria y Chilesdo (INE, 2009), el embalse de Valle de Bravo, aporta el porcentaje de agua más importante, aproximadamente un 30% del total del sistema (Ramírez Zierold, 2010).

La abundancia de este recurso, fue la causa principal de la construcción de la presa, en principio para generar energía, construyendo una planta hidroeléctrica y más tarde para enviarla hacia el Valle de México a través del Sistema Cutzamala, como fuente de abastecimiento (Guillermo Rentería *et al.*, 2005). El 85 % del agua que sale de la presa está destinada a la Ciudad de México y el Estado de México, el resto se pierde por evaporación e infiltraciones (IMTA *et al.*, 2012).

La subcuenca del río Amanalco es la más grande y con mayor aportación de agua a la presa. Está compuesta por las microcuencas de los ríos Amanalco, el Salto, Agua Bendita y la Candelaria (IMTA *et al.*, 2012). Esta subcuenca aporta aproximadamente el 37.75 % del total de agua de la presa (Guillermo Rentería *et al.*, 2006). Además, es la subcuenca de mayor extensión, abarcando 22,635.38 ha.

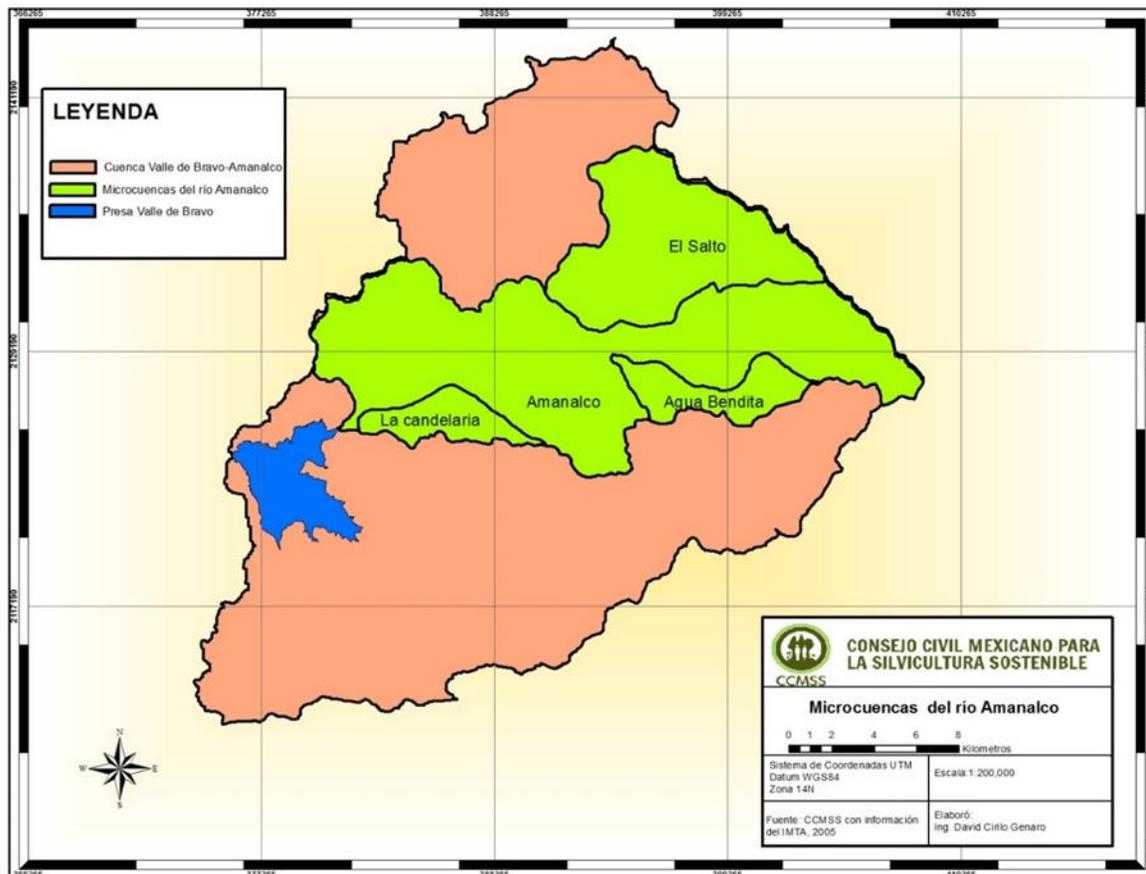


Figura 5.1.2.3.2- Microcuencas de la subcuenca del río Amanalco.

Fuente: CCMSS, con información del IMTA, 2005.

El río Amanalco (río principal) tiene una longitud de 31.8 km (Consulta a Google Earth, 2016). En la parte alta de la subcuenca nacen los dos mayores afluentes del río Amanalco:

- a) La Cascada: conocido como el afluente principal, el cual reúne en su cauce los arroyos permanentes que se generan en las montañas del este y sureste del municipio; estas montañas son las de Huacal Viejo, El Faro, Agua Bendita, Cañada Oscura (La peña), San Lucas y Cerro Cuate.
- b) El Salto: también nombrado El Arenal (proveniente de San Mateo, San Sebastián el Chico, La Garrapata y Los Mimbres).

Estos dos afluentes confluyen en la cabecera municipal, conformando la sección media del río. El río continúa bajando hacia San Bartolo y posteriormente antes de desembocar en la presa, recibe el afluente de la microcuenca río Candelaria (IMTA *et al.*, 2012).

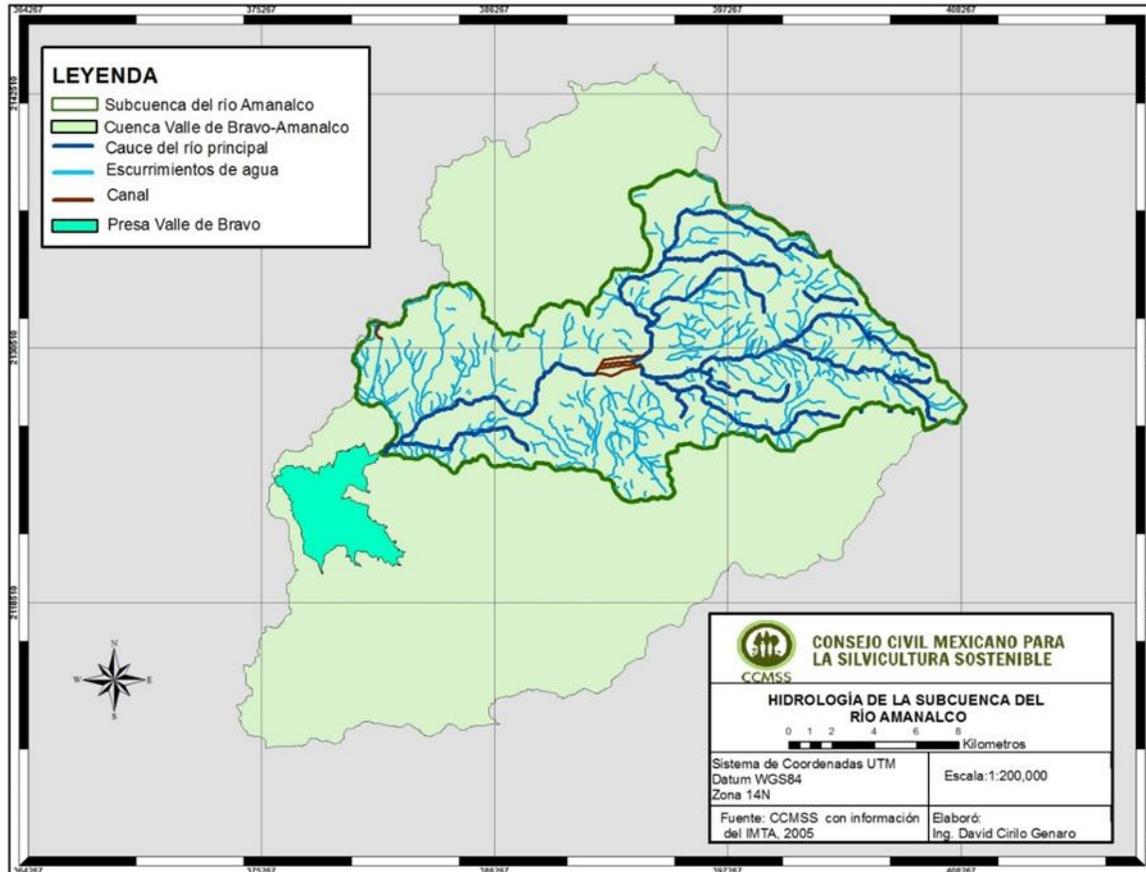


Figura 5.1.2.3.3- Hidrología de la subcuenca del río Amanalco.

Fuente: CCAMSS, con información del IMTA, 2005.

Los manantiales más destacados en la subcuenca del río Amanalco son: La Candelaria y San Mateo (Ayuntamiento de Amanalco, 2009), Los Mimbres, La Mulita, El Jazmín, Chupamuerto, San Bartolo, Casa Blanca, San Lucas, Las Peñitas y Tenexpetec (IMTA *et al.*, 2012). Sin embargo, se calcula que en el municipio de Amanalco existen alrededor de 445 manantiales, de los cuales 32 abastecen de agua directamente al municipio (IMTA *et al.*, 2012).

Así, la subcuenca del río Amanalco es rica en agua. Todos los ejidos y comunidades cuentan con manantiales, ríos y arroyos que fluyen para alimentar las diversas unidades de riego que hay a lo largo de sus cauces. Esta abundancia en agua, sumada a la forma de la subcuenca que se caracteriza por tener un valle en la parte media, en el que se formaba un lago justo frente a la cabecera municipal de Amanalco de Becerra, en la zona de San Juan. Este lago, conocido como “la laguna”, solía ser un sitio rico en biodiversidad incluyendo agro-biodiversidad, especies acuáticas, aves, etc. hasta aproximadamente 1947. Entre los años de 1930 y 1950 se sucedieron una serie de acontecimientos que llevaron a la

deseccación de la “laguna”. Entre dichos acontecimientos se encuentran: la apertura de una salida de agua en la colindancia de las comunidades de San Juan y San Bartolo para facilitar la construcción de las torres de alta tensión y el uso de los terrenos para fines agrícolas y la subsecuente construcción de zanjas y canales por parte de la población local para desaguar los terrenos. Pueden observarse los principales canales construidos; uno de ellos, el “canal viejo” utilizado entre 1947 y 1976, y otro de ellos el canal actual ahora conocido como “río Amanalco” (CCMSS, 2016).

A pesar de esto, el sitio sigue siendo un área inundable y funge también como un sedimentador natural, de todo el suelo erosionado que baja por los ríos, arroyos y barrancas, a lo largo del año. Desgraciadamente este lugar también se encuentra actualmente muy contaminado por los drenajes, residuos sólidos, agroquímicos y sedimentos que llegan a depositarse en la zona de la Laguna. Actualmente las citadas zanjas que se construyeron anteriormente, transportan aguas residuales de diferentes zonas de la cabecera municipal de Amanalco. Estas aguas residuales conectan con el río Amanalco (CCMSS, 2016).

- **Monitoreo de la calidad del agua de la subcuenca del río Amanalco**

- *Concentraciones de fósforo y nitrógeno*

La alianza UNAM-PROVALLE, desarrolla un monitoreo físico-químico, puesto en marcha desde el año 2002 por el posdoctorado Jorge Ramírez Zierold. A continuación, se muestran algunos de los resultados de este trabajo.

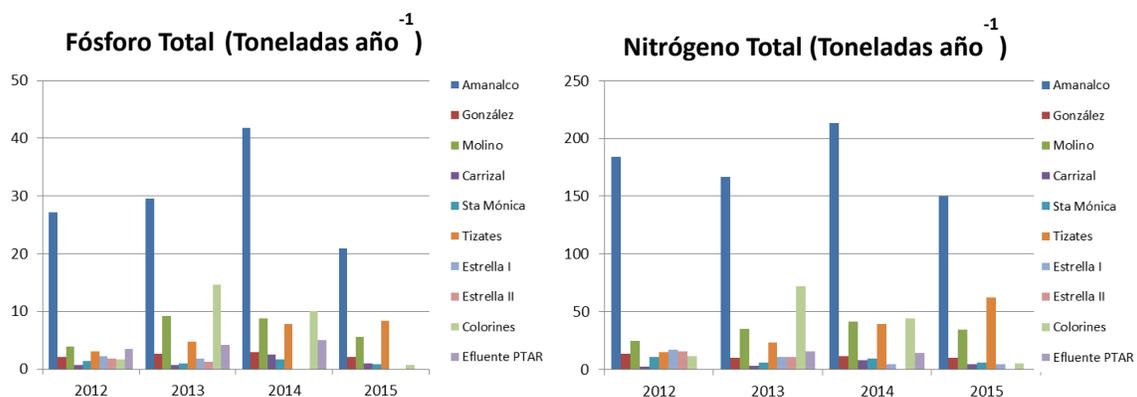


Figura 5.1.2.3.4- Aportes de fósforo y nitrógeno de diferentes ríos a Presa Valle de Bravo.

Fuente: Zierold, 2015.

Como puede observarse en la figura anterior, el río Amanalco es el mayor aportante de fósforo y nitrógeno a la presa Valle de Bravo. Esto se relaciona por un lado a que también es el mayor aportante de agua a la presa, pero también a las grandes cantidades de sedimentos, agroquímicos y aguas residuales que contiene (Ramírez Zierold, 2010).

- *Concentraciones de E. coli en la subcuenca del río Amanalco*

El Consejo Civil Mexicano para la Silvicultura Sostenible A.C. (CCMSS) y PROCUENCA han desarrollado un monitoreo de calidad del agua en diferentes puntos de la Cuenca Amanalco-Valle de Bravo, basado en el parámetro bacteriológico de presencia de *Escherichia coli* (*E. coli*), que funciona como indicador de la contaminación fecal que hay en el agua. Este grupo de coliformes es casi exclusivo de la materia fecal (Camacho, Giles, Ortega, Palao, Serrano y Vázquez, 2009), de hecho, conforme mayor sea el número de coliformes en el agua, mayor es la probabilidad de estar ante una contaminación reciente (Camacho *et. al.*, 2009). Este tipo de microorganismo provoca enfermedades y epidemias causadas por el consumo de agua (Camacho *et. al.*, 2009).

La enfermedad más usual provocada por el consumo de agua o de un alimento con contenido de *E. coli* son las enfermedades diarreicas. Estas enfermedades pueden ser diarreas acuosas con o sin fiebre, diarreas en los lactantes, diarrea disintérica invasiva, la cual afecta especialmente a los niños y la colitis hemorrágica (Camacho *et. al.*, 2009). Todas ellas suponen graves consecuencias, especialmente en los niños, que son los más vulnerables en este tipo de síntomas. Sin embargo, también puede causar infecciones del tracto genitourinario y meningitis. Una de las cepas más peligrosas es la *E. coli* *enterohemorrágica*, la cual tiene una baja dosis infecciosa de sólo diez organismos, a pesar de ello, la severidad del síndrome puede causar falla renal o incluso la muerte. Este tipo de brotes se han relacionado con el consumo de agua contaminada pero también con el contacto con agua de uso recreativo (UNAM, 2010).

En referencia al monitoreo, el CCMSS seleccionó varios puntos estratégicos para realizar una evaluación de calidad del agua sobre el río Amanalco, basado en la metodología del Global Water Watch (GWW). Este monitoreo se ha llevado a cabo mensualmente a partir del mes de junio del 2015.

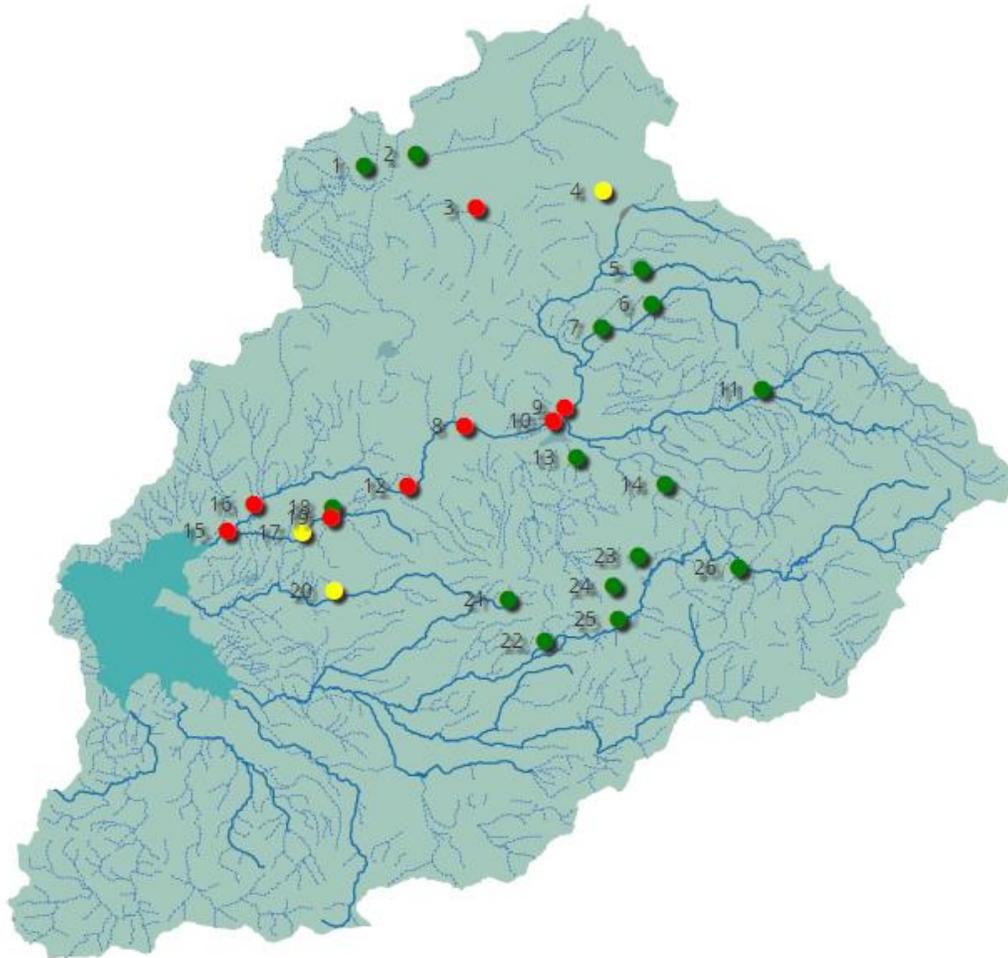


Figura 5.1.2.3.5- Puntos de monitoreo de calidad del agua de la cuenca de Valle de Bravo-Amanalco, analizados cada mes por el CCMS y/o PROCUENCA.

Fuente: CCMS, 2016.

Tabla 5.1.2.3.1- Puntos de monitoreo de la calidad del agua de la Cuenca Amanalco-Valle de Bravo.

PUNTO	NOMBRE
1	Las Piletas
2	La Lagunita
3	Río Providencia
4	El Ojito
5	Garrapata
6	Casa Blanca
7	San Mateo
8	El Salto
9	San Francisco
10	El Tanque
11	Manantial el plan, Polvillos
12	Río proveniente de la quinta sección
13	la Presa
14	La Compuerta
15	El Recodo
16	Cascada el Salto
17	Río Amanalco convento
18	Cañada Oscura
19	Módulo agua Bendita/módulo de vigilancia
20	Molino Viejo
21	Las Cruces
22	Río el Ancón
23	Manantial Chupamuertos
24	Sumidero lago Capilla Vieja
25	Puente del río Capilla Vieja
26	Presa ejido Amanalco

Fuente: CCMSS, 2016.

Los resultados de los promedios de concentraciones de *E. coli* (UFC) en 100 mL para todos los sitios monitoreados en el período de junio 2015 a marzo 2016 se puede observar en la siguiente gráfica.

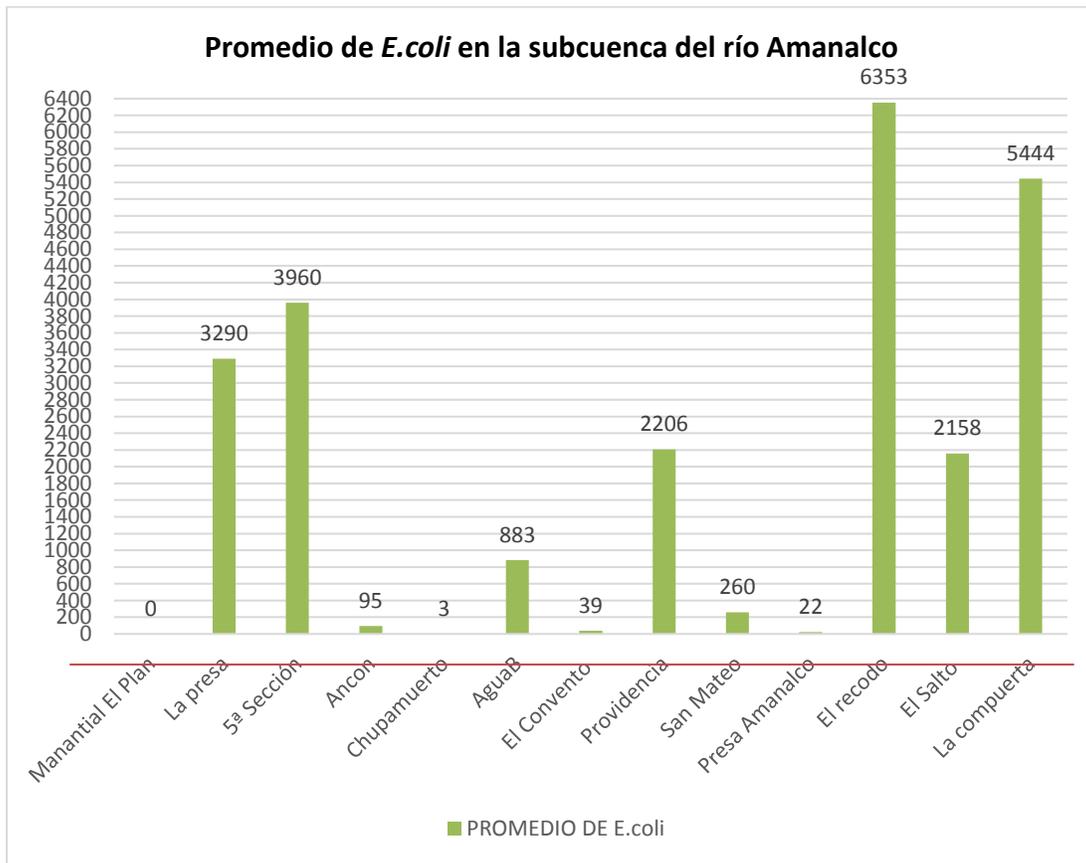


Figura 5.1.2.3.6- Promedio de E. coli en los puntos estratégicos monitoreados en la subcuenca del río Amanalco.

Fuente: CCMSS, 2016.

El sitio que presenta mayores concentraciones de *E. coli* es “El recodo”. Este punto es tomado en el afluente mayor, justo antes de entrar al río principal y justo después de haber pasado por la cabecera municipal de Amanalco y haber recibido una parte importante de los drenajes de la cabecera. El siguiente punto de mayor concentración es la compuerta de la unidad de riego de San Bartolo. En este punto el río Amanalco ya concentra los drenajes que corren a cielo abierto por dos canales, uno procedente de la cabecera municipal de Amanalco y el otro originario de San Juan. Otro sitio con concentraciones importantes de *E. coli* es el proveniente de la 5ª sección de San Bartolo (Polvillos), esto se debe a las descargas directas de aguas negras que se tienen en esta localidad.

Muchos de los puntos monitoreados en la subcuenca del río Amanalco, sobrepasan en promedio los 200 UFC/100 mL e inclusive los 600 UFC/100 mL. El significado de exceder este parámetro, es que cualquier contacto humano con el agua del río Amanalco, tiene un

carácter de peligrosidad si son más de 600 UFC/100 mL de *E. coli*. De hecho, 7 de los 13 lugares que se monitorean, exceden este límite y en el caso de rango máximo de *E. coli* exceden el límite 8 puntos de los 13 que existen. Por otro lado, 9 de los 13 lugares con base en el rango máximo de *E. coli* también superan los 200 UFC/100 mL de coliformes fecales, así como, 8 de los 13 sitios en el cálculo realizado de promedio tienen la misma situación de exceder el límite. Lo que implica que estos lugares, deberían tener poco contacto con el humano.

5.1.2.4 Sistemas productivos y problemas ambientales ligados a las prácticas de manejo

En la subcuenca del río Amanalco predominan las actividades del sector primario (UAEM, 2011), como la agricultura, la ganadería, la silvicultura y la truticultura. Estas actividades del sector primario, son intervenciones humanas que se realizan sobre el territorio, teniendo efectos sobre los recursos naturales (CCMSS, 2014).

Un porcentaje alto del municipio de Amanalco se dedica al sector primario, concretamente el 31% de la población ocupada (INEGI, 2010), como puede apreciarse en la siguiente tabla. De estos, la mayoría se dedica a labores agropecuarias, las cuales alternan con los trabajos de explotación forestal (IMTA *et al.*, 2012).

Concretamente, la agricultura ha sido por cientos de años, la base del sustento familiar y de identidad cultural. Por otro lado, mientras que la silvicultura fue en un inicio solamente fuente de trabajo, desde hace más de treinta años se ha convertido en eje de la cohesión ejidal e importante fuente de ingresos sobre todo para los adultos mayores (CCMSS, 2014).

Tabla 5.1.2.4.1- Población ocupada en Amanalco dedicada al sector primario. Fuente: CCMSS con información del INEGI, 2010.

POBLACIÓN DE AMANALCO					
Año	Población	Incremento de la población	Población ocupada	Población ocupada sector primario	% de población que se dedica al sector primario
2010	22,868	8.40	6,404	1,985	31.00
2000	21,095	34.35	4,582	2,191	47.82
1990	15,702		3,376	2,171	64.31

- **Agricultura, ganadería y floricultura**

En el municipio de Amanalco, el cultivo predominante es el maíz, generalmente asociado con frijol (IMTA *et al.*, 2012). Estos son producidos en tierra de temporal, y se orientan al autoconsumo familiar (Guillermo Rentería *et al.*, 2005). Sin embargo, en ocasiones estos cultivos se intercalan con haba y chilacayote, los cuales suelen producirse más en las zonas más altas y frías de la subcuenca. Los cultivos de haba, chícharo, flores de ornato y en menos medida hortalizas, también se dan en Amanalco, estos utilizan sistemas de riego rodado, los cuales son muy ineficientes en el uso del agua (CCMSS, 2014).

La productividad del sistema milpa oscila entre 1 y 6 toneladas por hectárea de maíz (puede ser menos o más en algunos sitios con condiciones excepcionales) y entre 300 y 600 kilos de frijol por hectárea, cuando se asocia al maíz. Por otro lado, el haba tiene un rendimiento promedio de 3 a 8 toneladas de habas verdes por hectárea al año (CCMSS, 2014).

La ganadería se lleva a cabo principalmente en Rincón de Guadalupe, Corral de Piedra y Amanalco (IMTA *et al.*, 2012). Su producción no es muy significativa en cuanto a volumen, de hecho, las familias suelen tener menos de una docena de borregos y en algunos casos pueden llegar hasta cien borregos. Su producción está destinada al autoconsumo y en menor medida al consumo interno del municipio (CCMSS, 2014). Sin embargo, su producción es mayor que cualquiera de los municipios aledaños (Guillermo Rentería *et al.*, 2005).

Por otro lado, pocas son las familias que tienen reses y si se da el caso, no supera la unidad o el par por familia. De este grupo familiar, son pocas las que obtienen leche para elaborar queso. En cuanto a la ganadería doméstica, fuente de alimentación familiar, está compuesta de pollos, guajolotes, conejos, patos y puercos (CCMSS, 2014).

Otra de las actividades es la floricultura, que se realiza desde hace más de 20 años en el municipio de Amanalco. En este campo se ha pasado, de un sistema inicial de producción al aire libre, a tener en la actualidad cultivos que requieren de alta tecnología, como los invernaderos, aunque estos son más bien una excepción. Una de las flores que está teniendo más importancia, desde hace diez años es el Ave de Paraíso (Guillermo Rentería *et al.*, 2005), pero también se cultiva girasol, agapando y otras (CCMSS, 2014).

- **Truticultura**

Otro de los sistemas productivos de la subcuenca del río Amanalco es la truticultura, la cual empezó hace más de 20 años en Corral de Piedra (Guillermo Rentería *et al.*, 2005), con el predominio de la trucha arcoíris (Secretaría de Desarrollo Urbano y Vivienda del Estado de

México, 2004). Este tipo de actividad ha recibido un relevante impulso, debido a la gran cantidad de recursos hidrológicos del territorio, que facilitan su crianza (Secretaría de Desarrollo Urbano y Vivienda del Estado de México, 2004). En el año 2003, había una cantidad de 50 granjas acuícolas en el municipio de Amanalco, las cuales representaban el 79.4 % del total de granjas de la cuenca (PROCUENCA, 2003). Son aproximadamente 42 los centros de producción de trucha arcoíris, que cuentan con más de 200 estanques (Secretaría de Desarrollo Urbano y Vivienda del Estado de México, 2004). De las indicadas granjas, la mayor parte son privadas, salvo la de San Bartolo, que es de propiedad y gestión colectiva (CCMSS, 2014).

- **Problemática de los sistemas agropecuarios**

La problemática que existe con la agricultura actualmente, se relaciona con la adopción de nuevos métodos productivos, basados en el uso de agroquímicos de manera indiscriminada (UAEM, 2011). Se han dejado atrás las prácticas tradicionales más armónicas con el medio ambiente y esto ha producido, que la calidad del suelo disminuya, provocando cierta dependencia a esta clase de insumos externos y al mismo tiempo se han ido incrementando los costos de producción (CCMSS, 2014).

El proceso que se lleva a la práctica es la utilización de fertilizantes químicos y estiércoles que contienen nutrientes, principalmente nitrógeno, fósforo y potasio, de esta manera se aplican a los cultivos para incrementar el rendimiento (UNAM, 2010). Sin embargo, la aplicación de estos insumos no toma en cuenta el movimiento del agua (UAEM, 2011), pues este conlleva la contaminación hídrica a través del escurrimiento, esto significa que por medio de la lluvia se transportan los contaminantes citados desde los campos de cultivo a los cuerpos de agua superficiales. Esta contaminación hídrica también se presenta a través de la filtración y la lixiviación. La primera es cuando estos nutrientes tienen como destino el agua del subsuelo a través de hoyos, poros, pozos y fisuras (UNAM, 2010). La segunda es que la contaminación llega al suelo a través de la infiltración de la lluvia (UNAM, 2010). Este tipo de erosión disminuye la productividad de las parcelas (UAEM, 2011). En la subcuenca del río Amanalco este tipo de métodos suele ser utilizados por la siembra de papa, especialmente en San Mateo.

Sumada a esta problemática, se encuentra el uso de técnicas de cultivo de la tierra con alto impacto sobre la erosión del suelo. El cultivo en laderas, el desarrollo de varios movimientos de suelo por ciclo de siembra, el surcado recto sin respetar curvas de nivel o con pendiente controlada, la quema y retiro de los residuos de cosecha y la remoción de barreras vivas, son algunos de los ejemplos de las prácticas que provocan grandes cantidades de erosión (CCMSS, 2014). Las consecuencias de estas prácticas pueden ser la pérdida de la cobertura

vegetativa, la obstrucción de canales de riego y el incremento de la probabilidad de inundaciones (UNAM, 2010).

Aunado a esto, el uso de herbicidas y técnicas modernas ha traído consigo el abandono del sistema milpa, que es un sistema biodiverso (conjuntando maíz, frijol, calabaza, quelites, etc.) y su sustitución por monocultivos, ya sea de maíz o de haba (CCMSS, 2014). Este cambio reduce la diversidad de alimentos de las familias, pero también tiene otras consecuencias negativas como el incremento de los ataques de plagas y la pérdida de especies.

En relación con las granjas trutícolas, ésta genera desechos orgánicos y nutrientes procedentes del alimento que no se come la trucha, así como de sus excrementos. Cuando no se usan sedimentadores (UAEM, 2011), los desechos se incorporan al río Amanalco y lo contaminan. A esto se suma que los productores actualmente viven el alza en los precios del alimento de la trucha y con ello sufren la pérdida de la rentabilidad del sistema (CCMSS, 2014).

Estos factores están incrementando el abandono del sector agropecuario por parte de la población rural. Sin embargo, existen también otras problemáticas, que alimentan este abandono, una de ellas es, que el incremento de la población en la subcuenca del río Amanalco está exigiendo un cambio de uso de suelo de agrícola a habitacional. Otro de los factores de abandono del sector, es que la mayoría de la población joven no heredará la tierra, ni los derechos ejidales, puesto que éstos sólo se transmiten a una persona, por ello no tendrán la posibilidad de usufructo, ganancia o participación, sobre los recursos naturales (CCMSS, 2014). Hay que añadir que cada vez más, los jóvenes buscan trabajos temporales en las ciudades o en el municipio de Amanalco, en el tercer sector, buscando oportunidades de albañil, taxista, transportista, comerciante o labores de servicio (CCMSS, 2014).

Finalmente, otro dato es que el desarrollo de los mercados y el comercio internacional están bajando los precios de mercado de los productos agrícolas. Actualmente los campesinos tienen que competir con la producción agroindustrial nacional e internacional, haciendo difícil sostenerse económicamente a partir de la producción primaria (CCMSS, 2013). Esta situación empeora, ya que la mayoría de los subsidios incentivan la compra de los alimentos foráneos, procesados y agroindustriales, en comparación con los pocos subsidios que apoyan el fortalecimiento económico de la agricultura familiar y campesina (CCMSS, 2013).

La consecuencia directa de esta situación es un desinterés en la protección de los recursos naturales y una paulatina desruralización del territorio, que facilita la venta de las tierras, la degradación de los recursos naturales y a largo plazo, el cambio de uso de suelo. Hoy en día, una parte importante de la población está desvinculada de la tierra y los recursos naturales, dado que no ejerce actividades rurales. A su vez se crea una situación de vulnerabilidad del campesino, dado que la tierra es el único patrimonio que posee y puede

dar lugar a que se incremente la situación de pobreza de este grupo social. Con carácter general, esta situación a largo plazo, pone en riesgo la soberanía alimentaria, ya que el abandono del campo crea cada vez más dependencia en el consumo de la agricultura industrial procedente de otros países, agudizándose la situación de pobreza del país (CCMSS, 2014).

- **Silvicultura**

En el municipio de Amanalco hay 15 núcleos agrarios con autorizaciones de aprovechamiento forestal maderables vigentes (Solicitud de información a PROBOSQUE). Así, la producción de madera es una actividad que genera recursos adicionales a las familias de ejidatarios y comuneros. En Amanalco hay alrededor de 2,203 ejidatarios/comuneros, por lo tanto, son aproximadamente un 10% de la población. Sin embargo, ellos son quienes están a cargo de la toma de decisiones sobre los territorios colectivos, es decir los bosques.

El aprovechamiento de los bosques para la producción de madera en Amanalco ha contribuido a estabilizar la frontera agrícola, evitar la deforestación y fortalecer la organización comunitaria.

Un mayor detalle de esta actividad productiva se da en la sección de “bosque” en este documento.

5.1.3. Caracterización productiva de las localidades del proyecto (tipos de agricultura, identificación de zonas de riego, identificación de otras actividades productivas realizadas)

La descripción actual de las características de las actividades productivas, en especial de la agricultura y su forma de riego dentro de las 4 localidades seleccionadas para el proyecto, permitirá el análisis integral de la problemática que representan estas actividades, así como las consecuencias que se tiene sobre ellas por el mal manejo de las aguas residuales.

5.1.3.1 Amanalco

La comunidad de Amanalco tiene una zona de riego por gravedad de aproximadamente 74 hectáreas suministrada por el río del Salto. Esta zona está ubicada en la colindancia con San Lucas. Dentro de la agricultura de la zona existen dos ciclos de cultivo. En la temporada de riego se siembra haba, chícharo, maíz y papa. También hay siembra durante el temporal de chícharo y papa, aunque son menos los agricultores que la realizan, en esa temporada se siembra principalmente maíz y avena.

En lo que respecta al riego, no hay agua suficiente para satisfacer a toda la zona ya que han disminuido los caudales de los manantiales y del río. Al mismo tiempo el agua llega contaminada por suelos de parcelas de la parte alta y por el manejo inadecuado de los agroquímicos.

Como parte de la agricultura de la comunidad, aproximadamente el 20 % de los productores utilizan métodos orgánicos, el resto continúa utilizando agroquímicos. Este es uno de los principales problemas de agricultura en la zona, pues los agroquímicos contaminan los suelos y el agua y dañan la biodiversidad, además tienen impactos negativos sobre la salud de los campesinos.

Un problema importante de la zona agrícola de Amanalco son las inundaciones y el exceso de humedad que daña los cultivos. Por esa razón, muchos años los terrenos pueden ser sembrados solamente en la temporada de secas con riego, dado que en la temporada de lluvias el exceso de agua en los terrenos no permite una buena producción. Por otra parte, el suelo se satura de humedad y daña los cultivos.

En lo que respecta a otras actividades productivas, la localidad de Amanalco se ha ido transformando más y más en una población urbana. Por esta razón, los habitantes se dedican cada vez más al comercio, transporte y otros rubros del sector servicios.

5.1.3.2 San Juan

Las actividades económicas de la localidad de San Juan son principalmente la construcción y la agricultura. La actividad agrícola cuenta con una zona de riego por bombeo de 7 lotes, de alrededor de 1500 m² cada uno. Ellos tienen que bombear agua del río Amanalco porque no tienen, como el resto de las zonas de riego, un desnivel suficiente para poder llevar el agua por gravedad desde el río hasta sus tierras. Sin embargo, muchas tierras en la zona de “La laguna” tienen humedad suficiente como para poder hacer una siembra al año, en la que se cultiva haba, chícharo, ebo, maíz, avena y forraje para ganado.

Durante la época de lluvias gran parte de la tierra que está ubicada cerca de “La Laguna” se inunda y no permite que se siembre nada. De igual manera algunas de las tierras de cultivo se han vuelto pantanosas, a causa de las descargas de aguas residuales provenientes del drenaje de Amanalco que las contaminan. Esto ha ido empeorando con el deterioro del sistema de zanjas de la zona. Antiguamente, los campesinos construían y mantenían una serie de zanjas para desaguar los terrenos que funcionaban como una especie de “chinampas” en la zona inundada, sin embargo, con la problemática del derrame de aguas negras y la falta de mano de obra destinada al campo, el sistema de zanjas ha ido quedando en el olvido.

Otro problema que tienen los agricultores de la región es que los ingresos por agricultura son muy bajos, por lo que no cuentan con la mano de obra suficiente para trabajar la tierra. Al mismo tiempo el costo de los agroquímicos ha aumentado y la venta de productos agrícolas no es suficiente para cubrir esos gastos.

Las familias de San Juan se dedican también a la cría de borregos, puercos y aves de traspatio. Sin embargo, en general las familias tienen solamente unos cuantos animales para abastecerse y como forma de ahorro. No hay ganadería de gran escala (Información proveniente de las encuestas agroforestales realizadas anualmente por el CCMSS).

5.1.3.3 San Mateo

La economía de San Mateo se basa en actividades productivas como la carpintería, el servicio de taxis, el comercio, la agricultura y la ganadería de pequeña escala. Una gran parte de ésta se enfoca en la agricultura que cuenta con una zona de riego por gravedad, abastecida por el manantial de “Las Peñas”, ubicada principalmente en la primera y segunda sección. Esta zona es de aproximadamente 55 hectáreas incluyendo 20 hectáreas de la tercera y cuarta secciones. Estas últimas al igual que una parte de la segunda sección obtienen el agua de “Las Pilas”.

El agua de riego no es suficiente para todas las secciones pues una administración incorrecta y desperdicio. En el caso de la tercera sección, la última en recibir agua del canal, le llega una menor cantidad.

En la zona se hacen dos siembras al año. En temporada de riego se siembran haba, chícharo, hortalizas, trigo, avena y cebada mientras que en el temporal frijoles, maíz, calabaza, trigo y avena de temporal. En los invernaderos, que son una mínima cantidad de 10 x 15 metros aproximadamente, cultivan calabaza, acelgas, cilantros, quelite cenizo y jitomate. Solamente un productor cultiva también brócoli, coliflor y otras hortalizas al aire libre y en invernadero.

Por otro lado, solamente el 15% de los agricultores de la comunidad utilizan técnicas orgánicas. Esto representa un problema pues no se logra conservar la productividad y fertilidad de la tierra y se produce una contaminación del agua y el suelo por los agroquímicos.

5.1.3.4 San Miguel Tenextepec

En San Miguel Tenextepec la mayoría de la población se dedica a la albañilería y al comercio. Un sector reducido se dedica a la agricultura de autoconsumo y a la ganadería a pequeña escala. En particular, la actividad agrícola cuenta con una zona de riego por gravedad que abarca de Amanalco cabecera municipal al panteón, alrededor de 600 metros. En esta se cultiva maíz, chícharo, haba y girasol en temporada de riego y durante el temporal se siembra maíz, pero mínimo pues la zona, conocida como “La Laguna”, se inunda. Existen 5 invernaderos en la primera y segunda sección en los que se siembra jitomate, col y acelga.

El sistema de riego de la localidad no logra abastecer de manera adecuada, dado que parte del agua es enviada desde San Mateo y por tanto no alcanza a llegar a San Miguel Tenextepec. Para solucionar este problema algunos agricultores optan por realizar la actividad de riego durante la noche.

La problemática de esta zona es de carácter económico pues la disminución de producción agrícola se debe al aumento en el costo de agroquímicos y semillas que no permite a los agricultores continuar con la actividad. Al mismo tiempo la existencia de inundaciones no permite tener cultivos durante todo el año.

Como parte de la actividad agrícola, 10 productores siembran de forma orgánica, lo que les permite continuar sembrando sin comprar agroquímicos y utilizar métodos naturales con ayuda de los programas del CCMSS.

5.1.3.5 El caso del Rancho Feshi.

El Rancho Feshi, es una granja piscícola ubicada en la localidad de San Lucas, municipio de Amanalco, la cual empezó a trabajar aproximadamente en 1980. Esta granja se especializó en el cultivo de truchas, aunque en algunos momentos ha probado con otras especies como las carpas. Su propietario es el señor Abraham Arista Pérez, quien se asentó en estos terrenos a finales de los años 70.

Como se comentó en la introducción, durante el mes de enero se realizó una visita a la granja piscícola, con objeto de verificar la situación en que se encuentra la producción piscícola y confirmar el interés de su propietario en instalar un humedal artificial en sus estanques.

Durante la visita se encontró una difícil situación en las instalaciones del Rancho. Por ejemplo, el comedor presenta severos daños en los techos y paredes, lo que ha provocado que se clausure parte de su espacio. (Ver Fotos 5.1.3.1 y 5.1.3.2). Es notoria la falta de visitantes y clientes que acudan al comedor, lo cual contribuye al deterioro del lugar.



Foto 5.1.3.5.1- Comedor del Rancho Feshi.



Foto 5.1.3.5.2- Comedor Rancho Feshi.

Por otro lado, se constató que actualmente no existen peces en los estanques y que las instalaciones del rancho están deterioradas. En entrevista realizada con el dueño del Rancho, se comentó que el Rancho está pasando por una crisis económica desde hace ocho años, la cual se agudizó el año pasado donde no pudo obtener un préstamo de Banrural que le permitiera comprar peces (truchas) para reactivar la economía de su negocio. (Ver fotos 5.1.3.5.3 a la 5.1.3.5.6).



Foto 5.1.3.5.3- Estanque sin peces en el Rancho Feshi.



Foto 5.1.3.5.4- Estanque sin peces en el Rancho Feshi.



Foto 5.1.3.5.5- Sitio donde se pretende instalar el humedal artificial.



Foto 5.1.3.5.6- Estanque mayor del Rancho Feshi.

Ante esta situación, el propietario señaló que seguirá buscando recursos económicos (ya sean mediante crédito de Banrural o algún socio) para invertir en su granja piscícola; sin embargo, de no conseguirlo ya no estaría interesado en continuar participando en este proyecto.

5.1.3.6 Rastro El Salitre, Valle de Bravo.

En el municipio de Valle de Bravo, se pretende instalar un humedal artificial que trate el agua residual del que se genera con la matanza de ganado vacuno y porcino en el Rastro Ecológico municipal “El Salitre”. Con objeto de retomar el contacto con las autoridades municipales, el mes pasado se realizó una visita a la Dirección de Desarrollo Económico del municipio de Valle de Bravo, entidad encargada de la operación del Rastro El Salitre, donde se platicó con el director Lic. José Pedro Ballesteros González.

Como resultado de la entrevista, encontramos una actitud colaborativa y con disposición a participar en el proyecto, instalando un humedal artificial en este municipio. Sin embargo, para este funcionario, el sitio donde se planteó instalarlo originalmente, El Rastro Ecológico El Salitre, debía ser reemplazado, toda vez que la planta de tratamiento instalada en el rastro había sido rehabilitada recientemente y se encontraba trabajando eficientemente. Él sugirió instalar el humedal en algún terreno cercano al rastro, donde se instalan corrales o centros de engorda de ganado vacuno, los cuales descargan sus desechos, sin ningún tratamiento, directamente al río Amanalco.

Para constatar esta versión y corroborar el funcionamiento de la planta de tratamiento, durante el mes de enero, se realizó una visita a las instalaciones del Rastro El Salitre. En este sitio nos recibió el operador de la planta, Sr. Álvaro, con quien se realizó un recorrido por los distintos componentes de la planta y explicó la operación y mantenimiento que realiza para el tratamiento de las aguas residuales del rastro.

Los principales resultados de la visita a la PTAR, son:

- La operación de la planta de tratamiento es deficiente pues no la operan continuamente; sólo la ponen a funcionar los días de matanza. El ciclo de tratamiento no se completa pues no almacenan el agua residual el tiempo suficiente, el operador dice para la saturación del agua residual se vacía el tanque de almacenamiento, evitando la formación y reproducción de la colonia de bacterias que completan el tratamiento de esa agua.
- Se vierte el agua sin el debido tratamiento al río Amanalco, con las consecuencias nocivas al medio ambiente y a la salud de los pobladores.



Foto 5.1.3.6.1-Instalaciones de la planta de tratamiento del rastro El Salitre.



Foto 5.1.3.6.2-Descarga de agua residual de la planta de tratamiento de rastro, directamente al río Amanalco.

5.1.4. Problemática del agua en la subcuenca del río Amanalco y las localidades del proyecto (Amanalco, San Juan, San Mateo y San Miguel Tenex-tepec)

En la subcuenca del río Amanalco en la que se incluyen las localidades de Amanalco, San Juan, San Mateo y San Miguel Tenex-tepec existe una problemática relacionada con el agua que es crítica para la región. El principal problema reside en que la infraestructura de drenaje y saneamiento es deficiente (en algunas localidades no existe o está inconclusa) y en consecuencia se están contaminando los arroyos y ríos. Asimismo, esto ha incrementado las concentraciones de nutrientes en el agua que escurre hasta la presa de Valle de Bravo ocasionando problemas de eutroficación y crisis de cianobacterias.

Además de los problemas generados en la presa de Valle de Bravo, el deficiente saneamiento genera una serie de impactos ambientales y sociales que están disminuyendo la calidad de vida los habitantes de las comunidades de la subcuenca del río Amanalco y deteriorando la salud de los ecosistemas.

En las siguientes secciones se muestra un análisis de la situación actual de los servicios de agua potable y los servicios de drenaje y saneamiento en las localidades de Amanalco, San Juan, San Mateo y San Miguel Tenex-tepec. El análisis es producto del levantamiento de entrevistas con delegados, comités de agua potable, personal del Ayuntamiento y personal

de la Comisión de Cuenca Amanalco-Valle de Bravo, así como de los resultados de la realización de 4 talleres, uno en cada localidad de interés.

5.1.4.1 Situación del servicio de agua potable en las localidades.

Las cuatro localidades de Amanalco estudiadas tienen características distintas, por lo tanto, en esta sección se presenta cada caso de manera separada para tener una mayor claridad sobre las condiciones que existen, cuáles son las fuentes de abastecimiento, la infraestructura, su gestión y la problemática que puedan tener.

- **Amanalco**

La localidad de Amanalco es la cabecera municipal y en 2010 tenía una población de 1,349 habitantes (INEGI, 2010). Esta se abastece de agua de un grupo de manantiales ubicados en San Jerónimo y en San Lucas, muy cerca de la cabecera. En ese sitio existen solamente obras de toma y posteriormente desde ahí, por gravedad se hace la distribución a todos los hogares. El 100% de las casas de esta localidad cuentan con el servicio de agua potable, que es suficiente para la demanda que se tiene.

En Amanalco, es el Ayuntamiento a través de la Dirección de Servicios Públicos quien se hace cargo de operar el sistema y distribuir el agua. Existen alrededor de 300 tomas de agua y éstas están obligadas a pagar al Ayuntamiento el servicio, sin embargo, solamente la mitad de éstas pagan continuamente.

- **San Juan**

La localidad de San Juan es abastecida por manantiales ubicados en Corral de Piedra, ejido San Bartolo a aproximadamente 20 km de distancia; la primera y segunda secciones de San Juan se abastecen del manantial “Piedra Ancha” y la tercera del manantial “Tizapac”.

La primera red de la localidad fue construida en 1982, la cual contaba con llaves públicas. El proyecto de Corral de Piedra para la potabilización a casas inició en 1992 financiado por el municipio, mientras que la comunidad colaboró con mano de obra para la instalación. La infraestructura cuenta con varias obras de toma y cuatro depósitos. Uno de los depósitos se encuentra ubicado en San Jerónimo, el cual se abastece del manantial de Piedra Ancha y al mismo tiempo suministra agua a San Miguel Tenextepec y a San Juan (aproximadamente 2 pulgadas de agua para cada localidad).

Para el manejo del agua potable, la comunidad cuenta con un Comité de agua potable por cada sección (hay tres secciones en la localidad). Estos comités duran 3 años y se encargan de dar mantenimiento, limpieza, cloración y ampliación de la red. El servicio del agua tiene

una cuota de \$150 M.N. al año y con esto se le da mantenimiento, aunque únicamente el 20% de los hogares paga.

La administración y manejo del servicio de agua potable se lleva de manera intermitente, en la que las viviendas tienen agua un día sí y uno no durante toda la semana. Esto permite que a todos les alcance sin necesidad de buscar otros lugares para obtener el agua faltante.

Toda la población tiene acceso al servicio, a excepción de tres viviendas que no colaboran ni pagan la cuota para entubar y tener su propia toma. Han existido pequeños conflictos entre vecinos, pues los que pagan quieren que se les suspenda el servicio a aquellos que no lo hacen.

Asimismo, la comunidad de San Juan tiene conflictos con San Bartolo dado que se han establecido convenios que ese pueblo, los cuales no se han cumplido. Dichos convenios buscan que San Bartolo mantenga un control de su compuerta de riego agrícola, que contribuya a reducir el nivel del agua del río Amanalco y así se controlen las inundaciones de los terrenos agrícolas de la localidad de San Juan. En los acuerdos, San Bartolo se comprometió a resolver esta petición a cambio de que la red de agua potable que abastece su pueblo, que viene de Corral de Piedra, cruce por San Juan. Sin embargo, aunque pasó la red de agua, San Bartolo no cumplió con su parte del trato.

Acerca de la calidad del agua que recibe la comunidad, esta es buena, pero requiere de mantenimiento y limpieza constante puesto que las tuberías se dañan y al oxidarse o fisurarse pueden contaminar el agua.

- **San Mateo**

Dentro de la comunidad de San Mateo el abastecimiento de agua potable proviene de “Agua Zarca”, un grupo de manantiales ubicados dentro de la misma localidad. Estos surten a 160 familias aproximadamente que cuentan con poco más de 150 tomas de acuerdo con el presidente del Comité de Agua Potable de Agua Zarca, Román de la Cruz Sotero (2017).

En 1975, se instaló la red de distribución de agua potable, pero se ha ido ampliando conforme ha crecido la comunidad. Inició con el delegado Camilo Avilés y el Sr. Ignacio Quintero, momento en el que se construyeron solamente 400 m con ayuda del municipio que proporcionó una parte de los materiales. La infraestructura cuenta con tomas y un depósito para almacenar el agua y distribuirla. Este último está ubicado en la segunda sección al norte de la iglesia.

La comunidad de San Mateo cuenta con un Comité de agua potable para administrar el servicio. Este está conformado por un representante de cada sección, el presidente Román de la Cruz Sotero (1ª sección), el secretario el secretario José Manuel Avilés Vera (2ª sección) y el tesorero Felipe Aguirre Marcos (3ª sección).

El comité se encarga de revisar, mantener y controlar la red de agua potable. Se organizan reuniones con las personas de la comunidad para informar y en caso de necesitar recaudaciones para reparar alguna falla, llegan a un acuerdo sobre la cantidad. Actualmente, se cobran \$2000 M.N. por instalar una toma de agua.

Con respecto a la disponibilidad del agua, los habitantes cuentan con ella todos los días de la semana durante todo el día, por lo que es mínima la cantidad de personas que no cuentan con el servicio. Hasta ahora no se han presentado problemas de escasez en el suministro, pero se tiene en consideración que debe de existir un monitoreo durante la época de sequías para saber cuánta agua estará disponible y si esta será suficiente.

En relación con los problemas que tiene la comunidad por el agua potable, son pocos pues la calidad es buena y además se clora. No se han registrado casos de enfermedades relacionadas con la contaminación del agua. Por otra parte, la comunidad de San Mateo no ha tenido conflictos con otras localidades referentes al agua potable y dentro de la misma localidad son mínimos, puesto que algunos habitantes no quieren que pasen tomas de otros por su propiedad.

- **San Miguel Tenex-tepec**

El abastecimiento de agua potable proviene de Corral de Piedra donde llega al “Llanito” y se separa para alimentar los sistemas de San Miguel Tenex-tepec y San Juan. Al mismo tiempo se obtiene agua del manantial local y ambas son recolectadas en un tanque para después ser distribuidos a las dos secciones de la localidad.

Desde 1994 se instaló la infraestructura que fue financiada por el municipio y el gobierno del Estado junto con la colaboración de la comunidad para la construcción. Esta infraestructura incluye tomas de agua y tres tanques, dos ubicados en el manantial local (2ª sección) y uno en la primera sección.

El Comité de agua potable se encarga de administrar y realizar reuniones de recaudación para dar mantenimiento a la instalación. Para realizar el mantenimiento mensual se cobra una cuota de \$200 M.N. al año, que se destina a reparaciones del sistema. De los que cuentan con el servicio solamente el 40 % paga la cuota.

Para tener un manejo adecuado, las viviendas de la localidad cuentan con agua 5 días a la semana durante todo el día. Debido a que el agua no es suficiente, es necesario que se les suspenda el servicio 2 días cada semana, que ya se tienen designados para cada zona de la comunidad, ya que no obtienen el agua faltante de otro sitio.

Sobre la calidad del agua, los habitantes consideran que la obtienen de buena calidad, dado que viene directa del manantial. Anteriormente, los depósitos de almacenamiento del agua

eran clorados para no ser sancionados, pero actualmente únicamente se les da limpieza y se previene la contaminación del agua.

En lo que refiere a los conflictos, anteriormente existieron algunos con la comunidad de San Juan, a causa de que pensaban que dicha comunidad cerraba el suministro ubicado en “El Llanito” que distribuye a San Miguel Tenextepec. Ahora se tiene un acuerdo en el que se instalaron válvulas con candado para que ambas comunidades siempre tengan agua. En caso de escasez, los representantes de cada comunidad realizan inspecciones de la red para verificar y reparar cualquier falla que exista.

5.1.4.2 Situación del servicio de saneamiento en las localidades.

- **Infraestructura de drenaje y saneamiento**

De las 29 localidades de la subcuenca del río Amanalco, existe infraestructura de drenaje, es decir colectores marginales, solamente en 4 localidades: San Juan, Amanalco, San Mateo y San Miguel Tenextepec. Sin embargo, aunque los colectores se construyeron en algunos casos hace más de 10 años, en las últimas 2 localidades no existen conexiones domiciliarias debido a que la obra nunca fue entregada o finalizada. Además, en esas 2 localidades, los colectores no llegan hasta ninguna planta de tratamiento, sino que simplemente finalizan en alguna calle, zanja o río.

En la localidad de San Sebastián Chico no existe infraestructura de drenaje, pero el colector de San Mateo pasa por dicha localidad sin contar con ramificaciones, solamente para ser conducido hasta el colector principal de esa red en Amanalco.

En el caso del drenaje de la localidad de Amanalco (el más antiguo), se ha buscado que la descarga final se haga hasta la planta de tratamiento (PTAR) de San Juan, sin embargo, la ubicación de esta planta y las deficiencias de los colectores que conducen hasta ella han complicado lograr esta meta. Por esa razón una parte del drenaje se descarga directamente en el “canal viejo” que conduce hasta el río Amanalco, otra parte se descarga en el canal ubicado frente al DIF municipal, y otra parte sí escurre por los colectores que van hacia la PTAR, sin embargo, esto es de forma intermitente ya que en repetidas ocasiones estos colectores se azolvan, fallan y también a veces son tapados por los pobladores para impedir que el agua corra por ahí y después desborde en alguna de las parcelas agrícolas colindantes. Cuando los colectores están tapados o azolvados, las aguas negras corren nuevamente por los canales a cielo abierto que conducen hacia el río Amanalco.

En el caso de la localidad de San Juan, el drenaje de la primera sección se dirige hasta la planta de tratamiento de Amanalco, y el de la segunda sección, la población presume que

por una cuestión de niveles se regresa hasta Amanalco para ser descargado en el mismo sitio en el que se descarga todo el drenaje de la cabecera municipal.

El resto de las localidades del municipio no cuenta con drenaje y destinan las aguas residuales domésticas a fosas sépticas con diseños que permiten una infiltración total de las aguas negras al subsuelo. En otros casos, los hogares cercanos al río descargan directamente en él. A pesar de las malas condiciones de las fosas sépticas, con las condiciones actuales y la problemática con la planta de tratamiento, actualmente las fosas se han constituido en la alternativa más recurrente entre los pobladores de estas localidades, para no generar descargas directas en el río (CCMSS, 2016).

En cuanto a infraestructura para dar saneamiento a las aguas residuales, en el municipio de Amanalco existen dos plantas de tratamiento. La primera, ubicada en el rastro municipal actualmente se encuentra operando y en funcionamiento. De acuerdo con un análisis reciente de la empresa Fypasa, realizado en colaboración con la Comisión de Cuenca Amanalco-Valle de Bravo, está cumpliendo con las normas para descarga de agua. La segunda PTAR está ubicada en la localidad de San Juan en el paraje conocido como “La laguna”. Ésta fue construida hace aproximadamente 15 años, pero desde entonces sólo ha funcionado correctamente en contadas ocasiones. La mayor parte del tiempo, la PTAR ha estado fuera de funcionamiento ya sea por la incapacidad de conducir las aguas residuales hasta ahí, por afectaciones de inundaciones relacionadas con el sitio en el que está ubicada, por fallas en la maquinaria o por falta de recursos para operarla. Actualmente su operación está a cargo de la CAEM ya que nunca ha sido entregada al Ayuntamiento.

La Figura siguiente, muestra la red de colectores existentes:

- El rojo es el colector de San Miguel Tenextepec,
- El blanco es el colector que conecta Amanalco con la PTAR de San Juan,
- El azul sale de Amanalco, pasa por San Juan y llega hasta la PTAR. Este se construyó inicialmente con la idea de llevar las aguas residuales de Amanalco y San Juan hasta la PTAR pero no se logró tener el cambio de niveles suficiente para que el agua de Amanalco corriera y por lo tanto sólo le da servicio a San Juan.
- El verde es el que recorre San Mateo y llega hasta Amanalco a la altura del río.
- En amarillo en la parte noreste está marcado un colector marginal proyectado para traer los drenajes de la localidad de Rincón de Guadalupe.



Figura 5.1.4.2.1- Redes actuales de los colectores marginales de la cabecera de Amanalco de Becerra. Fuente: CAEM, 2016.



Figura 5.1.4.2.2- Infografía sobre saneamiento. Fuente: CCMSS, 2017.

- **Principales problemas de la infraestructura**

El problema de descarga directa de los drenajes de la cabecera municipal de Amanalco hacia las zanjas o canales y finalmente al río Amanalco reside en varias razones interconectadas; la primera es que la infraestructura de los colectores, que debieran enlazar el drenaje de las zonas urbanas con la PTAR, tiene muchas fisuras, taponeos y desperfectos (CCMSS, 2016). La segunda, que los niveles de la zona de la laguna (en donde está construida la planta de tratamiento), al ser una zona muy plana, no permiten que circule el agua residual de manera fluida por los colectores. Finalmente, la tercera es que la planta de tratamiento ha funcionado en muy pocas ocasiones, de manera intermitente, por lo que las aguas residuales no han podido ser tratadas y por lo tanto se descargan directamente al río Amanalco. A continuación, se explicarán estos tres puntos citados (CCMSS, 2016).

- *Los colectores tiene fisuras, taponeos y desperfectos*

Los colectores marginales tienen fisuras en algunos puntos, y en otros están completamente rotos para dejar pasar las aguas negras a las zanjas y canales. En algunos casos los rompimientos fueron intencionales debido a que los colectores pasan por una serie de parcelas agrícolas y cuando éstos se azolvaban, taponeaban o dejaban de funcionar, las aguas negras se salían por los “pozos de visita” inundando las parcelas. En respuesta, los pobladores rompían los colectores para hacer una descarga controlada y dirigida a las zanjas o canales. Asimismo, la Dirección de Obras Públicas del municipio ha encontrado que los colectores estaban taponeados con costales de grava en varios puntos. Esto fue hecho por la población también como una forma de redirigir las aguas negras a las zanjas y evitar que rebosaran de los “pozos de visita” justo en sus terrenos.

Debido a estos problemas con la infraestructura, las aguas residuales terminan descargando sobre dos canales y estos a su vez sobre el río Amanalco. Estas zanjas o canales, hace aproximadamente 40 años, tendrían la función de conducir el agua de los terrenos agrícolas para ser desagüados, dado que “la Laguna” es una zona que se inunda periódicamente. Estas zanjas o canales también cumplían una función de línea divisoria entre comunidades y finalmente, se usaron también para descargar ahí el drenaje de la cabecera municipal desde que esté fue construido a finales de la década de 1970.

Hoy en día estos canales o zanjas transportan un conjunto de aguas, tanto pluviales como residuales, procedentes de las roturas de los colectores, especialmente de la cabecera municipal de Amanalco, cerca de las oficinas del Consejo Civil Mexicano para la Silvicultura Sostenible (CCMSS) y de la localidad de San Juan.

En las siguientes ilustraciones se podrán observar estas características (CCMSS, 2016).



Foto 5.1.4.2.1- Descarga directa de aguas residuales en la cabecera municipal de Amanalco.



Foto 5.1.4.2.2- El canal de la Figura anterior se transforma en un canal mayor que contiene aguas residuales, continúa en Amanalco.



Foto 5.1.4.2.3- Confluencia del canal de aguas residuales en Juan.



Foto 5.1.4.2.4- Aquí se unen los canales en uno sólo.



Foto 5.1.4.2.6- Continuación del canal.



Foto 5.1.4.2.5- Confluye el canal con el río Amanalco.

Como se puede observar finalmente la descarga de aguas residuales de los colectores fracturados o rotos tienen como destino final el río Amanalco, produciéndose la contaminación del indicado río.

- El nivel del terreno no permite que el agua llegue de forma efectiva hasta la PTAR

La línea principal del colector que va de Amanalco a la PTAR fue construida en una zona conocida como “La Laguna”. Este lugar es un llano inundable que tiene las características naturales de una ciénega. Antes de 1947 este sitio era un lago permanente que fue modificado antropogénicamente. En entrevistas realizadas por el CCMSS durante la elaboración de un trabajo sobre la historia del río Amanalco, la gente local contó que el valle fue drenado para facilitar el cultivo de productos agrícolas, así como para permitir el establecimiento de las torres de alta tensión y llevar una mayor cantidad de agua a la presa de Valle de Bravo que en esa época formaba parte del sistema hidroeléctrico Miguel Alemán (CCMSS, 2016).

Dadas las condiciones naturales del terreno (valle donde confluyen 3 afluentes, nacimiento de manantiales, poca pendiente natural), periódicamente esa zona se inunda. Esto provoca que los terrenos sean inestables y que los colectores no estén firmes y se modifique el nivel que tienen. Además, el poco cambio de nivel entre la fuente de las aguas residuales y el destino (PTAR), hace que el agua residual corra lentamente y se generen azolvamientos y obstrucciones (CCMSS, 2016).

Además, los sedimentos que arrastra la lluvia por la subcuenca y se introducen en los colectores y contribuyen a la obstrucción (CCMSS, 2016).



Foto 5.1.4.2.8- Aguas residuales y azolve retenido en los pozos de visita del colector marginal de Amanalco.



Foto 5.1.4.2.7- Aguas residuales y azolve retenido en los pozos de visita del colector marginal de Amanalco.

- **La planta de tratamiento de San Juan no ha operado correctamente**

En la Cuenca de Amanalco-Valle de Bravo (CCVBA, 2016) existen 14 plantas de tratamiento de aguas residuales construidas, sin embargo, sólo una está operando adecuadamente, como se indica en la Tabla 5.1.4.2.1.

Tabla 5.1.4.2.1- Plantas de tratamiento de la Cuenca Amanalco-Valle de Bravo.

MUNICIPIO	UBICACIÓN	OPERACIÓN	OBSERVACIONES
Valle de Bravo	El Arco	Sí	Operando adecuadamente
Valle de Bravo	Velo de Novia	Sí	Falta servicio eléctrico
Valle de Bravo	Rastro Ecológico	Sí	Operando parcialmente
Amanalco	San Juan	Sí	Operando parcialmente
Amanalco	Rastro	Sí	Operando parcialmente
Donato Guerra	San Simón I	No	Obra abandonada
Donato Guerra	San Simón II	Sí	Operando parcialmente
Donato Guerra	San Antonio La Laguna	No	Obra abandonada
Donato Guerra	San Martín Obispo	Sí	Operando parcialmente
Donato Guerra	Ranchería de San Martín	No	Obra abandonada
Donato Guerra	San Fco. Mihualtepec	No	Instalación saturada y taponeada
Donato Guerra	Tecnológico de Estudios Superiores I	No	Operando parcialmente
Donato Guerra	Tecnológico de Estudios Superiores II	No	Operando parcialmente
Donato Guerra	Ranchería de San Antonio	No	Obra abandonada

Fuente: CCVBA, 2016.



Foto 5.1.4.2.9- Planta de tratamiento de San Juan, en la subcuenca de Amanalco. Fuente: CCMSS, 2016.

La PTAR de San Juan, en Amanalco, ha tenido una serie de problemas desde su construcción. Entre los principales problemas están: a) por su ubicación se ha inundado periódicamente, b) han tenido que cambiar máquinas y modificar instalaciones, c) nunca ha tenido un operador capacitado a cargo de la planta, se tiene solamente un velador, d) el gasto de energía eléctrica es alto, e) no se le ha hecho entrega al Ayuntamiento, entonces se opera según CAEM tiene posibilidades de ponerla a operar, f) los colectores tienen problemas y no conducen aguas residuales constantemente hasta la planta.



Foto 5.1.4.2.10- Planta de tratamiento de San Juan inundada.

Dada la problemática descrita, una serie de organizaciones han estado promoviendo la construcción de humedales artificiales para el tratamiento de aguas negras en cada

localidad. Así se evitaría la complejidad de conducir las aguas residuales hasta la planta de tratamiento por una red de colectores que presenta retos con muy pocas posibilidades de superar, como por ejemplo, la pendiente y el tipo de terreno. Además, el bajo costo energético de esta alternativa, la hace mucho más sostenible en el largo plazo que el mantenimiento de la planta de tratamiento. Por último, en el caso de que se lograran superar los problemas que hoy presenta la conducción de agua hasta la planta y el costo de operación, de todas formas, los humedales artificiales pueden contribuir a retirar nutrientes que son el principal problema de la presa de Valle de Bravo, y la PTAR actual no tiene esa capacidad (CCMSS, 2016).

- **Instituciones involucradas en la construcción de los sistemas de saneamiento**

Como se explicó anteriormente, en el territorio de la subcuenca, no se cuenta con sistemas de saneamiento adecuados. Las localidades que cuentan con sistemas de drenaje son San Juan, Amanalco, San Mateo y San Miguel Tenex-tepec. La construcción de todos estos sistemas, hasta ahora estuvo a cargo la Comisión de Agua del Estado de México (CAEM), al igual que la construcción y operación de la PTAR de San Juan.

- **Potencialidades de la infraestructura actual**

La infraestructura de saneamiento existente dentro de la región tiene la posibilidad de ser reestructurada para utilizarse en un nuevo tipo tratamiento de agua residual. Las organizaciones locales y la Comisión de Cuenca han propuesto el uso de humedales artificiales en cada localidad. Para poner en marcha este proyecto sería necesario terminar (o restaurar) y poner en operación los sistemas de drenajes que fueron instalados, pero no han sido utilizados en San Miguel Tenex-tepec y San Mateo. Asimismo, se necesitará hacer todas las conexiones domiciliarias y posteriormente arreglar los caminos que queden afectados por estas obras. En cuanto a Amanalco y San Juan, aunque los drenajes sí están en uso el reto es conseguir terrenos que brinden las características técnicas necesarias (sobre todo que estén abajo del nivel del colector actual y que estén en una zona que no sea tan inundable), que al mismo tiempo tenga un precio razonable y la tenencia de la tierra tenga certeza jurídica.

Esta alternativa, reduciría los costos de operación y mantenimiento de los sistemas de tratamiento de aguas residuales, al tiempo que generaría una serie de beneficios ambientales para los pobladores locales y para los usuarios de la presa de Valle de Bravo.

5.1.4.3 Conflictos actuales relacionados con el agua y el saneamiento.

En Amanalco, los principales conflictos y problemas asociados al agua y saneamiento se ubican en la zona conocida como “la laguna”. La siguiente Figura muestra los límites de esta zona que incluyen terrenos de Amanalco, San Jerónimo, San Juan y San Miguel Tenextepec. “La laguna” por mucho tiempo fue un lago permanente que se ampliaba en la temporada de lluvias. En las partes más altas la inundación era temporal y permitía el aprovechamiento de acociles, charales y otros peces. Además, esta zona de Ciénega fue muy popular para la cacería de patos.

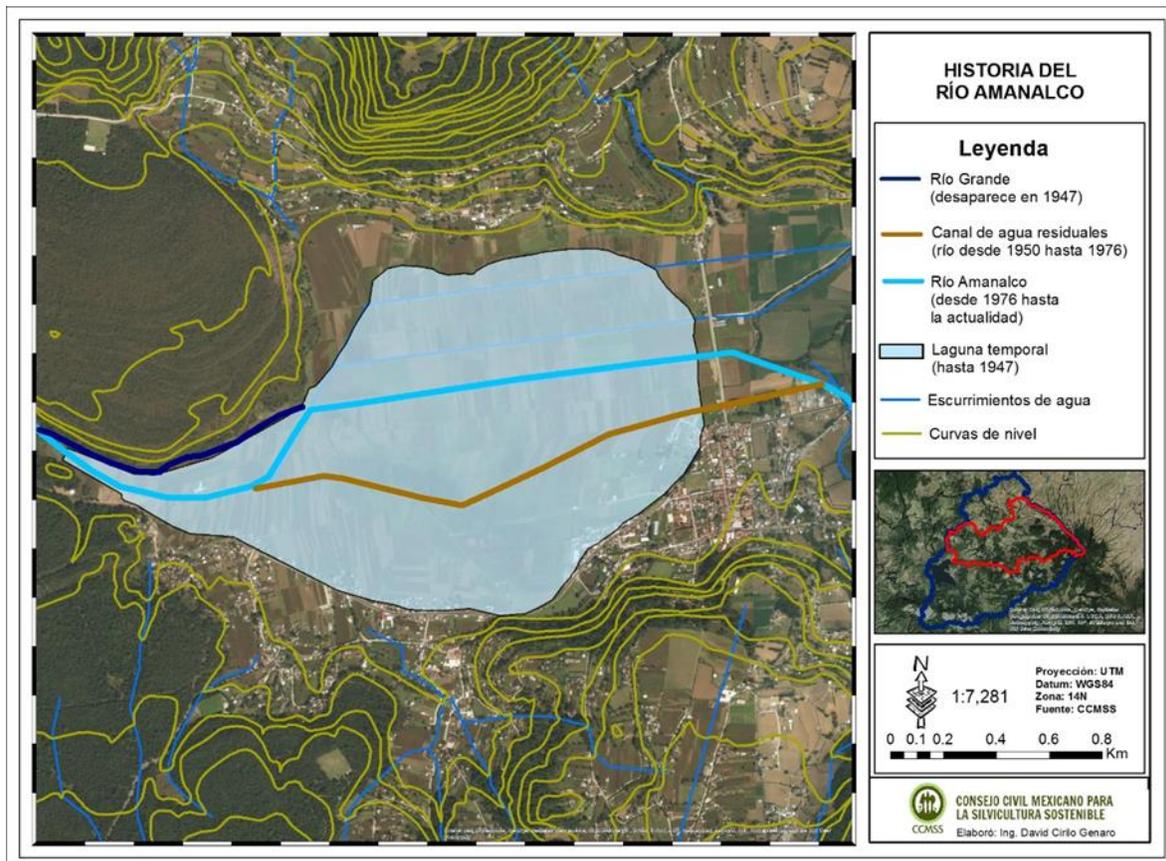


Figura 5.1.4.3.1- Historia del río Amanalco. Fuente: CCMS.

Desde los años 30 hasta los años 50 se dio el período de las principales obras para drenar “la laguna”. Para lograrlo se abrió un espacio en la montaña para que el río fluyera más eficientemente, y se construyeron canales y zanjas para sacar el agua. Desde entonces se fue desarrollando un valle agrícola que en un principio convivía con las inundaciones ya que la producción principal era el trigo que soportaba un grado de inundación importante. La gente mayor cuenta que se metían en canoas a cosechar el trigo. Poco a poco, el desazolve de los canales y el mantenimiento de las zanjas fueron permitiendo secar más el valle.

Por otro lado, las aguas del río Amanalco que corrían ya concentradas en un solo canal fueron aprovechadas por la unidad de riego de San Bartolo, aguas abajo. Ellos colocaron una compuerta en los límites con la comunidad de San Juan para distribuir el agua hacia dos zonas diferentes de riego. Esta compuerta funcionaba con vigas de madera que eran retiradas en la temporada de lluvia para permitir que bajara el nivel del agua en el valle de “la laguna” y así los pobladores de San Juan pudieran sembrar también en esa temporada. La compuerta siempre fue causa de fricciones entre los dos pueblos ya que San Juan pronto quería retirar las vigas y San Bartolo quería mantenerlas el mayor tiempo posible. La razón de San Bartolo, además del riego era que cerca de la compuerta hay unos “sumideros” por donde el agua se filtra hasta abastecer los manantiales de la parte baja con los cuales proveen de agua potable a la población. Ellos consideran que al bajar el nivel de la compuerta se disminuye el abastecimiento de agua hacia sus manantiales. Sin embargo, si se mantiene alto el nivel de la compuerta, los terrenos de San Juan se inundan o se llenan de fango.

Esta situación se empeoró a partir de dos sucesos: 1) la canalización de los drenajes de Amanalco y San Juan a los canales y zanjas de la laguna, 2) la construcción por parte de San Bartolo de un muro de concreto en la zona de la compuerta que ya no permite bajar más el nivel del agua. Desde entonces los dos poblados han pasado por una serie de momentos de conflicto, negociaciones fallidas y rompimiento de relaciones.

- **Repercusiones del problema de saneamiento y calidad del agua en la población**
- *Repercusiones a las personas que viven al lado del río Amanalco en San Juan*

La canalización de los drenajes a las zanjas de la “laguna” trajo como primera repercusión la aparición de mosquitos y enfermedades en la población que vive al lado del río. El taller realizado por el CCMSS en 2016 con los habitantes que viven en la ribera del río Amanalco, se dividió en tres días de trabajo con diferentes grupos de población, en una mesa colectiva, donde se hablaba de las problemáticas actuales con el río Amanalco, las propuestas y las soluciones que quería proporcionar. Este taller se puede observar en la Foto 5.1.4.17; tuvo lugar entre las comunidades que viven a la ribera del río Amanalco, especialmente personas pertenecientes a la comunidad de San Juan y San Jerónimo, CCMSS y el municipio (CCMSS, 2016).

En este taller expresaron que la contaminación del río Amanalco les estaba causando enfermedades gastrointestinales, dermatológicas y hepatitis (CCMSS, 2016). La población participante indicó que constantemente estaban teniendo problemas de salud. Expresaron que cuando tenían contacto con el agua del río, o cuando recogían la siembra, esta acción les provocaba granos y reacciones alérgicas en la piel como muestra la siguiente tabla del texto (CCMSS, 2016). Otra de las declaraciones que tuvieron, es que llegaba a sus casas, el aceite de los negocios de carros y que dada la contaminación, convivían constantemente con malos olores (CCMSS, 2016). Finalmente, utilizan el agua del río para el riego de sus cultivos, por lo que están regando con agua muy contaminada la comida que luego se comerán o venderán, con la consecuencia que ello puede tener a la salud (CCMSS, 2016).



Foto 5.1.4.3.1- Taller comunitario con los habitantes que viven en la ribera del río Amanalco en San Juan.

Fuente: CCMSS, 2016.

Tabla 5.1.4.3.1- Reflexiones realizadas por todos los grupos participantes, que viven en la ribera del río Amanalco sobre las problemáticas que están viviendo respecto a la contaminación del río Amanalco.

PROBLEMAS QUE SUFREN LOS HABITANTES QUE VIVEN EN LA RIBERA DEL RÍO AMANALCO	
COLECTORES E INFRAESTRUCTURA	
➔	Los colectores que tienen que trasladar el agua residual de Amanalco de Becerra a la planta de tratamiento, tienen fisuras y están en malas condiciones, por ello se produce el desprendimiento de las aguas residuales
➔	El colector indicado no tiene pendiente, por esta razón las aguas residuales no circulan. Esto tiene como consecuencia que las aguas residuales no lleguen a la planta de tratamiento
➔	El tubo del colector señalado es muy delgado y además está tapado
➔	Las obras que han construido para destinar el drenaje de Amanalco de Becerra a la planta de tratamiento nunca han funcionado
➔	No ha habido coordinación entre CAEM y el municipio a la hora de realizar las infraestructuras
CANAL DE DRENAJE	
➔	El drenaje de la cabecera municipal de Amanalco de Becerra se está concentrando en un canal, frente al DIF y tiene como destino final el río Amanalco
➔	En época de lluvias, a causa del nivel que tiene la compuerta, se cierra parcialmente la salida del río y este se regresa, introduciéndose en el canal de aguas residuales (la zanja situada frente al DIF) e inundando todas las parcelas de alrededor de la zona llamada La Laguna. Se aglutina en este lugar todo el rescoldo que llega por el río. La inundación de aguas residuales sobre estos terrenos, hace las tierras infértiles
SALUD	
➔	El río Amanalco está muy contaminado
➔	Las aguas residuales contienen aceites de los negocios de vehículos
➔	Concurren problemas de salud por las aguas negras: dermatológicos, gastrointestinales, hepatitis
➔	Cuando los habitantes se bañan en el río y recogen la cosecha aparecen granos y reacciones alérgicas en su cuerpo
➔	No se puede tomar el agua del río debido a la contaminación que contiene
➔	Existen malos olores tanto en la zona de la Laguna como en la ribera del río Amanalco
➔	No se puede pescar en el río porque ya no hay peces, esto se debe a la cantidad de contaminación
➔	Utilizan el agua del río contaminada para el uso de canales de riego
➔	Los animales que transitan en la ribera del río Amanalco se enferman al comer el pasto y beber el agua contaminada
AZOLVE	

➔ El azolvo que echan cada año a la orilla del río con la máquina desazolvadora, a la altura de la zona de la Laguna por parte de CAEM, disminuye terreno a los agricultores que tienen terrenos próximos
➔ La máquina de desazolvar, destruye los árboles y las plantas de la ribera del río, especialmente en la zona llamada La Laguna
➔ El azolvo del drenaje llega a los terrenos de la zona de la Laguna por las inundaciones, como consecuencia hace el suelo infértil y echa a perder los cultivos
➔ Con tanta cantidad de azolvo subió el nivel del agua y este ahora se regresa
OTROS
➔ Tienen una invasión de planta acuática llamada “palma” en sus parcelas

Fuente: CCMSS, 2016.

- **Repercusiones en las personas que viven en San Bartolo**

Otra de las problemáticas sociales la está padeciendo San Bartolo, puesto que no tiene la suficiente cantidad de agua potable en su comunidad. Actualmente la población se abastece del manantial de Corral de Piedra, sin embargo, solo alcanza a abastecer al 50 % de la población de San Bartolo, por lo que finalmente utilizan directamente el agua del río para el consumo humano (CCMSS, 2016).

Los habitantes de San Bartolo utilizan el agua procedente del río Amanalco para todas sus cosechas. Al mismo tiempo, los pobladores identifican que el manantial llamado El Molino se abastece de agua gracias a unos resumideros que se encuentran cerca de la compuerta, por los cuales se filtra el agua hasta llegar a dicho manantial, con el cual la comunidad y las escuelas de San Bartolo se abastecen de agua (CCMSS, 2016).

Para conocer la problemática se realizó un recorrido por el río Amanalco entre la comunidad de San Bartolo, el CCMSS y el municipio, analizando el diagnóstico de cada una de las zonas del río con la comunidad. En este trayecto, se pudo reflejar la problemática que tienen con el agua potable, puesto que están bebiendo agua de un río contaminado y las escuelas han tenido brotes de epidemias gastrointestinales y de hepatitis anteriormente (CCMSS, 2016).



Foto 5.1.4.3.2- Recorrido de la comunidad de San Bartolo por el río Amanalco para conocer las problemáticas existentes. Fuente: CCMSS, 2016.

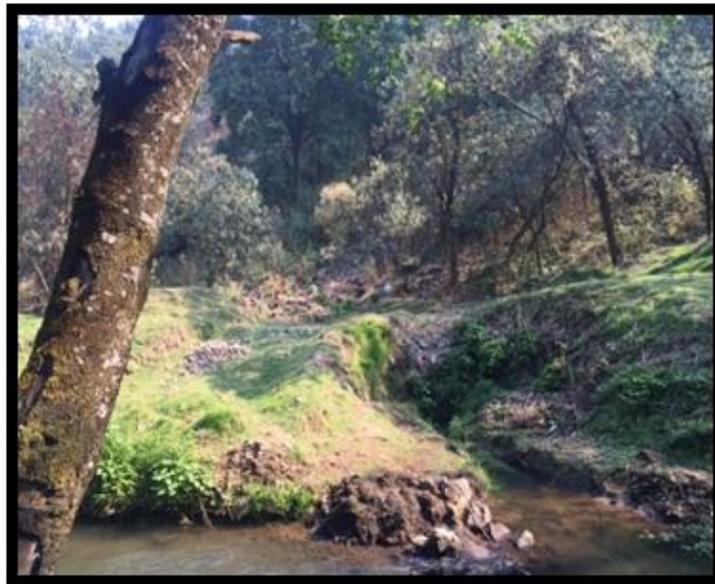


Foto 5.1.4.3.3- Resumidero principal de la comunidad de San Bartolo por donde se abastecen de agua. Fuente: CCMSS, 2016.

A continuación, en la siguiente tabla se visualizan los problemas que identificaron los habitantes de San Bartolo durante el recorrido del río Amanalco, las cuales anteriormente ya han sido mencionadas.

Tabla 5.1.4.3.2- Problemáticas que identificaron los habitantes de San Bartolo en el recorrido del río Amanalco.

PROBLEMAS QUE TIENEN LOS HABITANTES DE SAN BARTOLO	
RESUMIDEROS SOBRE EL RÍO AMANALCO	
➔	Situación actual: Este es el resumidero principal que abastece al pueblo de San Bartolo, sin embargo a lo largo del río existen otros resumideros que abastecen también a otros lugares del pueblo y a las escuelas. La problemática es que el resumidero principal de San Bartolo tiene construido una pequeña represa y esto posiblemente esté afectando a la regresión del río y a las inundaciones de San Juan aunque no es posible confirmarlo con rotundidad. En época de lluvias el agua rebasa el metro de altura y concentra en este lugar el azolve, teniendo como consecuencia el taponamiento del resumidero, por ello la comunidad tiene que estar limpiando la zona.
AGUA POTABLE	
➔	Situación actual: No tienen agua potable. Actualmente se abastecen del manantial que procede de Corral de Piedra, sin embargo solo alcanza al 50 % de la población de San Bartolo. En su lugar parte de la población toma agua del río a través de los resumideros que tienen en diferentes partes del río Amanalco. La comunidad de San Bartolo está bebiendo directamente el agua del río, causándose en ocasiones enfermedades en la población.
DRENAJE	
➔	Problemática: Procede de la cabecera municipal de Amanalco de Becerra. La conducción de aguas residuales a la planta de tratamiento no funciona. Además no existe el nivel suficiente de los colectores para que circulen a la planta de tratamiento. La planta de tratamiento funciona sólo en algunas ocasiones.

Fuente: CCMSS, 2016

5.1.5. Organización comunitaria

5.1.5.1 Formas de organización comunitaria (organización agraria y otras estructuras para la toma y seguimiento de acuerdos en las comunidades)

Cada una de las localidades de este proyecto, se encuentran ubicadas dentro de un núcleo agrario, salvo la localidad de Amanalco, como lo muestra la tabla a continuación:

Tabla 5.1.5.1.1-Núcleos agrarios existentes en las localidades abordadas.

Localidad	Núcleo agrario	Nombre del Presidente del Comisariado	Cantidad de comuneros reconocidos	Superficie del núcleo agrario
Amanalco	Ninguno			
San Miguel Tenex-tepec	Bienes Comunales de San Miguel Tenex-tepec	Juvencio de la Cruz García	104	599 ha
San Mateo	Bienes Comunales de San Mateo	Carlos Blanco	112	1,277 ha
San Juan	Bienes Comunales de San Juan	Adrián Clemente Bello	199	479 ha

Los ejidos y comunidades de Amanalco en general tienen como eje de cohesión social el aprovechamiento forestal ya que les da una razón para mantenerse unidos y organizados al ser una empresa colectiva. Además, obtienen de esta actividad recursos para generar obra social. En el caso de los Bienes Comunales en donde están ubicadas las localidades de este proyecto, solamente San Miguel Tenex-tepec tiene una historia más establecida de aprovechamiento forestal.

En el caso de los Bienes Comunales de San Juan, el aprovechamiento forestal es una actividad relativamente nueva, porque a diferencia de los ejidos de la Unión de Ejidos de Amanalco que llevan alrededor de 20 años a cargo de sus operaciones forestales, la comunidad de San Juan lleva solamente 6 años a cargo de esta actividad. Durante esos 6 años, la organización ha ido consolidándose, sin embargo, ha estado caracterizada por una serie de problemas organizativos entre los que destacan: fraudes y mal uso de recursos colectivos por parte de las autoridades del comisariado, falta de actualización del padrón de comuneros y poca participación de los comuneros en las Asambleas y los trabajos colectivos.

La comunidad de San Mateo tampoco tiene una experiencia grande en el aprovechamiento forestal y eso se refleja igualmente en su grado de organización. Ellos han hecho aprovechamiento de recursos maderables, pero ha sido intermitente y no han podido establecer una dinámica estable de trabajo como los otros ejidos del municipio. En consecuencia, su organización comunitaria y participación colectiva también es débil.

Las características generales de la organización comunitaria en Amanalco son las siguientes:

- En los ejidos y comunidades el órgano máximo para la toma de decisiones es la Asamblea General de Ejidatarios. El Comisariado Ejidal, o Mesa, se encuentra integrado por un Presidente, un Secretario y un Tesorero, elegidos por votación, así como un Consejo de Vigilancia, o Vigilante.
- En la organización para la gestión comunitaria destaca la “faena”, esto es trabajo no remunerado con beneficio a la comunidad con el que tiene que cumplir cada ejidatario en número de jornadas según sea el año, o bien enviar a un representante en su nombre.
- Los reglamentos Internos de cada ejido o comunidad establecen las sanciones a que se hacen acreedores quienes incumplan lo establecido en el mismo; entre las sanciones más comunes están: quienes falten sin causa justificada a la celebración de las asambleas mensuales, quienes falten a la realización de faenas de trabajos de mantenimiento y conservación en el bosque. En rara ocasión se presentan casos de ejidatarios o posesionarios que no participen con los pagos de cuotas y cooperaciones que la Asamblea establezca. Las sanciones van desde el pago de una cuota por faltas a las asambleas o a las faenas de \$100.00; en casos de reincidencia o de falta de pago oportuno de cuotas o cooperaciones se ha llegado a sancionar al ejidatario con la suspensión temporal de sus derechos sobre los dividendos del aprovechamiento forestal.
- Se entiende conforme a la legislación agraria vigente que los ejidatarios son quienes cuentan con un certificado de derechos sobre las zonas de uso común y generalmente cuentan también con por lo menos un certificado parcelario que se da derecho sobre una parcela agrícola; sin embargo, los ejidatarios pueden enajenar sus parcelas y aun así seguir teniendo derechos sobre el uso común. Contar con un certificado parcelario o comprar tierras agrícolas en el ejido no es razón para ser reconocido como ejidatario. Los posesionarios son aquellos que cuentan con un certificado parcelario y han sido reconocidos como tales por el Ejido pero no cuentan con derechos sobre las zonas de uso común; los avecindados son aquellos hijos de ejidatario o vecinos de los núcleos de población que no cuentan con ninguno de los documentos mencionados. Sin embargo, como la figura de posesionario tiene ciertos derechos reconocidos ante la Asamblea, los ejidos han evitado el crecimiento

de esta figura y por esa razón existe un número limitado de poseionarios y aunque una persona adquiera una tierra con certificado parcelario, en la mayoría de los casos no se le reconoce como nuevo poseionario.

