

PLAN HÍDRICO

DE LAS SUBCUENCAS AMECAMECA,
LA COMPAÑÍA Y TLÁHUAC-XICO

COMISIÓN DE CUENCA

DE LOS RÍOS AMECAMECA Y LA COMPAÑÍA

UNIVERSIDAD AUTÓNOMA METROPOLITANA

Rector General

Enrique Fernández Fassnacht

Secretaria General

Iris Santacruz Fabila

UNIDAD AZCAPOTZALCO

Rectora

Gabriela Paloma Ibañez Villalobos

Secretario

Darío Eduardo Guaycochea Guglielmi

UNIDAD CUAJIMALPA

Rector

Arturo Rojo Domínguez

Secretario

Gerardo Quiroz Vieyra

UNIDAD IZTAPALAPA

Rector

Javier Velázquez Moctezuma

Secretario

Óscar Jorge Comas Rodríguez

UNIDAD LERMA

Rector

José Francisco Flores Pedroche

Secretario

Jorge Eduardo Vieyra Durán

UNIDAD XOCHIMILCO

Rector

Salvador Vega y León

Secretaria

Beatriz Araceli García Fernández

PROGRAMA DE INVESTIGACIÓN SIERRA NEVADA

Coordinador General

Pedro Moctezuma Barragán

Línea de Gestión Integral del Agua

Oscar Monroy Hermosillo

Carlos Vargas Cabrera

Eugenio Gómez Reyes

Erasmó Flores Valverde

Ma. Rita Valladares Rodríguez

Agustín Breña Puyol

FUNDACIÓN GONZALO RÍO ARRONTE

Presidente

Ignacio Morles Lechuga

Vice-Presidente y Tesorero

Alfredo Harp Eliú

Director General

Javier Moctezuma Barragán

Patronos:

Gilberto Borjaa Suárez, Julio Gutiérrez Trujillo, Miguel Mancera Aguayo, Rafael Moreno Valle Suárez, Jesús F. Reyes Heróles, Eduardo Salazar Dávila, José Sarukhán Kermez

Presidente del Comité del Agua

Jesús F. Reyes Heróles

Miembros del Comité del Agua

Sr. Rubén Aguilar Monteverde, Ing. Julio Gutiérrez Trujillo, Dr. José Sarukhán Kermez, Dr. Felipe Ocho Rosso, Ing. Lorenzo Rosenzweig Pasquel, Ing. César Herrera Toledo, Ing. Benito Bucay Faradji

COMISIÓN DE CUENCA DE LOS RÍOS AMECAMECA Y LA COMPAÑÍA

Mesa Directiva

Dr. Oscar Monroy Hermosillo, **Presidente**
Ing. Carlos Martínez Benítez, **Secretario**
Lic. Alberto Fernández Buendía, **Tesorero**

REPRESENTANTES

Dependencias Federales

Ing. José Luis Luege Tamargo

Director General

COMISIÓN NACIONAL DEL AGUA

Mtro. Juan Rafael Elvira Quesada

SECRETARÍA DEL MEDIO AMBIENTE Y RECURSOS

NATURALES

Ing. Miguel Ángel Vázquez Saavedra

**Director General Organismo de Cuenca
Aguas del Valle de México**

Dr. Juan Manuel Torres Rojo

Director General

COMISIÓN NACIONAL FORESTAL

DEPENDENCIAS ESTATALES Y DEL D.F.

Ing. Oscar Hernández López

Vocal Ejecutivo de la CAEM

Ing. Ramón Aguirre Díaz

**Director General del Sistema de Aguas
de la Ciudad de México**

Lic. José Delfino Garcés Martínez

**Director General de la Comisión de
Recursos Naturales del D.F.**

Ing. Jorge Rescala Pérez

**Director General Protectora de Bosques
del Estado de México**

MUNICIPIOS

M.C. Juan Demetrio Sánchez Granados

Presidente Municipal de Amecameca

Lic. Edgardo Faustinos Ramírez

Presidente Municipal de Ayapango

C. P. Josué Rubén Castillo Gutiérrez

Presidente Municipal de Cocotitlán

Lic. Juan Manuel Carbajal Hernández

Presidente Municipal de Chalco

C. Humberto Navarro de Alba

Presidente Municipal de Ixtapaluca

Dr. Gilberto Domingo Quiroz Silva

Presidente Municipal de Juchitepec

C. Antonio Oliveros Leyva

Presidente Municipal de Temamatla

Lic. Moisés García Pérez

Presidente Municipal, Tenango del Aire

C. Mario Zúñiga Zúñiga

Presidente Municipal de Tlalmanalco

Arq. Luis Enrique Martínez Ventura

Presidente Municipal de Valle de Chalco

DELEGACIONES

Clara Brugada Molina

Jefe Delegacional de Iztapalapa

Profr. Francisco García Flores

Jefe Delegacional de Milpa Alta

Lic. Rubén Escamilla Salinas

Jefe Delegacional de Tláhuac

Ing. Manuel González González

Jefe Delegacional de Xochimilco

USUARIOS

USUARIOS PÚBLICO-URBANOS

Lic. Reyes Carrillo

Director, ODAPAS Chalco

USUARIOS AGRÍCOLAS

C. Teodoro Cedillo Nieves

Usuarios Industriales

Lic. Ana Lilia Vera Gonzaga

Panasonic de México

SECTOR FORESTAL

C. Estanislao Orihuela Barragán

Sector de Asociaciones Cívicas

C. Héctor Guzmán Laguna

Sector Universidades

Biol. Armando Hernández Hernández

Sector Equidad de Género

C. Isela Ramírez Hernández

Sector Empresas Verdes

Ing. Sergio Mendoza Ramírez

Sector Productores Agrícolas

Francisco Sánchez Olivo

Sector Turismo

Gerardo Cataño Rojano

CONTACTO:

Comisión de Cuenca De Los Ríos Amecameca Y La Compañía

Calle 16 de Septiembre # 9,
Ayapango, Estado de México,
C.P. 56760

Tel.: (01597) 9821002

ccriosamecaycompania@hotmail.com

Centro para la sustentabilidad Incalli Ixcahuicopa (CENTLI)

Km. 1.7 Camino a San Rafael,
Tlalmanalco, Estado de México, C.P.
56720

Tel. 01597 9755287, 01597 9755292

uamneva@correo.uam.mx

DISEÑO EDITORIAL

Coordinación Editorial:

D.C.G. Delia Carolina Espinoza Hilario
Lic. José Miguel Garay

Apoyo Editorial:

Lic. Erick Rodríguez Aymerich
Cristian Torres Gutiérrez
Olin Moctezuma Burns

Ilustraciones:

D.C.G. Delia Carolina Espinoza Hilario
C.S. Karen Anai del Ángel González

Fotografía:

José Miguel Garay, Melina Alzogaray
Vanella, Genaro J. Recabarren, María
Delgado, Martín Cruz Nava, D.C.G. Delia
Carolina Espinoza Hilario, Equipo técnico
Plan Hídrico.

Apoyo técnico, logístico y administrativo:

Martín Cruz Nava, Leyda Marisol
Jiménez Ramos, C.P. Andrea Martínez
Torres, Lic. Alin Marlen Padilla Jiménez

ISBN: 978-607-477-554-9

© Comisión de Cuenca Ríos Amecameca
y La Compañía y Universidad Autónoma
Metropolitana, 2011

ISBN: 978-607-477-554-9



(cc) Esta obra está licenciada bajo la Licencia Atribución-
NoComercial_CompartirIgual 2.5 México, la cual permite su
uso y distribución sin fines comerciales; cualquier obra
derivada será distribuida bajo una licencia idéntica a ésta.
Una copia de esta licencia es disponible en:

<http://creativecommons.org/licenses/by-nc-sa/2.5/mx>

EQUIPO DE INVESTIGACIÓN DEL PLAN HÍDRICO

Coordinación:

Elena Burns Stuck
Rebeca López Reyes
Dr. Jesús Terreros Mecalco
Mtro. Carlos Vargas Cabrera
Ing. Hugo Ordoñez Muñoz
Dr. Eugenio Gómez Reyes
Arq. Mario Larrondo Shiels
Lic. Freddy Martínez Mijangos

Hidrogeología y proyectos de infiltración:

Mtro. Carlos Vargas Cabrera
Ing. Juan Silva Fuentes

Tratamiento y calidad del agua:

Dr. Jesús Terreros Mecalco
Dr. Oscar Monroy Hermosillo
Ing. Rodrigo Aguilar Corona

SIG, modelación hidrológica y mapas interactivos:

Dr. Eugenio Gómez Reyes
Lic. Freddy Martínez Mijangos
Leonardo Jonathan Vázquez Ramírez

Caracterización y monitoreo de cauces:

Ing. José Guadalupe Vergara Urquiza
Lic. María Bertha Esperón Martínez
Ing. Hugo Ordoñez Muñoz
Rosa Imelda Carreón Valdovinos

Sistemas hidráulicos urbanos:

Ing. Carlos Martínez Benítez

Metodología de planeación:

Aída Margarita Moncada Hernández
Dr. Pedro Moctezuma Barragán

Ecosistemas lacustres:

Biol. Jonathan Rosales Santoveña

Gestión forestal:

Biol. Verónica Montesinos Cruz
Rebeca López Reyes

Suelos agrícolas y unidades de riego:

Ing. Hugo Ordoñez Muñoz
Ing. Nancy Asunción Cardoso

Riesgos y vulnerabilidad:

Lic. Jacobo Espinoza Hilario
Margarita Martínez Velazquez

Cultura del agua:

Imelda Carreón Valdovinos

Planeación Hídrica Tláhuac-Xico:

Arq. Mario Larrondo Shiels
Lic. Jacobo Espinoza Hilario
Arq. Mariana Borja Rodríguez
Ing. David Luna Pintor
Lic. Pedro Luna Pintor
Marvin Manuel Pérez Salazar
Noelly Conteras García

Investigación Documental:

Lic. Erick Rodríguez Aymerich

RECONOCIMIENTOS

Se agradecen a los siguientes funcionarios por su participación directa en la construcción de los consensos que fundamentan el Plan Hídrico de la Subcuencas Amecameca, La Compañía y Tláhuac-Xico: Ing. José Luis Luege Tamargo, Director General de la Comisión Nacional del Agua; el Ing. Miguel Angel Vázquez Saavedra, Director del Organismo de Cuenca Aguas del Valle de México, Conagua; el Ing. Oscar Hernández, Vocal de la Comisión de Agua del Estado de México y el Ing. Ramón Aguirre, Director de Sistema de Agua de la Ciudad de México.