- La Asamblea General de ejidatarios es el órgano máximo para la toma de decisiones y se reúne regularmente de manera mensual. En la asamblea participan los ejidatarios y en algunas asambleas permiten el acceso y la participación de los poseionarios con voz y generalmente también con voto; sólo son excluidos de la votación cuando se trata de la elección de los órganos de representación. El Comisariado ejidal formado por un presidente, un secretario y un tesorero asumen la representación del ejido y son encargados de ejecutar los acuerdos que determine la Asamblea. El Consejo de Vigilancia formado por un presidente y dos secretarios, generalmente es el encargado de coordinar las actividades relacionadas al aprovechamiento forestal.
- Algunos ejidos cuentan con Ordenamiento Territorial Comunitario que es una herramienta de planeación participativa que fue avalado por la Asamblea General y en él se establecen las políticas de uso del suelo del territorio ejidal. Las áreas forestales se encuentran en las zonas de uso común por lo que su aprovechamiento es determinado por la Asamblea General. Para la realización de los Programas de Manejo Forestal es necesario someter a consideración de la misma su realización y una vez que se cuenta con la Autorización de las dependencias correspondientes (para el caso de la Manifestación de Impacto Ambiental, SEMARNAT y para el caso del Programa de Manejo Forestal, PROBOSQUE), se somete a consideración de la Asamblea la realización del aprovechamiento.
- Los dividendos generados por la comercialización de los productos forestales son repartidos entre los ejidatarios y en algunos casos entre poseionarios; quienes no reciben recursos económicos derivados del aprovechamiento forestal son los avocindados, sin embargo tienen derecho a hacer uso de la leña para uso doméstico, agua proveniente de los manantiales, tierra de agostadero y colecta de hongos para consumo siempre y cuando participen de manera activa en las labores de conservación y mantenimiento de los bosques del ejido como la realización de faenas para reforestación, chaponeo, brechas cortafuego y en general de todas las actividades que señale la Asamblea.
- Es en Asamblea donde se realizan los contratos de compra venta de los productos forestales y el Comisariado Ejidal tiene la obligación de llevar control estricto del registro de salidas de productos del bosque a través de las remisiones forestales; cuando se concluye el aprovechamiento en Asamblea se presentan los cortes de caja respectivos y la Asamblea determina el destino de los recursos económicos obtenidos del aprovechamiento forestal.

En un nivel mayor de organización once ejidos del municipio de Amanalco conformaron la Unión de Ejidos Emiliano Zapata, contraparte del CCMSS desde que empezase a trabajar en la región. En lo que respecta a esta, también se llevan a cabo Asambleas de manera mensual y se rige por sus Estatutos Internos; la Asamblea es celebrada con la participación de 44 delegados; 4 delegados por cada uno de los ejidos socios. De manera automática son delegados de cada ejido los presidentes de los comisariados ejidales y de los consejos de vigilancia, los otros dos delegados son nombrados por las asambleas de los ejidos que representen. De entre los 44 delegados se elige al Consejo de Administración que es renovado cada tres años.

5.1.5.2 Organización para la administración del agua potable.

En todas las localidades del proyecto, salvo en Amanalco, el agua potable es administrada por los Comités de Agua Potable. En San Juan y en San Miguel hay un comité por sección y en el caso de San Mateo hay un solo comité conformado por personas de cada una de las 3 secciones. Estos comités se encargan de hacer los trabajos de mantenimiento, limpieza y cloración de las líneas de agua potable. Asimismo, cobran las cooperaciones que se solicitan ya sea anualmente o cuando hay alguna emergencia que atender. Los encargados de los comités administran el recurso y rinden cuentas ante las Asambleas que se organizan específicamente para atender los temas del agua potable. Así la organización y administración del agua se basa en un sistema totalmente descentralizado del Ayuntamiento que está en manos de las comunidades.

En el caso de la localidad de Amanalco, la administración del agua potable está a cargo de la Dirección de Servicios Públicos del Ayuntamiento. Es la única localidad que no cuenta con un comité de agua potable y la administración es gubernamental. Ellos hacen el mantenimiento, operación, limpieza, distribución y cobro.

5.1.5.3 Organizaciones de la sociedad civil.

Las únicas organizaciones de la sociedad civil con presencia en el municipio de Amanalco son el Consejo Civil Mexicano para la Silvicultura Sostenible (CCMSS) y Procuena. El primero a partir de 2007 comenzó a trabajar en la cuenca Amanalco-Valle de Bravo poniendo en marcha un mecanismo de pago por servicios ambientales que contribuye a mejorar el manejo de la cuenca. Actualmente, el CCMSS tiene 3 líneas de trabajo en la cuenca: 1) El programa de pago por servicios ambientales para el manejo integrado del territorio, 2) el programa de agricultura campesina sustentable, y 3) el programa de recuperación de ríos manantiales.

Procuena es otra organización con presencia en este municipio que desarrolla principalmente programas de ecotecnias, plantaciones y conservación de suelos. Entre las ecotecnias que desarrolla están principalmente los baños secos, cisternas de captación de agua de lluvia y fogones ahorradores de leña.

Las dos organizaciones colaboran continuamente y desarrollan acciones conjuntas. Una de sus acciones conjuntas es el monitoreo de agua (físico-químico y bacteriológico) en más de 26 puntos de las subcuencas del río Amanalco y el río Molino-Los Hoyos. Otra acción conjunta que están desarrollando es el programa de vivienda sustentable en colaboración con el Ayuntamiento de Amanalco. Además, están colaborando para echar a andar el programa interinstitucional de rescate de la subcuenca del río Amanalco, a través del cual han promovido el establecimiento de humedales para el tratamiento de aguas residuales.

5.1.5.4 Organizaciones productivas.

En las localidades del proyecto y sus alrededores, la única asociación productiva que existe es la de los agricultores de riego de “El Barrio San Sebastián Chico”. Ellos son una unidad de riego y se organizan para la distribución del agua a las parcelas. Sin embargo, esa es su única finalidad y no se organizan para cuestiones comerciales o de producción conjunta.

5.1.6. Disposición a participar en proyectos alternativos de saneamiento (humedales)

5.1.6.1 Antecedentes de proyectos comunitarios productivos y/o medioambientales en Amanalco

Desde 2015, el Consejo Civil Mexicano para la Silvicultura Sostenible, organización con más de 8 años de trabajo en Amanalco, inició un proceso de colaboración interinstitucional para generar un programa de trabajo para la recuperación de la subcuenca del río Amanalco enfocado en el rescate del río principal que fluye hacia la presa Valle de Bravo, el río Amanalco. Este programa fue generado a partir de los resultados de un proceso interinstitucional de coordinación para el establecimiento de acciones conjuntas para la recuperación de la subcuenca.

Con la finalidad de planear las acciones de este programa de trabajo se realizaron una serie de actividades con una multiplicidad de actores relacionados con el río; comunidades, agricultores, instituciones de gobierno, Ayuntamientos y organizaciones de la sociedad civil. Los principales eventos de este proceso fueron los siguientes:

1. Reunión de planeación el 7 de octubre 2015.
2. Recorrido al río el 27 de octubre de 2015.
3. Visita a los humedales manejados por el IMTA en Michoacán (20 de noviembre de 2015)
4. Reunión para generación de diagnóstico compartido e inclusión de nuevos actores en la Comisión de Cuenca. Aquí participaron 4 organizaciones, la Comisión de Cuenca, el municipio de Amanalco y el Ejido San Lucas. (30 nov. 2015)
5. Taller interinstitucional para planeación de actividades y pasos a seguir en la Comisión de Cuenca. (28 enero 2016)
6. Recorrido para identificar terrenos con potencial para la construcción de humedales. Asistieron IMTA, Ayuntamiento de Amanalco, PROCUENCA y CCMSS. (11 febrero 2016)
7. Talleres comunitarios con poseedores de parcelas de las comunidades de San Juan, San Jerónimo y San Miguel que colindan con el río Amanalco. (4 talleres en los días 2, 3 y 15 de marzo de 2016).

La siguiente tabla ofrece un mejor detalle de los participantes y los resultados de cada uno de los acontecimientos enlistados.

Tabla 5.1.6.1.1- Detalle de los participantes y resultados.

EVENTO Y FECHA	ACTIVIDAD REALIZADA	ACTORES PARTICIPANTES
Reunión de planeación 7 de octubre 2015	La diversidad de actores se reunió para decidir iniciar un esquema de trabajo conjunto para la recuperación del río Amanalco. Se estableció una ruta crítica que comenzaría con la realización de un diagnóstico compartido.	<ul style="list-style-type: none"> • CCMSS • CCVBA • Comisariado del Ejido de San Lucas • Habitantes de San Juan • IMTA • Presidente electo del municipio de Amanalco • PROCUENCA • CONAGUA
Primer recorrido interinstitucional para el proyecto de rescate del río Amanalco. 27-oct-15	Los actores involucrados realizaron un recorrido por el río Amanalco, identificando la problemática socioambiental del río y la subcuenca.	<ul style="list-style-type: none"> • CCMSS • CCVBA • Comisariado del Ejido de San Lucas • Habitantes de San Juan • IMTA • Presidente electo del municipio de Amanalco

		<ul style="list-style-type: none"> • PROCUENCA • CONAGUA
<p>Visita interinstitucional a los humedales artificiales del Lago de Pátzcuaro.</p> <p>20-nov-15</p>	<p>Las organizaciones y el Presidente municipal electo visitaron los humedales operados por el IMTA en la ribera del Lago de Pátzcuaro con la finalidad de conocer la tecnología y la experiencia de implementación y con la idea de poder reproducirla en Amanalco.</p>	<ul style="list-style-type: none"> • CCMSS • CCVBA • Comisariado del Ejido de San Lucas • IMTA • Presidente electo del municipio de Amanalco • PROCUENCA
<p>Reunión para generación de diagnóstico compartido e inclusión de nuevos actores en la Comisión de Cuenca.</p> <p>30 nov. 2015</p>	<p>Se acordó un diagnóstico general de la problemática a partir de la diversidad de documentos y experiencias recabadas de cada uno de los actores.</p>	<ul style="list-style-type: none"> • CCMSS • Procuenca • El humedal • Provalle • Comisión de Cuenca (CCVBA) • Municipio de Amanalco • Ejido San Lucas
<p>Acuerdos interinstitucionales para la recuperación ambiental de la subcuenca del río Amanalco.</p> <p>28-enero-16</p>	<p>Las organizaciones de la sociedad civil de la Cuenca de Valle de Bravo-Amanalco, el Presidente municipal, el sector académico, diferentes instituciones gubernamentales y la Fundación Río Arronte se reunieron para alinear estrategias y establecer líneas de trabajo del programa conjunto para la recuperación del río Amanalco.</p>	<ul style="list-style-type: none"> • Alianza UNAM-PROVALLE • APAS-Ayuntamiento de Bravo • CCMSS • CCVBA • CAEM • CONAGUA • El Humedal • FGRA • Fundación Pedro y Elena • Fundación Karuna • IMTA • Presidente municipal de Amanalco • PROCUENCA • PROFEPA • Programa Viva • UMA
<p>Recorrido para identificar terrenos con potencial para la construcción de humedales.</p>	<p>Se identificaron terrenos con características técnica y viabilidad para la construcción de humedales.</p>	<ul style="list-style-type: none"> • IMTA • Ayuntamiento de Amanalco • PROCUENCA

11 febrero 2016		<ul style="list-style-type: none"> • CCMSS
Talleres comunitarios para el rescate del río Amanalco. 2, 3 y 15 de marzo 2016	El municipio, el CCMSS y las comunidades de San Juan y San Jerónimo analizaron las problemáticas que tienen respecto de la contaminación del río Amanalco y posteriormente propusieron diferentes alternativas de solución.	<ul style="list-style-type: none"> • CCMSS • Municipio • Comunidades de San Juan y San Jerónimo

5.1.6.2 Conocimiento de alternativas tecnológicas de agua y/o saneamiento.

En las entrevistas realizadas con pobladores fue posible identificar que no existe conocimiento sobre los humedales como alternativas tecnológicas para el saneamiento. Sin embargo, las organizaciones de la sociedad civil, los Ayuntamientos y la Comisión de Cuenca conocen plenamente esta alternativa y han estado involucrados desde hace ya casi dos años en un proceso para poder establecer esta tecnología.

En cuanto a otras tecnologías como baños secos y cisternas de captación de agua de lluvia, en la cuenca hay un conocimiento extendido de éstas. Esto se debe sobre todo a que la organización Procuenca ha apoyado el uso de estas ecotecias desde hace más de una década.

5.1.6.3 Disposición a participar de las autoridades comunitarias y municipales, así como de los actores clave en proyectos alternativos de agua y saneamiento.

Como se explicó en el apartado 6.1, las autoridades municipales, la Comisión de Cuenca y las organizaciones de la sociedad civil tienen ya un proceso iniciado para el establecimiento de proyectos alternativos de agua y saneamiento en la subcuenca de Amanalco. Particularmente, el CCMSS se encuentra actualmente en proceso de adquisición de un terreno para la construcción de un humedal de tratamiento de aguas residuales. Asimismo, el Presidente Municipal de Amanalco asistió personalmente a la visita organizada por el CCMSS a los humedales de Michoacán en diciembre de 2015 y ha expresado su disposición a apoyar todo el proceso de establecimiento de humedales en el municipio.

En cuanto a las autoridades comunitarias, como se explicó anteriormente San Mateo y San Juan tienen situaciones complicadas de organización comunitaria y específicamente en San Juan se encuentran en proceso de cambio de autoridades. Esto puede generar retrasos en la colaboración con estos núcleos agrarios. Sin embargo, en las dos localidades, los

delegados actuales ya están al tanto del proyecto de establecer humedales y se han sumado al esfuerzo de difusión de las tecnologías alternativas.

El caso de la comunidad de San Miguel Tenex-tepec es distinto porque las autoridades comunitarias colaboran continuamente con el CCMSS y están interesados en apoyar los procesos para establecer proyectos alternativos de agua y saneamiento. Con esta comunidad hay mayores facilidades de trabajo comunitario.

Amanalco es un caso aparte ya que al no estar dentro de un núcleo agrario no existen autoridades comunitarias.

ACTIVIDAD 5.2

REVISIÓN Y ANÁLISIS DE LA SITUACIÓN JURÍDICA Y LEGAL DE LOS TERRENOS EN LOS QUE SE PROYECTA LA CONSTRUCCIÓN DE LOS HUMEDALES

5.2. Revisión y análisis de la situación jurídica y legal de los terrenos en los que se proyecta la construcción de los humedales.

Introducción

En este capítulo se presentan las actividades desarrolladas para alcanzar dos grandes objetivos: a) ubicar terrenos susceptibles para la instalación de humedales artificiales, así como del análisis de la tenencia de la tierra y la situación jurídica de los terrenos y b) la identificación de los propietarios o usufructuarios y su disposición a vender, rentar, cambiar o ceder dichos predios.

Este trabajo se realizó en las localidades donde se pretende implementar esta tecnología de saneamiento, para contribuir en el saneamiento del río Amanalco y la presa Valle de Bravo. Con este fin se decidió ubicar predios aptos, técnica, social y jurídicamente, en seis comunidades de la cuenca: cuatro en las localidades San Mateo, San Miguel Tenextepec, San Juan y Amanalco, del municipio Amanalco de Becerra; una más en la localidad de San Francisco Mihualtepec del municipio Donato Guerra, (que podría tratar las aguas residuales del rastro municipal de Valle de Bravo, conocido como “El Salitre”) y otra que en principio se planteó instalar en la granja trutícola conocida como “Rancho Feshi”, ubicada en la ribera del río Amanalco.

A continuación se presentan los avances alcanzados en la identificación de los predios, el contacto con los propietarios y el análisis de la situación legal. En primer lugar se exhibirá la metodología que se empleó para determinar la viabilidad técnica, social y jurídica de los predios seleccionados para la instalación de los humedales artificiales. En segundo lugar se expondrán los resultados alcanzados con la aplicación de esta metodología.

La presentación de los predios seleccionados y de sus propietarios se hará en cuatro bloques: a) el primero lo integran las cuatro localidades del municipio de Amanalco de Becerra que contempló originalmente el proyecto: San Juan, San Mateo, San Miguel Tenextepec y Amanalco; b) en segundo lugar se expondrán los trabajos realizados en las granjas trutícolas de la cuenca del Río Amanalco; c) en tercer lugar se dará cuenta de los terrenos identificados como aptos para instalar un humedal que complemente el tratamiento del agua residual del rastro municipal El Salitre de Valle de Bravo y d) por último, se expondrá el trabajo realizado para la identificación de predios alternos, ubicados en localidades que no estaban incluidas en el listado original solicitado por el OCAVM; es el caso de San Lucas y San Bartolo del municipio de Amanalco.

5.2.1 Metodología.

Con la finalidad de identificar los predios idóneos para la instalación de humedales artificiales en las localidades seleccionadas de la cuenca: San Mateo, San Miguel Tenextepec, Amanalco y San Juan, del municipio Amanalco de Becerra y San Francisco Miahuatlán, de Donato Guerra (para tratar el agua del rastro municipal de Valle de Bravo), se elaboró una metodología que incluye aspectos técnicos, sociales, legales y económicos que contribuyen a analizar la factibilidad de cada terreno. Cabe señalar que para ubicar el sexto humedal, no se aplicó esta metodología ya que se tenía definido de antemano el rancho Feshi. A fin de conocer los criterios seleccionados, se muestra la siguiente tabla:

Tabla 5.2.1.1- Criterios técnicos, sociales y legales y económicos para la selección de predios aptos para instalar humedales artificiales.

<p>CRITERIOS TÉCNICOS</p>	<ul style="list-style-type: none"> • Disponibilidad de terreno. Que el área estimada requerida del predio sea suficiente para la instalación del sistema de tratamiento. Para condiciones ambientales y climáticas del tipo existente en la cuenca de Amanalco estimar 4 m² por persona. • Que el agua residual pueda ser conducida hasta el terreno por gravedad, con objeto de disminuir costos de operación por bombeo. • Determinar la distancia entre el último pozo de visita del colector final y el sitio donde se ubica el terreno. La idea es obtener el costo estimado de la conducción del agua al terreno donde se pretende instalar el humedal, así como la reducción de costos de construcción al mínimo • Definir el sitio de descarga o disposición del agua tratada (cuerpo receptor o terreno) en función del tipo de reúso. Entre menor sea la distancia entre el influente del humedal y el cuerpo receptor (o actividad de reúso), menor será el costo de conducción. • Definir si el reúso será por gravedad o por bombeo. • De preferencia que el terreno no sea plano, sino con pendientes entre 10% y 30%. • Tener fácil acceso para hacer más sencilla la llegada de maquinaria durante la construcción y la operación. • Tener una forma regular (trapezoidal, cuadrado o rectangular).
<p>CRITERIOS LEGALES</p>	<ul style="list-style-type: none"> • El terreno cuenta con un poseedor o propietario que acredita la legal posesión o propiedad ya sea con certificado parcelario (para el caso de terrenos agrarios) o con escritura o contrato de compraventa (para el caso de propiedad privada). • La información de catastro municipal coincide con la información brindada por el poseedor o propietario.

CRITERIOS SOCIALES	<ul style="list-style-type: none"> • La comunidad (Mesa del Comisariado y vecinos) reconoce la legal posesión o propiedad de la persona que la acredita. • El poseedor o propietario manifiesta su intención de vender u otorgar en usufructo por un período mínimo de 20 años.
CRITERIOS ECONÓMICOS	<ul style="list-style-type: none"> • La cantidad expresada por el poseedor o propietario como la requerida para venta o usufructo se ubica en el rango de los precios comerciales de la zona o por debajo de ellos. • El terreno es preferentemente de agricultura de temporal, o suelos no aptos para cultivo (suelos salitrosos) y por lo tanto su precio es menor que los de riego. • Cumple con los criterios técnicos establecidos para no incrementar los costos de construcción.

Contemplando los criterios señalados en la tabla anterior, se procedió a realizar una investigación que ayudara a acotar la lista de posibles terrenos. Esta investigación constó de las siguientes actividades:

- a) Ubicación de las zonas con terrenos que cumplen con los criterios técnicos enumerados.
- b) Entrevistas con los pobladores locales y autoridades comunitarias y municipales para determinar qué terrenos cuentan con intencionalidad de venta o de generación de contrato de usufructo por parte de los propietarios o poseedores.
- c) Investigación sobre la legal propiedad o legal posesión de los predios que cuentan con intencionalidad de venta o usufructo por parte del poseedor o propietario. Esta investigación se basó en la revisión de carpetas agrarias, datos de la oficina de catastro y documentos de los poseedores y propietarios.
- d) Entrevista con los propietarios/poseedores de los predios seleccionados para conocer el monto esperado de venta o usufructo por 20 años.

5.2.2 Resultados. Predios seleccionados para instalar humedales artificiales.

Como se señaló anteriormente, los resultados de la aplicación de la metodología descrita, serán expuestos en el siguiente orden: 1) localidades de Amanalco, 2) granjas trutícolas, 3) rastro El Salitre y 4) localidades alternas de Amanalco. A continuación, se muestran los resultados de cada una de las localidades mencionadas.

5.2.2.1 El caso de las localidades del municipio Amanalco de Becerra.

La primera actividad a desarrollar en la metodología descrita, es la determinación de las zonas que cuentan con las características adecuadas para la instalación de humedales; es decir, aquellas donde pasan o desembocan los drenajes, donde se canalizan las aguas residuales de las viviendas, donde se puede conducir por gravedad el agua residual, donde el riesgo de inundación es mínimo, etcétera.

Ubicación de las zonas con terrenos que cumplen con los criterios técnicos enumerados.

Durante esta actividad quedaron muy claramente definidas cuatro zonas (una para cada localidad) donde se pueden localizar terrenos aptos para instalar humedales artificiales; más adelante, en la Figura 5.2.1 se puede observar su ubicación. A continuación se expone la definición y delimitación de cada una de estas zonas:

Tabla 5.2.2.1.1- Definición y delimitación de zonas para la selección de predios.

Zonas y localidades	Ubicación y delimitación de las zonas
a) Zona de terrenos viables para recibir las aguas residuales de San Mateo	<p>Existen dos zonas viables:</p> <ul style="list-style-type: none"> - Zona 1: Colindancia entre San Mateo y San Sebastián Chico. Comprende los terrenos que: 1) son aledaños a la calle en la parte más baja del colector principal de San Mateo, Foto 5.2.7, 2) están por debajo del nivel de la calle y por lo tanto será más fácil conducir las aguas del colector, 3) colindan con el río para poder descargar las aguas del humedal. - Zona 2: Terrenos en San Sebastián Chico que colindan con el camino al Salto desde el puente de "El Salto" hasta la Calzada Jorge Jiménez Cantú. El camino al salto va paralelo al río y en el bordo del río está enterrado el colector marginal que viene de San Mateo. Los terrenos que colindan con el camino están ubicados más abajo y tienen mejor acceso que los que colindan con el río. Por lo tanto, tienen mayor viabilidad que los segundos.

<p>b) Zona de terrenos viables para recibir las aguas residuales de San Miguel</p>	<p>- Zona 3: Terrenos que colindan con la Calzada Jorge Jiménez Cantú (la cual corre desde Amanalco hasta el panteón). Solamente estos terrenos son viables para recibir las aguas residuales de San Miguel ya que son los únicos cercanos al colector marginal proveniente de esta localidad y que al mismo tiempo tienen cercanía con una zanja de escurrimiento que conduce al río. Preferentemente deberían ser los del lado este del camino ya que estos colindan con dicha zanja</p>
<p>c) Zona de terrenos viables para recibir las aguas residuales de Amanalco</p>	<p>- Zona 4: Terrenos que se encuentran a partir del punto en el que se juntan los dos colectores principales de la localidad de Amanalco. Preferentemente deben ser los terrenos ubicados desde ese punto hasta el punto de inflexión del colector marginal, debido a que entre más avanza el colector hacia la planta de tratamiento, más profundo está y por lo tanto los terrenos estarán siempre por arriba del tubo. Asimismo, los terrenos viables en esa zona deberán colindar con el colector y con una de las zanjas para descargar ahí las aguas producto del tratamiento del humedal, y deberán tener un acceso sencillo.</p> <p>Es importante notar que todos los terrenos en esta zona están ubicados en un nivel por encima del colector marginal, por lo tanto, habrá que encontrar una solución técnica para transportar el agua hasta ellos.</p>
<p>d) Zona de terrenos viables para recibir las aguas residuales de San Juan</p>	<p>- Zona 5: Los terrenos viables para recibir las aguas residuales de San Juan, son los ubicados sobre el camino que va de la carretera federal a la PTAR, además los terrenos que colindan con el río en las proximidades de la PTAR. Esos son los únicos terrenos cercanos al colector. Sin embargo, tienen la dificultad de estar aproximadamente 1.5 msnm más arriba que el colector marginal. Para resolver esta cuestión habría 3 alternativas: 1) colocar un nuevo colector desde la carretera a partir del punto que permita hacer llegar las aguas residuales por gravedad hasta el terreno, 2) bombear el agua, 3) encontrar un terreno viable más abajo dentro de la comunidad de San Bartolo. La opción 3 supone colocar al menos 1.5 km de colector para llegar a la siguiente zona de terrenos agrícolas en San Bartolo.</p>

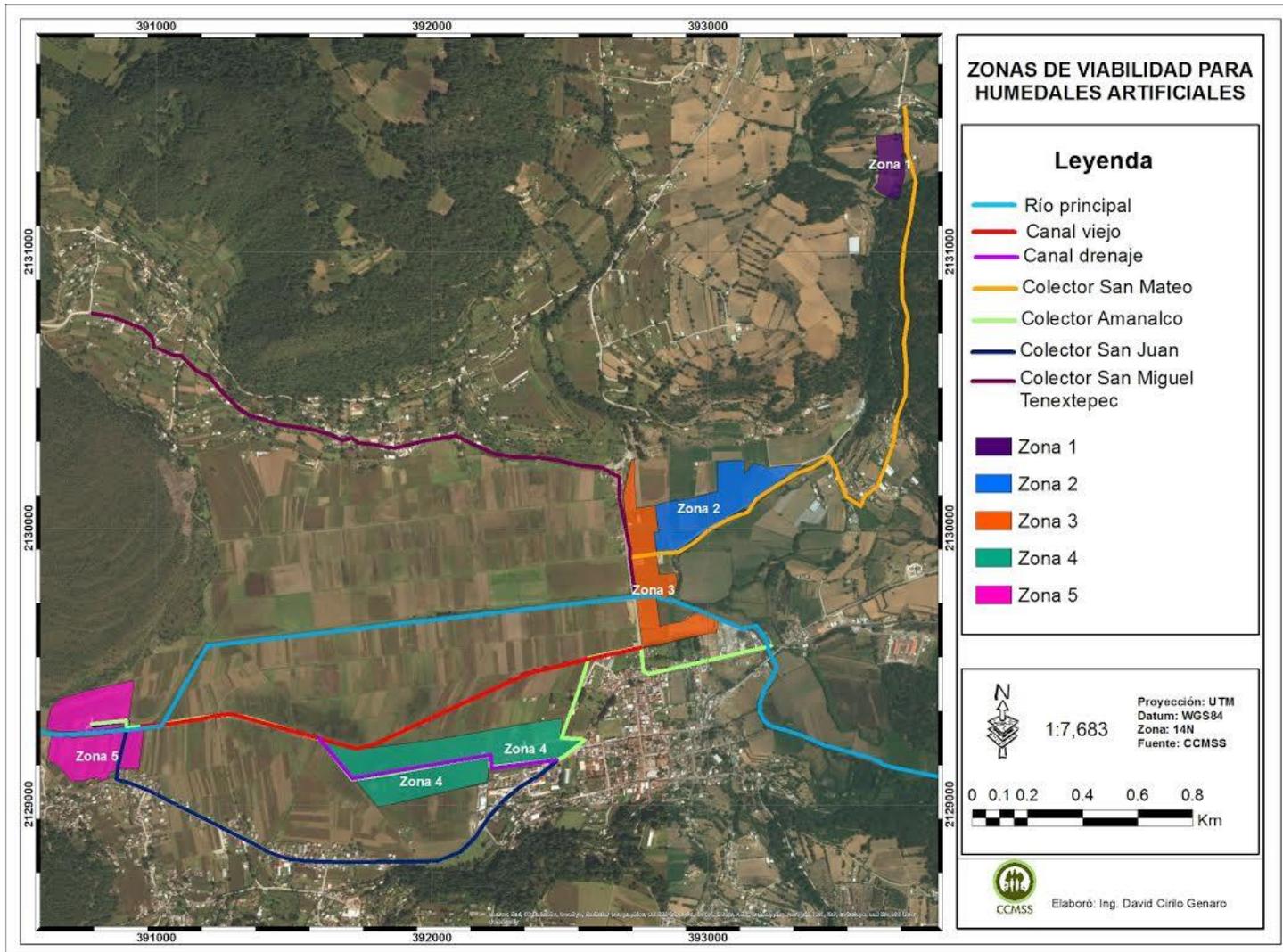


Figura 5.2.2.1.1- Mapa de zonas con viabilidad técnica para el establecimiento de humedales artificiales.



Foto 5.2.2.1.1- Zona conocida como “La Laguna” en el municipio de Amanalco de Becerra (Sitio en el que se localizan las zonas 2, 3, 4 y 5 ubicadas como viables para la construcción de humedales en este trabajo). Fuente: CCMSS, tomada en 2017.

Entrevistas con pobladores locales para determinar qué terrenos y sus propietarios cuentan con intencionalidad de venta o renta.

Una vez determinada la viabilidad técnica de los predios seleccionados, se procedió a contactar y entrevistar a sus propietarios para verificar su disposición a vender, rentar o ceder su terreno, con objeto de instalar un humedal artificial en su propiedad. A continuación se presenta la siguiente tabla con los resultados que arrojaron las entrevistas:

Tabla 5.2.2.1.2- Entrevistas a los propietarios de los predios con potencial para instalar humedales.

<p>Zona 1</p>	<ul style="list-style-type: none"> - Entrevista con familiares de Luis Vera Pascasio y Alejandra Mariano debido a que están en posesión de los terrenos ubicados en la zona 1 que mejor cumplen con los criterios técnicos definidos (colindan tanto con el colector marginal como con el río). Ellos manifestaron su intención de venta al Consejo Civil Mexicano para la Silvicultura Sostenible en el mes de junio de 2016. - Entrevista con Sergio Vera Emeterio para conocer la intención de venta o usufructo de sus familiares, también con terrenos ubicados en esa zona. Ellos no manifestaron intención de venta o usufructo. - Entrevista con Antonio García Fabián: no manifestó intención de venta o contrato de usufructo.
<p>Zona 2</p>	<ul style="list-style-type: none"> - En esta zona se trabajó con el vecino Manuel Hernández, el Gerente de la Comisión de Cuenca, José Manuel Vilchis Vilchis y el encargado de catastro del Ayuntamiento de Amanalco, José Vilchis Vilchis. Estas tres personas hicieron contacto con los vecinos de la zona para identificar interesados en vender o dar en usufructo. Como producto de este proceso se identificaron tres predios con propietarios interesados: <ul style="list-style-type: none"> ○ Alejandro García Felipe ○ Micaela Montes Velasco ○ Susana Contreras Vera
<p>Zona 3</p>	<p>Se identificaron dos predios con intencionalidad de venta/usufructo, en posesión de las siguientes personas:</p> <ul style="list-style-type: none"> ○ Susana Vera ○ Gerardo Arzate

<p>Zona 4</p>	<p>En esta zona, el Secretario del Ayuntamiento Gabriel Tenorio y el vecindado Alejandro Chino estuvieron contactando a los diversos poseionarios y encontraron tres con disposición a venta:</p> <ul style="list-style-type: none"> - Gabino Jerónimo - Ricardo Álvarez - Ramiro Chino Lucas
<p>Zona 5</p>	<p>En esta sección, las únicas parcelas que cuentan con una superficie considerable para la construcción de un humedal artificial son las parcelas: 1CB de Crescencio Soto Martínez (ubicada en la comunidad agraria de San Bartolo con una superficie de 2.1 hectáreas) y la parcela 100 de Irma Cipriano Doroteo ubicada en la comunidad agraria de San Juan.</p> <p>Las demás parcelas de esta zona tienen una superficie de entre 600 y 1,200 m², por lo que si quisiera construir un humedal artificial para la población de la localidad de San Juan que cuenta con 2,962 habitantes (Censo INEGI 2010), sería necesaria una superficie mínima de 1.2 hectáreas, lo cual implica adquirir más de 10 parcelas (Ver figura 5.2.4 con el detalle de parcelas de la zona).</p> <p>En esta zona no se manifestó intención de venta o usufructo. Antes de preguntar a los propietarios si están dispuestos a vender, es conveniente determinar si es económicamente viable un proyecto, que contemple el bombeo del agua residual que corre por el colector marginal, que está a más de un metro de profundidad en relación al terreno que albergaría el humedal. Con estas decisiones ya sería posible hacer un contacto directo con los poseionarios para conocer su intención de venta.</p>

El siguiente plano muestra la división de parcelas en la zona 5 que es la zona de intersección de las comunidades San Bartolo y San Juan que está en los alrededores de la PTAR. Como puede observarse en el plano, todas las parcelas son terrenos muy pequeños y solamente la 1CB tiene una superficie viable para la instalación de un humedal.

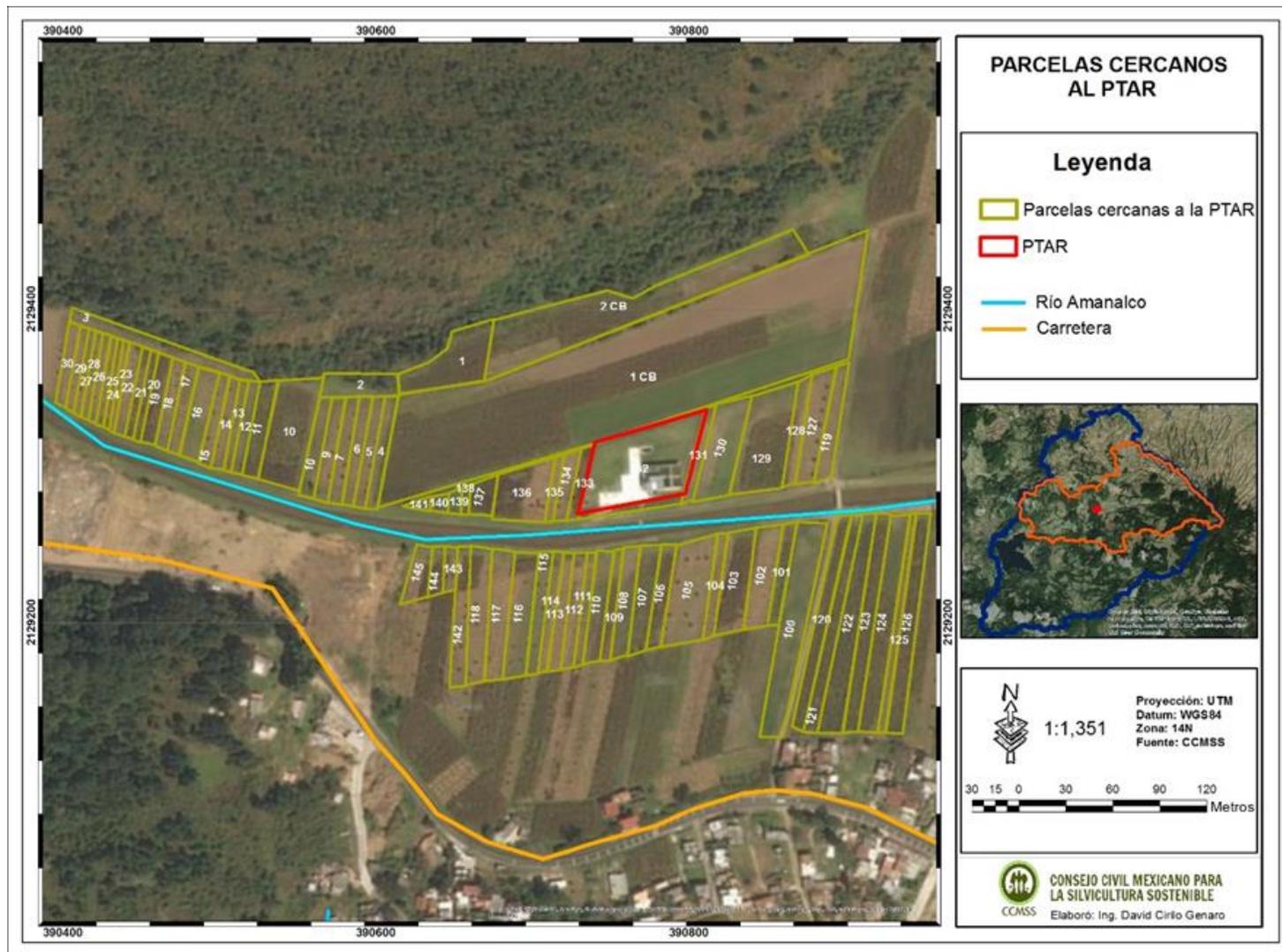


Figura 5.2.2.1.2- Detalle de parcelas cercanas a la PTAR y al colector marginal de San Juan (Zona 5).

A continuación, se inserta una tabla con los nombres de los poseionarios de los terrenos de la figura anterior (5.2.2.1.2):

Tabla 5.2.2.1.3- Terrenos ubicados en la comunidad agraria de San Bartolo.

1 CB.- Crescencio Soto Martínez.	9.- Juana Loreto.	20.- Clemencia Arias.
2 CB.- Laurentino Lucas Colín.	10.- Manuel Cipriano.	21.- Agustín
1.- Anselmo Cipriano.	11.- Fernando Doroteo.	22.- Elías Lino.
2.- Carmelo Cipriano.	12.- Teresa Cipriano.	23.- Dolores Jiménez.
3.- Teresa Cipriano.	13.- Porfirio Cipriano.	24.- Martín Cipriano.
4.- Clemencia Arias.	14.- Basilio Marcos.	25.- Inocente Cipriano.
5.- Primitivo Arias.	15.- Lorenzo Cipriano.	26.- Teresa González.
6.- Basilio Cipriano.	16.- Demétrio Chino.	27.- Gregório Cipriano.
7.- Cirila Arias.	17.- Teresa Cipriano.	28.- Hilário Cipriano.
8.- Eleuteria Arias.	18.- Agustín Cipriano.	29.- Agustín Cipriano.
	19.- Manuel Cipriano.	30.- Inocente Cipriano.

Tabla 5.2.2.1.4- Terrenos ubicados en la comunidad agraria de San Juan.

100	Irma Cipriano Doroteo	123	Ángel Lucas Colín
101	Pedro Hernández Cipriano	124	Bernardo Lucas Gómez
102	Miguel Hernández Cipriano	125	Juan Lino Cipriano
103	Toño Arias González	126	Alberta Chino Lucas
104	Juana Arias Vera	127	Juana López Salgado
105	Basilio Marcos José	128	Elpidio Cipriano Martínez
106	Brígida Lucas Chino	129	Ángel Lucas Colín
107	Andrea Cayetano	130	Laurentino Lucas Colín
108	Paz Lucas Colín	131	Clemencia Arias Cesario
109	Tomás Lino López	132	PTAR
110	Juana Arias Vera	133	Perfecto Cipriano Arias
111	Rosa Cipriano Martínez	134	Modesta Martínez Lucas
112	Elpidio Cipriano Martínez	135	Gregorio Cipriano Gómez
113	Perfecto Cipriano Arias	136	Pascuala Lucas Chino
114	Modesta Martínez Lucas	137	Maximino Cayetano de la Cruz
115	Gregorio Cipriano Gómez	138	Agustín Cipriano Álvarez
116	Pascuala Lucas Chino	139	Tomas Lino López
117	Maximino Cayetano de la Cruz	140	Francisco Clemente
118	Agustín Cipriano Álvarez	141	Paula Hernández Marcos
119	Basilio Cipriano Arias	142	Tomás Lino López
120	Ángel Lucas Colín	143	Francisco Clemente Cipriano
121	Irma Cipriano Doroteo	144	Paula Hernández Marcos
122	Crescencio Soto Martínez	145	José Mateo Cipriano



Foto 5.2.2.1.2- Colector marginal procedente de San Mateo en el cruce del río en la localidad de San Sebastián Chico (a 100 metros del terreno de la Sra. Susana Contreras Vera).

Investigación sobre la situación jurídica de la posesión de los predios que cuentan con intencionalidad de venta o usufructo por parte del poseedor o propietario.

Esta investigación se basó en la revisión de carpetas agrarias, datos de la oficina de catastro y documentos de los poseedores y propietarios.

Con la finalidad de conocer el estatus de la propiedad o la legal posesión de los terrenos con viabilidad para la construcción de humedales para el tratamiento de aguas residuales, se elaboró un mapa de tenencia basado en los polígonos del Registro Agrario Nacional reportados en su padrón e historial de núcleos agrarios (<http://phina.ran.gob.mx/phina2/>). El resultado se puede observar en el siguiente mapa.

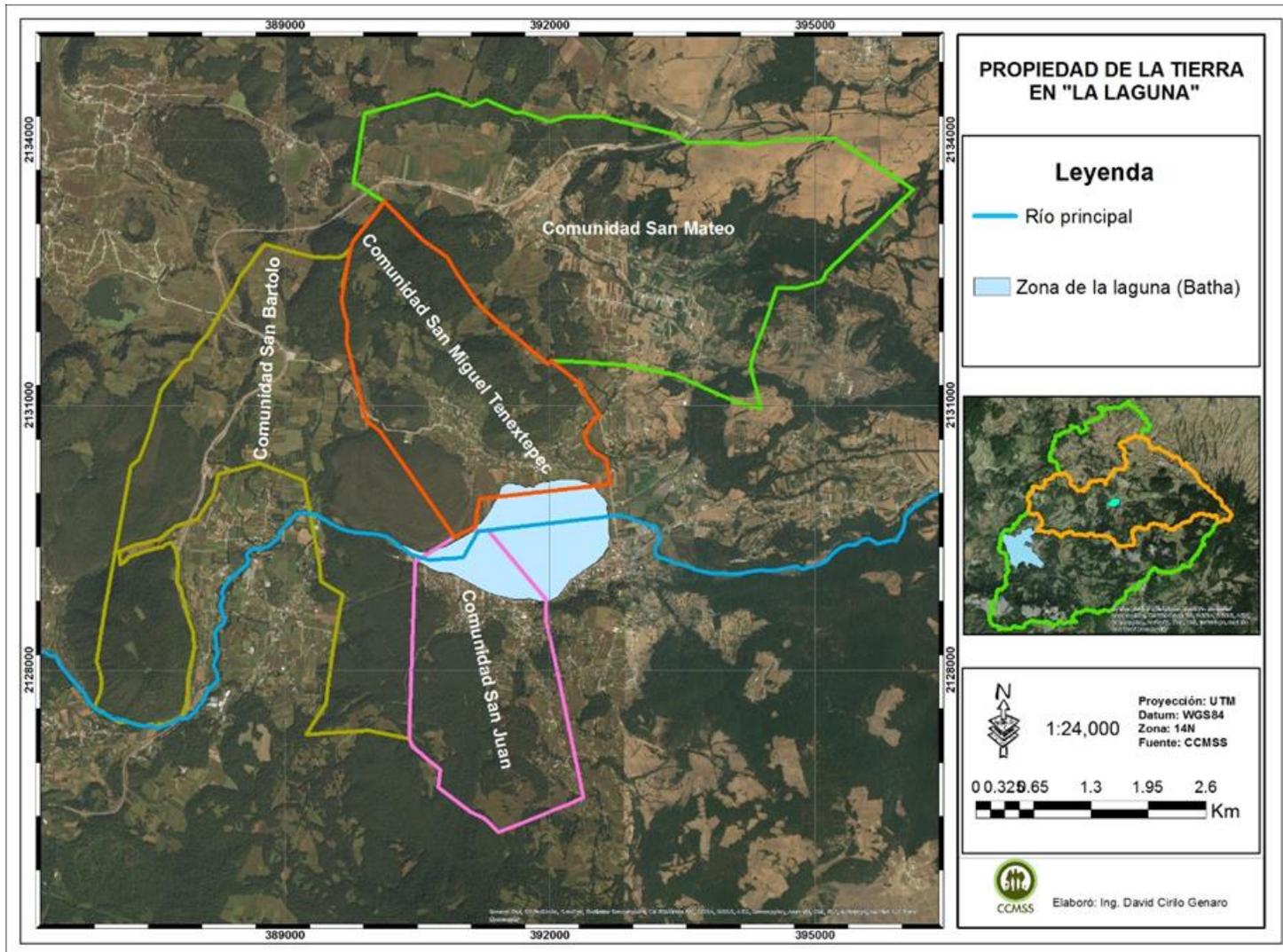


Figura 5.2.2.1.3- Mapa de tenencia de la tierra en las zonas con viabilidad para la construcción de humedales.

Como puede observarse en el mapa anterior, la zona conocida como “la laguna” que es donde confluyen los colectores de las cuatro localidades del proyecto y donde está localizada la PTAR, es una zona en donde colindan tres comunidades agrarias: San Bartolo, San Juan y San Miguel Tenextepec. El resto de la zona es de propiedad privada.

Posterior al análisis de tipos de tenencia, se procedió a analizar los documentos de los propietarios/poseedores interesados en vender o dar en usufructo los terrenos y a analizar los datos registrados en el catastro municipal. En la siguiente tabla se muestra el tipo de propiedad para cada una de las zonas viables identificadas y los resultados del análisis de documentos que acreditan la propiedad/posesión.

Tabla 5.2.2.1.5- Tenencia de la tierra y documentos legales que acreditan la posesión de los predios seleccionados.

<p>Zona 1</p>	<p>Ubicada dentro de la comunidad agraria San Mateo</p>	<ul style="list-style-type: none"> - Terreno de Alejandra Mariano: Aunque la señora Alejandra tiene la posesión del terreno reconocida por la comunidad, el certificado parcelario está a nombre de su vecino el Sr. Luis Vera Pascasio. - Terreno de Luis Vera Pascasio: Aunque el Sr. Luis tiene la posesión del terreno reconocida por la comunidad, la parcela no cuenta con certificado propio. Éste está a nombre del Sr. Antonio García Fabián. - Terreno de Antonio: El Sr. Antonio no ha iniciado trámites para obtener su certificado parcelario en el Registro Agrario Nacional, y en entrevista con el CCMSS manifestó no estar interesado en hacer dicho trámite. <p>Por las razones anteriores, los terrenos de la zona 1 quedan descartados como viables para la construcción de humedales ya que no puede acreditarse la legal posesión de los actuales poseedores.</p>
<p>Zona 2</p>	<p>Predios de propiedad privada</p>	<p>Los tres terrenos con intención de dar en usufructo en posesión, son los de Alejandro García Felipe, Micaela Montero Velasco y Susana Contreras Vera respectivamente.</p> <p>Los tres predios cuentan con contrato de compraventa (ver Anexo 1 y 2), los cuales están</p>

		<p>registrados a su nombre en la oficina de catastro municipal de Amanalco. Sin embargo, ninguno cuenta con escritura pública, ni registro, en el registro público de la propiedad.</p> <p>El terreno de Alejandro García Felipe es de 4,600 m², sin embargo, en el contrato de compraventa se señala solamente una superficie de 1,004 m².</p>
Zona 3	Predios de propiedad privada	<p>En esta zona los predios encontrados con disposición a venta fueron de los propietarios:</p> <ul style="list-style-type: none"> - Susana Contreras Vera: es el mismo predio de la zona 2 ya que este predio es útil tanto para recibir las aguas residuales de San Mateo como para recibir las aguas residuales de San Miguel, al encontrarse en la intersección entre los dos colectores. - Gerardo Arzate: Este predio fue adquirido por el Sr. Arzate con un contrato simple ya que la propietaria anterior estaba en posesión, pero no podía comprobar la propiedad debido a que el predio está intestado. Por esa razón para adquirir este terreno sólo podría hacerse con un acuerdo de buena fe que no podría legalizarse.
Zona 4	Predios de propiedad privada	<p>En esta zona los predios que se encontraron con disposición a vender fueron de las siguientes personas:</p> <ul style="list-style-type: none"> - Gabino Jerónimo: de 15,000 m² (lo cotiza en \$3 millones). Reporta contar con escritura pública. - Ricardo Álvarez: Vende lotes de distintas medidas (pero quiere vender lotes pequeños no está interesado en vender todo el terreno). Cuenta con contrato de compraventa. - Ramiro Chino Lucas: 8,335 m² (está buscando vender a \$100 pesos/m²). Cuenta con contrato de compraventa.
Zona 5	Tiene dos secciones, una dentro de la comunidad agraria de San Juan y otra dentro de la comunidad agraria de San Bartolo	<p>A pesar de no haber manifestación de intencionalidad de venta en esta zona, se procedió a investigar la situación de posesión de los terrenos de la zona. Estos terrenos están dentro de dos comunidades agrarias San Juan y San Bartolo.</p>

		<p>En el caso de San Juan, esta comunidad no generó el trámite de parcelamiento con el programa PROCEDE, por lo tanto, a pesar de que las personas físicas tienen la posesión reconocida, la propiedad es de la comunidad agraria. Esto impide cualquier trámite de cesión de derechos de las parcelas en cuestión.</p> <p>En el caso de San Bartolo, se tienen parcelas que fueron compradas por personas de San Juan a la comunidad de San Bartolo. Estas personas no cuentan con certificados parcelarios (La figura 5.2.2 muestra el plano de las parcelas que compraron los habitantes de San Juan a la comunidad de San Bartolo).</p>
--	--	---

Como parte de esta investigación se revisaron los registros de la oficina de catastro municipal y los registros de las autoridades agrarias correspondientes a las zonas analizadas. A continuación, se muestran el plano de la oficina de catastro de la zona 3 y los registros locales de la posesión de terrenos de la zona 5.



Figura 5.2.2.1.4- Plano del catastro municipal de la zona 3, que podría recibir las aguas residuales de San Miguel Tenexpec.

El listado siguiente muestra los nombres de los propietarios de los terrenos ubicados en la figura 5.2.4 (zona 3), según el registro de la oficina de catastro municipal:

Tabla 5.2.2.1.6- Listado de los propietarios de los terrenos ubicados en la Zona 3.

1.- Yolanda Rosas Jacobo.	12.- Entrada Ejido San Miguel Tenextepac
2.- Pedro Gregorio Silva Rodríguez.	13.- María de Jesús Susana Contreras Vera.
3.- Caritina de la Cruz Vera.	14.- Hugo Antonio Valdez Vera.
4.- Caritina de la Cruz Vera.	15.- Ejido San Miguel Tenextepac.
5.- Santiago Trinidad Sánchez.	16.- José Dolores García Hernández.
6.- Verónica González González.	17.- José Dolores García Hernández.
7.- Pascual Ciriaco Sánchez.	18.- Araceli Gines Carvajal.
8.- Nexar Israel Pérez Molina.	19.- Antelmo Ávila Segundo.
9.- Javier Acevedo Jiménez.	20.- Froilán García Zarza.
10.- María Inés de la Cruz Sánchez.	21.- Myriam Pérez Arango.
11.- Rutilo Peña Jiménez.	

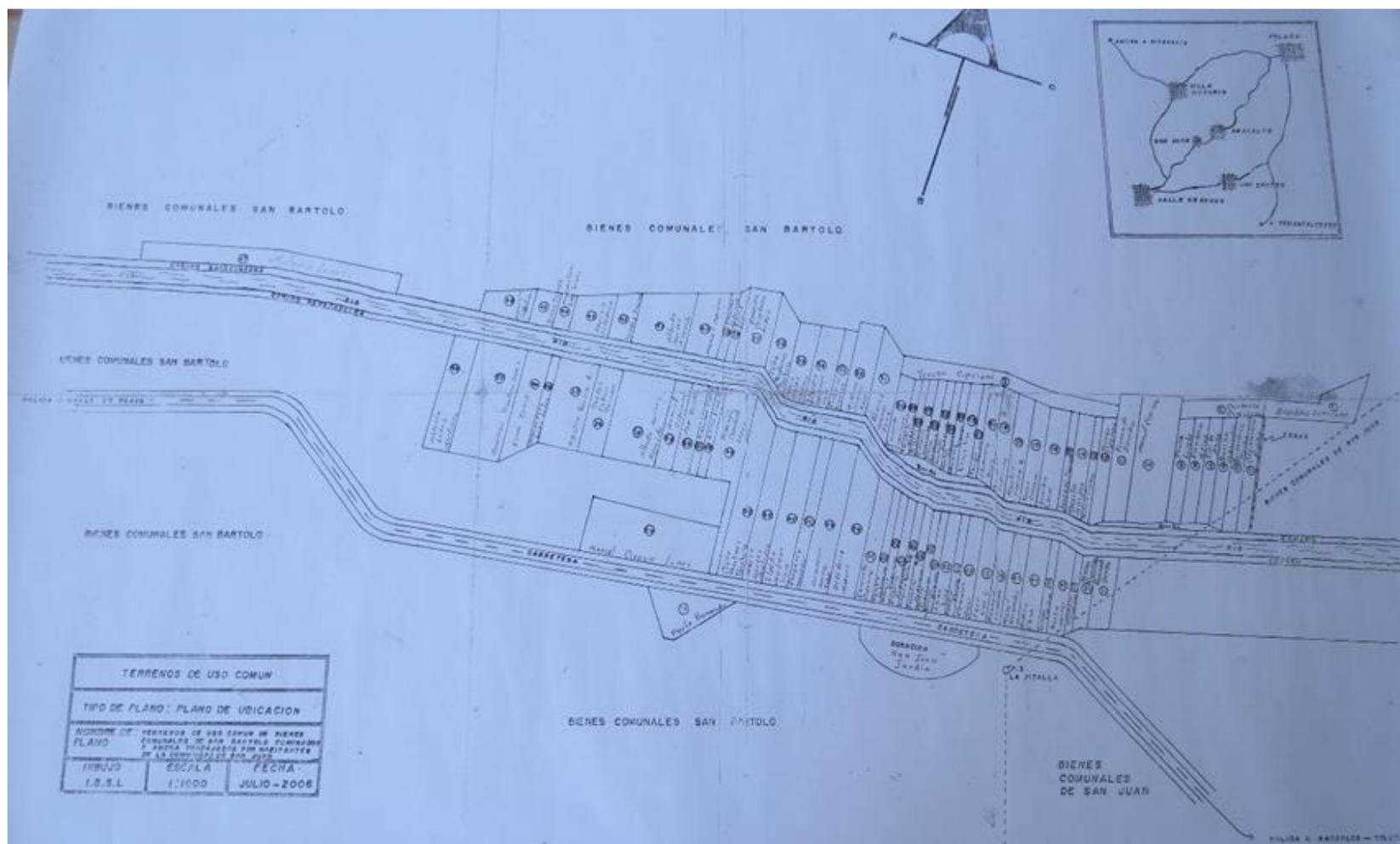


Figura 5.2.2.1.5- Registro agrario de las parcelas que compraron los habitantes de San Juan a la comunidad de San Bartolo (zona 5).

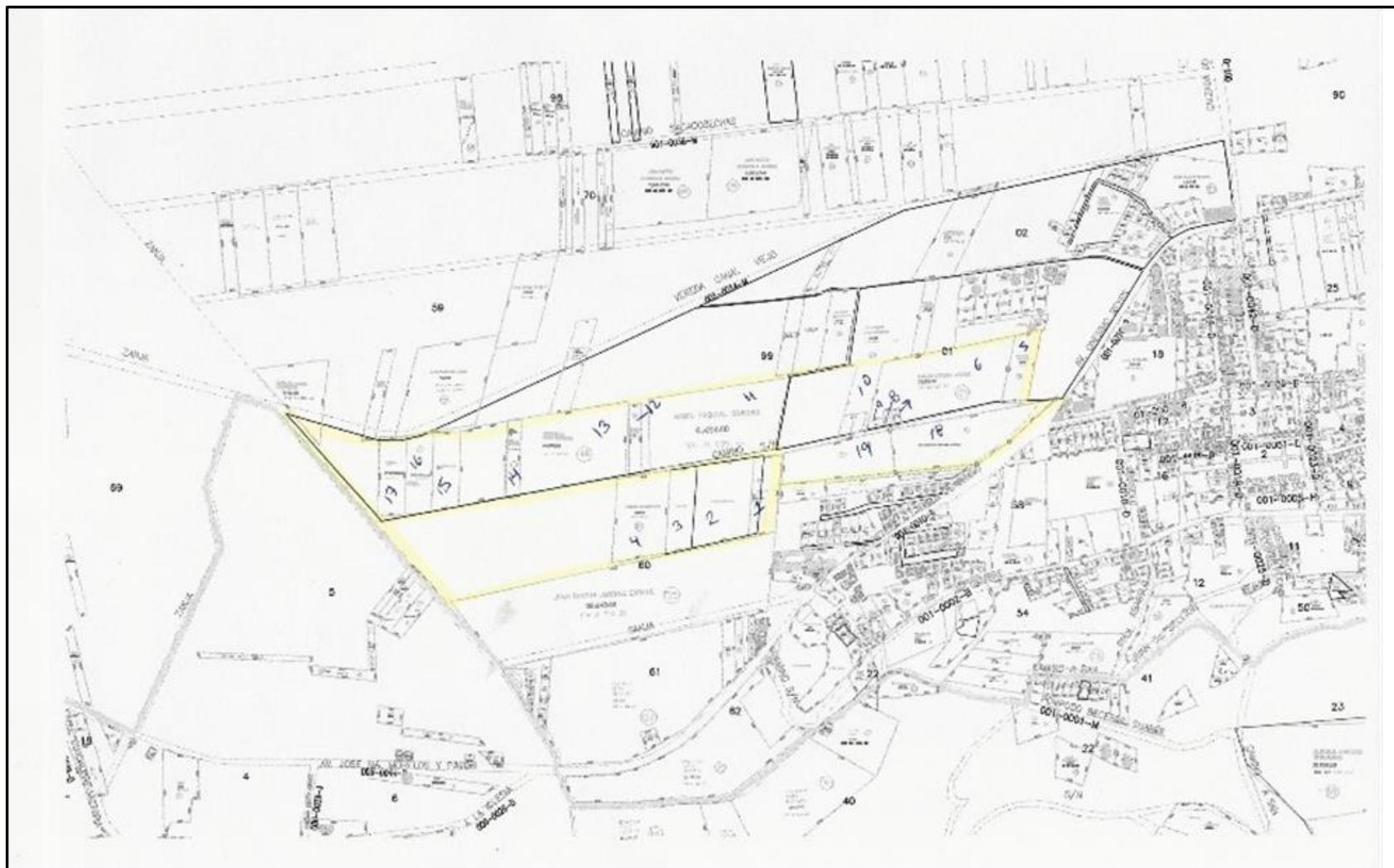


Figura 5.2.2.1.6- Plano de la oficina de catastro de los terrenos ubicados en la zona 4.

La siguiente lista muestra los nombres que tiene registrados la oficina de catastro como poseedores de los predios de la figura 5.2.2.1.6:

Tabla 5.2.2.1.7- Listado de los propietarios de los terrenos ubicados en la Zona 4.

1.- Leovigildo Jiménez Colín.	11.- Ángel Pascual Sánchez.
2.- Hermilo Lucas Martínez.	12.- Verónica Freeman Fuentes.
3.- Amos Lino.	13.- Crescencio Soto Martínez.
4.- Verónica Freeman Fuentes.	14.- María Magdalena Vera García.
5.- María Trinidad Reyes Arzate.	15.- Rosa María Torres Doroteo.
6.- Emilio Estrada Merced.	16.- Victoriano Soto Gómez.
7.- Gaspar Hernández Trinidad.	17.- Domingo Soto.
8.- Liga de Fútbol Amanalco.	18.- Pablo Vilchis Hernández.
9.- Claudia López Luis.	19.- Pablo Vilchis Hernández.
10.- Carlos Ignacio Estrada Gómez Tagle.	

Determinación de los predios Entrevista con los propietarios/poseedores de los predios seleccionados para conocer el monto esperado de venta o usufructo por 20 años.

A partir de la selección de sitios que cumplieran con los criterios explicados anteriormente, se llegó a una lista final de terrenos posibles para la construcción de humedales artificiales para el tratamiento de aguas residuales. En esos terrenos se hizo un acercamiento para conocer el monto esperado de venta o usufructo de los propietarios/poseedores. La lista es la siguiente:

Tabla 5.2.2.1.8- Listado de los terrenos seleccionados para instalar humedales artificiales en las cuatro localidades de Amanalco.

No.	Nombre del propietario/poseedor	Superficie (m ²)	Localidad para la que puede dar servicio	Trato esperado
Terreno 1	Propietaria: Susana Contreras Vera Poseedor actual: Consejo Civil Mexicano para la Silvicultura Sostenible	4,160 m ²	San Mateo y San Miguel Tenextepec	Usufructo por 20 años con un monto de \$300,000 (Este predio ya fue dado en usufructo al CCMSS)
Terreno 2	Alejandro García Felipe	4,600 m ²	San Mateo	Usufructo por 20 años con un monto de \$300,000

Terreno 3	Ramiro Chino Lucas	8,000 m ²	Amanalco	Venta por \$800,000 pesos
Terrenos en San Juan/San Bartolo	Crescencio Soto Martínez Irma Cipriano Doroteo (No cuentan con documentos legales para acreditar la posesión)			No manifestaron un monto esperado ni disposición a venta/usufructo

Los terrenos anteriores son los que ofrecen una mayor viabilidad para la construcción de humedales artificiales para las localidades de San Miguel Tenextepec, San Mateo, Amanalco y San Juan. Sin embargo, la zona de Amanalco y San Juan presentan varias dificultades, como se explica a continuación:

- En el caso de Amanalco, aunque sí existen terrenos aledaños al colector marginal que pueden acreditar la legal posesión y que tienen disposición a venta, el colector está aproximadamente 1.5 metros por debajo del nivel de estos terrenos y por lo tanto hay que buscar una solución técnica para llevar las aguas residuales hasta ellos. No existen terrenos en esta zona ubicados por debajo del nivel del colector.
- El caso de San Juan presenta la misma problemática que Amanalco en cuanto al nivel de los terrenos y el colector, pero se suma otra dificultad y es que la comunidad agraria de San Juan no hizo parcelamiento con el programa PROCEDE y por lo tanto los terrenos ahí ubicados no cuentan con certificados parcelarios.

El siguiente mapa muestra los terrenos identificados como los de mayor viabilidad para la construcción de los humedales.

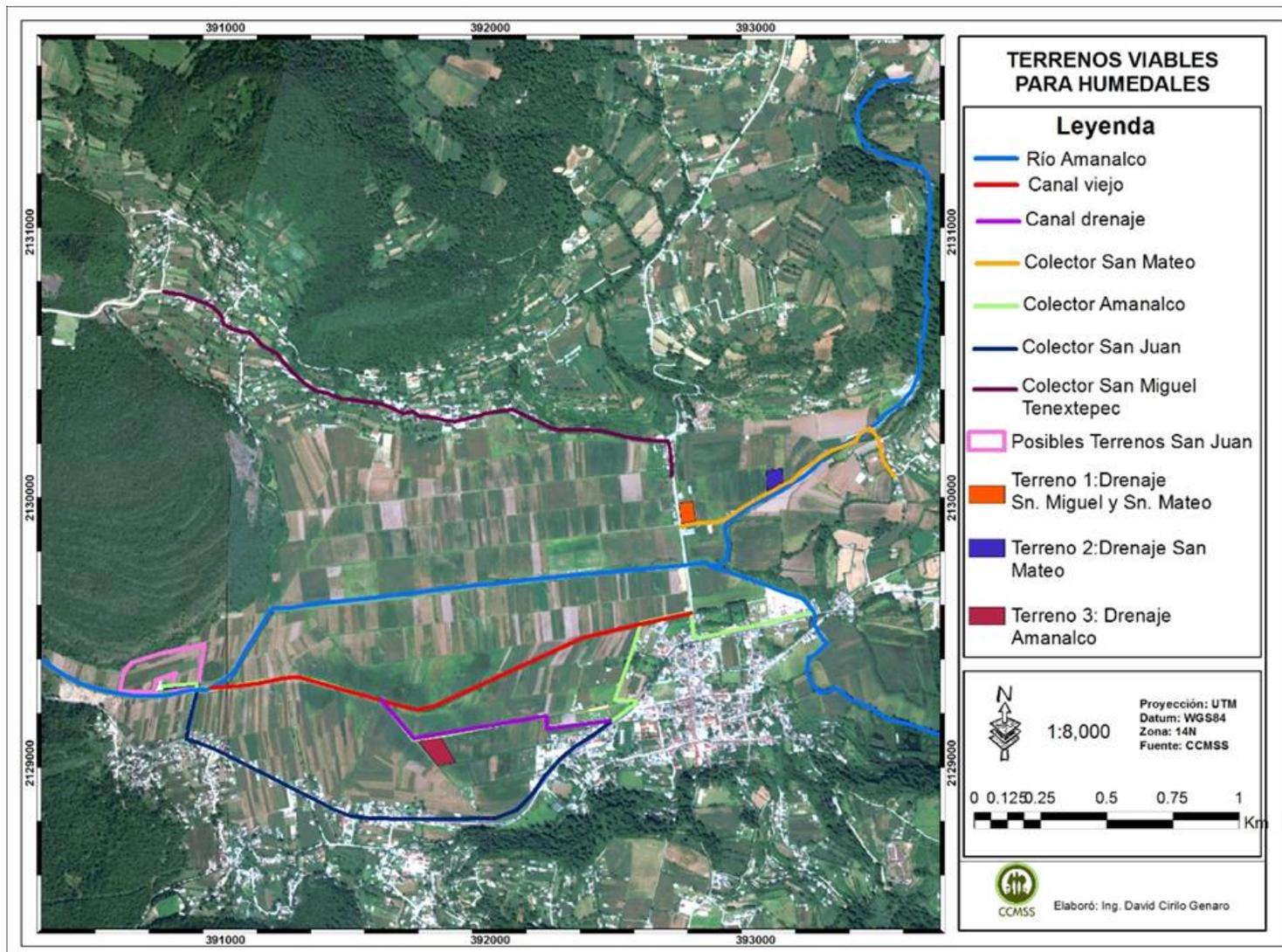


Figura 5.2.2.1.7- Mapa de terrenos identificados como los de mayor viabilidad para la construcción de los humedales.



Foto 5.2.2.1.3- Terreno 1, propiedad de Susana Contreras Vera y en posesión del CCMSS.

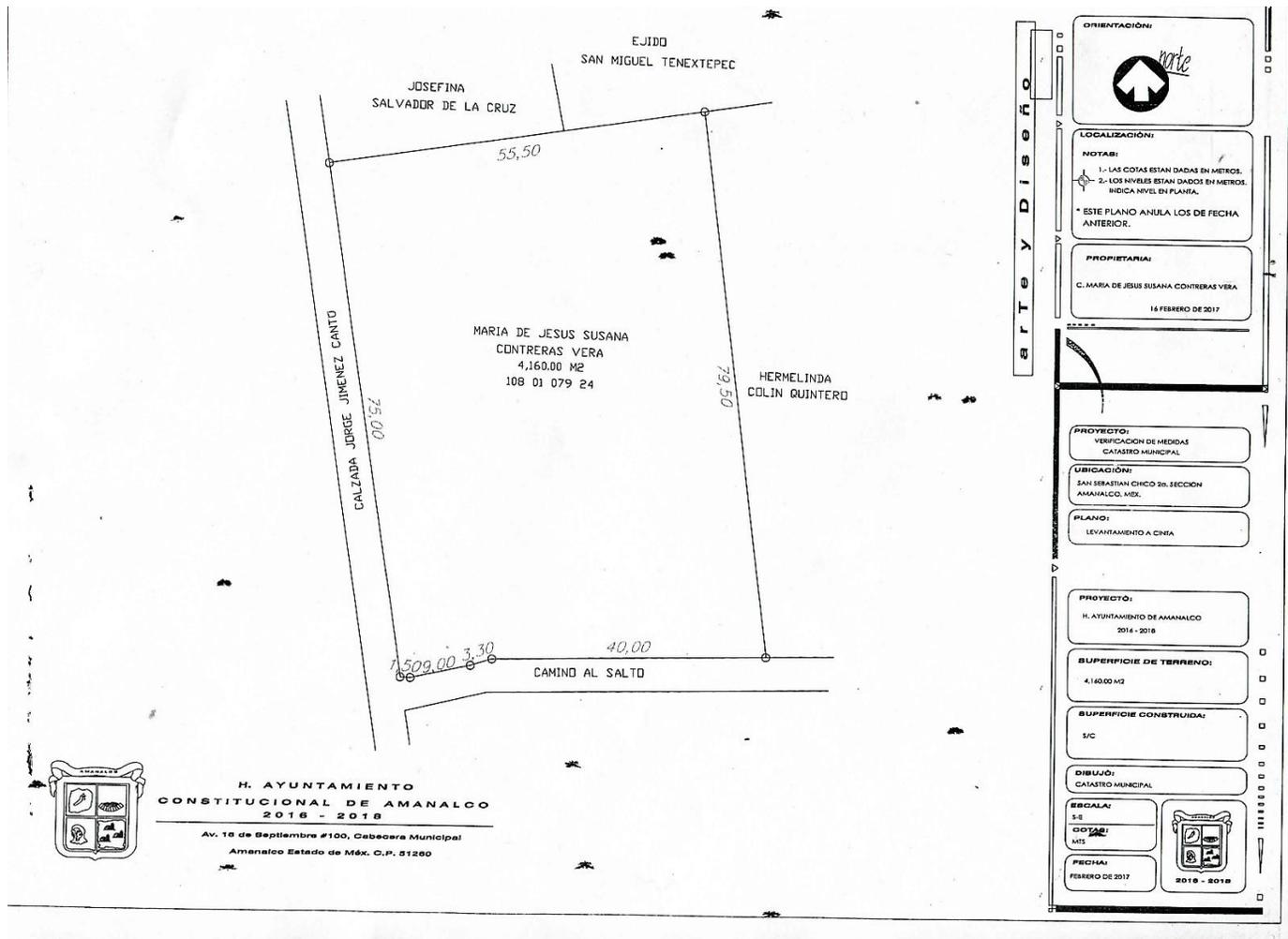


Figura 5.2.2.1.8- Croquis emitido por el Ayuntamiento de Amanalco del terreno de la Sra. Susana Contreras Vera ahora en posesión del Consejo Civil Mexicano para la Silvicultura Sostenible.



Foto 5.2.2.1.4- Terreno 2, propiedad de Alejandro García Felipe. Ubicado en San Sebastián Chico. (límite línea roja).



Foto 5.2.2.1.5- Terreno 3, propiedad de Ramiro Chino Lucas ubicado en Amanalco.



Foto 5.2.2.1.6- Terreno detrás de la PTAR de San Juan, Amanalco. Propiedad de Crescencio Soto Martínez.

**CONTRATO DE COMPRAVENTA QUE ACREDITA LA LEGAL PROPIEDAD DEL TERRENO
DEL SR. ALEJANDRO GARCIA FELIPE**

Que celebran por una parte como Vendedor **PLACIDO GARCÍA EMETERIO**, por la otra parte como Comprador **ALEJANDRO GARCÍA FELIPE**, de conformidad con lo que establecen los artículos 2102, 2103, 2170 y demás relativos y aplicables del Código Civil vigente en el Estado de México, al tenor de las siguientes: -----

DECLARACIONES

PRIMERA: Declara **PLACIDO GARCÍA EMETERIO**, que es propietario y poseedor de un terreno inmueble que se encuentra ubicado en el paraje denominado en otomí "**AZDEGULA**" en la comunidad de San Sebastián Chico 2ª. Sección, Municipio de Amanalco, Distrito de Valle de Bravo, México, el cual **NO SE** encuentra registrado y por así convenir a sus intereses ha decidido vender una fracción de dicho terreno inmueble a **ALEJANDRO GARCÍA FELIPE**, cuyas medidas, colindancias, superficie aproximada son las siguientes: -----

AL NORTE: MIDE: 28.00 MTS. COLINDA CON PLACIDO GARCÍA EMETERIO

AL SUR: MIDE: 27.00 MTS. COLINDA CON PLACIDO GARCÍA EMETERIO

AL ORIENTE: MIDE: 52.00 MTS. COLINDA CON CAMINO A SAN MATEO

PONIENTE: MIDE: 52.00 MTS. COLINDA CON PLACIDO GARCÍA EMETERIO

Con una superficie aproximada de: 1,004.00 M2

SEGUNDA: Declara **PLACIDO GARCÍA EMETERIO**, que el terreno inmueble descrito es producto de una **COMPRA/VENTA** y que no lo tiene enajenado o limitado de manera alguna, lo que así se hará constar en su oportunidad y en cuanto al pago de sus contribuciones fiscales de ahora en adelante lo hará **ALEJANDRO GARCÍA FELIPE**.-----

TERCERA: El Comprador **ALEJANDRO GARCÍA FELIPE**, declara que se encuentra enterado y está conforme con la situación tanto jurídica como fiscal del terreno inmueble descrito con anterioridad. -----

Habiendo convenido los contratantes en la compraventa del terreno inmueble de que se trata y no faltando más que la forma legal al presente contrato se formaliza bajo las siguientes: -----

CLAUSULAS

PRIMERA: El vendedor **PLACIDO GARCÍA EMETERIO**, vende de hoy y para siempre a **ALEJANDRO GARCÍA FELIPE**, quien compra y adquiere para siempre el terreno inmueble que ha sido descrito y deslindado en la declaración primera de este contrato. -----

SEGUNDA: Ambas partes manifiestan que el precio objeto de esta operación es por la cantidad de \$5,000.00 (CINCO MIL PESOS 00/100 M.N.), que el vendedor declara tener por recibidos a su entera satisfacción, en este acto y por lo que a la firma de este contrato expiden el recibo más eficaz que a su seguridad sea bastante. -----

TERCERA: El terreno inmueble que vende pasa a poder de su nuevo dueño sin limitación alguna en su dominio, sin gravamen ni responsabilidad, el que recibe en posesión material y jurídica, con sus entradas, salidas, usos, costumbres, servidumbres y todo cuanto de hecho y por derecho le corresponde dentro de sus medidas, colindancias y superficie que se han anotado y así como en la actualidad se encuentra. -----

MANIFESTACIÓN DE TRASLACIÓN DE DOMINIO DEL TERRENO DE LA SRA. SUSANA
CONTRERAS VERA

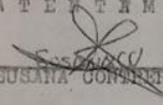
INFORMACION TESTIMONIAL.

C. RECEPTOR DE RENTAS DEL ESTADO.
PRESENTE.

LA C. SUSANA CONTRERAS VERA, originaria y vecina del Municipio de Amanalco de Becerra, Distrito Judicial de Valle de Bravo, Mex; - casada mayor de edad sin ninguna profesión más que las labores propias de su sexo, compareco ante usted con el debido respeto a informar, que hace más de cinco años anteriores a la fecha, he venido poseyendo en pleno dominio y posesión de un terreno de labor ubicada en el Municipio de Amanalco de Becerra, Méx; cuyo inmueble se encuentra Registrado en esa Receptoría de Rentas del Estado a nombre del finado SOSTENES VERA COLIN, con el No. de Cta. Predial 731. R. A. cuyas medidas y colindancias son las siguientes: - - - - -

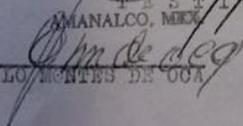
AL NORTE 69.10 Mts. Linda con predio de Pedro Contreras.
AL SUR 69.10 Mts. Linda con Pedro Contreras.
AL OTE. 85.50 Mts. Linda con predio de Rutilo Peña.
AL PTE. 85.50 Mts. Con Camino a San Mateo, Méx;
Teniendo una superficie aproximada de 5,908.05 Mts. CINCO-
MIL NOVECIENTOS OCHO METROS CON CINCO CENTIMETROS CUADRADOS. - - - - -

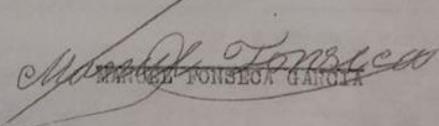
A T E N T A M E N T E.


SUSANA CONTRERAS VERA

Presentes con el carácter de testigos los C.C. RUTILO MONTES DE OCA Y MANUEL FONSEGA GARCIA, a quien el suscrito otorgando, en debida forma ofreciendo condusirce con verdad, quenado advertidos en las penas q que incurrn los que declaran con falsedad, dijeron conocer a la ocurrente y que el predio antes mencionado es de su propiedad, dicho inmueble lo obtuvo por herencia de su finado abuelo de nombre SOSTENES VERA COLIN, teniendo el recibo más eficaz por derecho para su resguardo en todo tiempo. - - - - -



TESTIGOS.
AMANALCO, MEX.

RUTILO MONTES DE OCA


MANUEL FONSEGA GARCIA

Visto el resultado de la traslación de dominio que antecede, y llenados los requisitos legales, incribase en el padron General de esa Oficina, la propiedad que hace mención la presente manifestación a nombre de la C. SUSANA CONTRERAS VERA, sin perjuicio de terceras personas sin perjudicar el valor juridico de la prueba rendida, que resulten aplicables de conformidad con lo establecido en la Ley General de Hda. - - -

Amanalco de Becerra, Méx; a 7 de Abril de 1981.

NOTA:

Cabe señalar que el trabajo hasta aquí presentado tuvo como desenlace, la elección del terreno 1, de la señora Susana Contreras Vera ubicado en la zona 3, como el sitio donde se instalaría el humedal artificial demostrativo. Dicho terreno fue rentado en 2017 y dado en usufructo por 20 años al Consejo Civil Mexicano para la Silvicultura Sostenible (CCMSS).

Originalmente, se tenía contemplado instalar el humedal artificial en ese predio para darle tratamiento a las aguas residuales de San Miguel Tenextepec. Sin embargo, dicha localidad no cuenta con las condiciones técnicas necesarias, pues sólo una de sus dos secciones cuenta con drenaje y ninguna de sus viviendas está conectada a la red de drenaje.

Por lo anterior, se decidió que el humedal demostrativo atendería la localidad de San Mateo, donde algunas de sus secciones ya cuentan con red de drenaje y alrededor de 100 viviendas están conectadas a la red. Es importante señalar que el predio que rentó el CCMSS, no tiene el tamaño suficiente para tratar el agua residual del 100% de las viviendas de San Mateo. Cuando se logre alcanzar la cobertura total del drenaje en San Mateo, se requerirá instalar un nuevo humedal, para lo cual existe la alternativa del terreno de Alejandro García Felipe (predio 2), quien manifestó interés en negociarlo.

Para la localidad de San Miguel Tenextepec, se debe localizar un nuevo predio que reúna las condiciones técnicas, sociales y jurídicas necesarias para alojar un humedal artificial. Más adelante se presentarán dos predios alternativos que se detectaron en las parcelas agrícolas de este ejido, los cuales pueden alojar un humedal cuando el poblado cuente con drenaje y sus viviendas se conecten a él.

El caso del agua residual generada en la cabecera municipal de Amanalco se puede resolver instalando un humedal en el terreno 3, propiedad del señor Ramiro Chino Lucas. No obstante, hay que recordar que este predio presenta dos dificultades técnicas: a) se encuentra en una zona inundable, por lo que la instalación del humedal requeriría la realización de trabajos adicionales de protección al humedal, como rellenar el predio y elevar la construcción; b) la red de drenaje está dos metros abajo del nivel de suelo, lo cual implicaría el uso de bombas para acceder al agua residual.

El caso de San Juan es distinto, como se mencionó anteriormente, no hay predios con las condiciones adecuadas para la instalación de un humedal; ya sea por el minifundismo o por estar en una zona inundable. No obstante, se intentó verificar la disposición del propietario

(Crescencio Soto Martínez) del único terreno que cuenta con la superficie necesaria para instalar un humedal artificial. Esta persona fue contradictoria en sus respuestas pues al inicio mostró interés en negociar la compra o renta de su parcela para instalar un humedal, pero luego se arrepintió.

Ante la falta de un terreno con las características técnicas, sociales y jurídicas idóneas para instalar un humedal artificial que trate las aguas residuales de las localidades de San Juan y Amanalco, se decidió continuar con la búsqueda de terrenos en una zona no inundable. Lo anterior nos llevó a recorrer los terrenos agrícolas del poblado San Bartolo, los cuales se encuentran aguas abajo del río Amanalco, luego del llamado “dique de San Bartolo”.

Por otro lado, a solicitud de algunos pobladores, también se recorrieron predios de San Lucas, otra localidad de Amanalco que no cuenta con tratamiento de sus aguas residuales.

Más adelante, al final de este capítulo, se expondrán los resultados de las últimas búsquedas. Se dará cuenta de los predios agrícolas que se ubicaron en San Bartolo y San Lucas. Antes se expondrán los trabajos realizados para localizar sitios donde instalar humedales en las granjas trutícolas de Amanalco y en San Francisco Mihualtepec, Donato Guerra.

5.2.2.2 Terrenos para el humedal que trataría las aguas residuales de las granjas trutícolas de la cuenca del Río Amanalco.

Como se ha dicho, el propósito principal de este proyecto es contribuir al saneamiento integral del río Amanalco y de la presa Valle de Bravo. De acuerdo a los diagnósticos realizados, la principal fuente de contaminación de la cuenca, son las descargas domiciliarias de las poblaciones, por lo cual se pretende instalar humedales artificiales en cuatro localidades de Amanalco que se abordaron en el apartado anterior. No obstante, éstas no son las únicas que contaminan la cuenca, existen otras fuentes entre las que destacan las granjas trutícolas.

De acuerdo al Sr. Guadalupe Mondragón, presidente de la *Asociación de Productores Trutícolas de Amanalco A.L.C.R.*, en la actualidad existen 51 granjas trutícolas trabajando en la cuenca del río Amanalco, las cuales vierten al río, sin tratar, los desechos orgánicos de las truchas. Para resolver esta problemática, se planteó instalar un humedal artificial en una granja trutícola, lo cual permitiría visibilizar tanto el problema de contaminación de las truchas, como la alternativa tecnológica que ofrecen los humedales. En un primer momento, se pensó instalarlo en el rancho Feshi, aprovechando que ya se tenía el antecedente del estudio que realizó la UNAM en 2015, donde se habla de la viabilidad técnica del sitio y de la disposición del dueño del rancho a instalar esta tecnología.

El Rancho Feshi, es una granja piscícola ubicada en la localidad de San Lucas, municipio de Amanalco, la cual empezó a trabajar aproximadamente en 1980. Esta granja se especializó en el cultivo de truchas, aunque en algunos momentos probó con otras especies como las carpas. Su propietario es el señor Abraham Arista Pérez, quien se asentó en estos terrenos a finales de los años 70.

Para iniciar los trabajos, en enero de 2018, se realizó una visita al rancho con objeto de verificar la situación en que se encuentra la producción piscícola y confirmar el interés de su propietario en instalar un humedal artificial en sus estanques. Durante la visita se encontró una difícil situación en las instalaciones del Rancho. Por ejemplo, el comedor presenta severos daños en los techos y paredes, lo que ha provocado que se clausure parte de su espacio. (Ver fotos 5.2.7 y 5.2.8). Es notoria la falta de visitantes y clientes que acudan al comedor, lo cual contribuye al deterioro del lugar.



Foto 5.2.2.2.1- Comedor del Rancho Feshi. Foto 5.2.2.2.2- Comedor del Rancho Feshi.

Por otro lado, se constató que actualmente no existen peces en los estanques y que las instalaciones del rancho están deterioradas. En entrevista realizada con el señor Abraham Arista, se comentó que el rancho está pasando por una crisis económica desde hace ocho años, la cual se agudizó el año pasado donde no pudo obtener un préstamo de Banrural que le permitiera comprar peces (truchas) para reactivar la economía de su negocio. (Ver Fotos 5.2.2.2.3, 5.2.2.2.4, 5.2.2.2.5 y 5.2.2.2.6)



Foto 5.2.2.2.3-Estanque sin peces en el Rancho Feshi.

Foto 5.2.2.2.4-Estanque sin peces en el Rancho Feshi.



Foto 5.2.2.2.5-Sitio donde se pretende instalar el humedal artificial.



Foto 5.2.2.2.6-Estanque mayor del Rancho Feshi.

Ante esta situación, el propietario señaló que seguiría buscando recursos económicos (ya sean mediante crédito de Banrural o algún socio) para invertir en su granja piscícola; sin embargo, de no conseguirlo ya no estaría interesado en participar en este proyecto. Posteriormente, luego de algunos meses, se volvió a visitar el rancho y se constató que no existen las condiciones adecuadas para instalar un humedal en estos terrenos, dado que seguía sin operar el servicio de restaurant y se tenía suspendida la actividad de piscifactoría. En la actualidad (noviembre de 2018), el Rancho Feshi se encuentra en proceso de venta.

Por lo anterior, se realizaron investigaciones para encontrar un sitio alternativo y continuar con la iniciativa de instalar un humedal artificial que pueda dar tratamiento al mayor número posible de descargas de las granjas trutícolas de la zona. Con este fin se realizó una entrevista con el presidente de Asociación Trutícola de Amanalco, señor Guadalupe Mondragón; quien señaló que en el municipio existen 45 productores asociados en la organización que él preside y seis ranchos más no organizados. Luego de la entrevista, se realizó una visita a las instalaciones del rancho del Sr. Guadalupe Mondragón, encontrando que cuenta con alrededor de siete estanques, de dimensiones menores a las que tenía el rancho Feshi.



Foto 5.2.2.2.7-Instalaciones del rancho del Sr. Guadalupe Mondragón.

Cabe destacar que el Sr. Mondragón mostró interés en el proyecto y ofreció su ayuda para conocer las granjas trutícolas instaladas en Amanalco, por lo que se acordó realizar recorridos en la parte alta de la cuenca del Río Amanalco y visitar los ranchos de los productores más grandes. El objetivo fue verificar las instalaciones y determinar cuál(es) de las granjas presentan las mejores condiciones técnicas para reemplazar al Rancho Feshi e instalar el humedal artificial. Se trató de ubicar una granja donde confluyan el mayor número de descargas de las granjas trutícolas.



Foto 5.2.2.2.8-Granja Trutícola en la cuenca alta del río Amanalco.



Foto 5.2.2.2.9-Granja Trutícola en la cuenca alta del río Amanalco.



Foto 5.2.2.2.10-Granja Trutícola en la cuenca alta del río Amanalco.

Se realizaron varios recorridos en la cuenca alta del río Amanalco, en ellos se visitaron varios ranchos trutícolas y se platicó con sus propietarios. En total se visitaron los siguientes seis ranchos: 1) Corral de Piedra Ejido San Bartolo, 2) Dos Potrillos, 3) Arroyos, 4) Corral de Piedra Ejido Amanalco, 5) Los Encinos y 6) Rancho de Guadalupe Mondragón. En cada sitio se verificaron las instalaciones y condiciones de producción, además de sondearse la disposición de sus propietarios a participar en el proyecto. Cabe señalar que todos los ranchos visitados tienen las condiciones para albergar uno o varios humedales de tratamiento, en función de las necesidades específicas (técnicas,) de cada sitio.

En la figura 5.2.2.2.1 se ubican algunas de las trutícolas de la Cuenca de Amanalco y en la foto 5.2.2.2.11 una imagen panorámica de la granja trutícola Los Encinos. Granja seleccionada para instalar un humedal artificial.



Figura 5.2.2.2.1- Trutícolas en la cuenca de Amanalco. Fuente: Google Earth, 2017.



Foto 5.2.2.2.11-Granja Trutícola Los Encinos.

Luego estas visitas y de las entrevistas realizadas a sus propietarios, se decidió optar por la granja trutícola “Los Encinos” propiedad del señor Israel González Rojas. La razón de esta elección es la ubicación de la granja, está aguas abajo de alrededor de 10 granjas trutícolas, lo cual posibilita darle tratamiento a una cantidad importante de descargas trutícolas.

Por otro lado, el propietario de la granja cuenta con instalaciones donde ha introducido humedales “rústicos”; es decir, espacios donde ha plantado especies vegetales con el propósito de darle un saneamiento mínimo a las aguas residuales de su granja. Cabe señalar que este señor tuvo la experiencia de asistir a un curso sobre humedales en la república de Chile, hace más de 10 años; aunque reconoce que se necesita mejorar su humedal con conocimientos especializados.

Por último, señalar que este rancho cuenta con 80,000 m², la tenencia de la tierra es ejidal, pero el Sr. Israel González cuenta con un certificado parcelario.

Algunas imágenes de la granja Los Encinos:



Foto 5.2.2.2.12 a la Foto 5.2.2.2.15-Instalaciones de la Granja Los Encinos en la cuenca alta del río Amanalco.

Con objeto de dejar constancia de su interés en participar en el proyecto, se realizó una reunión en el domicilio del Sr. Israel González el 05 de diciembre de 2017, en la cual se firmó una minuta donde manifiesta su interés de adecuar un humedal de tratamiento en su granja. A continuación se muestra la minuta:

CONAGUA
COMISIÓN NACIONAL DEL AGUA

IMTA
INSTITUTO MEXICANO
DE TECNOLOGÍA
DEL AGUA

Minuta de la reunión sobre el proyecto: "Estudio de la factibilidad ambiental, desarrollo sustentable, urbano, social y legal para el desarrollo de estrategias participativas y de mediación social para la construcción de sistemas de humedales artificiales (SHA) para el saneamiento del aporte del Río Amanalco a la Presa Valle de Bravo", realizada en la localidad de Amanalco, Estado de México, el día 05 de Diciembre de 2017

Participantes:

	Nombre	Localidad o Institución
1	ROBERTO ROMERO PEREZ	IMTA
2	GEMMA MILLÓN MALO	IMTA
3	ISRAEL GONZÁLEZ ROJAS	PROPIETARIO RANCHO LOS ENCINOS
4		
5		
6		

Temas abordados:

- El personal del IMTA informó al(los) poblador(es) sobre los siguientes temas del proyecto desarrollado por la OCAVM y el IMTA, con objeto de contribuir al saneamiento de las aguas residuales de la cuenca Valle de Bravo Amanalco:
 - Objetivos y alcances del proyecto
 - La alternativa tecnológica para sanear las aguas residuales de las localidades de la cuenca: los humedales artificiales.
 - La participación y cooperación comunitaria como estrategia de consolidación de los humedales artificiales.
 - La necesidad de identificar terrenos técnica, social y legalmente aptos para instalar humedales artificiales.
 - La identificación del (los) propietario(s) y verificar su disponibilidad a participar en el desarrollo del proyecto; manifestando la intención de vender, rentar o prestar el terreno identificado como apto, por un tiempo mínimo (alrededor de 20 años) para instalar un humedal.
- Como producto la reunión, se establecen los siguientes **acuerdos** entre el personal del IMTA y el(los) propietario(s) de los terrenos identificados como aptos para instalar humedales.
 - El señor ISRAEL GONZÁLEZ ROJAS, manifiesta que está informado de los objetivos y alcances del proyecto.
 - El señor ISRAEL GONZÁLEZ ROJAS, manifiesta que es propietario de un terreno con las siguientes características:
 - Ubicación: PARAJES LLANO DE TIZAPA, EJIDO COLON DE PIEDRA, AMANALCO
 - Superficie: 80,000 m²,
 - Tenencia de la tierra: EJIDO CON TITULO PARCELARIO

1

CONAGUA
COMISIÓN NACIONAL DEL AGUA

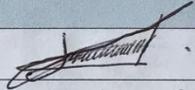
IMTA
INSTITUTO MEXICANO
DE TECNOLOGÍA
DEL AGUA

c. El señor ISRAEL GONZÁLEZ ROJAS manifiesta su interés de rentar o vender su terreno para la eventual instalación de un humedal artificial.