Este Plan Hídrico es producto de las valiosas aportaciones de diagnósticos y propuestas de cientos de autoridades de los tres niveles de gobierno, representantes ejidales y comunitarios, investigadores, maestros, jóvenes y expertos locales, mereciendo mención especial las siguientes personas:

Autoridades federales: Conagua Lic. José Luis Torres Ortega, Gerente de Consejos de Cuenca; Lic. Alejandro Vences Mejía, Subgerente de Planeación de la Gerencia de Consejos de Cuenca; Ing. Ismael Alatorre, Director de Operación Hidráulica de la Cuenca de Valle de México; Ing. Daniel Chacón Anaya y Eduardo Fuentes Silva, Dirección General. **Organismo de Cuenca Aguas del Valle de México, Conagua:** Ing. Antonio Guitiérrez Marco, Director de Agua Potable, Drenaje y Saneamiento; Ing. Martín Ortíz Montes, Director Técnico; Ing. Ramón Alberto López Flores, Subgerente de Hidrología e Ingeniería de Ríos; M.V.Z. Sergio García López, Coordinador de Atención a Emergencias; Lic. Luis Mariano Rojas Morales, Jefe de Departamento de Protección y Consejos de Cuenca; Ing. Juan Daniel McNaught González, Subgerente de Potabilización, Saneamiento y Apoyo a Organismos Operadores. **Gerencia del Consejo de Cuenca Valle de México:** Enrique Espinosa Abrego, Gerencia Operativa del Estado de México. **Comisión Nacional Forestal (Conafor):** Biol. Sergio Graf Montero, Coordinador General de Producción y Productividad; M. en C. Alejandro Soto Romero, Gerente Estatal; Lic. Víctor Ariel Garza Domínguez, Promotor, Delegación Texcoco. **Comisión Nacional de Áreas Naturales Protegidas (Conanp):** Biol. Miguel Ángel Rodríguez Trejo, Director; Biol. Gabriela Becerra, Biol. Omar Maldonado, Parque Nacional Izta-Popo, Zoquiapan y Anexos.

Autoridades del Gobierno del Estado de México: Ing. Edgardo Castañeda Espinosa, Director General del Programa Hidráulico; Ing. Jesús Barrera Maqueda, Jefe Departamento Saneamiento; **Comisión del Agua del Estado de México;** Ing. Héctor Manuel Machado, Gerente Operativo del **Consejo de Cuenca del Valle de México por el Estado de México;** Ing. Jorge Rescala Pérez, Director General y Salvador Arturo Beltrán Retis Director de

Restauración y Fomento Forestal; e Ing. Juan Carlos Maza Meléndez, Delegado Forestal Región III, de **Protectora de Bosques (ProBosque)**. Se mencionan adicionalmente, las valiosas aportaciones de Ing. Octavio La Conde e Ing. Pedro Esponda de la empresa Desisa, contratados por la CAEM para realizar propuestas complementarias al Plan Hídrico en el territorio del Estado de México.

Autoridades del Gobierno del Distrito Federal: Sistema de Agua de la Ciudad de México (SACM): Ing. Mauricio Hernández García, Director Técnico del Sistema de Aguas de la Ciudad de México; Ing. Arturo Morga Cruz, Jefe de la Unidad Departamental de Plantas de Tratamiento del SACM; Ing. Miguel Carmona Flores, Director de Drenaje, Tratamiento y Reúso del SACM; Ing. Toribio Peláez Salvador, Jefe de Oficina. **Secretaría de Gobierno:** Héctor Hernández, Coordinador Metropolitano; José Antonio Molina Farro, Coordinador General de Proyectos Estratégicos, Coordinación Metropolitana. **Comisión de Recursos Naturales (Corena):** Lic. Francisco Cadena Chavarría. **Procuraduría Ambiental de Ordenamiento Territorial:** Miguel Angel Cancino Aguilar y Geog. Felipe Gómez Trejo Palacios.

Autoridades delegacionales: Iztapalapa: Lic. Cuauhtémoc López Casillas, Director de Atención y Promoción Ciudadana. **Milpa Alta:** Ing. Mario Camaño González, Director del Medio Ambiente; Ing. Juan Galicia Mata y Francisco González Rosal, J. U. D. Agua Drenaje y Alcantarillado; Lic. Beatriz Guerra Ramos, Protección Civil; Alejandro Zedillo Valderrama, Subdirector de Desarrollo Urbano; Minerva Galicia Jiménez, Educación Ambiental y Ecotécnicas; Jael Peña, Coordinación Territorial Villa Milpa Alta. **Tláhuac:** Mtro. Ulises Lara López, Director General, Ing. Erika Martínez Barrios, Directora; y Ramiro Jurado Vigueras, Jefe de Unidad, Desarrollo Rural; Lic. Víctor Manuel García Garcés, Subdirector de Infraestructura Rural y Ecológica. **Xochimilco:** Lic. José Carlos Acosta Ruiz, Director de Desarrollo Sustentable.

Autoridades municipales: Amecameca: Arqlgo. Francisco Cabrera Juárez, Director de Ecología; Ing. César Hernández Balcón, Director, y Arturo Lara Castillo, Agua y Saneamiento de Amecameca; Mario Gutiérrez Ortega y Félix Gayol, Delegado y Secretario de San Pedro Nexapa; Félix Vázquez Chávez y Maribel Vázquez López, Delegados Santa Isabel Chalma. **Ayapango:** Virginia Guadalupe García Rubio, Regidora del Medio Ambiente; Martín Celso Solares Salomón, Regidor del Agua; Victor Manuel Jiménez Morales, Desarrollo Rural; Rosalba Bernal Flores; Reyna García Gutiérrez. **Chalco:** Daniel Roberto Galicia Aldama, Coordinador de Asuntos Metropolitanos; Ing. Juan Carlos Vidal Rodríguez, Director; Venus Rodríguez Martínez, Dirección

Operación y Construcción; Ing. Ana Laura Rivera, ODAPAS; María Enriqueta Rodríguez Hinojosa, Regidora; Director de Protección Civil y H. Cuerpo de Bomberos Chalco, Luis Alejandro Martínez; Brenda García Vázquez; Salvador Rivera Aguirre, Delegado; Guillermo Apóstol Estrada, Delegado San María Huexoculco. **Cocotitlán:** Miguel Moreno, Regidor del Agua; Osvaldo Jiménez García, Magdaleno Florín. **Ixtapaluca:** Hilario Ríos, Director, y Quím. Enrique Torres, ODAPAS; Tanya Suárez Galvan, Directora General de Ecología; Ing. Israel Suárez Rivera, Director Desarrollo Rural; Cruz Castillo Hernández, Antonio Becerril, Alejandro Corona Dávila, Guillermo López Martínez. Gilberto Hernández Aguilar, Delegado San Francisco Acuatla; **Juchitepec:** Manuel Reynoso Castillo, Director Obras Públicas. **Temamatla:** Ricardo Castillo Abundio, Agua Drenaje y Alcantarillado; Rogelio Hernández Guzmán y Ricardo López Hernández, Desarrollo Urbano y Obras Públicas. **Tenango del Aire:** Biol. Alejandro Pineda, Director Desarrollo Urbano y Ecología. **Tlalmanalco:** Alicia Ziguena Resendiz, Regidora Obras Públicas y Desarrollo Urbano; Abigail Carcaño Juárez, Regidora Ecología; David Islas Guillén, Agua y Alcantarillado; Josué Alexie Méndez González, Rubén Quiroz Siguenza, Delegados San Juan Atzacualoya; Jesús Eleazar Tenorio Domínguez, Delegado Santo Tomás Atzingo. **Valle de Chalco:** Lic. Maribel López Mérida, Directora de Desarrollo Metropolitano; Ing. Orlando Llera Vargas, Director, Odapas; Ing. Mario Alberto Villordo, Director Operación Hidráulica y Alcantarillado, Odapas; Lic. Anayetzin Martínez Pérez, Coordinadora de Cultura Del Agua, Odapas; Biol. Armando Reyes, Director del Medio Ambiente; Manuel Rojas Salas, Director Protección Civil y Bomberos; María del Rocío Alvarez, Delegada Cerro del Marquez.

Representantes ejidales: **Santa Bárbara:** Pedro Alvarez. **Ixtapaluca:** Alvaro Jesús Ortiz Hernández, Presidente; Samuel Pozos Resendiz, Orlando Arophi Cortez, Alfredo de la O, Gerarda Hidalgo. **Ayotla:** José Julio Tenorio Cabrera, Mario Pedrotti Ramos. **Tlapacoya:** Clemente Mecalco, Presidente; Camilo Carcón Mecalco. **Zoquiapan:** Melchor García Rivera, Presidente; Miguel Reyes. **Coatepec:** Tirzo Magdaleno Barrón Alegre, Presidente; Martín Félix Hernández Amayo, Tesorero. **Ávila Camacho:** Melchor García Rivera. **San Francisco Acuatla:** Hilario Higuera Celso, Presidente; Justina Sánchez Yescas, Secretaria; Andrés Santa Ana Trujano; Consejo de Vigilancia. **Santa María Huexoculco:** Flavio Roldán Estrada, Presidente. San Gregorio **Cuautzingo:** Miguel Altamirano Rayón; Presidente; Elza Alvarez; Ruben Fragozo Rivera. **San Lucas Amalinalco:** Victor Martínez, Presidente; Pedro Gómez. **San Martín Cuautlalpan:** Saúl Rayón Rayón, Presidente; Porfirio Espinoza de la Rosa, Guadalupe Miguel Toris Contreras, Ciriaco Espinoza Campiño, Francisco Flores Rayón, Gregorio Flores Rodríguez. **San Lucas Amalinalco:** Victoriano Martínez

Xalpa, Presidente; Sergio Gómez Palma; Marcelino Padillo Montaña; Luis Padilla Garnica. **La Candelaria Tlapala:** Justina Candelaria Cadena Rosales, Presidenta; Claudio Guadarrama Valencia, Patricio Rivera Cadena, Lucía Sánchez Varela. **San Juan Atzacualoya:** Rogelio Maya, Presidente; Virginia Reyes; Jaime Elizalde; Margarito Soriano; Alfredo Liñán; Daniel Siguenza; Eulogio Siguenza; Cosme Vasquez; Prospero Ramírez; Juana Sánchez Torres; Jose González Hidalgo; Catalina Zamora Pacheco; Judith Sánchez Morales; José Sánchez Solís. **Santa Isabel Chalma:** Silvia Isabel Páez Vargas. **San Marcos Huixtoco:** Fernando Robles Florencio, Presidente; Julian Robledo Arenas; Santiago Soto Arenas; Jose Inés Amieva González; Vicente Rivera. **San Mateo Tezoquipan Miraflores:** Trinidad Galicia, Presidente. **Chalco:** Fernando Franco Torres; Presidente; Ezequiel Pablo Flores Velázquez; Fernando Martínez Santillán; Felipe Ramírez Solís; Gabriel Gutiérrez Martínez; Jorge Rodríguez. **San Pedro Nexapa:** Vicente Sánchez Ramírez, Presidente. **San Juan Grande:** Juan Benito Tirado. **Tláhuac:** C. P. Juan de la Rosa Piña, Presidente. **San Francisco Zentlalpan:** Alejandro Galicia, Presidente; Roberto Buendía Caballero; Norma Angélica Ramos Galicia; José Luis Buendía Aguilar. **Mihuacan:** Daniel Martínez Díaz. **Pahuacan:** José Cupertino Flores Franco. **Ayapango:** Luciano Torres Ruíz, Presidente. **San Andrés Mixquic:** Filiberto Barrios Roch, Presidente; Juan Francisco Martínez Jiménez, Guillermo Peña García, Miguel Ortega Noguerón. **Tetelco:** José Zamudio Palmas. **Santa Catarina:** Felipe Serrano Reyes. **San Pablo Oztotepec:** Ernestina Molina, Prócoro Orenda Llanos. **Santa Ana Tlacotenco:** Margarita Macedo. **San Jerónimo Miacatlán:** José García Flores. **San Juan Ixtayopan:** Maximino Montero. **Huitzitzingo:** Gerardo Mejía, Elvira Mireles. **Tulyehualco:** Mauro Martinez, Presidente.