OTROS ACUERDOS:

EN ESTE CASO NO SE PRETENDIÓ COMPRAR NI RENTAR
TERRENO ALGUNO, SOLO SE PRETENDIÓ INSTALAR UN
HUMEDAL ARTIFICIAL EN LA GRANJA TRUCHICOLA.

FIRMAS

	Nombre	Firma
1	ISRAEL GONZÁLEZ ROJAS	
2	ROBERTO ROMERO PÉREZ	ROMERO PÉREZ ROBERTO
3	GEMMA MILLÁN MALO	
4		
5		
6		

Lugar: AMANALCO, ESTADO DE MEXICO

Fecha: 05 DE DICIEMBRE DE 2017

Figuras 5.2.2.2.2a y 5.2.2.2.2b.- Minuta firmada por el Sr. Israel González Rojas donde manifiesta su interés en instalar un humedal artificial en su granja truchícola.

5.2.2.3 Terrenos para el humedal que complementaría el tratamiento de las aguas residuales del Rastro El Salitre de Valle de Bravo.

En relación al humedal que se pretende instalar para complementar el tratamiento del agua residual del rastro El Salitre, para fines del cumplimiento de la NOM-001-SEMARNAT-1996, se realizaron diversos recorridos por la zona en los cuales se visitaron algunos predios agrícolas que pueden alojar un humedal y se platicó con algunos de los propietarios. Como resultado de estos recorridos, se ubicó como terrenos técnicamente aptos para la instalación del humedal, los predios agrícolas que se encuentran frente a la planta de tratamiento del rastro, del otro lado del río Amanalco. Cabe señalar que estos terrenos fueron señalados en un estudio realizado anteriormente por la Facultad de Química de la UNAM, en esta ocasión se iniciaron los trabajos para identificar el número de predios que componen esos terrenos y contactar a sus propietarios.

Por otro lado, en este trabajo de investigación, se constató que esos terrenos no son del municipio de Valle de Bravo, que es donde pertenece el Rastro El Salitre, sino al ejido San Francisco Mihualtepec, de la localidad del mismo nombre y del municipio de Donato Guerra. El río Amanalco es la línea divisoria entre ambos municipios.



Foto 5.2.2.3.1- Aspecto de los terrenos identificados como susceptibles para instalar el humedal artificial frente al rastro El Salitre.

Con objeto de identificar el número de predios que componen este terreno, así como sus linderos y sus propietarios, se realizaron consultas a algunos agricultores que trabajan en los terrenos y se visitó el poblado de San Francisco Mihualtepec, donde se entrevistó al delegado municipal, Sr. Emilio Peña. Con la información brindada por estas personas se determinó el número de parcelas que se encuentran en el terreno detectado como susceptible para instalar el humedal artificial y se obtuvo el nombre de sus propietarios. A continuación se muestran algunas imágenes obtenidas del programa *Google Maps*, las cuales fueron editadas para señalar la ubicación del terreno y la división parcelaria.



Figura 5.2.2.3.1- Panorama de los terrenos del ejido San Francisco Mihualtepec, ubicados frente al Rastro El Salitre.



Figura 5.2.2.3.2- División de las parcelas susceptibles de instalación de humedales artificiales.

Con información tanto del delegado municipal (Sr. Emilio Peña), como del Presidente (Justino Macedonio García) y el Tesorero (Melitón García González) del Comisario Ejidal. (Del Comisariado Ejidal, Sr. Justino Macedonio García, se obtuvo el listado de propietarios de los ochos terrenos señalados en la imagen anterior:

- T 1. Arnulfo Pedraza Díaz
- T 2. Dolores Peña Carvajal
- T 3 Parcela de la escuela primaria
- T 4. Guadalupe Quintana
- T 5. Sra. Regina Clímaco
- T 6. Felipe Díaz Macedonio
- T 7. Pascual López
- T 8. Pedro Carranza

Con esta información se procedió a convocar una reunión con las autoridades ejidales de San Francisco Mihualtepec y con los propietarios de los terrenos. En la reunión se aprovecharía la ocasión para verificar su disposición a negociar la venta o renta de sus terrenos y a participar en el proyecto.

A la reunión, efectuada el 7 de diciembre de 2017, acudieron los ocho propietarios y las autoridades del comisariado ejidal de San Francisco. En esta asamblea, personal del IMTA explicó a los asistentes los objetivos y alcances del proyecto que se está ejecutando en colaboración con el OCAVM, se les explicó que se tiene la misión de instalar un sistema de humedales artificiales que contribuyan a sanear el agua del río Amanalco y de la presa Valle de Bravo. Además de exponerles la problemática existente ante la falta de saneamiento de las aguas residuales de la cuenca, especialmente del problema que está ocurriendo con el agua residual del rastro El Salitre y la necesidad de instalar un humedal artificial que complemente el tratamiento que actualmente le da la planta de tratamiento que tiene instalado el rastro.

Se les comentó a los asistentes que, dada la ubicación de sus parcelas, es factible técnicamente conducir el agua residual del rastro, por medio de la gravedad a uno de los terrenos que quieran vender o rentar (al menos por veinte años) para construir un humedal artificial.

La respuesta de los agricultores fue positiva, de tal manera que decidieron firmar una minuta donde se señala su conocimiento del proyecto e interés en vender o rentar uno de los terrenos.

A continuación se anexa la minuta firmada luego de la reunión informativa:

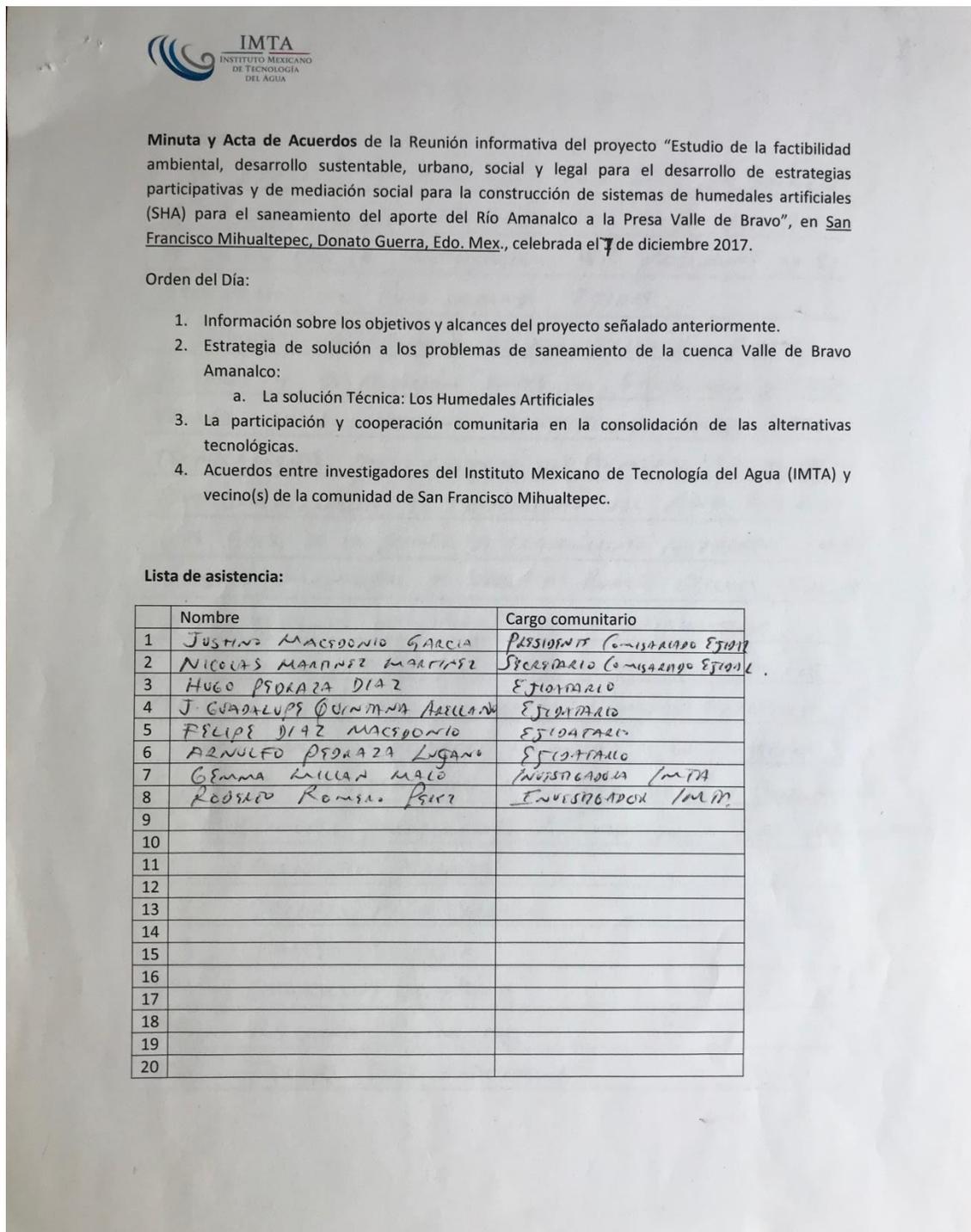


Figura 5.2.2.3.3- Minuta firmada por los propietarios de las parcelas agrícolas ubicadas frente al rastro El Salitre. Hoja 1 de 4.

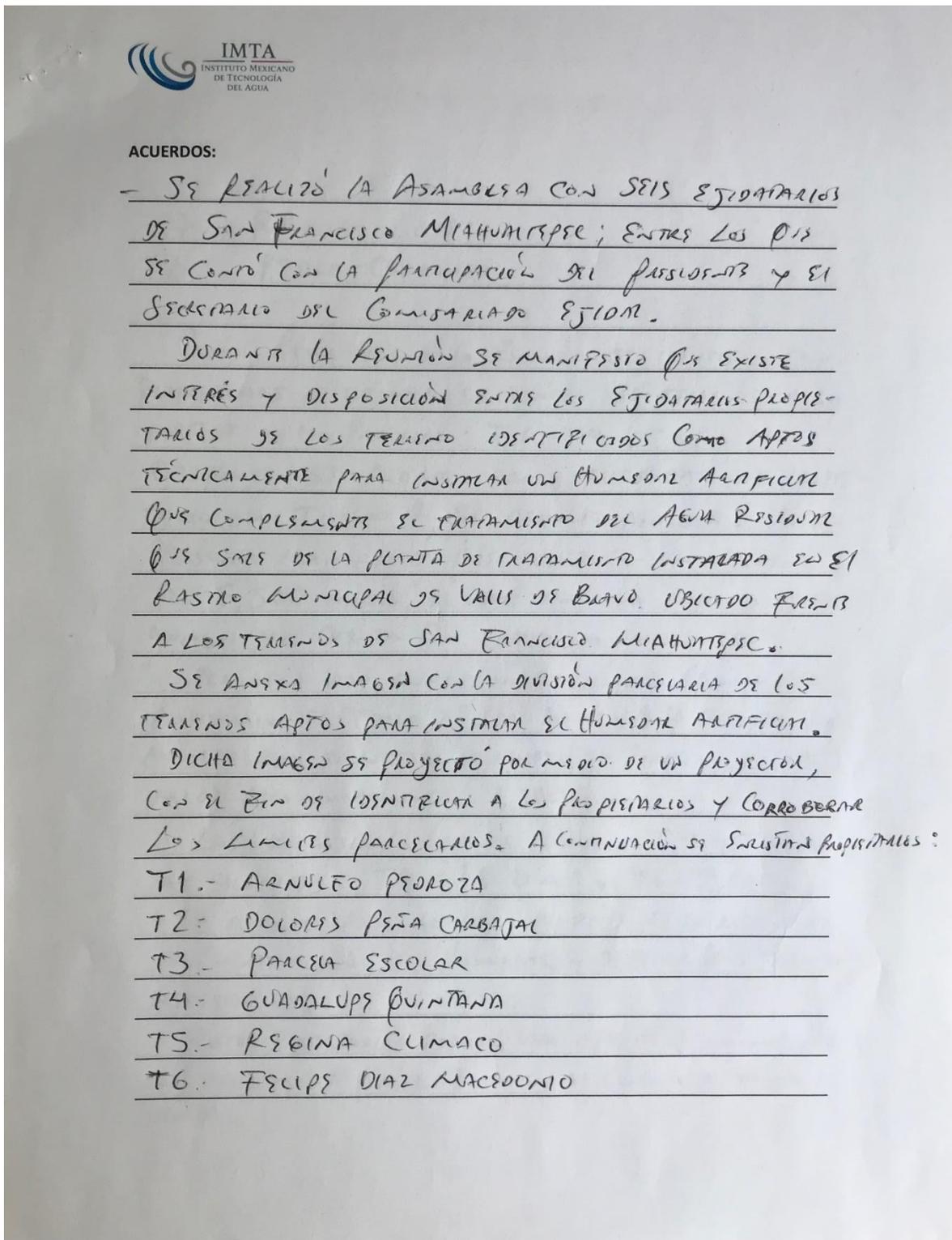


Figura 5.2.2.3.4- Minuta firmada por los propietarios de las parcelas agrícolas ubicadas frente al rastro El Salitre. Hoja 2 de 4.

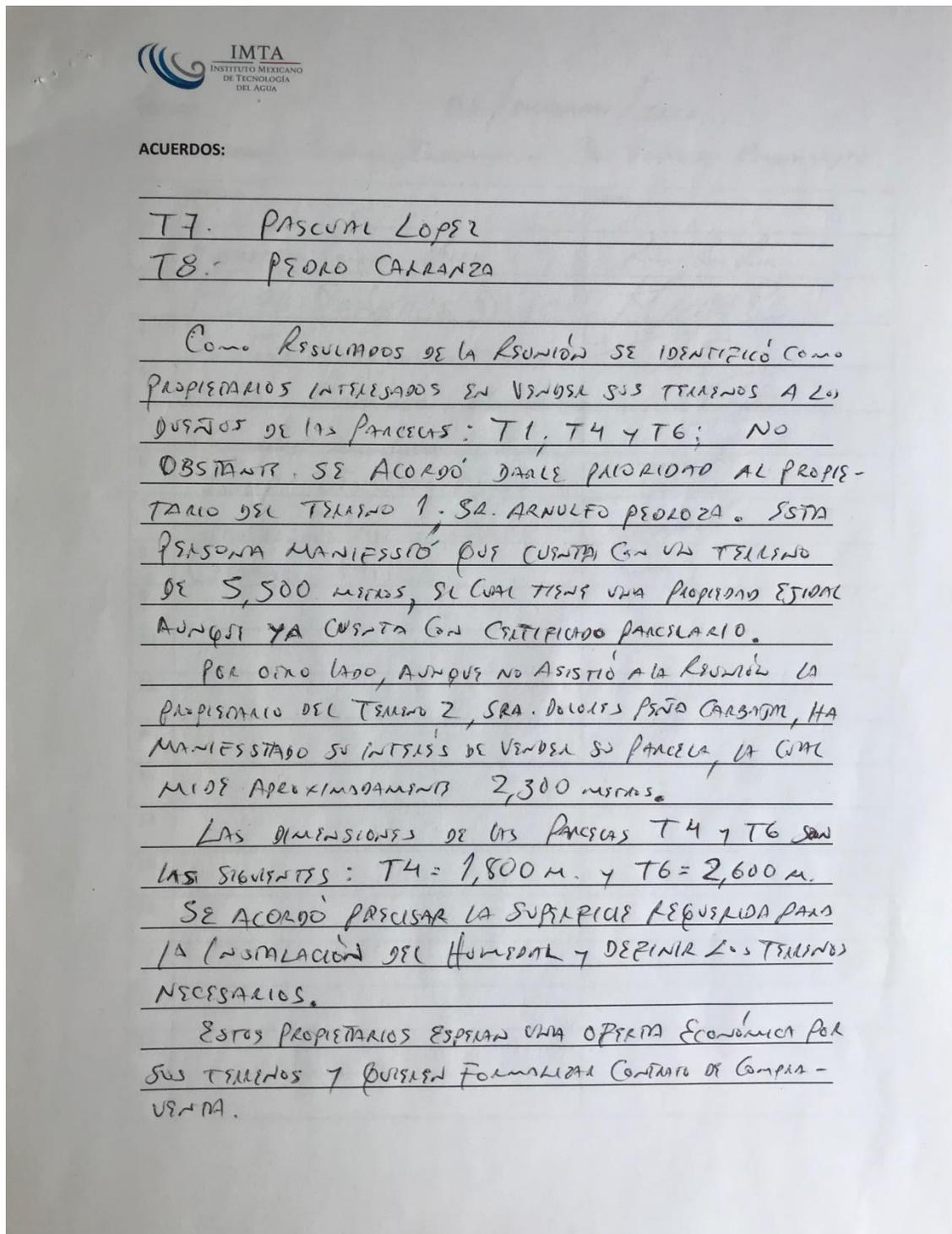


Figura 5.2.2.3.5- Minuta firmada por los propietarios de las parcelas agrícolas ubicadas frente al rastro El Salitre. Hoja 3 de 4.

07 / DICIEMBRE / 2017.

FIRMAS

Lista de asistencia: REUNION INFORMATIVA SAN FRANCISCO MICHAULTPEC.

	Nombre	Firma
1	ROBERTO ROMERO PEREZ	Roberto Romero Perez
2	HUGO PEDRACA DIAZ	Hugo P
3	Justino Macedonio Garcia	Justino
4	Nicolas Martinez Macedonio	Nicolas
5	J Guadalupe Quintana Guillero	J Guadalupe
6	Felipe Diaz Macedonio	Felipe
7	Arnulfo Pedraca Lgano	Arnulfo
8	Gemma Millan	Gemma
9		
10		
11		
12		
13		
14		
15		
16		
17		
18		
19		
20		

Figura 5.2.2.3.6- Minuta firmada por los propietarios de las parcelas agrícolas ubicadas frente al rastro El Salitre. Hoja 4 de 4.

A partir de los acuerdos de la asamblea, donde se manifestó el interés de vender por parte de la mayoría de los propietarios, se determinó que el predio que tiene las mejores condiciones para instalar un humedal artificial, es la parcela T1 del Sr. Arnulfo Pedraza Díaz. Este predio cuenta con una superficie de 5,160 m², suficiente para tratar el agua residual que se genera en el rastro El Salitre. Por otro lado, el terreno está a un nivel altitudinal menor al que tiene el tanque de almacenamiento de la PTAR del rastro: el tanque está a 1,920 msnm y la parcela a 1,916 msnm; con lo cual es posible la conducción del agua residual por gravedad del rastro a la parcela. En cuanto a la tenencia de la tierra, esta es una parcela ejidal con Certificado Parcelario, lo que le da certeza jurídica al terreno. Su dueño está dispuesto a vender, en una entrevista mencionó que estaría dispuesto a negociar la venta de la parcela a una cantidad entre \$1,000 y \$700 pesos el m².

Algunas imágenes de las parcelas donde se podría instalar un humedal artificial que complemente el tratamiento de las aguas residuales del rastro El Salitre:



Foto 5.2.2.3.2- Terrenos potenciales para la instalación de un humedal que complemente el tratamiento de las aguas residuales del rastro El Salitre.



Foto 5.2.2.3.3- Terreno del Sr. Arnulfo Pedraza Díaz, candidato para la instalación de un humedal que complemente el tratamiento de las aguas residuales del rastro El Salitre.

El caso de la planta de tratamiento de la localidad de San Francisco Mihualtepec, Donato Guerra.

Durante la realización del recorrido de reconocimiento de terrenos aptos para instalar un humedal frente al Rastro El Salitre, se detectó una importante fuente de contaminación del río Amanalco, la cual proviene de las aguas residuales que se generan en el poblado San Francisco Mihualtepec, Donato Guerra. Esta fuente de contaminación no fue reportada por el estudio del 2015 realizado por la Facultad de Química de la UNAM.

Para dimensionar la cantidad de agua residual que sale de San Francisco Mihualtepec y llega al río Amanalco sin el debido tratamiento, se ofrecen algunos datos sociodemográficos elementales.

San Francisco Mihualtepec es la quinta localidad más grande del municipio Donato Guerra. Según el Censo de Población de 2010, en la localidad habita una población de 2,354 personas, de las cuales 1,164 son hombres y 1,190 mujeres. Esta localidad está considerada

de Alta Marginación, pues persiste un rezago social importante; en los servicios que tienen que ver directamente con el acceso al agua y saneamiento, todavía existen viviendas sin agua dentro de sus predios, sin drenaje conectado a la red y sin excusado. La siguiente tabla indica la cobertura de estos servicios:

Tabla 5.2.2.3.1- Viviendas habitadas y cobertura de los servicios de agua y drenaje en San Francisco Mihualtepec.

Total de Viviendas Habitadas	Viviendas CON agua	Viviendas SIN agua.	Viviendas CON excusado	Viviendas SIN excusado	Viviendas CON drenaje	Viviendas SIN drenaje
478	424	53	391	87	377	51
100%	88.7%	11.1%	81.8%	18.2%	78.9%	10.7%

Fuente: INEGI. Censo de Población y Vivienda 2010.

Sobre el tema del saneamiento de las aguas residuales de San Francisco, el delegado municipal, señaló en una entrevista, que en el año 2010 (aproximadamente), se instaló una planta de tratamiento en terrenos ejidales cercanos al río Amanalco, la cual no está operando adecuadamente. Señaló que desde hace algunos años (no pudo precisar cuántos), la planta no está funcionando, debido a que las aguas negras se derraman e inundan los terrenos agrícolas circundantes. Este fenómeno provoca malestar y preocupación entre los pobladores de San Francisco, pues es fuente de malos olores, contamina las tierras vecinas y puede provocar enfermedades a los campesinos que trabajan alrededor.

En una visita realizada a la planta de tratamiento de San Francisco, se verificó que está operando de manera deficiente. El agua residual sale sin completar el ciclo de tratamiento, pues se derrama y se dirige al río Amanalco.

La planta de tratamiento que instalaron en San Francisco está conformada por cuatro biodigestores empacados en serie. Para visualizar el funcionamiento de la PTAR, se elaboró el siguiente diagrama:

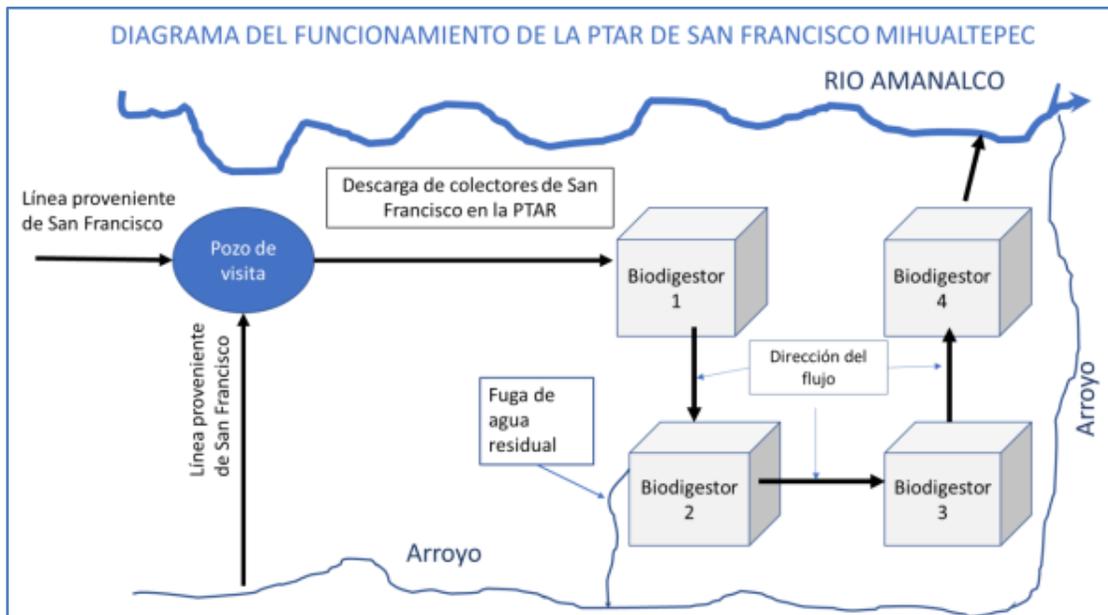


Figura 5.2.2.3.7- Diagrama del funcionamiento de la planta de tratamiento de San Francisco Mihualtepec, Donato Guerra.

Con objeto de ilustrar gráficamente el estado de la planta de tratamiento se muestran algunas imágenes que ilustran su funcionamiento.



Foto 5.2.2.3.4- Fotografía del colector de alcantarillado de San Francisco Mihualtepec antes de llegar a la planta de tratamiento.



Foto 5.2.2.3.5- Primero de cuatro módulos de la planta de tratamiento de San Francisco. Punto de llegada del colector central.



Foto 5.2.2.3.6- Segundo módulo de la PTAR. Punto donde se derrama prácticamente el 100% del agua residual sin completar el ciclo de tratamiento y se canaliza al río Amanalco.



Foto 5.2.2.3.7- Cuarto y último módulo de la planta de tratamiento. A este módulo sólo llegan algunas gotas de agua.



Foto 5.2.2.3.8- Interior del último módulo de la PTAR de San Francisco.

Por último, se integran a este informe dos figuras donde se observa la ubicación de la planta de tratamiento de San Francisco Mihualtepec, así como los terrenos que podrían emplearse para la instalación de un humedal artificial que complemente o reemplace la inoperante tecnología de tratamiento existente.

Dada la relevancia en cuanto al tamaño de la población de San Francisco, la cantidad de agua residual que se genera y se descarga sin el debido tratamiento al río Amanalco, resulta prioritario definir y desarrollar medidas para sanear estas aguas negras. La alternativa tecnológica que ofrecen los humedales artificiales es una opción viable en esta zona, ya que existen condiciones técnicas idóneas: a) está instalado y funcionando el colector de drenaje que canaliza las aguas residuales de San Francisco a la antigua planta de tratamiento; b) hay terrenos susceptibles de aprovechamiento y c) existe el interés del delegado municipal y de las autoridades ejidales, para colaborar y apoyar un proyecto que resuelva el problema de las aguas negras.

En este sentido, está la petición del delegado Emilio Peña, quién manifestó el interés de resolver el problema con la planta de tratamiento, puesto que es un foco de contaminación para el río Amanalco, un peligro para la salud de los habitantes del ejido y un riesgo para los agricultores que emplean esta agua en sus parcelas. Por otro lado, manifiesta que habría disposición de los ejidatarios en colaborar en la instalación de un humedal artificial en la zona. En la imagen anterior se observan dos terrenos que son colindantes a la planta de tratamiento y que podrían ser negociados con los ejidatarios para instalar un humedal.



Figura 5.2.2.3.8- Ubicación de la planta de tratamiento de San Francisco Mihualtepec.



Figura 5.2.2.3.9- Terrenos aptos para la instalación de un humedal artificial para tratar agua residual de la localidad de San Francisco Mihualtepec.

5.2.2.4 Terrenos alternos en el municipio Amanalco de Becerra.

En el primer apartado de este capítulo, se expusieron los resultados alcanzados en la búsqueda de terrenos aptos para instalar un sistema de humedales artificiales en el municipio de Amanalco de Becerra. En esa primera etapa, se lograron ubicar tres predios agrícolas que fueron seleccionados para atender las necesidades de saneamiento de las localidades de San Miguel Tenextepec, San Mateo y la cabecera municipal de Amanalco.

Quedó pendiente la ubicación de un predio con las condiciones adecuadas para sanear las aguas residuales de San Juan; no se logró la selección de un predio, debido al problema de inundación que presenta esta zona, además del minifundismo de las parcelas agrícolas y su falta de certificación parcelaria.

Por otro lado, se explicó que el terreno originalmente seleccionado para San Miguel Tenextepec se le asignó a San Mateo, dada la insuficiente e incompleta infraestructura de drenaje de San Miguel. Esta circunstancia obligó a ubicar otras alternativas para la localidad. Más adelante se mostrarán dos terrenos que se identificaron como alternativas viables para instalar un humedal, que atienda las necesidades de saneamiento de esta localidad; lo cual será viable, siempre y cuando se concluya la instalación de la red de drenaje de este poblado.

A solicitud de algunos pobladores, se realizaron algunos recorridos en la localidad de San Lucas, Amanalco, en los cuales se pudo constatar que esta localidad no cuenta con red de drenaje, por lo cual no trata sus aguas residuales; la mayoría de las viviendas cuentan con fosas sépticas. Los pobladores entrevistados externaron su preocupación por la contaminación que provocan las fosas a los numerosos manantiales que abastecen de agua a la comunidad de San Lucas. Ante la problemática sanitaria y ambiental, resulta necesario implementar un programa de saneamiento integral; que considere la instalación de una red de drenaje descentralizado, que permita instalar uno o más humedales para sanear, por zonas, las viviendas de esta localidad.

Finalmente, ante los problemas suscitados durante la construcción del humedal artificial demostrativo en la localidad de San Sebastián el Chico, que ocasionaron la suspensión de la obra, se realizaron labores de identificación de un predio alternativo, el cual se ubicó en las instalaciones del Hospital Rural del IMSS en Amanalco. Más adelante se describirán los trabajos realizados para la localización y adopción de este nuevo predio, sitio donde se llevan a cabo los trabajos de construcción del humedal artificial demostrativo en Amanalco.

A continuación, se presentarán los resultados obtenidos en la segunda etapa de exploración y localización de terrenos con las condiciones necesarias para instalar humedales artificiales en las localidades de Amanalco de Becerra. El orden en que se expondrán los resultados, será el siguiente: a) primero se mostrarán los predios identificados para solucionar el problema de la falta de saneamiento de San Juan, y que, eventualmente, puede incluir las aguas residuales de la cabecera municipal Amanalco; b) posteriormente, se expondrán los terrenos que se eligieron como alternativa para San Miguel Tenextepac; c) en tercer lugar, se exhibirá el predio identificado para atender la problemática de San Lucas y; d) por último, se presentará el predio seleccionado para instalar el humedal artificial demostrativo, ubicado en el hospital rural del IMSS en Amanalco, con ello se logró reemplazar el sitio elegido originalmente para la obra en San Sebastián el Chico, cancelado por inconformidad de algunos pobladores encabezados por líderes priístas opositores al gobierno municipal en turno.

5.2.2.4.1 Terrenos agrícolas para la localidad de San Juan (y cabecera municipal de Amanalco).

Como se comentó al final del primer apartado del capítulo, ante la falta de un terreno con las características adecuadas para instalar un humedal artificial que trate las aguas residuales de San Juan y, eventualmente, las de la cabecera municipal de Amanalco; se decidió explorar terrenos alejados de la zona conocida como “*La Laguna*”; buscando predios que no inundables y que puedan recibir por gravedad las aguas residuales de ambas localidades.

En *La Laguna* están ubicadas las parcelas agrícolas de las comunidades de San Miguel Tenextepac, San Juan y Amanalco. Durante los recorridos de la primera fase, se visitaron varias de estas parcelas y se constató que la mayoría, sobre todo las que están al centro, junto a la ribera del río Amanalco, se inundan en la época de lluvia. En la ilustración que sigue se puede visualizar la zona inundable.

Cabe señalar que los predios que podrían ser ocupados para instalar un humedal destinado a las aguas residuales de San Juan (dada la ubicación de su drenaje), son los que están ubicados alrededor de la planta de tratamiento de aguas residuales (PTAR) de San Juan (señalada con líneas rosas en la ilustración). Esta zona se encuentra en la parte más baja de La Laguna y, por tanto, es la que presenta mayores probabilidades de inundación durante la época de lluvias.

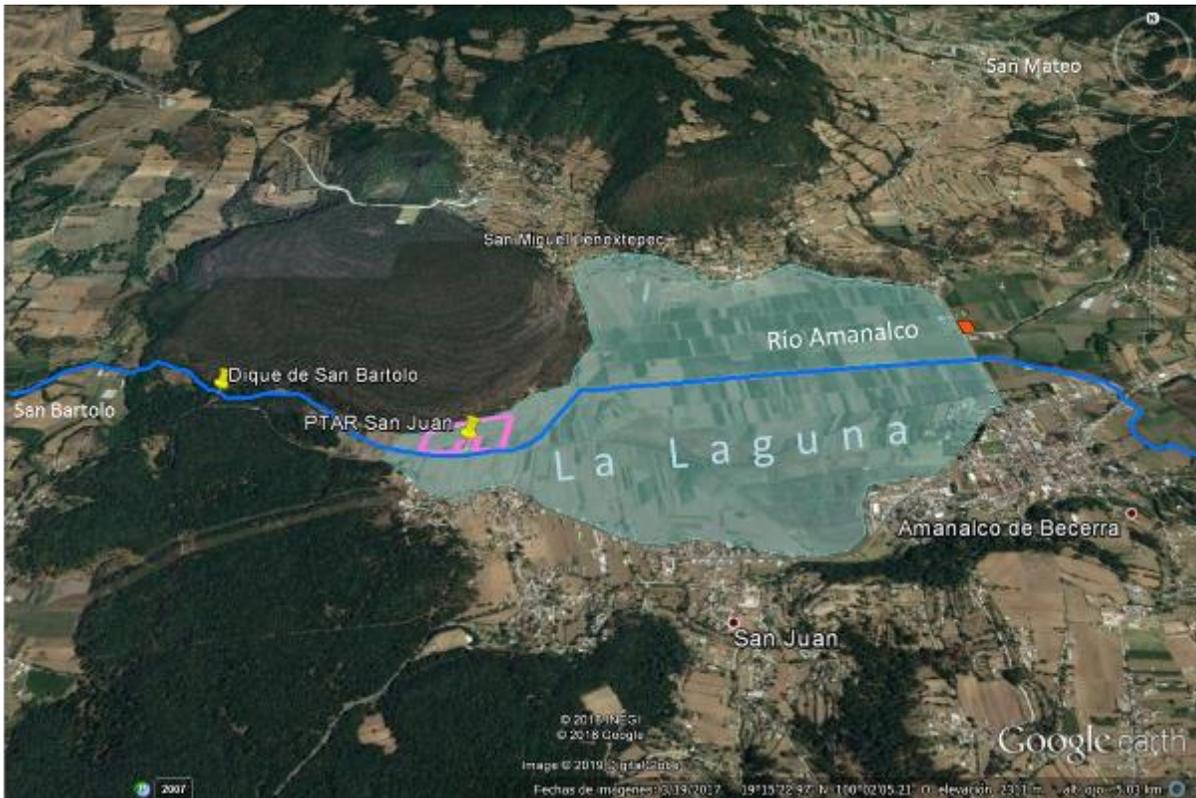


Figura 5.2.2.4.1.1- Zona inundable conocida como “La Laguna”, rodeada por las localidades del municipio Amanalco de Becerra.

Ante esta circunstancia se decidió recorrer los terrenos agrícolas del poblado San Bartolo, los cuales se encuentran aguas abajo del río Amanalco, más allá del llamado “dique de San Bartolo” (ver Figura anterior). Es importante mencionar que este “dique” fue instalado por los agricultores de San Bartolo para regular el caudal del río Amanalco y derivar el agua a dos canales de riego que parten de este punto a sus parcelas agrícolas. Sin embargo, para los pobladores de San Juan y Amanalco, este obstáculo en el río es el causante de las inundaciones que se presentan en “La Laguna”, debido a que no permite el libre flujo del río, provocando que el agua, combinada con las aguas residuales de ambos poblados, se detenga y regrese a las parcelas de La Laguna.

Como resultado de la pesquisa, se identificaron tres predios agrícolas que cuentan con características adecuadas para la instalación de un humedal artificial. A continuación, se describen estas tres alternativas.

5.2.2.4.2 Parcela de los hermanos Cipriano (San Bartolo).

La primera alternativa que se encontró fue un predio ubicado en terrenos del ejido de San Bartolo, pero que pertenece a habitantes de San Juan. En una visita al predio se contactó y entrevistó a la Sra. Cupertina, quien señaló que este terreno es una herencia de su esposo a sus tres hijos, por lo que recomendó buscar al mayor de ellos: el Sr. Hilario Cipriano, quien funge como su representante. Posteriormente se realizó la búsqueda de estas personas, lográndose identificar su domicilio en San Juan. Se realizaron dos visitas a ese domicilio, pero en ninguna de ellas se encontró a los hermanos Cipriano, por lo que se les dejó números telefónicos de contacto, los cuales nunca fueron contactados. Esta ausencia de respuesta fue considerada como falta de interés, lo cual fue corroborado por un familiar quien comentó que los hermanos Cipriano no tienen interés en vender o rentar el predio, además de que tienen el problema legal de que el predio está intestado.

Es importante señalar que este terreno es atractivo técnicamente, pues está en una zona donde no existen riesgos de inundación y donde es factible conducir por gravedad las aguas residuales de San Juan y la cabecera municipal de Amanalco. Sin embargo, hay que aclarar que para llevar el agua residual hasta este punto, se requeriría ampliar la red de drenaje municipal que concluye en la PTAR de San Juan.

A fin de determinar la distancia entre el predio y la PTAR de San Juan, se realizaron algunas mediciones con GPS, resultando una distancia estimada entre estos dos puntos de 1,214 metros. Por otro lado, se realizó una medición de la superficie del terreno y se encontró que tiene una superficie aproximada de 4,125 m², de los cuales es aprovechable para la instalación del humedal 3,500 m². Área que permitiría tratar el agua residual de 875 personas de San Juan y/o Amanalco.

La ubicación de este predio está alejada de cualquier centro de población y vivienda, situación que disminuye la posibilidad de oposición o resistencia social. Aunque, se requiere realizar trabajos de concertación con la Asociación de Regantes de San Bartolo, pues la vía más factible para instalar la red de drenaje adicional, sería paralela al río hasta el “dique de San Bartolo” y posteriormente, llevar el tubo paralelo al canal de riego que corre del lado derecho del río Amanalco.

A continuación, se muestran algunas fotografías de este predio.



Foto 5.2.2.4.2.1- Terreno agrícola de los hermanos Cipriano.



Foto 5.2.2.4.2.2- Terreno agrícola de los hermanos Cipriano.

5.2.2.4.3 Parcela La Joya (San Bartolo).

Continuando con la búsqueda de un terreno con las características técnicas, sociales y jurídicas necesarias para instalar un humedal artificial que trate las aguas residuales de San Juan y Amanalco, se exploraron nuevos predios agrícolas ubicados en el margen derecho del canal de riego; cabe señalar que estos terrenos pertenecen al núcleo ejidal de la localidad de San Bartolo.

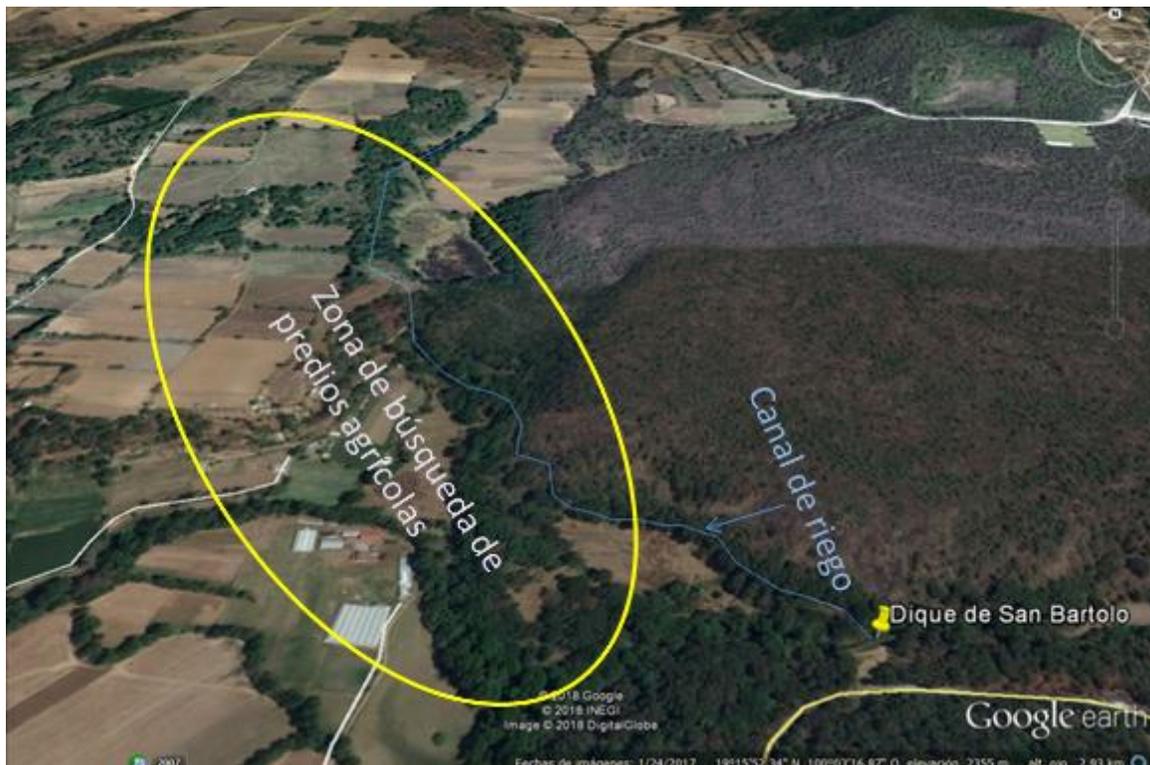


Figura 5.2.2.4.3.1- Zona de búsqueda de predios agrícolas aptos para instalar humedales en San Bartolo.

La razón de elegir esta zona fue que se encuentra al margen del río Amanalco, aguas abajo de la PTAR de San Juan y la zona inundable conocida como “La Laguna. Consideramos que, por su posición geográfica, es posible conducir por gravedad el agua residual desde la PTAR hasta estas parcelas; siempre y cuando se realice la ampliación correspondiente a la red de drenaje municipal de Amanalco, la cual, como se ha dicho, llega hasta la PTAR.

Luego de realizar recorridos por la zona, visitar algunos predios agrícolas e indagar sobre sus propietarios, encontramos varios terrenos con características necesarias para alojar un humedal. Hubo dos en particular que llamaron la atención por sus características

topográficas, su extensión y ubicación. Se trata de dos predios del M.V.Z. Eleucadio Vera (popularmente llamado Dr. Palín); el primero es popularmente conocido como “La Joya”, aunque su nombre completo es “La Joya del Conejo”. Es un polígono con una superficie de 23,876.36 m², ubicado en una zona alejada del pueblo y que tiene una topografía plana.



Foto 5.2.2.4.3.1- Predio agrícola conocido como “La joya”.



Foto 5.2.2.4.3.2- y 5.2.2.4.3.3- Predio agrícola conocido como “La joya”.

El predio La Joya se encuentra a una distancia de aproximadamente 2,051 metros de la PTAR de San Juan. Esta distancia se obtiene partiendo de la PTAR, siguiendo el cauce del río Amanalco hasta el dique construido por la unidad de riego de San Bartolo, en ese punto se sigue por el canal de riego del margen derecho del río Amanalco hasta la parcela. En la siguiente figura se puede observar la ruta descrita.



Figura 5.2.2.4.3.2- Distancia entre la PTAR de San Juan y el predio agrícola "La Joya".

Es importante señalar que, según los registros tomados con GPS en campo, el predio La Joya está ubicado a una altura similar a la que tiene la PTAR de San Juan; ambos sitios tienen una altura de 2,300 msnm. Por lo anterior, se requiere un estudio topográfico más detallado para corroborar la viabilidad de conducir por gravedad el agua residual de las localidades de San Juan y Amanalco al predio La Joya.

5.2.2.4.4 Parcela agrícola El Álamo

El segundo predio identificado en esta zona de San Bartolo es conocido como "Álamo", es propiedad privada y actualmente está sin trabajar. El tamaño del predio "Álamo" es de 12,975.9 m², está ubicado fuera del poblado de San Bartolo a la ribera del río Amanalco. La topografía del terreno es escarpada, según datos arrojados por el GPS empleado en campo, el punto más alto del terreno está alrededor de los 2280 msnm y su punto más bajo a 2255 msnm.



Fotos 5.2.2.4.4.1 a la 5.2.2.4.4.4 - Imágenes del predio agrícola conocido como “Álamo”.

Este terreno se encuentra a una distancia de la planta de tratamiento de San Juan de 1,634 metros. Se obtuvo esa distancia partiendo del sitio donde llega la red de drenaje de Amanalco (la PTAR), siguiendo el cauce del río Amanalco hasta el llamado “dique de San Bartolo”, lugar donde parten dos canales de riego de la asociación de regantes de San Bartolo, se tomó el del lado derecho del río hasta llegar al predio Álamo. En la siguiente figura se puede observar la ruta descrita.



Figura 5.2.2.4.4.1- Distancia entre la PTAR de San Juan y el predio agrícola “Álamo”.

Cabe señalar que, a diferencia del predio La Joya, el Álamo está ubicado en una zona baja, donde sí se puede conducir por gravedad el agua residual de la localidad de San Juan. Recordar que la PTAR de San Juan está a 2,300 msnm y el punto más alto de este predio está a 2,280 msnm. No obstante, el Álamo, es tiene una topografía irregular que implicaría realizar trabajos de nivelación del terreno.

5.2.2.4.5 El caso de San Miguel Tenex-tepec.

En relación a la localidad de San Miguel Tenex-tepec, como se señaló anteriormente, durante los trabajos realizados durante la primera etapa de identificación de terrenos susceptibles para instalar humedales artificiales, se ubicó un predio agrícola (ubicado en el ejido de San Sebastián el Chico) que aparentemente cuenta con los requerimientos técnicos, sociales y legales para instalar un humedal demostrativo. Sin embargo, debido a que San Miguel no cuenta con la adecuada infraestructura de drenaje (sólo una de dos secciones del poblado cuenta con red de drenaje y no tiene viviendas conectadas a ella), se decidió emplear este predio para tratar las aguas residuales de San Mateo.

Queda claro que antes de plantear la construcción de un humedal artificial para tratar el agua residual de San Miguel Tenex-tepec, se deberá concluir la instalación de la red de drenaje en todo el pueblo; además de conectar a las viviendas a dicha red. No obstante, para reemplazar el terreno cedido a San Mateo, se continuó trabajando en la detección y selección de nuevos terrenos con condiciones técnicas, sociales y legales adecuadas, para la instalación de humedales artificiales.

A continuación se presentan dos terrenos ubicados en las parcelas del ejido de San Miguel Tenex-tepec, que cuentan con características técnicas, sociales y legales que pueden servir para instalar un humedal artificial.

5.2.2.4.6 El terreno del señor Marcelino López.

Con objeto de identificar algunos predios que reunieran las condiciones técnicas, sociales y jurídicas necesarias para la instalación de humedales artificiales en San Miguel Tenex-tepec, se realizaron diversos recorridos por sus parcelas agrícolas y se entrevistaron a propietarios de algunos predios. De las personas entrevistadas destaca el presidente de la unidad de riego de San Miguel Tenex-tepec, Sr. Marcelino López. Cabe señalar que este personaje se volvió uno de los principales interlocutores del proyecto; en un primer momento manifestó su interés en participar en el reúso de agua residual tratada por el humedal artificial demostrativo; posteriormente se mostró interesado en vender o rentar una parcela agrícola que posee muy cerca de la calzada Jorge Jiménez Cantú y del terreno que rentó por 20 años el CCMSS para construir el humedal artificial demostrativo.

Sobre el terreno que posee Don Marcelino, se puede señalar que es una propiedad ejidal que cuenta con certificado parcelario (derecho de compraventa). Tiene una superficie

aproximada de dos melgas. Una melga es una superficie rectangular de 12.6 metros de ancho por 105 metros de largo; lo que equivale a una extensión de 1,323 m²; las dimensiones de este terreno equivalen a 2,163.4 m² aproximadamente. Con esta superficie se puede atender una población de 416 habs., o bien a los 540 habitantes, optimizando la hidráulica e incrementando la operación y mantenimiento.

Técnicamente es factible conducir por gravedad el agua residual del colector de drenaje instalado en la 1ª Sección de San Miguel. El pozo de visita (o coladera) donde se podría derivar el agua residual está a una altura de 2,318.5 msnm, mientras que el predio agrícola se encuentra a 2,304.6 msnm. Por otro lado, la distancia entre el colector del drenaje y el punto de ingreso al predio es de 164.17 m2.

No obstante, se tienen dos problemas técnicos:

- 1) No existen conexiones domiciliarias en toda la red de drenaje instalada.
- 2) Al ser una zona inundable en época de lluvia, se requiere elevar el nivel del predio agrícola.



Fotos 5.2.2.4.6.1- Vista del terreno del Sr. Marcelino López desde la calzada que baja de San Miguel Tenextepc.



Fotos 5.2.2.4.6.2- Vista del terreno de Marcelino López a nivel de parcela. Al fondo, a pie del cerro (línea azul), pasó del colector central de drenaje que baja de San Miguel Tenextepec.

Las negociaciones con el señor Marcelino López en torno a la firma de un contrato de compra o renta en usufructo por 20 años del terreno señalado, se desarrollaban favorablemente antes de la manifestación del grupo opositor a la construcción del humedal artificial, realizada durante el pasado mes de febrero, encabezado por los hermanos Ponce, el cual derivó en la cancelación de la obra. De hecho, se cuenta con un documento firmado, el 30 de noviembre de 2017, por el Señor Marcelino López, donde manifiesta su intención de vender o rentar por al menos 20 años dicha propiedad.

Minuta de la reunión sobre el proyecto: "Estudio de la factibilidad ambiental, desarrollo sustentable, urbano, social y legal para el desarrollo de estrategias participativas y de mediación social para la construcción de sistemas de humedales artificiales (SHA) para el saneamiento del aporte del Río Amanalco a la Presa Valle de Bravo", realizada en la localidad de SAN MIGUEL TENEXIPEPEC, Estado de México, el día 30 DE NOVIEMBRE DE 2017

Participantes:

	Nombre	Localidad o Institución
1	ROBERTO FONSECA PARRA	IMTA
2	RODOLFO LOPEZ MORA	IMTA
3	GERARDO MILLAN MALO	IMTA
4	MARCELINO LOPEZ SANCHEZ	SAN MIGUEL TENEXIPEPEC
5	ISMAEL LOPEZ CILIANO	SAN MIGUEL TENEXIPEPEC
6		

Temas abordados:

1. El personal del IMTA informó al(los) poblador(es) sobre los siguientes temas del proyecto desarrollado por la OCAVM y el IMTA, con objeto de contribuir al saneamiento de las aguas residuales de la cuenca Valle de Bravo Amanalco:
 - a. Objetivos y alcances del proyecto
 - b. La alternativa tecnológica para sanear las aguas residuales de las localidades de la cuenca: los humedales artificiales.
 - c. La participación y cooperación comunitaria como estrategia de consolidación de los humedales artificiales.
 - d. La necesidad de identificar terrenos técnica, social y legalmente aptos para instalar humedales artificiales.
 - e. La identificación del (los) propietario(s) y verificar su disponibilidad a participar en el desarrollo del proyecto; manifestando la intención de vender, rentar o prestar el terreno identificado como apto, por un tiempo mínimo (alrededor de 20 años) para instalar un humedal.

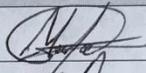
2. Como producto la reunión, se establecen los siguientes **acuerdos** entre el personal del IMTA y el(los) propietario(s) de los terrenos identificados como aptos para instalar humedales.
 - a. El señor MARCELINO LOPEZ SANCHEZ, manifiesta que está informado de los objetivos y alcances del proyecto.
 - b. El señor MARCELINO LOPEZ SANCHEZ, manifiesta que es propietario de un terreno con las siguientes características:
 - i. Ubicación: SAN MIGUEL TENEXIPEPEC.
 - ii. Superficie: 3,969 m²,
 - iii. Tenencia de la tierra: PROPIEDAD PRIVADA

c. El señor MARCELINO LÓPEZ SANCHEZ, manifiesta su interés de rentar o vender su terreno para la eventual instalación de un humedal artificial.

OTROS ACUERDOS:

ESTE DOCUMENTO NO COMPROMETE A NINGUNA DE LAS PARTES A REALIZAR CONTRATO DE COMPRA VENTA DEL PASEO, PERO QUEDA ABIERTA LA POSIBILIDAD DE RESPONDER LA ASOCIACIÓN CUANDO HAYA LOS RECURSOS NECESARIOS.

FIRMAS

	Nombre	Firma
1	MARCELINO LÓPEZ SANCHEZ	
2	ISMAEL LÓPEZ CIRIACO	
3	ROBERTO RAMÍREZ PÉREZ	Foncho Pérez Roberto
4	GEMMA MILLÁN MORA	
5	RICARDO LÓPEZ MORA	
6		

Lugar: SAN MIGUEL TENEXTEPEC, AMANALCO

Fecha: 30 DE NOVIEMBRE DE 2017.

Figuras 5.2.2.4.6.1a y 5.2.2.4.6.1b.- Minuta firmada por el Sr. Marcelino López donde manifiesta su interés de vender o rentar su parcela a fin de instalar un humedal artificial.

5.2.2.4.7 El terreno del señor Agapito Chino Lucas.

Además del terreno de Marcelino López, se identificó un predio adicional que podría albergar un humedal artificial que trate las aguas residuales de San Miguel Tenex-tepec. Este predio también está ubicado en la zona de riego de este poblado, aunque pertenece a una persona que no vive en San Miguel, por lo que no cuenta con derechos al agua de riego. El propietario es el señor Agapito Chino Lucas, hermano de Ramiro Chino Lucas, potencial vendedor de una parcela en Amanalco.



Fotos 5.2.2.4.7.1 y 5.2.2.4.7.2- Terreno de Agapito Chino Lucas en San Miguel Tenex-tepec.

Cabe señalar que se buscó al propietario del terreno, Sr. Agapito Chino Lucas, en su casa de Amanalco, ubicada en la calzada Jorge Jiménez Cantú; sin embargo, no se encontró al momento de la visita debido a que radica en la ciudad de México. Con todo, las personas encargadas del terreno, su hija y su yerno, informaron que Don Agapito está interesado en vender su propiedad. Además, informaron que la tenencia de la tierra del predio es propiedad privada y cuentan con una escritura registrada en el Registro Público de la Propiedad.

Cabe señalar que la superficie del terreno es de 12,500 m², lo cual sería suficiente para atender el agua residual que generan los 862 habitantes de San Miguel Tenex-tepec. Por otro lado, sería técnicamente factible conducir por gravedad el agua residual del colector de drenaje instalado en la 1^a Sección de San Miguel. El pozo de visita (o coladera) donde se podría derivar el agua residual está a una altura de 2,316.6 msnm, mientras que el predio agrícola se encuentra a 2,307 msnm. Otra información relevante es la distancia entre el colector del drenaje y el punto de ingreso al predio, la cual es de 181.7 m².

No obstante, es importante señalar que este predio tiene dos problemas técnicos: a) No existen conexiones domiciliarias en toda la red de drenaje instalada; b) Al ser una zona inundable en época de lluvia, se requiere elevar el nivel del predio agrícola.

5.2.2.4.8 El caso de San Lucas.

San Lucas pertenece al municipio Amanalco de Becerra, es una localidad rural con 1,098 habitantes, de los cuales 500 son hombres y 598 mujeres. Según datos del Censo de Población de 2010 (INEGI, 2010), San Lucas cuenta con 258 viviendas particulares habitadas, de las cuales 231 tienen agua dentro de la vivienda, 180 tienen drenaje y 192 excusado. Sin embargo, a partir de los recorridos por la localidad y de las entrevistas realizadas a algunos de sus pobladores, se corroboró que no existe una red de drenaje y que la gran mayoría de las viviendas utilizan letrinas para cubrir sus necesidades de saneamiento.

Sin embargo, el tipo de letrinas que construyen estos pobladores no son impermeables, por lo que permiten la filtración de las aguas negras y la consiguiente contaminación de los múltiples ojos de agua o manantiales que brotan en la localidad; agua de la cual se abastecen sus pobladores.

Preocupado por el problema de contaminación de dichos manantiales, el señor José Cruz Carvajal, poblador de San Lucas y ex funcionario del ayuntamiento de Amanalco, se manifestó interesado en conocer y apoyar la instalación de humedales artificiales en las distintas localidades del municipio. El interés de este ciudadano se ha expresado en la solicitud de visitar humedales funcionando, petición que se satisfizo con la visita a los humedales de Alpuyecá, Morelos y Taxco, Guerrero, efectuada el día 8 de noviembre del 2018. Por otro lado, este señor ha expresado su interés en negociar la utilización de una de sus parcelas agrícolas, ubicada en esta comunidad, para instalar un humedal artificial que trate el agua residual de al menos una sección de la localidad.

Cabe señalar que San Lucas es una localidad que está distribuida geográficamente a lo largo de una cañada que circunda el río Amanalco, por lo que no es factible instalar un solo humedal para toda la localidad, lo conveniente sería colocar un conjunto de humedales que cubran el conjunto de viviendas de San Lucas. En las figuras siguientes se puede observar la distribución de las viviendas de San Lucas, la ubicación del predio del Sr. José Cruz y las secciones de la localidad que podrían ser atendidas con un humedal instalado en este sitio.



Figura 5.2.2.4.8.1- Distribución de las viviendas en la localidad de San Lucas y ubicación del predio de José Cruz.



Figura 5.2.2.4.8.2- Secciones que podrían beneficiarse del humedal instalado en el predio de José Cruz Carbajal.

El terreno agrícola del Señor José Cruz Carbajal tiene una superficie irregular de 10,546.79 m². La distancia al primer bloque de casas y el más numeroso, es de 200 metros y para el segundo bloque es de 385 metros. La superficie del predio alcanzaría para tratar el agua

residual de 1.846 personas; aunque no sería posible conectar toda la población de San Lucas (1,098 habitantes) por sus características topográficas. El número de viviendas beneficiadas con la instalación de un humedal artificial en este sitio sería de 30 viviendas aproximadamente.

5.2.2.4.9 El caso del Hospital Rural del IMSS en Amanalco.

Luego de la cancelación de la construcción del humedal en el predio de San Sebastián el Chico, el cual trataría las aguas residuales de San Mateo, se trabajó en la identificación de un sitio alternativo para continuar con la instalación de un humedal artificial demostrativo, que, además de tratar el agua residual, sirva como instrumento de sensibilización y educación ambiental de la población de la cuenca Valle de Bravo- Amanalco.

Dicho predio se localizó en la cabecera municipal de Amanalco de Becerra. En este caso, los directivos del hospital rural del IMSS de Amanalco se acercaron al IMTA (a través del Consejo Civil Mexicano para la Silvicultura Sostenible y de las autoridades municipales) para solicitar apoyo en la instalación de un humedal artificial que complemente el tratamiento de las aguas residuales que actualmente se realizan parcialmente en una PTAR de lodos activados.

Con estos antecedentes, se realizaron diversas reuniones con el Director General y con el Jefe de Conservación de Unidad del Hospital del IMSS, donde participaron representantes de las instituciones involucradas en el proyecto (OCAVM, IMTA, CCMSS, municipio de Amanalco y Comité de Cuenca Valle de Bravo Amanalco). En complemento a las reuniones, se desarrollaron recorridos por las instalaciones del hospital, corroborándose la existencia de un terreno con las dimensiones necesarias para instalar el humedal artificial; por otro lado, este edificio cuenta con la infraestructura de drenaje necesaria para la conducción del agua residual al predio señalado.

Es importante señalar que dado que es un edificio de propiedad federal, cercado y de acceso restringido, no hay impedimentos sociales para la instalación del humedal.

Como resultado del proceso de negociación y diagnóstico de las condiciones físicas, legales y sociales, se acordó la instalación de un humedal artificial en las instalaciones del hospital.

El sistema de tratamiento del Hospital Rural del IMSS, se diseñó para un caudal de 15 m³ por día, generado por una población promedio de 850 personas. Contempla generar agua tratada que cumpla con la NOM-001-SEMARNAT-1996, para uso en riego agrícola y protección de la vida acuática. Está conformado de seis humedales de flujo subsuperficial horizontal, un humedal de flujo superficial y dos lagunas de maduración, los que en serie están ordenados de la siguiente manera: el agua residual fluye por gravedad hasta el pretratamiento donde la basura es retenida por una rejilla.

A continuación, se presentan algunas fotografías del proceso de instalación del humedal:





Fotos 5.2.2.4.9.1 a 5.2.2.4.9.6- Aspectos de la instalación del humedal artificial en el hospital del IMSS en Amanalco.

Para finalizar este apartado, se muestra un mapa donde se señalan los 12 predios que se localizaron y analizaron en el transcurso de esta investigación. De estos 12 terrenos, 11 se ubican en localidades del municipio de Amanalco (San Miguel Tenex-tepec, San Sebastián el Chico, Amanalco, San Juan, San Lucas y San Bartolo) y sólo uno en el municipio Donato Guerra (localidad de San Francisco Mihualtepec).

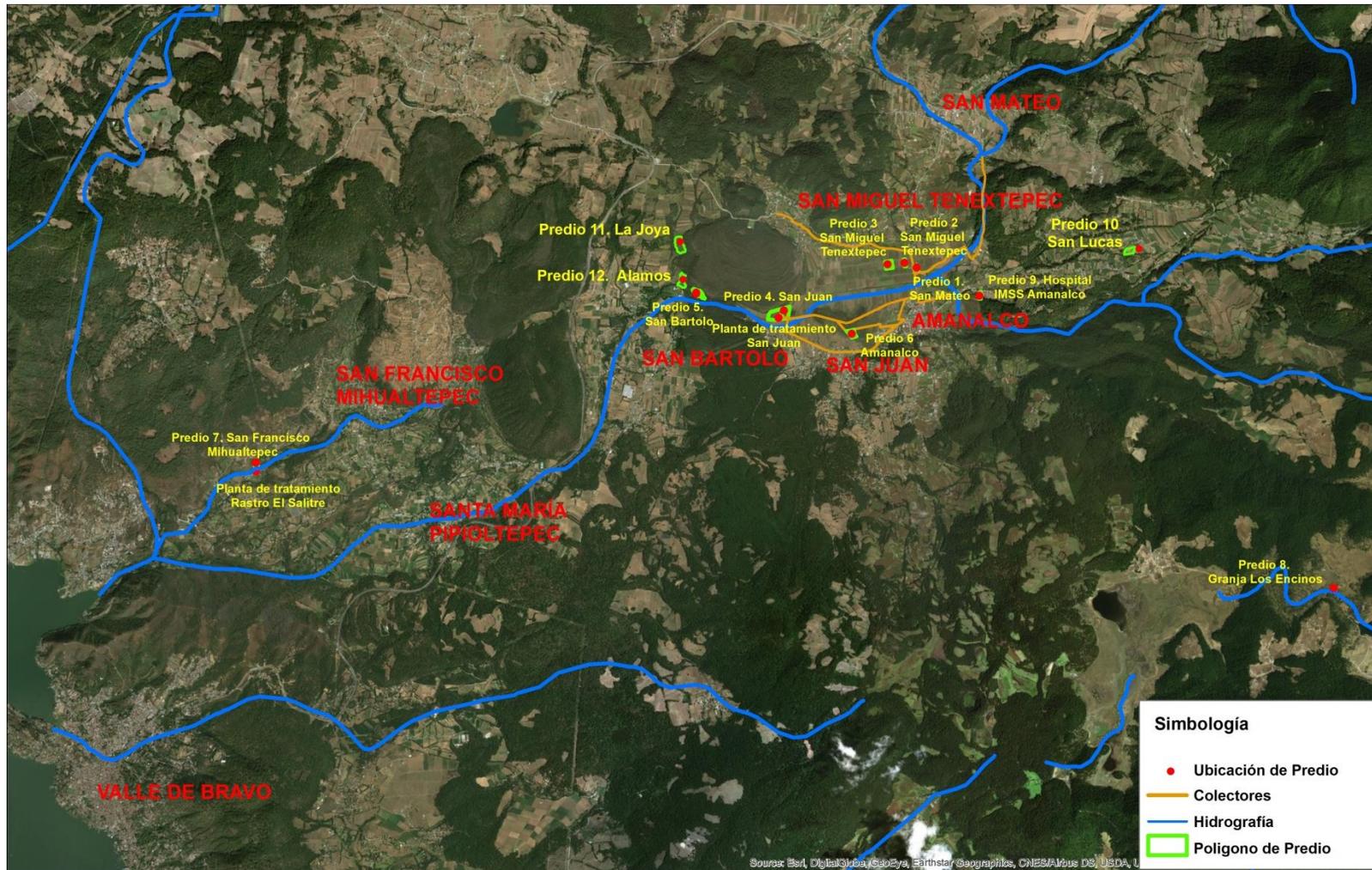


Figura 5.2.2.4.9.1- Plano con la ubicación de los predios localizados para instalar humedales artificiales en la cuenca Valle de Bravo-Amanalco.

ACTIVIDAD 5.3

IDENTIFICACIÓN Y CARACTERIZACIÓN DE ACTORES SOCIALES

5.3. Identificación y caracterización de actores sociales

Antes de avanzar en la identificación y caracterización de los principales actores que intervienen en la cuenca Valle de Bravo Amanalco, es pertinente definir qué es el mapeo de actores y cuál es el procedimiento para realizarlo.

El mapeo de actores es un instrumento que proporciona información calificada sobre las diferentes personas, grupos, instituciones, organizaciones y redes sociales (formales e informales) que potencialmente pueden intervenir –directa o indirectamente- en el desarrollo del proyecto. La información se recaba recuperando los resultados del pre-diagnóstico y realizando entrevistas complementarias.

El mapeo no sólo proporciona un listado exhaustivo de los diferentes actores sino que permite aproximarse a la compleja red de relaciones que se establecen en una comunidad, mediante engranajes de poder que se expresa en formas de colaboración y conflicto. El mapeo de actores también proporciona una visión general de los términos imperantes en las relaciones del gobierno (o grupos dentro de los diferentes órdenes de gobierno) con los grupos sociales (o personas dentro de ellos), de los grupos en situación de desventaja y desigualdad (mujeres, indígenas, etc.) y, por ende, las posibilidades potenciales de emprender acciones conjuntas. El objetivo es identificar a las personas para conformar uno o más equipos locales.

El mapeo de actores se considera como el primer paso para lograr la convocatoria la puesta en marcha de proyectos participativos. Ello no solo se asegura el número sino la representatividad de las personas o entes que se invita a participar.

Los pasos para realizar el mapeo de actores son:

- ✓ Enlistado y clasificación de los actores.
- ✓ Caracterización de los actores con relación a su vínculo potencial con los temas del proyecto.
- ✓ Elaboración de un sociograma⁸ para identificar los grupos de interés e invitarlos a formar parte del proyecto.

⁸ El sociograma es una técnica que pretende obtener una radiografía grupal, es decir, busca obtener de manera gráfica, las distintas relaciones entre sujetos que conforman un grupo, poniendo así de manifiesto los lazos de influencia y de preferencia que existen en el mismo.

5.3.1 Identificación y clasificación de los actores sociales e institucionales en la cuenca Valle de Bravo Amanalco.

En relación a la caracterización de los actores sociales e institucionales involucrados en la gestión del agua y el saneamiento de esta cuenca; durante los recorridos realizados en la zona de estudio se identificaron los actores principales. Posteriormente, se efectuaron los contactos y entrevistas con objeto de indagar sobre su percepción de la problemática hídrica de la cuenca y su disposición a participar en este proyecto. A continuación se enlistan los actores institucionales y sociales identificados:

- Actores Institucionales:
 - Nivel Federal:
 - Organismo de Cuenca Aguas del Valle de México (OCAVM)
 - Nivel Estatal:
 - Comisión de Agua del Estado de México (CAEM)
 - Nivel Municipal:
 - Presidencia municipal de Valle de Bravo
 - Organismo Descentralizado de Agua Potable, Alcantarillado y Saneamiento (ODAPAS)
 - Dirección de Desarrollo Económico
 - Director del Rastro Municipal El Salitre.
 - Presidencia Municipal de Amanalco de Becerra.
 - Dirección de obras públicas, desarrollo urbano y servicios públicos.
- Actores sociales:
 - Consejo de Participación Ciudadana (Copaci) de la localidad de Amanalco
 - Delegados de la localidad de San Juan
 - Delegados de la localidad de San Miguel Tenex-tepec
 - Delegados de la localidad de San Marcos
 - Delegados de la localidad de San Bartolo
 - Delegado de San Francisco Mihualtepec, Donato Guerra
 - Comités de agua potable de la localidad de Amanalco
 - Comités de agua potable de la localidad de San Juan
 - Comités de agua potable de la localidad de San Miguel Tenex-tepec
 - Comités de agua potable de la localidad de San Marcos
 - Unidades de riego del Municipio de Amanalco (San Miguel Tenex-tepec y San Bartolo)
 - Comisariado Ejidal de San Francisco Mihualtepec, Donato Guerra.
 - Organizaciones de la sociedad civil:
 - Consejo Civil Mexicano para la Silvicultura Sostenible (CCMSS)
 - PROCUENCA Valle de Bravo
 - Patronato Pro-Valle de Bravo A.C.

- Somos Valle AC
- Observatorio Ciudadano
- Actores Privados:
 - Asociación de Productores Trutícolas de Amanalco.

Cabe recordar que el mapeo de actores es un instrumento que proporciona información calificada sobre las diferentes personas o grupos que pueden intervenir en el desarrollo del proyecto. El mapeo no sólo proporciona un listado exhaustivo de los diferentes actores que intervienen en un proceso, sino que permite entender la compleja red de relaciones que se establecen en una comunidad, mediante engranajes de poder que se expresa en formas de colaboración y conflicto.

A continuación, se presenta una somera descripción del papel que juega los actores identificados en la gestión hídrica de la cuenca.

1) ACTORES INSTITUCIONALES:

a) Nivel Federal.

Secretaría del Medio Ambiente y Recursos Naturales (SEMARNAT):

- La SEMARNAT tiene que dar las autorizaciones de impacto ambiental para cualquier acción relacionada con los recursos naturales dentro de la cuenca Valle de Bravo - Amanalco.
- Esta dependencia gubernamental “tiene como propósito fundamental, constituir una política de Estado de protección ambiental, que revierta las tendencias del deterioro ecológico y sienta las bases para un desarrollo sustentable en el país”.⁹

Procuraduría Federal de Protección al Ambiente: PROFEPA:

- “Es la institución del gobierno federal responsable de vigilar el cumplimiento de las disposiciones jurídicas aplicables para la prevención y protección del ambiente y los recursos naturales”¹⁰.

Organismo de Cuenca Aguas del Valle de México (OCAVM):

- El OCAVM tiene como objetivo administrar y custodiar la explotación, uso y aprovechamiento de las aguas nacionales, su distribución y control, así como la preservación de su cantidad y calidad, además de fomentar y apoyar el desarrollo

⁹ Cita tomada de la siguiente dirección electrónica: <http://Gobierno.com.mx/semarnat/>

¹⁰ Procuraduría Federal de Protección al Ambiente. *Programa de Procuración de Justicia Ambiental 2014-2018*, Procuraduría Federal de Protección al Ambiente. febrero 2014. Pp. 9

de los sistemas de agua potable, tratamiento, reúso de aguas, riego, drenaje, control de avenidas y protección civil, creando y manteniendo en óptimas condiciones la infraestructura hidráulica que permita un desarrollo integral sustentable en el ámbito del Organismo de Cuenca.

Comisión de Cuenca Valle de Bravo-Amanalco:

- La Comisión de Cuenca es un organismo Auxiliar del Consejo de Cuenca del Valle de México que se caracteriza por ser un grupo colegiado y de integración mixta.
- “La Comisión de Cuenca tiene como misión promover la gestión integral del agua en la Cuenca Valle de Bravo-Amanalco, con el fin de contribuir al desarrollo de la sociedad, sin detrimento a la integridad del ciclo hidrológico o de los sistemas naturales que dependen de él.
- La visión de la Comisión de Cuenca es tener una Cuenca sin contaminación, donde los recursos naturales son aprovechados de manera sustentable y donde todos los pobladores tienen acceso a sistemas de agua potable y de saneamiento de aguas residuales, además de contar con una capacidad sustentable de generar el importante servicio ambiental de agua para las necesidades regionales y adicionales”.¹¹

b) Nivel Estatal.

Comisión del Agua del Estado de México (CAEM):

- La Comisión del Agua del Estado de México (CAEM) dentro de la cuenca del río Amanalco realiza proyectos ejecutivos y gestiona recursos federalizados, entre ellos los que facilita la Cámara de Diputados, “etiquetados” o dirigidos para municipios en los cuales opera la CAEM. Entre las facultades de la CAEM es ser la responsable de construir la infraestructura de drenaje, algunas obras de agua potable y plantas de tratamiento.
- Para la construcción de las obras hidráulicas en la cuenca, la CAEM se apoya en los ayuntamientos.

c) Nivel Municipal.

Presidencia municipal de Valle de Bravo:

- La presidencia municipal de Valle de Bravo tiene la facultad de administrar los recursos y servicios con que cuenta el municipio. En relación al agua se apoya en el ODAPAS, un ente municipal que se encarga de administrar el agua.

¹¹ <http://cuencavalledemexico.com/organos-auxiliares/comision-de-cuenca-valle-de-bravo-amanalco-ccvba-2/>

- La CAEM en conjunto con la presidencia municipal acuerdan las obras a construir.

Organismo Descentralizado de Agua Potable, Alcantarillado y Saneamiento (ODAPAS):

- Es el organismo municipal de administrar el recurso hídrico; entre otras atribuciones, es el ente encargado de distribuir y cobrar el agua en Valle de Bravo.

Dirección de Desarrollo Económico

- Entre otras atribuciones que tiene este organismo municipal, está la administración del Rastro Ecológico El Salitre, uno de los sitios elegidos para instalar un humedal artificial demostrativo. El rastro descarga sus aguas residuales en el río Amanalco, frente a los terrenos agrícolas pertenecientes a la localidad San Francisco Mihualtepec, del municipio de Donato Guerra; estos terrenos ejidales son los más viables para instalar el humedal demostrativo.

Presidencia Municipal de Amanalco de Becerra:

- La presidencia municipal de Amanalco recibe recursos de la Federación para la introducción de los servicios de agua y saneamiento. No recauda el impuesto predial ni cobra por el servicio de agua.
- La CAEM en conjunto con la presidencia municipal acuerdan las obras a construir.

2) ACTORES SOCIALES:

a) Organizaciones y liderazgos comunitarios:

Consejo de Participación Ciudadana (COPACI) de la localidad de Amanalco:

- Los COPACI “son órganos de comunicación y colaboración entre cada colonia y las autoridades municipales, auxilian al Ayuntamiento en el cumplimiento de las funciones públicas que tiene a su cargo, así como en la gestión, promoción y ejecución de los planes y programas municipales. Se integran por vecinos de la colonia, pueblo o fraccionamiento donde tengan su domicilio y que tengan el carácter de ciudadanos en pleno ejercicio de sus derechos civiles y políticos”.¹²

¹² <https://bulevares.wordpress.com/2016/03/01/copacis-y-delegados-que-son/>.

Delegados de las tres secciones de la localidad de San Juan

Delegados de las dos secciones de la localidad de San Miguel Tenex-tepec

Delegados de las tres secciones de la localidad de San Mateo.

- Las principales funciones de los Delegados son vigilar el cumplimiento del Bando Municipal y las disposiciones reglamentarias que expide el Ayuntamiento, reportando a la dependencia administrativa correspondiente las irregularidades en que incurran los vecinos; colaborar para mantener el orden, la seguridad y la tranquilidad de los vecinos del lugar, reportando ante los cuerpos de seguridad pública; vigilar que se cumplan las actividades de las delegaciones de servicios públicos y reportar los requerimientos en la materia. Todos los cargos anteriores son honoríficos, es decir, sin remuneración económica alguna.¹³

Comités de agua potable de la localidad de Amanalco:

- Los Comités son organizaciones comunitarias y su objetivo es administrar, operar y mantener el servicio de agua potable de la comunidad/localidad.

Comités de agua potable de la localidad de San Juan:

- Los Comités son organizaciones comunitarias y su objetivo es administrar, operar y mantener el servicio de agua potable de la comunidad/localidad.

Comités de agua potable de la localidad de San Miguel Tenex-tepec:

- Los Comités son organizaciones comunitarias y su objetivo es administrar, operar y mantener el servicio de agua potable de la comunidad/localidad.

Comités de agua potable de la localidad de San Mateo:

- Los Comités son organizaciones comunitarias y su objetivo es administrar, operar y mantener el servicio de agua potable de la comunidad/localidad.

Unidades de riego del Municipio de Amanalco: San Miguel Tenex-tepec y San Bartolo.

¹³ Ídem.

- Son asociaciones civiles de regantes que cuentan con concesiones de agua para el riego de sus parcelas agrícolas.

b) Organizaciones de la sociedad civil:

Consejo Civil Mexicano para la Silvicultura Sostenible (CCMSS):

- Este consejo, se dedica a la implementación de proyectos que fomentan la agricultura sostenible y trabaja a escala ejidal y comunal.
- Actualmente desarrolla tres programas en la cuenca del río Amanalco: i) el programa de pago por servicios ambientales, para el manejo integrado del territorio; ii) el programa de agricultura campesina sustentable y; iii) el programa de recuperación de ríos y manantiales.
- En colaboración con Procuenca A.C. realiza estudios de calidad del agua en la cuenca. Cada organización realiza el seguimiento de diferentes puntos y los resultados los reportan en un portal administrado por la CCMSS.

Procuenca Valle de Bravo, A.C.:

- Una de sus principales actividades en la cuenca, es la construcción de ecotecnias, entre ellas son: baños secos, cisternas, almacenamiento para el agua de lluvia, ahorradores de leña y temas vinculados a la conservación de suelos con las compartas agrícolas, estos últimos con el Consejo Civil Mexicano para la Silvicultura Sostenible (CCMSC).
- En conjunto con CCMSC han realizado monitoreo del agua y los resultados los reportan en un portal administrado por la CCMSS.

Patronato Pro-Valle de Bravo A.C.:

- PROVALLE es una A.C. y está conformado por los clubs de Vela interesados en el mantenimiento del lago de Valle de Bravo e intervienen en la elaboración de reglamentos entre otras actividades. Para realizar estas acciones colaboran con la Capitanía de Puerto.

Somos Valle AC:

- Se dedican a trabajar temas de planeación y ordenamiento urbano, así como para el desarrollo social y ambiental en conjunto con autoridades de Valle de Bravo.

Observatorio Ciudadano:

- Es “un grupo de ciudadanos y representantes de organizaciones de la Cuenca de Valle de Bravo que promueve el cumplimiento de los derechos y obligaciones Ambientales.
- Su misión es “vigilar y promover el ejercicio y cumplimiento de los derechos y obligaciones ambientales mediante iniciativas y acciones que generen confianza, participación y cohesión entre ciudadanía y autoridades e incidir en la legislación y políticas públicas para el desarrollo sustentable, en beneficio de las presentes y futuras generaciones de la Cuenca de Valle de Bravo – Amanalco”.¹⁴

c) Asociaciones productivas:

Asociación de Productores Trutícolas de Amanalco ALPR.

- Es una asociación que agrupa a 50 productores de truchas, los cuales realizan una actividad productiva que tiene un impacto ambiental importante en la cuenca del Río Amanalco y requieren una mayor regulación.
 - El Rancho Feshi y el Rancho El Encino son ejemplos de la participación de estos actores en la gestión de los recursos hídricos de la cuenca.

5.3.2 Caracterización de los actores con relación a su vínculo potencial con los temas del proyecto.

En el apartado anterior se proporcionó información sobre el conjunto de actores sociales e institucionales que intervienen en la gestión de los recursos hídricos de la cuenca Valle de Bravo Amanalco. Sin embargo, cabe señalar que el mapeo de actores no sólo proporciona un listado exhaustivo de los diferentes actores que intervienen en un proceso, sino que permite entender la compleja red de relaciones que se establecen en una comunidad y proporciona información calificada sobre las diferentes personas o grupos que pueden intervenir en el desarrollo del proyecto.

En esta sección, se presenta un ejercicio que permite entender en qué nivel desarrollan sus acciones los actores identificados, los cuales, directa o indirectamente, pueden intervenir en la instalación de un sistema de humedales artificiales en comunidades de la cuenca del río Amanalco. A continuación, se muestra un sociograma que ubica en cinco categorías a los actores sociales e institucionales identificados, de acuerdo al nivel de intervención en que actúan:

- a) Federal, son las instituciones que tienen injerencia y actúan en toda la República;

¹⁴ <http://observatoriovalle.org.mx/quienes-somos/>

- b) Regional, son las instancias que tienen su ámbito de gestión en más de un estado, a nivel de cuenca hidrológica;
- c) Estatal, son los organismos gubernamentales y de la sociedad civil que desarrollan acciones en varios municipios de la entidad federativa;
- d) Municipal, son las instancias gubernamentales y de la sociedad civil que actúan en el nivel municipal y
- e) Local, son los actores sociales que intervienen en las actividades y decisiones de las comunidades.

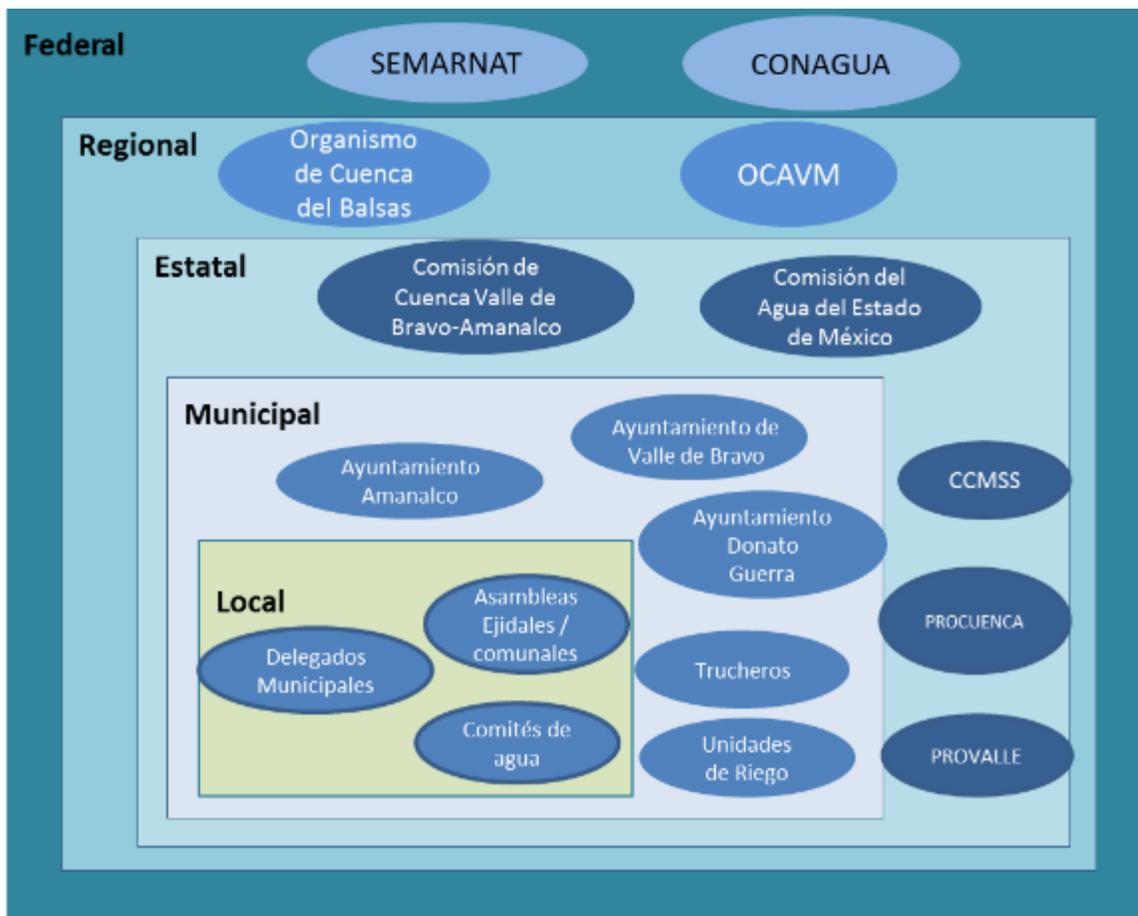


Figura 5.3.2.1- Sociograma de los actores que potencialmente pueden intervenir en el proyecto.

Por otro lado, se trabajó en la identificación de conocimientos y posiciones de los actores sociales e institucionales, frente a la idea de construir humedales artificiales en esta región de la cuenca Valle de Bravo Amanalco. Este fue un ejercicio complementado con la observación y aplicación de entrevistas a los diversos actores. Con la información recabada, se puede afirmar que existen actores gubernamentales y de la sociedad civil, que cuentan con información y están convencidos de los beneficios que ofrece la tecnología de los

humedales artificiales. Organizaciones como la Comisión de Cuenca Valle de Bravo Amanalco y organizaciones de la sociedad civil, como el Consejo Civil Mexicano para la Silvicultura Sostenible (CCMSS) y Procuena, se encuentran desarrollando proyectos alternativos de agua y saneamiento en la subcuenca del río Amanalco.

Recientemente, el CCMSS consolidó un contrato para rentar un terreno en usufructo por 20 años para la construcción de un humedal artificial para el tratamiento de aguas residuales de la localidad de San Mateo. Asimismo, el Presidente Municipal de Amanalco asistió personalmente a la visita organizada por el CCMSS a los humedales de Michoacán en diciembre de 2015 y ha expresado su disposición a apoyar todo el proceso de establecimiento de humedales en el municipio.

En cuanto a las autoridades comunitarias de San Mateo y San Juan, del municipio de Amanalco, tienen situaciones complicadas de organización comunitaria y específicamente en San Juan se encuentran en proceso de cambio de autoridades. Esto puede generar retrasos en la colaboración con estos núcleos agrarios. Sin embargo, en las dos localidades, los delegados actuales están al tanto del proyecto de establecer humedales y se han sumado al esfuerzo de difusión de las tecnologías alternativas.

Con la localidad de San Miguel Tenextepec, el CCMSS tiene una colaboración estrecha que puede facilitar la introducción de un humedal artificial, las autoridades comunitarias colaboran continuamente y están interesadas en apoyar los procesos para establecer proyectos alternativos de agua y saneamiento. Con esta comunidad hay mayores facilidades de trabajo comunitario.

Cabe señalar que la identificación de los actores sociales y la definición de su postura en torno a los procesos sociales que ocurren y afectan su entorno, es un trabajo que se fue construyendo en etapas. En relación a este proyecto, que tiene por objeto la instalación de un sistema de humedales artificiales que contribuyan al saneamiento del río Amanalco; en un primer momento, se pudo identificar, contactar y definir la postura de los actores sociales e institucionales más visibles; es decir, aquellos que tienen una labor que abarca aspectos y problemáticas de la cuenca en general o de los municipios estudiados en particular. Es el caso de las organizaciones sociales más visibles en la cuenca: el CCMSS, Procuena, la Comisión de Cuenca Valle de Bravo Amanalco, entre otros; de los actores institucionales entrevistados de los municipios de Valle de Bravo, Amanalco y Donato Guerra; además de las organizaciones y liderazgos comunitarios.

Para avanzar en el mapeo de los actores que se verán directamente involucrados en la implementación de este proyecto, se requirió contar con la identificación de los predios donde se instalarían los humedales artificiales. Esto era necesario para conocer las actividades (económicas o domésticas) que se desarrollan alrededor del predio y, principalmente, identificar a los propietarios de los predios aledaños. Con esta información se pudo buscar a los propietarios para brindarles información sobre los humedales y

posteriormente, sondear su postura (positiva o negativa) ante la eventual instalación de un humedal en un terreno cercano al suyo.

Posteriormente, se continuó con el proceso de análisis de las entrevistas aplicadas a los actores sociales e institucionales ubicados en los ámbitos local, municipal y estatal. Se decidió privilegiar el análisis de estos actores, debido a que son los más expuestos a los efectos negativos de la falta de saneamiento de las aguas residuales (daños a la salud en la población y afectación a los cultivos de los productores) y, por tanto, los que eventualmente podrían estar más interesados en que el desarrollo de este proyecto y participar en él.

Como resultado de dicho análisis se obtuvo el sociograma que se presenta a continuación, donde se muestra la posición de los actores sociales en términos de su conocimiento de alternativas tecnológicas para el saneamiento de las aguas residuales (eje de las X) y de su disposición a participar en un proyecto para la instalación de humedales artificiales (eje de las Y).

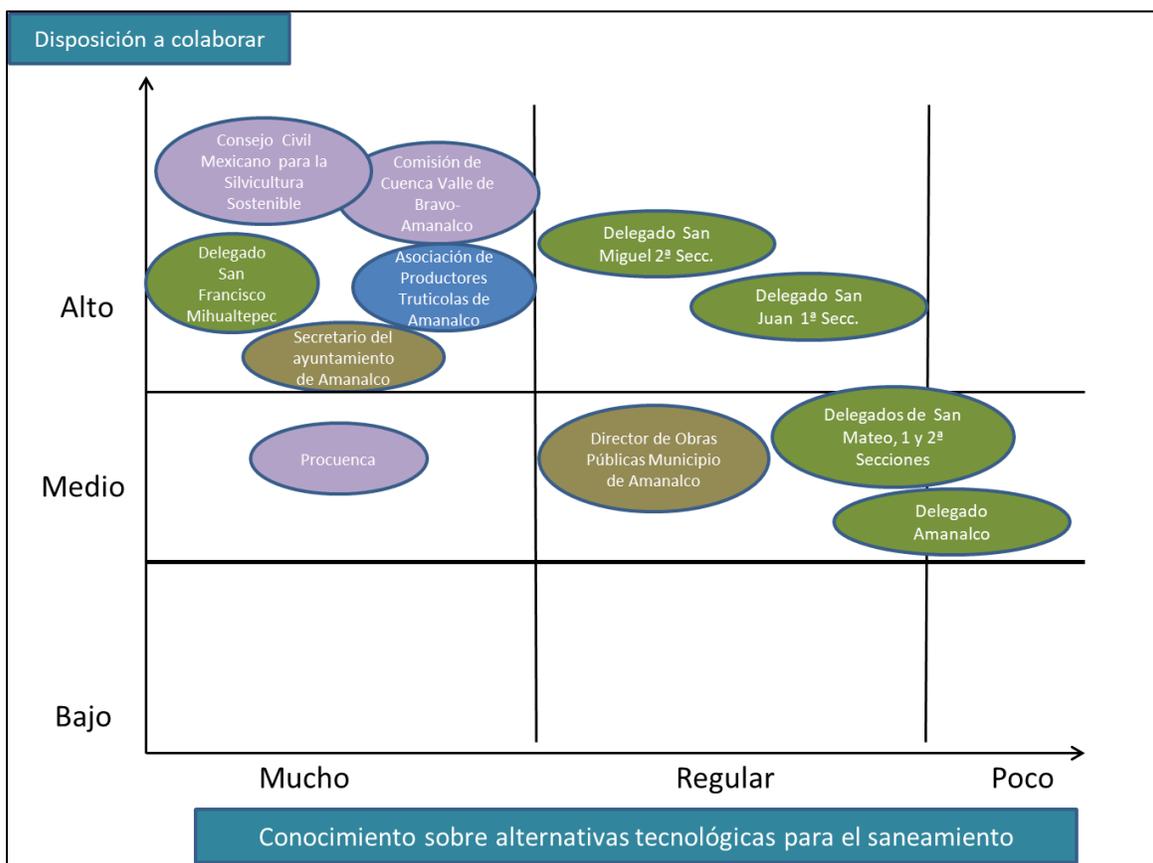


Figura 5.3.2.2- Conocimiento y disposición a participar en proyecto de instalación de humedales artificiales.

Para entender la gráfica, habrá que señalar que tanto el conocimiento como la disposición a participar de los actores, se dividieron en tres categorías. En el caso de la variable “Conocimiento sobre las alternativas tecnológicas”, las categorías fueron: Mucho, Regular y Poco. Se consideró “Mucho” cuando los actores manifestaron conocer la alternativa de los humedales artificiales, se tomó “Regular” cuando los actores dijeron no conocer los humedales artificiales, pero sí otra alternativa como los biofiltros o baños secos; se consideró “Poco”, cuando el actor manifestó no conocer alternativas tecnológicas.

En el caso de la variable “Disposición a colaborar”, las categorías fueron: Alto, Medio y Bajo. Se consideró “Alto”, cuando el actor señaló su decidida participación en la instalación y manejo de los humedales artificiales; se tomó como “Medio”, cuando manifestó cierto interés en participar y, se ubicó en “Bajo”, cuando el actor no manifestó interés o tenía dudas sobre su participación en un proyecto como este.

De los resultados, es interesante destacar que los actores que representan a las organizaciones de la sociedad civil (en color morado): CCMSS, Comité de Cuenca Valle de Bravo Amanalco y Procuenca, tienen amplios conocimientos sobre las tecnologías alternativas e interés en participar en el desarrollo del proyecto para la instalación de humedales artificiales en Amanalco. Por otro lado, destaca también que los delegados de las localidades del municipio de Amanalco, donde se pretende instalar los humedales (en color verde), tienen poco conocimiento sobre las alternativas tecnológicas, aunque su disposición a participar es diversa, en alto en San Miguel y San Juan y mediano en Amanalco y San Mateo.

El caso de San Mateo es interesante, pues los delegados de las secciones 1 y 2 han manifestado cierta desconfianza y/o desinterés en participar en la instalación de un humedal en su localidad. Es claro que esta actitud es fruto del descontento que permea en San Mateo por la instalación del colector central y los daños que ocasionó en el pavimento, obra que financió la Comisión de Agua del Estado de México (CAEM). No obstante, en esta localidad se han desarrollado al menos tres reuniones comunitarias donde se ha informado sobre las características y alcances del proyecto.

En relación a la postura de las autoridades municipales (en color café), se puede concluir que hay disposición a participar y apoyar la implementación de este proyecto. De hecho se ha mantenido una vía de comunicación permanente con ellos, a través del CCMSS, logrando la promesa de apoyo con maquinaria pesada para la construcción del humedal que tratará las aguas de San Mateo.

Caso especial es el del representante de la Asociación de Productores Truchícolas de Amanalco (en color azul), su presidente ha manifestado tanto conocimiento de la alternativa tecnológica que ofrecen los humedales, como interés en participar en el proyecto. Durante el desarrollo del proyecto, se realizaron recorridos por la parte alta de la

cuenca del río Amanalco, para visitar y verificar las condiciones de producción de varias granjas truchícolas.

Otro actor que destaca es el delegado de la localidad de San Francisco Mihualtepec del municipio Donato Guerra, quien es profesor de bachillerato y tiene amplios conocimientos sobre las bondades de los humedales, así como interés de que se incluya su comunidad como beneficiaria de este proyecto.

5.3.3 Conocimiento y disposición a participar en la instalación de humedales artificiales en las localidades de Amanalco.

Con objeto de identificar potenciales conflictos entre las localidades objeto de este estudio, es importante identificar y conocer las opiniones y posturas de los habitantes de Amanalco. Sobre todo, aquellas personas que son propietarios de los predios aledaños a los terrenos que fueron detectados como propicios para instalar los humedales artificiales en las cuatro localidades de Amanalco¹⁵.

Para conocer sus posturas y opiniones, se realizaron recorridos por las zonas identificadas como potenciales sitios de instalación de los humedales y se contactaron algunos propietarios de los predios aledaños. El resultado fue la realización de 28 entrevistas a estos propietarios.

Para fines de análisis las entrevistas se agruparon en dos grupos: a) la zona 3, que es el conjunto de predios aledaños al terreno seleccionado en San Sebastián Chico donde se tratarán las aguas de San Mateo y b) la zona 4, que es el conjunto de predios que circundan uno de los predios donde se podría instalar un humedal en Amanalco y que podría tratar las aguas de ese poblado y el de San Juan. En el primer grupo de entrevistaron a 16 personas y en el segundo a 12.

En estas entrevistas se les cuestionó sobre dos preguntas básicamente:

- a) ¿Sabe usted que existe una forma natural de tratar aguas residuales, que se llama “humedales”?
- b) ¿Está usted de acuerdo en que se instale un humedal en esta zona?

Los resultados alcanzados en este breve sondeo se muestran en las siguientes figuras:

¹⁵ Información proporcionada en el informe de la Actividad 5.2 “Revisión y análisis de la situación jurídica y legal de los terrenos en los que se proyecta la construcción de los humedales”, correspondiente a la Estimación 4.

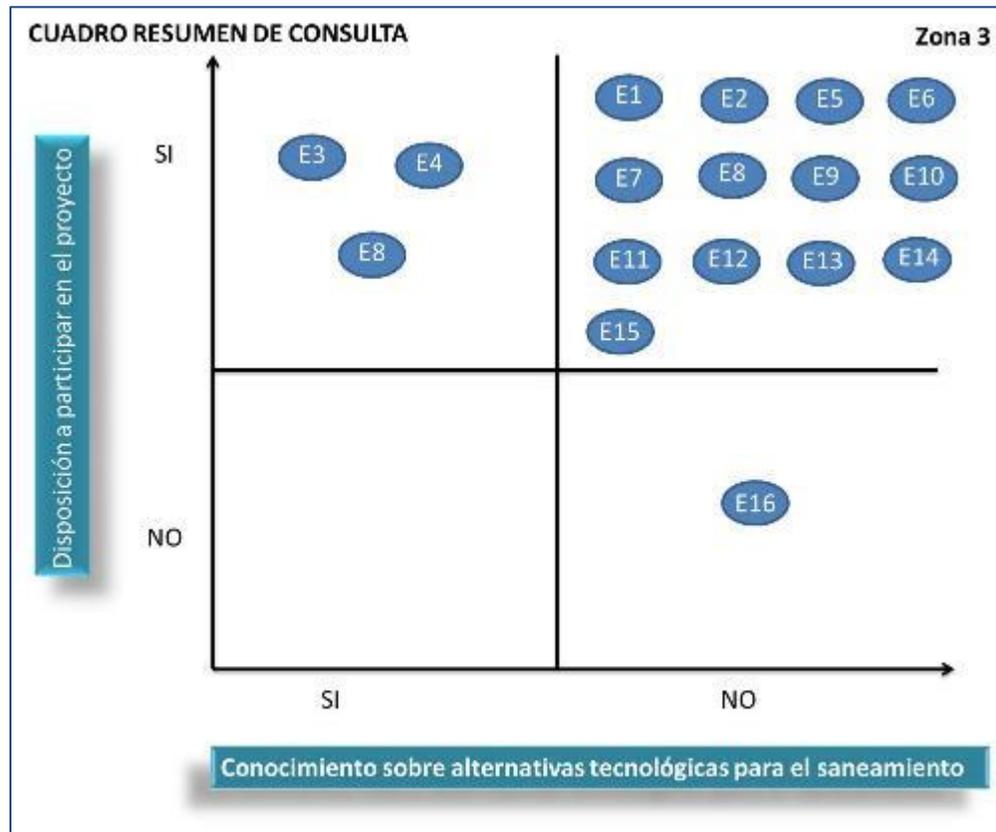


Figura 5.3.3.1- Conocimiento y posición ante la instalación de humedales en la zona 3.

Es interesante constatar que si bien existe un gran desconocimiento sobre lo que es un humedal (sólo el 18.8% conocía este tipo de tecnologías, por su parte el 81.3% aseguró desconocerlo), existe una abrumadora aceptación para que se instale un humedal en esta zona. Sin embargo, encontramos una persona que se manifestó en contra de la instalación del humedal, para revertir esta postura se le brindará más información sobre las características y beneficios del humedal.

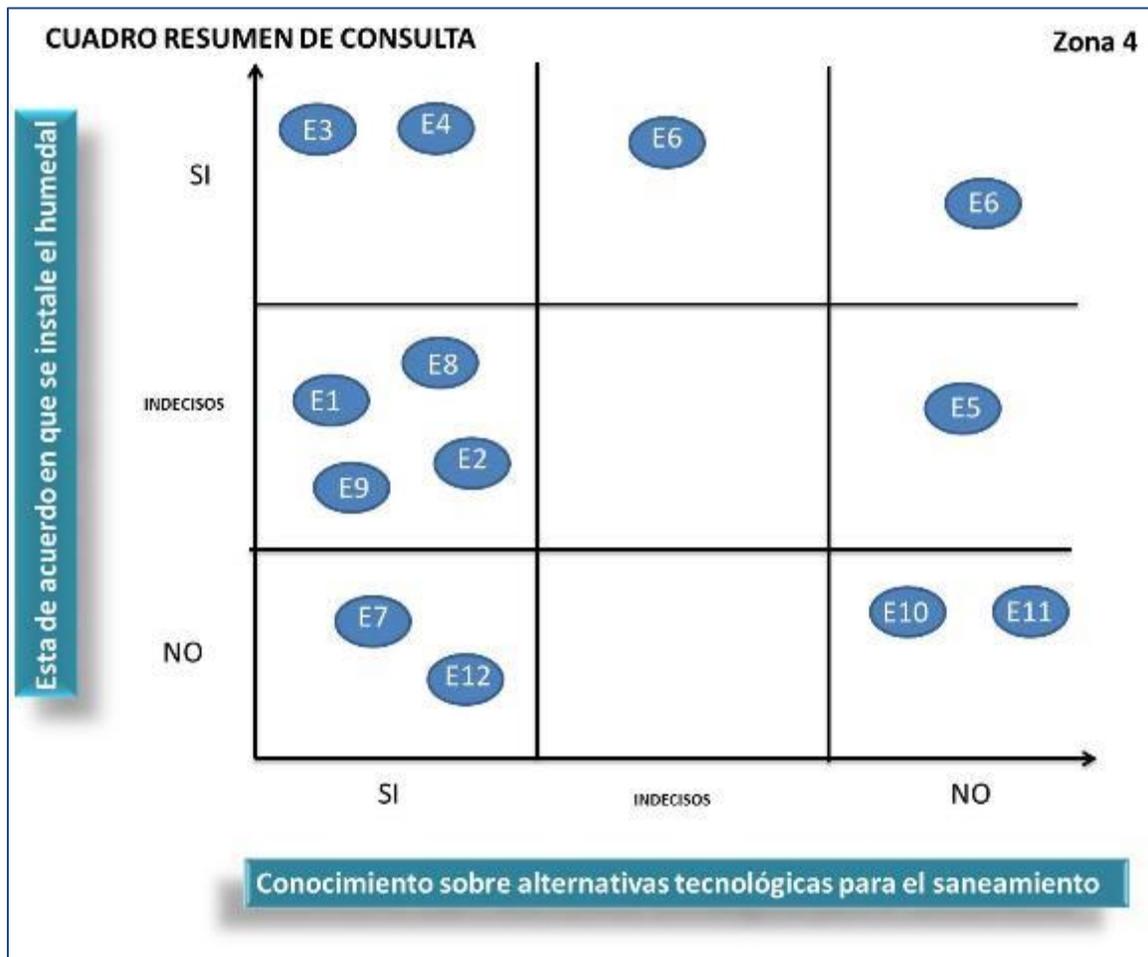


Figura 5.3.3.2- Conocimiento y posición ante la instalación de humedales en la zona 4.

En esta zona, ubicada en la localidad de Amanalco y donde se instalaría un humedal para tratar las aguas residuales de esa localidad y de San Juan, se muestran diferencias significativas en las percepciones y posturas de los entrevistados. En cuanto a la pregunta sobre el conocimiento de los Humedales, la mayoría manifestó conocer este tipo de tecnología: el 58.3% dijo conocerlo, contra el 33.3% que no lo conoce y el 8.3% que no contestó. Pero a diferencia de la zona 3, no hay un convencimiento sobre la posibilidad de instalar un humedal en esta zona: sólo el 25% aprueba esta posibilidad, mientras que el 16.7% lo desapueba y el 58% se reservaron el derecho a contestar.

Una posible explicación de la indecisión de la mayoría de los pobladores sobre la viabilidad de instalar un humedal en la zona, es la inexistencia de un proyecto concreto. Hasta ahora lo ven como algo lejano y no tienen una postura definida. Con todo, se recomienda continuar con el proceso de información y sensibilización acerca de los beneficios de los humedales en todas las localidades involucradas en este proyecto.

NOTA:

Durante la realización del mapeo de actores en la cuenca Valle de Bravo Amanalco (de enero a abril del 2017), no se detectó la presencia de empresas transportistas de materiales de la construcción, los cuales disputan la titularidad de los contratos para la realización de estos trabajos en el municipio de Amanalco. Tampoco surgió durante el mapeo de actores, algún señalamiento que indicara diferencias político-electorales, entre alguna de estas empresas con las autoridades municipales.

Sin embargo, cuando inició la construcción del humedal artificial para tratar las aguas residuales de San Mateo, y luego de definir los contratos para el retiro de la tierra que saldría del terreno con dos empresas transportistas locales; surgió un conflicto con la empresa transportista afiliada al PRI y a la CTM, quien al verse desplazada de los trabajos para la construcción del humedal, encabezaron una movilización en contra de la construcción de la obra en el sitio electo (San Sebastián el Chico). Sus principales argumentos se centraron en señalar que el funcionamiento de esta tecnología de tratamiento, tendría efectos nocivos en la salud humana y provocaría daños económicos y ambientales en la región.

Más adelante, durante la exposición de los resultados de la actividad 5.5.1 “Estrategia de Participación Social”, se expondrá un análisis detallado de esta acción, donde se denuncia una estrategia de presión por parte de este grupo priísta para obtener contratos de transporte y como medida de presión política para deslegitimar a las autoridades municipales por su apoyo a la instalación del humedal artificial.

ACTIVIDAD 5.4

**ELABORACIÓN DE PROYECTOS VINCULADOS AL
SISTEMA DE HUMEDALES ARTIFICIALES.**

5.4. Elaboración de proyectos vinculados al sistema de humedales artificiales.

5.4.1 El contexto municipal.

El municipio de Amanalco de Becerra, según el Censo de Población de 2010, está habitado por 22,868 personas; 49% son hombres (11,224) y el 51% mujeres (11,644). Este municipio está integrado por 33 localidades: 32 de carácter rural (con una población menor o igual a 2,500 habitantes) y una de carácter urbano (con una población mayor a 2,500 habitantes). En términos porcentuales, la población rural del municipio de Amanalco representa 87% del total (19,906 habitantes) y el restante 13% (2,962 habitantes) se ubica en una sola localidad (San Juan).

En relación al número de viviendas, en 2010 existían 5,218 viviendas particulares habitadas en el municipio de Amanalco de Becerra, de las cuales el 80.9% (4,223) contaba con agua entubada en la vivienda; el 72.6% (3,804 viviendas) tenía drenaje y el 81.3% (4,256) poseía excusado o sanitario.

Los otros municipios de la cuenca Valle de Bravo-Amanalco, involucrados en este proyecto, son Valle de Bravo y Donato Guerra. Si bien en Valle de Bravo no se tiene contemplado instalar humedales artificiales, este municipio se integró al análisis debido a que el rastro ecológico El Salitre está asentado en ese municipio. Cabe recordar que uno de los objetivos del proyecto es complementar el saneamiento del agua residual del rastro, por medio de un humedal artificial; en la actualidad el rastro cuenta con una planta de tratamiento que no está funcionando de manera adecuada, por lo que, la acción del humedal terminaría de tratar sus aguas residuales.

La inclusión del municipio Donato Guerra se debe a que los predios que fueron identificados como idóneos para instalar dicho humedal artificial, que complementarían el saneamiento de las aguas residuales del rastro El Salitre, se encuentran en el ejido de San Francisco Mihualtepec, perteneciente a Donato Guerra.

En relación al contexto sociodemográfico de estos municipios, según datos del Censo de Población de 2010, en Valle de Bravo viven 61,599 personas, de las cuales el 41.5% (25,554) residen en la cabecera municipal. Este municipio lo componen 77 localidades, prácticamente todas de carácter rural, sólo dos son urbanas (la cabecera municipal y Colorines). A nivel municipal se cuenta con una cobertura superior al 90% en todos los servicios básicos (agua, drenaje y excusado); no obstante, si se analizan estos mismos datos

en la cabecera municipal, encontramos que la cobertura en agua, drenaje y sanitarios, prácticamente es total.

En el caso de Donato Guerra, la población total es de 33,455 personas, distribuidas en 31 localidades; tres de ellas son de carácter urbano y el resto rural. En cuanto a la cobertura de los servicios básicos, a diferencia de Valle de Bravo que tiene altos niveles en su cobertura, a nivel municipal Donato Guerra tiene medianos niveles de cobertura: apenas el 67.9% de las viviendas cuenta con agua en el domicilio, el 56.9% cuenta con drenaje y el 71.9% tiene excusado.

Tabla 5.4.1.1- Población total y acceso a servicios básicos en las localidades objeto de estudio.

Municipio	Nombre de localidad	Población Total	Viviendas Particulares Habitadas	Viviendas con Agua		Viviendas con Drenaje		Viviendas con excusado o sanitario	
				Total	%	Total	%	Total	%
Amanalco	TOTAL	22,868	5,256	4,223	80.3	3,804	72.4	4,256	81.0
	Amanalco de Becerra	1,349	345	297	86.1	328	95.1	327	94.8
	San Juan	2,962	681	559	82.1	570	83.7	583	85.6
	San Mateo	1,750	407	370	90.9	330	81.1	343	84.3
	San Miguel (Tenex-tepec)	862	198	184	92.9	162	81.8	176	88.9
Valle de Bravo	TOTAL	61,599	14,843	13,497	90.9	13,385	90.2	13,503	91.0
	Valle de Bravo	25,554	6,233	6,075	97.5	6,119	98.2	6,105	97.9
Donato Guerra	TOTAL	33,455	6,860	4,659	67.9	3,902	56.9	4,935	71.9
	San Francisco Mihualtepec	2,354	478	424	88.7	377	78.9	391	81.8

A continuación se expondrá un análisis sobre el contexto socioeconómico y la problemática del saneamiento en cada una de las localidades donde se pretende instalar un humedal artificial en la cuenca Valle de Bravo Amanalco.

5.4.2 Desarrollo de los proyectos productivos vinculados al humedal artificial para tratar el agua residual de San Mateo.

San Mateo es una de las 33 localidades que pertenecen al municipio de Amanalco de Becerra, es una comunidad de carácter rural con una población de 1,750 personas (el 7.6%

del total municipal), de las cuales 868 son hombres y 882 mujeres. En relación a la cobertura de servicios básicos como agua, drenaje y la existencia de sanitarios, según el Censo de Población de 2010, en San Mateo existían 407 viviendas particulares habitadas, de las cuales 90.9% cuenta con agua, 81.1% con drenaje y 84.3% tiene excusado.

Sin embargo, en relación al acceso al drenaje, las cifras del INEGI no reflejan la realidad que se vive en la localidad. En los recorridos realizados el año pasado, se encontró que existe un colector central (el cual fue instalado hace más de 10 años), pero no había conexiones domiciliarias debido a que la obra nunca fue entregada a las autoridades municipales ni a las locales. Tanto en las entrevistas como en los talleres realizados con la población de San Mateo, fue evidente la molestia que tienen con la Comisión del Agua del Estado de México (CAEM) y la empresa que contrató para construir el drenaje.

El malestar de la población se debe a que la empresa constructora, una vez que concluyó con la instalación del drenaje, no reparó correctamente todas las calles que abrió para meter los tubos del alcantarillado. En algunos casos, sólo rellenó las zanjas con tierra y no con cemento hidráulico, por lo que con las lluvias y el paso de los vehículos se fueron formando hoyos que dañan los coches que transitan y ponen en riesgo la seguridad de las personas.



Fotos 5.4.2.1 y 5.4.2.2- Calles de San Mateo con pavimento dañado por las obras de drenaje.

Por otro lado, la instalación del drenaje fue deficiente, ya que el agua residual se regresa a las viviendas o a la calle, en una zona donde la topografía del camino se eleva, es evidente que en este punto la profundidad en que se colocaron los tubos no fue suficiente, quedaron arriba de lo necesario para que el agua pueda circular por gravedad. Mientras se resuelve este problema técnico, actualmente el agua residual se canaliza directamente al río Amanalco.

Este problema fue denunciado por los pobladores a las autoridades municipales y a la CAEM desde el año 2016. Sin embargo, fue hasta el 2017 que la CAEM inició un programa de rehabilitación del pavimento y del sistema de drenaje en San Mateo; se espera concluir este programa los primeros meses del 2018. Es importante señalar que este programa tenía otro componente esencial: la conexión domiciliaria de algunas viviendas al sistema de drenaje en San Mateo. Antes de estas acciones sólo 105 de las 407 viviendas existentes en el poblado, estaban conectadas a la red de drenaje. Con el programa de la CAEM se esperaba conectar otras 60 casas de la 3ª sección y 30 de la 1ª sección. En total, al término del programa, se espera contar con 195 viviendas conectadas al drenaje en San Mateo.

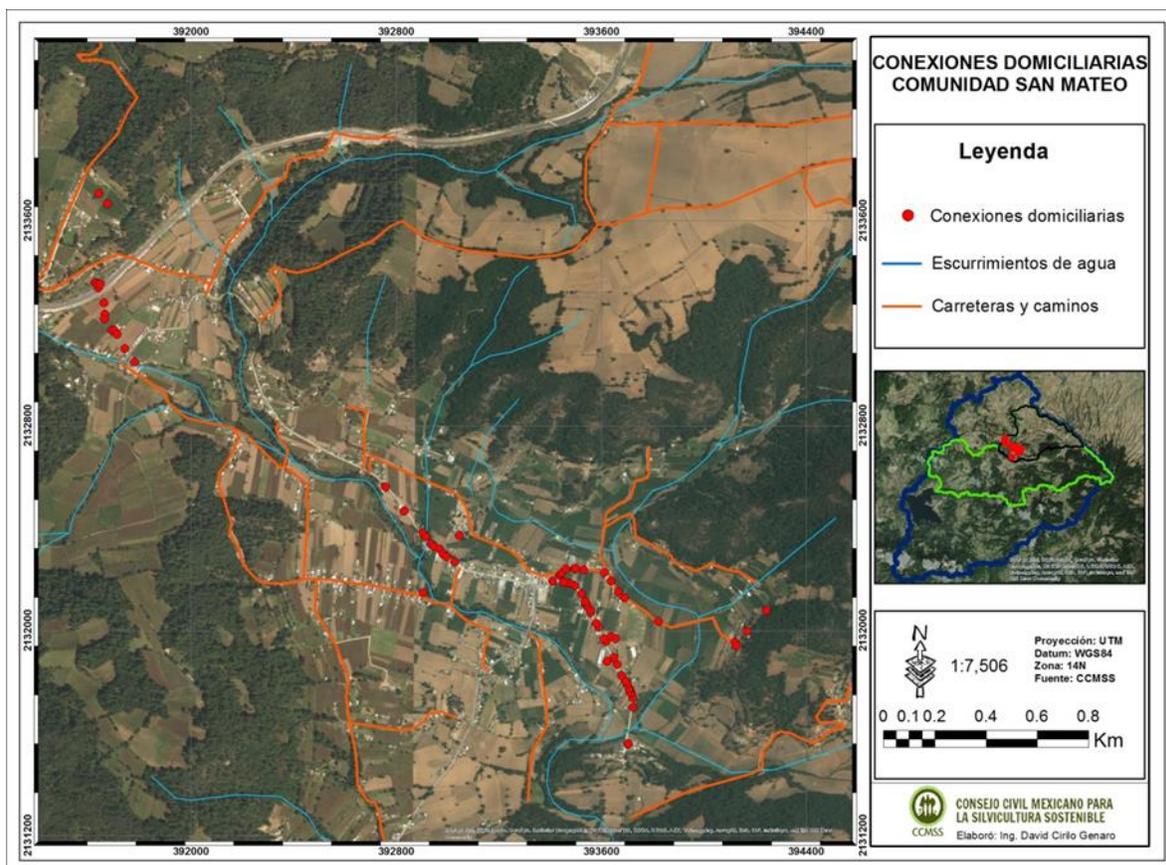


Figura 5.4.2.1- Ubicación de las viviendas conectadas al drenaje de San Mateo.

Fuente: CCMSS, a partir de la georreferenciación de las conexiones domiciliarias.

De este conjunto de casas es donde se obtendría el agua residual que podría tratar el humedal artificial demostrativo que se pretende instalar en un terreno agrícola ubicado en el ejido de San Sebastián el Chico. Cabe recordar que este terreno de 4,160 m² es propiedad de la señora Susana Contreras Vera, la cual cuenta con un contrato de compraventa que

avala su propiedad; sin embargo, el CCMSS se lo rentó por un periodo de 20 años con la idea de instalar ahí el humedal. Dicha transacción se dio el año pasado, por lo que el contrato de renta terminará en el año 2037.



Fotos 5.4.2.3- Terreno seleccionado para la instalación del humedal artificial en San Sebastián el Chico.

Por otro lado, durante el proceso de identificación de terrenos susceptibles de alojar un humedal artificial para tratar las aguas residuales del poblado de San Mateo, se ubicó otro predio en la zona agrícola de San Sebastián el Chico, el cual podría ser empleado para complementar el tratamiento de las aguas residuales de San Mateo y/o de San Sebastián el Chico. Es el predio del señor Alejandro García Felipe, el cual fue contactado para conocer su disposición a vender o rentar su terreno y se manifestó interesado; sin embargo, al revisar el contrato de compraventa que tiene para probar la propiedad del terreno de 4,600 m², sólo pudo acreditar una superficie de 1,004 m².

Cabe señalar que la localidad de San Sebastián el Chico no cuenta con infraestructura de drenaje, el colector de San Mateo pasa por dicha localidad sin contar con ramificaciones, sólo para ser conducido hasta el colector principal de esa red en Amanalco, la cual conduce el agua residual hasta la planta de tratamiento de San Juan.

Proyectos productivos asociados al humedal artificial que tratará las aguas residuales de San Mateo.

En relación a la elaboración de proyectos productivos vinculados al humedal artificial que se pretende instalar en el predio ubicado en San Sebastián el Chico, antes de definir qué tipo de proyectos son los adecuados, se realizaron actividades para identificar las condiciones productivas, climáticas y socioeconómicas de la zona. Entre estas actividades podemos mencionar las siguientes: a) se revisaron los resultados del diagnóstico socio-productivo realizado en la primera etapa del proyecto; b) se entrevistaron a los propietarios de los predios (agrícolas y urbanos) aledaños al terreno donde se pretende construir el humedal; c) se identificaron y entrevistaron a floricultores de la región; d) se concertó con personal del Consejo Civil Mexicano para la Silvicultura Sostenible (CCMSS) la definición de los potenciales proyectos productivos.

Los resultados alcanzados con estas acciones, fueron los siguientes:

Con el diagnóstico socio productivo se constató que la actividad agrícola es la más importante en esta región del municipio de Amalco; que comprende parcelas de las siguientes localidades: Amalco, San Sebastián el Chico, San Miguel Tenextepc y San Mateo. Además, el diagnóstico nos permitió saber que estas parcelas agrícolas, cuentan con acceso al agua de riego, lo cual les permite a los agricultores realizar hasta dos cultivos al año. En la temporada de lluvia, se siembra principalmente maíz y avena, en menor medida, también se siembran chícharo y papa; en la temporada de secas, con el agua de riego con que cuentan estos productores, se siembra principalmente haba, chícharo, maíz y papa.



Fotos 5.4.2.4- Parcelas agrícolas aledañas al terreno donde se instalará el humedal demostrativo.

Durante los recorridos en las parcelas agrícolas aledañas al futuro humedal artificial, además de constatar que los principales cultivos que cuentan con agua de riego son el haba y el chícharo; se pudo entrevistar a diversos propietarios, los cuales comentaron que actualmente este tipo de agua presenta dos serios problemas: a) no hay agua suficiente para satisfacer a todos los productores de la zona, ya que ha disminuido el caudal de los manantiales y del río y b) el agua llega contaminada por suelos de parcelas de la parte alta y por el manejo inadecuado de los agroquímicos.



Fotos 5.4.2.5- Canal de riego de las parcelas agrícolas de la zona donde se instalará el humedal demostrativo.

Por otro lado, dado que una de las actividades productivas que se vislumbra como posible de realizar en el humedal demostrativo es la floricultura, se decidió entrevistar a algunos floricultores de la zona, para identificar las especies de flores que son compatibles con las condiciones climatológicas de la zona y que cuentan con canales de comercialización para el producto.



Fotos 5.4.2.6- Entrevista al Sr. Porfirio Salazar, productor de flores de ornato.

Una de las principales entrevistas se realizó al Sr. Porfirio Salazar Sánchez, habitante de la localidad de Polvillos (5ª Sección de San Bartolo), Amanalco de Becerra. Para este productor con más de 30 años de experiencia y conocedor de las condiciones climáticas y productivas de la zona donde se instalará el humedal demostrativo, la producción de algunas flores en un espacio como el humedal es muy viable. Claro que existen algunas especies más propicias que otras y específicamente hay dos que, desde su punto de vista, son factibles por las condiciones del clima, altura, precipitación pluvial y, sobre todo, por la existencia de canales de comercialización; el Alcatraz y el Agapando. Para este productor, ambos cultivos son de fácil manejo y buena producción.



Fotos 5.4.2.7- y 5.4.2.8- Plantas de Agapando y Alcatraz de la plantación del Sr. Porfirio Salazar.

A partir de la información recabada en las actividades anteriores, se definieron las tres alternativas productivas que se considera viable desarrollar en el humedal artificial demostrativo. Cabe señalar que una vez definidas estas opciones, se realizó una entrevista con la representante del Consejo Civil Mexicano para la Silvicultura Sostenible (CCMSS) para presentarle las alternativas y consensar los pasos a seguir en la definición de los proyectos productivos. Se buscó al CCMSS como interlocutor, dado que esta organización es el actor social que se encargará de la operación y mantenimiento del humedal artificial. Al ser ellos quienes estarán a cargo de estas actividades, se consideró necesario consensar los proyectos productivos que se desarrollarían con el humedal piloto, pues serán ellos quienes designarán las personas responsables de ejecutar las acciones derivadas de estos proyectos.

Las alternativas productivas que se plantearon al CCMSS fueron las siguientes:

- 4) Cultivo, cosecha y comercialización de flores de ornato en el humedal demostrativo.
- 5) Cultivo, cosecha y aprovechamiento de especies vegetales para artesanía.
- 6) Aprovechamiento del agua residual tratada en la agricultura de los predios aledaños.

Implementación de los proyectos productivos.

Cabe señalar que cada una de las anteriores propuestas requieren tratamientos distintos y necesidades de información específicas, razón por la cual se decidió avanzar diferencialmente. A continuación, se señalarán los avances y expectativas que se tuvieron para instrumentar cada una de las propuestas.

- 1) Cultivo, cosecha y comercialización de flores de ornato en el humedal demostrativo.

En relación a la primera propuesta, el cultivo, cosecha y comercialización de flores de ornato en las instalaciones del humedal demostrativo. En coordinación con el CCMSS se decidió realizar una serie de entrevistas con algunos productores de flores de ornato que existen en la cuenca Valle de Bravo Amanalco. Los floricultores entrevistados con este fin, fueron los señores Porfirio Salazar (floricultor de San Bartolo, 5ª. Sección) y Juvencio García de la Cruz (Comisario de Bienes Comunes de San Miguel Tenextepac).

De la entrevista con el señor Porfirio Salazar, destaca su experiencia de más de treinta años plantando una gran diversidad de flores de ornato en el municipio de Amanalco. Cabe recordar que para don Porfirio, las flores de alcatraz y agapando son las que tienen la mayor probabilidad de éxito en su crecimiento, productividad y comercialización; no obstante, nos

comenta Don Porfirio, también existe la posibilidad de cultivar otras flores como los girasoles, las astromelias o las alcachofas, las cuales también se han comercializado en este municipio.

El señor Juvencio García de la Cruz, es el Comisario de Bienes Comunales del Ejido de San Miguel Tenextepec, además de ser miembro de la Asociación de Regantes de San Miguel y campesino poseedor de una parcela agrícola ubicada en la zona conocida como “La laguna”. Para don Juvencio de todos los cultivos de flores de ornato que se han intentado en esta región del municipio, el mejor de todos es el alcatraz y en segundo lugar el agapando. En esto coincide con don Porfirio Salazar, pues ambos reconocen que tanto el girasol, la astromelia y la alcachofa son más delicados con las heladas y fríos que ocurren en la época invernal. Para don Juvencio lo que más le conviene cultivar en los terrenos del humedal demostrativo, es el alcatraz.

A continuación, mostraremos un collage con las imágenes de las flores que actualmente son cultivadas y comercializadas en el municipio de Amanalco:



Fotos 5.4.2.9- y 5.4.2.10- Plantas de Alcatraz y Agapando.



Fotos 5.4.2.11- y 5.4.2.12- Plantas de Astromelia y Alcachofa.



Foto 5.4.2.13- Planta de Girasol.

En relación a la continuidad de este proyecto productivo, se requiere definir una estrategia de comercialización para estos productos. Dicha estrategia debe tomar en cuenta la experiencia de los floricultores de Amanalco e identificará los canales de comercialización existentes a nivel municipal, estatal y regional.

2) Cultivo, cosecha y aprovechamiento de especies vegetales para artesanía.

Sobre la segunda propuesta, cultivo, cosecha y aprovechamiento de especies vegetales para artesanía, se planteó al CCMSS la experiencia exitosa en los humedales artificiales instalados en la riera del lago de Pátzcuaro, Cucuchucho y Santa Fe de la Laguna, donde los pobladores de ambas localidades, aprovechan las especies vegetales plantadas en el humedal (chuspata, tule y carrizo) en la elaboración de artesanías. No obstante, el CCMSS señaló como un inconveniente de los pobladores del municipio de Amanalco, su falta de experiencia y conocimientos en la elaboración de artesanías, lo cual dificulta la introducción de estas actividades.

Con objeto de introducir a los pobladores de Amanalco en esta actividad, se decidió aprovechar la visita al humedal de San Jerónimo Purenchécuaro, Michoacán, para mostrarle a los visitantes ejemplos prácticos de la elaboración de artesanías con las especies vegetales que se plantan en los humedales y que son utilizadas por artesanos michoacanos en la elaboración de cestos, muebles y otros productos.



Fotos 5.4.2.14- y 5.4.2.15- Cultivos de chuspata y de tule en el humedal artificial de San Jerónimo Purenchécuaro.



Fotos 5.4.2.16- y 5.4.2.17- Uso del tule para manufactura de artesanías en Michoacán.

Durante el recorrido por el humedal se reflexionó con los asistentes a la visita, los posibles usos productivos que tienen las especies vegetales sembradas en este humedal. Por ejemplo, en relación a la chuspata, los visitantes comentaron que en Amanalco lo usan en la construcción (casas, cercas, establos, etcétera). Por su parte, personal del IMTA comentó que la chuspata, así como el tule, son utilizados por artesanos de localidades de la rivera del lago de Pátzcuaro, para la elaboración de diversas artesanías como cestos, bolsas, sombreros, sillas, etcétera. Productos que podrían realizarse en sus localidades, si se logra establecer un proceso de aprendizaje con artesanos dispuestos a compartir sus conocimientos.

Con objeto de aterrizar esta alternativa productiva, en los meses posteriores a la visita al humedal de San Jerónimo Purenchécuaro se trabajó en la identificación de localidades donde se encuentran artesanos especialistas en el manejo de las especies vegetales que se podrían sembrar en el humedal. Como resultado de lo anterior, se identificaron las siguientes localidades, todas ubicadas a lo largo de la rivera del lago de Pátzcuaro: Cucuchucho, San Andrés, San Jerónimo, Erongarícuaro, Santa Fe de la Laguna, Quiroga, entre otras. Por otro lado, se ubicaron y contactaron artesanos para verificar la posibilidad de desarrollar un proceso de formación de capacidades con los pobladores de Amanalco.

Sobre este tema, el IMTA planteó la posibilidad de realizar un proceso de formación de capacidades con los pobladores de Amanalco, en el manejo de estas plantas y la elaboración de artesanías. Ello a través de un intercambio de experiencias con artesanos de las localidades michoacanas.

3) Aprovechamiento del agua residual tratada en la agricultura de los predios aledaños.

En relación a la tercera alternativa, aprovechamiento del agua residual tratada en la agricultura de los predios aledaños, se abordó la problemática que manifestaron algunos productores agrícolas de la región, en el sentido que cada vez más el agua de riego es insuficiente para regar las parcelas agrícolas de la zona. Aunado a la problemática de la calidad del agua que llega a las parcelas. Se considera que una alternativa a estos problemas, al menos para las parcelas aledañas al humedal, es el reúso del agua residual tratada en el humedal.

Dado que el humedal artificial demostrativo se construiría en un predio de San Sebastián el Chico, el cual forma parte de la Unidad de Riego de San Miguel Tenex-tepec, se consideró necesario establecer contacto con los agricultores propietarios de las parcelas aledañas al futuro humedal. Ello tanto por la facilidad de conducir el agua residual tratada por medio de la infraestructura de riego con que cuenta la unidad, así como con la intención de allegarse aliados en el proceso de construcción del humedal.

Con este fin, se realizaron algunos acercamientos y entrevistas con líderes comunitarios y agricultores de San Miguel Tenex-tepec. El primer acercamiento se realizó a través del Comisario de Bienes Comunales de San Miguel, Juvencio García; por su conducto se contactaron los siguientes productores agrícolas de esa comunidad y socios de la Unidad de Riego: Clemente Gerónimo García, Cecilio Sánchez y Francisco Ramón González. Durante la

entrevista, estas personas mostraron interés en conocer más sobre el proyecto y la posibilidad de acceder al agua tratada.

Para continuar con la concreción de este proyecto productivo, en una segunda etapa se avanzó en dos grandes tareas. La primera fue la realización de un estudio topográfico para comprobar la viabilidad técnica de conducir el agua tratada a los predios agrícolas identificados como potenciales beneficiarios del agua residual tratada. La segunda tarea fue la identificación de las parcelas y de sus propietarios, con objeto de verificar el interés y disposición a emplear el agua residual tratada.

En relación a la primera actividad, el estudio topográfico arrojó como resultado que es factible técnicamente conducir por gravedad a los predios aledaños el agua residual que será tratada en el humedal artificial, por medio de un canal de riego existente en la zona.

A continuación, se muestran algunas fotografías que ilustran el estudio topográfico desarrollado y la presencia del canal de riego de la unidad que podría ser empleado para la conducción del agua.



Fotos 5.4.2.18- y 5.4.2.19- Aspectos del estudio topográfico de las parcelas que podrían utilizar el agua residual tratada.



Fotos 5.4.2.20- y 5.4.2.21- Canal de riego que se emplearía para conducir el agua residual tratada a los terrenos agrícolas.

En relación a la factibilidad social para reusar esta agua, lo primero que se buscó fue determinar la posibilidad de utilizar el canal de riego de la asociación para conducir el agua tratada a las parcelas interesadas. Para lograr lo anterior, se ubicó y entrevistó al presidente de la asociación, el Sr. Marcelino López Sánchez, quién manifestó interés y disposición a emplear el agua tratada en sus propias parcelas o en las de los miembros de la asociación. No obstante, aclaró que debía someterlo a consulta con el grupo de regantes, para que de manera consensuada el grupo dé su autorización y determinen la manera en que emplearían el agua residual tratada.

Por otro lado, a partir de la entrevista con el presidente de la asociación de regantes, se avanzó en la identificación de las parcelas (y de sus propietarios), ubicadas en el polígono que se analizó topográficamente y se determinó cómo técnicamente viable para recibir el agua tratada por gravedad.¹⁶



Foto 5.4.2.22- Entrevista con el presidente de la asociación de regantes de San Miguel para identificar los predios y propietarios susceptibles de recibir el agua tratada del humedal.

Como resultado de la entrevista al presidente de la asociación de regantes de San Miguel Tenextepec, se obtuvo la información necesaria para identificar y delimitar los predios ubicados en el polígono susceptible de recibir el agua residual tratada en el humedal artificial demostrativo; alternativamente se identificaron los propietarios de dichos predios, cuyos nombres y áreas de los predios son los siguientes.

¹⁶ Los resultados del estudio topográfico donde se expone la factibilidad técnica para conducir el agua residual tratada a las parcelas, se entregó en el soporte de la estimación 10.

Tabla 5.4.2.1- Relación de propietarios y tamaño de parcelas agrícolas susceptibles de reusar agua residual tratada.

Número	Propietario(a)	Tamaño
1	Juana Francisco	5,292 m ²
2	Fausto López	1,323 m ²
3	Marcelino López	2,646 m ²
4	Fausto López	1,323 m ²
5	Juana Francisco	5,292 m ²
6	Raymundo Pascual	1,323 m ²
7	Angelina de la Cruz	2,646 m ²
8	Fausto López	1,323 m ²
9	José Santiago	1,323 m ²
10	Abel Francisco	1,323 m ²
11	Pedro Julián	1,323 m ²
12	Jesús Trinidad	3,969 m ²
13	Francisca González	40,000 m ²
Total		69,456 m²

En su conjunto estas 13 parcelas suman un área aproximada de 7 has. Es importante señalar que la cantidad de agua tratada es de 0.5 L/s, con la que aproximadamente se puede regar un área aproximadamente de 0.5 ha.

Para determinar la(s) parcela(s) que serán beneficiadas con el agua residual tratada, de acuerdo al presidente de la asociación de regantes de San Miguel Tenextepac, se deberá esperar a que la Unión de Riego se reúna en asamblea y se determine cuál o cuáles terrenos podrían reutilizar el agua tratada.



Figura 5.4.2.2- División parcelaria y de propietarios de los predios susceptibles de utilizar el agua residual tratada.

5.4.3 Proyectos productivos vinculados al humedal artificial de San Miguel Tenex-tepec.

San Miguel Tenex-tepec es una localidad rural del municipio de Amanalco de Becerra, que cuenta con una población de 862 personas (el 3.8% del total municipal); de ellas, 416 son hombres y 446 mujeres. En relación al acceso y cobertura de los servicios básicos de agua y drenaje, así como de la existencia de excusados o sanitarios, según el Censo de Población de 2010, en San Miguel Tenex-tepec existían 198 viviendas particulares habitadas, de las cuales 92.9% cuenta con agua, 81.8% con drenaje y 88.9% tiene excusado.

No obstante, al igual que en San Mateo, las cifras de cobertura que maneja INEGI no corresponden con la realidad. Esto es así al menos en lo que se refiere al acceso al servicio de drenaje. A lo largo del estudio, se realizaron recorridos por las calles de San Miguel Tenex-tepec y se entrevistaron a los principales actores sociales de ese poblado, a saber: los delegados de las dos secciones en que está dividido el poblado (Silvano González Sánchez y Gregorio Quintero Sánchez), el presidente del comité comunitario de agua (José Oscar Francisco Santiago) y el presidente de bienes comunales (Juvencio García de la Cruz).



Fotos 5.4.3.1 y 5.4.3.2- Colector principal de drenaje de la 1ª Sección de San Miguel Tenex-tepec.

En los recorridos por las calles de la localidad se pudo constatar que la red de drenaje sólo se instaló en la primera sección del poblado, aunque no se realizaron las conexiones domiciliarias por lo que ninguna vivienda está descargando agua residual al drenaje.

Según testimonios de los delegados de las dos secciones de San Miguel Tenex-tepec, el drenaje se instaló en la primera sección durante el año 2000, en esa época, siendo Ignacio Pichardo Pagaza su Presidente, la Comisión de Cuenca de Valle de Bravo gestionó 9 millones de pesos con la CAEM y con esos recursos se instaló el colector principal del drenaje. Originalmente se tenía planeado instalar el drenaje en todo el poblado, pero por problemas en la construcción de la primera sección, los vecinos de la segunda no aceptaron que se continuara con la instalación del drenaje.

Los problemas señalados con las obras del drenaje, son similares a los expuestos por la gente de San Mateo. La empresa constructora llegó a romper una calle ya pavimentada, la tierra de la línea escarbada fue amontonada sobre la calle y fueron cerradas las vías de acceso a la comunidad durante 3-4 meses. Al final, rellenaron las zanjas con la tierra y vertieron capas de cemento muy delgadas y poco resistentes, mismas que poco a poco se fueron deteriorando hasta formar baches, que ponen en riesgo la seguridad de los peatones y deterioran las condiciones de los vehículos.



Fotos 5.4.3.3 y 5.4.3.4- Aspectos de las calles de San Miguel Tenex-tepec dañadas por la introducción de drenaje en la 1ª Sección.

Para atender el problema de la falta de drenaje, actualmente la mayoría de la población de San Miguel Tenex-tepec cuenta con fosas sépticas. No obstante, las fosas solamente reciben las aguas negras, las aguas grises son descargadas en los jardines, en los terrenos o en la calle.



Fotos 5.4.3.5 y 5.4.3.6- Descargas de agua gris en las calles de San Miguel Tenex-tepec.

Predios con factibilidad técnica y social para la instalación de un humedal artificial.

En el informe de la actividad 5.2, se reportó que como producto de los recorridos por las parcelas agrícolas y las entrevistas a sus propietarios, se identificaron dos terrenos que cuentan con características técnicas, sociales y legales que podrían facilitar la instalación de un humedal para tratar las aguas residuales de San Miguel Tenex-tepec. Uno de ellos es propiedad del presidente de la unidad de riego de esta población, Sr. Marcelino López; este terreno cuenta con una superficie aproximada de 3,969 m² y está ubicado muy cerca de la calzada Jorge Jiménez Cantú y del camino que conduce a San Miguel.



Foto 5.4.3.7- Vista del terreno del Sr. López desde la calzada que baja de San Miguel Tenex-tepec.

El segundo terreno está ubicado en la zona de riego de San Miguel Tenex-tepec, su propietario, el Sr. Agapito Chino Lucas, tiene una vivienda en la cabecera de Amanalco sobre la calzada Jorge Jiménez Cantú. Este es un terreno plano con una extensión de 12,500 m², es propiedad privada y se cuenta con escritura registrada en el Registro Público de la Propiedad.



Foto 5.4.3.8- Terreno de Agapito Chino Lucas en San Miguel Tenex-tepec.

Proyectos productivos asociados al humedal artificial que tratará las aguas residuales de San Miguel Tenex-tepec.

Sobre el tema de los proyectos productivos que se podrían instalar en este humedal artificial, se platicó con el Sr. Marcelino López, propietario del terreno que presenta las mejores condiciones técnicas para instalar el humedal, y se acordó que sería muy factible el reúso del agua residual tratada en las parcelas vecinas. Hay que recordar que el Sr. Marcelino es presidente de la Unión de Usuarios de Riego de San Miguel Tenex-tepec y ha manifestado interés en emplear el agua tratada, además de reconocer que durante la época de estiaje, existe un problema de abasto de agua para riego por lo que contar con esta agua adicional sería muy bueno para los agricultores.

Por otro lado, también se platicó con esta persona sobre la intención de producir y comercializar plantas de ornato que pueden cultivarse en el humedal. Además de aprovechar las plantas que se emplearán para tratar el agua residual como insumos para la elaboración de artesanías.

5.4.4 Proyectos productivos vinculados al humedal artificial de la cabecera municipal de Amanalco de Becerra.

Amanalco de Becerra, es la cabecera de este municipio; no obstante, no es la localidad más grande, de hecho, apenas cuenta con una población de 1,349 personas (el 5.9% del total municipal), de las cuales 628 son hombres y 721 mujeres; razón por lo que es considerada una localidad rural.

En relación a la cobertura de los servicios básicos de agua, drenaje y excusados en las viviendas, el INEGI en su Censo de Población de 2010, indica que esta comunidad de 345 viviendas particulares habitadas, tiene niveles de cobertura muy altos. Por ejemplo, en el tema del agua entubada, se señala que el 86.1% de las viviendas cuentan con el servicio; este porcentaje sube al 95.1% en el acceso al drenaje y al 94.8 en el número de viviendas que cuentan con excusado o sanitario en su interior.

A diferencia de San Mateo y San Miguel, en Amanalco por ser la cabecera municipal fue la primera localidad con servicio de drenaje, lo introdujeron desde 1978. Según el delegado (Sr. Santos Manzanares García) actualmente el 90% de la población cuenta con ese servicio, el 10% que no tiene son viviendas que se han asentado recientemente en la periferia del poblado, en zonas escarpadas y de difícil acceso. Para este informante, el problema más grave que tiene el drenaje es su antigüedad y, sobre todo, a que la red de tuberías es de dimensiones pequeñas y no soporta la creciente descarga de aguas residuales domiciliarias y las aguas pluviales que en años recientes les conectaron. Este problema hace que las aguas residuales se desborden en calles e incluso en casas.

Se ha buscado que la descarga final del drenaje de Amanalco se haga hasta la planta de tratamiento (PTAR) de San Juan, sin embargo, la ubicación de esta planta y las deficiencias de los colectores que conducen hasta ella, han complicado lograr esta meta. Por esa razón una parte del drenaje se descarga directamente en el “canal viejo” que conduce hasta el río Amanalco, otra parte se descarga en el canal ubicado frente al DIF municipal, y otra parte sí escurre por los colectores que van hacia la PTAR, sin embargo, esto es de forma intermitente ya que en repetidas ocasiones estos colectores se azolvan, fallan y también a veces son tapados por los pobladores para impedir que el agua corra por ahí y después desborde en alguna de las parcelas agrícolas colindantes. Cuando los colectores están tapados o azolvados, las aguas negras corren nuevamente por los canales a cielo abierto que conducen hacia el río Amanalco.

Predios con factibilidad técnica y social para la instalación de un humedal artificial.

La identificación de predios con factibilidad técnica y social para la instalación de un humedal artificial en terrenos de Amanalco de Becerra fue difícil debido a las condiciones topográficas de sus parcelas agrícolas. Se realizaron diversos recorridos por estas parcelas y se encontró que están en una zona altamente inundable; es conocida como “la Laguna”. Por otro lado, en esta zona el drenaje instalado para conducir las aguas residuales de Amanalco a la planta de tratamiento de San Juan se encuentra alrededor de 1.5 metros debajo del nivel de estos terrenos y por lo tanto habría que buscar una solución técnica (bombeo) para llevar las aguas residuales hasta ellos. No existen terrenos en esta zona ubicados por debajo del nivel del colector.

Con todo, se procedió a identificar propietarios de parcelas aledañas al colector de drenaje central, como resultado de la búsqueda encontramos varias personas que pueden acreditar la legal posesión y que tienen disposición a venta. El caso elegido, por el interés mostrado fue el del señor Ramiro Chino Lucas, quien tiene una parcela 8,335 m². Según su propietario, la tenencia de este terreno es propiedad privada y, para demostrar su propiedad, cuenta con contrato de compraventa. Además, el señor Ramiro Chino ya expresó la cantidad que espera recibir por la venta del predio; él vende a \$100 pesos/m², por lo que su predio está cotizado en \$833,500 pesos.

A continuación, se muestran algunas fotos del predio agrícola del Sr. Ramiro Chino Lucas:



Fotos 5.4.4.1 y 5.4.4.2- Terreno de Ramiro Chino Lucas en Amanalco.

Por otro lado, se le pidió al Sr. Ramiro Chino que firmara una minuta donde explicita su conocimiento de los objetivos de este proyecto y del interés en vender su parcela agrícola. Atendiendo esta solicitud, el 30 de noviembre se realizó una reunión en su domicilio, donde se firmó la minuta solicitada, la cual se expone a continuación:




Minuta de la reunión sobre el proyecto: "Estudio de la factibilidad ambiental, desarrollo sustentable, urbano, social y legal para el desarrollo de estrategias participativas y de mediación social para la construcción de sistemas de humedales artificiales (SHA) para el saneamiento del aporte del Río Amanalco a la Presa Valle de Bravo", realizada en la localidad de SAN JUAN, 1ª SECCIÓN, Estado de México, el día 30 de Noviembre de 2017

Participantes:

	Nombre	Localidad o Institución
1	RAMIRO CHINO LUCAS	SAN JUAN
2	ENOC CHINO CARDOZO	SAN JUAN
3	ROBERTO ROMERO PEREZ	IMTA
4	RICARDO LOPEZ MORA	IMTA
5	GEMMA MULLAN MALO	IMTA
6		

Temas abordados:

- El personal del IMTA informó al(los) poblador(es) sobre los siguientes temas del proyecto desarrollado por la OCAVM y el IMTA, con objeto de contribuir al saneamiento de las aguas residuales de la cuenca Valle de Bravo Amanalco:
 - Objetivos y alcances del proyecto
 - La alternativa tecnológica para sanear las aguas residuales de las localidades de la cuenca: los humedales artificiales.
 - La participación y cooperación comunitaria como estrategia de consolidación de los humedales artificiales.
 - La necesidad de identificar terrenos técnica, social y legalmente aptos para instalar humedales artificiales.
 - La identificación del (los) propietario(s) y verificar su disponibilidad a participar en el desarrollo del proyecto; manifestando la intención de vender, rentar o prestar el terreno identificado como apto, por un tiempo mínimo (alrededor de 20 años) para instalar un humedal.
- Como producto la reunión, se establecen los siguientes **acuerdos** entre el personal del IMTA y el(los) propietario(s) de los terrenos identificados como aptos para instalar humedales.
 - El señor RAMIRO CHINO LUCAS, manifiesta que está informado de los objetivos y alcances del proyecto.
 - El señor RAMIRO CHINO LUCAS, manifiesta que es propietario de un terreno con las siguientes características:
 - Ubicación: LOTES DE SAN JERÓNIMO (LA LAGUNA)
 - Superficie: 8000 m²,
 - Tenencia de la tierra: PROPIEDAD PRIVADA

1

Figura 5.4.4.1a.- Minuta firmada por el Sr. Ramiro Chino Lucas donde manifiesta su interés de vender su parcela para instalar un humedal artificial (1 de 2).

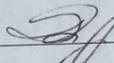
CONAGUA
COMISIÓN NACIONAL DEL AGUA

IMTA
INSTITUTO MEXICANO
DE TECNOLOGÍA
DEL AGUA

c. El señor Ramiro Chino Lucas, manifiesta su interés de rentar o vender su terreno para la eventual instalación de un humedal artificial.

OTROS ACUERDOS:

FIRMAS

	Nombre	Firma
1	RAMIRO CHINO LUCAS	
2	ENOC CHINO CARDOZO	
3	ROBERTO ROUSO PARRA	ROBERTO PARRA ROUSO
4	RICARDO LÓPEZ USUA	
5	GEMMA LUCIAN MALO	glynj
6		

Lugar: SAN JUAN, 1ª SECCIÓN, AMANALCO

Fecha: 30 - DE NOVIEMBRE DE 2017

2

Figura 5.4.4.1b.- Minuta firmada por el Sr. Ramiro Chino Lucas donde manifiesta su interés de vender su parcela para instalar un humedal artificial (2de 2).

Proyectos productivos asociados al humedal artificial que tratará las aguas residuales de Amanalco.

Al ser una zona eminentemente agrícola, donde se carece de agua en época de estiaje y sufren de inundaciones en época de lluvia, tendrían que realizar protecciones adicionales al humedal. Por ejemplo, podría rellenar el terreno para que el humedal quede a una altura mayor a la que se inunda esta zona; además de instalar bordos alrededor del humedal que impidan el acceso del agua en época de lluvia.

Con estas medidas se podrían replicar los proyectos productivos que se han planteado para los otros sitios donde podrían instalar humedales, es decir:

- 1) Reúso del agua residual tratada en la agricultura, en época de estiaje.
- 2) Producción y comercialización de floricultura.
- 3) Elaboración de artesanías con las especies vegetales que se empleen en el humedal.

5.4.5 Proyectos productivos vinculados al humedal artificial de San Juan.

San Juan es la localidad más grande del municipio de Amanalco de Becerra, según el Censo de Población de 2010, esta es la única localidad de carácter urbano, pues cuenta con una población de 2,962 personas (12.9% del total municipal); 1,467 hombres y 1,495 mujeres.

Hablando de los servicios básicos con que cuenta esta localidad, se tiene que de las 681 viviendas particulares habitadas que existen en San Juan, 82.1% tiene agua entubada, 83.7% cuenta con drenaje y 85.6% cuenta con sanitarios o excusados dentro de la vivienda.

De acuerdo a las entrevistas realizadas a los delegados de esta localidad, encontramos que de las tres secciones que integran la localidad, sólo la primera cuenta con drenaje que funciona y llega hasta la planta de tratamiento. El agua residual que viene por la red de la segunda sección no llega a la PTAR, esta tubería está tapada en varios puntos y el agua se sale de la red. Otra explicación que tiene la población sobre la ineficiencia de la red de drenaje, es que por una cuestión de niveles se regresa hasta Amanalco, para ser descargado en el mismo sitio en que descarga el drenaje de la cabecera municipal.

En el municipio de Amanalco existen dos plantas de tratamiento para tratar las aguas residuales generadas en sus localidades. La primera, ubicada en el rastro municipal actualmente se encuentra operando y en funcionamiento. De acuerdo con un análisis de la empresa FYPASA, realizado en colaboración con la Comisión de Cuenca Amanalco-Valle de Bravo, está cumpliendo con las normas para descarga de agua. La segunda PTAR está ubicada en la localidad de San Juan en el paraje conocido como "La Laguna". Ésta fue

construida hace aproximadamente 15 años, pero desde entonces sólo ha funcionado ocasionalmente. La mayor parte del tiempo, la PTAR ha estado fuera de funcionamiento ya sea por la incapacidad de conducir las aguas residuales hasta ahí, por afectaciones de inundaciones relacionadas con el sitio en el que está ubicada, por fallas en la maquinaria o por falta de recursos para operarla. Actualmente su operación está a cargo de la CAEM ya que nunca ha sido entregada al Ayuntamiento.

Predios con factibilidad técnica y social para la instalación de un humedal artificial.

En el caso de San Juan, se buscaron algunos predios que presentaran alguna factibilidad técnica y social para instalar un humedal. Al respecto, se encontró que todos los predios de esta localidad tienen el problema que se encuentran en un nivel muy bajo y cada año se inundan en época de lluvias. Además de que la red de drenaje que conduce a la PTAR de San Juan, se encuentra alrededor de dos metros por debajo del nivel de las parcelas agrícolas.

Con todo, se procedió a investigar la situación de la tenencia de los terrenos de la zona. Al respecto, se encontró que estos terrenos están dentro de dos comunidades agrarias: San Juan y San Bartolo. Cada una de estas comunidades tiene una problemática que hace difícil la adquisición de algún predio. En el caso de San Juan, esta comunidad no generó el trámite de parcelamiento con el programa PROCEDE, por lo tanto, a pesar de que las personas físicas tienen la posesión reconocida, la propiedad es de la comunidad agraria. Esto impide cualquier trámite de cesión de derechos de las parcelas en cuestión. En el caso de San Bartolo, se tienen parcelas que fueron compradas por personas de San Juan a la comunidad de San Bartolo. Sin embargo, estas personas no cuentan con certificados parcelarios.

Un problema adicional de estos terrenos, es el minifundismo. Las parcelas en promedio tienen una superficie de 600 y 1,200 m², por lo que si quisiera construir un humedal artificial para la población de la localidad de San Juan que cuenta con 2,962 habitantes (Censo INEGI 2010), sería necesaria una superficie mínima de 1.2 hectáreas, lo cual implica adquirir más de 10 parcelas.

Parcela de Crescencio Soto Martínez.

En esta población, la única parcela que cuenta con una superficie considerable para la construcción de un humedal artificial es la parcela de Crescencio Soto Martínez (ubicada en la comunidad agraria de San Bartolo con una superficie de 2.1 hectáreas).

Durante el desarrollo de la investigación se contactó al Sr. Crescencio Soto, a quien se le explicó el proyecto y la intención de instalar un humedal en esta zona de Amanalco. En un

primer momento el señor se manifestó interesado en rentar o vender su parcela, pero en posteriores visitas se le pidió definir su interés por escrito, firmando una minuta donde quedara manifiesto su disposición, se negó a firmarla y expresó su rechazo a vender su terreno y a la construcción de humedales en San Juan. A continuación se muestra una foto del terreno de don Crescencio Soto.



Foto 5.4.5.1- Terreno agrícola de Don Crescencio Soto, aledaño a la PTAR de San Juan.

Al final del informe de la actividad 5.2, en el apartado 5.2.2.4 “Terrenos alternos en el municipio Amanalco de Becerra”, se comentó que, dada la vulnerabilidad ante inundaciones, se decidió explorar terrenos alejados de la zona conocida como “*La Laguna*”; buscando predios no inundables y que puedan recibir por gravedad las aguas residuales. En ese mismo apartado, se mencionó que se encontraron tres terrenos en el ejido de San Bartolo, los cuales cuentan con condiciones adecuadas para instalar humedales. A continuación, se señalan los predios identificados:

- 1) Parcela de los hermanos Cipriano.
- 2) Parcela La Joya.
- 3) Parcela El Álamo.

Proyectos productivos asociados al humedal artificial que tratará las aguas residuales de San Juan.

Al ser una zona eminentemente agrícola, donde se carece de agua en época de estiaje, se podrían replicar los tres proyectos productivos que se han señalado para cualquiera de los últimos tres predios:

- 1) Reúso del agua residual tratada en la agricultura, en época de estiaje.
- 2) Producción y comercialización de floricultura.
- 3) Elaboración de artesanías con las especies vegetales que se empleen en el humedal.

5.4.6 Proyectos productivos vinculados al humedal artificial de la Granja Trutícola Los Encinos.

Como se comentó en el informe de la actividad 5.2 “Revisión y análisis de la situación jurídica y legal de los terrenos en los que se proyecta la construcción de los humedales”, al inicio del proyecto se tenía contemplado instalar un humedal en el rancho Feshi, sin embargo, luego de visitar y platicar con su propietario, se determinó que no existían las condiciones adecuadas para continuar con este proyecto. Ante esta situación, se recurrió al apoyo del presidente de la Asociación de Productores Trutícolas de Amanalco A.L.C.R, el señor Guadalupe Mondragón, quien se mostró interesado en apoyar el proyecto y encontrar un rancho trutícola para reemplazar al Rancho Feshi.

Luego de algunas visitas a las granjas trutícolas instaladas en la cuenca alta del río Amanalco, donde se verificaron las instalaciones y condiciones de producción y se confirmó la disposición de sus propietarios a participar en el proyecto, se decidió optar por la granja trutícola “Los Encinos” propiedad del señor Israel González. Una de las razones de esta selección fue su ubicación; aguas abajo de alrededor de 10 granjas, lo cual posibilita darle tratamiento a una cantidad importante de descargas trutícolas.



Foto 5.4.6.1- Granja Trutícola Los Encinos.

Proyectos productivos asociados al humedal artificial de la granja Los Encinos

Los proyectos productivos que se podrían instalar en este humedal, podrían ser los siguientes:

- 1) Reúso del agua residual tratada en la piscicultura.
- 2) Producción y comercialización de flores de ornato.
- 3) Elaboración de artesanías con las especies vegetales que se empleen en el humedal.

5.4.7 Proyectos productivos vinculados al humedal artificial del rastro El Salitre.

En relación al humedal que se pretende instalar para complementar el tratamiento del agua residual del rastro El Salitre, se realizaron recorridos por la zona, logrando ubicar como terrenos técnicamente aptos para la instalación del humedal, los predios agrícolas que se encuentran frente a la planta de tratamiento del rastro, del otro lado del río Amanalco.

Cabe señalar que estos terrenos no son del municipio de Valle de Bravo, que es de donde pertenece el Rastro El Salitre, sino al ejido San Francisco Mihualtepec, de la localidad del mismo nombre y del municipio de Donato Guerra. El río Amanalco es la línea divisoria entre ambos municipios.

Una vez identificados los predios, se procedió a identificar los límites entre los predios, así como sus propietarios. Para ello, se entrevistaron algunos agricultores y se visitó el poblado de San Francisco Mihualtepec, donde se entrevistó al delegado municipal, Sr. Emilio Peña y los miembros de comisariado ejidal. Con la información brindada por estas personas se determinó el número de parcelas que se encuentran en el terreno que detectamos como susceptible para instalar el humedal artificial y se obtuvo el nombre de sus propietarios.

A continuación, se muestran algunas imágenes obtenidas del programa Google Maps, las cuales fueron editadas para señalar la ubicación del terreno y la división parcelaria.



Figura 5.4.7.1- Potenciales terrenos para la instalación de un humedal que complemente el tratamiento de las aguas residuales del rastro El Salitre.

En el informe relativo a la actividad 5.2, se reportaron las actividades realizadas para identificar los propietarios de los terrenos y definir cuál de ellos estaba en condiciones de vender o rentar la parcela que sería empleada para instalar el humedal artificial.

Con objeto de conocer la disposición de los propietarios de los terrenos señalados anteriormente, el 7 de diciembre de 2017, se realizó una asamblea con los ocho propietarios y las autoridades del comisariado ejidal. En dicha reunión, personal del IMTA les expusieron

los objetivos y alcance del proyecto que se está ejecutando en colaboración con el OCAVM, el cual tiene por misión instalar un sistema de humedales artificiales que contribuyan a sanear el agua del río Amanalco y la presa Valle de Bravo. En esta reunión se les explicó la problemática derivada de la falta de saneamiento de las aguas residuales de la cuenca, especialmente del problema que está ocurriendo con el agua residual del rastro El Salitre y la necesidad de instalar un humedal artificial que complemente el tratamiento que actualmente se le da en la planta de tratamiento que tiene instalado en rastro.

Se les comentó a los asistentes que, dada la ubicación de sus parcelas, es factible técnicamente conducir el agua residual del rastro, por medio de la gravedad a uno de los terrenos que quieren vender o rentar por veinte años para construir un humedal artificial.



Foto 5.4.7.1- Terrenos potenciales para la instalación de un humedal que complemente el tratamiento de las aguas residuales del rastro El Salitre.



Foto 5.4.7.2- Terrenos potenciales para la instalación de un humedal que complemente el tratamiento de las aguas residuales del rastro El Salitre.

Proyectos productivos asociados al humedal artificial que tratará las aguas residuales del rastro El Salitre.

Al ser una zona eminentemente agrícola esta región de Donato Guerra, se podrían replicar los proyectos productivos que se han planteado para los otros sitios donde se instalarían humedales, es decir:

- 1) Reúso del agua residual tratada en la agricultura, en época de estiaje.
- 2) Producción y comercialización de floricultura.
- 3) Elaboración de artesanías con las especies vegetales que se empleen en el humedal.

5.4.8 Proyectos productivos vinculados al humedal artificial del Hospital Rural del IMSS en Amanalco.

En el apartado 5.2.2.4.4 “El caso del Hospital Rural del IMSS en Amanalco”, del informe de la actividad 5.2, se señaló que luego de la cancelación de la construcción del humedal en el predio de San Sebastián el Chico, se buscó un sitio alternativo para continuar con la instalación del humedal artificial demostrativo en Amanalco. Con la ayuda del CCMSS y de las autoridades municipales, se logró concertar con los directivos del IMSS, la instalación de un humedal artificial para complementar el tratamiento de las aguas residuales del hospital rural de este municipio.

El humedal artificial diseñado para tratar el agua residual del Hospital Rural del IMSS, se diseñó para un caudal de 15 m³ por día, generado por una población promedio de 850 personas. Contempla generar agua tratada que cumpla con la NOM-001-SEMARNAT-1996, para uso en riego agrícola y protección de la vida acuática.

A continuación, se presentan algunas fotografías del predio donde se instalará el humedal artificial:



Fotos 5.4.8.1 y 5.4.8.2- Aspectos de la instalación del humedal artificial en el hospital del IMSS en Amanalco.

Proyectos productivos asociados al humedal artificial que tratará las aguas residuales del hospital del IMSS en Amanalco.

A partir de la información recabada sobre las actividades económicas y productivas de la región, se considera viable implementar las tres alternativas productivas que se han venido ofreciendo para los otros sitios propuestos para instalar humedales artificiales.

Las alternativas productivas que se plantearon son las siguientes:

- 1) Cultivo, cosecha y comercialización de flores de ornato en el humedal demostrativo.
- 2) Cultivo, cosecha y aprovechamiento de especies vegetales para artesanía.
- 3) Aprovechamiento del agua residual tratada en una parcela demostrativa con árboles frutales.

Dado que el IMSS será el encargado de la operación y mantenimiento del humedal artificial, es necesario involucrar a las personas que serán designadas como responsables de estas actividades, en la instrumentación de los proyectos productivos.

INFORME

ACTIVIDAD 5.5. ELABORACIÓN DE UNA ESTRATEGIA DE PARTICIPACIÓN SOCIAL.

5.5.1. FOMENTO A LA PARTICIPACIÓN SOCIAL.

5.5.1. Fomento a la participación social.

Introducción.

En relación a la elaboración de una estrategia que incentive la participación social y desarrolle capacidades comunitarias; tanto en conocimientos de la relación agua salud y saneamiento, como en la operación y mantenimiento de los humedales artificiales. Se desarrolló una metodología que consta de cuatro grandes momentos metodológicos, a saber:

1. El marco conceptual en el que se establecen los conceptos fundamentales en los que se sustenta la estrategia.
2. Elaboración de diagnóstico sobre la situación del saneamiento en la cuenca Valle de Bravo Amanalco.
3. Sensibilización y fortalecimiento de capacidades a nivel local.
4. Seguimiento, Evaluación y Sistematización de la experiencia.

5.5.1.1 Aspectos conceptuales y metodológicos.

La metodología de fomento a la participación social, se sustenta en un conjunto de conceptos y principios que se exponen a continuación, con el fin de que las personas que harán uso de este instrumento compartan una visión común. Las definiciones tienen como propósito explicitar las acepciones que se han adoptado y, como tales, no constituyen un marco conceptual exhaustivo.

Los principales conceptos son:

- Apropiación tecnológica.
- Gestión integral del agua.
- Saneamiento ecológico.
- Participación y ciudadanía.
- Enfoque de género.

Se ha adoptado el concepto de sistema de saneamiento ecológico para referirse a las tecnologías alternativas que se instalarán como parte del proyecto, pues se considera que la propuesta no se restringe a la “construcción” o instalación de las mismas, sino que se

requiere un proceso social de reflexión, generación de capacidades y acción que involucrará tanto a las instituciones ejecutoras del proyecto como a las personas de las localidades seleccionadas.

5.5.1.1.1 Apropiación tecnológica.

La apropiación tecnológica es un proceso planificado y dirigido, tiene como fin trasladar la capacidad de aplicar tecnología –entendida como instrumentos, conocimientos, técnicas y organización– a un grupo social determinado, que no desarrolló la alternativa y el conocimiento en cuestión (Sánchez Izquierdo, citado por Soares, 2006).

De acuerdo con Neümmann (2008), la apropiación implica cuatro elementos. El primero se refiere a la apropiación como un acto intencional (del que se apropia); supone la “autonomía de la acción”, y, por ello, “lo que se apropia le será desde ese momento propio” (p. 4). Esta premisa, que parece una obviedad, es con frecuencia la causa del fracaso de muchos proyectos de transferencia de tecnología. Durante el proceso de interacción entre el sujeto que propone la tecnología y el grupo que la adoptará es preciso asegurarse que se ha desarrollado la voluntad de éste último, pues sin ella la apropiación simplemente no existirá.

Un segundo elemento se refiere a que lo apropiado sea ajeno, en este caso, que la tecnología haya sido desarrollada por un agente externo, ya que “no se apropia lo propio”. La apropiación es entonces “la asimilación, transformación o recepción activa en base a un código distinto y propio” (Ibíd., p.5).

El tercer elemento señala que apropiación implica una especie de filtro, pues lo que se apropia ya no llega al nuevo usuario tal cual era, sino que hasta que ha pasado un proceso de re-codificación, donde el nuevo código proviene del que se apropia. De ello surge una cuarta característica que propone que la apropiación es un concepto relacional, porque “la relación es la base de la comprensión del ‘otro’”.

Estos elementos propuestos por Neümmann tienen mucha utilidad para subrayar la importancia de generar procesos profundos de interacción entre los dos principales sujetos de los proyectos de apropiación tecnológica. Subraya la pertinencia de generar una participación que vaya más allá de la mera aceptación de un sujeto (individual o colectivo) de conocer una tecnología o participar en actividades de capacitación, sino que es necesario desarrollar una relación creativa entre el sujeto externo –aquel que ha desarrollado la tecnología- y el grupo que ha de adoptarla de tal suerte que los códigos de ambos se

alineen. Supone una disposición de ambas partes a adquirir nuevos conocimientos y comprender códigos culturales distintos a los propios en el reconocimiento de un problema, la voluntad de resolverlo y la forma de hacerlo.

Por su parte, Serge Proulx considera que se requieren cuatro condiciones para la apropiación social de una tecnología:

a) El dominio técnico y cognitivo del artefacto; b) la integración significativa del objeto técnico en la práctica cotidiana del usuario; c) el uso repetido de esta tecnología que abre hacia posibilidades de creación (acciones que generan novedad en la práctica social); d) finalmente, a un nivel propiamente más colectivo, la apropiación social supone que los usuarios estén adecuadamente representados en el establecimiento de políticas públicas y al mismo tiempo sean tenidos en cuenta en los procesos de innovación (producción industrial y distribución comercial)” (Proulx citado por Cardon, Dominique, 2006: s/p).

Este autor también señala que para que la apropiación social se dé, realmente es preciso que se produzca un cambio, no sobre lo apropiable sino en las prácticas sociales asociadas con lo apropiable y luego un paso más allá: los que se apropian deben poder regular el resultado del cambio en las prácticas sociales.

Esta última característica remite a procesos de mediano y largo plazo que realmente constituyen la “prueba de fuego” de los proyectos de apropiación tecnológica. Cuando los grupos no son capaces de regular los resultados de los cambios en las prácticas sociales es cuando se abandonan las tecnologías y se vuelve a las formas previas o a la búsqueda de nuevas soluciones.

En suma, la apropiación tecnológica implica:

- El reconocimiento social del problema que se quiere resolver, la decisión de emprender la búsqueda de soluciones y la aceptación de que la tecnología diseñada externamente constituye una propuesta adecuada.
- Un proceso social que involucra tanto al sujeto que propone la tecnología como al que decide adoptarla.
- La participación plena de los sujetos involucrados (el que diseña la tecnología y quien la adopta), y su disposición para adquirir nuevas prácticas y conocimientos en el corto, mediano y largo plazo.

5.5.1.1.2 Gestión integral del agua.

El concepto de gestión integral del agua surge del reconocimiento de las múltiples dimensiones contenidas en la obtención, distribución, uso y disposición y/o tratamiento del agua y de la necesidad de ampliar los marcos institucionales para transitar de los enfoques sectorizados a los inter o multisectoriales.

El término gestión ha sido adaptado del campo de la administración y se refiere a una forma de organizar y administrar los recursos. Algunos organismos internacionales han acuñado el concepto Gestión Integrado de los Recursos Hídricos (GIRH) el que definen como “...un proceso que promueve el manejo y desarrollo coordinado del agua, la tierra y los recursos relacionados, con el fin de maximizar el bienestar social y económico resultante de manera equitativa sin comprometer la sustentabilidad de los ecosistemas vitales” (GWP, 2000).

La visión multidimensional engloba los aspectos sociales, políticos, culturales, ambientales, económicos, sin otorgar preeminencia a ninguno de ellos, y hace una revisión crítica de las tendencias que privilegian el agua como un bien económico y al mercado como el regulador exclusivo de su uso, acceso y control.

La gestión democrática del agua se vincula con el concepto de gobernabilidad, definido como “el ejercicio de la autoridad económica, política y administrativa para gestionar los asuntos de un país a todos los niveles. Esto comprende los mecanismos, los procesos y las instituciones a través de los cuales los ciudadanos y grupos articulan sus intereses, ejercen sus derechos legales, cumplen con sus obligaciones y median sus diferencias” (PNUD, 2010).

La gestión integral y democrática del agua requiere del desarrollo de una ciudadanía fuerte y actuante. La participación ciudadana es un proceso que involucra, por un lado, a las y los ciudadanos, grupos y actores sociales, quienes interactúan para tomar decisiones, para gestionar y para buscar soluciones a problemas específicos de su interés y, por el otro, al Estado y los órganos de gobierno, quienes tienen la obligación de garantizar el ambiente legal para que la ciudadanía ejerza plenamente sus libertades y derechos democráticos (PNUD, 2010).

El investigador Esteban Castro considera crucial la liga entre agua y ciudadanía para comprender “la situación de desigualdad extrema que impera en el ámbito planetario tanto en el acceso a los beneficios del agua, como en el sufrimiento causado por la ineficiencia y la injusticia en la gestión de este elemento” (Castro, 2006). Así, el concepto de ciudadanía

y derechos ciudadanos contribuyen a identificar posibles soluciones prácticas a los problemas del agua.

Por su parte, Pedro Arrojo subraya las funciones ecológicas y los servicios ambientales que presta el agua y los ecosistemas hídricos. Desde el ámbito de la gestión propone “un nuevo enfoque holístico que reconozca y valore esa dimensión múltiple –ambiental, social, económica, emocional y cultural- de los ecosistemas acuáticos. Necesitamos, en este sentido, pasar de los tradicionales enfoques de gestión del agua como un simple recurso, a nuevos enfoques ecosistémicos. Los ríos no pueden seguir gestionándose como simples canales de H₂O, al igual que el bosque no debe gestionarse como un simple almacén de madera” (Fundación Heinrich Böll, 2006, p. 189).

En suma, el concepto gestión democrática del agua supone un enfoque holístico, multisectorial y multidimensional, basado en el reconocimiento de los distintos actores que intervienen en su gestión a partir de un esquema de gobernabilidad democrática, sustentado en el ejercicio pleno de los derechos ciudadanos. Reconoce la múltiple dimensión del agua y reivindica una visión ecosistémica que observa al agua en su ciclo completo y en el entorno ambiental en el que se encuentra.

Los elementos más importantes de una gestión democrática del agua son:

- El reconocimiento de la dimensión múltiple del agua: ambiental, social, económica y cultural.
- La intervención de los distintos actores que intervienen en su gestión: instituciones de gobierno, sociedad civil (organizaciones sociales, academia, organismos no gubernamentales), asociaciones políticas, sector privado.
- La articulación multisectorial de las instituciones públicas que favorezcan una gestión coordinada de los recursos hídricos.
- El ejercicio pleno de los derechos ciudadanos vinculados al agua y de la democracia en la toma de decisiones.

5.5.1.1.3 Saneamiento Ecológico.

Según las Naciones Unidas “la definición de saneamiento debe incluir el concepto de ‘gestión segura de los excrementos humanos’ usualmente por medio de un retrete que o bien descargue las excretas en una alcantarilla, o bien las aisle mientras son sometidas al proceso de compostaje. En un sentido completo (...) también abarca la limpieza del medio ambiente, el lavado de las manos, la remoción de las basuras y la eliminación de las aguas residuales” (ONU Agua, 2008).

Las Naciones Unidas declararon 2008 como el Año Internacional del Saneamiento como un reconocimiento a la crisis expresada en la gran cantidad de personas que aún carece de estos servicios básicos en el mundo. En julio de 2010, este mismo organismo en su resolución A/64/L.63/Rev. 1 declaró “El derecho al agua potable y el saneamiento como derecho humano esencial para el pleno disfrute de la vida y de todos los derechos humanos”.

La vinculación del agua y saneamiento no es casual, ya que el buen estado de las fuentes de abasto de agua dulce para consumo humano depende, en gran medida, de la reducción de la contaminación ocasionada por las aguas residuales.

La descarga de aguas negras proveniente de sistemas de drenaje convencional es el mayor causante de contaminación del agua en todo el planeta (ASDI, 1999, p.7). Además, el saneamiento está vinculado con otros aspectos cruciales del desarrollo como la salud, el desarrollo social, el medio ambiente. La falta de servicios de saneamiento –junto con el acceso al agua para consumo humano- es aún la causa de un elevado porcentaje de problemas de salud. El contacto con los excrementos por su inadecuada disposición o malos hábitos (a su vez asociado con otros factores como la pobreza, el hacinamiento, la baja educación) es causa de un elevado porcentaje de enfermedades diarreicas, dermatológicas, ginecológicas y otras.

Las tecnologías más comunes de saneamiento en la actualidad son la letrina convencional y el inodoro de desagüe. Estos sistemas no sólo son insuficientes sino en muchos casos también son inadecuados. En las últimas décadas se ha generado una discusión sobre la necesidad de transitar a formas más sustentables ambientalmente y asequibles desde un punto de vista económico para resolver la disposición de las excretas y de las aguas residuales domésticas.

En México, sólo un 25% de las aguas domésticas residuales e industriales recibe algún tipo de tratamiento, además de que los sistemas convencionales son muy costosos tanto en su instalación como en su mantenimiento. Hay una importante subutilización de la capacidad instalada de las plantas de tratamiento existentes, lo que hace necesaria una revisión de su viabilidad y formas de operación, tanto desde una perspectiva social como económica.

Por otro lado, las letrinas convencionales también tienen ciertas desventajas, especialmente si se encuentran en áreas densamente pobladas, donde se corre el riesgo de contaminar los mantos acuíferos (Ibíd.).

Las cifras oficiales de cobertura de drenaje incluyen a las viviendas que cuenta con un desagüe conectado a la red pública de alcantarillado, a una fosa séptica, a un río, lago o mar, o a una barranca o grieta (CONAGUA, 2010). Este concepto de cobertura no considera el destino de los desechos, por lo que resulta muy limitado. Por otra parte, los promedios no son representativos de las desigualdades entre zonas urbanas y rurales y de las existentes entre poblaciones con diferentes rangos de ingreso y desarrollo. Los promedios ocultan condiciones de notables desiguales no sólo en el acceso a los servicios sino en la calidad y características de los mismos.

Como una alternativa a los sistemas convencionales se han desarrollado propuestas que se denominan saneamiento ecológico. Estas ofrecen una diversidad de tecnologías descentralizadas que consideran totalmente el cuidado del medio ambiente, la salud de las personas y la posibilidad de control de las instalaciones y tecnologías por parte de las comunidades. Proponen un nuevo enfoque que transforma radicalmente la forma de valorar los desechos humanos. “El enfoque ecológico considera a la orina y las heces como un valioso recurso que debe ser reciclado”, es decir no se consideran a los desechos humanos como un problema, sino como parte de la solución. En particular el enfoque llamado *Ecosan*, se basa en tres aspectos fundamentales: convertir la excreta humana en material seguro; prevenir la contaminación en vez de controlarla después de contaminar, y usar en la agricultura los productos seguros de excreta humana saneada (ASDI, p. 3-4).

En resumen, el acceso al agua y al saneamiento es un derecho humano esencial para el bienestar de las personas asociado a otros derechos y aspectos del desarrollo como la salud, la alimentación, el medio ambiente sano, la vivienda digna. En un sentido amplio, el saneamiento se refiere no sólo a la disposición de los desechos fuera de las viviendas sino a su adecuado tratamiento para evitar que contamine las fuentes de agua y el entorno.

Los elementos centrales de una noción amplia de saneamiento son los siguientes:

- Una gestión segura de los desechos humanos en condiciones de dignidad, privacidad a nivel personal, familiar y comunitario.
- Una visión completa de todo el ciclo en el manejo de los desechos humanos y las aguas residuales que incluyen su tratamiento o reciclaje para la prevención de enfermedades y de la contaminación ambiental.
- La adopción de sistemas que contribuyan a aminorar las desigualdades en el acceso y la calidad de los servicios, aseguren el control social de las instalaciones y garanticen su permanencia y funcionamiento en el corto, mediano y largo plazo.

5.5.1.1.4 Participación social y ciudadanía.

La participación es un proceso social mediante el cual los distintos actores de la población, en función de los intereses propios –personales y de grupo- intervienen directamente y/o por medio de sus representantes en la marcha de los distintos aspectos de la vida colectiva (Zaldaña, 2002).

Los procesos de planeación participativa parten de los intereses y necesidades de las comunidades y considera que sus integrantes son los portadores reales de la acción comunitaria. Sobre esta base, la acción debe implementarse concibiendo que su núcleo conductor esencial es el protagonismo de las y los miembros de la comunidad en la solución de sus problemas y, en general, en la satisfacción de sus necesidades y en la proyección de su futuro (Tovar, 1994).

Ziccardi plantea que la participación social es un componente esencial de la democracia y sustancial en la conformación de las organizaciones sociales y las acciones de gobierno. Identifica distintas formas de participación: social, comunitaria, ciudadana y políticas, todas importantes para generar una ciudadanía basada en derechos y obligaciones sociales (Ziccardi, 1998).

Hay también diferentes niveles de participación entre los que se encuentran: la información (por ejemplo, cuando el gobierno divulga entre la ciudadanía aspectos relevantes de su quehacer público); la consulta (para recoger opiniones y validar propuestas sobre aspectos específicos de la acción pública); la participación en las decisiones (algunos mecanismos de ello son el referéndum, el plebiscito o los presupuestos participativos); la delegación (cuando el gobierno otorga a las organizaciones ciudadanas o comunitarias la ejecución de proyectos o parte de ellos; la asociación (un ejemplo de esta forma de participación son los proyectos de coinversión) y; finalmente el control (las organizaciones realizan acciones de gobierno, evalúan a las instituciones, fiscalizan la aplicación de recursos públicos) (PNUD, 2010). Estos distintos niveles de participación no se desarrollan en procesos lineales, sino que dependen de los diferentes contextos, la cultura y tradición de las personas y comunidades y la voluntad política de los gobiernos y servidores públicos.

La participación social entendida como la intervención de la ciudadanía y las organizaciones sociales, civiles y comunitarias en los asuntos públicos ha ido ganando terreno y legitimidad. Sin embargo, aún persisten factores como la apatía o el desinterés -de parte de la sociedad- y el autoritarismo o corporativismo -del lado de las instituciones públicas-, que requieren

remontarse para lograr una relación constructiva y horizontal, en donde cada parte tiene diferentes capacidades, obligaciones y responsabilidades.

La participación social se fundamenta en la convicción de que el trabajo voluntario de las personas y las comunidades reeditarán en la resolución de problemas concretos, en el aumento de la capacidad de incidencia en el diseño de los programas de gobierno y en la confianza de que la interrelación del gobierno con la sociedad se sustentará en reglas claras, en el cumplimiento de los acuerdos y en la transparencia y la honestidad del manejo de los recursos y las relaciones (Ziccardi, 1998).

El ejercicio de la ciudadanía tiene mayores posibilidades de ser efectiva en el ámbito local, pues es en estos espacios (el barrio, la colonia, la comunidad, el municipio) donde la interrelación gobierno sociedad es más directa y en donde toman forma las políticas y acciones públicas y también comunitarias (Ibíd.).

Ahora bien, es preciso reconocer que las comunidades –al igual que cualquier otro conglomerado social- no son homogéneas y a su interior se gestan relaciones tanto de colaboración como de conflicto. El ejercicio de relaciones de poder y dominación se expresan también en estos espacios, así como las desigualdades sociales (como las de género) que se reproducen al interior de las familias, las organizaciones formales e informales y en los espacios e instituciones públicas como la escuela, la iglesia, las organizaciones políticas.

Los espacios de participación social propician la expresión e intercambio de ideas y opiniones entre los diferentes miembros de la comunidad y son susceptibles de generar relaciones más democráticas e incluyentes. Por ello, los procesos que propician la formación de colectivos y la participación social deben tener en cuenta criterios incluyentes para que todas las personas –sin discriminación ni exclusión- encuentren espacios de aprendizaje, expresión de intereses y formulación de soluciones y toma de decisiones.

Los principales elementos de la participación social en proyectos promovidos por entidades públicas pueden resumirse en lo siguiente:

- Los y las integrantes de las comunidades son los protagonistas de la acción comunitaria y quienes definen los problemas y la forma de solucionarlos.
- Las distintas formas de participación (ciudadana, social, comunitaria y política) son valiosas y constituyen el punto de partida para emprender procesos de asociación entre las instituciones públicas y las comunidades. Las intervenciones externas

respetan las formas pre-existentes de organización formal e informal de las comunidades.