Representantes Bienes Comunales: **Villa Milpa Alta:** M.V.Z. Francisco Javier Sevilla, Rep.; Ausencia Flores Jiménez. **Coatepec:** Carlos Martínez Ayala, Presidente; Martha Nieves; Luis Carlos Barón; Fermín Balderas Alegre. **Amecameca:** Daniel Tableros Ponce, Presidente; Hilario Hernández, Santos Tirado Hernández. **Santa Isabel Chalma:** Silvia Martínez Rodríguez.

Comunidades: **San Martín Xico La Laguna:** Alejandro Camacho Solís, Cruz Castillo Mercado, Angélica Calderas Cruz, Noemí Romero Hernández, Guadalupe Carvajal Cervantes, Maribel Carmen Tiro Montero. **San Miguel Xico 4ª Sección:** Felipe Hernández, Juan Carlos Trujillo. **San Francisco Tlaltenco:** Gabriel Reyes, Félix Méndez Méndez, Ricardo Rincón, Carmen Gasga, Isabel Azela Mendoza, Angel Rebollo, Mónica Sarai Cruz Hernández, Marco Antonio Chávez, Victor Chirinos Meza. **San Francisco Acuatla:** Alvaro Sánchez Vivas; Juan Jose Ortiz, Pilar Chávez Ruiz. **Coatepec:** Mauricio Romero,

Silvia Hernández, Miguel Cano Amayo. **Zoquiapan:** Guadalupe González. **Santa Isabel Chalma:** María Antonieta Aguilar Espinosa y María Teresa Velázquez Corona. **Caserío de Cortez:** Angel Leguizamo Romero, Eziquio Nuñez Loreto. **Milpa Alta:** Manuel Garcés Jiménez, Edén Garcés, Doria Campusano, Juana Silva Fuentes, Ezequiel Sánchez Canales. **Santa Catarina Yecahuíztotl:** Darío Castañeda, Asociación de Pequeños Propietarios. **Xochimilco:** Amalia Salas.

Sectores: Jóvenes: Erick Álvarez Montes, David Alejandro Pérez A., Alejandro Álvarez Montes, Brisa Lara Duran, Manuel Ojeda García, Mariel Espinosa López, Zamanta Valencia Hernández, Itzel Estefany Ramírez Ángeles, Kevin Álvarez, Javier Vargas. **Asociaciones Cívicas:** Guillermo Peña García, Asociación Horticultores de Mixquic; Pablo Roberto Chávez, Todos Somos Mixquic; Elsa Galicia Manterola, AMSIF Milpa Alta; Felix Arellano Medina y José Flores Flores, Movimiento en Defensa del Agua, Ayotla; Héctor Guzmán Laguna; Jose Concepción Guzmán Nuñez, Unión de Pueblos. **Pueblos Originarios:** ArqIgo. Genaro Amaro, Museo Comunitario Xicoy; Pedro González Gómez, Asamblea de Migrantes Indígenas; Juan Martínez Díaz; Cualli Otlí, Radio Comunitario Xico Kaaá. **Educación:** Minerva Margarita Rivera Barragán, ESTIC 15 Ayapango; Karla Lucia Martínez, ESTIC 58 Valle de Chalco; Mario Salvador R., Unidad Pedagógica 2 octubre Zoquiapan; Ing. Lorenzo Ávila García, Tecnológico de Estudios Superiores de Chalco; Mtra. Lissi Yolanny Arevalo Reyes, CBT Dr. Carlos Sosa Moss. **Turismo:** Porfirio Téllez, Asociación de Canoeros del Lago de los Reyes Aztecas en Tláhuac. **Usuarios Agrícolas:** Teodoro Cedillo; Ing. Jaime García Ibarra; Herlindo Jurado, Presidente Sistema de Riego de Tetelco (zona chinampera).

Afectados (por inundaciones, grietas y hundimientos): Padre Raúl Martínez Arreortúa, Pastoral Social Diócesis de Valle de Chalco; Padre José Luis Gonzalo Rosas, Parróquia San Isidro Labrador; Andrea Reynosa y Rufo Lozada, San Martín Cuautlalpan (grietas); Angélica Calderas Cruz, Xico La Laguna (inundaciones); Cristina Castillo, Villas de San Martín (grietas); Alberto Serrano, U.H. Pueblo Nuevo (calidad del agua); Rosa María Castillo, Bertha Alejandra Leiva, Real de San Martín; Cristina Castillo, Melitón Martínez Vande, Comité de Privada de Hermosillo; Concepción Herández, Rafael Nieves Gómez, Maribel Martínez Delgadillo, Ana María Aguilar Lago, Comité Huexoculco; Víctor Villapando Hernández, Monitor de Grieta, Huexoculco; Alberto Serrano, Asociación de Colonos de Unidad Habitacional Pueblo Nuevo; Norma González Ibáñez y Elvia Lara Lacencia, Comité Ciudadano Villas de San Martín; Enrique Heredia Garfeas, Delegado Colonia Agrarista, Valle de Chalco; Faustino Ruíz, Comité Colonia 20 Noviembre; Eusebio Arce, Col. Nueva San Miguel (inundaciones); Fabricio García y Dora María Ramírez, Col. San José (inundaciones); Rubén Sanguino Flores, Guadalupe Suárez, Margarita Flores, Julia Trejo, Tecomitl.

Género: María de los Ángeles Eusebio Hernández, Isela Ramírez Hernández, Yolanda Garnica Resenos, Jessica Maricela Reyes Ramos. **Productores agrícolas:** Ezequiel Sánchez Canales, Milpa Alta; José Concepción Guzmán, Cocotitlan; Antonio Herrera Herrera y Andrea Reynoso Fernández, San Martin Cuautlalpan; Rosario López Villamar, Ayapango; Álvaro Arvizú, Tlalmanalco; Maximino Gaona Peláez, San Juan Atzacualoya, de la Red Origen Volcanes. **Comités del Agua:** Jorge Juárez García; Martín Zúñiga Botello, Sistema de Agua Potable San Mateo Tezoquipan; Gerardo Mejía y María Guadalupe Martínez, Sistema de Agua Potable y Alcantarillado de San Pablo Atlazalpan; Jaime Lazcano, Comité Autónomo Agua Potable Santa María Huexoculco; Evaristo Aguilar, Comité de Agua Santa Isabel Chalma; Jaime Lazcano Delgadillo, Comité de Agua Huexoculco. **Minería:** Luis Fabián Torres, Mina el Milagro.

Responsables del Sistema de Monitoreo de Cauces: **Ayapango:** Escuela ESTIC 15; **Tenango del Aire:** Biol. Alejandro Pineda; **Temamatla:** Ing. Reynaldo Ramírez Sánchez, Ing. Rogelio Hernández Guzmán; **Huitzilzingo:** Minerva Bautista Hernández, Araceli Santiago Bautista; **Mixquic:** Filiberto Barrios Rocha, Miguel Ortega Noguerón; **Lago Tláhuac-Xico:** Felipe Hernández; **Miraflores:** Trinidad Galicia Pérez, Martín Zúñiga Botello; **La Candelaria Tlapala:** Justina Candelaria Cadena Rosales, Claudio Guadarrama Valencia; **San Lucas Amalinalco:** Victoriano Martínez Xalpa; **San Buenaventura:** Victor Hugo Florencio Gorgoño, Mauricio García Cañete; **Rosas de San Francisco:** Juan José Ortiz, Isidro Ortiz Castillo, Teodoro Cedillo Nieves.

Organismos de apoyo: Más allá de la aportación de recursos, se agradecen el acompañamiento y las recomendaciones del Dr. Jesús Reyes Heróles, Ing. Julio Gutiérrez Trujillo, Dr. Javier Moctezuma Barragán, M. en C. Ramón Pérez-Gil Salcido, Biol. Roberto Romero Ramírez y Biol. Luis Alberto Chávez Compeán de la **Fundación Gonzalo Río Arronte**; Dr. Enrique Fernández Fassnacht, Dr. Javier Velázquez Moctezuma, Dr. Salvador Vega y León, Dra. Silvie Turpín Marión; Mtro. Gerardo Marvan y Dr. Octavio Nateras Domínguez de la **Universidad Autónoma Metropolitana**; Dra. Marisa Mazari Hiriati, Dr. César Domínguez Pérez Tejada y Dr. Oscar Escolero Fuentes de la **Universidad Nacional Autónoma de México**; Dra. Renée González Montagut, Ing. Juan Manuel Frausto Leyva e Ing. Rossana Landa Perera del **Fondo Mexicano para la Conservación de la Naturaleza**; Ing. Víctor J. Gutiérrez Avedoy, LRI Elizabeth Bonilla Montero y Biol. Alma Delia Nava Montes, del **Centro Nacional de Investigación y Capacitación Ambiental (CENICA) del Instituto Nacional de Ecología**; Dra. Nélida Barajas de **The Nature Conservancy**; Tereza Gutiérrez Mercadillo del **Fondo para la Comunicación y Educación Ambiental**; y M. en C. Nathalie Segúin del **Red de Acción por el Agua México (FANMEX)**.

ÍNDICE

Introducción	19
Antecedentes	20
Diagnóstico integral	26
Árbol de problemas, árbol de soluciones	30
Imagen objetivo	34
Resumen de estrategias y proyectos	36
Estrategia 1: Infiltración	39
Retener e infiltrar aguas pluviales en: Subcuenca La Compañía	48
Subcuenca Amecameca	60
Subcuenca Tláhuac-Xico	68
Ruta crítica	74
Estrategia 2. Lago Tláhuac-Xico	83
Habilitar el Lago Tláhuac-Xico	90
Acuerdos para compensación y participación de ejidos afectados	94
Aumentar el vaso del Lago	98
Canalizar aguas pluviales al Lago	99
Potabilizar 1200 lps en sustitución de la sobreexplotación del acuífero	102
Clausurar pozos en Valle de Chalco y Tláhuac	102
Lograr decretos de protección de la zona	102
Ruta crítica	106
Estrategia 3: Tratamiento y reuso	109
Reparar o rehabilitar PTAR subutilizadas	112
PTAR Metropolitana para recarga del acuífero	115
Construir 4 PTAR Subregionales	131
Construir 4 PTAR municipales y 1 PTAR de SACM	138
Construir 17 PTAR comunitarias	140
Establecer mecanismos para garantizar la buena operación de las PTAR	141
Ruta crítica	144
Estrategia 4: Gestión equilibrada de los acuíferos	155
Frenar el crecimiento urbano sobre acuíferos sobreexplotados	157
Disminuir el volumen extraído para que sea igual a la recarga	170
Formar Comités Técnicos de Aguas Subterráneas	170
Ruta crítica	178
Estrategia 5: Ecotécnicas para zonas de extrema escasez hídrica	183
Contar con “escuelas modelo” en zonas de escasez hídrica	187
Promover ecotécnicas a nivel familiar	188
Ruta crítica	192