- La conformación de grupos y la selección de participantes en un proyecto debe considerar la diversidad de intereses y capacidades de los integrantes de una comunidad, promoviendo la democracia y evitando profundizar desigualdades pre-existentes basadas en la discriminación, subordinación y exclusión social.

5.5.1.1.5 El enfoque de equidad de género.

Las visiones multisectoriales y multidimensionales han mostrado que los factores sociales son fundamentales en el análisis de los problemas hídricos. Las cifras de cobertura muestran que la pobreza, junto con la falta de desarrollo social y económico, tiene mucho mayor peso que la disponibilidad natural del agua en el acceso y disposición de servicios de agua y saneamiento.

Las desigualdades en el acceso al agua y al saneamiento están estrechamente asociadas a factores de diferenciación social prevalecientes en nuestra sociedad. Estos son: el sexo, la etnia y la clase social a la que se pertenece. Son justamente las franjas de la población más pobre, del campo y las ciudades y la población indígena la que enfrenta de manera cotidiana la falta de agua y saneamiento. Para las mujeres pobres e indígenas las carencias se exacerban pues se fusionan y combinan estas tres formas de desigualdad social.

La falta de agua y saneamiento afecta a mujeres y hombres, pero las desigualdades de género provocan que los impactos sean diferenciados y en muchos ámbitos más agudos para las mujeres que para los hombres.

El acceso de mujeres y hombres al agua muestra diferencias que se relacionan con las actividades que realizan cotidianamente en el ámbito doméstico, en las actividades productivas y en las acciones comunitarias. Las diversas posiciones de poder de mujeres y hombres determinan “el acceso al agua, a su propiedad, control, uso y manejo, así como a la participación en la toma de decisiones sobre el destino del agua. A su vez, las diferencias de clase entre mujeres y entre hombres añaden una variable sustancial que no debe perderse de vista en el análisis de los vínculos entre los recursos, en particular el agua, y las relaciones sociales entre mujeres y hombres.” (Rico, 1998).

El concepto de género se utiliza para explicar las diferencias en las actividades, comportamientos y la forma de relacionarse de mujeres y hombres, con los diferentes recursos a su alcance. Este concepto muestra el diferente uso que mujeres y hombres hacen

de los recursos debido a los roles, actividades y responsabilidades diferenciadas que la sociedad asigna a cada cual según el sexo al que pertenece.

El concepto de género muestra cómo la sociedad asigna a las mujeres y los hombres, desde la niñez, actividades de acuerdo a los estereotipos culturales. De esta manera, se establece también un cierto uso del tiempo y se determina el acceso a los conocimientos, los espacios (temporales y geográficos), las decisiones y, en general, a las relaciones sociales prevalecientes.

La incorporación de la perspectiva de género es el proceso de evaluación de las consecuencias para las mujeres y los hombres de cualquier actividad planificada, inclusive las leyes, políticas o programas, en cualquier sector y a todos los niveles. Es una estrategia destinada a hacer que las preocupaciones y experiencias de las mujeres, así como de los hombres, sean un elemento integrante de la elaboración, la aplicación, la supervisión y la evaluación de las políticas y los programas en todas las esferas políticas, económicas y sociales, a fin de que las mujeres y los hombres se beneficien por igual y se impida que se perpetúe la desigualdad. El objetivo final es lograr la igualdad entre los géneros (Naciones Unidas, 1997).

La desigualdad entre mujeres y hombres se expresa tanto en la esfera privada –de las relaciones interpersonales, de pareja y familiares–, como en la pública –las instituciones, las organizaciones sociales, políticas, culturales y religiosas– e impide que hombres y mujeres tengan un mismo acceso a oportunidades para su desarrollo personal y colectivo. Como construcción social, el orden de género es susceptible de ser transformado por razones de justicia y equidad social.

A las estrategias destinadas a propiciar la igualdad de oportunidades por medio de medidas que permiten contrarrestar o corregir las discriminaciones resultantes de prácticas o sistemas sociales, se les llama acciones positivas. Su finalidad es poner en marcha programas para proporcionar a las mujeres ventajas concretas. Esto significa que deben existir condiciones en que las mujeres y los hombres tengan las mismas posibilidades de desarrollar sus capacidades y de alcanzar distintas posiciones en la sociedad.

Las políticas de igualdad enfocan la remoción de barreras y trabas que impiden a uno y otro género gozar plenamente de las oportunidades que ofrece la sociedad (Anderson, 2000). La promoción de la igualdad de oportunidades surge ante la evidencia de que no basta ofrecer un trato de igualdad a las personas, pues no todas han tenido las mismas posibilidades de recibir educación o capacitación laboral.

La intervención del estado para aminorar las asimetrías de género, ha dado lugar a estrategias para modelar las políticas públicas de tal suerte que éstas no reproduzcan las desigualdades y contribuyan a remontar las desventajas.

Algunos elementos esenciales que orientan las intervenciones públicas hacia relaciones más equitativas de género son:

- Hacer visibles a las mujeres (y los hombres) como sujetas sociales y partícipes del proceso de desarrollo.
- Incluir las necesidades e intereses de las mujeres, al igual y en el mismo plano que los de los hombres, en todos los niveles, áreas y ámbitos de las políticas públicas.
- Identificar los obstáculos para la participación de las mujeres en las iniciativas de desarrollo y crear las condiciones que aumenten la calidad de su intervención.
- Diseñar acciones que garanticen que los beneficios del desarrollo serán equivalentes para mujeres y hombres de una manera sistemática.
- Favorecer procesos de empoderamiento de las mujeres y las personas en situación de desventaja con el fin de reducir las brechas.

5.5.1.1.6 Factores críticos de éxito.

En este informe se destacan los factores críticos de éxito en proyectos de apropiación tecnológica, en particular en aquéllos que promueven la adopción de tecnologías alternativas, descentralizadas y que exigen un alto compromiso social y comunitario.

Conviene resaltar que las propuestas de tecnologías alternativas a los sistemas tradicionales del saneamiento surgen de dos preocupaciones: una se refiere a la falta de eficiencia de las formas convencionales para resolver los rezagos en la prestación de servicios de saneamiento, especialmente de poblaciones pobres y marginadas tanto de zonas rurales como urbanas. El segundo aspecto, ligado al primero, es que la inversión para la construcción de infraestructura tradicional es muy alta y los recursos son insuficientes, por lo que se desata una fuerte competencia por el presupuesto público. En general, ha predominando la tendencia a priorizar los asentamientos urbanos bajo la lógica que se beneficiará a un mayor número de personas, lo que ha propiciado que las poblaciones pequeñas y rurales estén en situación de permanente desventaja y, por ello, presenten los porcentajes más bajos de cobertura. Las disparidades también están presentes en las ciudades, en las que –al igual que en las zonas rurales- la carencia de servicios está asociada con la pobreza.

Las tecnologías alternativas descentralizadas apuntan a aliviar estas dos tensiones: están orientadas a satisfacer las necesidades de poblaciones tradicionalmente rezagadas y buscan hacerlo a un costo económico menor que las formas convencionales. El cumplimiento de estos dos supuestos se convierte así en factores críticos de éxito en la medida en que se conciben justamente como una opción válida, lo que podría entenderse como su “ventaja comparativa”.

Sin embargo, esto ha generado una idea errónea de que las tecnologías alternativas “son para los pobres” propiciando la falta de calidad en los servicios que va en detrimento de los supuestos de dignidad y privacidad referidos en la definición de las Naciones Unidas. Por ejemplo, la instalación de baños secos con deficiencias técnicas y con construcciones precarias ha abonado a estas visiones y produce un rechazo pues las personas aspiran a acceder a un sanitario convencional porque lo asocian con la superación de la pobreza. La exaltación de lo urbano como símbolo de la modernidad y de lo rural del atraso, afianza las resistencias culturales a las propuestas alternas.

La búsqueda de soluciones diferentes también ha sido impulsada por los impactos que tienen los sistemas tradicionales sobre el medio ambiente, ya sea porque no cierran el ciclo mediante el tratamiento de las aguas residuales o porque las plantas presentan problemas de funcionamiento y también generan residuos (lodos) muy contaminantes.

El cuidado del medio ambiente ofrecido por las tecnologías alternativas, es una contribución que tiene que valorarse y hacerse visible. Ello implica la generación de una conciencia que posibilite que estas tecnologías sean aceptadas no sólo por sus beneficios inmediatos e individuales, sino por su aporte a la conservación de los recursos naturales como un patrimonio común.

De ahí que sea crucial la forma en que se concibe y realiza el planteamiento desde el inicio del proceso, como una solución viable desde el punto de vista **económico, técnico, ambiental y cultural**. El equilibrio entre estas cuatro dimensiones es importante y por ello es preciso analizar las condiciones tanto internas (de las instituciones promotoras), como externas (las localidades y su contexto), en cada caso concreto.

Los aspectos **técnicos** son centrales en proyectos de esta naturaleza, pero no por ello debe obviarse su correlación con los factores económicos, sociales y culturales o colocarse por encima de ellos. Las tecnologías propuestas deben ajustarse al contexto en el que serán puestas en funcionamiento y contar con las condiciones materiales (como terreno suficiente y disponible para las plantas de tratamiento mediante humedales, por ejemplo);

geológicas, físicos, ambientales, etc. Todo esto se considera en los estudios técnicos correspondientes, pero es indispensable que los profesionales que realizan estos estudios, tomen en cuenta que las tecnologías deben ser aceptadas y apropiadas por sus potenciales usuarios, por lo que la coordinación entre ellos y las personas que se responsabilizan de la investigación e intervención social es indispensable.

Los proyectos propuestos y las expectativas que generan en la población tienen que ajustarse a la **capacidad económica** tanto de las instituciones que participan en su financiamiento como de las posibilidades de las comunidades e instituciones locales para la operación y mantenimiento de las mismas. Es pertinente que, junto con los gastos de construcción o instalación de las tecnologías, se realicen proyecciones de mediano y largo plazo sobre los costos de operación y mantenimiento de las instalaciones. No basta con establecer que serán las comunidades las responsables de hacerlo para que ello realmente suceda, sino que dependerá de las condiciones económicas de la población, de la tradición de cooperación y de la voluntad y capacidad de las autoridades locales. Estos servicios, aunque descentralizados, siguen siendo responsabilidad pública y en muchos casos la aportación comunitaria requiere ser complementada con recursos públicos en forma permanente. Hay que trascender las tendencias a privilegiar los criterios de mercado por sobre las consideraciones sociales y ambientales. La autosuficiencia financiera de un sistema no siempre es posible mediante el cobro de cuotas o pago por los servicios, sobre todo en contextos en donde los rezagos han sido históricos. No hay que olvidar que una razón intrínseca de ser de las instituciones públicas es justamente velar por el reparto adecuado de la riqueza social y el ejercicio de los derechos humanos.

El trabajo al interior de las unidades domésticas forma parte de la contribución de las comunidades en lo que se refiere a la provisión de servicios de agua y saneamiento. La falta de valoración social y económica que aún prevalece del trabajo doméstico, mayoritariamente realizado por las mujeres, no sólo reproduce las asimetrías de género, sino que obvia problemáticas como intensificación y extensión de las jornadas laborales y reduce las posibilidades de desarrollo personal de quienes, en la familia y en la comunidad, se encarga de proveer el agua, realizar labores de limpieza de las instalaciones, cuidado de personas enfermas por problemas hídricos o por falta de servicios.

Es preciso que estas contribuciones se tomen en cuenta para seleccionar las localidades (polígono) y su aporte durante las actividades de instalación, operación y mantenimiento de las tecnologías alternativas, es decir, se les asigne un valor social y económico.

Las soluciones tecnológicas alternativas y su apropiación ponen en un primer plano los aspectos sociales porque demandan la participación comunitaria –individual y colectiva- y porque exigen **cambios culturales** que son los más difíciles de lograr. Esto ha sido el talón de Aquiles de los proyectos de apropiación tecnológica, pues aunque las otras tres dimensiones hayan sido adecuadamente valoradas (ambientales, técnicas y económicas), el proyecto fracasará si no existe la convicción de las y los usuarios de que las tecnologías son adecuadas y vale la pena la inversión de recursos, tiempo y energía social para mantenerlas.

Si fuera posible adoptar el concepto de “factor asesino” (killer issue)¹⁷ usado en la metodología de marco lógico, podría decirse que la falta de participación social llevará a la muerte de los sistemas de saneamiento mediante tecnologías alternativas.

Hay que sopesar adecuadamente las condiciones sociales y las posibilidades reales de generar procesos comunitarios lo suficientemente sólidos con el fin de tener una certeza relativa de las posibilidades de éxito del proyecto. No es un asunto menor pues no puede dejar de señalarse que hay una merma en las tradiciones comunitarias y que se ha quebrado, en gran medida, el tejido social. No obstante, no hay mejor camino para trascender este déficit de ciudadanía que la promoción de la búsqueda colectiva de soluciones a los problemas sociales.

En resumen, los proyectos de saneamiento mediante tecnologías alternativas descentralizadas implican cuatro dimensiones que deben estar alineadas y concatenadas. El desbalance en una de ellas puede dar al traste con todo el proyecto. Por ejemplo, un cálculo económico inadecuado puede dejar una instalación construida pero sin posibilidades de operación o mantenimiento. Muchos otros ejemplos pueden mencionarse, como la falta de una valoración certera de factores ambientales, técnicos o sociales. La interrelación de estos cuatro factores críticos de éxito, podría ilustrarse como se muestra en la siguiente figura.

¹⁷ Los factores asesinos son aquellos que adquieren mucha importancia en el caso de que ocurran. Pueden tener escasa probabilidad de presentarse (por ejemplo, la brusca modificación en la paridad del tipo de cambio en momentos de estabilidad económica si el proyecto tienen financiamiento externo), pero si lo hacen, el proyecto fracasará. Si tienen alta probabilidad de ocurrencia y son totalmente negativos se deberá reformular el proyecto o en su defecto abandonarlo (Örtengren, 2005).



Figura 5.5.1.1.6.1- Factores que intervienen en el éxito de los proyectos de introducción de tecnologías alternativas.

A continuación, se describirán las etapas en que se ejecutará en las comunidades la metodología desarrollada para la implementación de los humedales artificiales con una amplia participación comunitaria. Se enunciarán el conjunto de actividades, técnicas y materiales que se emplearán en cada una de las etapas.

5.5.1.2. Elaboración de diagnóstico participativo sobre la situación del saneamiento en la cuenca Valle de Bravo Amanalco.

En relación a la estrategia de fomento a la participación social y desarrollo de capacidades comunitarias (en conocimientos sobre la relación agua salud y saneamiento y en la operación y mantenimiento de los humedales artificiales), durante los primeros meses de 2017 se llevaron a cabo los primeros talleres participativos en las cuatro localidades del municipio de Amanalco de Becerra, donde se contempló originalmente desarrollar el proyecto, a saber: San Juan, San Mateo, San Miguel Tenextepc y Amanalco. Posteriormente, se desarrolló un proceso similar en la localidad de San Francisco Mihualtepec, Donato Guerra.

El objetivo de estos talleres fue doble. Por un lado, obtener un diagnóstico comunitario sobre la problemática del saneamiento en las localidades y reflexionar colectivamente sobre las posibles soluciones. Por otro lado, brindar información a los asistentes en torno a los humedales artificiales, como la alternativa tecnológica que ofrece este proyecto para el tratamiento de las aguas residuales de la región y conocer la opinión de los asistentes sobre dicha alternativa.

La metodología desarrollada en cada taller contempló dos grandes momentos. En el primero, se realizó una reflexión colectiva sobre la problemática del drenaje de la localidad a partir de la respuesta de tres preguntas generadoras:

1. ¿Cuál es la historia del drenaje en su localidad?
2. ¿Cuáles son los principales problemas con el drenaje en su localidad?
3. ¿Qué soluciones existen para solucionar esos problemas?

Para resolver estos cuestionamientos, se dividió el grupo en tres equipos de trabajo y se le pidió a cada uno responder alguna de las preguntas. Luego de la reflexión grupal, un representante de cada equipo expuso sus resultados en plenaria.

En el segundo momento del taller. Un especialista del IMTA, presentó información sobre las alternativas tecnológicas existentes para el saneamiento de las aguas residuales, poniendo énfasis en que los humedales artificiales, dado que es una tecnología de bajo costo y fácil operación, es la alternativa más viable para solucionar el problema de la falta de

saneamiento en la región y la que puede contribuir a disminuir el impacto negativo de las aguas residuales en el medio ambiente y la salud humana.

Para concluir la reflexión colectiva, se les pidió a los asistentes que expresaran sus opiniones, dudas e inquietudes en torno a la instalación de un humedal artificial en la localidad. Por último, se definieron acuerdos y pasos a seguir entre la comunidad y las instituciones.

El siguiente cuadro resume los resultados obtenidos durante los talleres comunitarios desarrollados, los cuales fueron una importante fuente de información del diagnóstico sobre el servicio de saneamiento de la zona de estudio en el municipio de Amanalco.

Tabla 5.5.1.2.1- Resumen de resultados de los talleres comunitarios de saneamiento en las localidades de San Juan, San Mateo, San Miguel Tenextepec y Amanalco de Becerra.

Resultados obtenidos durante los talleres comunitarios de saneamiento y humedales el 17 de enero del 2017 en San Juan y San Miguel Tenextepec, el 18 de enero del 2017 en San Mateo y el 29 de marzo del 2017 en Amanalco.		
San Juan		
Secciones que cuentan con infraestructura de drenaje:	1ª y 2ª sección.	
Sitio en donde termina o descargan los colectores de drenaje:	1ª sección termina en la planta de tratamiento, pero una parte se infiltra en el suelo durante el trayecto. 2ª sección llega del minisúper al CCMSS. 3ª sección no tiene colectores ni drenaje.	
Historia	Problemas	Propuestas
<ul style="list-style-type: none"> • 1978 –Se prohibieron fosas sépticas. • 1999 – Primera instalación de drenaje sin conexiones domiciliarias. • 2005 – Segunda instalación de drenaje, más tubería y con conexiones domiciliarias (1ª sección mayoría de las conexiones). • 2008 – Construcción de PTAR (durante el gobierno de Estado de México de Peña Nieto), funcionaba con la compuerta de San Bartolo abajo. • 2010 – Se empezó a regresar el agua de Amanalco, subió 2 m el nivel del agua cuando San Bartolo subió y modificó la compuerta. 	<ul style="list-style-type: none"> • Drenaje de la segunda sección no llega a la planta de tratamiento. • La planta de tratamiento no funciona y se inunda. • El agua de lluvia se mete al drenaje. • El colector se azolva, se taponea porque no tiene suficiente nivel. • Las casas que están de la carretera hacia “La Laguna” no pueden conectarse al drenaje porque el agua se les regresa. • Conflicto con la comunidad de San Bartolo debido a que no bajan la compuerta de la presa para bajar el nivel del agua de San Juan. • La compuerta no se abre en época de lluvias. 	<ul style="list-style-type: none"> • Comprar un terreno donde se pueda hacer un tratamiento del agua proveniente de Amanalco. • Hacer un proyecto de rediseño de la infraestructura del drenaje existente (principalmente el ramal de la 2ª sección al súper). • Bajar el nivel nuevo de la cortina de la Unidad de riego de San Bartolo y regresar al nivel anterior. • Demoler el retén o muro de la cortina de la Unidad de riego de San Bartolo.

<ul style="list-style-type: none"> 2014 – Instalación de baños secos por parte de ProCuenca para los que no tienen drenaje (pocos y no todos lo hicieron). 		
San Miguel Tenex-tepec		
Secciones que cuentan con infraestructura de drenaje:		1ª y 2ª sección
Historia	Problemas	Propuestas
<ul style="list-style-type: none"> 1970 – No había lugares de saneamiento, ni baños. 1990 – Se hicieron los primeros baños gracias al apoyo de la C.P. Mercedes Colín pero no había agua en las casas, se tenían que abastecer en el manantial. 1996 –Trajeron agua de Corral de Piedra, el gobierno puso el material. 2000 – Se construyeron la mayoría de las fosas sépticas de tabique “enhuacaladas” con programas de apoyo a la vivienda. 2006 – Se construyó la obra del drenaje, destruyendo el camino. Es una sola línea de 1 ½ km sin ramales y nadie se pudo conectar. 2013 – Se siguen arreglando tramos del camino, pero aún faltan. El delegado de la 1ª sección hace un 	<ul style="list-style-type: none"> No hay instalación funcional de drenaje, aunque está el colector. No hay ramales hacia el drenaje principal. No hay conexiones domiciliarias, pero algunas están preparadas para conectarse. Únicamente usan fosas sépticas para aguas negras que se infiltran al subsuelo. Algunas personas no tienen baños ni letrinas (defecación al aire libre). Hay alrededor de 20 casas por debajo del colector principal y no van a poder conectarse. Población contigua no acepta recibir el agua residual, ya que utilizan el agua para riego. Las aguas grises se descargan directamente a calles y barrancas. 	<ul style="list-style-type: none"> Conexión a drenaje y buscar a donde debe llegar el drenaje que no sea el río para no dañar a San Bartolo. Drenaje para las casas de la zona de abajo del nivel del colector actual (20 casas). Tratar el agua en sitio, filtros domésticos antes de la fosa. Propuesta1: Construir ramales que vayan de norte a sur por los caminos existentes para conectar al drenaje y que este vaya directo al colector principal (al poniente) hacia la PTAR sin dar vueltas. Propuesta 2: Quedarse todos con sus fosas sépticas y rehabilitarlas, ponerles algún tipo de filtro. Que cada quien tenga su fosa con tratamiento y no juntar toda el agua residual para no contaminar.

<p>reporte ante CAEM y no recibieron respuesta ni apoyo.</p>	<ul style="list-style-type: none"> • Destrucción de pavimentos que ya estaban por la instalación de la tubería de drenaje y no se volvió a reparar (1996). 	
San Mateo		
<p>Secciones que cuentan con infraestructura de drenaje:</p>	<p>1ª, 2ª y 3ª sección</p>	
<p>Sitio en donde termina o descargan los colectores de drenaje:</p>	<p>Río Del Salto</p>	
Historia	Problemas	Propuestas
<ul style="list-style-type: none"> • La Comisión del Agua del Estado de México (CAEM), con la colaboración del Gobierno Federal mandaron realizar la instalación de los colectores a dos empresas constructoras en el año 2012, primero perforaron las calles y luego se colocaron los colectores. • Hasta enero de 2017, la obra aún no había sido culminada ni entregada. Las calles aún seguían dañadas por la deficiente reparación que se hizo tras la instalación de colectores. 	<ul style="list-style-type: none"> • No está terminado llega a la mitad de la carretera Amanalco-San Mateo y estaba programado para llegar a la planta de tratamiento. • Descargas de aguas residuales directas a los ríos, canales de riego y calles. • Fugas de agua potable. • Destrucción de caminos y el municipio no puede reparar las calles porque es una obra estatal. • La Planta de tratamiento de San Juan no funciona porque el municipio de Amanalco no tiene el recurso suficiente para operarla, ya que la electricidad es muy costosa. • La comunidad de San Bartolo riega con el agua contaminada procedente del río Amanalco. 	<ul style="list-style-type: none"> • Mantener las fosas sépticas domésticas o los biodigestores. • Que las autoridades que estuvieron trabajando en la infraestructura, rindan cuentas sobre las obras inconclusas y los problemas causados. • Las autoridades reparen el daño de los caminos de la comunidad. • Darles un correcto tratamiento a las aguas residuales.

	<ul style="list-style-type: none"> Se contaminan las tierras de la zona de la laguna con los drenajes de las comunidades de la parte alta de la subcuenca de Amanalco. CONAGUA realizó pruebas de calidad de agua al río Amanalco, teniendo como resultado una muy mala calidad, por lo que se sancionó al municipio por la contaminación de esta agua. 	
Amanalco		
Secciones que cuentan con infraestructura de drenaje:	90% de Amanalco	
Sitio en donde termina o descargan los colectores de drenaje:	<ol style="list-style-type: none"> 1) La que está enfrente del kínder (es la más grande). 2) Sobre la Av. 16 de septiembre, en el puente, que va a dar al río chiquito. 3) Una segunda salida que llega al mismo río chiquito. 	
Historia	Problemas	Propuestas
<ul style="list-style-type: none"> Antes podían nadar y usar el río de forma recreacional. Había patos y peces en el río. No tenían enfermedades por el agua contaminada. No había mal olor. Utilizaban fosas sépticas. 	<ul style="list-style-type: none"> La capacidad de la planta tratadora no es suficiente. El drenaje no tiene el nivel para llegar a la tratadora, entonces se va por el canal, el cual se desborda inundando a las parcelas en el camino. Los drenajes son chicos, no soporta el agua pluvial y se desbordan. También el agua de los manantiales se va al drenaje. 	<ul style="list-style-type: none"> Analizar la situación y necesidades de los habitantes vecinos al terreno donde se hará el humedal para ver la posibilidad de instalarles conexiones al drenaje. Realizar una visita con los vecinos a un humedal que ya se encuentra en operación para convencerlos de que no afectará y mostrar los beneficios que les traerá y que ellos mismo aclaren todas sus inquietudes.

	<ul style="list-style-type: none">• Conflicto con San Bartolo, no quieren modificar la compuerta de San Bartolo y el nivel del agua sube y llega hasta el kínder.• No sirve el drenaje.• El agua tiene mal olor.• No se puede utilizar el agua para el hogar.• Algunos no tienen acceso al agua entubada en sus domicilios.• No están conectados al drenaje.• Ninguna de las obras realizadas, especialmente por el gobierno, están terminadas.	
--	---	--

5.5.1.3 Sensibilización y fortalecimiento de capacidades a nivel local.

Uno de los objetivos de la estrategia de participación social, fue desarrollar un proceso de sensibilización y fortalecimiento de capacidades entre los pobladores y funcionarios municipales involucrados en el desarrollo del proyecto. Dicho proceso se efectuó mediante la realización de talleres y reuniones en las localidades, entrevistas individuales o colectivas, elaboración y distribución de diversos materiales de difusión de información, entre otros métodos. Con estas actividades y materiales de difusión se buscaron dos metas: a) detonar procesos de reflexión e internacionalización entre la población, sobre la relación existente entre la triada *salud-agua-saneamiento*; b) informar sobre la alternativa tecnológica que ofrecen los humedales artificiales para lograr el saneamiento de las aguas de la región y el mejoramiento de la calidad de vida de sus habitantes, así como brindar alternativas económicas desde la producción agrícola.

Las actividades de sensibilización y capacitación se plantearon desde una perspectiva de reflexión, construcción conjunta del conocimiento y rescate de experiencias locales. Se partió de la premisa que deben ser los propios sujetos sociales, en este caso las personas de las comunidades participantes, quienes establezcan los nexos entre la problemática social en la que se quiere intervenir (la falta de saneamiento de las aguas residuales) y las alternativas de solución deseables (los humedales artificiales).

A continuación, se describen las actividades de sensibilización y fortalecimiento de capacidades que se desarrollaron con los distintos actores institucionales y sociales presentes en la cuenca Valle de Bravo-Amanalco.

Al inicio, las actividades se enfocaron en el fomento de la participación social en el área del proyecto (la zona aledaña al predio de San Sebastián el Chico donde se instalaría el humedal artificial demostrativo) y consistió en implementar una estrategia diseñada para generar información y contribuir al desarrollo tanto de la estrategia de participación social, como de la estrategia de mediación con actores sociales. Específicamente, la estrategia se planteó realizar entrevistas con los pobladores de las cuatro localidades de Amanalco, para determinar el grado de información de la población sobre los humedales y para sensibilizarlos sobre las ventajas y beneficios de tener un humedal que contribuya al saneamiento del río Amanalco e incida en la disminución de riesgos sanitarios por la falta de saneamiento de las aguas residuales.

Para ello, se diseñó una entrevista la que fue diseñada para obtener información sobre los siguientes objetivos: a) detectar el grado de conocimiento que tienen los habitantes de las localidades de Amanalco sobre la tecnología de los humedales artificiales, b) brindar información sobre esta tecnología a los pobladores y c) detectar posibles conflictos en la instalación del humedal.



Foto 5.5.1.3.1- Levantamiento de información entre los propietarios de los predios aledaños al terreno donde se instalará el humedal demostrativo.

Para la determinación del universo poblacional al que se aplicaría la entrevista, se empleó la zonificación que se desarrolló en la Actividad 5.2 (Revisión y análisis de la situación jurídica y legal de los terrenos en los que se proyecta la construcción de los humedales). Hay que recordar que en dicho estudio se determinaron cinco zonas en las que se encontraron terrenos aptos para la instalación de humedales artificiales. A continuación, se muestra un mapa con las zonas.

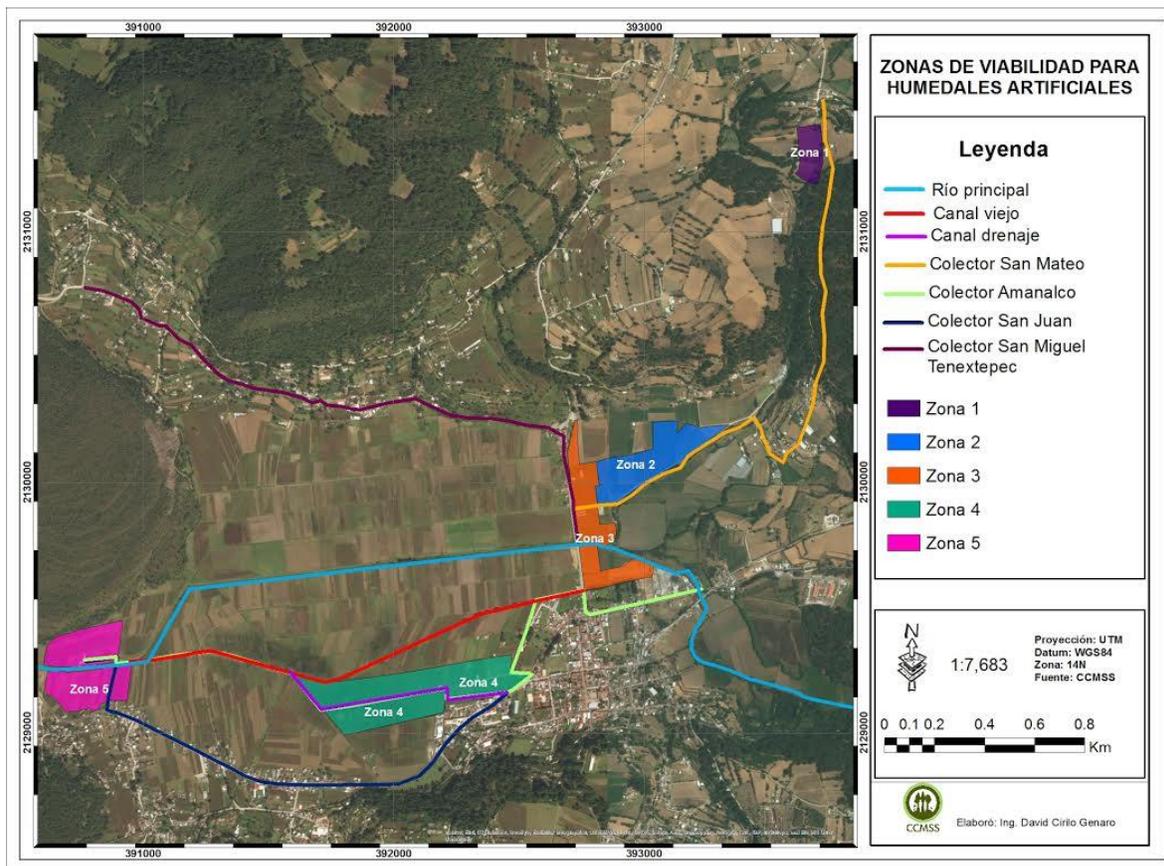


Figura 5.5.1.3.1- Mapa con definición de cinco zonas susceptibles para la instalación de humedales en Amanalco.

Posteriormente, se inició la aplicación del cuestionario en dos de estas zonas: la primera es la zona 3, que es donde se localiza el terreno de la señora María de Jesús Susana Contreras Vera, ubicada en la localidad de San Sebastián Chico. La segunda zona donde se aplicó esta metodología fue la zona 4 que se ubica en la cabecera municipal de Amanalco y que cuenta con terrenos aptos para instalar un humedal que trate el agua residual de las localidades de Amanalco y San Juan.

La idea de esta estrategia fue entrevistar a todos los propietarios de los predios vecinos al terreno donde piensa instalar el humedal demostrativo (predio de la señora María de Jesús Susana Contreras Vera), caso de la zona 3. Y a los propietarios de los predios comprendidos en la zona 4, ubicada en Amanalco.

Como resultado de este sondeo, se pudo entrevistar a 16 propietarios de los predios vecinos al humedal, los cuales en su mayoría no conocían las características de la tecnología del

humedal; la mitad estaba enterada del proyecto que OCAVM, IMTA y CCMSS están desarrollando en esta zona y la enorme mayoría (todos menos uno) no se oponía a que se construyera el humedal en el terreno de Doña María de Jesús Susana Contreras.

En los meses siguientes, el trabajo de consulta se centró en las zonas cuatro y cinco, logrando realizar 7 entrevistas. Cabe señalar que, además de obtener información sobre la postura de los entrevistados frente a la instalación de humedales en la zona, se aprovechó el conocimiento de los entrevistados para verificar la división de los predios y la identificación de sus propietarios de las zonas cuatro y cinco. De esta manera, se pudo constatar que las zonas 4 y 5, han cambiado en su división parcelaria. En el informe mensual de mayo se incluyeron algunas imágenes con la nueva división parcelaria y la lista actualizada de propietarios.

Como resultado de la consulta, se puede concluir que la gran mayoría de los entrevistados desconoce la existencia de tecnologías alternativas para el saneamiento de las aguas residuales, como los humedales artificiales, aunque están de acuerdo en que se instale un humedal en la zona; siempre y cuando sea viable la instalación pues se mencionó que esta zona, conocida como “la laguna”, se inunda.

A propósito de las inundaciones, es importante señalar que el tema del dique de San Bartolo, es un aspecto que salió en las entrevistas realizadas a los propietarios de la zona 4, que viven en las localidades de Amanalco y San Juan. Para estos pobladores, la existencia de este dique es la causa de las recurrentes inundaciones de las parcelas y su mayor demanda es que se quite el dique. Para ellos, este problema es el más importante de atender.

Metodología de la consulta.

La metodología desarrollada en la identificación de los propietarios de los predios vecinos a los “futuros humedales”, fue la siguiente:

- Se revisó la lista de propietarios de la zona que se obtuvo en las oficinas de Catastro Municipal de Amanalco, con lo cual se inició la búsqueda de los propietarios de cada zona.
- Se realizaron recorridos por las zonas y se ubicaron a las personas que estuvieran trabajando en los terrenos, casas y/o negocios vecinos a los predios de cada zona.
- Una vez contactado al potencial informante, se le brindó información sobre la visita y se corroboró que el informante estuviera en el listado de Catastro, en caso negativo, se realizaron las indagatorias pertinentes para continuar con la búsqueda

de los dueños actuales de acuerdo a las referencias proporcionadas por los entrevistados.

- Para tener una mejor referencia de los propietarios actuales, se utilizó un mapa de cada zona, el cual se mostró a las personas entrevistadas para que ayudaran a validar los límites de los predios y ubicar a los actuales propietarios.
- Una vez validado el predio y su posesionario, se les aplicó el cuestionario con los temas ya descritos. (Se anexa cuestionario).
- Durante la entrevista se entregó a las personas un folleto con información sobre las características y beneficios de los humedales (se anexa).



Foto 5.5.1.3.2- Brindando información sobre los humedales.



Foto 5.5.1.3.3- Brindando información sobre los humedales.



Foto 5.5.1.3.4- Proceso de identificación de los propietarios de los terrenos aledaños al sitio donde se instalará el humedal.

A continuación, se muestran algunas fotografías del proceso de consulta a los propietarios de las zonas cuatro y cinco.



Foto 5.5.1.3.5- Proceso de identificación de los propietarios de los terrenos de la zona 4.



Foto 5.5.1.3.6- Levantamiento de información entre los propietarios de los predios de la zona 4.

ANEXOS DE LA CONSULTA

Cuestionario sobre conocimiento y postura frente a la instalación de humedales en Amanalco.

Fecha: _____

Nombre: _____

1. Edad (años cumplidos) _____

2. Sexo

1. Hombre (...)

2. Mujer (...)

Dirección:

3. ¿Sabe usted que existe una forma natural de tratar el agua negra (llamados humedales) que consiste en inundar terrenos en los que se puede cultivar plantas que limpian el agua, la cual puede ser reutilizada?

1. SI (...)

2. NO (...)

Mostrar tarjeta de humedales y explicar brevemente

4. ¿Sabe usted que se construirá un humedal en el terreno de la Señora María de Jesús Susana Contreras Vera, para limpiar las aguas negras de San Mateo?

1. SI (...)

2. NO (...)

5. ¿Estaría usted de acuerdo en que se instale un humedal?

1. De acuerdo (...)

2. En desacuerdo (...)

CONAGUA COMISIÓN NACIONAL DEL AGUA

¿QUÉ SON Y PARA QUE SIRVEN LOS HUMEDALES?

IMTA INSTITUTO MEXICANO DE TECNOLOGÍA DEL AGUA



- Son plantas de tratamiento de aguas negras. Están formados por estanques poco profundos (50 cm), que contienen grava y plantas.
- Sirven para eliminar los contaminantes del agua.
- Se hace pasar el agua residual (aguas negras) a través de estos estanques para su purificación. el agua tarda de 5 a 6 días en pasar por el humedal.
- Las plantas y los microorganismos que viven en el agua tienen la función de reducir la cantidad de contaminantes, es decir, limpian el agua negra.
- Las plantas que se siembran pueden ser el tule, carrizo, papiro o el alcatraz. Las especies de ornato se pueden cultivar y vender.
- El agua tratada en el humedal puede ser usada para riego de cultivos, riego de áreas verdes, cultivo de peces y evita la contaminación de ríos y lagos..

Figura 5.5.1.3.2- Tarjeta informativa sobre características y beneficios del humedal.

En relación a la estrategia de fomento a la participación social, se trabajó en el fortalecimiento de la sensibilización, la participación y el apoyo de la población para la implementación del proyecto de instalación de humedales artificiales en las localidades del municipio de Amanalco.

Para lograr este objetivo, se desarrollaron dos actividades paralelas.

- 1) Por un lado, se continuó con la entrega de información impresa (folletos y trípticos) a los pobladores, la cual ofrece información amplia y pertinente sobre las características técnicas y los beneficios que obtiene el medio ambiente y la población con la instalación de humedales artificiales en las localidades de Amanalco.
- 2) Por otro lado, en colaboración con el Consejo Civil Mexicano para la Silvicultura Sostenible (CCMSS) se realizó una invitación a pobladores, autoridades y miembros de la sociedad civil, para que acudieran a una visita guiada para el reconocimiento técnico a un humedal artificial que está trabajando eficientemente en la localidad de San Jerónimo Purenchécuaro, ubicado en la ribera del lago de Pátzcuaro en Michoacán. La fecha de la visita fue programada para el día 4 de julio de 2017.

En relación a la primera actividad, como se abundará en el apartado relativo a la estrategia de comunicación e información, se realizaron recorridos por las localidades donde viven los propietarios de los predios agrícolas aledaños al terreno donde se instalará el humedal artificial demostrativo. Es decir, se realizaron recorridos en las localidades de Amanalco, San Sebastián El Chico, San Miguel Tenextepec y San Mateo; el objetivo de estos recorridos fue la difusión y entrega de dos ejemplares de trípticos con información sobre la problemática del saneamiento en el municipio de Amanalco y la alternativa tecnológica que ofrecen los humedales artificiales. Los receptores de esta información fueron principalmente los propietarios de los predios agrícolas, aunque también se entregaron a la población en general.



Foto 5.5.1.3.7- Entrega de información sobre los humedales artificiales a los pobladores de las localidades de Amanalco.



Foto 5.5.1.3.8- Entrega de información sobre los humedales artificiales a los propietarios de las parcelas aledañas al predio donde se instalará el humedal demostrativo.

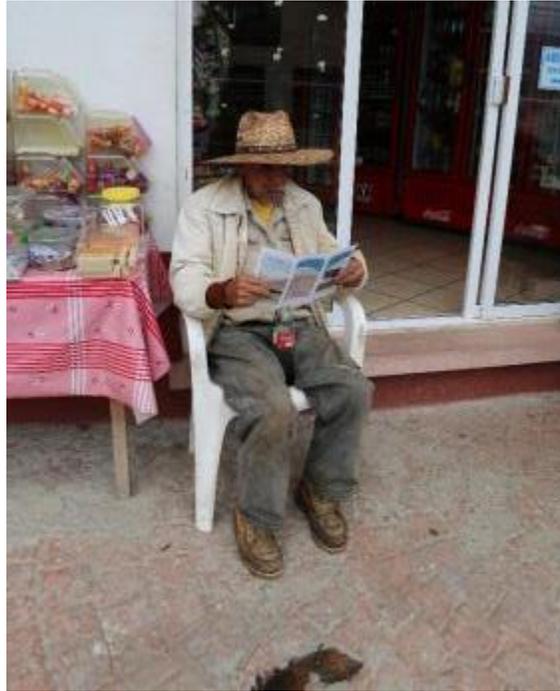


Foto 5.5.1.3.9- Entrega de información sobre los humedales artificiales a los pobladores de las localidades de Amanalco.

Sobre la segunda actividad diseñada para lograr la sensibilización, participación y apoyo de la población en la implementación del proyecto, se programó una visita técnica a un humedal artificial que está funcionando en Michoacán. El objetivo es llevar a un grupo representativo de pobladores y autoridades del municipio de Amanalco, para que conozcan y constaten in situ que tecnologías alternativas, como el humedal, son funcionales para el saneamiento de las aguas residuales y en el cuidado del medioambiente y la salud humana. La idea es fortalecer el interés y el apoyo de estos pobladores, para que se logre la instalación de humedales en la cuenca Valle de Bravo-Amanalco.

Para la visita a dicho humedal se contempló la asistencia de alrededor de 15 personas, entre pobladores, autoridades municipales y representantes de las asociaciones de la sociedad civil.

Para la convocatoria, se diseñó el siguiente programa de actividades:

**VISITA AL HUMEDAL ARTIFICIAL EN SAN JERÓNIMO PURENCHÉCUARO,
MICHOACÁN.**

Fecha 4 de julio de 2017

Horario	Actividad	Observación
8:00 – 8:05	Reunión en las oficinas del CCMSS en Amanalco	Llegar ya desayunados
8:05 – 12:30	Viaje de Amanalco a San Jerónimo	
12:30 – 14:30	Visita y recorrido al humedal artificial de San Jerónimo	En la localidad hay dos humedales, se visitará sólo uno, el que está funcionando bien.
14:30 - 15:30	Comida en el Restaurante El Tigre	Ubicado en la cabecera municipal de Quiroga
15:30 – 18:30	Viaje de regreso a Amanalco de Becerra	
	FIN DE VIAJE	

En la fecha programada, se realizó la visita al humedal artificial de la localidad de San Jerónimo Purenchécuaro, Michoacán. Como se recordará, en colaboración con el Consejo Civil Mexicano para la Silvicultura Sostenible (CCMSS) se planificó y lanzó una convocatoria a pobladores, autoridades y miembros de organizaciones de la sociedad civil, para participar en una visita guiada a un humedal artificial de San Jerónimo Purenchécuaro, que el IMTA diseñó y supervisó su construcción. Ello en el marco del Programa de Recuperación Ambiental de la Cuenca del lago de Pátzcuaro, desarrollado en el año 2010.

El objetivo de esta visita fue brindar información de primera mano a un grupo representativo de pobladores y autoridades del municipio de Amanalco, sobre las características técnicas y ambientales de un humedal artificial. Se pretende que los asistentes constaten el funcionamiento del humedal y los beneficios que tiene para el saneamiento de las aguas residuales, el cuidado del medioambiente y la salud humana.

Con esta acción, se buscó fortalecer el interés y el apoyo de los pobladores, para instalar los humedales en la cuenca Valle de Bravo Amanalco. Una vez que los visitantes constaten en vivo, que un humedal artificial no genera malos olores, ni mosquitos; que es benéfico para el medio ambiente y la salud humana; además de ser una potencial fuente de ingresos; estas personas se establecerán como los principales promotores y defensores de la implementación de esta alternativa tecnológica en la cuenca, además de que se podrá contar con ellas en futuras actividades de fomento a la participación social.

Como resultado de la convocatoria, se logró una asistencia de 15 pobladores y líderes del municipio de Amanalco, es importante señalar que la mayoría de los visitantes tienen cargos de representación en sus localidades: delegados municipales, Comisarios de bienes comunales, representantes de asociaciones de regantes, entre otros cargos. De San Mateo acudieron seis personas; de San Miguel Tenex-tepec, fueron cinco personas; de Amanalco, asistieron tres personas y un miembro de la Comisión de Cuenca. Por parte de las instituciones convocantes, acudieron dos representantes del CCMSS y tres investigadores del IMTA, además del chofer que brindó esta institución.

A continuación, se muestra la lista de asistencia de los pobladores de las comunidades de San Mateo, San Miguel Tenex-tepec y Amanalco, además del representante del Consejo de Cuenca de Valle de Bravo-Amanalco (CCVMA):



"VISITA Y RECORRIDO AL HUMEDAL DE SAN JERÓNIMO PURENCHECUARO, MICHOACÁN"

LUGAR: San Jerónimo Purenchécuaro FECHA: 09/07/2012 DURACIÓN: 2.5 hrs

NOMBRE DEL RESPONSABLE (S): Lucía Madrid R. y Juan Jorge Riquelme

No	NOMBRE COMPLETO	LOCALIDAD	HOMBRE	MUJER	AÑO DE NACIMIENTO	FIRMA	TELEFONO
1	Salvador de la Cruz Morales	San Mateo	✓		30/10/87	<i>[Signature]</i>	7225166129
2	Enrique Luis Basilio	San Mateo	✓		18/12/77	<i>[Signature]</i>	7772165327
3	Pablo Lopez Sanchez	San Miguel	✓		28/4/13	<i>[Signature]</i>	
4	Jose Luis Vera Flores	San Mateo	-		29/04/83	<i>[Signature]</i>	482-1418557
5	Victor Martinez	San Mateo	-		26/7/70	<i>[Signature]</i>	22274949
6	Carlos Blanco Aviles	San Mateo	-		9/4/49	<i>[Signature]</i>	5527660340
7	MANUEL FILOMARCO VIDAL	SAN MATEO	-		9/8/59	<i>[Signature]</i>	
8	Nicasio Lopez Sanchez	San Miguel	-		11/11/53	<i>[Signature]</i>	
9	Silvia de los Angeles Sanchez	San Miguel		✓	02/06/78	<i>[Signature]</i>	7223973020
10	Juvencio Garcia de la Cruz	San Miguel	✓		16/01/67	<i>[Signature]</i>	7225040185
11	Jose Manuel Vilchis Vilchis	CCUBA	✓		30/11/78	<i>[Signature]</i>	922413260
12	Mauricio Tomas Amado	San Miguel	-		22/09/73	<i>[Signature]</i>	7225017468

Figura 5.5.1.3.3- Lista de asistencia a la visita al humedal artificial de San Jerónimo Purenchécuaro. (Página 1).



No	NOMBRE COMPLETO	LOCALIDAD	HOMBRE	MUJER	AÑO DE NACIMIENTO	FIRMA	TELEFONO
	Juan Jimenes Eulajio	Amanalco	X				
13	Pedro Rubio Filomeno	Amanalco	X		26/07/76		722 826-1468
14	José Manuel Aviles Vera	Amanalco	X		30/05/91		55 24 98 1984
15							
16							
17							
18							
19							
20							
21							
22							
23							
24							
25							

Figura 5.5.1.3.4- Lista de asistencia a la visita al humedal artificial de San Jerónimo Purenchécuaro. (Página 2).

La visita se desarrolló de acuerdo al programa de actividades, el cual además de los largos viajes de traslado (entre Amanalco y San Jerónimo se invirtió tres horas de ida y otro tanto de regreso), incluyó un recorrido dentro del humedal para conocer sus características y funcionamiento. En esta parte sustantiva del recorrido, se contó con la presencia de un representante del Organismo Operador de Agua Potable, Alcantarillado y Saneamiento del Municipio de Quiroga (OOAPAS), el cual brindó información sobre el funcionamiento del humedal y el papel que tienen su organización en la operación y mantenimiento de dicha tecnología.



Foto 5.5.1.3.10- Funcionario del OOAPAS de Quiroga, explicando elementos del funcionamiento del humedal.

Además de contar con la participación de este funcionario que ayudó a entender la importancia de contar con el apoyo institucional de las autoridades municipales en la operación y mantenimiento de los humedales, el Dr. Armando Rivas, dio una minuciosa y detallada explicación de los componentes y procesos que ocurren al interior de un humedal artificial. Dicha explicación se fue dando en todos y cada uno de los componentes del humedal.

A continuación, se expone un collage fotográfico que permite observar los momentos en que el Dr. Rivas brinda información sobre el humedal artificial de San Jerónimo:



Fotos 5.5.1.3.11- a 5.5.1.3.14- Aspectos del recorrido y explicación sobre las características del humedal.

Al finalizar el recorrido, se efectuó una sesión de preguntas y respuestas con los asistentes en la cual se escucharon opiniones muy favorables sobre el funcionamiento y utilidad de este tipo de tecnología de saneamiento de aguas residuales. Una opinión que resume la postura de los asistentes es la siguiente:

“Cuando me hablaban de un humedal me imaginaba un pantano con malos olores, lleno de lodo, mosquitos y basura, ahora que conozco uno, veo que no es lo que pensaba. Es algo totalmente distinto...”

A continuación, se muestran algunas imágenes de esta ronda final de conclusiones y opiniones sobre la experiencia en Michoacán:



Fotos 5.5.1.3.15- a 5.5.1.3.18- Ejercicio de cierre de la visita al humedal de San Jerónimo.

Una actividad adicional que se desarrolló durante esta temporada, fue el recorrido por las granjas trutícolas ubicadas en la parte alta de la cuenca del río Amanalco. Dicho recorrido se realizó en compañía del presidente de la Asociación de Productores Trutícolas de Amanalco, el Sr. Guadalupe Mondragón. El objetivo del recorrido fue ubicar el rancho que ofrece las mejores condiciones para la instalación de un humedal artificial que trate las aguas residuales de la mayor cantidad de granjas trutícolas.

Con este fin, el presidente de la Asociación Trutícola, nos acompañó en el recorrido y nos presentó a los propietarios de las granjas visitadas. En total, durante la visita se visitaron dos de las granjas ubicadas al final del río Los Hoyos, uno de los afluentes del río Amanalco.

La primera granja visitada fue “El Ranchito”. Esta es la antepenúltima granja ubicada al final de este río. Su propietario es el señor Sabino Alberto Vera y cuenta con una importante producción truchícola. Es importante señalar que, en este punto, la cantidad de agua que lleva el río es considerable, pues se acumula el agua de ocho manantiales y las descargas de al menos 15 granjas trutícolas ubicadas aguas arriba.

La segunda granja visitada está ubicada aguas arriba de la anterior y se llama “Granja Conejeras”. Esta granja es propiedad del señor Jerónimo Apolinar, es una granja de considerables dimensiones y puede producir hasta 20 toneladas de truchas anualmente. No obstante, al momento de la visita, muchos de sus estanques estaban en rehabilitación y la producción era muy poca.



Foto 5.5.1.3.19- Granja Trutícola “Conejeras”.

Como resultado de la visita a estas dos granjas, se puede concluir que la instalación de un humedal en las granjas trutícolas ubicadas al final de este afluente del río Amanalco, es inviable. Esto es así por la gran cantidad de agua que escurre por esta zona; no se tiene cuantificado los litros por segundo que corren por cualquiera de estas granjas (el agua de ocho mananciales y las descargas de 15 granjas), pero es evidente que se requeriría disponer de un terreno de grandes dimensiones que no tienen las granjas visitadas.

Posteriormente, se realizaron otras actividades vinculadas a la promoción de la participación de los pobladores en el proyecto de instalación de humedales artificiales en el municipio de Amanalco, Estado de México. En concreto, se pueden señalar dos actividades que involucran a dos de los principales actores sociales de la zona: uno de ellos es la Asociación del Módulo de Riego de San Miguel Tenex-tepec y el otro es la Asociación de Productores Trutícolas de Amanalco A.L.P.R. (Asociación Local de Productores Rurales).

Con los agricultores pertenecientes al módulo de riego de San Miguel, como ya se comentó en el apartado de la actividad 5.4 de este informe, se está desarrollando un proceso de información e integración que asegure la participación de alguno de sus miembros en el reúso del agua residual tratada por el humedal artificial.

Cabe señalar que el acercamiento con la asociación del Módulo se inició desde el mes pasado, lo cual fue reportado en su momento, con la realización de una entrevista colectiva a los agricultores: Clemente Gerónimo García, Cecilio Sánchez, Francisco Ramón González y Juvencio García de la Cruz (Comisario de Bienes Comunales de San Miguel Tenex-tepec). En dicha entrevista, los agricultores se mostraron interesados en conocer más sobre el proyecto y de acceder al agua tratada.

En aras de darle continuidad a la relación e interés de estos agricultores, fue que se realizó una visita y entrevista al presidente de la Asociación de regantes del módulo de riego de San Miguel Tenex-tepec, señor Marcelino López Sánchez. Durante la plática sostenida con este señor estuvo presente uno de sus hijos, Ismael López, el cual también es agricultor.

El objetivo de la entrevista fue doble: por un lado, proporcionar mayor información sobre las características y beneficios del proyecto que actualmente están desarrollando el IMTA y el OCAVM, instalando un humedal artificial demostrativo que contribuya a sanear las aguas del río Amanalco y la presa Valle de Bravo. Por otro lado, se buscó interesar e involucrar al presidente del módulo de riego, para que él y su grupo de regantes, acepten participar en el proyecto, aprovechando su infraestructura de riego (específicamente, el canal que pasa por el predio del humedal) y reutilizando el agua residual tratada que se generará en el humedal.

Cabe señalar que la respuesta a ambas iniciativas fue bien recibida y, al igual que los miembros de la asociación entrevistados el mes pasado, el presidente del módulo de riego se manifestó interesado en participar él mismo en el proyecto; es decir, que sus propias parcelas empleen el agua residual tratada por el humedal. No obstante, dado que la conducción del agua deberá ser llevada por el canal de riego de la asociación, el Sr. Marcelino López, declaró que deberá someter a consulta con los demás miembros del grupo la posibilidad de emplear el canal y la manera en que se distribuiría el agua residual tratada. Se quedó pendiente la realización de dicha consulta y la notificación de su resultado.

Otro resultado de la entrevista, la cual ya fue reportada en la Actividad 5.4 de este informe, fue la identificación de las parcelas que están dentro del área identificada como susceptible de emplear el agua residual tratada. Con la ayuda del presidente del módulo de riego y su

hijo, se pudo delimitar los predios e identificar sus propietarios. Con esta información, se podrá visitar a cada uno de los propietarios para distribuirles información sobre las características y beneficios del humedal y sondear su disposición a participar en el reúso del agua residual tratada.

En relación a la labor desarrollada con la Asociación de Productores Trutícolas de Amanalco (APTA), a solicitud de su presidente el Sr. Guadalupe Mondragón, el IMTA participó en la asamblea general ordinaria que efectúa la asociación los miércoles de cada semana.



Foto 5.5.1.3.20- Manta con información de la Asociación de Productores Trutícolas de Amanalco, A.L.P.R.

En esta ocasión, los productores de truchas se mostraron interesados en conocer más sobre el proyecto de instalación de humedal artificial en terrenos de San Sebastián el Chico y en la posibilidad de instalar uno más en alguna de las granjas trutícolas instaladas a lo largo del río Amanalco. Cabe señalar que el Sr. Guadalupe Mondragón, ha acompañado a personal del IMTA en dos recorridos por la parte alta del río Amanalco, durante los cuales se ha constatado las condiciones de la mayoría de dichas granjas.

Durante el desarrollo de la reunión se expuso a los asistentes los objetivos del proyecto (contribuir al saneamiento de las aguas residuales del río Amanalco y de la presa Valle de Bravo, mediante la instalación de humedales artificiales), las instituciones participantes (OCAVM, IMTA y CCMSS) y los beneficios sociales, económicos y ambientales que trae el uso de esta tecnología.



Foto 5.5.1.3.21- Presentación del proyecto sobre la instalación de humedales artificiales para contribuir al saneamiento del río Amanalco y la presa Valle de Bravo.

Por otro lado, los miembros de la Asociación de Productores Trutícolas de Amanalco, han solicitado el apoyo del IMTA para recibir una asesoría sobre el tema de medición volumétrica de agua. Para atender dicha solicitud, el Dr. Rivas elaboró una presentación sobre “Medición de Caudales en Humedales Artificiales”, en la cual se les mostró las distintas alternativas tecnológicas existentes para medir el volumen que pasa por un punto (canal, río, tubo, etcétera) determinado.



Foto 5.5.1.3.22- Presentación del tema Medición Volumétrica en Humedales Artificiales.

LISTA DE ASISTENCIA
ASOCIACION DE TRUTICOLAS DE AMANALCO, MEX. 30 Ago 2017

Nombre	UVA	COM	Firma
Hilario Castillo Aviles	Agua Zarca	San Mateo	[Firma]
Ricardo Marcos Moreno	La Joyita	San Lucas	[Firma]
Cirilo Luis Emeterio	Los Yaguacotes	Rincon de Guadalupe	[Firma]
Bernardo Soto Gonzalez	P de tierra	Damascal	[Firma]
Solimar Miranda Ceramero	Higueras	San Bartolo	[Firma]
Antonio Avila de la Cruz	El Tercete	Rincon de Guadalupe	[Firma]
Ramon Gonzalez Vega	El Arroyo	El Arroyo	[Firma]
Domingo de la Cruz	Domingo	Rincon de Guadalupe	[Firma]
Gerardo Benitez Garcia	El Arroyo	San Bartolo	[Firma]
Habermas...	Los Perros	Hacienda Nobis	[Firma]
Agustin Alvarez...	Lo Virgen	San Jeronimo	[Firma]
Sabino Alberto Vera	El Rancho	San Jeronimo	[Firma]
Armando Abias Varela	La Virgen	Amanalco	[Firma]
Hilario Luis Emeterio	El Negro	San Miguel	[Firma]
Jose Maná de Paz	El Puerto	Xotepec	[Firma]
Roberto de la Cruz...	"El Puerto"	San Lucas	[Firma]
Margarita...	Arroyo	San Lucas	[Firma]
Gabriela Silveira Ruiz	Arroyo	San Lucas	[Firma]
Guadalupe...	Arroyo	San Lucas	[Firma]
Urbanio Rodriguez...	Arroyo	San Lucas	[Firma]
Israel...	Los Encinos	Amanalco	[Firma]
Margarita...	Los Sauces	Amanalco	[Firma]

Foto 5.5.1.3.23- Lista de asistencia a la asamblea de la Asociación de Productores Trutícolas de Amanalco S.L.P.R.

Una actividad que requirió especial atención, fue el fortalecimiento de la relación con los usuarios de la unidad de riego de San Miguel Tenextepec. Es prioritaria esta relación dada la importancia que tiene esta organización en la ejecución del proyecto productivo que se ha comentado en el informe del entregable 5.4 (el reúso del agua residual tratada en el humedal artificial demostrativo). Por otro lado, dado que el predio donde se instalará el humedal artificial (predio en renta por el CCMSS), está ubicado frente a los terrenos agrícolas de esta unidad, es importante que los agricultores de San Miguel Tenextepec estén bien informados de las características y beneficios sociales, económicos y ambientales que conlleva la instalación de esta tecnología de saneamiento.

De lo que se trata es mantener una comunicación fluida y constante con esta comunidad, brindándoles información oportuna, para prevenir incidentes o conflictos que pongan en riesgo la construcción del humedal artificial.

Para lograr lo anterior, se realizaron entrevistas con el presidente de la unidad de riego de esa comunidad (Sr. Marcelino López) y con el Sr. Juan Jiménez, usuario de la unidad. En la entrevista con el presidente de la unidad de riego se trataron diversos temas, entre los que destacan los siguientes:

- a) La confirmación de la delimitación parcelaria del polígono que señala las parcelas agrícolas susceptibles de recibir el agua residual tratada. Sobre este punto, se le presentó al Sr. Marcelino un mapa con información que él proporcionó y confirmó el número de parcelas, su extensión y sus propietarios.



Foto 5.5.1.3.24- Entrevista con el Sr. Marcelino López, presidente del módulo de riego.

- b) Quedó pendiente la autorización de la asamblea de usuarios de la unidad de riego de San Miguel Tenextepec, para emplear su canal de riego como medio de conducción del agua residual tratada en el humedal artificial, hacía las parcelas susceptibles e interesadas en reusar esta agua.

Al respecto, el presidente de la unidad nos señaló que no se ha realizado la asamblea, pero que ha tenido pláticas con algunos agremiados, los cuales le han manifestado dudas sobre la calidad del agua tratada en el humedal y la viabilidad de emplearla en el riego de sus parcelas. Para ejemplificar el tipo de dudas que han manifestado esos usuarios, a continuación, se inserta una declaración del Sr. Marcelino López:

“La gente piensa que el agua residual tratada sigue siendo agua negra. Y que esas habas no van a ser buenas, porque son de otra cosa, y luego van a decir, porque aquí se corre la voz, no que esas habas son de aguas negras. Porque la gente de aquí no sabe qué tipo de planta está tratando las aguas negras”.

La estrategia que se siguió para proporcionar información que permita resolver las dudas a los agricultores, sobre la eficacia de los humedales artificiales en el tratamiento de las aguas residuales y sobre la conveniencia de emplear el agua residual tratada en sus cultivos, será la realización de reuniones o asambleas informativas con los miembros de esta asociación; además de diseñar y distribuir materiales informativos sobre las características y beneficios de los humedales artificiales.

Sobre esta estrategia, se le planteó al presidente de la unidad la conveniencia de convocar a una asamblea de usuarios donde los agricultores expresen sus dudas y el personal del IMTA aclare los alcances y beneficios que tienen los humedales artificiales. Al respecto, se acordó con el Sr. Marcelino que él platicará y consensará con sus compañeros la utilidad de realizar esta asamblea y posteriormente nos notificará la fecha sugerida para la realización de la asamblea informativa.

Otro de los temas relevantes tratados con el presidente de la unidad de riego de San Miguel Tenextepc, fue el tipo de cultivos que realizan en sus parcelas y la cantidad de agua que requiere cada uno de ellos. Esto con el fin de clarificar las necesidades de agua que tiene cada cultivo y determinar el alcance del beneficio que traerá acceder al agua residual tratada en el humedal artificial.

El entrevistado comentó que en general se realizan dos ciclos de cultivo en el año. Uno es en la época de lluvia que inicia en junio y termina en septiembre u octubre; en este ciclo se cultiva principalmente maíz, dado que es una especie que aguanta mejor el exceso de agua.



Foto 5.5.1.3.25- Cultivo de maíz en época de lluvias en parcelas de la unidad de riego de San Miguel Tenex-tepec.

El otro ciclo de cultivo acontece en la temporada de estiaje y es cuando se ocupa el agua de riego que tiene concesionada esta unidad. En esta época del año, los productores de San Miguel Tenex-tepec siembran diversas especies, aunque predominan tres productos agrícolas: haba, chícharo y avena.

Definitivamente el cultivo que privilegian los agricultores de esta región del país, es el haba. Esto se debe al precio que alcanza en el mercado; por ejemplo, el año pasado se vendió el kilo de 7 a 8 pesos. Cada melga produce entre una y media y dos toneladas. El consumo de agua es muy variable y los agricultores no llevan estadísticas de la cantidad que emplean en sus parcelas.

Si se pudiera acceder al agua residual tratada por el humedal artificial, lo ideal sería cultivar haba. Esto porque el haba ha probado ser la especie que mejor se adapta al clima y a la disponibilidad del agua, además de que tiene la mejor posibilidad de comercialización.

Además de las actividades de información y participación social entre los usuarios de la unidad de riego de San Miguel Tenex-tepec, se efectuó la convocatoria al Taller “Prevención y resolución de conflictos por el agua”. Esta convocatoria sirvió para retomar el contacto

con los principales actores sociales e institucionales de las localidades de Amanalco de Becerra donde se están desarrollando las actividades de este convenio, a saber: San Juan, San Miguel Tenextepec, San Mateo y Amanalco.



Foto 5.5.1.3.26- Convocatoria al Taller “Prevención y resolución de conflictos por el agua” realizada al Síndico del Ayuntamiento de Amanalco de Becerra.

En este acercamiento, se pudo detectar que existen desinformación e inquietud entre algunos presidentes de comités de agua potable, delegados y autoridades municipales en torno a los alcances y beneficios de este proyecto. Por ejemplo, el presidente del comité de agua potable de la 3ª Sección de San Mateo, no conoce qué son los humedales artificiales y sólo ha escuchado rumores sobre “riesgos para la salud” que puede ocasionar esta tecnología. Para despejar esta y otras inquietudes, se están elaborando nuevos materiales informativos, entre los que destaca un “políptico” que ofrecerá información sobre la importancia de sanear el agua residual en la cuenca Valle de Bravo Amanalco, mediante la instalación de humedales artificiales.



Foto 5.5.1.3.27- Convocatoria al Taller “Prevención y resolución de conflictos por el agua” realizada al presidente del comité de agua de San Mateo 3ª Sección.

Otra alternativa que se puede desarrollar para informar y convencer a los pobladores escépticos de estas comunidades, es la realización de una nueva visita al humedal de San Jerónimo Purenchécuaro, Michoacán. Esta ha sido una petición de algunas personas convocadas al taller, pues saben que algunos de sus vecinos acudieron a la anterior visita y quieren constatar en vivo la eficacia de los humedales artificiales.

El taller “Prevención y resolución de conflictos por el agua” se llevó a cabo el 11 de octubre de 2017, se contó con la participación de más de 30 personas que representaron a las principales localidades de Amanalco (San Mateo, San Miguel, San Juan, Amanalco, San Sebastián el Chico y San Lucas), además de contar con la presencia de funcionarios del municipio (la Síndica municipal y representantes de la Dirección de Obras Públicas) y representantes de organizaciones sociales (CCMSS, OCVBA y la Asociación de Productores Trutícolas de Amanalco).

A continuación, se muestra la lista de asistencia:

CONAGUA
COMISIÓN NACIONAL DEL AGUA

LISTA DE ASISTENCIA

Taller:
Prevención y resolución de conflictos por el agua

11 de Octubre de 2017
Amanalco de Becerra, Estado de México

IMTA
INSTITUTO MEXICANO
DE TECNOLOGÍA
DEL AGUA

Núm.	Nombre	Localidad o Institución	Cargo	Teléfono	Firma
1	José Manuel Velasco G.	Comisión de Cuenca Valle de Bravo - Amanalco	Coordinador	7224131261	
2	Rubén Rubio Rubio	San Mateo	Asesorero	7224974845	
3	J. Guadalupe Hernández V.	Panorama Guadalupe	Presidente	7224271193	
4	J. Trinidad Hernández	San Mateo	presidente	72 21 70 9411	
5	Juan Jorge Riquelme B.	CCMS	Técnico	55 20927106	
6	José Luis Vera Pérez	San Mateo	Delegado	4851148557	
7	Santos Monzoncós	Amanalco Centro	Capaci	7225-11-6200	
8	Fredy Domínguez A.	Valle de Bravo	Técnico Ext.	7221280870	
9	ESTEBAN GARCÍA JORGE	MUNICIPIO	Asesor	7226383644	
10	Ricardo Marcos Moreno	SAN LUCAS	Productor	55 33-9645-47	
11	José María de las Pías	VALLE DE BRAVO	TÉCNICO MUNICIPAL	7225640679	
12	Victor Lomero Tapia	DEPABEO	Técnico	7228354737	

[Página 1]

Figura 5.5.1.3.5- Lista de asistencia al “Taller de prevención y resolución de conflictos por el agua” (1 de 3).

CONAGUA
COMISIÓN NACIONAL DEL AGUA

LISTA DE ASISTENCIA

Taller:
Prevención y resolución de conflictos por el agua

11 de Octubre de 2017
Amanalco de Becerra, Estado de México

Núm.	Nombre	Localidad o Institución	Cargo	Teléfono	Firma
13	Agripito Alberto	San Jeronimo	Embajador		
14	Emmanuel Vargas Lopez	CSAEM	Profesor en el campo	7274436341	
15	Alberto Ponce Chaco	San Lucas		7228259019	
16	Rosa elia Mtz Castro	San Juan 1ra	Presidenta de Agua Potable		
17	Cirilo Luis Emeterio	Rincon de Gpe	Embajador		
18	Perez Angulo Cesar	Rincon Gpa	Comisionado	7226954393	
19	Alfonso S. Aguilar	Amanalco	Pres. Tercera	72254242	
20	Melania Luis Emeterio	San Miguel	productora	722340067	
21	Ramiro Soto Gonzalez	Amanalco	Productor	7223554694	
22	Sergio Sanchez	Amanalco	Chico Canal	726250024	
23	Sabina Alberto Vora	El Acon	Productor	7221571680	
24	Sabina Hilario Coyote	San Francisco	Productor	7221859280	
25	José Cruz Carbajal	San Lucas	Productor	7222575116	

[Página 2]

Figura 5.5.1.3.6- Lista de asistencia “Taller de prevención y resolución de conflictos por el agua” (2 de 3).

CONAGUA
COMISIÓN NACIONAL DEL AGUA

LISTA DE ASISTENCIA

Taller:
Prevención y resolución de conflictos por el agua

11 de Octubre de 2017
Amanalco de Becerra, Estado de México

Núm.	Nombre	Localidad o Institución	Cargo	Teléfono	Firma
26	Agustin Alvaroz	San Jeronimo	Productor	7224573707	
27	Orbano Rodriguez	San Bartolo	productor	7224176949	
28	Rolando Rodriguez	San Bartolo	productor	5541832182	
29	Ambrosia Coleto	Polvillo	Sindico Municipal	7228671922	
30	Israel Gonzalez Rojas	Estado Amanalco	Propietario	72-25-18-9880	
31	Maria de los Angeles Silveira	San Lucas	Productor	72-25-33-2912	
32	ADALE GONZALEZ	EL ACON	Productora	7225621595	
33					
34					
35					
36					
37					

[Página 3]

Figura 5.5.1.3.7- Lista de asistencia al “Taller de prevención y resolución de conflictos por el agua” (3 de 3).

5.5.1.4 Seguimiento, Evaluación y Sistematización de la experiencia.

La etapa de seguimiento, evaluación y sistematización de la experiencia es un proceso que continúa abierto, pues se deberá concluir con la instalación del humedal artificial demostrativo para conocer con mayor objetividad el proceso de sensibilización, participación y fortalecimiento de capacidades de la comunidad involucrada en el proyecto. Una vez con el humedal funcionando se involucrará a la comunidad en actividades de sensibilización y educación ambiental, que les permitan conocer con mayor detalle el funcionamiento y los beneficios de esta tecnología. De esta manera se pretende generar entre los habitantes de la cuenca una percepción positiva sobre los humedales, la cual permitirá instalar más sistemas de tratamiento de este tipo en la cuenca Valle de Bravo Amanalco.

INFORME

5.5. ELABORACIÓN DE UNA ESTRATEGIA DE PARTICIPACIÓN SOCIAL

ACTIVIDAD 5.5.2. MEDIACIÓN CON ACTORES SOCIALES QUE INTERVENGAN EN EL PROYECTO

5.5.2. Mediación con actores sociales que intervengan en el proyecto

Introducción

Este documento forma parte de una estrategia de participación, mediación y comunicación que se desarrolló para favorecer la construcción de humedales artificiales en localidades rurales. Los tres componentes de la estrategia están basados en: la participación, la comunicación y la negociación. Las cuáles se consideran parte de un mismo ciclo para arribar a la construcción de humedales artificiales.

5.5.2.1 Conflicto y negociación.

5.5.2.1.1 Conceptualización del conflicto.

Los conflictos forman parte de la condición humana, son inevitables y siempre están presentes en todos los ámbitos de la vida. Los conflictos son el resultado de una relación entre dos o más partes (individuos, grupos, organizaciones) que tienen, o piensan que tienen, metas, valores, intereses incompatibles y que reclaman el acceso a ciertos recursos.

Los conflictos son algo negativo, porque nos consumen tiempo, recursos, esfuerzo, y afectan las actividades cotidianas de personas e instituciones, sin embargo, y paradójicamente, los conflictos tienen un lado positivo, ya que revelan los diversos intereses, fomentan la discusión colectiva, promueven la comunicación y generan nuevas ideas.

Una de las características de los conflictos es que son inevitables y siempre existe una posibilidad de que ocurran, por ello, el primer reto consiste en asumir que están allí, aceptarlos y abordarlos. El segundo reto es saber manejarlos adecuadamente para que no se vuelvan violentos.

Para atender y resolver los conflictos, es necesario responder una pregunta básica ¿qué es un conflicto?, al respecto existen varias definiciones; a continuación, sólo mostraremos algunas de ellas:

Tabla 5.5.2.1.1.1- Definiciones sobre conflicto.

MARN, 2014	“El conflicto es una “condición humana”. Está presente en la vida personal, familiar y social, y en las relaciones entre comunidades, pueblos y Estados. El conflicto en sí mismo no es algo positivo ni negativo; es un fenómeno natural, mejor aún, es algo potencialmente positivo, disparador de cambios y de posibilidades de crecimiento y aprendizaje si se conduce adecuadamente.”
SENASBA S/F	“Una expresión social, económica y/o política entre uno o más actores sociales y el Estado en todos sus niveles de gobierno, que perciben insatisfacción en la atención de sus necesidades, demandas, uso, prestación y/o distribución de agua y saneamiento básico.
Suares, Marinés, 1996.	“...un proceso de evidentes desacuerdos entre la demanda no satisfecha de intereses y necesidades colectivas, y la respuesta insuficiente o inadecuada de las entidades públicas para atenderla.”

Fuente: elaboración propia en base a autores citados.

Como podemos apreciar, existen diferentes concepciones sobre lo que significa un conflicto pero, el rasgo común en todas ellas es la existencia de por lo menos dos partes con intereses contrapuestos. En este sentido, cuando surge un conflicto, no existe otra alternativa más que afrontarlos y resolverlos; cuando esto ocurre, es necesario tener un mecanismo o *estrategia* para tratarlos.

A continuación, se describe una serie de fases y procedimientos orientados a solucionar los conflictos, sin embargo, es importante señalar que no hay una receta única para su solución y que, la aplicación de las tácticas y estrategias que aquí se indican, deberán considerar la experiencia y sensibilidad de quien participa en la solución o negociación de un conflicto.

No obstante, se pueden identificar tres fases para el análisis y atención de un conflicto: La primera, se relaciona con el **análisis del conflicto** que presupone su identificación (causas y orígenes del mismo), así como la tipificación de los actores involucrados y los recursos de los que disponen para su movilización.

La segunda etapa se circunscribe a las diferentes tácticas y estrategias más apropiadas para atender el conflicto e inducir a un proceso de negociación, en el que se ponen de relieve las ventajas que ofrece cada una de dichas tácticas, además de aconsejar sobre su instrumentación y adaptación para determinados contextos.

Finalmente, la tercera etapa centra su atención en los pasos prácticos a seguir para la negociación.

5.5.2.1.2. Análisis del conflicto.

Hay que tener en cuenta que la aparición de conflictos o la agudización de los ya existentes, puede deberse a diferentes factores, entre los que se pueden mencionar los siguientes:

- *Asimetrías de información.* Cuando dos o más personas discuten a raíz de un desacuerdo derivado de la falta de información sobre determinado acontecimiento. Un ejemplo muy común es la construcción de obras en una comunidad.
- *Intereses.* El conflicto se origina cuando dos o más personas quieren acceder a un bien en un mismo momento, en este caso el conflicto se da por la escasez de recursos, como puede ser el caso del agua.
- *Ideológicos.* Se produce cuando las partes tienen distintas creencias, las cuales son incompatibles para generar un proceso de acción colectiva.
- *De relación.* Se produce por emociones negativas y percepciones falsas. Confrontación entre líderes formales o de opinión y entre sus proyectos. Algunos grupos se perciben como no atendidos o quebrantados por grupos contrapuestos dentro de la propia comunidad, por otras comunidades o por alguna instancia de gobierno.
- *Económicos.* Cuando el conflicto se produce por las grandes desigualdades estructurales de nuestra sociedad. Por ejemplo, el acceso privilegiado de ciertos grupos a los recursos agua y suelo, o su usufructo y destino privilegiados.

En consecuencia, cuando nos enfrentamos a un conflicto, lo primero que **es necesario conocer es la causa o factor que origina el conflicto y el tipo de conflicto** al que nos enfrentamos. Para ello, se sugieren los siguientes pasos.

Paso 1. Caracterizar el conflicto.

Antecedentes. En principio, hay que rastrear los orígenes del conflicto, analizando las causas del mismo, los intereses y las diferencias sustanciales y valores que separan a las partes. En esta dirección hay que preguntarse si:

- ¿Existieron confrontaciones previas?
- Esas confrontaciones ¿están latentes o han sido olvidadas?
- ¿Existe inconformidad entre la población por algún tema que sea de nuestra competencia?
- ¿Ha habido cambios en leyes, instituciones, comités, etc.?

Motivos del conflicto. Este punto es medular y para ello es importante hacer uso de las técnicas como la observación y la realización de entrevistas con personas directa o indirectamente involucradas en el conflicto, a fin de obtener información de primera mano, sobre problemas relacionados con los motivos reales que ocasionaron el conflicto.

Paso 2. Identificación de actores.

La identificación de los actores es un punto estratégico. En esta dirección se tienen que plantear y responder las siguientes interrogantes:

- ¿Quiénes son los actores/ grupos en confrontación?
- ¿Quiénes son los líderes de los grupos en confrontación?
- ¿Quiénes son los actores clave en el contexto del problema que pueden intervenir para su solución?
- ¿Cuáles son las posturas de los actores/grupos en confrontación?
- ¿Cuáles son sus posturas de los líderes de los grupos en confrontación?
- ¿Cuáles son las razones por las que apoyan o se oponen?
- ¿Cuáles son para los actores involucrados las posibles ventajas y desventajas sobre el problema, la negociación o las alternativas de solución?
- ¿Cuáles son los actores involucrados que pueden formar alianzas?
- ¿Con que recursos cuentan los actores?
- ¿Cuál es su capacidad o habilidad para disponer de los recursos?

Paso 3. Hacer un mapa de actores.

Una vez que se tienen las respuestas y, para hacer un encuadre apropiado del conflicto, hay que auxiliarse de una matriz de análisis de actores que dé cuenta de los siguientes atributos: a) postura de actores; b) cantidad de recursos de los que dispone el grupo, c) capacidad y habilidad para utilizar los recursos y, d) poder y liderazgo. Veamos en que consiste cada uno de estos rubros y cómo puede operacionalizarse la matriz:

a) Postura de actores. Se refiere a conocer qué posición tienen los involucrados directamente en el conflicto con relación a este. Las diferentes posturas pueden ser de la siguiente manera:

- *Aliados y/o de apoyo (A)*. Se refiere a los actores que tienen interés en el proyecto u obra, en este caso de agua potable y/o saneamiento. Se trata de identificar los grupos proclives a la cooperación y que servirán de apoyo práctico y operativo. Es recomendable mantener comunicación permanente con ellos.
- *Oponentes (O)*. Son actores que se manifiestan en contra del proyecto. Su oposición puede estar mediada por los factores arriba señalados (ideológicos, económicos, de relación etc.). Al respecto es necesario saber qué están haciendo y cuál es su estrategia.
- *Indecisos y/o neutros (NE)*. Son actores que no manifiestan una oposición abierta ya sea a favor y/o en contra del proyecto. Es un grupo estratégico al momento de establecer un proceso de negociación, ya que puede ayudar a inclinar la balanza para la aceptación del proyecto u obra.
- *Apoyo moderado (AP)*. Son actores que manifiestan interés en algún componente del proyecto, pero no lo apoyan abiertamente en su totalidad.
- *Oposición moderada (OP)*. Son actores que se manifiestan en contra de algún componente del proyecto y se encuentra abiertos a una posible negociación.

b) Cantidad de recursos. Es necesario identificar los recursos con los que cuentan los actores involucrados, los cuales pueden quedar tipificados como:

1. Económicos (principalmente dinero, aunque pueden ser apoyos de otra índole que incidan en la economía de un grupo de actores).
2. Políticos (acceso a medios/opinión pública; contactos; movilización de grupos).
3. De autoridad (legal, moral).

c) Capacidad y habilidad para utilizar los recursos. Se refiere a la calidad y cantidad de los recursos disponibles que puede representarse bajo esta gradación:

Cantidad de recursos:

3 = muchos

2 = algunos

1 = pocos

0= ninguno

Capacidad de utilizarlos:

Alta = Puede tomar decisiones respecto al uso de los recursos.

Media = Es una de las personas que puede tomar decisiones respecto al uso de los recursos.

Baja = No puede tomar decisiones respecto al uso de los recursos.

d) Poder y liderazgo. Se trata de conocer quiénes son los actores involucrados más importantes, a favor o en contra del proyecto u obra.

El poder. Se refiere a la capacidad de mover recursos para movilizarlos a favor o en contra del proyecto. Cuando podemos cruzar la información de la cantidad de recursos con que cuenta cada actor y su capacidad para disponer de ellos, podemos obtener un indicador de su poder; es deseable que a esta característica pongamos una clasificación que puede ser: alto, medio o bajo.

Liderazgo: Voluntad para iniciar o convocar una acción a favor o en contra de la obra. Esta característica se puede observar a partir de pláticas con las partes en conflicto, de la observación de sus comportamientos y de la interacción con otros actores.

Una vez concluido el mapeo de actores, se construye una matriz, quedando como sigue:

Tabla 5.5.2.1.2.1- Ejemplo de matriz para el análisis de poder y liderazgo.

Actor	Postura	Cantidad de recursos			Capacidad o habilidad			Análisis	
		Econ.	Pol.	Aut.	Alta	Regular	Baja	Poder	Liderazgo
Vecinos	OM	0	0	2	no	si	no	Bajo	Si
Ayuntamiento	AM	1	0	0	si	no	no	Bajo	No
CSMSS	A	2	1	2	no	si	no	Bajo	Si
IMTA	A	0	0	2	no	si	no	Medio	Si
Gob. del Edo.	N	1	2	1	no	si	si	Neutro	No

Apoyo (A)	Cantidad de recursos:	Capacidad de utilizarlos:
Oposición (O)	3 = muchos	Alta = Puede tomar decisiones respecto al uso de los recursos.
Neutro (N)	2 = algunos	Media = Es una de las personas que puede tomar decisiones respecto al uso de los recursos.
Apoyo moderado (AM)	1 = pocos	Baja = No puede tomar decisiones respecto al uso de los recursos.
Oposición moderada (OM)	0 = Ninguno	

Una vez que se cuenta con la información sistematizada de dicha matriz, se procede a construir un mapa de posiciones, el cual permitirá visualizar de manera más precisa las distintas áreas de poder y conflicto tal como se ilustra a continuación:

El resultado de la matriz y el mapa de posiciones serán un insumo valioso para diseñar la estrategia de negociación, donde las acciones deberán estar orientadas a alcanzar los objetivos siguientes:

- Mantener el apoyo de quienes están a favor de la obra e incrementar su poder y liderazgo.
- Convertir a los oponentes en apoyo para la realización de la obra.
- Debilitar el poder y liderazgo de los oponentes.
- Convertir a los neutrales en apoyos.

Es importante señalar que, la elaboración de este mapa de actores tiene que ser muy rápida, dada la velocidad con que evolucionan los conflictos y las posturas de quienes intervienen en él. En múltiples ocasiones, especialmente cuando ya se tienen mucha experiencia en el tema, el diagnóstico en sí y el mapa de actores se elaboran muy rápidamente e incluso durante el desarrollo de la primera reunión.

5.5.2.1.3 La negociación: estrategias y tácticas.

Existen dos métodos para la solución de conflictos: los *exógenos* y los *endógenos* como se muestra en la tabla siguiente; los primeros implican la intervención de un tercero en el conflicto; los segundos, significan que las mismas personas en conflicto lo resuelven, ya sea mediante la confrontación o la negociación.

Tabla 5.5.2.1.3.1- Métodos para la resolución de conflictos.

Exógenos	
La justicia	Representa la intervención del poder del Estado, las partes encuentran la solución a través del litigio en los tribunales.
La mediación	Un tercero imparcial asiste o facilita la negociación de las partes, alcanzando un acuerdo al que les hubiera sido difícil arribar sin esa asistencia.
El arbitraje	Cuando un tercero facilita el proceso, representa a alguna institución que tiene autoridad para exigir el cumplimiento del acuerdo alcanzado.
Endógenos	
La confrontación	Es la forma primaria de la resolución de conflictos, se resuelve por la ley del más fuerte, siempre genera un ganador y un perdedor.
La negociación	Es el proceso por el cual dos o más partes se disponen a dialogar, influenciándose en forma recíproca. Conduce a un acuerdo mutuamente aceptado. Requisitos: - Existen por lo menos 2 partes involucradas. - Las partes tienen diferencias percibidas de intereses. - Las partes están dispuestas a interactuar recíprocamente.

Fuente: http://www.gestiondeventas.com/resoluc_conflictos.htm

Si bien, se puede optar por utilizar métodos exógenos por las características y condiciones de las zonas en las que se trabaja, no se recomienda adoptar dichos procesos de **intermediación**, ya que suelen ser complejos y costosos para alcanzar una resolución. En este sentido, es mejor optar por mecanismos de **negociación**, ya que éstos son de carácter voluntario.

La **negociación** es un proceso de interacción entre varias partes con el objetivo de llegar a un **acuerdo**. El acuerdo supone la solución a un conflicto o la mejora en la gestión del mismo. La negociación se produce cuando se presentan determinadas diferencias entre las partes, ya sea de posición, puntos de vista o intereses. Si una de las dos partes no está interesada en intentar llegar a un acuerdo, la negociación no se produce.

La negociación tiene la finalidad de llegar a un acuerdo mutuamente aceptable. Como en cualquier proceso, la negociación tiene una estructura participativa, temporal y temática. Primero, los mismos actores tienen que decidir sobre quién participa en el proceso. Segundo, el proceso tiene un inicio y un desarrollo en etapas, por lo tanto necesita un plan temporal. Tercero, la negociación tiene una agenda temática, un orden en el que los actores abordan los temas, para ello, los actores involucrados deben buscar un consenso en la agenda.

Las estrategias de negociación hacen referencia a las acciones dirigidas a la consecución de los objetivos propuestos durante el proceso de negociación. Existen diferentes tipos de negociación y, aunque todas ellas buscan resolver un conflicto o problema, estas son diferentes. A continuación, se muestran los diferentes tipos de negociación y sus características; es importante señalar que, la mayoría de las veces, los tipos de negociación son equivalentes a las estrategias de negociación.

5.5.2.1.3.1 Estrategia “Ganar-Ganar”.

Esta estrategia consiste en lograr un acuerdo satisfactorio para todas las partes involucradas en un conflicto y el mejor escenario posible en un proceso de negociación. Se caracteriza porque con ella, se logra un beneficio para todas las partes en donde todos salen ganando, si bien, los resultados pueden no ser los esperados, si pueden ser lo bastante satisfactorios como para considerar que ambas partes son o serán beneficiadas.

El resultado de esta negociación, suele generar un clima de confianza entre los implicados y reformar un compromiso para el cumplimiento de lo acordado. Esta estrategia de negociación también puede propiciar que, las relaciones entre las partes involucradas mejoren, pues se intuye que de una buena relación las partes pueden obtener beneficios futuros.

Hoy en día, la mayoría de los expertos en negociación están de acuerdo en que la mejor estrategia negociadora no consiste en plantear la negociación como un juego de suma cero,

recordemos, aquel en el que una parte gana y otra pierde, sino aquella estrategia que busca la creación de valor para las dos partes.

5.5.2.1.3.2 Estrategia “Perder - Ganar”.

En esta negociación siempre hay una parte que gana en detrimento de una parte que pierde, por lo tanto, los beneficios son sólo para una de las partes. En este sentido, los oponentes son vistos como contrincantes a quienes hay que ganarles a como dé lugar, generando de esta manera un clima de confrontación, muchas veces hostil.

En esta negociación, disminuye o no existe el compromiso, pues un riesgo que conlleva adoptar esta estrategia es que, aunque una de las partes salga ganando mediante la presión al contrincante, éste puede resistirse o negarse a cumplir su parte del acuerdo.

Por lo tanto, las relaciones que se generan en este tipo de negociación son de desconfianza, y dado que los involucrados desconfían los unos de los otros, ambas partes usan técnicas de presión para conseguir los resultados más convenientes.

En algunas ocasiones, este tipo de negociación se caracteriza por el interés de mantener y cuidar una relación por encima de cualquier resultado, más que por lograr un éxito de la misma negociación; por lo tanto, en esta situación no siempre se refiere a la resolución de un conflicto y se puede referir más al interés de mantener y cuidar una relación por encima de cualquier resultado.

En esta negociación, se “pierde” para “ganar”; es decir, una de las partes sabe que si cede o “pierde” eso lo puede aprovechar más adelante ganando algo. De aquí el nombre.

5.5.2.1.3.3 Estrategia “Perder-Perder”.

Este tipo de estrategia se da cuando las partes no están interesadas en ceder nada en el proceso de negociación o en donde no importa mucho el resultado, ni establecer una relación con la otra parte; generalmente surge cuando se da una incapacidad tan grande para la comunicación y la transacción que las dos partes terminan igual o peor que cuando empezaron a negociar.

Una negociación de este tipo suele propiciarse ante la existencia de conflictos latentes, en los que, una vez iniciada la negociación hay una alta probabilidad de que surja la agresividad

por ambas partes. En estos casos, lo mejor es apelar a la mediación de un tercero o la búsqueda de una resolución a través de los ámbitos que imparte justicia.

Hemos visto en qué consisten las diferentes estrategias de negociación, pero ahora es importante saber cómo se pueden realizar éstas. Para realizar en una negociación, los estudiosos del tema han definido *tácticas* de negociación.