Estrategia 6: Construcción de instancias y capacidades para la instrumentación del Plan	197
Contar con instancias de coordinación y asesoría	199
Gestionar los proyectos estratégicos del Plan	206
Establecer Sistemas de Monitoreo, con mapas interactivos en línea	211
Ruta crítica	218
Próximos pasos	221
Bibliografía	227
Acrónimos	231
Cartas de intención	232

ÍNDICE DE HOJAS EXPLICATIVAS

Datos básicos de la Subcuenca	22
¿Qué es una Comisión de Cuenca?	24
Crisis hídrica en la Subcuenca	28
Planeación estratégica colaborativa	32
1. Infiltración	
Retención e infiltración	40
Oportunidades para la infiltración en la Subcuenca	44
Oportunidades para infiltración subcuenca Río La Compañía	46
Obras de retención propuestas para la subcuenca La Compañía	56
La recarga intencional con aguas pluviales	65
Oportunidades para infiltración subcuenca Tláhuac-Xico	66
Obras de retención de suelos y agua en Milpa Alta	73
Metodología para detectar zonas estratégicas de recarga	76
La urbanización de zonas de recarga	78
El problema con el Túnel La Compañía	80
¿Más Túneles o Gestión de Cuenca?	82
2. Lago Tláhuac-Xico:	
El desecamiento de los lagos de la Cuenca de México	84
Historia de la expulsión de agua de la Subcuenca	86
Procesos de hundimiento en la zona lacustre Tláhuac-Xico-Chalco	88
El Lago Tláhuac-Xico como amenaza y como solución	93
Aves acuáticas del Lago Tláhuac-Xico	104

3. Tratamiento y reuso:	
Cuenca lacustre, cultura chinampera	122
Tocando Fondo	124
Sistema de canales propuestos para zona lacustre	126
Restaurando nuestros ríos	136
Procesos básicos para el tratamiento de aguas residuales	146
Como funciona un biodigestor anaerobio	148
Como funciona una laguna de oxidación	150
Contaminantes especiales	152
4. Gestión equilibrada de los acuíferos:	
Sobreexplotación y grietas	158
Impacto de la sobreexplotación en los acuíferos de la Cuenca de México	168
Protección federal para Zonas Estratégicas de Recarga	174
Funciones de los Comités Técnicos de Aguas Subterráneas (COTAS)	177
Autorizaciones irregulares y protección civil: El caso de San Martín Cuautlalpan	180
Gestión de acuíferos como un bien común	182
5. Ecotécnicas para zonas de extrema escasez hídrica:	
Captación domiciliar de agua pluvial	189
Escuelas modelo	190
Equidad y sustentabilidad	194
La economía de la sustentabilidad	195
6. Construcción de instancias y capacidades:	
Instancias requeridas para la instrumentación del Plan	201
Los objetivos de las estaciones de monitoreo	214
Sistema de Monitoreo	216
Transparencia y sustentabilidad: El caso del Fideicomiso	220

ÍNDICE DE MAPAS

Introducción

Las subcuencas de la Cuenca de México	22
Las subcuencas Amecameca, La Compañía y Tláhuac Xico	23
1. Infiltración	
13 microcuencas de la Subcuenca	43
Orografía subcuenca La Compañía	48
Orografía subcuenca Amecameca	60
Lagunas de infiltración propuestas en Río Amecameca	64
Orografía subcuenca Tláhuac-Xico	68

2. Lago Tláhuac-Xico	
El Lago Tláhuac-Xico en 2003 y en 2009	90
Ejidos afectados por la inundación de sus tierras	94
Coletores requeridos para saneamiento de Lago Tláhuac-Xico	97
Propuesta de colectores para canalizar aguas pluviales al Lago	100
3. Tratamiento y reuso	
PTAR de la Subcuenca	111
Coletores requeridos para canalizar aguas residuales a PTAR Metropolitana	116
Vías propuestas para la recarga de acuíferos con aguas tratadas	119
Canales propuestos en zona lacustre	126
Usuarios industriales en relación con PTAR existentes y propuestas	134
Usuarios agrícolas en relación con PTAR existentes y propuestas	135
Ubicación de descargas con contaminantes especiales	153
4. Gestión equilibrada de los acuíferos	
Relación entre ubicación de pozos y hundimientos en la Subcuenca	165
Zonas de recarga que requieren de protección federal	175
5. Ecotécnicas para zonas de extrema escasez hídrica	
Dotación de agua por habitante en la Subcuenca y el Distrito Federal	194
6. Construcción de instancias y capacidades	
Puntos críticos para el Sistema de Monitoreo de Cauces	214

INDICE DE TABLAS

1. Infiltración:	
Volúmenes de escurrimiento promedio anual, y por lluvia extraordinaria en las zonas alta, media y baja: de las 13 microcuencas, de la Subcuenca	43
Volúmenes de escurrimiento de la subcuenca La Compañía	48
Obras requeridas para retener escurrimientos subcuenca La Compañía	54
Volúmenes de escurrimiento de la subcuenca Amecameca	58
Obras requeridas para retener escurrimientos subcuenca Amecameca	60
Volúmenes de escurrimiento de la subcuenca Tláhuac-Xico	68
Obras requeridas para retener escurrimientos subcuenca Tláhuac-Xico	72
Presupuesto obras retención de la Subcuenca	75
2. Lago Tláhuac-Xico:	
Ejidos afectados por la inundación de sus tierras	94
Costo de colectores para saneamiento de Lago Tláhuac-Xico	97
Canalización de aguas pluviales al Lago	99
Presupuesto por etapa y fuente de gestión	107