5.5.2.1.3.4 Tácticas de negociación.

Las tácticas hacen referencia a las acciones que cada parte implicada en el proceso de negociación ejecuta con el fin de alcanzar sus objetivos. No se deben confundir las **tácticas** con las **estrategias**. Las estrategias se caracterizan por ser una línea general de actuación, mientras que las tácticas, son el conjunto de acciones que concretan dicha estrategia. Por lo tanto, **el uso de diferentes tácticas, guiadas por un objetivo común, compone una estrategia.**

Básicamente existen dos tácticas de negociación que se aplican a cualquier momento durante un proceso de negociación:

a) Tácticas de desarrollo.

Estas sirven para determinar la estrategia a seguir, dependiendo de cómo evolucione la negociación o de los objetivos que se pretendan lograr, se puede optar por una estrategia colaborativa (ganar-ganar) o de confrontación (ganar-perder). Estas tácticas no perjudican las relaciones entre las partes implicadas. Un ejemplo de estas tácticas, son proveer de información a la contraparte o, por el contrario, exponer sólo la que se considere necesaria o ser el primero en ceder o esperar a que sea la otra parte quien lo haga.

b) Tácticas de presión.

Estas sirven para plantear y defender una postura y tratar de debilitar al oponente. Entre las más conocidas tenemos las siguientes:

- **Desgaste:** Consiste en aferrarse a una postura, no abandonar ni hacer concesiones e insistir en ella, hasta cansar al oponente y lograr que se “rinda”.
- **Ofensiva:** Se trata de presionar e intimidar (con diferentes medios o información) al oponente rechazando siempre sus propuestas y acuerdos tratando de generar un

ambiente tenso que incomode al contrario y lo obligue a retirarse de la negociación o a declinar en sus pretensiones.

- **Ultimátum:** Aquí, después de haber hecho algunas ofertas o planteamientos, se debe de enfocar en forzar a la otra parte a tomar una decisión, para lo cual, no se debe dar margen de reflexión al contrincante.
- **Aumento de exigencias:** Generalmente se aplica cuando la contraparte de una negociación cede en algún aspecto, en ese momento se continúa haciendo peticiones, de manera tal que, la otra parte tratará de terminar el tanto lo más rápido posible, para evitar nuevas demandas.

Al respecto de las tácticas, es importante mencionar que mientras más tiempo dure una negociación entre los involucrados, menos probabilidades hay de que las tácticas tengan efecto, ya que, al no ser necesario tomar una decisión inmediata, las partes pueden examinarla detenidamente y reelaborar sus estrategias y, por ende, sus tácticas, lo cual puede llevar al desgaste de la negociación y a la no solución del conflicto.

5.5.2.1.4 Las fases de la negociación.

La negociación, no es instantánea ni rápida, por el contrario, es un proceso sobre el que es importante conocer sus fases para, planear cómo se debe realizar y las acciones inherentes a este proceso y, si fuera el caso, atender lo mejor posible el conflicto. Las **fases de negociación** se diferencian en tres grandes etapas: **preparación, desarrollo y cierre.**

5.5.2.1.4.1 Preparación.

Esta fase es muy importante, pues en ella, las partes que participarán en la negociación deben obtener toda la información posible y necesaria para iniciar el proceso. Consiste en delimitar el tema central a tratar; establecer cuáles son los objetivos de la negociación; vislumbrar las posibles soluciones u opciones; y decantar los intereses propios como tratar de entender los intereses de la contraparte.

La preparación es muy importante, porque no es recomendable iniciar un proceso de negociación, de manera improvisada. También, en esta etapa, las partes deberán de decidir, en base a la información recabada, qué estrategia y qué tácticas quieren o necesitan desarrollar.

Esta fase se caracteriza por los siguientes puntos:

- “El **objetivo** de la preparación no es otro que identificar de forma exacta qué es lo que se pretende con la negociación y, además, averiguar lo que pretende la otra u otras partes negociadoras.
- **Intereses:** delimitar las necesidades o esclarecer qué solución se busca.
- **Alternativas:** tener claro qué otra cosa se haría en el caso de que la negociación no tuviera éxito.
- **Opciones:** generar todas las soluciones posibles, por ejemplo, con el uso de la lluvia de ideas.
- **Acuerdos:** consiste en priorizar opciones según la satisfacción (nivel de satisfacción que generan determinados intereses a ambas partes) o según la realidad (si es o no posible aplicar determinadas opciones).
- **Seguimiento:** debe quedar de manifiesto qué persona hace qué, y en qué momento. Tener en cuenta que los acuerdos suponen un fuerte compromiso entre dos partes en un espacio y tiempo concretos.” (Tomado de: <https://psicopico.com/las-fases-negociacion/>).

Antes de iniciar cualquier acercamiento con las partes en conflicto, es necesario realizar reuniones entre las personas que participarán en la negociación, para detallar clarificar posiciones y la estrategia a seguir. Por ello, es importante el mapa de actores ya que sirve como una herramienta para preparar el camino de la negociación.

Otro aspecto a considerar es el lugar en el cual se realizará la negociación; es importante buscar un lugar neutral y de fácil acceso para las partes, esto permitirá generar un clima de distensión del conflicto.

5.5.2.1.4.2 Desarrollo.

Esta fase se refiere al momento en que las partes se sientan a negociar y, comprende desde ese momento hasta que concluyen las negociaciones, tanto si se llega a un acuerdo o no.

A lo largo de la etapa de desarrollo, las partes involucradas en el proceso de negociación, intercambian información, plantean sus demandas y puntos de vista, las defienden y generalmente, se generan discrepancias o desacuerdos, por lo tanto, en esta etapa, se pretende conciliar posturas y llegar a un acuerdo en el que las partes involucradas obtengan beneficios mutuos.

Esta etapa suele ser la más larga e indeterminada, pues generalmente al inicio de una negociación y durante su desarrollo las partes tienen posturas encontradas y el ánimo de los participantes se encuentran muy caldeados.

Al inicio de toda negociación es importante establecer reglas básicas para el desarrollo de la reunión como no interrumpir a quien habla, pedir la palabra, no abusar del tiempo, ser respetuoso con los otros, etcétera. Estas reglas básicas, permitirán, en la mayoría de los casos realizar una reunión en relativa calma y avanzar más rápido en el desarrollo de la misma.

Una vez establecidas las reglas, es necesario dar paso a una primera ronda sobre el posicionamiento o peticiones de las partes; por difícil que pueda ser esta etapa, es recomendable centrarse en los intereses de las partes involucradas y no en las posiciones; cuando se participa en un proceso de negociación esto es muy difícil y, aunque cuesta trabajo, se debe realizar, por ello, es importante que, al inicio de la negociación cada parte exponga sus posiciones.

Después de los posicionamientos de las partes en conflicto, es importante hacer un listado con los puntos de coincidencia para aproximarse a las partes en disputa. Un paso importante es poner a disposición de los grupos información complementaria que sirva para comprender las razones y exigencias de una de las partes. Si no se cuenta con la información necesaria es mejor parar el proceso hasta que pueda obtenerse.

5.5.2.1.4.3 Cierre.

Esta etapa se refiere al momento en que se termina la negociación, tanto si se logra algún acuerdo o si no. Es recomendable que, antes de finalizar la negociación, debamos asegurarnos que no queda nada por tratar y de que las partes involucradas entienden y comprenden de la misma manera los puntos que se hayan tratado durante la negociación.

Una vez cerrada la negociación es recomendable plasmar por escrito todos los temas tratados que fueron objeto de la negociación. Se debe tener cuidado en que, el documento

de cierre recoja todo lo abordado en la reunión y que sea firmado por todos los participantes o por sus representantes, si fuera el caso.

En algunas ocasiones, la negociación se cierra o concluye por una ruptura entre las partes involucradas, no obstante, también es conveniente recoger un documento en el que se registren los temas tratados y la razón por la cual se rompió la negociación sin llegar a ningún acuerdo; este documento puede ser de mucha utilidad si la negociación se retoma en otro momento.

Cuando se dé por concluida la negociación es importante analizar objetivamente cómo se ha desarrollado, para identificar posibles fallos y aspectos a mejorar.

Para el seguimiento de acuerdos se pueden emplear diversas herramientas como:

- Minutas de la reunión.
- Acuerdos de logrados.
- Agenda pendiente.
- Pasos siguientes.

5.5.2.1.5 Ejemplo del caso del humedal de Amanalco.

Es importante mencionar que, el análisis del conflicto, debe elaborarse de manera muy rápida; las personas con mucha experiencia, sólo requieren tener algunos datos básicos y con ello arman un mapa de actores mental, que es su herramienta para enfrentarse a las partes en conflicto o sentarse a negociar.

Antecedentes

Como es conocido, el proyecto consiste en la construcción de un humedal demostrativo para el saneamiento de las aguas residuales del río Amanalco; para lograr el saneamiento del río y la presa Valle de Bravo, el proyecto considera la construcción de seis humedales, en diferentes zonas de trayecto del río; una de estas zonas se ubica en la localidad de Amanalco, perteneciente al municipio de este mismo nombre.

Durante varios meses, el equipo del IMTA, buscó diferentes opciones de terrenos y finalmente encontró uno adecuado a las condiciones técnicas requeridas por el humedal y con una ubicación muy cercana a la red de drenaje que, facilitaría la derivación de las aguas residuales hacia el humedal y la construcción de éste.

Para encontrar este terreno, en colaboración con el CCMSS, se realizó una búsqueda de terrenos entre los propietarios ubicados en la zona aledaña al río; a ellos se le consultó sobre el interés de vender, rentar o ceder su terreno para que en él fuera construido el humedal. Resultado de esta búsqueda, se logró rentar el terreno de la señora Susana Contreras Vera; con quien se firmó un contrato de renta por veinte años. Una vez obtenido este terreno, se empezó a diseñar el humedal.

Una vez obtenido el terreno, se inició un proceso de información con diferentes comunidades para difundir información sobre el humedal, sus características y la importancia de su construcción en la zona.

Para ello, con el apoyo del CCMSS, se realizaron diferentes talleres participativos y paralelamente el equipo del IMTA, hizo una encuesta exploratoria en las viviendas de la zona aledaña al terreno donde se construiría el humedal.

El resultado, tanto de los talleres como de la encuesta, indicó que la gente estaba decidida e interesada en que se construyera el humedal, pues veían en él un beneficio para su comunidad y para la zona.

Una vez realizado todo el trabajo antes descrito, el IMTA inició el proceso para contratar a la empresa responsable de iniciar la construcción. De esta manera, la empresa *Herrejón Constructora e Inmobiliaria, S.A. de C.V.* inició los trabajos en el terreno durante el mes de febrero.

5.5.2.1.5.1 Caracterización del conflicto.

Durante el proceso de construcción del humedal surgió un conflicto con habitantes de la localidad Amanalco, que fueron quienes lideraron la protesta y organizaron a pobladores de las comunidades de San Mateo, San Sebastián el Chico y San Miguel Tenextepec.

A los pocos días de iniciada la obra, (el 24 de febrero de 2018) mientras la maquinaria realizaba la remoción de tierra, un grupo de personas irrumpieron en el terreno para impedir que continuaran los trabajos. Detuvieron el trabajo del maquinista y exigieron la detención del proceso de construcción. Impidiendo de esta manera, que se continuara con el proceso y exigiendo una explicación sobre la obra.

Quienes detuvieron las obras fueron, alrededor de 15 personas dirigidas por los señores José y Daniel Ponce, quienes manifestaron estar en desacuerdo con la construcción del humedal artificial en el terreno rentado por el CCMSS, ubicado en San Sebastián el Chico. Entre las razones expuestas para solicitar la detención de la obra, mencionaban que esta obra generaría “efectos negativos” en la salud humana y en el medio ambiente. Para estas personas, traer el agua residual de San Mateo a este predio, generaría malos olores y provocaría enfermedades a las personas que viven en la zona, además de afectar la belleza panorámica de la zona y devaluar el costo de sus parcelas agrícolas.

En resumen, estas personas inconformes amenazaron con que no se construiría la obra porque lo consideraban un peligro para las familias que vivían cerca de donde se construía el humedal, que sería una zona de contaminación que afectaría la zona y que, por lo tanto, no permitirían que se construyera el humedal.

Ante esta situación, se tuvieron que detener los trabajos e iniciar un proceso de negociación con los inconformes.

5.5.2.1.5.2 Identificación de actores.

Cuando surgió la inconformidad, el equipo del IMTA junto con el CCMSS, se reunieron para determinar las acciones a seguir. Una de las primeras actividades fue, la revisión de las actividades que se habían hecho en cuanto a la difusión de información y la realización de los talleres.

Se encontró que esta labor se había realizado de acuerdo a lo establecido y que se habían convocado a las comunidades involucradas y a sus representantes. La pregunta que surgió entonces fue ¿quiénes eran las personas que lideraban la inconformidad por la construcción del humedal?

La respuesta la dieron los miembros del CCMSS quienes radican en la zona y tienen varios años trabajando ahí: los inconformes pertenecían a un sindicato de camioneros materialistas afiliados a la CTM, cuyo líder, el señor José Ponce y varios de sus familiares, residen cerca de la zona donde se proyectó la construcción del humedal.

Es importante indicar que el señor José Alberto Ponce es un líder priista que encabeza uno de los cinco sindicatos de transportistas de materiales de la construcción (el de la CTM) que existen en el municipio de Amanalco. La empresa contratada para construir el humedal tuvo conocimiento y contacto con cuatro de ellos, para establecer un contrato para el acarreo y transporte de la tierra que saldría de la parcela. Casualmente el único sindicato que no fue contactado en estas negociaciones fue el de la CTM; es probable, aunque no se pudo comprobar, que esta exclusión haya sido uno de los motivos ocultos de la movilización.

La hipótesis planteada en un primer momento por el equipo del CCMSS, es que estas personas iban a pedir que se les contratara para mover la tierra que se estaba extrayendo del terreno en donde se construiría el humedal y que la acción de detener la obra, era un mecanismo de presión para lograr su cometido.

Estas acciones estuvieron lideradas por el señor José Alberto Ponce, líder del sindicato de camioneros y, junto con sus familiares, Daniel Ponce, Jesús Isaac Ponce, Miguel Ponce, Fabiola Ponce, Romualdo Ponce, Francisca Ponce y Héctor Ponce, se encargaron de difundir información imprecisa sobre el humedal a sus vecinos y algunas personas de otras localidades.

Luego de la detención de la obra por parte de los inconformes, se acordó realizar una reunión informativa en las oficinas del CCMSS. El objetivo de la reunión era que las instituciones y organizaciones vinculadas a la instalación del humedal artificial, expusieran y aclararan los objetivos, actividades y alcances de la construcción del humedal. La reunión se llevó a cabo con la presencia de alrededor de 80 pobladores de distintas localidades del municipio de Amanalco. Durante el desarrollo de la reunión, el grupo de inconformes dirigidos por la familia Ponce se encargaron de boicotear la reunión, impidiendo la exposición de las presentaciones, que el personal del IMTA y CCMSS habían preparado para aclarar las características y beneficios del humedal artificial.

Estas personas, antes de empezar la reunión, circularon una carta de inconformidad ante la construcción del humedal artificial. De los 72 asistentes que firmaron dicha carta, 50 eran personas cercanas a José Ponce, es decir familiares directos o vecinos cercanos a su domicilio. Es importantes destacar que varios de los firmantes provenían de localidades alejadas de la zona donde se instalaría el humedal, por ejemplo: San Juan, San Lucas, Rincón de Guadalupe, entre otras localidades. Pocas personas viven en la zona aledaña donde se proyectaba construir el humedal, la mayoría no son propietarios de terrenos en dicha zona. Muchos de ellos, viven incluso en el centro de la población de Amanalco, que es una zona en la que ni siquiera se puede ver el humedal.

Esta situación es muy significativa porque indica que la gente inconforme no cuenta con información adecuada sobre el humedal. Incluso, durante la reunión, el líder de ellos, el señor José, se hizo acompañar por un médico, un abogado, una maestra en ciencias y el colaborador de un diputado local, quienes fungieron como “asesores” de la inconformidad, y quienes durante toda la reunión estuvieron esgrimiendo argumentos –obtenidos de internet– para justificar los “impactos negativos” del humedal en la población.

5.5.2.1.5.3 Mapa de actores.

A continuación se presenta un mapa de actores hecho, para identificar al grupo opositor a la construcción del humedal.

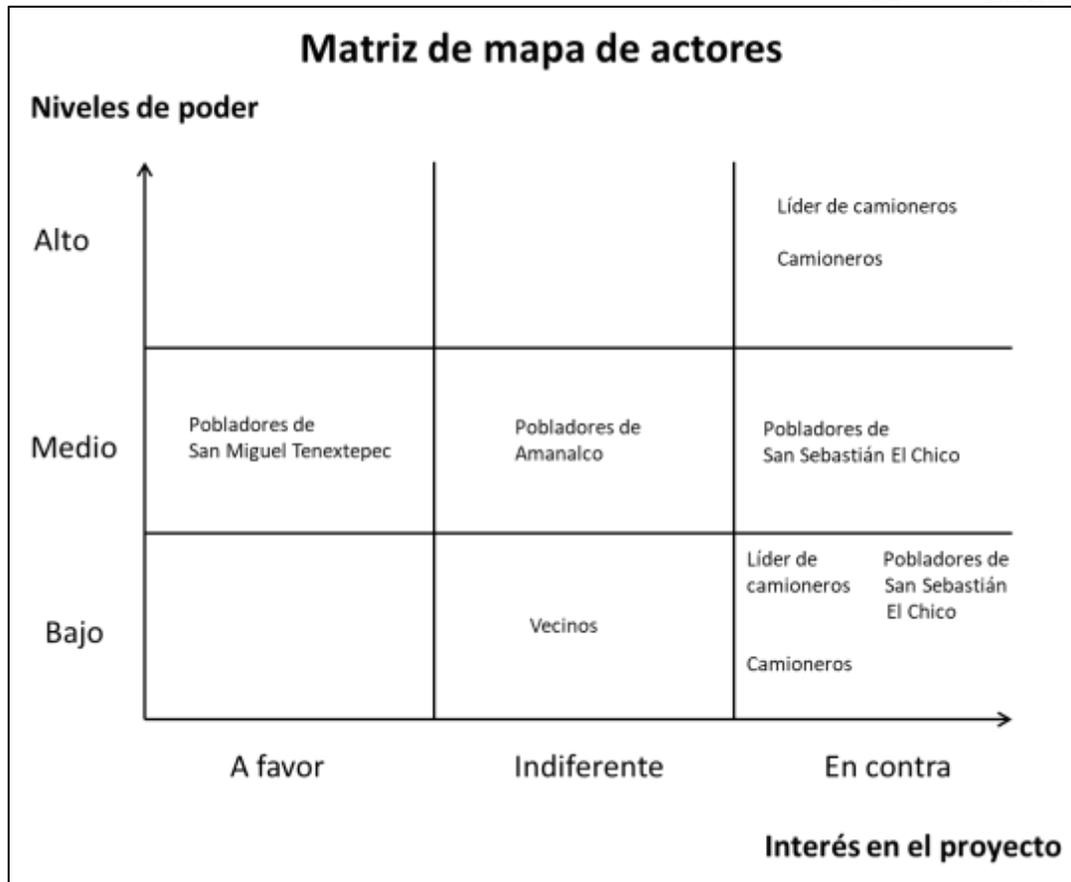


Figura 5.5.2.1.5.3.1- Mapa de actores y postura ante la construcción del humedal en San Sebastián el Chico.

En este mapa de actores, podemos observar que, aunque son pocos los actores que intervinieron en este conflicto, son sólo los representantes de los camioneros y su líder quienes tienen un alto poder o influencia en la localidad o entre las personas que participaron en la protesta.

Durante la reunión realizada en las oficinas del CCMSS, observamos que el señor José Ponce, líder de los camioneros, tenía una enorme capacidad de convocatoria, aunque por el comportamiento observado durante dicha reunión, pareciera ser que su capacidad de convocatoria se finca en el miedo que parecen tenerle las demás personas; esto resultó muy evidente, pues en la reunión estaban presente personas de Amanalco, San Miguel Tenex-tepec y San Sebastián el Chico, que durante el sondeo y los talleres, habían dado su aprobación por el humedal, en la reunión. La pregunta obligada es ¿qué pasó con estas personas? ¿Cambiaron de opinión o se sintieron intimidados? El hecho es que no objetaron ninguno de los comentarios del señor José Ponce y su grupo de “asesores”.

También es importante mencionar que, existe un grupo de personas que estaban a favor del humedal y con quienes se había conversado en varias ocasiones, pero no asistieron a la reunión quizá por la presencia del grupo de camioneros y para no confrontarse con ellos. Estos actores los catalogamos como vecinos y pobladores de San Miguel Tenextepec, y por su postura frente al humedal, consideramos que se encuentran en el medio del mapa de actores.

5.5.2.1.6 La negociación en Amanalco.

Ante la situación ocurrida, el equipo del IMTA, en coordinación con el CCMSS, realizaron el análisis de los actores antes indicado y se decidió realizar una reunión negociación con la parte inconforme, partiendo de una reunión informativa, en la que se llevaría información y se aclararía dudas de los inconformes. Es decir, se empezó a preparar la negociación.

5.5.2.1.6.1 Preparando la negociación.

El día que se detuvo la obra, se presentó Lucía Madrid, representante del CCMSS, para negociar con los inconformes, en su calidad de usufructuaria legal del terreno. En esa ocasión y, con ánimo de destrabar esta discrepancia, aceptó entregarles información sobre las características del proyecto y convocar a una reunión informativa entre las instituciones y organizaciones que están implementando el proyecto y los pobladores inconformes, por tal razón, se pactó una reunión el lunes 26 de febrero en las oficinas del CCMSS a las 17 horas.

Previo a esta reunión, los representantes del IMTA (Armando Rivas y Roberto Romero) y del CCMSS (Lucía Madrid) definieron la estrategia y la información que sería expuesta durante la reunión. Se acordó que: a) la reunión sería moderada por Lucía Madrid; b) primero se expondría la información relativa al proyecto y al final se daría oportunidad a los asistentes de realizar preguntas y comentarios y c) se definió el siguiente orden del día:

1. Presentación de los asistentes.
2. Presentación de las instituciones y organizaciones que colaboran en la implementación del proyecto: OCAVM, IMTA, CCMSS, Comisión de Cuenca Valle de Bravo y Procuenca.
3. Diagnóstico de la problemática de la contaminación del río Amanalco.
4. Presentación de los objetivos, alcances y actividades del proyecto.
5. Descripción de las actividades desarrolladas en la estrategia de participación social.

6. Presentación de la alternativa tecnológica seleccionada para contribuir a sanear las aguas residuales del río Amanalco y la presa Valle de Bravo: los humedales artificiales.
7. Sesión de preguntas y respuestas.

Después se prepararon dos presentaciones: una social y una técnica y se estableció como objetivo, informar y convencer a los inconformes de la pertinencia y utilidad del humedal en la zona proyectada para su construcción; para ello, se preparó toda la información técnica sobre el proyecto y les fue enviada por correo electrónico el documento del proyecto, en el cual se especifican las actividades a realizar y el costo de estas.

Paralelamente, el equipo del IMTA, se dio a la tarea de buscar a varios vecinos de la zona que habían estado presentes en los talleres informativos realizados por el CCMSS, a quienes se les había encuestado en un sondeo realizado por el IMTA y, quienes visitaron un humedal funcionando en Pátzcuaro, Michoacán, con la petición de que asistieran a la reunión convocada por el CCMSS y explicarán lo que habían visto en Pátzcuaro y la información que habían recibido en los talleres. Es conveniente señalar que muchas de estas personas estaban de acuerdo en que el humedal se construyera.

5.5.2.1.6.2 Desarrollo de la negociación e implementación de la estrategia.

Una vez que inició la reunión, Lucía Madrid, del CCMSS quien fungió como moderadora, sometió a consideración de los participantes el orden del día, el cual fue aceptado sin objeción. A continuación, se solicitó a los asistentes que se presentaran citando su nombre y lugar de residencia. Posteriormente cuando se estaban haciendo las presentaciones de las instituciones y organizaciones participantes en el proyecto, se observó que estaba circulando un escrito donde se les pedía a los asistentes a la reunión, firmaran un posicionamiento en contra de la construcción del humedal y solicitando su cancelación. En ese momento, Roberto Romero, quien estaba exponiendo la misión y la experiencia del IMTA en la solución de problemas sociales por el agua en el país, detuvo su exposición y reclamó a las personas que estaban reuniendo las firmas, su falta de respeto a los asistentes, y al desarrollo del orden del día, dado que se había acordado que la reunión tenía como objetivo aclarar las dudas, malos entendidos e inconformidades que se habían expuesto en la manifestación del jueves pasado. En síntesis, sin haberse atendido el orden del día, sin haber analizado propuestas y argumentos, y sin haber conciliado acuerdos, ya habían determinado el resultado de la reunión. El resto representaba sólo una simulación.

Desde ese momento se empezó a hacer evidente que para los organizadores de la protesta a la construcción de los humedales (los miembros de la familia Ponce, asistieron siete de ellos), esta reunión tenía el fin de legitimar su oposición obteniendo las firmas de los asistentes. Fue evidente que algunas personas firmaron sin saber lo que estaban firmando. Cabe señalar que la convocatoria fue mixta; por un lado, la familia Ponce convocó a vecinos que sabía simpatizantes a su causa y, por otro lado, el CCMSS y el IMTA invitaron a pobladores que han participado en las actividades realizadas en el proyecto (entre ellas, la asistencia a los talleres y a la visita al humedal de Pátzcuaro) y se consideraban afines y defensores del humedal.

Luego del incidente de la recolección de firmas, se pidió respeto al orden del día inicialmente consensado, por lo que Lucía Madrid pudo exponer algunos resultados de los monitoreos de la calidad del agua que circula en el río Amanalco; los cuales indican niveles exorbitantes de la bacteria *Escherichia coli* (E. coli), en algunos puntos y épocas del año. En este momento pidió la palabra uno de los asistentes, el cual mencionó que era médico, para cuestionar las afirmaciones de Lucía en el sentido de que la presencia de esta bacteria es síntoma de los riesgos sanitarios para los habitantes de Amanalco. Para este médico, la presencia del E. coli no indica ningún riesgo para los humanos puesto que está presente en todas las personas, sin que desencadene alguna enfermedad e incluso el agua así contaminada puede reutilizarse sin riesgos.

Este fue el inicio del rompimiento del orden del día de la reunión y del despliegue de la estrategia que ejecutaron los Ponce y sus aliados. Dicha estrategia incluía la presencia de un grupo de personas, de diversas especialidades, los cuales se distribuyeron roles y discursos en la reunión. El grupo estuvo compuesto por el ya mencionado médico, un abogado, una maestra en ciencias, un agrónomo, un pastor cristiano y un político que se citó como asesor de la cámara de diputados. Cada uno de estas personas, de acuerdo a su profesión, participó hablando de aspectos negativos de los humedales. El médico, como ya se dijo, negó las implicaciones en la salud de las bacterias E. coli y señaló los potenciales riesgos de manejar aguas residuales en un lugar cercano a las viviendas. El abogado señaló una norma de la Conagua que señala, según su interpretación, que todas las plantas de tratamiento deben estar colocadas al menos un kilómetro de distancia de los centros de población. El político asesor de la cámara de diputados, citó al maestro Eduardo Mestre, para afirmar que los humedales son una tecnología que no ha sido probada suficientemente y que ofrece riesgos para la salud humana.

Por otro lado, cuando los especialistas del IMTA y los representantes de las organizaciones de la sociedad civil querían rebatir o responder a estas afirmaciones, eran callados por la mayoría de los asistentes o, de plano, nos decían que hablaríamos pero que no harían caso de los argumentos, que la decisión de la comunidad estaba tomada y que toda argumentación sería vana. Era evidente que la estrategia de los Ponce era manipular la reunión, impidiendo la participación de los representantes del IMTA, CCMSS, Procuencia y Comisión de Cuenca.

Es importante señalar que ante esta situación Lucía Madrid comentó que no quería estar en confrontación con la comunidad de Amanalco, puesto que la labor del CCMSS, desde hace más de ocho años, es justamente con la gente de Amanalco. Por lo anterior, declaró que prefería cancelar las obras de construcción del humedal en el terreno que rentó por 20 años, antes de caer en una confrontación con este grupo de pobladores.

Por último, los inconformes quisieron atenuar su rechazo, afirmando que no estaban en contra de la instalación de los humedales, que lo que no les parecía era que se pretendiera instalar el humedal en sus terrenos, frente a sus casas y que se devalúen sus parcelas. Para ellos, si el objetivo es tratar las aguas residuales de San Mateo, el humedal se debería instalar en San Mateo. Prometieron que no se opondrían ni interferirían en la construcción del humedal en ese otro pueblo, que incluso, una vez que lo visitaran y se probara su eficacia, podrían contribuir para la instalación de otros humedales en sus áreas.

5.5.2.1.6.3 Cierre de la negociación.

Ante el desarrollo de la reunión que se reseña arriba, se tuvo que terminar la reunión sin llegar a ningún acuerdo con los inconformes ni firmar ningún documento de realización de la reunión.

5.5.2.1.6.4 Estrategia de los inconformes.

La estrategia utilizada por los inconformes evidentemente fue la de ganar.

En esta negociación siempre hay una parte que gana en detrimento de una parte que pierde, por lo tanto, los beneficios son sólo para una de las partes. En este sentido, los oponentes son vistos como contrincantes a quienes hay que ganarles a como dé lugar, generando de esta manera un clima de confrontación, muchas veces hostil.

Resulta evidente que iban preparados con su estrategia y que, su táctica de presión, se centró en el *desgaste*, es decir, se aferraron a su postura de que el humedal era negativo y al respecto se negaron siquiera a escuchar la información que se había preparado; también se utilizó una táctica *ofensiva*, que consistió en presionar al equipo del IMTA y del CCMSS - incluso amenazando a algunos miembros de este equipo- y rechazando siempre la información que se les había preparado; con esas tácticas lo que generaron fue un clima tenso en la reunión y claramente intimidatorio para las habitantes de otras localidades y que, en un principio, habían estado de acuerdo con el humedal.

5.5.2.1.7 La negociación en Amanalco y razones de cancelación del humedal.

Una vez cerrada la negociación, se realizó una entre el equipo del IMTA para determinar las acciones a seguir.

Una de las propuestas era que, dado que no se había arribado a ningún acuerdo, se convocara a una asamblea de toda la localidad en la cual se pretendía construir el humedal y, en esa asamblea general, exponer a toda la población la información relativa al humedal y su construcción; conscientes que, de hacer esta reunión, implicaría volver a confrontar al grupo de inconformes, pero ahora con la presencia de todos (o al menos la mayoría) de los habitantes de la localidad. También se sugirió que para esta asamblea, se invitará a las autoridades municipales, quienes no estuvieron presentes en la reunión con los inconformes.

El equipo del IMTA, analizó dicha propuesta y se vislumbraron dos posibles escenarios:

- 1) Que la mayoría de la población que asistiera a esta asamblea, votara a favor del humedal y que, logrando este acuerdo, los inconformes desistieran en detener la obra.

Este escenario, implicaba que, al involucrar a un mayor número de habitantes y a las autoridades locales (autoridades municipales y delegados) se iniciaría una confrontación muy fuerte con los inconformes y, en el peor de los casos se generara una confrontación con la población que si estaba de acuerdo, por lo tanto, era esperable enfrentar una secuela de inconformidades con las personas que no estaban de acuerdo y quizá, acciones de boicot en contra de la construcción del humedal. Es decir, aun cuando se pudiera lograr un acuerdo por mayoría para construir el humedal, seguramente este proceso se toparía con muchos obstáculos.

- 2) Que la mayoría de la población de localidad no aceptara la construcción, lo cual implicaba detener esta de manera inmediata.

Este escenario implicaría la cancelación definitiva de la obra, por lo tanto una pérdida de recursos económicos y tiempo; sin embargo, no se trastocaría el orden social, ni las relaciones entre grupos en la localidad, ni las relaciones entre localidades. Este escenario, aunque no era el idóneo para la obra, sí lo era para la estabilidad social de la localidad y de las personas involucradas en el proceso.

En consecuencia, se optó por respetar la inconformidad de quienes se opusieron a la construcción y, buscar un terreno en dónde no se presentara el riesgo de que volvieran a detener la construcción.

En el ejemplo anterior, surgido a raíz de la construcción del humedal demostrativo en la localidad de Amanalco, se decidió iniciar un proceso de negociación para atender la inconformidad de algunos de los habitantes de la zona, siguiendo todas las indicaciones que aquí se han mencionado; sin embargo, en este caso se decidió ceder a la petición de cancelar el humedal, por varias razones que se indican a continuación:

Razones de convivencia pacífica.

En Amanalco, en municipios circunvecinos y en muchas localidades de la zona, residen y trabajan diversas organizaciones, en este caso, el CSMSS y PROCUENCA, quienes interactúan con prácticamente todas las localidades de la zona y con quienes han desarrollado un intenso trabajo por varios años. Por tal razón, se han convertido en un actor social importante y en un interlocutor relevante para diversos proyectos de las localidades.

Esta situación los ha obligado a ser muy cuidadosos con las decisiones que se toman, por lo cual, haber optado por continuar con el humedal, pese a la inconformidad manifiesta, hubiera sido contraproducente, ya que hubiera generado una polarización cuyas consecuencias tenía una alta probabilidad de que afectaran el tejido social y se provocara una situación de encono entre las localidades que tardaría años en restablecerse.

Razones de seguridad.

Estas razones van de la mano con las mencionadas anteriormente. Haber optado por continuar con la construcción del humedal, particularmente por el poder económico y político que mostraron los inconformes, hubiera sido riesgoso para la convivencia social,

pero sobre todo, para la empresa constructora, para el equipo del IMTA y para las organizaciones sociales vinculadas al proyecto, especialmente el CSMSS y PROCUENCA.

En un clima de crispación no existe seguridad para nadie, y es altamente probable que el conflicto pudiera escalar y tomar acciones como bloque de vías de comunicación, tomas de instalaciones o agresiones físicas a quienes estuvieran a favor del proyecto.

En varias ocasiones, los inconformes manifestaron al equipo del IMTA amenazas veladas contra su seguridad; y también insinuaron la idea de impedir el acceso al terreno donde se proyectaba el humedal.

En ambos casos arriba señalados, se podría optar por solicitar el apoyo de la fuerza pública, sin embargo tomar esta determinación resultaría violentar la convivencia de los habitantes de la zona y escalar un conflicto de manera innecesaria.

Razones ecológicas.

La construcción del humedal es importante para empezar a sanear el río Amanalco y el sitio seleccionado resultaba estratégico para tratar las aguas de un importante número de habitantes. Sin embargo, dada la longitud del río y la cantidad de asentamientos humanos que vierten sus aguas a ese río o cuyas aguas no tienen el tratamiento adecuado. La decisión de cancelar la construcción del humedal en el terreno inicialmente propuesto y construirlo en otro sitio, aunque económicamente pudiera incrementar el costo de construcción, socialmente garantiza estabilidad en la zona y, la construcción del humedal en otro zona, seguiría garantizando la recuperación ecológica del río y, conservado y mantenido adecuadamente, puede llegar a ser un ejemplo de infraestructura que permita – posteriormente y sin obstáculos–, la construcción de más humedales, incluso en sitios en los que ahora se ha dificultado su construcción.

Una acción de esta naturaleza, traería en el largo plazo, más beneficios ecológicos sociales a la zona.

ACTIVIDAD 5.5

ELABORACIÓN DE UNA ESTRATEGIA DE PARTICIPACIÓN SOCIAL.

5.5.3 ESTRATEGIA DE COMUNICACIÓN E INFORMACIÓN

5.5.3 estrategia de comunicación e información.

En relación a los avances alcanzados en la estrategia de comunicación e información que acompaña el desarrollo de las actividades técnicas y sociales de este proyecto, a lo largo de los informes mensuales se fue documentando la elaboración, impresión y distribución de diversos materiales de difusión, que se encuentran en el Anexo A5, entre los que destacan los siguientes:

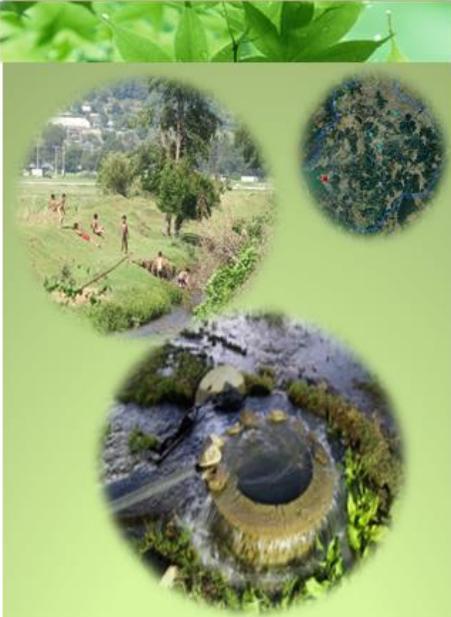
Trípticos:

Alternativas de solución

Ante esta problemática, una serie de organizaciones está promoviendo la construcción de **humedales artificiales**.

¿Qué son y para qué sirven los humedales?

- Son plantas de tratamiento de aguas negras. Están formados por estanques poco profundos (50 cm), que contienen grava y plantas.
- Sirven para eliminar los contaminantes del agua.
- Se hace pasar el agua residual (aguas negras) a través de estos estanques para su purificación, el agua tarda de 5 a 6 días en pasar por el humedal.
- Las plantas y los microorganismos que viven en el agua tienen la función de reducir la cantidad de contaminantes, es decir, limpian el agua negra.
- Las plantas que se siembran pueden ser el tule, carrizo, papiro o el alcatraz. Las especies de ornato se pueden cultivar y vender.
- El agua tratada en el humedal puede ser usada para riego de cultivos, riego de áreas verdes, cultivo de peces y evita la contaminación de ríos y lagos.



Contacto:
Roberto Romero Pérez
romero@tlaloc.imta.mx
Paseo Cuauhnáhuac 8532, Progreso, Jiutepec,
Morelos, 62550. México.
Tel: (777) 329 36 68
www.imta.gob.mx

Fotografías:
Consejo Civil Mexicano para la Silvicultura Sostenible (CCMSS) e Instituto Mexicano de Tecnología del Agua (IMTA).

La Problemática del Saneamiento en el municipio de Amanalco



Figura 5.5.3.1- Cara A del tríptico sobre “La problemática del saneamiento en Amanalco”.

Para la realización de este diagnóstico sobre la situación del saneamiento en Amanalco, se realizaron las siguientes actividades:

- Talleres y asambleas con pobladores de San Juan, San Miguel Tenextepec y San Mateo
- Entrevistas con delegados, comités de agua potable, Ayuntamiento, Comisión de cuenca y otros
- Recorridos por el río Amanalco
- Verificación del estado de los drenajes de las localidades



Principales Hallazgos

Sobre la infraestructura actual



- Drenajes sin funcionamiento (San Miguel y San Mateo)
- Descargas directas de casas hacia los ríos (San Mateo y Amanalco)
- Descarga de los colectores de drenaje hacia el río Amanalco.
- Planta de tratamiento sin funcionamiento.
- La Deficiente infraestructura de drenaje y saneamiento (en algunas localidades no existe o está inconclusa)
- Contaminación del río Amanalco y la presa de Valle de Bravo.
- Aumento de problemas de salud vinculados al consumo de agua en las localidades de la cuenca.

Principales Hallazgos

Sobre los impactos de la situación actual

- Existen terrenos en “la laguna” que no pueden utilizarse por estar inundados de aguas negras.
- El río está contaminado por coliformes fecales
- Los cultivos se riegan con agua contaminada
- El río no puede utilizarse para recreación
- Los animales beben agua contaminada
- El ecosistema está degradado
- El agua para riego no es suficiente para satisfacer a toda la zona
- Han disminuido los caudales de los manantiales y del río.
- El agua llega contaminada por suelos de parcelas de la parte alta y por el manejo inadecuado de los agroquímicos.
- Los agroquímicos contaminan los suelos y el agua, dañan la biodiversidad, hay impactos negativos sobre la salud de los campesinos.

Figura 5.5.3.2- Cara B del tríptico sobre “La problemática del saneamiento en Amanalco”.

Folletos:

CONAGUA
COMISIÓN NACIONAL DEL AGUA

¿QUÉ SON Y PARA QUE SIRVEN LOS HUMEDALES?

IMTA
INSTITUTO MEXICANO
DE TECNOLOGÍA
DEL AGUA



- Son plantas de tratamiento de aguas negras. Están formados por estanques poco profundos (50 cm), que contienen gravas y plantas.
- Sirven para eliminar los contaminantes del agua.
- Se hace pasar el agua residual (aguas negras) a través de estos estanques para su purificación. el agua tarda de 5 a 6 días en pasar por el humedal.
- Las plantas y los microorganismos que viven en el agua tienen la función de reducir la cantidad de contaminantes, es decir, limpian el agua negra.
- Las plantas que se siembran pueden ser el tule, carrizo, papiro o el alcatraz. Las especies de ornato se pueden cultivar y vender.
- El agua tratada en el humedal puede ser usada para riego de cultivos, riego de áreas verdes, cultivo de peces y evita la contaminación de ríos y lagos..

Figura 5.5.3.3- Folleto sobre las características y beneficios del humedal artificial.

Carteles:



Figura 5.5.3.4- Cartel con esquema de funcionamiento de humedal artificial proyectado para instalar en Amanalco. Se pretende imprimirlo en tamaño de 90x60 cm.

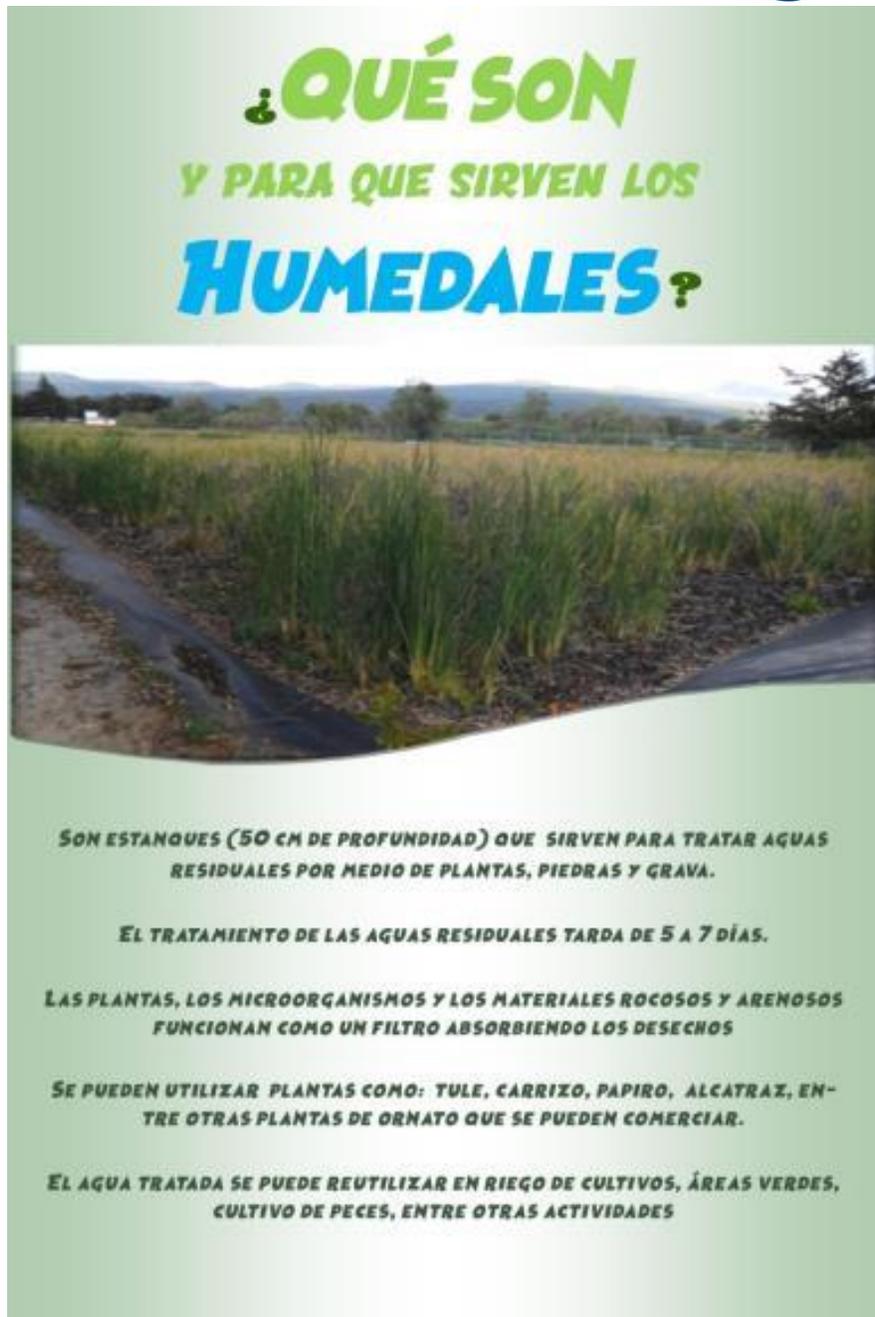


Figura 5.5.3.5- Cartel para difundir usos y beneficios de los humedales artificiales. Se pretende imprimir en tamaño de 90x60 cm.

Polípticos:

Luego del incidente con el grupo de inconformes con la construcción del humedal, se concluyó el proceso de diseño, impresión y distribución de un nuevo material de difusión que llamamos “políptico”, por el número de caras que tiene y que posibilita la difusión de más información. A continuación, se muestra la versión que se diseñó e imprimió.

La degradación del ecosistema va en aumento:

- La explotación del agua para riego en la zona ha generado que los caudales de los manantiales y del río disminuyan.

Atores de la región

Para la realización del diagnóstico sobre la situación del saneamiento en Amanalco, se realizaron las siguientes actividades:

- Talleres y asambleas con pobladores de Amanalco, San Juan, San Miguel Tenextepec y San Mateo.
- Entrevistas con Delegados municipales, Comités de agua, Comisión de cuenca entre otros.
- Recorridos por el río Amanalco y las localidades.
- Verificación del estado del drenaje de las localidades de Amanalco.



ALTERNATIVAS DE SOLUCIÓN

La CONAGUA con la finalidad de asegurar el abasto de agua potable, está interesada en coadyuvar al saneamiento de los cuerpos de agua a través del tratamiento de las descargas de aguas residuales mediante el establecimiento de procesos de tratamiento sostenibles y sustentables como los sistemas de humedales artificiales.

Actualmente se desarrolla un proyecto para atender el problema del saneamiento de cuatro localidades del municipio de Amanalco.

La población que se pretende beneficiar con este proyecto es la siguiente:

Localidad	Hombres	Mujeres	Pob. Total
Amanalco de Becerra	628	721	1,349
San Juan	1,447	1,498	2,942
San Mateo	868	882	1,750
San Miguel Tenextepec	416	446	862
San Bartolo	1,158	1,202	2,360

HUMEDALES ARTIFICIALES

¿Qué son?

Son Sistemas de tratamiento de aguas residuales formados por estanques poco profundos (50 cm), que contienen grava y plantas.

Su objetivo es tratar las aguas residuales principalmente domésticas y generar un segundo uso.

La función de este sistema de tratamiento consiste en hacer pasar el agua residual (aguas negras) por una serie de canales y estanques para mejorar su calidad. Este proceso de purificación tarda aproximadamente 5 y 8 días.



Los componentes del humedal artificial son plantas como tule, carrizo, papiro o alcatraz y son quienes retienen los residuos que les sirve de alimento y estas especies están sembradas en un suelo poroso como grava o arena que funciona como un filtro.

Los usos del agua tratada a través del humedal pueden ser variados, desde el riego de cultivos y áreas verdes, así como para regar hortalizas de trapalío, lavar pisos, etc. con estas acciones se evita la contaminación de ríos y lagos.

Por último, se pueden generar proyectos productivos alternos como la comercialización de plantas de ornato, artesanías y pastura.

Contacto:
Roberto Romero Pérez
roberto@imta.gob.mx
Paseo Cuauhtémoc 8532, Progreso, Jalisco,
Morelia, 62500, México.
Tel: 0771 302 28 00
www.imta.gob.mx
Fotos: Ricardo López IMTA



HUMEDALES ARTIFICIALES
UNASOLUCIÓN A LA
PROBLEMÁTICA
DE SANEAMIENTO



El municipio de Amanalco de Becerra pertenece al Estado de México y colinda con los municipios de Valle de Bravo, Temascaltepec, Zinacantan, Almoloya de Juárez, Villa Victoria, Villa de Allende y Donato Guerra.

La cabecera municipal se localiza a 19°15'13" de latitud norte, y 100°01'11" de longitud oeste con respecto del meridiano de Greenwich. Y una altitud de 2,320 msnm. El nombre original del municipio es Nxabí en idioma náhuatl y significa "donde brota mucha agua" y es de origen otomí. Amanalco proviene de allí "agua" manal "estar tendido" y co "en el estanque". Actualmente el tema de este municipio es "Lugar donde nace y se expande el agua" o "donde se expande el agua". En cuanto a la hidrografía, el río más importante es el Amanalco el cual alimenta a las presas de Valle de Bravo, Colorines e Itapan-tongo. Su precipitación pluvial promedio anual es de 155.9 milímetros.

COBERTURA DE AGUA Y SANEAMIENTO

En cuanto al abasto de agua no es problema para la cabecera municipal de Amanalco, San Juan, San Mateo, San Miguel Tenextepec y San Bartolo. Estas comunidades tienen amplias zonas de riego por gravedad, las cuales son suministradas por ríos y manantiales de la región.

En lo referente al uso de agua para riego es insuficiente para satisfacer la demanda de los productores ya que estos caudales han disminuido considerablemente, además de ser agua contaminada por coliformes fecales y los agroquímicos, que contaminan además los suelos afectando la biodiversidad.



EL TEMA DEL DRENAJE

De las 33 localidades del municipio de Amanalco, solo existe infraestructura de drenaje en cuatro de ellas: San Juan, Amanalco, San Mateo y San Miguel Tenextepec. En las dos últimas, los colectores tienen más de 10 años y carecen de conexiones domiciliarias debido a que las obras se han postergado y no se han concluido. De la misma manera algunos colectores no llegan a la planta de tratamiento de aguas residuales de San Juan y su destino final de descarga es en alguna calle, zanja o río.

PROBLEMÁTICA

El impacto directo de esta situación repercute directamente en la creciente contaminación del río Amanalco y la presa Valle de Bravo.



INFRAESTRUCTURA ACTUAL EN AMANALCO

La situación del saneamiento en Amanalco es precaria. Existen colectores de drenaje en cuatro localidades, pero sólo funcionan en dos de ellas (San Juan y Amanalco); en las otras dos (San Miguel Tenextepec y San Mateo) están inconclusos, lo que provoca que algunas viviendas dirijan sus aguas residuales hacia el río. Además, la red de colectores de San Juan y Amanalco presenta problemas de funcionamiento, debido a su antigüedad y deterioro, por lo que parte de sus aguas se descargan en un canal que desemboca en el río. Finalmente, la planta de tratamiento de San Juan, no funciona adecuadamente, debido a tres factores: recurrentes inundaciones, fallas en la maquinaria y falta de recursos para operarla.



IMPACTOS DEL DRENAJE Y SANEAMIENTO EN LA SITUACIÓN ACTUAL

Problemática principal:

- Existen terrenos en la zona llamada "la laguna" que no pueden utilizarse porque se inundan con la lluvia y las aguas negras.
- El río Amanalco está contaminado principalmente por descargas domiciliarias, es decir, por desechos fecales, nutrientes, grasas y detergentes.
- Los cultivos aledaños al río son regados con agua contaminada;
- El ganado bebe el agua contaminada lo cual puede tener implicaciones en la salud de los habitantes.



Figura 5.5.3.6- Políptico informativo sobre la problemática de saneamiento de Amanalco y la alternativa de solución que ofrecen los humedales artificiales.

El objetivo de diseñar y distribuir estos materiales de difusión fue doble; por un lado, la sensibilización de la población ante la problemática sanitaria y ecológica ante la falta de saneamiento de las aguas residuales que padece la cuenca Valle de Bravo Amanalco y, por otro lado, la difusión de la alternativa tecnológica que ofrece este proyecto, es decir, la instalación de un sistema de humedales artificiales en algunas localidades de la cuenca. Destacando que ésta es una alternativa tecnológica de bajo costo y fácil operación y mantenimiento que contribuye a limpiar los cuerpos de agua de la cuenca y con ello mejorar la calidad de vida de la población.

La distribución de dichos materiales se realizó principalmente en las reuniones y talleres realizados en las localidades del municipio de Amanalco donde se tenía planeado instalar los humedales: San Juan, San Miguel Tenextepec, San Mateo, San Sebastián el Chico y Amanalco. No obstante, también se distribuyeron en reuniones con pobladores de San Francisco Mihualtepec, Donato Guerra y con la Asociación de productores Truchícolas de Amanalco.



Fotos 5.5.3.1 y 5.5.3.2- Entrega de polípticos a pobladores del municipio de Amanalco.

Otra estrategia seguida en la distribución de estos materiales de difusión, fue la realización de visitas domiciliarias a algunos pobladores, sobre todo a los propietarios de los terrenos aledaños al predio de San Sebastián el Chico donde se pretendía construir el humedal artificial. Además de entregar folletos y trípticos a la población que circulaba por la calzada Jorge Jiménez Cantú, calle donde se ubica el mencionado predio.

En referencia a la realización del video comprometido, el cual debería documentar el contexto señalado en el diagnóstico de la subcuenca de Amanalco y, particularmente, enfocarse en el proceso de construcción del humedal artificial demostrativo en Amanalco, ello como parte de la estrategia de participación y comunicación. Sin embargo, dada la

postergación de la construcción del humedal, no es posible concluir el video de acuerdo al guión propuesto, dado que la parte relevante es justamente la instalación y puesta en marcha del humedal que desafortunadamente se pospuso.

Por lo anterior, se propuso la realización de un video que documente las características, componentes, actividades y ventajas que ofrecen los humedales artificiales, como alternativa tecnológica para sanear el agua residual de las poblaciones.

Dicho reporte audiovisual se realizó de acuerdo al guión que se expone a continuación:

***HUMEDAL ARTIFICIAL UN SISTEMA SOSTENIBLE
PARA EL TRATAMIENTO DE AGUAS RESIDUALES***

Investigación y argumento original: Armando Rivas

Revisado y ajustes: José Luis Martínez

La descarga de aguas residuales no tratadas es una de las principales causas del deterioro ambiental que afecta la calidad de vida de miles de personas en México, situación que afecta mayormente a las comunidades rurales.

Actualmente se disponen de dos alternativas para tratar las aguas residuales, los sistemas mecanizados convencionales y los denominados humedales artificiales

Las plantas convencionales de tratamiento de aguas residuales necesitan energía eléctrica para su funcionamiento, en estos sistemas los costos de energía eléctrica equivalen aproximadamente al 80% de sus gastos en operación, en cambio, los humedales artificiales son más económicos pues utilizan la energía del sol como una fuente natural, por lo que pueden aprovecharse en zonas rurales donde no se dispone de energía eléctrica.

Un humedal artificial es una planta de tratamiento de aguas residuales, para purificar el agua, funciona de manera análoga a los humedales naturales pero que incluyen aspectos de ingeniería y tareas de operación y mantenimiento.

Los humedales artificiales pueden diseñarse para la remoción de nitrógeno y fosforo por lo que el agua así tratada no contribuye a la eutroficación, es decir controla el aumento excesivo de nutrientes que son la causa de la proliferación de patógenos, de que el agua, se torne parda y surjan malos olores.

Hay diferentes tipos de humedales: los de flujo subterráneo vertical, que se siembran con carrizo y resisten altas cargas de contaminantes; los de flujo subterráneo horizontal que

se siembran con tule o con papiro, que continúan con el tratamiento del agua; se combinan con lagunas de maduración, en las que se desarrollan procesos de desinfección natural. La materia orgánica se transforma en gases no mal olientes, microorganismos y en plantas.

(Los humedales artificiales consisten de un estanque poco profundo, impermeabilizado para evitar fugas o infiltraciones, con poca pendiente para facilitar el paso del agua. Se rellenan de grava como medio filtrante y sirve también, como sustrato para las especies vegetales que ahí se siembran y desarrollan. Se instalan tuberías de distribución y recolección, se hace pasar el agua residual que mejora su calidad conforme avanza el tratamiento. Las plantas utilizan la energía solar y mediante la fotosíntesis producen oxígeno que va hacia sus raíces, en donde lo utilizan ciertos tipos de microorganismos para alimentarse de la carga orgánica que contiene el agua y de esta manera purificarla.)

Los humedales artificiales son de bajo costo, cuando son bien diseñados y operados, no producen malos olores, son sencillos de operar y de fácil mantenimiento.

Se incorporan con la estética del paisaje, protegen la vida silvestre, mitigan el cambio climático, pueden funcionar en climas fríos y cálidos, al emplear plantas en sus componentes producen subproductos aprovechables en la agricultura y como materia prima de artesanías.

El agua tratada puede utilizarse en riego, acuacultura, y cumple con los límites normativos para ser descargada en ríos, lagos y en el océano.

Los humedales pueden utilizarse para tratar pequeñas cantidades de agua, por ejemplo, a nivel de una unidad familiar o una comunidad, si se requiere puede diseñarse para tratar el agua residual de ciudades.

Dos aspectos críticos para la instalación de los humedales artificiales para comunidades menores de 2500 habitantes, es contar con la aceptación social y la disponibilidad de un terreno para su construcción, por lo que es recomendable desarrollar estrategias de información y participación social para promover el consenso y la aceptación social de este sistema.

El Sistema de tratamiento que aquí se muestra, se construyó para tratar el agua residual generada en la localidad de Acamixtla, Taxco, Guerrero, fue diseñado para proteger la calidad del agua del río San Juan, a donde es vertida el agua tratada.

Está integrado por los siguientes componentes:

- *Un módulo de pretratamiento consistente de rejillas para eliminar la basura y de un desarenador para eliminar arenas y pequeñas piedras.*

- *Un biodigestor en donde se reduce un alto porcentaje de materiales orgánicos,*
- *Dos módulos en paralelo constituidos de humedal, uno de flujo superficial, que recibe el agua clarificada del biodigestor, está sembrado con lirio acuático y otro humedal de lodos de flujo subterráneo vertical, sembrado con carrizo, que recibe los sólidos del fondo del biodigestor) y un tercer humedal de flujo subterráneo horizontal, que recibe el agua mezclada proveniente de los otros humedales adyacentes.*
- *Dos lagunas de maduración*
- *La parte final del tren de tratamiento, es un cuarto humedal para el pulimento de biosólidos provenientes de las lagunas.*

Las actividades rutinarias de operación y mantenimiento consisten de: limpieza de rejillas y del desarenador, vaciar un pequeño volumen de los lodos existentes en el biodigestor, extracción de natas, poda de la vegetación, dentro y fuera del humedal, y limpieza de estructuras de control de caudal

Con base en la evaluación del sistema se tiene que cumple con los límites establecidos en la norma para fines de protección de la vida acuática en relación de los diversos contaminantes

Los beneficios identificados son los siguientes: se trata el agua residual generada por los habitantes de Acamixtla, se protege la vida acuática del río San Juan, se reducen los malos olores producidos por la descarga de agua sin tratamiento y se mejora la calidad de vida y el bienestar de las familias.

Otros beneficios, es la generación de empleos, durante y después de su construcción y es buen ejemplo para fomentar la nueva cultura del agua entre los escolares de todos niveles y población interesada en disponer de esta tecnología alternativa

Con este tipo de alternativas ecotecnológicas se contribuye a la preservación y mejora de los recursos hídricos e hidráulicos, a la productividad y al cumplimiento del derecho humano al agua y saneamiento.

Como parte de los archivos anexos se incluye el video en formato MP4, con una duración de 00:15'15".

Ficha resumen de la factibilidad social, legal y técnica de los terrenos identificados para instalar humedales artificiales en la cuenca Valle de Bravo Amanalco.

Localidad	Estatus Social	Estatus Legal	Estatus técnico	Población beneficiada	Ubicación
1. San Mateo	<p>El Consejo Civil Mexicano para la Silvicultura Sostenible (CCMSS) realizó un contrato de renta y usufructo por 20 años de un predio agrícola para la instalación de un humedal artificial demostrativo en la localidad de San Sebastián el Chico.</p> <p>Sin embargo, luego de la acción de inconformidad de un grupo de colonos de Amanalco que exigió la cancelación de la construcción del humedal, el CCMSS decidió suspender dicha obra en su terreno.</p> <p>No existen las condiciones sociales para construir el humedal.</p> <p>Se requiere realizar trabajo de sensibilización e información con población inconforme para</p>	<p>Propiedad Ejidal. Con Derechos Parcelarios</p> <p>Se cuenta con permisos necesarios para iniciar la construcción:</p> <p>- Semarnat (MIA) - Municipio (permisos de construcción).</p>	<p>Con la población de la localidad de 1,628 hab. (407 viviendas) se requieren 8,500 m² (área de tratamiento más área de bordos).</p> <p>La superficie del terreno disponible es de 4,160 m², restándole el espacio para bordos y otras instalaciones, se empleará un área de 1,500 m², se atendería una población de 400 hab.</p> <p>Se cuenta con colector de drenaje en toda la localidad; sin embargo, de las 407 viviendas existentes, sólo 105 están conectadas al drenaje.</p> <p>Se realizaron los estudios técnicos (topográficos e hidráulicos) necesarios para desarrollar el proyecto ejecutivo para la construcción de humedal.</p>	<p>400 habitantes con el humedal demostrativo. Para un área de 1,500 m².</p>	<p>San Sebastián el Chico.</p> <p>Latitud: 19°15'35.82665"N,</p> <p>Longitud: 100°01'15.049453" O.</p> <p>Elevación 2,317 msnm.</p>

Localidad	Estatus Social	Estatus Legal	Estatus técnico	Población beneficiada	Ubicación
	cambiar la percepción e influencia del grupo opositor.				
2. San Miguel Tenex-tepec	<p>Se identificó un predio agrícola perteneciente al Sr. Marcelino López (presidente de la Asociación de Regantes de San Miguel Tenex-tepec).</p> <p>Se cuenta con un documento donde el propietario manifiesta interés en vender o rentar su terreno para la instalación de humedal artificial.</p> <p>Sin embargo, luego de la protesta para la instalación del humedal artificial piloto en San Sebastián el Chico, el propietario cambió su postura y no quiere confrontarse con la familia Ponce (principales opositores a la instalación del humedal), por lo que rechaza vender o rentar su predio.</p> <p>No existen las condiciones sociales para construir el humedal.</p>	<p>Es un predio agrícola de propiedad ejidal, que cuenta con certificado parcelario (derecho de compraventa).</p> <p>El documento legal está a nombre del propietario:</p> <p>Marcelino López.</p> <p>No existen problemas por la posesión del predio.</p>	<p>Superficie Terreno: 2,163.4 m², para atender una población de 416 hab., o bien a los 540 habitantes, optimizando la hidráulica e incrementando la operación y mantenimiento.</p> <p>Técnicamente es factible conducir por gravedad el agua residual del colector de drenaje instalado en la 1ª Sección de San Miguel. El pozo de visita (o coladera) donde se podría derivar el agua residual está a una altura de 2,318.5 msnm, mientras que el predio agrícola se encuentra a 2,304.6 msnm.</p> <p>Por otro lado, la distancia entre el colector del drenaje y el punto de ingreso al predio es de 164.17 m².</p>	540 habitantes.	<p>Terrenos agrícolas, a la salida del pueblo, cercano a la bifurcación que conduce a San Miguel Tenex-tepec o a San Mateo.</p> <p>Latitud: 19°15'45.00"N, Longitud: 100°01'24.55"O. 2,321 msnm.</p>

Localidad	Estatus Social	Estatus Legal	Estatus técnico	Población beneficiada	Ubicación
	Para lograr cambiar la percepción y disposición a instalar un humedal se deberá realizar un trabajo de sensibilización más fino e intenso en las localidades de Amanalco.		No obstante, se tienen dos problemas técnicos: 1) No existen conexiones domiciliarias en toda la red de drenaje instalada. 2) Al ser una zona inundable en época de lluvia, se requiere elevar el nivel del predio agrícola.		
3. San Miguel Tenextepec	Se identificó un predio agrícola alterno perteneciente al Sr. Agapito Chino López. No se logró contactar al propietario (pues vive en la CDMX), pero se entrevistó a su hija y yerno, quienes declararon que el Sr. Agapito está interesado en vender su propiedad. Sin embargo, luego de la protesta para la instalación del humedal artificial piloto en San Sebastián el Chico, la población de esta área está escéptica en	La tenencia de la tierra es propiedad privada y cuentan con una escritura registrada en el Registro Público de la Propiedad.	Superficie Terreno: 12,500 m ² . Área requerida: 4,500 m ² , para 862 hab. Técnicamente es factible conducir por gravedad el agua residual del colector de drenaje instalado en la 1ª Sección de San Miguel. El pozo de visita (o coladera) donde se podría derivar el agua residual está a una altura de 2,316.6 msnm, mientras que el predio agrícola se encuentra a 2,307 msnm.	862 habitantes (Todos los pobladores de San Miguel).	Latitud: 19°15'39.27" N, Longitud: 100°01'27.79" O; 2,307 msnm.

Localidad	Estatus Social	Estatus Legal	Estatus técnico	Población beneficiada	Ubicación
	<p>aceptar la instalación de un humedal.</p> <p>No existen las condiciones sociales para construir el humedal.</p> <p>Para lograr cambiar la percepción y disposición a instalar un humedal se deberá realizar un trabajo de sensibilización más fino e intenso en las localidades de Amanalco.</p>		<p>Por otro lado, la distancia entre el colector del drenaje y el punto de ingreso al predio es de 181.7 m².</p> <p>No obstante, este predio tiene los mismos problemas técnicos que el anterior:</p> <ol style="list-style-type: none"> 1) No existen conexiones domiciliarias en toda la red de drenaje instalada. 2) Al ser una zona inundable en época de lluvia, se requiere elevar el nivel del predio agrícola. 		
4. San Juan	<p>En un inicio el propietario (Crescencio Sánchez manifestó su interés, pero finalmente no aceptó firmar un documento donde demostrase su interés.</p>	<p>Es una propiedad con tenencia ejidal que no cuenta con certificado parcelario.</p> <p>Este terreno no cuenta con las</p>	<p>Superficie del Terreno: 21,000m².</p> <p>Área requerida por la población de San Juan: 15,400 m².</p> <p>Es un terreno que se encuentra en un área</p>	2,962 habitantes.	<p>Latitud: 19°15'17.64"N, Longitud: 100°02'20.76"O. 2,313 msnm.</p>

Localidad	Estatus Social	Estatus Legal	Estatus técnico	Población beneficiada	Ubicación
		condiciones legales necesarias para un proceso de compra venta.	<p>altamente inundable, como todos los terrenos cercanos a la PTAR.</p> <p>Muy poco factible para instalar un humedal artificial, pues requeriría elevar considerablemente el terreno y dotarlo de bordos que impidan su inundación.</p> <p>Por otro lado, requiere de bombeo del agua residual que se encuentra en la red de drenaje por debajo de 2 metros del nivel de la parcela.</p>		
5. San Bartolo (para agua residual proveniente de la PTAR ubicada en San Juan).	<p>Se detectó un predio agrícola de la familia Cipriano, la cual vive en la localidad de San Juan.</p> <p>Se entrevistó a la jefa de familia (Sra. Cupertino), quien manifestó interés en vender la propiedad; sin embargo no se logró contactar a sus tres hijos, copropietarios del predio.</p>	<p>Se trata de una propiedad Privada que se encuentra intestada.</p> <p>Según la viuda del propietario; el dueño heredó la propiedad a sus hijos, los cuales no respondieron a las solicitudes de entrevista.</p>	<p>Superficie total del Terreno: 4,125 m². Superficie aprovechable: 3,500 m².</p> <p>Técnicamente es factible conducir por gravedad el agua residual del colector de drenaje que desemboca en la planta de tratamiento de San Juan, la cual está a una altura de 2,300 msnm, mientras que</p>	875 habitantes de los 2,962 que habitan San Juan.	<p>Predio agrícola de San Bartolo.</p> <p>Latitud: 19°15' 2.45"N,</p> <p>Longitud: 100°03'09.94"O. 2,278 msnm.</p>

Localidad	Estatus Social	Estatus Legal	Estatus técnico	Población beneficiada	Ubicación
	No se ha realizado un trabajo de sensibilización y promoción de la participación social de San Bartolo, es necesario desarrollarlo para determinar su viabilidad social.	Este terreno no cuenta con las condiciones legales necesarias para un proceso de compra venta.	el predio agrícola se encuentra a 2,293 msnm. Sin embargo, se requeriría ampliar la red de drenaje desde el fin del colector de drenaje actual, que termina en la PTAR de San Juan, hasta el predio seleccionado, el cual se encuentra a una distancia aproximada de 1,227.4 metros.		
6. Amanalco	Se ubicó un predio agrícola del Sr. Ramiro Chino Lucas, el cual ha manifestado abiertamente su interés de vender su predio agrícola, con objeto de instalar un humedal artificial; se cuenta con una minuta donde manifiesta interés de compraventa de su predio. Socialmente es factible la instalación de un humedal artificial pues se han realizado reuniones con la comunidad y sus representantes, en las cuales no se han identificado obstáculos.	Se trata de un predio de propiedad privada, que cuenta con un contrato de compraventa que habilita a su propietario para realizar contratos de compraventa No hay impedimentos legales para la eventual compra del predio.	Superficie del Terreno: 8,335 m ² - Área requerida para 1,349 hab.: 7,015 m ² . Es un terreno que se encuentra en un área inundable. Técnicamente es poco factible la instalación de un humedal artificial. Se requeriría elevar el terreno y dotarlo de bordos que impidan su inundación.	1,349 habitantes.	Detrás de las oficinas del CCMM, en Amanalco. Latitud: 19°15'13.34"N, Longitud: 100°01'32.25"O. 2,313 msnm.

Localidad	Estatus Social	Estatus Legal	Estatus técnico	Población beneficiada	Ubicación
	Por otro lado, este predio está lejano al asentamiento poblacional, por lo que no se vislumbra oposición.	Precio del terreno: \$100 pesos/m ² , Costo total: \$833,500 pesos.	Por otro lado, requiere de bombeo del agua residual que se encuentra en la red de drenaje por debajo de 2 metros del nivel de la parcela.		
7. San Francisco Mihualtepec	<p>Se han identificado ocho predios con posibilidades de instalación un humedal artificial que complemente el saneamiento de la PTAR El Salitre.</p> <p>Se han realizado entrevistas con líderes comunitarios y una asamblea con los propietarios de los terrenos identificados, de la cual se obtuvo una minuta donde estos propietarios manifiestan interés en vender sus parcelas.</p> <p>En particular, se entabló comunicación con el Sr. Arnulfo Pedraza Díaz, propietario del predio con mejor ubicación para recibir las aguas residuales de la PTAR El Salitre, quien se manifiesta plenamente interesado en realizar un contrato de venta de su predio agrícola.</p>	<p>Es un predio agrícola con tenencia de la tierra ejidal, que cuenta con certificado parcelario a nombre del Sr. Arnulfo Pedraza Díaz.</p> <p>No hay impedimentos legales para la eventual compra del predio.</p> <p>Esta persona ha manifestado su interés de vender el predio a un precio de 1,000 pesos el m².</p>	<p>Superficie del Terreno: 4,747 m².</p> <p>El consumo de agua del rastro es de 15 m³/d, para lo que se requiere de un área de 1,500 m².</p> <p>Técnicamente es factible conducir por gravedad el agua residual de la PTAR El Salitre al predio seleccionado. El tanque de almacenamiento del agua residual tratada por la PTAR está a una altura de 1,920 msnm, mientras que el punto más alto del área utilizable (el área agrícola), del predio seleccionado, se encuentra a 1,916 msnm.</p> <p>Por otro lado, la distancia entre el tanque de almacenamiento del agua residual tratada de la PTAR y</p>	<p>No se tratan aguas municipales por lo que no se puede estimar la población beneficiada.</p>	<p>Terrenos ubicados enfrente de la PTAR del Rastro, cruzando el río Amanalco.</p> <p>Latitud: 19°14'09.65"N, Longitud: 100°06'40.45"O. 1,930 msnm.</p>

Localidad	Estatus Social	Estatus Legal	Estatus técnico	Población beneficiada	Ubicación
	Es socialmente es factible la instalación, aunque se requiere fortalecer el trabajo de sensibilización entre la población de San Francisco		<p>el punto de ingreso al predio es de 106.11 m².</p> <p>Se debe señalar el riesgo que el propietario no quiera fraccionar el terreno, si es que no se requiere todo.</p>		
8. Granja trutícola Los Encinos	<p>Se identificó la granja trutícola “El Encino” como el espacio idóneo para instalar un humedal artificial que contribuya a sanear las aguas del río Amanalco, las cuales, en este punto, traen las descargas de alrededor de 10 granjas trutícolas instaladas aguas arriba.</p> <p>Se cuenta con un documento donde el propietario, Sr. Israel González, manifiesta su interés en instalar o adecuar un humedal artificial en su granja. Cabe señalar que ya cuenta con un humedal en su predio “rústico”.</p> <p>Al ser una propiedad privada, no hay problemas sociales que</p>	<p>Se trata de una granja de propiedad ejidal, que cuenta con certificado parcelario a nombre del Sr. Israel González.</p> <p>No hay impedimentos legales para instalar un humedal artificial.</p>	<p>Es posible instalar un humedal artificial en esta granja trutícola pues el propietario es una persona convencida de sus beneficios, al grado que cuenta con un pequeño humedal “rústico”; un estanque con una superficie de 434.5m², el cual puede ser ampliado, en terreno aledaño, hasta 1,180.8 m².</p> <p>Además, cuenta con un estanque adicional que emplea para actividades de pesca deportiva, con una superficie de 1,331.99 m².</p> <p>Cabe señalar que el propietario preferiría instalar o mejorar el humedal</p>	<p>No se tratan aguas municipales por lo que no se puede estimar la población beneficiada.</p>	<p>Latitud: 19°14’09.65”N, Longitud: 100°06’40.45”O. 1,930 msnm.</p>

Localidad	Estatus Social	Estatus Legal	Estatus técnico	Población beneficiada	Ubicación
	<p>impidan la instalación de un humedal.</p> <p>Esta granja recibe el agua residual de 8 granjas que están aguas arriba.</p>		artificial que tiene instalado, pues quiere continuar realizando sus actividades de pesca deportiva, por lo que las modificaciones estarán en función del financiamiento disponible por el propietario.		
9. Hospital rural del IMSS.	<p>Este fue el sitio elegido para la instalación del humedal artificial en Amanalco. Ello fue posible dado el interés de los directivos del IMSS, el apoyo de las autoridades municipales y del CCMSS. Además de la aprobación del OCAVM-Conagua.</p> <p>Se aprovechó la disponibilidad de un terreno con las características necesarias (amplitud, seguridad y vigilancia) y la existencia de infraestructura de drenaje para la conducción del agua residual al humedal.</p>	<p>Legalmente no hubo impedimentos para instalar el humedal pues el IMSS tiene la propiedad del terreno.</p> <p>Además de contar con la aprobación y apoyo de las autoridades municipales.</p>	Se eligió este predio pues contaba con los elementos necesarios para la instalación del humedal, a saber: terreno suficiente e infraestructura de drenaje que conduce el agua residual del hospital a una PTAR fuera de operación.	No se tratan aguas municipales por lo que no se puede estimar la población beneficiada	<p>Amanalco. Latitud: 19°15'25"N, Longitud: 100°00'42"O.</p> <p>Elevación 2,319 msnm.</p>
10. Predio San Lucas	San Lucas en una localidad de Amanalco que no cuenta con servicio de drenaje, las viviendas tienen letrinas que	El predio ofrecido por el Sr. José Cruz, es ejidal, pero cuenta con	El predio tiene una superficie de 10,546.79 m ² .	La superficie del predio alcanzaría para tratar el agua	Latitud: 19°15'44.25" N

Localidad	Estatus Social	Estatus Legal	Estatus técnico	Población beneficiada	Ubicación
	contaminan los manantiales. Este problema ha motivado al Sr. José Cruz Carvajal a interesarse en el proyecto y ofrece un terreno para instalar un humedal.	certificado parcelario. No tiene problemas de tenencia de la tierra.	San Lucas no cuenta con red de drenaje. Para desarrollar el proyecto se deberá instalar este servicio en dos zonas: la distancia del primer bloque de casas al predio es de 200 m y del segundo bloque es de 385 metros.	residual de 1.846 personas; aunque no sería posible conectar toda la población de San Lucas (1,098 habitantes) por sus características topográficas.	Longitud: 99°59'29.74" O Elevación: 2,491 msnm
11. Predio La Joya	Se ubicó el predio agrícola conocido como "La Joya", ubicado en el ejido de San Bartolo. Se ha identificado a su propietario el MVZ Eleucadio Vera, aunque sólo se ha platicado con su hijo Roberto Vera. Esta persona se manifestó interesada en realizar un proceso de compra venta, siempre y cuando le ofrezcan una buena oferta. No se precisó ninguna suma, pero preguntando sobre precios de la tierra en esa zona encontramos que un predio de 2 has llega a costar \$1,500,000 pesos. El predio está alejado de la población por lo que no habría presión social.	A pesar de estar en la zona ejidal de San Bartolo, La Joya es un predio con escritura de propiedad privada. No tiene problemas de tenencia de la tierra	El predio tiene una superficie de 23,876.36 m ² . Está alejado de la PTAR de San Juan por una distancia de 2,051 metros. Para instalar el humedal se tendría que ampliar la red de drenaje municipal. Se requiere un estudio topográfico fino que determine si existe la posibilidad de llevar por gravedad el agua residual desde la PTAR al predio. Con GPS se encontró que ambos puntos están a una altura de 2,300 msnm.	Se podrían beneficiar a 4,178 habitantes. La población que vive en las localidades de San Juan y Amanalco.	Latitud: 19°15'50.11" N Latitud: 100°03'16.60" O Elevación: 2,300 msnm

Localidad	Estatus Social	Estatus Legal	Estatus técnico	Población beneficiada	Ubicación
12. Predio Álamo	Se visitó el predio Agrícola llamado “Álamo”, pertenece el MVZ Eleucadio Vera, aunque sólo se ha platicado con su hijo Roberto Vera. Esta persona se manifestó interesada en realizar un proceso de compra venta, siempre y cuando reciba una oferta atractiva. El predio está fuera del poblado, aunque está a 90 metros de dos manantiales que abastecen a San Bartolo; eso puede significar diferencias con la población.	El Álamo es un predio con escritura de propiedad privada. No tiene problemas de tenencia de la tierra	El predio tiene una superficie de 12,975.90 m ² . Está a 1,634 metros de la PTAR de San Juan. Para instalar el humedal se tendría que ampliar la red de drenaje municipal. Sí se podría conducir por gravedad el agua residual de la localidad de San Juan. La PTAR de está a 2,300 msnm y el punto más alto del predio a 2,280 msnm.	Con esta superficie se podría construir un humedal que beneficie a 2,271 habitantes. Casi toda la población de San Juan.	Latitud: 19°15'32.94" N Latitud: 100°03'09.13" O Elevación: 2,280 msnm

ACTIVIDAD 5.5

ELABORACIÓN DE UNA ESTRATEGIA DE PARTICIPACIÓN SOCIAL.

5.5.4 TALLER DE CAPACITACIÓN DE OPERACIÓN Y MANTENIMIENTO DE HUMEDALES

5.5.4 Taller de capacitación de operación y mantenimiento de humedales.

El taller se llevó a cabo en la oficina del CCMSS, impartida por el Dr. Armando Rivas Hernández del IMTA, sobre el sistema de tratamiento con humedales artificiales, los objetivos del proyecto y como se llevará a cabo. De este modo se dio a conocer la facilidad de manejo y beneficios del sistema.



Foto 5.5.4.1-Taller en Amanalco de Becerra, Amanalco, Estado de México.




"TALLER COMUNITARIO SOBRE SANEAMIENTO Y HUMEDALES EN LA LOCALIDAD DE AMANALCO"

LUGAR: Oficina del CCMSS FECHA: 29/03/2017 DURACIÓN: 2 hrs

NOMBRE DEL RESPONSABLE (S): Lucía Madrid Ramírez

No	NOMBRE COMPLETO	LOCALIDAD	HOMBRE	MUJER	AÑO DE NACIMIENTO	FIRMA	TELEFONO
1	Andrés Gerés González	Santiago Tera	X		1937		2510442
2	Néstor Israel Pérez Molina	San Sebastián Cmo	X		1982		722556002
3	Timoteo Sánchez	amanalco	X		1968		
4	Juan Jimenez	amanalco	X		1947		
5	Neomedes Lopez Sanchez	San Miguel	X		15/09/063		722124463
6	José Manuel Velázquez Ojeda	Amanalco de B	X		1978		722413262
7							
8							
9							
10							
11							
12							

Figura 5.5.4.1- Lista de asistencia del taller en Amanalco de Becerra, Amanalco, Estado de México.

El taller se llevó a cabo en el auditorio de San Juan.



Foto 5.5.4.2-Taller en San Juan, Amanalco, Estado de México.

"TALLER COMUNITARIO SOBRE SANEAMIENTO Y HUMEDALES"				
Fecha: 17/03/2017				
Lugar: San Juan				
Duración: 2 horas 30 minutos				
Nombre y Apellidos	Localidad	Teléfono	Edad	Firma
1. Navel López	San Juan 1º		82	
2. Melisio Lucas Martínez	San Juan 1º		70	
3. Benito Benitez Mateo	San Juan 3º		50	
4. María Wisa Chino Sanchez	San Juan 1º		62	
5. Hernulo Lucas Martínez	San Juan 1º		88	
6. Adrián Clemente Bello	San Juan 2º		65	
7. Arnulfo Martínez Salgado	San Juan			
8. Primitivo Salgado Amérez	San Juan 1º		70	
9. Ramiro Chino Lucas	San Juan		56	
10. Rosa Elia Martínez Caraballo	San Juan		39	
11. Felipe Marcos Martínez	San Juan Lara Seco		50	
12. José Luis Gamet Martínez	Sección 2		42	
13. Lorenzo Vidal Santos	sección 3		70	

Figura 5.5.4.2a- Lista de asistencia del taller en San Juan, Amanalco, Estado de México.

Nombre y Apellidos	Localidad	Teléfono	Edad	Firma
14. Miguel Hernandez	1 ^a sección	72 2175 40 9	55	
15. Luis Martin Clemente	3 ^a		66	
16. Cleonora Guadalupe	1 ^a		68	
17. Arnulfo Martinez	2 ^a			
18. Alberto Baltasar Arac	2 ^a		58	
19.				
20.				
21.				
22.				
23.				
24.				
25.				
26.				
27.				
28.				
29.				

Figura 5.5.4.2b- Lista de asistencia del taller en San Juan, Amanalco, Estado de México.

El taller se llevó acabo en el auditorio de San Mateo.



Foto 5.5.4.3-Taller en San Mateo, Amanalco, Estado de México.

"TALLER COMUNITARIO SOBRE SANEAMIENTO Y HUMEDALES"					
Fecha: 18/03/2017					
Lugar: San Mateo					
Duración: 2 horas 30 minutos					
Nombre y Apellidos	Localidad	Teléfono	Edad	Firma	H/M
1. Jorge Onofre Avilés	Comunidad San Mateo		1999	<i>[Firma]</i>	H
2. Alberto de la Cruz	Comunidad San Mateo		1990	<i>[Firma]</i>	H
3. Dnesima Vera	Comunid. San Mateo		1989	<i>[Firma]</i>	H
4. Antonio García Fabián	San Mateo		1999	<i>[Firma]</i>	H
5. Enriqueta Chino Salvador	San Mateo		1953	X	M
6. Marina Hilario Zárate	San Mateo		1999	<i>[Firma]</i>	M
7. Isaias Hernández Arbez	San Mateo		1952	<i>[Firma]</i>	H
8. Ángel de la Cruz Arbez	San Mateo		1999	<i>[Firma]</i>	H
9. Pedro Rubio Silamano	San Mateo		1976	<i>[Firma]</i>	H
10. Yolanda Santicigo Manuel	San Mateo		1984	<i>[Firma]</i>	M
11. Anita Garduño Quintero	San Mateo		2005/4	X	M
12. Dalia Elvira Delacruz Hernández	San Mateo	7224235971.	33 años	<i>[Firma]</i>	Mujer
13. SACOBO DE LA CRUZ AVILÉS	San Mateo	72 28 50 0736	10/5/74	<i>[Firma]</i>	Hombre

Figura 5.5.4.3a- Lista de asistencia del taller en San Mateo, Amanalco, Estado de México.

San Mateo

Nombre y Apellidos	Localidad	Teléfono	Edad	Firma	H/M
14. Gloria Marcos Vera	San Mateo		12-02-82		M
15. Florencia de la Cruz	San Mateo		32 años		H
16. Blanca Esther Vercasterio	San Mateo		1974	<i>[Firma]</i>	M
17. Irene	San Mateo				
18. Antonio	San Mateo				
19. José	San Mateo				
20. Carlos	San Mateo				
21.					
22.					
23.					
24.					
25.					
26.					
27.					
28.					
29.					

Figura 5.5.4.3b- Lista de asistencia del taller en San Mateo, Amanalco, Estado de México.

El taller se llevó a cabo en el auditorio de San Miguel Tenex-tepec.



Foto 5.5.4.4-Taller en San Miguel Tenex-tepec, Amanalco, Estado de México.

"TALLER COMUNITARIO SOBRE SANEAMIENTO Y HUMEDALES"				
Fecha: 17/03/2017				
Lugar: San Miguel Tenex-tepec				
Duración: 2 horas 30 minutos				
Nombre y Apellidos	Localidad	Teléfono	Edad	Firma
1. María Nieves Ciraco Sánchez	San Miguel		59	<i>[Signature]</i>
2. Gregorio Quintana Sánchez	San Miguel	7228477266	49	<i>[Signature]</i>
3. Eulalia Felipa Sánchez Vera	San Miguel		66	<i>[Signature]</i>
4. Irene Sánchez Santiago	San Miguel		61	<i>[Signature]</i>
5. María Nieves Ciraco Sánchez	San Miguel			
6. Zenaida Embate	San Miguel	7221177220	58	<i>[Signature]</i>
7. Jorge Ávila Sánchez	San Miguel	7221204945	48	<i>[Signature]</i>
8.				
9.				
10.				
11.				
12.				
13.				

Figura 5.5.4.4- Lista de asistencia del taller en San Miguel Tenex-tepec, Amanalco, Estado de México.

El taller se llevó a cabo en el auditorio de San Mateo.



Foto 5.5.4.5-Taller en San Mateo, Amanalco, Estado de México.

LISTA DE ASISTENCIA

Taller de prevención y resolución de conflictos por el agua.

San Mateo, Amanalco de Becerra, Estado de México

No.	Nombre
1	Ramón de la Cruz Sotiro
2	Salvador de la Cruz Morelos
3	Rubén Rubio Rubio
4	Pedro Filomeno Rubio
5	Trinidad Hernández Gómez
6	José Luis Vera Pérez
7	Carlos Blanco Avilés
8	Gregorio Quintero Sánchez
9	Silvano González Sánchez
10	José Oscar Francisco Santiago
11	Juvencio García de la Cruz
12	Miguel Hernández Cipriano
13	Alejandro Chino Téllez
14	Juan Lucas López
15	Santos Manzanares García

Figura 5.5.4.5- Lista de asistencia del taller en San Mateo, Amanalco, Estado de México.

El taller (en dos partes) sobre operación y mantenimiento a personal del Hospital Rural del IMSS Amanalco se realizó en las instalaciones del hospital en comento, en el que está construido el sistema de tratamiento de aguas residuales mediante humedales de tratamiento y lagunas de maduración. Se contemplaron los siguientes temas: enfermedades transmitidas por el agua, introducción a los humedales de tratamiento, operación y mantenimiento de lagunas y humedales, instalación de la PTAR y se revisó su manual de operación y mantenimiento, el que se cotejó visitando el sistema de tratamiento.



Fotos 5.5.4.6 y 5.5.4.7-Taller de capacitación a los responsables del humedal en el IMSS Amanalco, Amanalco, Estado de México.

En la Figura 5.5.4.6 se muestran la lista de asistentes al primer taller de capacitación, y en la Figura 5.5.4.7 los asistentes al segundo taller de capacitación.

MÉXICO
GOBIERNO DE LA REPÚBLICA

Programa IMSS BIENESTAR
Hospital Rural No. 2 Amanteo

IMSS

DELEGACIÓN: MEXICO PONIENTE
TEMA: CAPACITACION DEL SISTEMA DE HUMEDAL

DIRIGIDO A: OPERADORES DE MANTENIMIENTO Y COMUNIDAD

FECHA: 27 DE AGOSTO 2019

OBJETIVO:
CONOCER EL MANTENIMIENTO PREVENTIVO Y CORRECTIVO DEL HUMEDAL

NOMBRE: ING. ALBERTO ALEJANDRO LOPEZ HERNANDEZ
ARMANDO RIVAS

FIRMA:

No.	NOMBRE COMPLETO	LOCALIDAD	FIRMA
1	Patricia Flores Ordóñez	CONAGUA-OCAM	[Firma]
2	Gonzales Jacinto Alarcs.	OP. ALTO	[Firma]
3	Eduardo Quiroz Sanchez	OP. QUANTO	[Firma]
4	Etienne Forcada Gallardo	CCMSS	[Firma]
5	José Manuel Ulchis Ulich.	CCVBA	[Firma]
6	Ignacia Quintro Amenci	Voluntaria	[Firma]
7	Rocio Sánchez Tirado	voluntaria	[Firma]
8	Sabino Vega Gonzalez	Rancho San José	[Firma]
9	Alicia Hilario Vera	portero	[Firma]
10	Isidoro de la Cruz Carbajal	voluntaria local	[Firma]
11	Santiago Moratón Sánchez de Tagle	CCMSS	[Firma]
12	Alejandro Chino Tellez	SAN JUAN CCMSS	[Firma]
13	Yumina Sánchez Comáñez	CCMSS	[Firma]
14	Yazmin Villagomez Martinez	P.A.C.H.R	[Firma]
15	Isabel Antonio Ramos	San Lucas	[Firma]
16	Carmen Garcia DE JESUS	San Lucas	X
17	Juan Sotero Avila	San Mateo CCMSS	[Firma]
18	Luis Gabriel Tenorio Pliego	Ayuntamiento Amanteo	[Firma]
19	Cristina Almeida Narajo	Escuela Politécnica Nacional Quito-Ecuador	[Firma]
20			

Figura 5.5.4.6- Lista de asistentes al primer taller de capacitación.

MÉXICO
GOBIERNO DE LA REPÚBLICA

Delegación Estado de México
Programa IMSS BIENESTAR
Hospital Rural No. 2 Amanalco

IMSS

DELEGACIÓN: MEXICO PONIENTE
TEMA: SEGUIMIENTO PARA CAPACITACION DEL SISTEMA DE HUMEDAL
DIRIGIDO A: OPERADORES DE MANTENIMIENTO Y COMUNIDAD
FECHA: 24 DE SEPTIEMBRE 2019

OBJETIVO:
CONOCER EL MANTENIMIENTO PREVENTIVO Y CORRECTIVO DEL HUMEDAL

NOMBRE: ING. ALBERTO ALEJANDRO LOPEZ HERNANDEZ ARMANDO RIVAS

FIRMA:

LISTADO DE PARTICIPANTES

No.	NOMBRE COMPLETO	LOCALIDAD	FIRMA
1	Héctor Valdespino Proque	U.M.R # 2-4 San Juan 1 ^{ra} Secc	[Firma]
2	Alicia Hilario Vega	Pueblo Nuevo	[Firma]
3	Isidora de la Cruz Carbajal	Rincon de Guadalupe	[Firma]
4	Guadalupe Mtz Mtz	Pueblo Nuevo	[Firma]
5	Yazmin Lillagomez Mtz	P.A.C H.R	[Firma]
6	Yumma Sánchez González	CCMSS Amanalco	[Firma]
7	Alejandro Chino Tellez	CCMSS - Amanalco	[Firma]
8	José Manuel Vilchis Vilchis	CCUBA	[Firma]
9	Huano del Rosero Eugenio Mato	UMR # 24 V.S.C San Juan 1 ^{ra} Secc	[Firma]
10	Eduardo Quiroz S.	HOSPITAL	[Firma]
11	Alberto A. Lopez Hernandez	H.R. Amanalco	[Firma]
12	Armando Rivas Hdz.	IMTA	[Firma]
13	Klorges González Jeronimo	OP. UTO.	[Firma]
14			
15			
16			
17			
18			
19			
20			

Figura 5.5.4.7- Lista de asistentes al segundo taller de capacitación.

ACTIVIDAD 5.6

INSTALACIÓN DEL HUMEDAL PILOTO DEMOSTRATIVO

5.6 Instalación del humedal piloto demostrativo.

5.6.1 Selección del sitio.

Como previamente fue señalado, debido al rechazo de la construcción del humedal en San Sebastián el Chico, se requirió localizar un sitio alternativo para la instalación del humedal artificial demostrativo. El nuevo terreno que se seleccionó, se ubica dentro de las instalaciones del Hospital Rural del IMSS en Amanalco, ya que los directivos de esta institución manifestaron su interés y apoyo para la construcción del humedal de tratamiento, una vez que se les informó de los beneficios obtenibles mediante esta tecnología alternativa.

Cabe señalar que no fue necesario obtener el documento probatorio del terreno seleccionado, ya que este se ubica dentro de las instalaciones del hospital.

5.6.2 Estudios previos de topografía, caracterización de la descarga y mecánica de suelos.

Los estudios de ingeniería básica se refieren a la topografía, caracterización de la descarga y la mecánica de suelos, los que se describen en los tres siguientes subcapítulos.

5.6.2.1 Estudio de topografía.

Se ejecutó el levantamiento 3,595.48 m² del predio donde se instaló el sistema de tratamiento, utilizando una estación total marca SOKKIA modelo SET650x, bastones de aplomar con prisma y un geoposicionador satelital manual con aproximación al metro (GPS) marca ETREX modelo 20.

El trazo de la poligonal cerrada y la nivelación del área en estudio se determinaron al realizar el recorrido por la zona en estudio conjuntamente con el Dr. Armando Rivas Hernández, responsable del proyecto, definiendo las necesidades de proyecto y alcances a diseñar.

El levantamiento topográfico se realizó con apoyo de un banco de nivel, con aparatos electrónicos de alta precisión (estación total), definiendo las coordenadas geográficas y la altura sobre el nivel medio del mar de terreno con el GPS marca ETREX20.

Al realizar el levantamiento de predio en estudio, se consideró una cuadrícula imaginaria, estableciendo puntos sobre el terreno a cada 20 metros en dirección longitudinal y transversal, tomándose las cotas correspondientes a cada uno de estos puntos (X, Y, y Z), así mismo se tomaron datos de la línea de red de alcantarillado existentes y sus respectivos pozos de visita, así como postes de luz y puntos importantes, como son, los cambios de dirección y pendiente del terreno natural, obteniéndose con ello, la planimetría y altimetría del área en estudio.

Otra consideración que se tomó en cuenta durante los trabajos de topografía fue la ubicación de pavimentos de concreto en el estacionamiento, sobre el que se ubicaron los bancos de nivel.

Como resultado de estos trabajos se elaboró un plano de la topografía ver Figura 5.6.2.1.1, en donde se puede observar que las cotas van desde los 2,317.40 m hasta los 2,316.60 m, lo que significa que es un terreno casi plano. En la Figura 5.6.2.1.2 se muestra un cuadro de construcción del terreno, cuya área total es de 3,595.48 m², con un perímetro de 423.55 m. En la Figura 5.6.2.1.3 se presenta a detalle el perfil del plano topográfico del terreno, con escala horizontal 1:250 y vertical de 1:25.

En el anexo 6, se presentan los planos del humedal de tratamiento del Hospital Rural del IMSS Amanalco, e inicia con el plano de topografía, en el que se muestran todos los detalles topográficos.

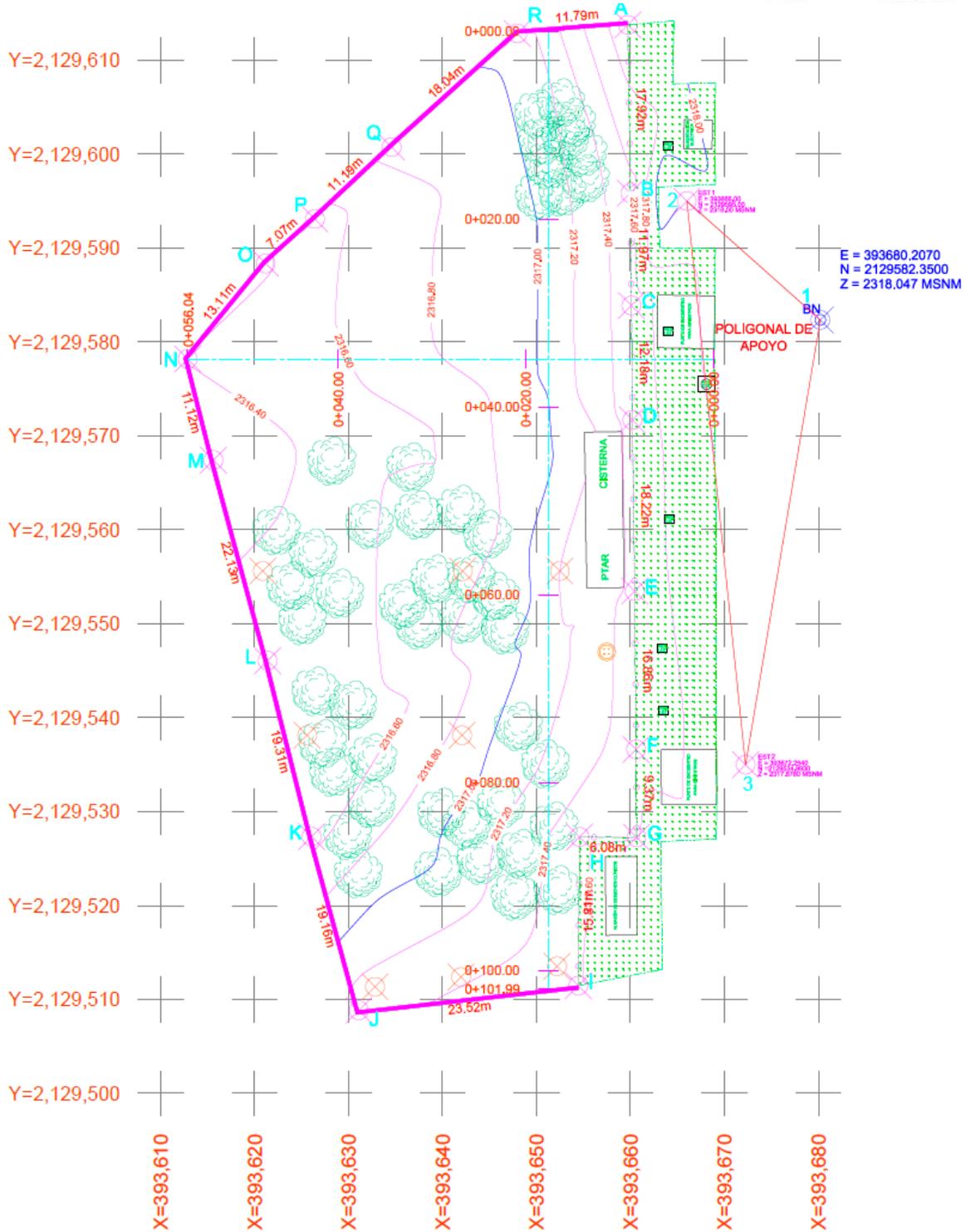


Figura 5.6.2.1.1- Plano topográfico del terreno en donde se instaló el humedal demostrativo, en el Hospital Rural IMSS, Amanalco, Estado de México.

CUADRO DE CONSTRUCCIÓN DEL ÁREA DE HUMEDALES.						
LADO		RUMBO	DISTANCIA	V	COORDENADAS	
EST	PV				Y	X
	A			A	2,129,555.61	393,652.47
A	B	S 00°24'49.40" W	42.08	B	2,129,513.53	393,652.17
B	C	S 83°34'13.81" W	10.27	C	2,129,512.38	393,641.96
C	D	S 83°34'13.81" W	9.22	D	2,129,511.35	393,632.80
D	E	N 15°05'24.10" W	27.74	E	2,129,538.13	393,625.58
E	F	N 90°00'00" E	16.49	F	2,129,538.13	393,642.07
F	G	N 50°29'31.51" W	27.49	G	2,129,555.61	393,620.86
G	E	S 15°05'24.10" E	18.11	E	2,129,538.13	393,625.58
E	G	N 15°05'24.10" W	18.11	G	2,129,555.61	393,620.86
G	J	N 90°00'00" E	21.28	J	2,129,555.61	393,642.14
J	A	N 90°00'00" E	10.33	A	2,129,555.61	393,652.47
SUPERFICIE DEL TREN DE TRATAMIENTO = 962.66 m2						

Figura 5.6.2.1.2- Cuadro de construcción del área de humedales.

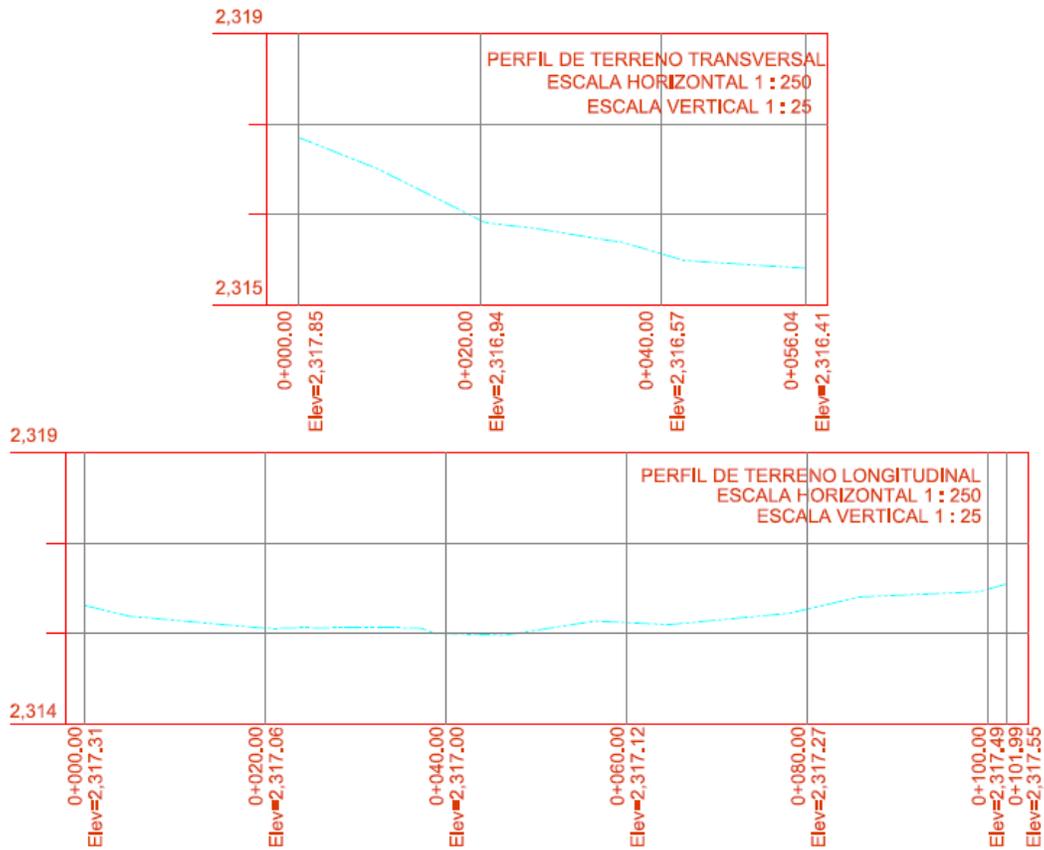


Figura 5.6.2.1.3- Detalle del perfil del plano topográfico.

En la Foto 5.6.2.1.1 se aprecia una panorámica del terreno adónde se instaló el humedal demostrativo en las instalaciones del Hospital Rural del IMSS, Amanalco, Estado de México.



Foto 5.6.2.1.1- Panorámica del terreno en del Hospital Rural del IMSS, Amanalco, Estado de México.

En la Foto 5.6.2.1.2 se muestran dos bancos de nivel establecidos, uno sobre el pavimento del estacionamiento, en el área verde, que sirve de referencia como punto de reunión y el otro que corresponde a la base del poste, junto a la guarda en amarillo de la banqueta, en la esquina norte del estacionamiento.



Foto 5.6.2.1.2- Detalle de la ubicación de los bancos de nivel.

5.6.2.2 Caracterización de la descarga

Muestreo y análisis de la descarga de aguas residuales del Hospital Rural del IMSS, Amanalco, Estado de México.

El muestreo se realizó en el pozo de visita que se ubica en las coordenadas con latitud $19^{\circ}15'24.24''$ N y longitud $100^{\circ}00'42.93''$ O (Figura 5.6.2.2.1). Se efectuó el 10 y 11 de julio del 2018 comenzando a las 12:00 horas del día 10 y terminando a las 08:00 horas del día 11, con una frecuencia de cada 4 horas para las muestras simples, a partir de las cuales se generó la muestra compuesta. En cada toma de muestras se obtuvieron los datos de campo. Se analizaron parámetros de la NOM-001-SEMARNAT-1996.

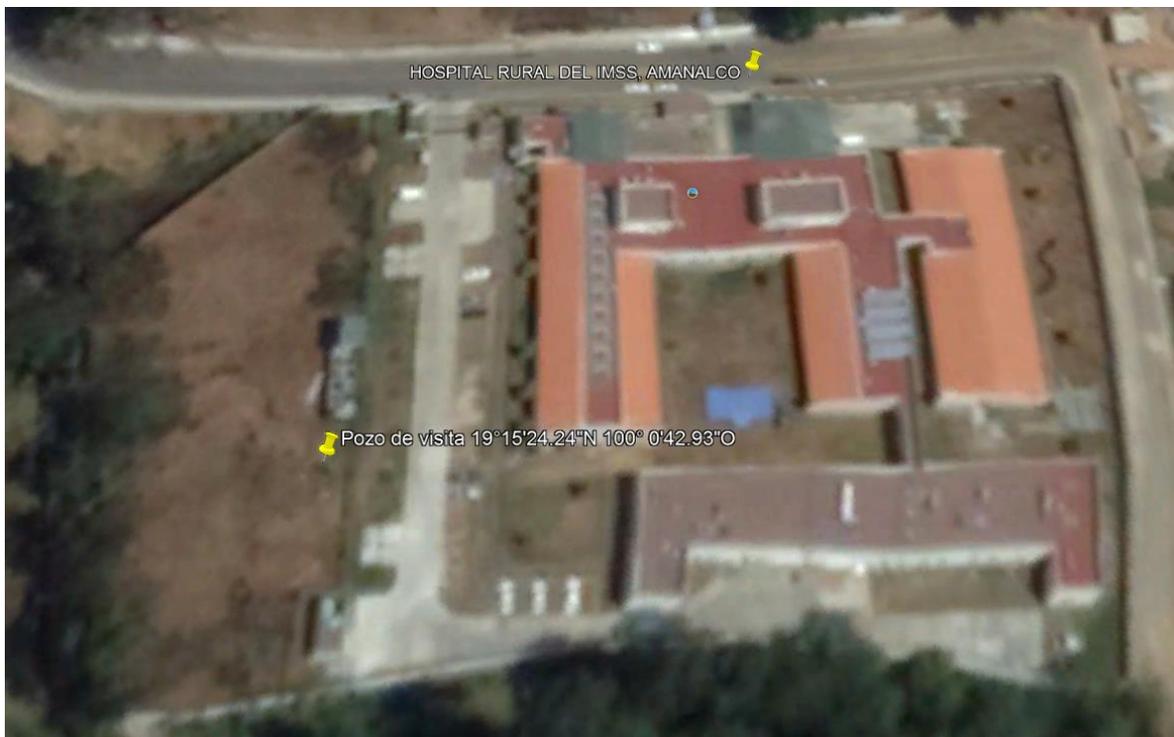


Figura 5.6.2.2.1 Ubicación del sitio de muestreo de la descarga de aguas residuales.

No fue factible medir el caudal por la intermitencia que este presenta, además de que no hay una estructura para medición de caudal, por lo que se consideró el mismo volumen para cada horario. Sin embargo, como previamente fue citado, el volumen/día de tratamiento será de $15 \text{ m}^3/\text{d}$ de donde se obtiene un caudal promedio de 0.1736 L/s . La temperatura del agua osciló entre 15.4 y 19.1 °C y la del ambiente entre 11.3 y 22.6 °C. El valor de pH obtenido fue de 7.1 el cual está dentro de los valores típicos de aguas residuales municipales en México.

En la Foto 5.6.2.2.1 se observan acciones de la colecta y preservación de la muestra, así como la medición de parámetros de campo.



Foto 5.6.2.2.1- Muestreo, registro de parámetros de campo y preservación de muestras de la descarga de aguas residuales del Hospital Rural IMSS, Amanalco, Estado de México

Como antes fue citado, la totalidad de los parámetros fisicoquímicos están por debajo de los valores esperados para ese tipo de aguas residuales, la DBO promedio obtenida fue de 92.3 mg/L, el valor típico promedio es de 450 mg/L, el NT fue de 13.8 mg/L, el valor típico es de 40 mg/L, el PT fue de 0.5 mg/L, el valor típico varía entre 5 y 13 mg/L, la media geométrica de los CF fue 2.79E+06 NMP/100 mL. Cabe señalar que durante uno de los horarios de muestreo se presentó una lluvia ligera, por lo que la muestra no fue colectada.

Tabla 5.6.2.2.1- Resultados obtenidos de la descarga de aguas residuales del Hospital Rural IMSS, Amanalco.

<i>PROYECTO: HUMEDAL DEMOSTRATIVO HOSPITAL IMSS, AMANALCO.</i>	
No. DE CONTROL: 2018/07/12	TIPO DE MUESTRA: AGUA RESIDUAL HOSPITAL IMSS, AMANALCO

N°	PTAR / PUNTO	DBO ₅ mg/L	DQO (mg/L)	NH ₃ -N mg/L	N-NO ₂ mg/L	N-NO ₃ mg/L	NT mg/L	PO ₄ mg/L	PT mg/L	SO ₄ mg/L
1	BLANCO		0	0	0	0	0	0	0	0
2	M1	116	149	10.25	12	3.3	16.1	2.84	0.5	10
3	M2	68.5	104	5	5	1.5	11.5	2.9	>0	9
	Promedio	92.3	126.5	7.6	8.5	2.4	13.8	2.9	0.5	9.5
4	DUPLICADO M1	90.5	148			3.1	15.9	2.88	0.4	10
5	DUPLICADO M2	52.3	106			1.8	11.2	2.84	>0	8
	Promedio	71.4	127			2.45	13.5 5	2.86	0.4	9

Nomenclatura: M1 (muestra 1, compuesta del 10 de julio, 3 muestras simples), M2 (muestra 2, compuesta del 11 de julio, 2 muestras simples).

Los resultados de coliformes fecales fueron los siguientes:

COLIFORMES FECALES	
M1	4.60E+06
M2	1.50E+06
M3	1.10E+07
M4	9.30E+05
M5	2.40E+06
Media geométrica	2.79E+06

Se observa que la concentración de los parámetros fisicoquímicos, así de los bacteriológicos, presentan valores bastante menores a los esperados para un agua residual proveniente del hospital. La razón principal radica en que los muestreos se efectuaron durante la temporada de lluvias, lo que provocó el efecto de dilución.

5.6.2.3 Estudio de mecánica de suelos

Como fue señalado con anterioridad, el personal del Hospital Rural del IMSS, Amanalco proporcionó los estudios de mecánica de suelos que fueron solicitados previo a la construcción de las instalaciones del hospital. En el informe se señala que se realizaron tres sondeos y cuatro pozos a cielo abierto, con profundidad máxima de 33.0 m, el nivel del agua freática fue de 1.0 m de profundidad, en el diseño de cimentación se consideró una carga equivalente igual a 1.00 ton/m² para un nivel. Se indica la presencia de escurrimientos pluviales provenientes de las partes altas de la zona, los que deberán canalizarse externamente con el fin de evitar daños en las estructuras del proyecto. Con base en las cargas máximas se estiman asentamientos menores a 10 cm. Cabe señalar que previo a la construcción de los bordos se realizarán acciones de compactación del suelo, con objeto de prevenir posibles asentamientos.

5.6.3 Determinación del tren de tratamiento

5.6.3.1. Introducción.

Los sistemas de humedales artificiales (SHA) se consideran sistemas de tratamiento biológicos de aguas residuales viables para coadyuvar a controlar la eutrofización de los lagos que reciben aguas contaminadas principalmente con nutrientes como nitrógeno y fósforo, como es el caso de la presa Valle de Bravo.

Mediante esta tecnología es factible el tratamiento de aguas residuales de tipo municipal, doméstico, de industrias con residuos orgánicos (procesadoras de alimentos, hidrocarburos, minería, etc.), aguas grises y aguas generadas en hospitales, como es el caso de este proyecto.

5.6.3.1.1 Recopilación de datos básicos.

Ubicación del proyecto.

El proyecto se ubica en el municipio de Amanalco, Estado de México (Figura 5.6.3.1.1, en color azul), en localidad de San Lucas, Municipio de Amanalco, Estado de México (Figura 5.6.3.1.2), a 2,321 msnm. La superficie del predio seleccionado para instalar el sistema demostrativo de tratamiento de aguas residuales municipales es de 3,500.00 m²; se encuentra en las coordenadas GPS: Latitud: 19°15'25" N, Longitud: 100°00'42" O.

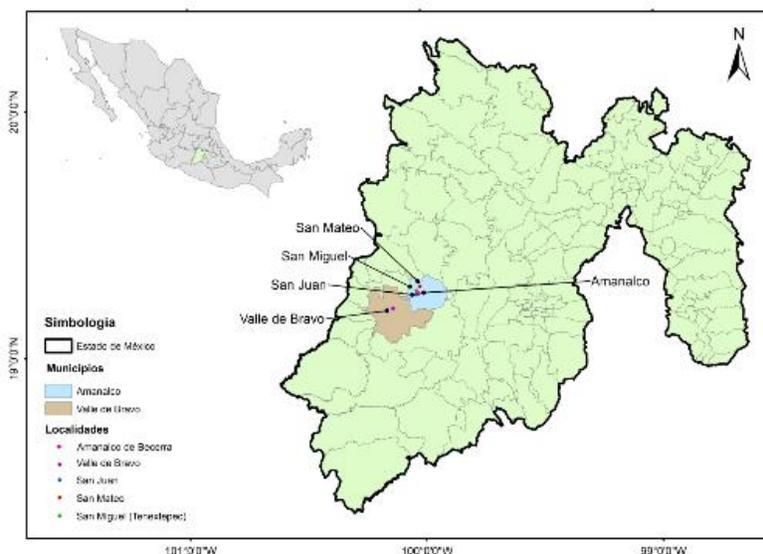


Figura 5.6.3.1.1- Localización del municipio de Amanalco, Estado de México (en azul).

Fuente: Elaborado a partir de: INEGI Censo 2010, Marco Geoestadístico Municipal 2005.



Figura 5.6.3.1.2-Imagen de satélite que ubica la comunidad de Amanalco de Becerra y el terreno seleccionado para la instalación del humedal de tratamiento, (punteros en amarillo).

5.6.3.1.2 Descripción del proyecto.

5.6.3.1.2.1 Información general del proyecto.

Ante la necesidad del tratamiento de las aguas residuales, con alternativas tecnológicas de bajo costo y sencillas de operar, que incluyan la remoción de nutrientes (nitrógeno y fósforo), que permitan reducir la eutrofización de la Presa Valle de Bravo, de la cual se envía agua al Sistema Cutzamala, en donde el agua se potabiliza y suministra a la Ciudad de México, Ciudad de Toluca y Zona Metropolitana de la Ciudad de México; el Organismo de Cuenca Aguas del Valle de México (OCAVM) por convenio con el Instituto Mexicano de Tecnología del Agua (IMTA), desarrolló el proyecto “Estudio de la factibilidad ambiental, desarrollo sustentable, urbano, social y legal para el desarrollo de estrategias de penetración y mediación social que establezcan las bases para la adquisición de predios destinados a la construcción de los sistemas de humedales artificiales (SHA) para el saneamiento del aporte del Río Amanalco a la Presa Valle de Bravo, Estado de México”.

El agua residual que se tratará en el humedal artificial, localizado en el Hospital Rural del IMSS, Amanalco, es generada por el mismo hospital, en el municipio de Amanalco, Estado de México. Con base en el recorrido que se realizó en el hospital, cuentan con WC, lavabos, tarjas y otras fuentes de agua existentes en el hospital; además se verificó el manejo de los

residuos biológicos y químicos que pueden estar presentes en el agua residual generada y que deberá ser tratada por el humedal artificial.

Cuentan con dos cisternas, las cuales son abastecidas con agua de manantial. Cada una tiene una capacidad de 75 mil litros. Aunque sólo el agua de una de ellas, es utilizada para las actividades cotidianas del hospital y tiene una duración de cinco días; es decir que cada día ocupan de 15 mil litros. La otra cisterna almacena agua para control de incendios.

En el laboratorio hay un manejo especial de los residuos sólidos (jeringas, algodones con sangre, etc.), pero los líquidos son vaciados al drenaje y a la planta de tratamiento. Todas las descargas de agua del laboratorio se van a la PTAR sin filtros, "solo se inactivan". En el laboratorio se manejan y desecha sangre, plasma, etc.

En relación a la cantidad de sanitarios, lavabos, tarjas y regaderas existentes en el hospital, se cuenta con 47 sanitarios o WC, 31 lavabos, 10 tarjas y 15 regaderas. Cabe señalar que sólo dos de los 47 baños existentes, tienen una caja de 4 litros por descarga, el resto son de "fluxómetro".

Cabe señalar que, con base en el tamaño y forma del predio disponible para la instalación del sistema de tratamiento, el dimensionamiento se realiza para un caudal de 15.0 m³/d (la población presenta una amplia fluctuación estacional).

5.6.3.1.2.1.1 Uso actual de suelo.

La actividad que se realizó en el predio seleccionado durante los últimos años fue la descarga de aguas residuales de la planta de tratamiento existente en el Hospital Rural del IMSS, Amanalco.

Como se ha mencionado, el sistema de humedales está ubicado en Amanalco de Becerra, y recibe las aguas residuales del hospital de Amanalco, perteneciente al municipio de Amanalco, Estado de México.

El municipio de Amanalco cuenta con una superficie de 221.03 km², de los cuales el 33 % de la superficie es usada para la agricultura de temporal, el 6 % para agricultura de riego y en una menor superficie para agricultura de humedad en un 0.6 %. Tabla 5.6.3.1.2.1.1.1

Tabla 5.6.3.1.2.1.1.1- Cobertura agrícola.

Tipo de agricultura	Área del municipio en Km ²	Área de agricultura en Km ²	% de superficie
Municipio de Amanalco	221.03		
Agricultura de humedad		1.28	0.58
Agricultura de riego		13.66	6.18
Agricultura de temporal		73.86	33.42

Fuente: Elaborado a partir de: INEGI serie IV. Uso de suelo y vegetación, 2010.

De la cobertura vegetal, casi el 50 % de la superficie del municipio de Amanalco es bosque principalmente de bosque de pino-encino, y en el municipio de Valle de Bravo el 62 % de su superficie es bosque de igual manera que Amanalco es bosque de pino y encino. Tabla 5.6.3.1.2.1.1.2

Tabla 5.6.3.1.2.1.1.2- Cobertura vegetal.

Tipo de agricultura	Área del municipio en Km ²	Área de agricultura en Km ²	% de superficie
Municipio de Amanalco	221.03		
Bosque		110.02	49.77
Pastizal inducido		16.53	7.48
Agricultura de temporal			

Fuente: Elaborado a partir de: INEGI serie IV. Uso de suelo y vegetación, 2010.

En la Subcuenca del Río Amanalco los cambios de uso de suelo se están dando de forma muy rápida y son “nuevos”, es decir, mientras hace unos años la deforestación se atribuía a la apertura de parcelas agrícolas, hoy en día se pierde superficie agrícola en favor de las plantaciones comerciales y sobre todo de los asentamientos humanos (CCMSS, 2014). Tabla 5.6.3.1.2.1.1.3

Tabla 5.6.3.1.2.1.1.3- Uso de suelo del 2000 al 2012.

CAMBIO DE USO DE SUELO EN LA SUBCUENCA DEL RÍO AMANALCO			
Tipo	2000 (hectáreas)	2012 (hectáreas)	Cambio (hectáreas)
Agricultura	9,999.08	9,832.45	-166.63
Bosque	11,624.28	11,706.74	82.46
Asentamiento humano	93.35	134.84	41.49
Cuerpo de agua	1.65	0.44	-1.21
Pastizal	862.79	838.38	-24.41
Plantaciones forestales	0.00	63.76	63.76
Áreas sin vegetación aparente	23.31	27.86	4.55
Total	22,604	22,604	0.00

Fuente: CCMSS, 2016.

A pesar de que los análisis de imágenes satelitales muestran una importante reducción de la deforestación, el desarrollo urbano y turístico de la región está trayendo una alta especulación sobre la tierra. Esta se traduce en una pérdida de espacio para el cultivo y a largo plazo irá amenazando la conservación de los bosques y los recursos naturales. Esta

situación es muy evidente en toda la cuenca, en donde entre 2000 y 2012, la superficie de asentamientos humanos aumentó en un 15 %, pero en especial en la subcuenca del Río Amanalco con un aumento del 44 %.

Los usos de suelo que se encuentran en la subcuenca del Río Amanalco son:

- Agrícola: Existe superficie de agricultura de temporal y de riego. En la primera se cultivan principalmente el maíz y la avena, y en la de riego se cultiva haba y chícharo, en las zonas más altas y flores y hortalizas en las partes más bajas de la subcuenca.
- Pastizales: Los principales pastizales se encuentran en la zona de Hacienda Nueva, Capilla Vieja y Corral de Piedra. Sin embargo, hay extensiones muy pequeñas de este tipo de vegetación.
- Forestales: El uso forestal está principalmente relacionado con la extracción de madera y algunos productos forestales no maderables como los hongos, la vara de cohete, la vara perlilla, etc.
- Urbano: Las zonas urbanas más importantes son: San Juan, San Jerónimo, San Bartolo y San Francisco Mihualtepec, aunque solamente San Juan, es considerada una localidad urbana por rebasar los 2,500 habitantes.

La Subcuenca del Río Amanalco tiene una extensión de 22,635.386 ha, de las cuales el 51.8 % es bosque, el 43.5 % es tierra agrícola, el 3.7 % son pastizales, el 0.6 % es de uso urbano y el 0.3 % corresponde a plantaciones forestales, datos que se pueden observar en la Figura 5.6.3.1.2.1.1.

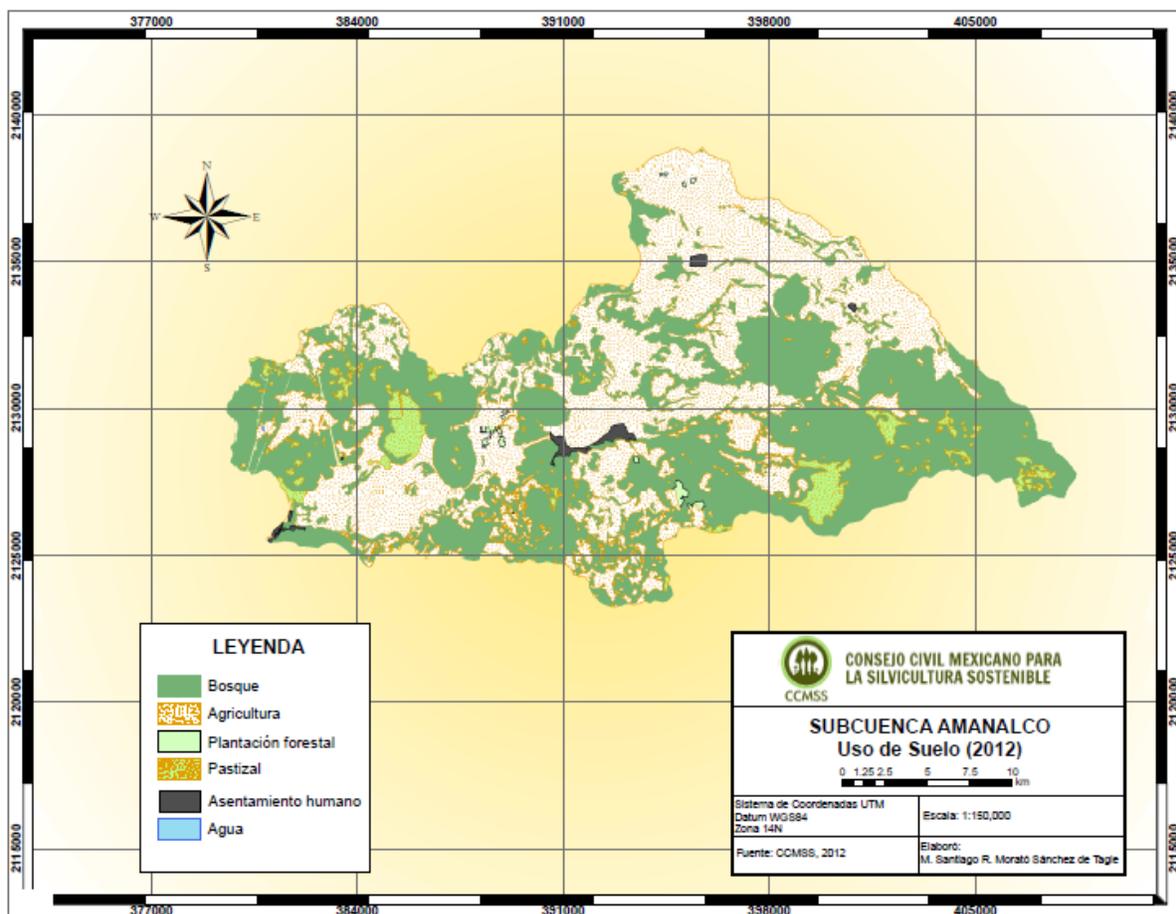


Figura 5.6.3.1.2.1.1- Uso de suelo de la subcuenca del Río Amanalco. Fuente: comunicación directa del CCMSS EN 2017. Documento no publicado.

5.6.3.1.2.1.2 Situación del agua en la región.

En la subcuenca del Río Amanalco, en la que se ubica el Hospital Rural del IMSS Amanalco, existe una problemática relacionada con el agua que es crítica para la región. El principal problema reside en que la infraestructura de drenaje y saneamiento es deficiente (en algunas localidades no existe o está inconclusa) y en consecuencia se están contaminando los arroyos y ríos. Asimismo, ha incrementado las concentraciones de nutrientes en el agua que escurre hasta la presa de Valle de Bravo ocasionando problemas de eutroficación y florecimientos de cianobacterias.

Además de los problemas generados en la presa de Valle de Bravo, el deficiente saneamiento genera una serie de impactos ambientales y sociales que están disminuyendo

la calidad de vida de los habitantes de las comunidades y deteriorando la salud de los ecosistemas.

La localidad de Amanalco es la cabecera municipal. Se abastece de agua de un grupo de manantiales ubicados en San Jerónimo y en San Lucas, muy cerca de la cabecera. Existen obras de toma que por gravedad distribuyen agua a todos los hogares. El 100 % de las casas de esta localidad cuentan con el servicio de agua potable, que es suficiente para la demanda que se tiene (Dirección de obras públicas, desarrollo urbano y servicios públicos, 2017).

5.6.3.1.2.1.3 Infraestructura de drenaje y saneamiento.

De las veintinueve localidades de la subcuenca del Río Amanalco, existe infraestructura de drenaje (colectores marginales), solamente en cuatro localidades: San Juan, Amanalco, San Mateo y San Miguel Tenex-tepec. Sin embargo, aunque los colectores se construyeron en algunos casos hace más de 10 años, en las últimas dos localidades no existen conexiones domiciliarias, debido a que la obra nunca fue entregada o finalizada. Además, en esas dos localidades, los colectores no llegan a ninguna planta de tratamiento, finalizan en alguna calle, zanja o río.

En el caso del drenaje de la localidad de Amanalco (el más antiguo), la descarga final se envía hacia la planta de tratamiento (PTAR) de San Juan; sin embargo, la ubicación de esta planta y las deficiencias de los colectores provocan que una parte del drenaje se descargue directamente al canal ubicado frente al DIF municipal, y al “canal viejo” que conduce hasta el Río Amanalco, principal aportador de caudal a la Presa Valle de Bravo, fuente de abastecimiento de agua potable.

La mayoría de las localidades del municipio no cuentan con drenaje por lo que destinan las aguas residuales domésticas a fosas sépticas. En otros casos, los hogares cercanos al río descargan directamente a él. A pesar de las malas condiciones de las fosas sépticas, con las condiciones actuales y la problemática con la planta de tratamiento, actualmente las fosas se han constituido en la alternativa más recurrente entre los pobladores de estas localidades, para no generar descargas directas en el río (CCMSS, 2016).

La Figura 5.6.3.1.2.1.3.1 muestra la red de colectores existentes: El rojo es el colector de San Miguel Tenex-tepec; el blanco es el colector que conecta Amanalco con la PTAR de San Juan; el azul sale de Amanalco, pasa por San Juan y llega a la misma PTAR de San Juan; el verde recorre San Mateo y llega hasta Amanalco a la altura del Río el Salto; y el amarillo en la parte noreste está marcado un colector marginal proyectado para traer el agua residual de la localidad de Rincón de Guadalupe.



Figura 5.6.3.1.2.1.3.1- Redes actuales de los colectores marginales de la cabecera de Amanalco de Becerra.

Cabe señalar que el agua residual generada en el Hospital Rural del IMSS Amanalco, previo a este proyecto estaba siendo descargada directamente sobre el suelo del terreno que se utilizó para la instalación del humedal artificial de tratamiento, dicho terreno se encuentra bardeado, dentro de las instalaciones del hospital y por lo tanto no descargaba al exterior, lo que implicaba un alto riesgo sanitario para los usuarios de este hospital.

5.6.3.1.2.1.4 Características particulares del proyecto.

El proyecto del sistema de humedal piloto tratará 15 m³/d del agua residual que se produce en el Hospital Rural del IMSS Amanalco. El sistema de tratamiento está conformado por un pretratamiento (rejillas) y la combinación de cuatro humedales de flujo subsuperficial, tres humedales de flujo superficial y dos lagunas de maduración. En la sección 5.6.3.3, se muestran de manera gráfica las unidades de tratamiento, con su nomenclatura correspondiente.

El sistema seleccionado no requiere de energía eléctrica, es decir funciona por gravedad y no se requiere de sustancias químicas como el cloro o luz ultravioleta para realizar la desinfección. La combinación aquí diseñada, de sistemas naturales (humedales y lagunas), optimiza el área para la reducción de contaminantes y genera en cada una de las unidades de tratamiento las condiciones específicas requeridas para obtener la calidad del agua esperada. El agua tratada descargará al canal de riego que se localiza en la parte sur del Hospital Rural del IMSS, Amanalco, donde se ubica el humedal, ya sea para ser descargada al canal o bien para su reúso en riego de cultivos.

Los trabajos se realizaron en un periodo de cuatro meses y consideraron las siguientes actividades:

- a) Limpieza, trazo y nivelación del predio.
- b) Excavación para alojamiento de estructuras que conforman el sistema.
- c) Construcción de estructuras de concreto armado de pretratamiento (rejillas).
- d) Conformación de bordos de tierra para el humedal subsuperficial.
- e) Instalación de registros y estructuras de entrada y salida al sistema.
- f) Colocación de geomembrana en estanques para evitar infiltraciones al subsuelo.
- g) Relleno de estanques con material filtrante.
- h) Instalación hidráulica para estructuras de entrada y salida (registros con válvulas de PVC, tuberías y vertedores).
- i) Siembra de especies vegetales (vegetación típica de la zona).

Información adicional referente a la descripción del proceso, alcances del proyecto, dimensionamiento y arreglo estructural se describen durante el desarrollo del subcapítulo 5.6.3.1.2.1.5.

5.6.3.1.2.1.5 Descripción del proceso.

El oxígeno es proporcionado por las especies vegetales que lo generan mediante el proceso de fotosíntesis. Los sólidos suspendidos (basura, bolsas de plástico, etc.) son retenidos en las rejillas. Los sólidos con mayor densidad que el agua (arenas, tierra y gravilla) son eliminados en el medio filtrante de los humedales.

Las sustancias disueltas (materia orgánica y nutrientes “nitrógeno y fósforo”) son mineralizadas mediante procesos bioquímicos por los microorganismos y las plantas. Los microorganismos patógenos son reducidos en número por la disminución en la disponibilidad de alimento, por filtración, sedimentación, depredación en los humedales, así como por incremento de pH y rayos ultravioleta en las lagunas de maduración.

La combinación de humedales y lagunas permite la reducción de materia orgánica, sólidos suspendidos y disueltos, se reducen la población microbiana patógena, los huevecillos de

helmintos se eliminan en su totalidad, se eficientan los procesos de nitrificación y desnitrificación, y en general los contaminantes del agua residual son eliminados mediante procesos que proporciona la naturaleza, los que de una manera controlada, sencilla y económica producen agua tratada, que cumple con los límites establecidos en las normas mexicanas para diversos tipos de reúso, en este caso particular para cumplir con los límites establecidos por la norma oficial mexicana NOM-001-SEMARNAT-1996 para uso en riego agrícola y protección de la vida acuática.

5.6.3.1.2.1.6 Naturaleza del proyecto.

El proyecto consiste en **la instalación de un sistema de humedal artificial demostrativo en Hospital Rural del IMSS, Amanalco en el Estado de México** para tratar el 50 % del agua residual generada en el mismo (15 m³/d), las que también representan un riesgo para el ambiente, para las áreas de riego y la salud de los habitantes de la región.

Este sistema está diseñado para remover nutrientes mediante un proceso que proporciona una máxima eficiencia de remoción al menor costo de inversión y de operación por metro cúbico de agua tratada, de tal manera que cumpla con la norma oficial mexicana NOM-001-SEMARNAT-1996 (en sus variantes de riego agrícola y protección de la vida acuática), que establece los límites máximos permisibles de contaminantes en las descargas de aguas residuales en aguas y bienes nacionales.

El proyecto se sumará a la infraestructura existente en la región para el tratamiento de las aguas residuales.

El sistema consiste de una combinación de humedales artificiales y lagunas de maduración, y no requiere de energía eléctrica para su funcionamiento.

Previo al dimensionamiento y diseño físico del sistema de tratamiento se realizaron estudios de ingeniería básica (topografía y caracterización de la descarga). Los estudios de mecánica de suelos fueron proporcionados por personal del Hospital Rural IMSS, Amanalco, los que determinan que no se presentarán problemas estructurales ya que la capacidad de carga neta es de 4.0 ton/m², y las áreas del humedal con mayor carga neta serán menores a 2.0 ton/m².

5.6.3.1.2.1.7 Ubicación física del proyecto.

El humedal demostrativo se instalará en el terreno ubicado en la parte oeste del Hospital Rural IMSS, Amanalco. El terreno se señala en un polígono en blanco en la Figura 5.6.3.1.2.1.7.1.



Figura 5.6.3.1.2.1.7.1.- Ubicación del Predio seleccionado para la instalación del humedal piloto.

5.6.3.1.2.1.8 Clima en Amanalco de Becerra.

En la Tabla 5.6.3.1.2.1.8.1 se muestran las temperaturas media, mínima y máxima por cada mes del año en el municipio de Amanalco de Becerra.

Tabla 5.6.3.1.2.1.8.1.- Clima en Amanalco de Becerra.

Temperatura	Enero	Febrero	Marzo	Abril	Mayo	Junio	Julio	Agosto	Septiembre	Octubre	Noviembre	Diciembre
Media (°C)	12.4	13.4	15.1	16.9	18.1	17.7	16.7	16.6	16.6	15.8	14.2	13
Min. (°C)	3.8	4.4	5.9	8	10.2	11.7	11.2	10.9	11.1	9.2	6.5	4.7
Máx. (°C)	21	22.4	24.4	25.9	26	23.7	22.3	22.3	22.1	22.5	22	21.3
Media (°F)	54.3	56.1	59.2	62.4	64.6	63.9	62.1	61.9	61.9	60.4	57.6	55.4
Min. (°F)	38.8	39.9	42.6	46.4	50.4	53.1	52.2	51.6	52.0	48.6	43.7	40.5
Máx. (°F)	69.8	72.3	75.9	78.6	78.8	74.7	72.1	72.1	71.8	72.5	71.6	70.3
Precipitación (mm)	19	8	13	22	75	183	232	217	177	94	24	13

5.6.3.2. Objetivos y alcances.

5.6.3.2.1 Objetivo general.

El tren de tratamiento cumplirá con la NOM-001-SEMARNAT-1996, en su columna protección de la vida acuática y riego agrícola.

5.6.3.2.2 Objetivos particulares.

- Diseñar y dimensionar el sistema de humedal artificial (SHA) demostrativo para dar tratamiento al 50% del agua residual producida en el Hospital Rural IMSS, Amanalco, cuyo objeto sea demostrar las bondades de este tipo de sistemas de tratamiento a fin de lograr la aceptación, apropiación y cuidado de los humedales por parte de la población.
- Instalar un humedal piloto con fines demostrativos para que los usuarios/beneficiarios, se familiaricen con los humedales construidos como sistema de tratamiento y puedan constatar el mejoramiento de la calidad del agua, la facilidad de operación del sistema y otros beneficios potenciales.

5.6.3.2.3 Alcances.

Los alcances de este proyecto consisten de:

- Selección del sitio.
- Estudios previos de topografía, caracterización de la descarga y mecánica de suelos.
- Determinación del tren de tratamiento.
- Instalación del sistema de tratamiento.
- Pruebas y puesta en marcha de la operación del sistema.
- Capacitación del personal que operará el humedal demostrativo.
- Capacitación del personal del OCAVM.
- Informe final.

Previo a la determinación del sistema de tratamiento del SHA se requirió realizar los estudios de topografía y la caracterización de la descarga. El estudio de mecánica de suelos fue obtenido en el Hospital Rural del IMSS, Amanalco, el que fue utilizado desde la construcción del hospital.

Con base en estos estudios se realizó el dimensionamiento y el diseño físico del tren de tratamiento (los que se desarrollan en el subcapítulo 5.6.3.5.1.2).

Con los resultados de la caracterización de la descarga se determinaron los parámetros del proyecto, los que se presentan en el subcapítulo 5.6.2.2.

El afluente del primer proceso equivale a la concentración del agua cruda, mientras que el valor del efluente final (agua tratada) queda determinado por el límite establecido en la NOM-001-SEMARNAT-1996, en su modalidad de protección de la vida acuática y riego agrícola.

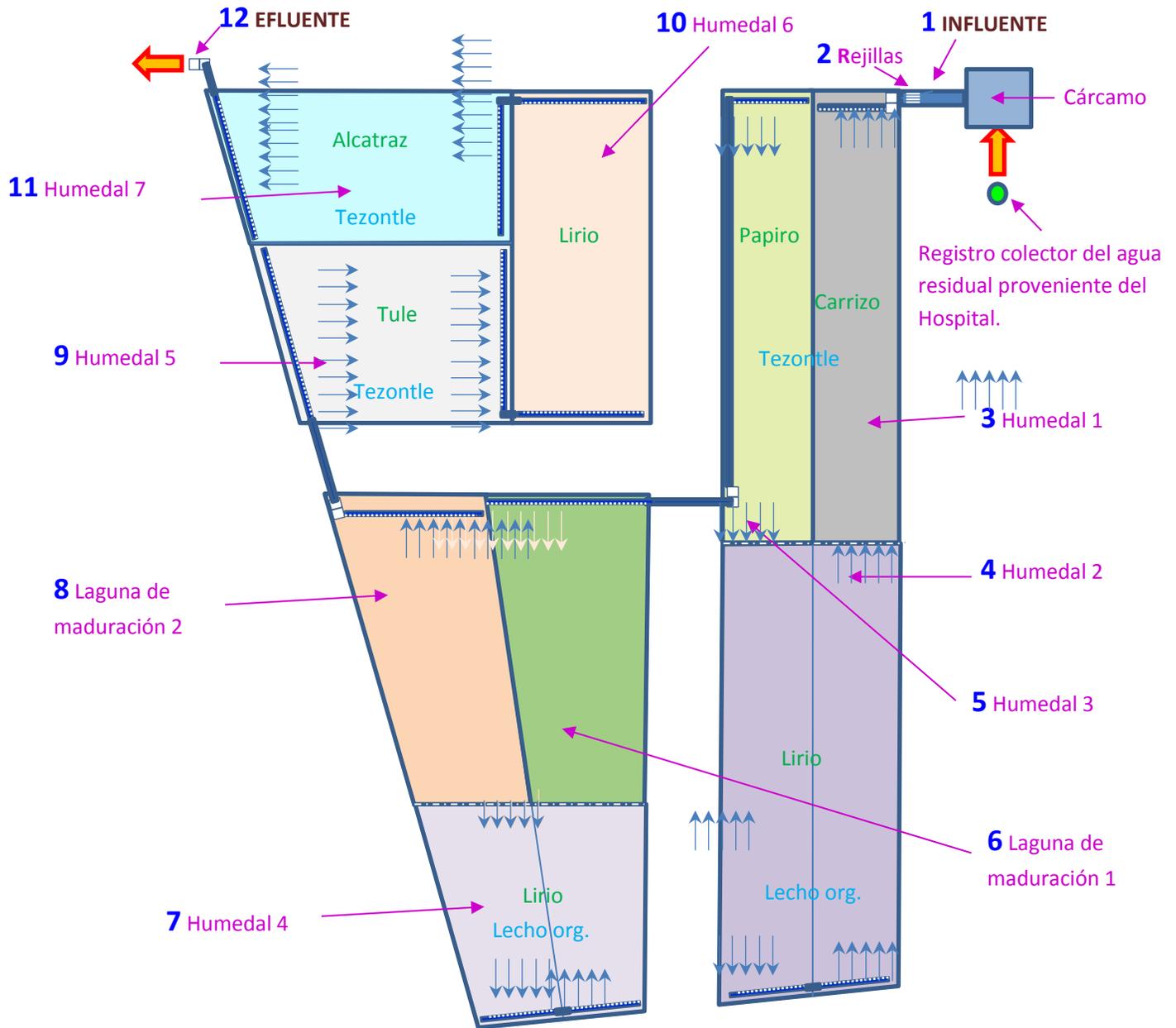
Cabe señalar que, para la remoción de contaminantes hasta el cumplimiento de la norma, se requiere de una combinación de procesos naturales (unidades de tratamiento), es decir de un sistema de tratamiento, dado que no es factible remover la totalidad con una sola unidad, de tal modo que en cada una de estas se remueve sólo una fracción (porcentaje) del contaminante.

5.6.3.3. Sistema de tratamiento de aguas residuales.

El sistema de tratamiento consiste de:

- 1 Influyente (agua derivada del pozo de visita del colector de aguas residuales).
- 2 Pretratamiento (rejillas).
- 3 Humedal 1 (flujo subsuperficial, tezontle como medio filtrante, sembrado con carrizo),
- 4 Humedal 2 (flujo superficial, con lirio acuático).
- 5 Humedal 3 (flujo subsuperficial, tezontle como medio filtrante, sembrado con papiro),
- 6 Laguna de maduración 1.
- 7 Humedal 4 (flujo superficial, con lirio acuático).
- 8 Laguna de maduración 2.
- 9 Humedal 5 (flujo subsuperficial, tezontle como medio filtrante, sembrado con tule).
- 10 Humedal 6 (flujo superficial, con lirio acuático).
- 11 Humedal 7 (flujo subsuperficial, tezontle como medio filtrante, sembrado con alcatraz).
- 12 Efluente

En la Figura 5.6.3.3.1 se muestran las partes y el arreglo de las unidades de tratamiento, en la Figura 5.6.3.3.2 se presenta un corte transversal. En el anexo 6 se incluyen los planos.



- | | |
|--------------------------|---------------------------|
| 1 Influyente | 7 Humedal 4 |
| 2 Pretratamiento. | 8 Laguna de maduración 2. |
| 3 Humedal 1 | 9 Humedal 5 |
| 4 Humedal 2 | 10 Humedal 6 |
| 5 Humedal 3 | 11 Humedal 7 |
| 6 Laguna de maduración 1 | 12 Efluente. |

Figura 5.6.3.3.1- Tren de tratamiento del sistema híbrido mediante humedales y lagunas de maduración.

Corte 1A

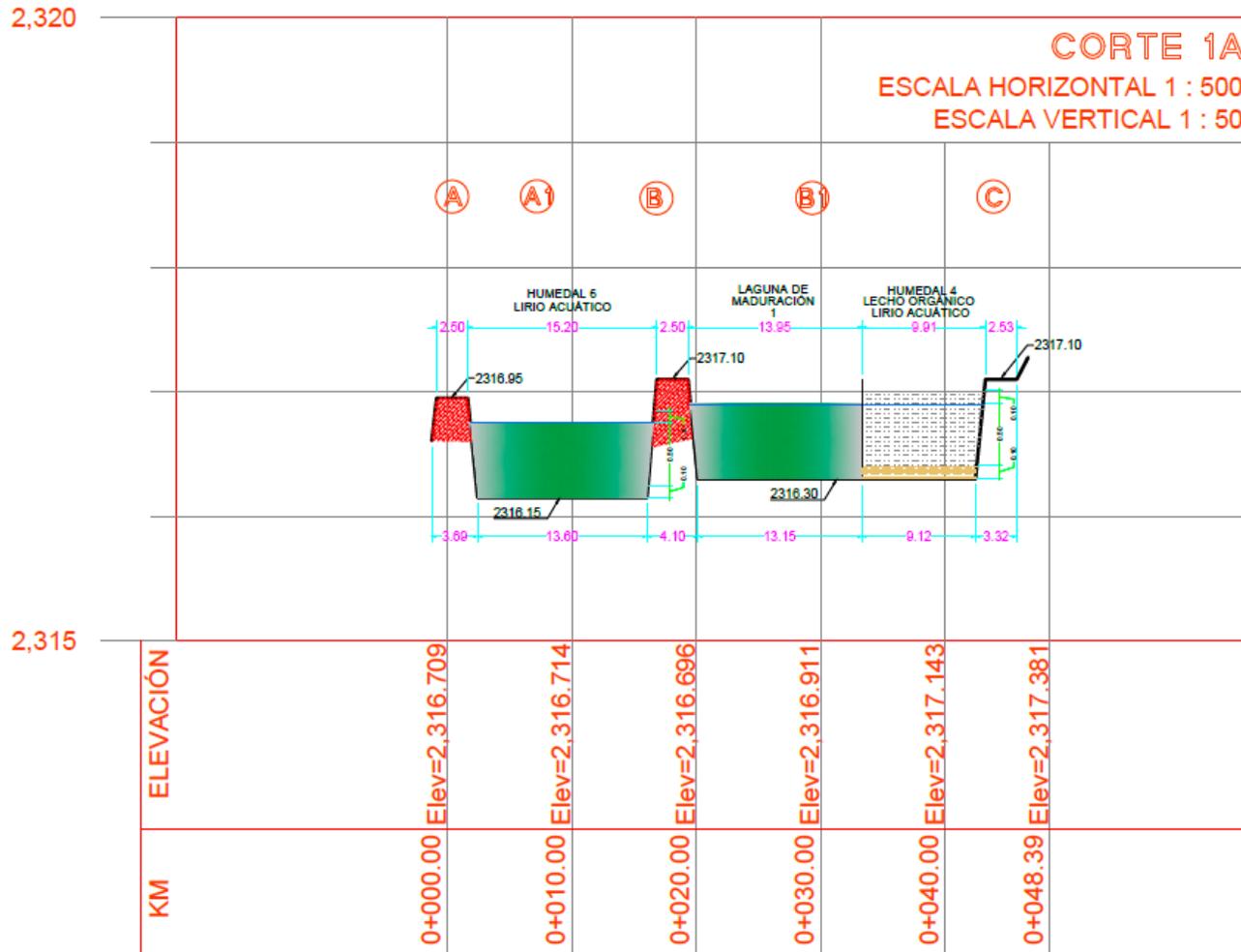


Figura 5.6.3.3.2- Corte transversal de la sección A-A´.

El dimensionamiento de las unidades de tratamiento se desarrolla en los siguientes subcapítulos.

5.6.3.5.1 Pretratamiento.

5.6.3.5.1.1 Coeficientes de variación.

Debido a que la demanda del servicio de agua potable es variable, hay necesidad de emplear coeficientes mediante los cuales se pueden absorber los máximos gastos extraordinarios generados en las distintas épocas del año y que la red de alcantarillado quede preparada para recibirlos y conducirlos al lugar de vertido. Por lo anterior, se establecen los coeficientes de variación mínima para asegurar el adecuado desalojo de las aguas residuales para los momentos de las mínimas aportaciones a la red y se aseguren en consecuencia los valores de velocidad para evitar los asentamientos de la materia en suspensión presente en el agua. Cabe señalar que para este caso en particular el agua residual se conducirá hasta el sistema de tratamiento desde el último pozo de visita, de tal manera que los valores usuales de variación máxima, mínima y de seguridad no se contemplan para los cálculos que típicamente se utilizan para el cálculo del sistema de drenaje, ya que se genera en el hospital un volumen aproximado de 30 m³/d, de los cuales la mitad serán considerados para el dimensionamiento.

5.6.3.5.1.2 Dimensionamiento del pretratamiento.

5.6.3.5.1.2.1 Rejillas.

Para evitar el acceso de sólidos gruesos que pueden obstruir las tuberías de la planta de tratamiento de aguas residuales, se instalarán en el canal de acceso dos rejillas de barras de acero inoxidable de limpieza manual (una fina y una gruesa). Para el caso en particular de este proyecto, se consideró la siguiente tabla para su diseño:

Tabla 5.6.3.5.1.2.1.1- Tamaño de apertura de rejas y rejillas.

Concepto	Rango	Comentarios
Aperturas de rejas retenedoras de basura	38 – 150 mm	Se usa frecuentemente en combinación con otros sistemas, el tamaño de las aperturas depende del equipo.
Apertura de rejillas manuales	25 – 50 mm	Se usan en plantas pequeñas o en canales <i>bypass</i> .
Velocidad de aproximación	0.30 – 0.60 m/s	
Rejillas de limpieza mecánica	6 – 38 mm	La apertura de 18 mm se considera satisfactoria para la protección de los equipos de los procesos siguientes.
Velocidad de aproximación máxima	0.60 – 1.20 m/s	
Velocidad de aproximación mínima	0.30 – 0.60 m/s	Velocidad necesaria para evitar la acumulación de arenas.
Rejillas continuas	6 – 38 mm	Este tipo de rejilla es conveniente con aperturas de 6 a 18 mm.
Velocidad de aproximación máxima	0.30 – 1.20 m/s	
Velocidad de aproximación mínima	0.30 – 0.60 m/s	
Pérdida de carga admisible	0.15 – 0.60 m	
Triturador (reducción de tamaño solamente)	6 – 13 mm	Apertura de una función de la capacidad hidráulica de la unidad.
Molino (reducción de tamaño solamente)	6 – 13 mm	En canal abierto.
Pérdidas típicas	300 – 450 mm	
Tamiz fijo estático (rejilla fina)	2.3 a 6.4 mm	Aperturas menores a 2.3 mm son usadas en pretratamiento o tratamiento primario.
Tamiz ajustable	0.02 a 0.3 mm	Poco utilizado en plantas municipales, solo en el efluente secundario.
Fuente: WEF y ASCE, MOP No. 8, 1991		

*Fuente: MAPAS, LIBRO N° 26, Datos Básicos para Proyectos de Agua Potable y Alcantarillado, 27 de agosto de 2016.

Los criterios de diseño de rejas y rejillas (Metcalf & Eddy, Inc., 2003, *óp. cit.*, MAPAS 2016) son los siguientes:

Tabla 5.6.3.5.1.2.1.2- Criterios de diseño de rejas y rejillas.

Característica	Limpieza manual	Limpieza mecánica
Tamaño de barra		
Ancho (mm)	5.08 - 15.24	5.08 - 15.24
Profundidad (mm)	25.4 - 38.1	25.4 - 38.1
Espacio entre barras (mm)	25.4 - 50.8	15.24 - 76.2
Inclinación sobre la vertical (grados)	30 - 45	0 - 30
Velocidad de acercamiento (m/s)	0.3048 - 0.6096	0.6096 - 0.9906
Pérdida de carga permisible (mm)	152.4	152.4

*Fuente: MAPAS, LIBRO N° 26, Datos Básicos para Proyectos de Agua Potable y Alcantarillado, 27 de agosto de 2016.

Datos propuestos en base a la Tabla 5.6.3.5.1.2.1.1.

- Espesor de la barra propuesto, $e = 3/8''$ (0.0095 m).
- Inclinación de las barras con respecto a la horizontal, $\phi = 60^\circ$.
- Separación entre barras para rejillas gruesas, $E = 1''$ (2.54 cm).
- Separación entre barras para rejillas finas, $E = 1/2''$ (1.27 cm).
- Eficiencia de las rejillas en función al espesor de las barras = 0.75.
- Ancho de canal propuesto = 0.30 m.
- Bordo libre = 0.53 m.
- Gasto de diseño, $Q_{med} = 0.1736 \text{ L/s} = 0.0001736 \text{ m}^3/\text{s}$.
- Velocidad de aproximación en la cámara de rejillas, $v_c = 0.3 \text{ m/s}$.
- Velocidad de paso entre las barras de la rejilla, $v_r = 0.6 \text{ m/s}$.

*Fuente: MAPAS, LIBRO N° 4, Datos Básicos para Proyectos de Agua Potable y Alcantarillado, 27 de agosto de 2016.

El área útil de sección transversal de la rejilla está determinada por la siguiente expresión:

$$A_u = W * y \quad (5.6)$$

Donde:

A_u = Área útil de sección transversal de la rejilla, m^2 .

W = Ancho del canal = 0.30 m.

y = Tirante hidráulico (propuesto) = 0.007 m.

$A_u = 0.30 * 0.007 = 0.0021 \text{ m}^2$.

Velocidad de aproximación (antes de la reja):

$$V_a = \frac{Q}{A_u} \quad (5.7)$$

$$V_a = \frac{0.00017}{0.0015} = 0.11 \text{ m/s}$$

Dado que la velocidad de aproximación en la cámara de rejillas y el tirante hidráulico propuestos, nos arroja la velocidad de aproximación (antes de la reja) menor a su valor mínimo por norma se tomará el valor recomendado de 0.30 m/s, por lo que se continúa con el cálculo de:

Longitud de la reja

$$L_r = \frac{y+B_L}{\text{sen } \phi} \quad (5.8)$$

$$L_r = \frac{0.007 + 0.593}{\text{sen } 60^\circ} = 0.69 \text{ m}$$

Donde:

B_L = Bordo libre = 0.593 m.

y = Tirante hidráulico = 0.007 m.

ϕ = Angulo de inclinación de la reja = 60°.

$$L_r = 0.69 \text{ m}$$

El número de barras en la *rejilla gruesa* está dado por:

$$n = \frac{W+e}{E+e} \quad (5.9)$$

Donde:

n = Número de barras, adimensional.

W = Ancho del canal de rejillas, 0.3 m.

e = Espesor de la barra, 0.0095 m.

E = Separación entre barras para rejillas, 0.0254 m.

$$n = \frac{0.3 + 0.0095}{0.0254 + 0.0095} = 8.86 \approx 9 \text{ barras}$$

Velocidad a través de la reja:

$$A_r = n e y \quad (5.10)$$

$$A_r = 9 * 0.0095 * 0.007$$

Donde:

A_r = Área total de sección transversal de la rejilla, m².

e = Espesor de la barra, 0.0095 m.

n = Número de barras, adimensional = 9.

y = Tirante hidráulico = 0.007 m.

$$A_r = 0.0006 \text{ m}^2$$

$$V_r = \frac{Q_{med}}{A_u - A_r} \quad (5.11)$$

$$V_r = \frac{0.00017}{0.0021 - 0.0006}$$

$$V_r = 0.11 \text{ m/s}$$

El número de barras en la *rejilla fina* está dado por:

$$n = \frac{W+e}{E+e} \quad (5.12)$$

Donde:

n = Número de barras, adimensional.

W = Ancho del canal de rejillas, 0.3 m.

e = Espesor de la barra, 0.0095 m.

E = Separación entre barras para rejillas, 0.0127 m.

$$n = \frac{0.3 + 0.0095}{0.0127 + 0.0095} = 13.94 \approx 14 \text{ barras}$$

Tomando en cuenta el espacio entre barras de 1" (2.54 cm) y la eficiencia de las rejillas el incremento neto de área total es:

$$A_r = n e y \quad (5.13)$$

$$A_r = 14 * 0.0095 * 0.007 = 0.0009 \text{ m}^2$$

Donde:

- A_r = Área total de sección transversal de la rejilla, m^2 .
 e = Espesor de la barra, 0.0095 m.
 n = Número de barras, adimensional = 14.
 y = Tirante hidráulico = 0.007 m.

$$V_r = \frac{Q_{med}}{A_u - A_r} \quad (5.14)$$

$$V_r = \frac{0.00017}{0.0021 - 0.0009}$$

$$V_r = 0.142 \text{ m/s}$$

Para la longitud del canal de rejillas, tomamos un tiempo de retención de 3 segundos y tenemos: (es el tiempo que se considera tarda en pasar el caudal o flujo a través de la zona de rejillas).

$$L_{cr} = \frac{Q_{max\ inst} * t}{A_u - A_r} \quad (5.15)$$

$$L_{cr} = \frac{(0.00017 * 3.8) * 3}{0.0021 - 0.0009} = 1.62 \text{ m}$$

Donde:

- L_{CR} = Longitud del canal de rejillas, m.
 $Q_{max\ inst}$ = Gasto máximo instantáneo, $0.00017 * 3.8 = 0.00065 \text{ m}^3/\text{seg}$.
 A_R = Área total de sección transversal de la rejilla, 0.0009 m^2 .
 t = Tiempo de residencia, 3 seg.

Se considera un factor de seguridad de 1.3 para la longitud del canal de rejillas:

$$L_{cr} = 1.62 * 1.3 = 2.106 \text{ m}$$

Si $W * L_{cr} > A_r$ se aceptará la sección propuesta.

Donde:

$$0.3 * 0.56 > 0.0009 \quad 0.168 \text{ m}^2 > 0.0009 \text{ m}^2, \text{ se acepta la sección.}$$

5.6.3.5.1.2 Dimensionamiento del tratamiento primario.

En este proyecto no se contempla el diseño de un tanque séptico, considerando que se proyecta bombear el agua residual desde el cárcamo de bombeo, que hará las funciones de sedimentación. De hecho, personal del Hospital están gestionando la rehabilitación de la PTAR de lodos activados ahí existente, por lo que el humedal demostrativo funcionaría como un tratamiento avanzado del agua tratada en esta planta. También se presenta la variante que el agua residual fluya por gravedad directamente desde el último pozo de visita del agua residual.

5.6.3.5.2 Dimensionamiento del sistema de tratamiento de aguas residuales.

5.6.3.5.2.1 Periodo de diseño, caudal de diseño y calidad del agua.

5.6.3.5.2.1.1 Período de diseño del sistema de tratamiento.

El periodo de diseño de este proyecto es de 20 años, considerando que la población usuaria no sufrirá incrementos, ya que la capacidad de tratamiento del sistema se diseña para un volumen constante de 15 m³/d.

5.6.3.5.2.1.2 Caudal de diseño.

Con base en información proporcionada por personal operativo del Hospital Rural del IMSS, Amanalco, se tiene que el volumen suministrado por día es de 30 m³/d. Como se citó previamente el sistema se diseña para un volumen constante de 15 m³/d, que corresponde al 50 % del volumen diario utilizado en el hospital, volumen que se utilizó en el diseño del humedal demostrativo.

Cabe indicar que el caudal de operación corresponde al caudal medio de diseño, por lo que no se utilizan datos máximos (instantáneo y extraordinario) de caudal.

5.6.3.5.2.1.3 Calidad del agua.

En el subcapítulo 5.6.3.4.2 se muestran los resultados obtenidos a partir de la caracterización de la descarga realizada del 10 al 11 de julio de 2018. La DBO promedio obtenida fue de 92.3 mg/L, el valor típico promedio es de 450 mg/L, el NT fue de 13.8 mg/L, el valor típico es de 40 mg/L, el PT fue de 0.5 mg/L, el valor típico varía entre 5 y 13 mg/L, la media geométrica de los CF fue 2.79E+06 NMP en 100 mL.

Todos estos valores están por debajo de los valores típicos para un agua residual de zonas rurales, debido a la dilución obtenida por la presencia de lluvias. Ante esta situación se optó por estimar los datos de proyecto con base en los valores típicos de carga másica percápita (p.e.) citados en Metcalf & Eddy (1991) y Haith (1992).

Los datos de calidad del agua son estimados a partir de una concentración percápita (CP), ya que los resultados de la caracterización arrojaron valores bastante pequeños, debido a la dilución que causó la lluvia durante el periodo de muestreo.

$$(5.29) \quad \text{Concentración Percápita, (CP)} = Q * \text{Concentración del parámetro}$$

Considerando una dotación de 130 L/hab.d y un 20 % de pérdidas se obtiene una aportación de 104 L/hab.d.

Para obtener la concentración de la DBO en mg/L, a partir de valores percápita, sustituyendo la ecuación 5.29 se obtiene:

$$\text{Concentración percápita} = \frac{40 \frac{gr}{hab.d}}{104 \frac{L}{hab.d}} 1000 = 384.62 \frac{mg}{L}$$

Realizando la misma operación para los demás parámetros se obtienen los siguientes valores:

Parámetro	Carga másica percápita	Unidades	Concentración	Unidades
DBO p.e.	40.00	gr/hab.d	384.62	mg/L
NT p.e.	8.00	gr/hab.d	76.92	mg/L
PT p.e.	1.80	gr/hab.d	17.31	mg/L
SST p.e.	45.00	gr/hab.d	432.69	mg/L

El valor de CF será el obtenido en campo, que es de 2,791,176 NMP/100mL

5.6.3.5.2 Humedales de tratamiento.

Los humedales de tratamiento de este proyecto son dimensionados conforme al modelo de la EPA señalado en el Libro 30 y por el modelo de la EPA 2000. Diseño de PTARM: Humedales Artificiales del MAPAS, CONAGUA (2016). La ecuación de diseño contempla la eliminación de DBO₅ y corresponde a una ecuación derivada del modelo de cinética de primer orden, donde, por ser un sistema biológico, la mayor remoción de materia orgánica se lleva a cabo en el fondo del humedal artificial, es decir, no es posible la remoción del cien por ciento de la DBO, por lo que permanece un remanente denominado concentración del fondo del lecho.

Se presentan en este apartado la ecuación de dimensionamiento, parámetros de diseño, cálculo de áreas, carga orgánica, carga orgánica superficial, carga hidráulica y tiempo de residencia hidráulico de los humedales de tratamiento. En el anexo 6 se presentan los planos, cuyo listado es el siguiente:

- 1- Planta y perfiles topográficos.
- 2- Arreglo de conjunto y geomembrana.
- 3- Arreglo hidráulico y dren de subpresión.
- 4- Material de arcilla y material de filtro.
- 5- Relleno de tezontle y áreas de sembrado.
- 6- Plano de detalles y áreas de tratamiento de humedales.
- 7- Plano de replanteo.
- 8- Secciones constructivas de humedal de tratamiento
- 9- Secciones constructivas de excavación y terraplén.
- 10- Cajas de paso y de válvulas de humedales.

El área requerida para dimensionar los humedales de flujo subsuperficial, enumerados como 1, 2, 3, 4, 5 y 7 (Figura 5.6.3.1.10) se obtuvo mediante la siguiente ecuación de la EPA.

$$A_s = \frac{Q(\ln C_i - \ln C_e)}{K_t dn} \quad (5.35)$$

Donde:

- A_s = Área superficial del humedal subsuperficial, m².
 C_i = Concentración del parámetro en el afluente, mg/L.
 C_e = Concentración del parámetro en el efluente, mg/L.
 Q = Caudal medio, m³/d.
 $k_t = k_{20}(1.06)^{(T-20)}$ Constante cinética de biodegradación, d⁻¹.

$k_{20} = 0.828 \text{ d}^{-1}$.
 d = Profundidad del lecho filtrante, m.
 n = Porosidad del medio filtrante.

Cálculo de K_t :

$$K_t = K_{20}(1.06)^{(T-20)} \quad (5.36)$$

Donde:

$K_{20} = 0.828 \text{ d}^{-1}$ para un material filtrante con tamaño de partícula entre 2 y 5 cm.

$T = 12.93 \text{ }^\circ\text{C}$.

Sustituyendo los valores de la ecuación 5.36:

$$K_t = 0.828 \text{ d}^{-1} (1.06)^{(12.93^\circ\text{C} - 20^\circ\text{C})} = 0.5485 \text{ d}^{-1}$$

Parámetros de diseño.

Los parámetros de diseño de los humedales de tratamiento, considerando que no se cuenta con un tanque séptico, son:

Caudal inicial (Q) = $15.0 \text{ m}^3/\text{d}$.

Profundidad (d) = 0.55 m (EPA, 2000).

Porosidad (n) = 0.40% (EPA, 2000). Se utilizará tezontle de entre 2 y 5 cm de diámetro como lecho filtrante.

Diámetro promedio del material filtrante (tezontle o grava) será de 3 cm.

Pendiente (s) del fondo = 0.005% .

Temperatura (T) del agua en invierno = $12.93 \text{ }^\circ\text{C}$. <https://es.climate-data.org/location/766131/>

Evapotranspiración = 3.0% . Estadísticas_climatologicas_basicas_del_Estado_de_Mexico_periodo_1961-2003. pp 44

DBO: 384.62 mg/L

NT: 76.92 mg/L

PT: 17.31 mg/L

SST: 432.69 mg/L

CF: $2,791,176 \text{ NMP}/100\text{mL}$

Cálculo del primer humedal

Para el cálculo del área del primer humedal se utiliza la ecuación 5.35 con los valores de diseño previamente citados. De igual modo, cada unidad debe considerar la reducción que se va obteniendo de contaminantes para cada uno de los parámetros de diseño.

Cabe señalar que el parámetro que más área requerirá es el de CF, por lo que esta área servirá como base para calcular la calidad esperada, con ese TRH, para los otros parámetros. También es necesario ajustar los valores esperados de cada parámetro en función de las condiciones geométricas del terreno, y de los aspectos constructivos.

$$A_s CF = \frac{15.0 \text{ m}^3 (\ln 2,791,176 \frac{NMP}{100} \text{ mL} - \ln 1,563,946 \frac{NMP}{100} \text{ mL})}{(0.5485 * 0.55\text{m} * 0.40\%)} = 72.0 \text{ m}^2$$

$$A_s DBO = \frac{15.0 \text{ m}^3 (\ln 384.62 \frac{mg}{L} - \ln 215.51 \frac{mg}{L})}{(0.5485 * 0.55\text{m} * 0.40\%)} = 72.0 \text{ m}^2$$

$$A_s NT = \frac{15.0 \text{ m}^3 (\ln 76.92 \frac{mg}{L} - \ln 43.10 \frac{mg}{L})}{(0.5485 * 0.55\text{m} * 0.40\%)} = 72.0 \text{ m}^2$$

$$A_s PT = \frac{15.0 \text{ m}^3 (\ln 17.31 \frac{mg}{L} - \ln 9.70 \frac{mg}{L})}{(0.5485 * 0.55\text{m} * 0.40\%)} = 72.0 \text{ m}^2$$

$$A_s SST = \frac{15.0 \text{ m}^3 (\ln 432.69 \frac{mg}{L} - \ln 242.45 \frac{mg}{L})}{(0.5485 * 0.55\text{m} * 0.40\%)} = 72.0 \text{ m}^2$$

Desarrollando como ejemplo el cálculo de % de reducción de DBO:

$$\% \text{ de reducción de DBO} = \frac{215.51 \frac{mg}{L} * 100}{384.62} = 56.03 \%$$

Para obtener el largo se utiliza la siguiente fórmula:

$$L = \left(\frac{A}{r}\right)^{0.5} \quad (5.37)$$

Donde:

A = Área = 72 m²

r = relación largo/ancho, para este caso se sugiere un valor de 3.

Sustituyendo:

$$L = \left(\frac{72}{3}\right)^{0.5} = 4.9 \text{ m}$$

El ancho (W) se obtiene con la siguiente expresión:

$$W = L * r \quad (5.38)$$

Donde:

W = ancho, m

r = relación largo/ancho sugerida de 3.

Sustituyendo valores

$$W = 4.9 \text{ m} * 3 = 14.70 \text{ m}$$

Carga orgánica

Para calcular la carga orgánica (C_{org}) se multiplica el caudal (Q) por la concentración de entrada del contaminante.

$$C_{org} = Q * DBO \quad (5.39)$$

Primeramente se cambian las unidades DBO.

$$DBO_{inf} = 384.62 \frac{\text{mg}}{\text{L}} * \frac{1000 \text{ L}}{1 \text{ m}^3} * \frac{1 \text{ kg}}{1,000,000 \text{ mg}} = 0.385 \frac{\text{kg}}{\text{m}^3}$$

$$DBO_{ef} = 215.51 \frac{\text{mg}}{\text{L}} * \frac{1000 \text{ L}}{1 \text{ m}^3} * \frac{1 \text{ kg}}{1,000,000 \text{ mg}} = 0.2016 \frac{\text{kg}}{\text{m}^3}$$

Sustituyendo valores:

$$C_{org} = 15.0 \frac{\text{m}^3}{\text{d}} * 0.385 \frac{\text{kg}}{\text{m}^3} = 5.76 \frac{\text{kg}}{\text{d}}$$

Carga orgánica superficial

La **carga orgánica superficial** (C_{orgs}) resulta dividiendo la carga orgánica entre el área (A)

$$C_{orgs} = \frac{C_{org}}{A} \quad (5.40)$$

$$C_{orgs} = \frac{C_{org}}{A} = \frac{5.76 \frac{\text{kg}}{\text{d}}}{72 \text{ m}^2} = 0.080 \frac{\text{kg}}{\text{m}^2 \text{ d}}$$

Carga orgánica de salida

$$C_{orgS} = Q * DBO_{ef} \quad (5.41)$$

Sustituyendo valores.

$$15 \frac{m^3}{d} \times 0.2016 \frac{kg}{m^3} = 3.23 \frac{kg}{d}$$

Carga orgánica removida

$$C_{orgremovida} = C_{orgentrada} - C_{orgsalida} \quad (5.42)$$

Con lo que se obtiene:

$$C_{orgremovida} = 5.76 \frac{kg}{d} - 3.23 \frac{kg}{d} = 2.53 \frac{kg}{d}$$

Carga hidráulica

La carga hidráulica (C_H) se obtiene con la siguiente ecuación:

$$C_H = \frac{Q}{A} \quad (5.43)$$

Donde:

Q = caudal, m^3/s

A = Área, m^2 .

Sustituyendo valores:

$$C_{hid} = \frac{Q}{A} = \frac{15.0 m^3}{72 m^2} = 0.208 \frac{m}{d} * \frac{100 cm}{1 m} = 20.83 \frac{cm}{d}$$

Para el cálculo de los parámetros restantes (NT, PT, SST y CF) se sigue el mismo procedimiento, con lo que se obtienen los siguientes resultados para este humedal 1 de tratamiento.

Tabla 5.6.3.5.2.2.1-Parámetros de entrada, salida y porcentaje de reducción en el dimensionamiento del humedal 1.

Parámetro	Entrada (Ci)	Salida (Ce)	% de reducción	Área, m ²
DBO, mg/L	384.62	215.51	56.03	72
NT, mg/L	76.92	43.10	56.03	72
PT, mg/L	17.31	9.70	56.03	72
SST, mg/L	432.69	242.45	56.03	72
CF, NMP/100mL	2,791,175.81	1,563,945.60	56.03	72

Este humedal 1 utilizará tezontle como material filtrante y será sembrado con carrizo.

Cabe señalar que el ancho, largo y gradiente hidráulico pueden ajustarse en función de la topografía y forma del predio seleccionado, así como de los aspectos constructivos (ancho y ubicación de bordos, áreas de acceso), por lo que pueden variar las dimensiones calculadas con las definitivas de los planos.

La ley de Darcy no es estrictamente aplicable a los humedales de flujo subsuperficial dadas las limitaciones físicas en el actual sistema. Este asume condiciones de flujo laminar, pero el flujo turbulento puede darse con gravas muy gruesas cuando el diseño usa un gradiente hidráulico alto. La ley de Darcy también asume que el flujo en el sistema es constante y uniforme, pero en la realidad puede variar por la precipitación, evaporación y filtración; así como por los cortocircuitos en el flujo que pueden llegar a presentarse por una desigual porosidad o mala construcción (Lara, 1999).

Tiempo de residencia hidráulico

Para el cálculo del tiempo de residencia hidráulico del humedal 1 se utiliza la ecuación 5.43

$$TRH = \frac{V}{Q} \quad (5.44)$$

El volumen (V) se obtiene multiplicando el área del humedal (A) por la profundidad (d), por la porosidad (n), por lo que se obtiene:

$$V = A * d * n \quad (5.45)$$

$$V = 72 \text{ m}^2 \times 0.55 \text{ m} \times 0.40 = 15.84 \text{ m}^3$$

Sustituyendo valores en la ecuación 5.44

$$TRH = \frac{15.84 \frac{m^3}{d}}{15.0 \frac{m^3}{d}} = 1.06 d$$

Caudal de salida

El caudal de salida del humedal (ecuación 5.46) se obtiene tomando en cuenta la evaporación (e_v) existente en la zona. De acuerdo con información obtenida a partir de “Estadísticas_climatologicas_basicas_del_Estado_de_Mexico_perodo_1961-2003. pp 44” se tiene que la evaporación es de 3.35 mm/d.

$$Q_{salida} = Q (100 - e_v)/100 \quad (5.46)$$

Sustituyendo:

$$Q_{salida} = 15.0 \frac{100 - 3.35}{100} = 14.49 \frac{m^3}{d}$$

El humedal 2 se dimensiona con los valores del efluente del humedal 1.

El área requerida para la remoción de CF es la siguiente:

$$A_s CF = \frac{15.0 m^3 (\ln 1,563,946 \frac{NMP}{100} mL - \ln 479,582 \frac{NMP}{100} mL)}{(0.5485 * 0.55m * 0.40\%)} = 142.0 m^2$$

Tanto para el humedal 2, como para el resto de los humedales se sigue el mismo procedimiento utilizado en el dimensionamiento del humedal 1.

El humedal 3 se dimensiona con los valores del efluente del humedal 2.

El área requerida para la remoción de CF es la siguiente:

$$A_s CF = \frac{15.0 m^3 (\ln 479,582 \frac{NMP}{100} mL - \ln 272,910 \frac{NMP}{100} mL)}{(0.5485 * 0.55m * 0.40\%)} = 72.0 m^2$$

5.6.3.5.2.3 Laguna de maduración

Las lagunas de maduración se diseñan principalmente para la reducción de coliformes fecales, por lo que es para este parámetro que se realizará el dimensionamiento (CONAGUA, 2016, Libro 27). Cabe señalar que el parámetro que demanda la mayor área en los humedales, es también la requerida para remover coliformes fecales, por lo que finalmente es el parámetro limitante de diseño.

Las lagunas de maduración se diseñan mediante el siguiente procedimiento:

Se utilizan las concentraciones de salida de los procesos anteriores de tratamiento, el humedal 1 para este caso.

N_i : CF influente: 272,910 NMP/100 mL

N_e : CF efluente: 1.73 E+04 NMP/100 mL

Q_i : Caudal afluente: 13.541 m³/d

Q_e : Caudal efluente: 13.086 m³/d (pérdidas de evapotranspiración de 9%)

T: Temperatura promedio del agua en el mes más frío: 12.93 °C

X: Relación Largo/ancho: 5.48

y: Profundidad: 0.5 m

Θ : Tiempo de retención: 3.37 d

Cálculo del Volumen

Se calcula el **volumen** (V) de la laguna multiplicando el caudal (Q) por el tiempo de retención (Θ), como se indica en la ecuación 5.47.

$$V = Q * \theta \quad (5.47)$$

Sustituyendo:

$$V = \left(13.541 \frac{m^3}{d} \right) * (3.37 d) = 45.60 m^3$$

Cálculo del área

Se calcula el área (A) dividiendo el volumen (V) entre la profundidad (z). Se utilizará una profundidad de 0.60 m.

$$A = \frac{V}{z} \quad (5.48)$$

Sustituyendo:

$$A = \frac{45.60 \text{ m}^3}{0.6 \text{ m}} = 76 \text{ m}^2$$

Cálculo del coeficiente de dispersión

Para verificar la cantidad de coliformes fecales esperada en el efluente tratado de la laguna de maduración se calcula la constante de decaimiento bacteriano, para lo que se requiere obtener el coeficiente de dispersión (d), con base en la relación largo/ancho de la laguna, el que se obtiene mediante la ecuación 5.49, donde X = relación largo/ancho.

$$d = \frac{X}{-0.26118 + 0.25392 X + 1.01360 X^2} \quad (5.49)$$

Sustituyendo:

$$d = \frac{5.48}{-0.26118 + ((0.25392)(15.49)) + 1.01360(5.48)^2} = 0.174 \text{ adimensional}$$

Se calcula el **coeficiente de decaimiento** con la siguiente ecuación:

$$Kb = 0.841(1.075)^{T-20} \quad (5.50)$$

Sustituyendo:

$$Kb = 0.841(1.075)^{12.93-20} = 0.504^{d-1}$$

Se calcula la **constante "a"**:

$$a = \sqrt{1 + 4k_b \theta d} \quad (5.51)$$

Sustituyendo:

$$a = \sqrt{1 + 0.841 * 3.37 * 0.174} = 1.476$$

Se determina la concentración de coliformes fecales (N_e) en el efluente en dos pasos:

Paso1. Se calcula el **valor (N_e/N_i)**, donde N_i es la concentración de coliformes fecales en el afluente:

$$\frac{N_e}{N_i} = \frac{4ae^{\frac{1-a}{2d}}}{(1+a)^2} \quad (5.52)$$

Sustituyendo:

$$\frac{N_e}{N_i} = \frac{4 * 1.476 e^{\frac{1-1.476}{2 * 0.174}}}{(1+1.476)^2} = 0.2442$$

Paso2. Se calcula el valor (N_e):

$$N_e = N_i \left(\frac{N_e}{N_i} \right) \quad (5.53)$$

Sustituyendo:

$$N_e = 272,910 (0.2442) = 66,648 \frac{NMP}{100mL}$$

Para el cálculo del humedal 4, la laguna de maduración 2 y los humedales 5, 6 y 7 utilizan el procedimiento hasta aquí desarrollado.

Para dimensionar la laguna de maduración 2 se utilizó un tiempo de retención de 3.60 días, y una relación largo/ancho de 5.47, y se determinó como valor esperado de coliformes fecales en el efluente de 7,530 considerando que la remoción requerida hasta el cumplimiento de la norma se realiza en los humedales 3, 5, 6 y 7.

En la siguiente tabla se muestra un resumen del caudal de entrada y del caudal de salida de las unidades de tratamiento (humedales y lagunas). Se considera una evapotranspiración de 3.35 % en todos los casos.

Tabla 5.6.3.5.2.3.1– Caudales de entrada y salida de las unidades de tratamiento.

UNIDAD DE TRATAMIENTO	Qi, L/s	Qi, m ³ /d
Influente	0.174	15.000
Humedal 1 (flujo subsuperficial, Tezontle), efluente.	0.168	14.497
Humedal 2 (flujo superficial, Lecho org.), efluente.	0.162	14.011
Humedal 3 (flujo subsuperficial), tezontle, efluente.	0.157	13.541
Laguna maduración 1, efluente.	0.152	13.117
Humedal 4 (flujo superficial, Lecho org.), efluente.	0.147	12.677
Laguna maduración 2, efluente.	0.142	12.252
Humedal 5 (flujo subsuperficial, Tezontle), efluente.	0.137	11.841
Humedal 6 (Flujo superficial), efluente.	0.132	11.444
Humedal 7 (flujo subsuperficial, Tezontle), efluente.	0.128	11.060
TRH tratamiento total, días		12.161

En la Tabla 5.6.3.5.2.3.3 se resumen los resultados de las concentraciones de entrada y salida de los parámetros de diseño, así como las áreas calculadas.

Se observa la reducción que se va teniendo en cada una de las unidades de tratamiento. Como previamente fue citado, el parámetro que requiere mayor área son los CF, por lo que sus áreas obtenidas sirvieron como base para calcular los demás parámetros.

Tabla 5.6.3.5.2.3.2-Resultados de las concentraciones de entrada y salida de los parámetros de diseño, así como las áreas calculadas.

UNIDAD DE TRATAMIENTO	DBO	NT	PT	SST	CF	Área, m ²
Influente	384.62	76.92	17.31	432.69	2,791,176	
Humedal 1	216	43.10	9.70	242.45	1,563,946	72
Humedal 2	66	13.22	2.97	74.35	479,582	142
Humedal 3	38	7.52	1.69	42.31	272,910	72
Laguna maduración 1, efluente.	38	7.52	1.69	42.31	66,648	76
Humedal 4	19	3.77	0.85	21.22	33,429	75
Laguna maduración 2, efluente.	18.86	3.77	0.85	21.22	7,530	76
Humedal 5	9.10	1.82	0.41	10.24	3,633	74
Humedal 6	4.19	0.84	0.19	4.72	1,674	76
Humedal 7	1.84	0.37	0.08	2.07	736	78

En la Tabla 5.6.3.5.2.3.3 se muestran las concentraciones del influente y del efluente, y el porcentaje de reducción del contaminante y áreas de los humedales y lagunas de maduración.

De acuerdo con el dimensionamiento, todos los parámetros presentan valores menores a los límites permisibles establecidos para contaminantes básicos en la NOM-001-SEMARNAT-1997, que son DBO (30 mg/L), NT (15 mg/L), PT (5 mg/L), SST (30 mg/L) y CF 1000 NMP/100 mL, en su modalidad de protección de la vida acuática.

Tabla 5.6.3.5.2.3.3-Concentraciones del influente y del efluente, y % de reducción del contaminante y áreas de los humedales y lagunas de maduración.

Unidad de tratamiento	Parámetro	Entrada (Ci)	Salida (Ce)	% de reducción	Área, m ²
Humedal 1	DBO, mg/L	384.62	215.51	56.03	72.00
	NT, mg/L	76.92	43.10	56.03	72.00
	PT, mg/L	17.31	9.70	56.03	72.00
	SST, mg/L	432.69	242.45	56.03	72.00
	CF, NMP/100 mL	2,791,176	1,563,946	56.03	72.00
Humedal 2	DBO, mg/L	215.51	66.08	30.66	142.00
	NT, mg/L	43.10	13.22	30.66	142.00
	PT, mg/L	9.70	2.97	30.66	142.00
	SST, mg/L	242.45	74.35	30.66	142.00
	CF, NMP/100 mL	1,563,946	479,582	30.66	142.00
Humedal 3	DBO, mg/L	66	38	56.91	72.00
	NT, mg/L	13.22	7.52	56.91	72.00
	PT, mg/L	2.97	1.69	56.91	72.00
	SST, mg/L	74.35	42.31	56.91	72.00
	CF, NMP/100 mL	479,582	272,910	56.91	72.00
Laguna maduración 1	CF, NMP 100/100 mL				
Humedal 4	DBO, mg/L	37.61	18.86	50.16	75.00
	NT, mg/L	7.52	3.77	50.16	75.00
	PT, mg/L	1.69	0.85	50.16	75.00
	SST, mg/L	42.31	21.22	50.16	75.00
	CF, NMP/100 mL	66,648	33,429	50.16	75.00
Laguna maduración 2	CF, NMP 100/100 mL				
Humedal 5	DBO, mg/L	18.86	9.10	48.25	74.00
	NT, mg/L	3.77	1.82	48.25	74.00
	PT, mg/L	0.85	0.41	48.25	74.00
	SST, mg/L	21.22	10.24	48.25	74.00
	CF, NMP/100 mL	7,530	3,633	48.25	74.00
Humedal 6	DBO, mg/L	9.10	4.19	46.09	76.00
	NT, mg/L	1.82	0.84	46.09	76.00
	PT, mg/L	0.41	0.19	46.09	76.00
	SST, mg/L	10.24	4.72	46.09	76.00
	CF, NMP/100 mL	3,633	1,674	46.09	76.00
Humedal 7	DBO, mg/L	4.19	1.84	43.93	78.00
	NT, mg/L	0.84	0.37	43.93	78.00
	PT, mg/L	0.19	0.08	43.93	78.00
	SST, mg/L	4.72	2.07	43.93	78.00
	CF, NMP/100 mL	1,674	736	43.93	78.00

En la Tabla 5.6.3.5.2.3.4 se muestran los resultados de área, volumen y tiempo de residencia hidráulico de las unidades de tratamiento. Los valores totales de área, volumen y TRH son 748.3 m², 159.9 m³ y 12.1 d.

Tabla 5.6.3.5.2.3.4-Resultados de área, volumen y tiempo de residencia hidráulico de las unidades de tratamiento.

Unidad de tratamiento	Largo m	Ancho m	Área m ²	Volumen m ³	Relación largo/Ancho	TRH d
Humedal 1	19.83	3.62	71.78	15.84	5.48	1.06
Humedal 2	19.83	7.21	142.97	31.24	7.16	2.15
Humedal 3	19.83	3.58	70.99	15.84	3.63	1.13
Laguna maduración 1	13.615	5.63	76.65	15.20	5.58	1.12
Humedal 4	9.685	7.94	76.90	16.50	7.74	1.26
Laguna maduración 2	13.905	5.55	77.17	15.20	5.47	1.20
Humedal 5	7.75	9.745	75.52	16.28	1.26	1.33
Humedal 6	14.4	5.305	76.39	16.72	2.71	1.41
Humedal 7	11.675	6.85	79.97	17.16	1.70	1.50
Valores totales			748.36	159.98		12.16

En la Tabla 5.6.3.5.2.3.5 se presentan los resultados de cargas, orgánicas e hidráulicas de las unidades de tratamiento.

Tabla 5.6.3.5.2.3.5-Resultados de cargas, orgánicas e hidráulicas de las unidades de tratamiento.

Unidad de tratamiento	C _{org} , kg/d	C _{orgs} , kg/m ² .d	C _{org} salida, kg/d	C _{org} removida, kg/d	Carga hidráulica, m/d
Humedal 1	5.769	0.080	3.233	2.537	0.208
Humedal 2	3.124	0.022	0.958	2.166	0.102
Humedal 3	0.926	0.022	0.958	2.166	0.102
Laguna maduración 1.					
Humedal 4	0.493	0.007	0.247	0.246	0.175
Laguna maduración 2					
Humedal 5	0.231	0.003	0.111	0.120	0.166
Humedal 6	0.108	0.001	0.050	0.058	0.156
Humedal 7	0.048	0.001	0.021	0.027	0.147

La vegetación de los humedales de tratamiento se colocará del siguiente modo: Carrizo en el humedal 1, lirio acuático en los humedales 2 y 4, papiro en el humedal 3, tule en el humedal 5 y alcatraz en el humedal 7.

5.6.3.6 Programa general de trabajo.

En la Tabla 5.6.3.6.1 se presenta el programa general de trabajo que se siguió para el establecimiento del sistema de humedal demostrativo.

Tabla 5.6.3.6.1- Programa calendarizado de trabajo.

No.	CONCEPTO	PROGRAMA							
		MES 1				MES 2			
1	Preparación del sitio	x	x	x	x				
2	Instalación de bordos para conformar humedales.	x	x	x	x				
3	Instalación de impermeabilizante de humedales a base de geomembrana.			x	x	x	x		
4	Instalación hidráulica (sistema de tuberías).			x	x	x	x	x	x
5	Instalación de cajas de vaciado del humedal (CV).					x	x	x	x
6	Instalación de cajas de recolección y distribución con vertedor (CRD).		x	x	x	x			
7	Instalación de cajas de válvulas de lodos (CVL).						x	x	x
8	Instalación de material filtrante.					x	x	x	x
9	Instalación de plantas acuáticas.						x	x	x
10	Instalación de la unidad de pretratamiento (rejillas).						x	x	x

5.6.3.6.1 Preparación del sitio.

Esta etapa consiste en la limpieza, trazo y nivelación del terreno.

- Limpieza del terreno.- Esta actividad tendrá por objeto quitar todos los obstáculos, basuras y deshierbe; así como materiales residuales que existan dentro de la zona en la cual se desarrollará el sistema de humedal.
- Trazo y nivelación.- Se instalarán bancos de nivel y el estacado necesario en el área donde se instalará el sistema de humedal.

5.6.3.6.2 Descripción de obras y actividades provisionales del proyecto.

La única obra provisional constará la adecuación de un espacio para recibir los materiales de relleno, así como para resguardar parte del material que se ocupará en el proyecto.

5.6.3.6.3 Etapa de construcción.

Una vez concluida la preparación del sitio de proyecto y la instalación de la caseta desmontable, con base en los planos del proyecto, se iniciará la construcción de los humedales y las lagunas en el siguiente orden:

- Despalme de la capa vegetal del área de trabajo.
- Excavaciones y nivelación del terreno.
- Construcción de los bordos, a partir de la compactación de capas, de acuerdo con los niveles del proyecto.
- Afine (limpieza de piedras y escombros) de los fondos y taludes con objeto de evitar daños a la geomembrana, cuando esta sea colocada.
- Desplante de las cajas de distribución y recolección del agua (CRD), en el interior de los estanques.
- Impermeabilización de los estanques mediante geomembrana utilizando el procedimiento térmico de vulcanización.
- Colocación de piezas especiales (tubos, botas) en las cajas de distribución y recolección.
- Pruebas hidráulicas para prevenir fugas y verificación de niveles.
- Relleno de los estanques con materiales filtrantes (tezontle y materiales orgánicos como pequeños trozos de carrizo).
- Colocación de las cajas de válvulas (CV) para el vaciado del agua de los humedales.
- Siembra de especies vegetales. Se utilizarán especies macrófitas existentes en la región, como son el carrizo, tule y papiro.
- Construcción del pretratamiento (rejillas y canales desarenadores).
- Colocación del vertedor triangular.

5.6.3.7 Descripción de obras asociadas al proyecto.

Como se mencionó párrafos arriba, el establecimiento del sistema de humedal piloto, tiene asociado el canal que pasa en la zona sur del hospital, el cual deberá mantenerse desazolvado, de tal modo que el agua tratada fluya por gravedad, con lo que se evitarán los costos de energía eléctrica para el bombeo del agua. Igualmente se tiene asociado el tubo de subpresión que se instaló debajo de los humedales 1 y 2, que tiene como objetivo desalojar las aguas que se acumulen en el subsuelo, particularmente durante la temporada lluviosa. El agua es conducida hasta el mismo cárcamo de bombeo que recibe el agua tratada. Cabe señalar que el agua tratada y el agua de infiltración llegan a compartimentos separados del cárcamo de bombeo.

5.6.3.7.1 Etapa de abandono del sitio.

No se tiene proyectado abandonar la PTAR, dado que deberá operarse y mantenerse durante la vida útil del Hospital Rural del IMSS, Amanalco.

5.6.3.7.2 Estimación de vida útil.

La vida útil del sistema de humedal de tratamiento se estima en 20 años. Sin embargo, mediante la aplicación de programas de mantenimiento, se podrá mantener en condiciones óptimas durante periodos de tiempo mayores.

Cabe señalar que, si no se realizan las acciones de operación y mantenimiento de manera correcta, por ejemplo, la eliminación de basuras en la rejilla, se provocaría que el agua fluya superficialmente por toda el área circundante. Es de vital importancia ejecutar las labores de operación y mantenimiento de manera eficaz y oportuna.

5.6.3.7.3 Utilización de explosivos.

Dada las características del proyecto, no es necesaria la utilización de materiales explosivos.

5.6.3.7.4 Generación, manejo y disposición de residuos sólidos, líquidos y emisiones a la atmósfera.

Los residuos sólidos producto del despalme y los excedentes de las excavaciones, que no fueron utilizados en la construcción de los bordos, se dispondrán en el sitio que asigne el municipio.

Los líquidos a usar durante el proyecto con implicaciones negativas al ambiente, corresponden a los combustibles y lubricantes que emplea la maquinaria que participará en la obra, que principalmente se usará para excavar parte de las zanjas y los camiones para el retiro y reposición de material.

Se deberá evitar la contaminación de desagües, aguas superficiales o subterráneas, así como del suelo que, por las cantidades limitadas a usar, no se prevén vertidos, contaminación de cuerpos de agua, o alcantarillas.

Las emisiones a la atmósfera se concretan a la generación de los gases producidos por la planta generadora de energía eléctrica durante la impermeabilización con geomembrana, así como por la motoconformadora y los vehículos de transporte del material filtrante.

5.6.3.8 Conclusiones.

En el lugar en donde se llevó a cabo el proyecto, se observó que el sitio se encontraba completamente inundado por la descarga diaria del agua residual, por lo que se desarrolló una cubierta de vegetación secundaria.

En el predio donde se ubica el sistema de humedal de tratamiento, no se realizaba actividad alguna, por lo que el impacto que provocó esta obra al medio ambiente es positivo.

Con este proyecto se buscó implementar un sistema de tratamiento que fuera estético y amigable con el ambiente que no generara ruido ni malos olores, que tuviera bajos costos de operación y mantenimiento, que generara pocos lodos residuales y que fuera sencillo de operar.

Como consecuencia de la construcción del sistema de humedal se generaron diversos impactos ambientales (temporales) adversos, los cuales fueron atendidos a fin de evitar que se generaran afectaciones que pudieran alterar el estado actual de los recursos naturales y a la comunidad circundante.

Las afectaciones originadas por el establecimiento, construcción y operación del proyecto identificadas, son las referentes a la generación de erosión y dispersión de material de construcción y residuos contaminantes a lo largo del camino de acceso; afectaciones al

suelo por la descarga de las aguas residuales tratadas; y la generación de malos olores. Para todas las anteriores situaciones, se presentan alternativas viables de solución a fin de prevenir, eliminar o disminuir la alteración causada.

La aplicación de las medidas tendientes a eliminar o disminuir la magnitud de los impactos, tuvieron un bajo reflejo económico en la mayoría de los casos y en otros sólo los ajustes que se consideraron necesarios en la planeación de las actividades. Sin embargo, se justificó su realización, ya que fue necesaria la implementación y seguimiento de las diversas actividades reconocidas en este estudio como las más viables de tener resultados positivos en la resolución de los problemas de afectación a los diferentes elementos del ambiente (bióticos, abióticos y sociales).

Los impactos benéficos fueron mayores:

Este tipo de sistema de tratamiento además de que constituye un área de protección para la vida silvestre, genera un valor escénico por la siembra de especies de ornato en la periferia de los mismos.

Se coadyuvará a reducir los riesgos de eutroficación del Río Amanalco y de la presa Valle de Bravo, en función de que el agua tratada contempla la reducción de nutrientes (nitrógeno y fósforo) conforme a la NOM-001-SEMARNAT-1996.

Se tiene la posibilidad de reusar el agua tratada para riego de cultivo de flores de ornato y de cultivos en los predios aledaños al humedal demostrativo.

Se controlará el riesgo de contaminación de las zanjas y canales de riego, y por ende se protegerá la salud de los agricultores y consumidores de los cultivos generados en la zona.

Con los resultados benéficos derivados de la instalación y operación de este humedal demostrativo, se espera que las comunidades no solo acepten el proyecto de saneamiento en la cuenca del Río Amanalco a través de sistemas de humedales de tratamiento, sino que los vean y adopten como una solución a su problemática ambiental y de salud.

Derivado de lo anterior, se concluye que la construcción y operación del sistema de humedal piloto demostrativo, va a generar beneficios dentro de las instalaciones del Hospital Rural del IMSS Amanalco, al eliminarse los riesgos sanitarios prevaeciente por la descarga del agua del residual dentro de las mismas instalaciones, se eliminarán los malos olores generados por el agua residual debido a su tratamiento, lo que a su vez mejorará la calidad de vida de la población que habita cercana al hospital, y de igual modo se protegerá el medio ambiente, preservando y restaurando parte de los ecosistemas acuáticos.

De tal forma que, atacando adecuadamente las afectaciones que pueda crear este proyecto, será totalmente benéfico desde el punto de vista social, económico y ambiental.

5.6.3.9 Bibliografía

- Ayuntamiento de Amanalco. (2009). Plan de desarrollo municipal 2009-2012. Amanalco. México: Ayuntamiento de Amanalco.
- Base de datos climatológica nacional, Sistema CLICOM. 2009.
- Beebe D. A.; Castle J. W., Molz F. J. and Rodgers J. H. (2014). Effects of evapotranspiration on treatment performance in constructed wetlands: Experimental studies and modeling. Ecological Engineering PP 394-400.
- Comunicación directa del CCMSS. (2017). Documento no publicado.
- CONABIO. (2012). "Geoportal del Sistema Nacional de Información Sobre Biodiversidad", 20 de enero de 2016. <http://www.conabio.gob.mx/informacion/gis/>
- Consejo Civil Mexicano para la Silvicultura Sostenible [CCMSS]. (2014). Estrategia Regional de Manejo del Territorio: Núcleos agrarios de Amanalco, Cuenca Amanalco-Valle de Bravo. Amanalco. México: CCMSS.
- Consejo Civil Mexicano para la Silvicultura Sostenible [CCMSS], las comunidades de San Juan y San Jerónimo y el municipio de Amanalco. (2016). Talleres comunitarios para el rescate del Río Amanalco. Amanalco: CCMSS.
- CONAGUA, IMTA. (2006). Diagnóstico de la cuenca Valle de Bravo. Informe del Convenio de Colaboración: GAVMSC-GOA-MEX-05-404-RF-CC. "Plan para la Gestión Integral del Agua y Recursos Asociados de la Cuenca de Valle de Bravo, Estado de México".
- CONAGUA. (2016). MAPAS, LIBRO N° 4, Datos Básicos para Proyectos de Agua Potable y Alcantarillado, 27 de agosto de 2016.
- CONAGUA. (2015). Estudio técnico multidisciplinario para la implementación de un sistema de humedales artificiales para saneamiento del aporte del Río Amanalco a la presa de Valle de Bravo. Convenio No. CONAGUA-CGPEAS-UNAM-02/2015.
- CONANP. (2011). Comisión Nacional de Áreas Naturales Protegidas. Programa de acción para la prevención, control y erradicación de especies exóticas, invasoras y ferales dentro del área de protección de recursos naturales "Valle de Bravo, Malacatepec, Tilostoc y Temascaltepec". Cuenca de Valle de Bravo, Malacatepec, Tilostoc y Temascaltepec, México: Comisión Nacional de Áreas Naturales Protegidas.
- Dirección de obras públicas, desarrollo urbano y servicios públicos. (2017).
- EPA (1993). Guía para el diseño y construcción de un humedal construido con flujos subsuperficiales.
- EPA (2000). Folleto informativo de tecnología de aguas residuales. EPA 832-F-00-023.
- Humedales de flujo subsuperficial.
- Fundación Gonzalo Río Arronte I.A.P. (FGRA). (2012).

- García, G. (2007). Programa de manejo forestal para el aprovechamiento de recursos forestales maderables (nivel avanzado). Ejido San Juan. Amanalco. México.
- Google Earth. (2016).
- Haith (2004). White Paper (j): Non-Modeling Methods for Estimating Nutrient.
- Lara J. A. (1999). Depuración de aguas residuales urbanas mediante humedales artificiales. Universidad Politécnica de Cataluña.
- Metcalf & Eddy, 1991, 4th edition, Wastewater engineering.
- <http://legislacion.edomex.gob.mx/sites/legislacion.edomex.gob.mx/files/files/pdf/gct/2003/oct303.pdf>
- http://gisviewer.semarnat.gob.mx/aplicaciones/uga_oe/#.
- <http://sedur.edomex.gob.mx/amanalco>.
- INE. (2009). Instituto Nacional de Ecología. Priorización y recomendaciones de Acciones de conservación en las subcuencas del sistema Cutzamala. Ciudad de México. México: INE.
- INEGI. (2000). Datos climáticos.
- INEGI. (2010). Censo - Marco Geoestadístico Municipal 2005.
- INEGI. (2010). Censo de Población y Vivienda, Principales resultados por localidad (ITER). Recuperado enero 11, 2016, de http://www.inegi.org.mx/sistemas/consulta_resultados/iter2010.aspx?c=27329&s=est.
- INEGI. (2010). serie IV. Uso de suelo y vegetación.
- Instituto Mexicano de Tecnología del Agua [IMTA] y Fundación Gonzalo Río Arronte [FGRA]. (2012). Plan estratégico para la recuperación ambiental de la Cuenca Amanalco-Valle de Bravo: Actualización. Cuenca de Amanalco-Valle de Bravo, México: Fundación Gonzalo Río Arronte e IMTA.
- Instituto Nacional de Ecología [INE]. (2006). Sistema de información hidrológica para el diseño de un programa de pago por servicios ambientales en un municipio con potencial para la instrumentación de un mercado de servicios hidrológicos. Cuenca de Amanalco-Valle de Bravo, México: Instituto Nacional de Ecología.
- Metcalf & Eddy, Inc. (2003) Wastewater engineering. Treatment and reuse. 4th edition. Mc. Graw Hill. 2003.
- Norma oficial mexicana NOM-001-SEMARNAT-1996.
- Norma oficial mexicana NOM-052-ECOL-1993.
- Norma mexicana NMX-C431-ONNCCE-2002.
- Ordenamiento Ecológico Regional de la Subcuenca de Valle de Bravo-Amanalco, que regula el uso del suelo. Publicado en la Gaceta del Gobierno de fecha 30 de octubre de 2003.
http://www.semarnat.gob.mx/archivosanteriores/temas/ordenamientoecologico/Documentos/documentos%20decretados/poe_valle_bravo_amanalco.pdf

- PROCUENCA. (2003). Diagnóstico de la subcuenca de Amanalco y acciones realizadas por PROCUENCA. Amanalco. México: PROCUENCA.
- Ramírez, Zierold, J. (2004). Nuestro Lago. Materia Orgánica y Nutrientes. Valle de Bravo. México: Patronato Provalle.
- Ramírez, Zierold J. (2010). Dinámica Biogeoquímica de N y P de un embalse tropical eutrofizado. Valle de Bravo, Estado de México. Tesis de Doctorado para la obtención del título de Doctor en Ciencias por el Instituto de Ciencias del Mar y Limnología de la Universidad Nacional Autónoma de México [UNAM]. México.
- Rentería Delmar, Guillermo; Cota Osun, Rubén G. (2005). Descripción del Medio Natural de la Cuenca Valle de Bravo, Estado de México, dentro del Plan para La Gestión Integral del Agua y Recursos Asociados de La Cuenca Valle de Bravo, Estado de México.
- Rentería, G. y Cota R. G. (2005). Descripción del Medio Social y Económico de la Cuenca Valle de Bravo, Estado de México en Plan para la gestión integral del agua y recursos asociados de la Cuenca de Valle de Bravo, Estado de México. Cuenca de Valle de Bravo, México. CONAGUA-IMTA.
- Rivas H. A. (1997). Lechos de plantas acuáticas (LPA) para el tratamiento de aguas residuales. Ingeniería Hidráulica en México. No 3, Vol. XII, 74-77 pp.
- Rivas H.A, Alonso E. P.E, Figueroa G. N.E. (2007). Evaluación y asistencia técnica para la operación del humedal de Santa Fe de la Laguna. Informe final. Subcoordinación de Tratamiento de Aguas Residuales. Coordinación de tratamiento y Calidad del Agua. IMTA.
- Secretaría de Desarrollo Urbano y Vivienda del Estado de México. (2004). Plan Municipal de Desarrollo Urbano de Amanalco. Amanalco. México: Gobierno del Estado de México.
- Secretaría del Medio Ambiente del Estado de México. (2007). Programa de conservación y manejo del parque estatal "Santuario del agua presa corral de Piedra". Amanalco y Temascaltepec. México: Gobierno del Estado de México.
- SIORE http://gisviewer.semarnat.gob.mx/aplicaciones/uga_oe.
- Universidad Autónoma del Estado de México. (2011). Ordenamiento Ecológico Cuenca Valle de Bravo-Amanalco, modelo de ordenamiento ecológico. Valle de Bravo. México: UAEM.
- Universidad Nacional Autónoma de México. (2010). Calidad del Agua enfoque multidisciplinario. Ciudad Universitaria. Coyoacán. Ciudad de México. México: UNAM Instituto de Investigaciones Económicas.
- Vidal-Zepeda, R. <http://www.Conabio.gob.mx/informacion/gis/>.

5.6.4 Instalación del sistema de tratamiento

5.6.4.1 Instalación del humedal

Cabe señalar que durante la instalación del humedal demostrativo se presentó un clima bastante desfavorable por la presencia de lluvias, lo que redujo de manera significativa el avance de la obra por algunos meses, ya que el suelo se presentó frecuentemente inundado, que dificultó el uso de maquinaria, lo que provocó realizar acciones adicionales de mejoramiento del suelo, así como la inclusión de obras hidráulicas que impactaron en los costos y en efectuar modificaciones al proyecto inicial.

El costo del tratamiento, considerando la vida útil del sistema (20 años), es de \$3.56 pesos por metro cúbico, sin el costo del terreno incluido.

Las actividades desarrolladas durante la construcción se describen a continuación.

Se iniciaron los trabajos de la instalación del humedal. Se observa en las siguientes fotos el desplante de las malezas.



Foto 5.6.4.1.1 y 5.6.4.1.2- Desplante de malezas.

Debido a la lluvia debieron suspenderse las actividades, ya que el suelo no logró sostener a la retroexcavadora.



Foto 5.6.4.1.3 y 5.6.4.1.4- Suelo inestable.

Debido a que el nivel del agua no disminuía y continuaban las lluvias, el 25 de septiembre se inició la construcción de canales para el drenar el agua



Foto 5.6.4.1.5 y 5.6.4.1.6- Construcción de canales para drenar agua.

Con las excavaciones surgieron dos sitios que inicialmente se identificaron como “ojos de agua” o como probables manantiales, que fluyen por el canal de drenado. Su caudal se observa en la siguiente foto.



Foto 5.6.4.1.7- Aguade ojo de agua que fluye por el canal de drenado.

Al mismo canal se estaban encausando las aguas residuales generadas en el hospital, las que provienen del cárcamo de bombeo.



Foto 5.6.4.1.8- Aguas residuales provenientes del cárcamo de bombeo.

Se realizaron dos perforaciones en la barda perimetral para lograr el vertido del agua hacia afuera de las instalaciones del hospital rural del IMSS. Este caudal fluye por gravedad hacia los terrenos de propiedad privada, por lo que posteriormente sus propietarios solicitaron al personal del IMSS su taponamiento.

En las siguientes fotos se observa el agujero en la pared y el canal exterior al IMSS, donde estaba vertiendo el agua.



Foto 5.6.4.1.9 y 5.6.4.1.10- Agujero en la pared y el canal exterior al IMSS, donde estaba vertiendo el agua.

Para cuando se redujo la condición de terreno inundado se realizó una visita al sitio conjuntamente con personal del OCAVM, Hospital del IMSS, de la empresa constructora y del IMTA. No obstante, la apariencia superficial seca del terreno, en las siguientes fotos se observa agua fluyendo por el canal de drenado, así como algunas áreas con agua superficial.



Foto 5.6.4.1.11 a la 5.6.4.1.14- Agua fluyendo por el canal de drenado, así como algunas áreas con agua superficial.

Igualmente se visitaron los canales exteriores del hospital; el que se ubica en la zona sur está parcialmente azolvado, por lo que se determinó la necesidad de su limpieza; el que se ubica en la parte oeste está fuera de operación, ya que el agua fluye en sentido contrario al punto de visita.



Foto 5.6.4.1.15 y 5.6.4.1.16- Canales exteriores del hospital.

Cuando se presentó una condición de menor humedad en el suelo fue factible continuar con las labores de despalme y desalojo del material resultante de esta actividad. Para aprovechar esta situación de “pequeño verano” y con la intención de acelerar los trabajos se utilizaron dos retroexcavadoras.



Foto 5.6.4.1.17 y 5.6.4.1.18- Despалme y desalojo del material.



Foto 5.6.4.1.19 a la 5.6.4.1.22- Despalme y desalojo del material del área donde se instalará el humedal.

Sin embargo, continuaron las lluvias.



Foto 5.6.4.1.23 y 5.6.4.1.24- No se puede continuar con el despalme y desalojo del material por lluvias.

El personal del IMSS también envió las siguientes fotos en las que se observan problemas de inundación, dentro de sus instalaciones, se está bombeando agua hacia el exterior.



Foto 5.6.4.1.25 a la 5.6.4.1.27- Inundación, dentro de las instalaciones, bombeo de agua hacia el exterior.

Debido a que por pequeños periodos de tiempo (1 a 2 días) dejaba de llover, o disminuía el tiempo de lluvia se solicitó al operador de la retroexcavadora retomar las actividades, sin embargo, ya en sitio se percató que el suelo solamente estaba en apariencia seco, por lo

que se negó a introducir la máquina al terreno argumentando que de hundirse o atascarse le iba a ser muy difícil salir.

El dueño del terreno contiguo al hospital solicitó taponar las perforaciones que servían para drenar el terreno, por lo que se procedió a ejecutar esta acción.



Foto 5.6.4.1.28- Taponamiento de las perforaciones que servían para drenar el terreno.

Como actividades colaterales se colocó una manguera para encausar las aguas residuales, provenientes del cárcamo de bombeo, hacia el canal exterior sur del hospital y se construyó un cárcamo para su bombeo.



Foto 5.6.4.1.29 y 5.6.4.1.30- Manguera que encausa las aguas residuales, provenientes del cárcamo de bombeo, hacia el canal exterior sur del hospital.



Foto 5.6.4.1.31- Cárcamo para bombeo.

Así mismo se desazolvó un tramo del canal sur exterior, a donde se enviaría el agua del cárcamo.



Foto 5.6.4.1.32 y 5.6.4.1.33- Desazolve de un tramo del canal sur exterior, a donde se enviaría el agua del cárcamo.

Nuevamente se continuaron las labores de despalme y retiro del material resultante de esta actividad.



Foto 5.6.4.1.34 a la 5.6.4.1.37- Continuación de despalme y retiro del material resultante de esta actividad.

Durante las acciones de excavación se localizó y descubrió el tubo existente en el hospital para la descarga del agua tratada en la planta de tratamiento existente en el hospital.

Se identificó que este tubo se encuentra por debajo del nivel de descarga hacia el canal sur, por lo que en tanto no se desazolve correctamente dicho canal, no será factible utilizar este tubo para el fin que fue instalado. Alternativamente se tendrá que bombear el agua hacia dicho canal.



Foto 5.6.4.1.38-Tubo existente en el hospital para la descarga del agua tratada en la planta de tratamiento existente en el hospital.

Por lo anterior se realizaron nuevas labores de desazolve del canal sur mediante la retroexcavadora para facilitar el flujo del agua.



Foto 5.6.4.1.39 a la 5.6.4.1.42- Desazolve del canal sur mediante la retroexcavadora para facilitar el flujo del agua.

Igualmente se construyó un nuevo canal dentro del terreno, en su parte oeste, con objeto de conducir el agua hacia un punto cercano al canal sur exterior.



Foto 5.6.4.1.43 y 5.6.4.1.44- Nuevo canal dentro del terreno.

Cabe señalar que después de excavar a una profundidad mayor a 0.3 m se encuentra el nivel del agua, lo que ha dificultado el drenado del agua acumulada en el terreno. Igualmente es importante indicar que, durante las excavaciones dentro del terreno, nuevamente apareció un “ojo de agua” con un caudal de aproximadamente 4”, mismo que después de unas horas se redujo a un flujo de 2”.

Una vez que se terminó de construir el canal interior oeste se instaló en el cárcamo de bombeo una bomba de gasolina para enviar el agua hacia el canal exterior sur.



Foto 5.6.4.1.45 y 5.6.4.1.46- Se instaló en el cárcamo de bombeo una bomba de gasolina para enviar el agua hacia el canal exterior.

Nuevamente se continuaron las labores de despalme. Se observa bastante humedad en el suelo, lo que dificulta el trabajo a la retroexcavadora, aunque ya se ha logrado el drenado del agua en la mayor parte del terreno, en la zona donde se instalará el humedal.



Foto 5.6.4.1.47 y 5.6.4.1.48- Continuación de despalme.

Una vez que disminuyó la humedad del suelo se realizó el trazo de las unidades, tanto en áreas con menor contenido de humedad, como en áreas con acumulación de agua.



Foto 5.6.4.1.49 a la5.6.4.1.52- Trazo de las unidades del humedal.

Con el objeto de contribuir al secado del suelo se construyeron algunos canales para drenar el agua superficial.



Foto 5.6.4.1.53 a la 5.6.4.1.55- Canales para drenar el agua superficial.

No obstante, la acumulación del agua superficial, se iniciaron labores de excavación de los estanques, actividad que en las áreas inundadas se dificultó en demasía debido a que con frecuencia la máquina quedaba estancada.



Foto 5.6.4.1.56 y 5.6.4.1.57- Excavación de los estanques.



Foto 5.6.4.1.58 y 5.6.4.1.59- Dificultad para la excavación de los estanques.

Una parte importante del flujo es conducido hacia afuera de las instalaciones, a través de la perforación que se realizó en la pared oeste y mediante el apoyo de una bomba de gasolina.



Foto 5.6.4.1.60- Flujo conducido hacia afuera de las instalaciones.

Una vez que disminuyó el nivel del agua de los estanques inundados, se continuó la extracción del suelo, así como la excavación de nuevos estanques.



Foto 5.6.4.1.61 y 5.6.4.1.62- Extracción del suelo y excavación de nuevos estanques.

Nuevamente fue necesario suspender la obra por la presencia de lluvia, la que además afectó algunos de los bordos que se había iniciado su construcción y se produjo nuevamente la acumulación de agua en los estanques.



Foto 5.6.4.1.63- Flujo conducido hacia afuera de las instalaciones.

Finalmente se redujo considerablemente la presencia de lluvias, por lo que se reinició la construcción de los estanques y registros.



Foto 5.6.4.1.64 y 5.6.4.1.65- Construcción de los estanques y registros.

Se continuó con el perfilado de los taludes y se continuó la compactación de los bordos.



Foto 5.6.4.1.66 a la 5.6.4.1.69- Perfilado de los taludes y continuación de compactación de bordos.

Nuevamente fluyó agua en uno de los estanques. Esta agua proviene de una tubería rota de aguas residuales proveniente del Hospital, por lo que se identificó la necesidad de reparar dicha tubería.



Foto 5.6.4.1.70 y 5.6.4.1.71- Agua en estanque, de tubería rota de aguas residuales proveniente del Hospital.

Se terminaron de construir los taludes y registros e inició la instalación de tuberías



Foto 5.6.4.1.72- Terminación de construcción de taludes y registros.



Foto 5.6.4.1.73 a la 5.6.4.1.76- Instalación de tuberías.

Finalmente se localizó la tubería rota, que conduce el agua residual, que se infiltra hacia los estanques, junto a la caseta de desperdicios, la que será necesario dirigir hacia el registro ubicado previo al pretratamiento.



Foto 5.6.4.1.77-Tubería rota, que hace que se infiltre el agua residual a los estanques.

No obstante que ya estaba construido el estanque inicial fue necesario cavar nuevamente un canal con objeto de eliminar el agua residual proveniente del tubo ubicado junto a la caseta de desperdicios.



Foto 5.6.4.1.78 Canal para eliminar el agua residual del tubo junto a la caseta de desperdicios.

El agua colectada en el canal fue encausada hacia el cárcamo de bombeo.

Se colocó tubería ranurada con fin de controlar la subpresión que pudiera generarse por acumulación de agua en el subsuelo, ya sea de lluvia o de infiltraciones del agua residual producida en el hospital. La tubería se colocó sobre una base de cemento, y posteriormente fue cubierta con tezontle, para permitir el flujo del agua, y colocación de relleno para iniciar la construcción del talud.



Foto 5.6.4.1.79 a la 5.6.4.1.82- Colocación de tubería ranurada para la subpresión.

Se realizó la colocación de una capa de arena, en los estanques, sobre la que posteriormente se colocará la geomembrana para su impermeabilización. Se observa el canal que se realizó para el anclado de la geomembrana.



Foto 5.6.4.1.83 y 5.6.4.1.84 Colocación de capa de arena en los estanques.



Foto 5.6.4.1.85 a la 5.6.4.1.88 Colocación de capa de arena y de geomembrana para su impermeabilización.

Sobre la geomembrana se colocó una capa de arcilla, sobre la que se colocaron las tuberías.



Foto 5.6.4.1.89 a la 5.6.4.1.92 Colocación de capa de arcilla, sobre la que se colocaron las tuberías.

Dos humedales se rellenaron con medio filtrante y cuatro con tezontle.



Foto 5.6.4.1.93 a la 5.6.4.1.96- Relleno de dos humedales con medio filtrante y cuatro con tezontle.

La panorámica del humedal piloto demostrativo ya construido es la siguiente:

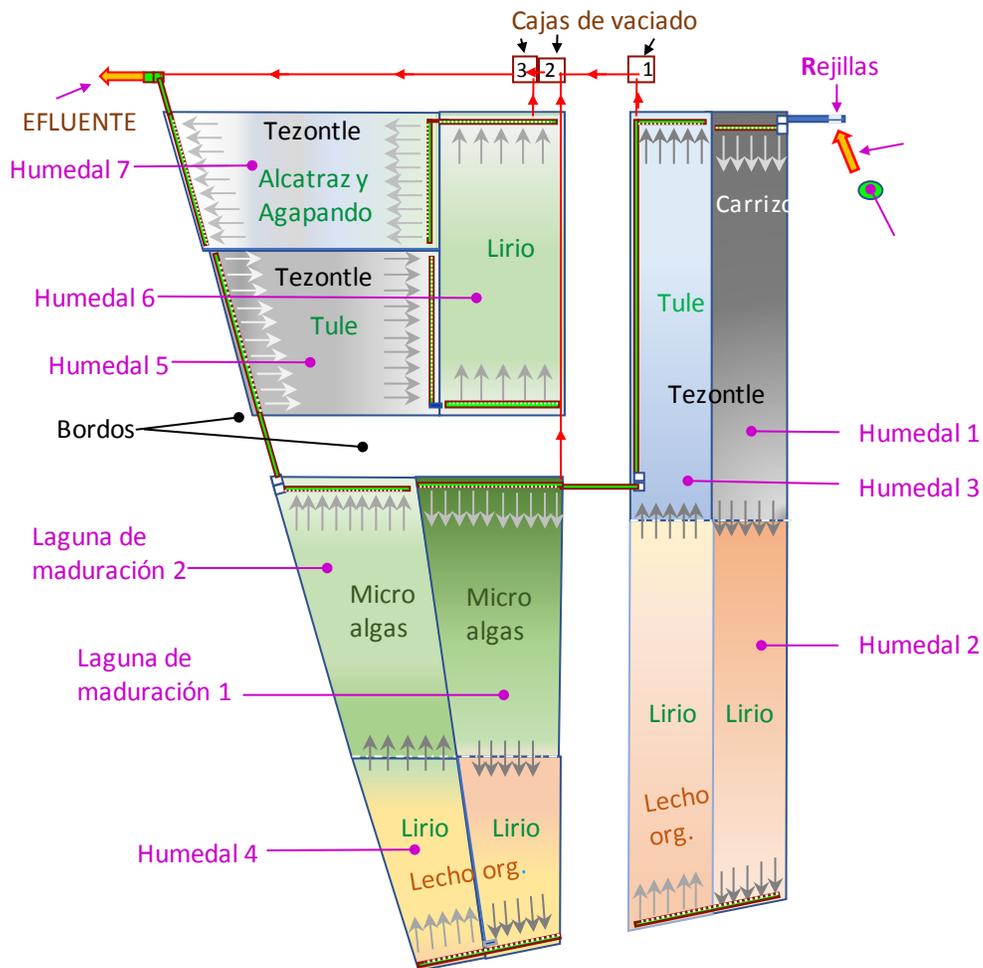


Foto 5.6.4.1.97- Panorámica del humedal piloto demostrativo.

Queda pendiente la construcción del pretratamiento, lo que se realizará una vez que las autoridades del Hospital realicen la reparación del colector final del agua residual, la siembra de especies vegetales, el llenado de los estanques y la puesta en marcha.

5.6.4.2 Manual de operación y mantenimiento.

Antes de que los operadores efectúen labores de operación y mantenimiento es necesario que conozcan y ubiquen las diferentes unidades de tratamiento que integran el sistema. Para este fin se muestra el siguiente esquema:



- | | |
|--------------------------|---------------------------|
| 1 Influyente | 7 Humedal 4 |
| 2 Pretratamiento. | 8 Laguna de maduración 2. |
| 3 Humedal 1 | 9 Humedal 5 |
| 4 Humedal 2 | 10 Humedal 6 |
| 5 Humedal 3 | 11 Humedal 7 |
| 6 Laguna de maduración 1 | 12 Efluente. |

Los humedales consisten de estanques, rellenos con un medio filtrante, contienen especies vegetales, y un conjunto de tuberías y registros para el control del flujo del agua. Las lagunas contienen plantas (algas) de tamaño microscópico y los humedales con materiales filtrantes contienen especies macroscópicas. En todas las superficies del medio filtrante y sobre las raíces se desarrollan capas de microorganismos, que son los responsables de biodegradar la materia orgánica contenida en el agua residual.

Además de conocer la estructura del sistema de tratamiento es importante conocer su funcionalidad. Una breve descripción del proceso es la siguiente:

El oxígeno requerido por los microorganismos es proporcionado por las especies vegetales, las que lo generan mediante el proceso de fotosíntesis. Los sólidos suspendidos (basura, bolsas de plástico, etc.) son retenidos en las rejillas. Los sólidos con mayor densidad que el agua (arenas, tierra y gravilla) son eliminados en el medio filtrante de los humedales.

Las sustancias disueltas (materia orgánica y nutrientes “nitrógeno y fósforo”) son mineralizadas (biodegradadas) mediante procesos bioquímicos por los microorganismos y las plantas. Los microorganismos patógenos son reducidos en número por la disminución en la disponibilidad de alimento, por filtración, sedimentación, depredación en los humedales, así como por incremento de pH (grado de acidez o alcalinidad) y por rayos ultravioleta (provenientes del sol) en las lagunas de maduración.

La combinación de humedales y lagunas permite:

- Reducir materia orgánica, sólidos suspendidos y disueltos.
- Disminuir la población microbiana patógena (causante de enfermedades). Los huevecillos de helmintos (parásitos como lombrices y amibas) se eliminan en su totalidad.
- Disminución de contaminantes formados por nitrógeno y fósforo (nitrificación y desnitrificación).
- Reducción de sustancias tóxicas (antibióticos, detergentes y metales pesados y otras sustancias contenidas en el agua residual).

En general los contaminantes del agua residual son eliminados mediante procesos que proporciona la naturaleza, los que de una manera controlada, sencilla y económica producen agua tratada, que cumple con los límites establecidos en las normas mexicanas para diversos tipos de reúso, en este caso particular para cumplir con los límites

establecidos por la norma oficial mexicana NOM-001-SEMARNAT-1996 para uso en riego agrícola y protección de la vida acuática.

Debido a que el agua residual contiene una gran cantidad de microorganismos y de sustancias que representan un alto riesgo a la salud, las labores de rutina de operación y mantenimiento deben realizarse invariablemente con equipo de seguridad, mediante el uso de guantes y botas de hule, overol, cubre bocas y googles (lentes de trabajo) con objeto de prevenir enfermedades o intoxicaciones.

Las actividades referentes a la operación y mantenimiento son las siguientes:

a) Limpieza de rejillas.

Las rejillas deben limpiarse en función de la cantidad de residuos que se estén generando. Usualmente 2 o 3 veces por día. Sin embargo; si llegará una tela o un plástico de gran tamaño se provocarían taponamientos, por lo que debe revisarse y limpiarse con frecuencia, lo que prevendría el rebosamiento del agua residual en el sistema de drenaje. Así mismo, deben extraerse las arenas y sólidos acumulados en el fondo del canal existente entre las rejillas y el influente hacia el primer humedal. No debe permitirse un azolve mayor de 5 cm. La arena debe disponerse y acumularse en un sitio alternativo, para que posteriormente sea retirado en camionetas o un carro de volteo. La basura debe colocarse en un contenedor asignado exclusivamente para este fin. La basura finalmente deberá ser retirada mediante el servicio municipal colector de basura.

b) Control del nivel del agua y estructuras de entrada y salida.

De manera continua deben revisarse las cajas de registro, canaletas de distribución de caudal, tuberías de distribución y de captación con el fin de detectar cualquier variación del flujo, especialmente durante la época de lluvias, que es cuando son arrastrados materiales como la basura. Los vertedores (y cualquier estructura de paso de caudal) deben revisarse y limpiarse continuamente, para evitar acumulamiento de basuras que afecten el flujo (y la distribución en vertedores múltiples).

Es recomendable mantener el nivel del agua (incluida la temporada de lluvias) de acuerdo con el diseño, que es de 10 cm por debajo de la superficie del material filtrante, Es de suma importancia evitar que los humedales se vacíen por completo por periodos prolongados, ya que las plantas pudieran afectarse e incluso morir.

Durante la parte fría del año es conveniente incrementar el nivel del agua del humedal, aproximadamente cinco centímetros para aumentar el tiempo de retención, ya que al

disminuir la temperatura también reduce la eficiencia de tratamiento, lo que puede atenuarse aumentando el volumen del agua en el humedal. Al aumentar el volumen de tratamiento durante el invierno se incrementa el tiempo de residencia hidráulico, y con ello la eficiencia de remoción de contaminantes.

Los registros y los pozos de visita deben mantenerse tapados, para evitar que roedores o cualquier otro tipo de animal, quede atrapado (y posiblemente muera), ya que se generarían problemas en el funcionamiento del sistema. Usualmente los humedales, por su propia naturaleza, atraen la vida silvestre.

Una actividad colateral relacionada con el control del nivel del agua consiste en mantener sin azolve el arroyo ubicado al sur del hospital, con objeto de que el agua tratada pueda fluir por gravedad. De permitirse la acumulación de azolve se provocará un taponamiento en el tubo final de descarga, y en consecuencia se tendrá que evacuar el agua tratada utilizando equipo de bombeo. La bomba deberá de ser al menos de 2 HP para que tenga la capacidad requerida en función de la cantidad de agua que se pueda acumular en el cárcamo de bombeo, ya que ahí se acumularían las aguas de infiltración pluvial, el agua tratada y el agua pluvial que llueva de manera directa planta de tratamiento. Cabe señalar que la planta de tratamiento se ubica en la parte más baja de las instalaciones del hospital, el cual a su vez se localiza en la parte más baja de la microcuenca, lo que incrementa de manera significativa la acumulación de agua, por lo que debe contarse con un drenaje superficial alterno (canal), que evite que el agua llegue al humedal. Se recomienda conducir el agua hacia la pared en el lado sur

c) Poda y cuidados de la vegetación.

Se recomienda realizar una poda de la vegetación de los humedales por lo menos una vez al año, dependiendo del vigor y del aspecto de la vegetación. Los ejemplares que tengan un aspecto senil o de sequedad deben ser retirados o sustituidos, considerando que estos ejemplares disminuyen su eficiencia de transporte de oxígeno hacia las raíces. Debe tenerse especial cuidado de no destruir ejemplares sanos mientras se realiza la poda o retiro del material resultantes de la poda, el cual debe disponerse o colocarse fuera del área del humedal para evitar que se descomponga y libere nuevamente los nutrientes en el agua. No es conveniente cortar los brotes aparentemente muertos de las plantas, ya que contribuyen para obtener un nivel más alto de oxigenación.

La poda deberá hacerse por secciones cuidando que siempre se conserve una distribución abundante en toda el área, es decir, no se recomienda dejar grandes claros sin vegetación. En los humedales (2, 4 y 6), que contienen lirio acuático, cuando se observe que se ha cubierto aproximadamente con vegetación un 90 % del área debe eliminarse entre un 25 y un 30 % de la cobertura vegetal, con objeto de generar más espacio para el desarrollo de nueva vegetación. Esta actividad será menos frecuente durante el invierno. Es muy importante

extraer los ejemplares que estén produciendo flores, tan pronto como se observen estas. El objetivo es evitar que su polen vaya a otros canales o cuerpos de agua cercanos.

El carrizo debe podarse al menos una vez por año, siempre con una talla mínima de 30 cm, para facilitar su rebrote. La poda puede aumentarse a dos veces por año, si el desarrollo ha sido mayor a dos metros de altura y el carrizo tiene un aspecto de no estar creciendo más y de observarse un aspecto senil.

Se verificará de manera permanente que no aparezcan enfermedades en las plantas de los humedales observando el desarrollo de colores amarillentos, manchas o que los ejemplares estén doblados. Los ejemplares muertos deben reemplazarse. No debe permitirse el desarrollo de las plantas junto a los orificios en los tubos de distribución y recolección.

Se debe evitar el desarrollo de otras especies (malezas) dentro de los humedales, ya que generan competencia por el espacio y no contribuyen de manera importante en la transferencia de oxígeno hacia las raíces. Es aconsejable evitar el uso de herbicidas, los que pueden contener sustancias tóxicas que afecten el sistema, por lo que las especies invasoras deben retirarse de manera manual, tan pronto como se detecte su presencia.

Debe evitarse el corte excesivo de las flores producidas en las especies de ornato ubicadas en la periferia de los estanques, con el objeto de conservar la estética del humedal. Lo mismo aplica para el humedal 7. Cabe señalar que la cobertura de estas plantas debe cubrir la mayor superficie posible del humedal, ya que estas producen el oxígeno necesario por las bacterias que realizan la biodegradación de materiales orgánicos. Se pueden obtener “hijos” de ejemplares ya existentes y resembrarlos en las áreas que así lo requieran.

Cuando se necesiten ejemplares existentes fuera del hospital deberán obtenerse lo más cercano posible del humedal para reducir el riesgo de dañarlas. Es necesario evitar que se sequen las raíces, para lo cual es conveniente colocar paja u otras especies podadas sobre las raíces, y humedecerlas, o bien, inmediatamente después de extraer las plantas del sitio, sumergirlas en un recipiente (tambos o tinas) con agua para evitar que las raíces tengan contacto con el aire por periodos prolongados de tiempo, con lo que se previene su desecación o muerte.

Se seleccionarán ejemplares que no tengan enfermedades, es decir que no estén amarillentos o deteriorados. Los ejemplares se sembrarán en hoyos de 15 a 20 cm de profundidad (previamente cavados en el humedal), la raíz debe quedar sumergida en el agua y se cubren los hoyos con el mismo material filtrante. Es recomendable realizar el trasplante durante el verano. Si después de algunos días algunas plantas no lograron adaptarse es necesario sustituirlas por ejemplares sanos. No deben de permitirse que se afecten más del 20 % de los

ejemplares trasplantados. Es muy importante supervisar este proceso de sembrado y seleccionar mano calificada para su realización.

d) Aprovechamiento del carrizo podado.

El carrizo resultante de la poda del humedal 1 puede aprovecharse (en trozos de aproximadamente 20 cm) para mantener la profundidad de los estanques que lo contienen como medio filtrante (humedales 2 y 4). Este tipo de lecho filtrante con el tiempo va a ir disminuyendo su volumen debido a su lenta biodegradación, por lo que es necesario conservar su profundidad, la cual no debe ser menor de 30 cm ni mayor de 40 cm.

e) Limpieza de los tubos de entrada y de salida.

Cuando se observen obstrucciones o taponamientos en los tubos y canaletas de distribución y de recolección, es de suma importancia hacer una limpieza frecuente de sus orificios, retirando la basura, raíces o cualquier objeto que pueda obstruir el flujo. Debe evitarse que como consecuencia de la limpieza se desnivelen las tuberías o las estructuras de distribución de caudal, ya que podrían provocar flujos preferenciales. Para realizar la limpieza se recomienda utilizar manguera negra de 1", a la que se le debe atar un trozo de tela, para facilitar la limpieza. Se introduce inicialmente con cuidado la manguera en las tuberías para enviar hacia el extremo opuesto la basura y posteriormente empujando y jalando para destapar posibles ranuras taponadas. La basura debe colocarse en un contenedor previamente citado en la limpieza de rejillas.

f) Mantenimiento de los bordos.

Se deberá evitar el desarrollo de malezas, ya sea en los bordos o dentro de los humedales. Se verificará que no se desarrollen madrigueras de roedores ni hormigueros, con el fin de evitar daños en los taludes. Si se hubiera erosionado o deteriorado algún segmento del bordo debe repararse de manera inmediata. Debe evitarse que tierra acumulada, hojarasca o basura se introduzcan al humedal, lo que producirían taponamientos y afectarían el funcionamiento del sistema. En las lagunas se produciría turbiedad y con ello ineficiencias en el tratamiento.

g) Mantenimiento y reparación de estructuras.

Cualquier daño ocasionado a las estructuras (rejillas, registros, tuberías, bordos, etc.) por corrosión, descuido o accidente debe ser reparado lo más pronto posible, para evitar el efecto en "cadena" que puede afectar al sistema. La experiencia demuestra que es mucho menos costoso realizar actividades preventivas que actividades correctivas.

H) Control de vectores (mosquitos).

Debe evitarse que el agua fluya sobre la superficie de los humedales de flujo subsuperficial y no deben formarse encharcamientos, con el fin de prevenir el desarrollo de mosquitos, ya que éstos suelen depositar sus huevecillos en superficies con ambientes húmedos, preferentemente en agua estancada. En caso de presentarse esta situación, deberá disminuirse el nivel del agua en el estanque, con lo que se deseca eventualmente el bordo provocando la muerte de las larvas, o bien colocar tezontle para rellenar esas áreas, las que deben permanecer secas. Es importante que no se suspenda por periodos prolongados el flujo del agua hacia el humedal, con objeto de que el agua no se estanque, ya que bajo esa circunstancia existe el riesgo de desarrollo de mosquitos y malos olores.

i) Verificación del aspecto del agua.

Para que el humedal funcione correctamente debe verificarse la calidad del agua, principalmente en la entrada del sistema. Si el agua varía de aspecto significa que está sufriendo un cambio en su calidad, lo cual puede realizarse observando si el color es diferente al habitual y se tiene presencia de mal olor. Un mal olor más fuerte en el agua cruda significa que está recibiendo una mayor cantidad de materia orgánica, o bien que contiene fuertes cantidades de sustancias tóxicas (antibióticos, sustancias de limpieza, sustancias de laboratorio). Los humedales soportan amplias variaciones de caudal y de carga orgánica, por tener grandes tiempos de retención. En el caso de que se rebasen los límites de contaminantes que pudiera soportar el humedal, el agua deberá desviarse hacia el drenaje, avisar a la autoridad e introducir el agua nuevamente al sistema cuando recupere su condición normal. Otra acción colateral consiste en reducir la carga orgánica recirculando (mediante equipo de bombeo) hacia el efluente el agua tratada (efluente del sistema), con lo que se diluirá el agua que entra al sistema, acción que reducirá malos olores y afectación a las plantas.

j) Medidas de seguridad.

Se deben colocar avisos que informen que el humedal es un sistema de tratamiento de aguas. No se permitirá el paso a personas que no sean los operadores, supervisores u otros directamente relacionados con el humedal, con el fin de evitar el contacto con microorganismos potencialmente infecciosos. De requerirse visitas de otras personas (ecoturismo, educación escolar, etc.), deberá evitarse contacto con el agua.

Las tapas de los registros deben permanecer cerradas ya que algún animal o persona pudiera caer dentro de ellos.

Como fue citado al inicio de este manual, es de suma importancia que los operadores utilicen botas y guantes de hule durante las labores de poda o extracción de la vegetación, limpieza de tuberías, etcétera.

Estos accesorios no deben utilizarse ~~también~~ en casa, ya que se pueden adherir microorganismos causantes de enfermedades y pudieran afectar a la familia.

Es aconsejable que los operadores se laven frecuentemente con agua abundante y jabón las manos, los brazos y la cara. También se recomienda el corte frecuente de las uñas para evitar el desarrollo de microorganismos como pudieran ser los hongos y otros patógenos.

Se recomienda determinar un área específica para que el operador guarde sus herramientas de trabajo.

k) Equipos y herramientas para el mantenimiento.

Para que los operadores realicen de una manera eficiente su labor se requiere que cuenten con los equipos y herramientas necesarias.

Debe contarse con las herramientas necesarias para realizar reparaciones de equipos e instalaciones eléctricas, limpieza de rejillas, extracción y transporte de arenas, poda de la vegetación, extracción de materiales flotantes de las lagunas y actividades de carpintería, plomería y albañilería.

Es necesario tener y revisar un botiquín para emergencias médicas. Debe verificarse la fecha de caducidad de los medicamentos. Los suministros y medicamentos que mínimamente debe contener el botiquín son:

Alcohol, agua oxigenada (peróxido de hidrógeno), gasa estéril, vendas elásticas, cinta adhesiva, cubre bocas, tijeras, protector o almohadilla para ojos, solución para el lavado de ojos, gotas para limpiar o desinfectar los ojos, algodón, guantes desechables de látex, vaselina u otro lubricante, bolsas de plástico, solución salina para enjuague, vasos de plástico.

Los medicamentos de uso más común son: medicamentos antidiarreicos, antihistamínicos (difenhidramina), crema de hidrocortisona, analgésicos.

También es necesario tener linterna pequeña y resistente al agua (verificar frecuentemente la carga de las baterías), teléfonos, repelente de insectos y fósforos.

l) Riego de áreas verdes mediante agua tratada

Para realizar esta actividad deben utilizarse guantes de hule, y un cubre bocas para evitar riesgos a la salud. Se requiere equipo de bombeo. Nunca debe permitirse que la manguera de riego permanezca tirada sobre el piso, ya que esto representa un riesgo para las personas.

m) Registro de la información.

Se registrarán todas las actividades de operación y mantenimiento en una bitácora. Se anotarán el nombre del operador en turno, las fechas, actividades realizadas, frecuencia y duración de las mismas, número de operadores que demandaron cada una de las tareas, todo con el propósito de identificar las fallas más frecuentes, los mayores requerimientos de labor, y los costos requeridos para la operación y mantenimiento.

La siguiente bitácora debe utilizarse como base para registrar las acciones de operación y mantenimiento. Puede complementarse con actividades adicionales que se presenten durante la operación y mantenimiento.

BITÁCORA DE OPERACIÓN Y MANTENIMIENTO		
Nombre del operador:		
Actividades	Tiempo utilizado (minutos)*	Fecha de realización
Limpieza de rejillas		
Extracción de lirio del tanque de lecho orgánico		
Limpieza de basuras sobre los vertedores triangulares		
Poda de plantas viejas (papiro)		
Poda sistemática del papiro		
Limpieza del interior de los tubos de interconexión		
Extracción de natas de las lagunas y colocarlas en el contenedor.		
Revisión de las telas mosquiteras de las tapas de las lagunas		
Revisión de nivel de agua del humedal		
Regado de plantas del humedal en condiciones de escasez de agua		
Regado del talud de tierra. Puede usarse el agua tratada.		
Extracción de basura dentro de los humedales y conducirla hacia el contenedor instalado para este fin.		
Accionar las llaves de paso de todos los registros (cada dos semanas).		
Poda de árboles fuera del sistema (tan pronto como se identifique que sus hojas puedan caer dentro del humedal, o que obstruyan el paso de la luz hacia las plantas del humedal).		

* El registro del tiempo utilizado permitirá identificar qué actividades demandan mayor tiempo.

Continuación de la bitácora

Actividades	Tiempo utilizado (minutos)*	Fecha de realización
Poda de la vegetación herbácea en áreas fuera del sistema de tratamiento, tan pronto como sea localizada).		
Revisión del candado de la puerta de acceso al sistema para mantenerlo cerrado.		
Revisar que las tapas de los tubos de muestreo estén colocadas.		
Revisar que se mantenga la malla perimetral en buenas condiciones.		
Revisión del sistema de bombeo		
Sustitución del medio de empaque orgánico		
Extracción de lodos del cárcamo de bombeo o del registro del colector.		
Otras actividades (especifique). Ejemplo: reparación de la malla perimetral, reparación del talud, reparación de la bomba, desinfección del agua tratada, etc.)		
Observaciones y comentarios (ejemplos: periodos de escasez de agua, aspecto general de las plantas, presencia de vida silvestre, visitas recibidas, durabilidad de las herramientas utilizadas, malos olores, etcétera).		

* El registro del tiempo utilizado permitirá identificar qué actividades demandan mayor tiempo.

5.6.5 Pruebas y puesta en marcha de la operación del sistema.

Una vez concluida la construcción del sistema se inició su operación. En la foto 5.6.5.1a- se muestra la entrada del agua residual a través del canal de rejillas; en la foto 5.6.5.1b una panorámica del sistema y en la 5.6.5.1c un detalle del agua tratada (efluente del sistema).

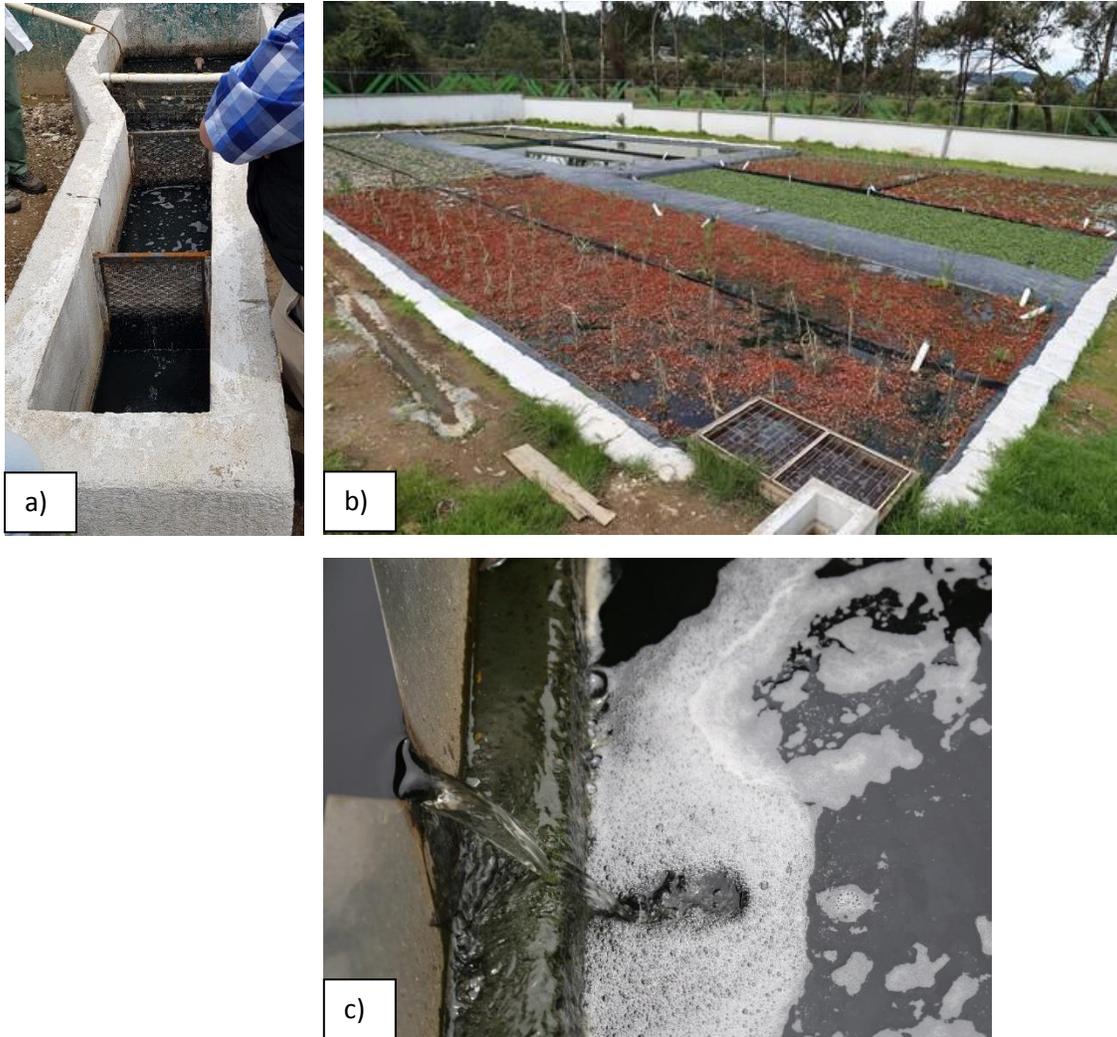


Foto 5.6.5.1- Inicio de operación del sistema: a) Influyente, b) panorámica y c) efluente.

En las fotos 5.6.5.2 y 5.6.5.3 se observan acciones relacionadas con la toma de muestras del sistema de tratamiento.



Foto 5.6.5.2- Toma de muestras en el humedal piloto demostrativo.



Foto 5.6.5.3- Preservación de muestras en el humedal piloto demostrativo.

5.6.6 Capacitación del personal del OCAVM

La capacitación se realizó en el Centro de Capacitación del IMTA, así como mediante visitas de campo a sistemas de humedales en operación. Tuvo una duración de 8 horas en un periodo de tres días, para un total de 24 hr.

Objetivo general y presentación del curso.

Disponibilidad del agua.

Marco Normativo de las aguas residuales.

Fundamentos de la purificación en sistemas biológicos.

Alternativas de tratamiento de aguas residuales.

Medición de caudales.

Introducción del funcionamiento y estructura de humedales de tratamiento.

Experiencia exitosa del uso de humedales. Cucuchucho, Tzintzuntzan. Michoacán.

Casos de estudio de evaluación humedales. Orizaba, Quilehtla, Ingenios azucareros.

Visita técnica a los sistemas de humedales de Alpuyecá, Xochitepec, Morelos; Buenavista de Cuellar, Guerrero y Acamixtla en Taxco, Guerrero.

Casos de estudio de evaluación humedales. Santa Fe de la Laguna, Michoacán

Operación y mantenimiento.

Dimensionamiento (modelos de diseño).

Diseño físico.

Ejercicios de dimensionamiento.

Presentación y análisis de resultados de ejercicios de diseño.

En las fotos 5.6.6.1 y 5.6.6.2 se muestran actividades del curso en el salón de clase y en la durante las visitas en campo. En las figuras 5.6.6.1 y 5.6.6.2 se muestra copia de los documentos probatorios.



Foto 5.6.6.1 a la 5.6.6.3-Actividades en el salón de clases.



Foto 5.6.6.4-Visitas de campo.

**SUBCOORDINACIÓN DE TRATAMIENTO
DE AGUAS RESIDUALES**

OFICIO RJE.01.02.- 019

ASUNTO: Término de capacitación técnica.

Septiembre 07 de 2017

ING. JUAN DANIEL MC. NAUGHT GONZÁLEZ
SUBGERENTE DE POTABILIZACIÓN, SANEAMIENTO
Y APOYO A ORGANISMOS OPERADORES

PRESENTE:

En seguimiento a la ejecución del "Estudio de la factibilidad ambiental, desarrollo sustentable, urbano, social y legal para el desarrollo de estrategias de penetración y mediación social que establezcan las bases para la adquisición de predios destinados a la construcción de los sistemas de humedales artificiales (SHA) para el saneamiento del aporte del río Amanalco a la presa Valle de Bravo, Estado de México", por este conducto se señala como realizada la actividad 6.6.6, referente a la capacitación de personal del OCAVM. El contenido temático desarrollado abordó los siguientes temas y actividades: Objetivo general y presentación del curso, Disponibilidad del agua, Marco normativo de las aguas residuales, Fundamentos de la purificación en sistemas biológicos, Alternativas de tratamiento de aguas residuales, Medición de caudales, Introducción del funcionamiento y estructura de humedales de tratamiento, Casos de estudio de evaluación humedales, Operación y mantenimiento, Dimensionamiento (modelos de diseño), Diseño físico, Visita técnica a cuatro sistemas de humedales en Morelos y en Guerrero, Ejercicios de dimensionamiento, Presentación y análisis de resultados de ejercicios de diseño.

La capacitación se realizó para un total de 24 horas, contemplando 8 horas durante tres días.

Aprovecho la oportunidad para enviarle un cordial saludo.

Atentamente
El Subcoordinador



M. I. César Guillermo Calderón Mólgora

Copia:
- Dr. Armando Rivas Hernández, Responsable del Proyecto/IMTA.

Figura 5.6.6.1-Documento probatorio de capacitación del Ing. Juan Daniel Mc. Naught González.

**SUBCOORDINACIÓN DE TRATAMIENTO
DE AGUAS RESIDUALES**

OFICIO RJE.01.02.- 020

ASUNTO: Término de capacitación técnica.

Septiembre 07 de 2017

M. I. PATRICIA FLORES OREÑANA
SUBGERENCIA DE POTABILIZACIÓN, SANEAMIENTO
Y APOYO A ORGANISMOS OPERADORES
SUPERVISORA DEL PROYECTO

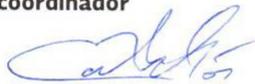
PRESENTE:

En seguimiento a la ejecución del "Estudio de la factibilidad ambiental, desarrollo sustentable, urbano, social y legal para el desarrollo de estrategias de penetración y mediación social que establezcan las bases para la adquisición de predios destinados a la construcción de los sistemas de humedales artificiales (SHA) para el saneamiento del aporte del río Amanalco a la presa Valle de Bravo, Estado de México", por este conducto se señala como realizada la actividad 6.6.6, referente a la capacitación de personal del OCAVM. El contenido temático desarrollado abordó los siguientes temas y actividades: Objetivo general y presentación del curso, Disponibilidad del agua, Marco normativo de las aguas residuales, Fundamentos de la purificación en sistemas biológicos, Alternativas de tratamiento de aguas residuales, Medición de caudales, Introducción del funcionamiento y estructura de humedales de tratamiento, Casos de estudio de evaluación humedales, Operación y mantenimiento, Dimensionamiento (modelos de diseño), Diseño físico, Visita técnica a cuatro sistemas de humedales en Morelos y en Guerrero, Ejercicios de dimensionamiento, Presentación y análisis de resultados de ejercicios de diseño.

La capacitación se realizó para un total de 24 horas, contemplando 8 horas durante tres días.

Aprovecho la oportunidad para enviarle un cordial saludo.

Atentamente
El Subcoordinador



M. I. César Guillermo Calderón Mólgora

Copia:

- Dr. Armando Rivas Hernández, Responsable del Proyecto/IMTA.

Paseo Cuauhnáhuac 8532, Progreso, Jiutepec, Morelos, 62550. México.
Tel: (777) 329 36 00 www.gob.mx/imta

Figura 5.6.6.2-Documento probatorio de capacitación de la M.I. Patricia Flores Ordeñana.

CONCLUSIONES.

Es factible localizar y adquirir predios agrícolas para instalar un sistema de humedales artificiales en la cuenca Valle de Bravo Amanalco, a fin de contribuir al saneamiento de las aguas residuales que contaminan principalmente al río Amanalco y la presa Valle de Bravo.

El trabajo que se realizó permitió identificar la presencia de diversos factores técnicos, legales, socioculturales y políticos, que complican la selección de predios para instalar humedales. A continuación, se describirán los principales factores:

- a) **Técnicos.** En esta región de la cuenca Valle de Bravo Amanalco, la mayoría de las localidades no cuentan con el servicio de drenaje o, cuando tienen, e encuentra en malas condiciones (ejemplo: San Juan y Amanalco). En las localidades del municipio Amanalco donde se pretende instalar humedales artificiales (San Juan, San Miguel Tenex-tepec, San Mateo y Amanalco) los terrenos agrícolas se ubican en una zona inundable (La Laguna), lo cual dificulta y encarece la instalación de este tipo de tecnología.
- b) **Socioculturales.** La población de estas comunidades está habituada a vivir sin drenaje y/o saneamiento; no relacionan la presencia de enfermedades gastrointestinales y dermatológicas con la ausencia de saneamiento. En estos casos, se debe continuar trabajando en la reflexión de la relación agua negra – enfermedad, intentando generar entre la población una demanda por el servicio de saneamiento.
- c) **Legales.** Los terrenos agrícolas de estas localidades, en su mayoría, son de origen ejidal y no todos los propietarios han realizado los trámites de regularización que les permita vender, rentar o ceder sus parcelas. Por otro lado, existen terrenos muy fraccionados, lo que obliga a conjuntar varios lotes para obtener parcelas de tamaño adecuado a las necesidades de las localidades
- d) **Políticos.** Existe diversos grupos económicos y políticos que se disputan el poder político (presidencia municipal) y económico (mercado local, ejemplo: las cinco empresas de transporte de materiales). En su lucha por intereses de grupo, obstaculizan la realización de proyectos y acciones externas.

A pesar de las dificultades encontradas, como resultado de las acciones emprendidas en este proyecto, es importante destacar los 12 predios agrícolas identificados, distribuidos en las distintas localidades de la cuenca, los cuales tienen características adecuadas para la

instalación de humedales. Por otro lado, con las acciones de sensibilización y desarrollo de capacidades efectuadas en las poblaciones, se logró involucrar e interesar a un grupo de pobladores, para continuar con el proceso de instalación de un sistema de humedales en la región. Sólo como ejemplo, se mencionan dos personas que están interesadas en participar, poniendo sus predios para la instalación de un humedal artificial: el dueño de la granja trutícola “Los Encinos” y el poblador de San Lucas, los cuales se señalaron en el informe de la actividad 5.2.

Se puede utilizar como vitrina tecnológica el humedal artificial construido en el hospital del IMSS en Amanalco y continuar con el proceso de reflexión y sensibilización entre la población local. Con ello se podrá retomar la intención de instalar los humedales en alguno de los otros 11 predios identificados en la cuenca.

No obstante, habrá que considerar que todo proceso de sensibilización y construcción de capacidades debe tomar en cuenta las características socioeconómicas, sociopolíticas y culturales de las comunidades, para diseñar actividades *ad hoc* que faciliten la participación activa de los pobladores.

RECOMENDACIONES.

Se recomienda que una vez que el humedal instalado en el Hospital Rural del IMSS Amanalco opere adecuadamente, se involucre a actores sociales (CCMSS, delegados municipales, comités de agua locales, organizaciones locales) y autoridades municipales de la cuenca Valle de Bravo Amanalco, con objeto de convocar conjuntamente a la población en la realización de actividades informativas. Se trata de visibilizar sobre los beneficios en la salud y en el medio ambiente que se obtiene mediante el uso de esta tecnología de tratamiento de aguas residuales.

La instalación de esta tecnología servirá como una “vitrina tecnológica” que contribuirá a sensibilizar a la población de la cuenca y, con ello, retomar el proceso iniciado en las otras localidades donde se tienen identificados terrenos con factibilidad social, jurídica y técnica para instalar humedales artificiales.

Por otro lado, se recomienda difundir información sobre las características y beneficios de los humedales artificiales, entre las autoridades del IMSS, quienes obtendrán información importante para replicar su uso en otros hospitales de la misma institución. La utilización de esta tecnología para el tratamiento de las aguas residuales de los hospitales rurales, es una alternativa económica, confiable y ambientalmente sustentable.

Se requiere redefinir la estrategia de participación y comunicación enfocándola a las siguientes acciones:

- a. Actividades constantes y diversificadas (reuniones públicas, talleres de sensibilización, distribución de material informativo, etc.).
- b. Difusión de videos de casos exitosos en la instalación de humedales.
- c. Uso de estaciones radiofónicas para difundir información e introducir en la agenda pública local la necesidad de sanear el agua residual.
- d. Foros de discusión con la población.
- e. Visitas a humedales de tratamiento en operación.
- f. Realizar consultas públicas en las localidades involucradas, como paso previo al inicio de la construcción de nuevos humedales artificiales.

Es de suma importancia replicar este caso de estudio en cuencas con características y problemáticas similares, como es el caso de la Cuenca de Villa Victoria.

Finalmente, a los funcionarios del hospital rural del IMSS se les recomienda definir un equipo de trabajo, para que sea capacitado en la operación y mantenimiento del humedal. Este equipo deberá ser constante y seguir al pie de la letra el conjunto de instrucciones y actividades definidos en el manual de operación y mantenimiento elaborado por el IMTA.

BIBLIOGRAFÍA

- Alianza MéxicoREDD. *Área de acción humanitaria REDD en la Cuenca del Cutzamala*. Cuenca Cutzamala. México: Agencia para los Estados Unidos para el desarrollo internacional (USAID).
- Anderson, Jeanine (2000), *La dimensión de género en las políticas públicas*, Mimeo.
- ASDI (1999), *Saneamiento Ecológico*, Agencia Sueca de Cooperación Internacional para el Desarrollo (ASDI)-Fundación Friedrich Ebert, México, en <http://www.ecohabitar.org/PDF/saneamientoecologico.pdf> (último acceso: octubre 25, 2011).
- Ayuntamiento de Amanalco. (2009). *Plan de desarrollo municipal 2009-2012*. Amanalco. México: Ayuntamiento de Amanalco.
- Ayuntamiento de Amanalco. (2013). *Plan de desarrollo municipal 2013-2015*. Amanalco. México: Ayuntamiento de Amanalco.
- Camacho, A., Giles, M., Ortegón, A., Palao, M., Serrano, B., y Vázquez, O. (2009). *Técnicas para el Análisis Microbiológico de Alimentos*. Ciudad de México. México: Facultad de Químicas de la Universidad Nacional Autónoma de México [UNAM].
- Cardon, Dominique (2006), “La innovación por el uso” en *Palabras en Juego: Enfoques multiculturales sobre las sociedades de la información*. Alain Ambrosi.
- Castro, Esteban, (2006). “Agua, democracia y la construcción de ciudadanía” en *La gota que da la vida: hacia una gestión sustentable y democrática del agua*, Fundación Heinrich Böll, México.
- Consejo Civil Mexicano para la Silvicultura Sostenible [CCMSS]. (2013). *Des-ruralización de la población local y el Territorio*. Amanalco. México: CCMSS.
- Consejo Civil Mexicano para la Silvicultura Sostenible [CCMSS]. (2014). *Estrategia Regional de Manejo del Territorio: Núcleos agrarios de Amanalco, Cuenca Amanalco-Valle de Bravo*. Amanalco. México: CCMSS.
- Consejo Civil Mexicano para la Silvicultura Sostenible [CCMSS], PROCUENCA, Comisión de la Cuenca Valle de Bravo Amanalco [CCVBA], Instituto de Tecnología del Agua [IMTA], Ejido de San Lucas y municipio de Amanalco. (2015). *Memoria del primer recorrido interinstitucional para el proyecto de rescate del río Amanalco*. Amanalco: CCMSS.
- Consejo Civil Mexicano para la Silvicultura Sostenible [CCMSS], PROCUENCA, Comisión de la Cuenca Valle de Bravo Amanalco [CCVBA], Instituto de Tecnología del Agua [IMTA], Ejido de San Lucas y municipio de Amanalco. (2015). *Memoria de la visita interinstitucional a los humedales artificiales del lago de Pátzcuaro*. Amanalco: CCMSS.

- Consejo Civil Mexicano para la Silvicultura Sostenible [CCMSS], Comisión del Agua del Estado [CAEM], Dirección General de Gobierno Región Valle de Bravo y municipio de Amanalco. (2016). *Recorrido entre municipio, Gobierno de la Región, CAEM y CCMSS*. Amanalco: CCMSS.
- Consejo Civil Mexicano para la Silvicultura Sostenible [CCMSS], las comunidades de San Juan y San Jerónimo y el municipio de Amanalco. (2016). *Talleres comunitarios para el rescate del río Amanalco*. Amanalco: CCMSS.
- Consejo Civil Mexicano para la Silvicultura Sostenible [CCMSS], la comunidad de San Bartolo y el municipio de Amanalco. (2016). *Recorrido con la localidad de San Bartolo*. Amanalco: CCMSS.
- Consejo Civil Mexicano para la Silvicultura Sostenible [CCMSS], y las comunidades que viven en la ribera del río Amanalco en San Juan. (2016). *Recorrido con los propietarios de las parcelas de la ribera del río Amanalco*. Amanalco: CCMSS.
- Consejo Civil Mexicano para la Silvicultura Sostenible [CCMSS]. (2016). *Historia de la subcuenca del río Amanalco*. Amanalco: CCMSS.
- Consejo Civil Mexicano para la Silvicultura Sostenible [CCMSS]. (2016). *Programa de trabajo para la recuperación de la subcuenca del río Amanalco 2015-2017. Líneas Estratégicas*. Amanalco: CCMSS.
- Comisión de la Cuenca Valle de Bravo-Amanalco [CCVBA]. (2010, 2011, 2012, 2013, 2015). *Control de la Precipitación de la Cuenca Valle de Bravo-Amanalco*. Cuenca de Valle de Bravo-Amanalco. México: CCVBA.
- Comisión Nacional de Áreas Naturales Protegidas [CONANP]. (2011). *Programa de acción para la prevención, control y erradicación de especies exóticas, invasoras y ferales dentro del área de protección de recursos naturales "Valle de Bravo, Malacatepec, Tilostoc y Temascaltepec"*. Cuenca de Valle de Bravo, Malacatepec, Tilostoc y Temascaltepec, México: Comisión Nacional de Áreas Naturales Protegidas.
- Comisión Nacional del Agua [CONAGUA]. (2010), *Estadísticas del agua en México*, CONAGUA, México.
- Domínguez, J. *Análisis de la equidad de género en las formas de acceso a programas productivos y de gestión ambiental*. Ciudad de México. México: Colegio de México.
- García, G. (2007). *Programa de manejo forestal para el aprovechamiento de recursos forestales maderables (nivel avanzado)*. Ejido San Juan. Amanalco. México.
- González, José (2015). Problemas que enfrenta el sistema educativo mexicano. Revisado en Internet el 15 de enero de 2017.
<https://www.universidadabierta.edu.mx/ActaEducativa/articulos/017.pdf>
- Grupo Banco Mundial y Comisión Nacional del Agua [CONAGUA]. (2015). *Cutzamala, Diagnóstico integral*. Washington D.C. USA: Banco Mundial.
- Hinojosa, J. (1981). *Formas de tenencia de la tierra en México*. Ciudad de México. México: Universidad Iberoamericana.

- INEGI. (2010). Censo de Población y Vivienda, Principales resultados por localidad (ITER). Recuperado Enero 11, 2016, de http://www.inegi.org.mx/sistemas/consulta_resultados/iter2010.aspx?c=27329&s=est .
- Instituto Mexicano de Tecnología del Agua [IMTA] y Fundación Gonzalo Río Arronte [FGRA]. (2012). *Plan estratégico para la recuperación ambiental de la Cuenca Amanalco-Valle de Bravo: Actualización*. Cuenca de Amanalco-Valle de Bravo, México: Fundación Gonzalo Río Arronte e IMTA.
- Instituto Nacional de Ecología [INE]. (2006). *Sistema de información hidrológica para el diseño de un programa de pago por servicios ambientales en un municipio con potencial para la instrumentación de un mercado de servicios hidrológicos*. Cuenca de Amanalco-Valle de Bravo, México: Instituto Nacional de Ecología.
- Instituto Nacional de Ecología. (2009). *Priorización y recomendaciones de Acciones de conservación en las subcuencas del sistema Cutzamala*. Ciudad de México. México: INE.
- Jiménez. (2005). *Impacto de la tenencia de la tierra en el patrimonio*. Ciudad de México. México: Instituto Nacional de Antropología e Historia.
- Naciones Unidas (1997), Incorporación de la perspectiva de género en todas las políticas y programas del sistema de Naciones Unidas, Informe del Secretario general (E/1997/66), período de sesiones sustantivo de 1997, Ginebra, Consejo Económico y Social, 20 de junio a 25 de julio.
- Neüman de Segá, María Isabel (2008), "La apropiación tecnológica como práctica de resistencia y negociación en la globalización", Ponencia presentada en el **IX Congreso Latinoamericano de Investigación de la Comunicación, Estado de México**, 9-11 octubre de 2008, en http://www.alaic.net/alaic30/ponencias/cartas/Tecnologia/ponencias/GT18_14%20Neuman.pdf (último acceso: octubre 25, 2011).
- ONU Agua (2008), Hacia la solución de una crisis mundial: Año Internacional del Saneamiento 2008, en http://www.unwater.org/downloads/media/sanitation/flagship_ES.pdf (último acceso: octubre 25, 2011).
- PNUD (2010), Igualdad de género y derechos de las mujeres a una vida libre de violencia: Guía para el monitoreo ciudadano, Programa de las Naciones Unidas para el Desarrollo. México.
- PROCUENCA. (2003). *Diagnóstico de la subcuenca de Amanalco y acciones realizadas por PROCUENCA*. Amanalco. México: PROCUENCA.
- Ramírez, J. (2004). *Nuestro Lago. Materia Orgánica y Nutrientes*. Valle de Bravo. México: Patronato Provalle.

- Ramírez, J. (2004). *Nuestro Lago. Aportes externos de Nitrógeno y Fósforo*. Valle de Bravo. México: Patronato Provalle Ramírez, J. (2010). *Dinámica Biogeoquímica de N y P de un embalse tropical eutrofizado*. Valle de Bravo, Estado de México. Tesis de Doctorado para la obtención del título de Doctor en Ciencias por el Instituto de Ciencias del Mar y Limnología de la Universidad Nacional Autónoma de México [UNAM]. México.
- Rentería, G. y Cota R. G. (2005). *Descripción del Medio Natural de la Cuenca Valle de Bravo, Estado de México en Plan para la gestión integral del agua y recursos asociados de la Cuenca de Valle de Bravo, Estado de México*. Cuenca de Valle de Bravo, México. CONAGUA-IMTA.
- Rentería, G. y Cota R. G. (2005). *Descripción del Medio Social y Económico de la Cuenca Valle de Bravo, Estado de México en Plan para la gestión integral del agua y recursos asociados de la Cuenca de Valle de Bravo, Estado de México*. Cuenca de Valle de Bravo, México. CONAGUA-IMTA.
- Rico, María Nieves (1998), *Género, medio ambiente y sustentabilidad del desarrollo*, Serie Mujer y Desarrollo No.25, CEPAL, Santiago de Chile.
- Secretaría de Desarrollo y Vivienda del Estado de México. (2004). *Plan Municipal de Desarrollo Urbano de Amanalco*. Amanalco. México: Gobierno del Estado de México.
- Secretaría del Medio Ambiente del Estado de México. (2007). *Programa de conservación y manejo del parque estatal "Santuario del agua presa corral de Piedra"*. Amanalco y Temascaltepec. México: Gobierno del Estado de México.
- Secretaría del Medio Ambiente del Gobierno del Estado de México. *Valle de Bravo*. Recuperada el 25 de febrero del 2016 desde http://areasnaturales.edomex.gob.mx/valle_de_bravo
- Secretaría del Medio Ambiente y Recursos Naturales [SEMARNAT]. (2005). *Acuerdo por el que se determina como área natural protegida de competencia federal, con la categoría de Área de Protección de Recursos Naturales Zona Protectora Forestal los terrenos constitutivos de las cuencas de los ríos Valle de Bravo, Malacatepec, Tilostoc y Temascaltepec, Estado de México*. Cuenca de Valle de Bravo Amanalco. México: Gobierno Federal
- Secretaría de Salud. (2015). *Veinte principales causas de enfermedades en México por grupos de edad*. Estado de México. México: Secretaria de Salud
- Soares, Denise e Hilda Salazar (2006), *Mujeres y Tecnología. Aproximaciones metodológicas desde Chiapas*, SEMARNAT-IMTA-CONACYT-MMA, México.
- UAEM. (2011). *Ordenamiento Ecológico Cuenca Valle de Bravo-Amanalco, modelo de ordenamiento ecológico*. Valle de Bravo. México: UAEM.
- UNAM. (2010). *Calidad del Agua enfoque multidisciplinario*. Ciudad Universitaria. Coyoacán. Ciudad de México. México: UNAM Instituto de Investigaciones Económicas.

- Vichis, J. (2012). Amanalco. Estado de México. Pueblo con Encanto. Amanalco. México: Ayuntamiento Constitucional de Amanalco.
- Zaldaña, Claudia Patricia (2002), La Unión hace el poder. Procesos de participación y empoderamiento, Serie hacia la equidad No. 5., Unión Mundial para la Naturaleza-Fundación Arias para la Paz- Instituto Nacional de las Mujeres, México.
- Ziccardi, Alicia (1998), Gobernabilidad y participación ciudadana en la ciudad capital, IIS-Miguel Ángel Porrúa, México.

ANEXOS.

Como parte de la entrega de los productos obtenidos en la realización de este proyecto, se entregarán dos discos compactos con la siguiente información:

A1) Memoria Fotográfica de las actividades desarrolladas en este convenio de colaboración.

En este anexo se incluye una serie de fotografías que describen visualmente las distintas actividades y etapas que contempló este convenio de colaboración.

A2) Guías de entrevistas aplicadas a los distintos actores sociales e institucionales.

Se trata de las guías de entrevista diseñadas para obtener información cualitativa y cualitativa de los distintos actores que intervienen en la gestión del agua en la cuenca Valle de Bravo Amanalco.

A3) Audios y transcripciones de las entrevistas realizadas en el marco del proyecto.

En este anexo se brindan los archivos digitales obtenidos de las entrevistas realizadas a los actores sociales e institucionales mencionados. En algunos casos, se ofrece una síntesis de las entrevistas aplicadas.

A4) Video sobre características y beneficios de los humedales artificiales.

Este anexo incluye el video, en formato MP4, realizado para informar y difundir las características y beneficios que ofrecen los humedales artificiales en el tratamiento de las aguas residuales de las cuencas.

A5) Materiales de difusión elaborados y distribuidos en las poblaciones.

Por último, se incluyen los archivos digitales de los distintos materiales de difusión que se diseñaron, imprimieron y distribuyeron en las localidades de la cuenca Valle de Bravo Amanalco, para incentivar la participación informada de la población en el desarrollo del proyecto.

Anexo 6

Planos del humedal de tratamiento del Hospital Rural del IMSS Amanalco.

- 1 Planta y perfiles topográficos.
- 2 Arreglo de conjunto y geomembrana.
- 3 Arreglo hidráulico y dren de subpresión.
- 4 Material de arcilla y material de filtro.
- 5 Relleno de tezontle y áreas de sembrado.
- 6 Plano de detalles y áreas de tratamiento de humedales.
- 7 Plano de replanteo.
- 8 Secciones constructivas de humedal de tratamiento
- 9 Secciones constructivas de excavación y terraplén.
- 10 Cajas de paso y de válvulas de humedales.

Anexo 7

**Proyecto ejecutivo del Humedal de San
Sebastián el Chico.**