3. Tratamiento y reuso:	
PTAR a habilitar o convertir a tecnología anaerobia;	112
PTAR que requieren de mayores intervenciones o reemplazo	114
Dimensión y costo de colectores requeridos para PTAR Metropolitana	117
Capacidad potencial de tratamiento en zona lacustre Tláhuac-Xico	118
Usos propuestos para aguas tratadas en zona lacustre	118
Sistemas de canales y riego a abastecerse con aguas tratadas, zona lacustre	121
Resumen de costos de infraestructura requerida para PTAR Metropolitana	130
Deudas de las inmobiliarias con el saneamiento de la Subcuenca	131
PTAR propuestas para tratar aguas residuales provenientes de unidades habitacionales	132
Dimensiones y costo de colectores requeridos para PTAR subregionales	133
Unidades de riego con aguas subterráneas, y con aguas superficiales	135
Capacidad, ubicación, área de servicio y costo de PTAR municipales propuestas	139
Dimensión y costo de colectores requeridos para PTAR municipales	140
Capacidad y costo de PTAR comunitarias propuestas	141
4. Gestión equilibrada de los acuíferos:	
Concesiones irregulares, Acuífero Chalco-Amecameca	160
Descenso en nivel de pozos Acuífero Chalco-Amecameca	162
Volúmenes excesivos en la asignación de aguas subterráneas al SACM	164
Conjuntos habitacionales autorizados sin disponibilidad de agua 2008-2010	166
Oportunidades para disminuir los volúmenes extraídos	170
Zonas de recarga requeridas para sostener los volúmenes actualmente extraídos	175
Zonas de recarga que cuentan con protección, y las que la requieren.	175
5. Ecotécnicas para zonas de extrema escasez hídrica:	
Presupuesto integral;	193
Costo efectividad de inversiones para proveer agua a zonas de escasez.	196
6. Construcción de instancias y capacidades:	
Funcionamiento de las Unidades Técnicas propuestas;	203
Indicadores de desempeño e impacto;	213
Presupuesto integral.	219

PRESENTACIÓN

Esta publicación presenta el Plan Hídrico que ha sido construido y consensado entre los principales actores de las Subcuencas Amecameca, La Compañía y Tláhuac-Xico, en cumplimiento con el Artículo 15 de la Ley de Aguas Nacionales.

La Introducción explica cómo se formó la Comisión de Cuenca, y como esta Comisión elaboró su Plan Hídrico. Esta sección cierra con un breve resumen de las seis estrategias del Plan, así como los actores y proyectos requeridos para su ejecución.

Siguen seis capítulos, presentando las estrategias del Plan Hídrico, junto con sus respectivos objetivos y proyectos. Cada capítulo cierra con una “Ruta Crítica” propuesta para la instrumentación de la estrategia, incluyendo un presupuesto por etapa y fuente de gestión.

Los textos del Plan son complementados por “Hojas Explicativas” (resaltados con marcos verdes) para ilustrar y proveer información adicional sobre los principales conceptos y propuestas del Plan.

La publicación concluye con una breve sección llamado “Próximos Pasos”, seguido por una bibliografía, una lista de acrónimos, y, finalmente, la reimpresión de unas de las Cartas de Intención que han sentado las bases para la puesta en marcha del Plan.



Subcuenca de los ríos Amecameca, La Compañía y Tláhuac-Xico



COLABORADORES DEL CENTLI:

ELENA BURNS STUCK, REBECA LÓPEZ REYES, DR. JESÚS TERREROS MECALCO, ING. JUAN SILVA, ING. FREDDY MARTÍNEZ MIJANGOS, LEONARDO JONATHAN VÁZQUEZ; ING. JOSÉ GUADALUPE VERGARA URQUIZA, LIC. MARÍA BERTHA ESPERÓN MARTÍNEZ, ROSA IMELDA CARREÓN VALDOVINOS ING. CARLOS MARTÍNEZ BENÍTEZ, DR. PEDRO MOCTEZUMA BARRAGÁN, AÍDA MARGARITA MONCADA HERNÁNDEZ; BIOL. JONATHAN ROSALES SANTOVEÑA, BIOL. VERÓNICA MONTESINOS CRUZ, ING. HUGO ORDOÑEZ MUÑOZ, ING. NANCY ASUNCIÓN CARDOSO, LIC. JACOBO ESPINOZA HILARIO, ING. DAVID LUNA PINTOR, LIC. PEDRO LUNA PINTOR, LIC. MARVIN MANUEL PÉREZ SALAZAR, NOELLY CONTERAS GARCÍA, LIC. ERICK RODRÍGUEZ AYMERICH, MARTÍN CRUZ NAVA, ANDREA MARTÍNEZ TORRES, LIC. ALIN PADILLA JIMÉNEZ.



INTRODUCCIÓN

ANTECEDENTES

La Comisión de Cuenca Ríos Amecameca y La Compañía fue instalada el 22 de Agosto de 2008, como órgano auxiliar al Consejo de Cuenca del Valle de México, en la Universidad Autónoma del Estado de México, con la participación de veinticinco instancias representativas. En su Cuarta Asamblea Ordinaria, realizada en agosto de 2010, dicha Comisión de Cuenca tomó el acuerdo de iniciar el proceso de elaboración del Plan Hídrico de Gestión Integral de las Subcuencas Amecameca, La Compañía y Tláhuac-Xico, bajo la coordinación del Programa de Investigación Sierra Nevada de la Universidad Autónoma Metropolitana, a ser presentado en su próxima asamblea en diciembre del mismo año.

Objetivo general

Consensar las estrategias y acciones requeridas para la restauración y gestión equilibrada de la Subcuenca Amecameca, La Compañía y Tláhuac-Xico y sus recursos hídricos, para la seguridad y bienestar de sus habitantes.

METODOLOGÍA

El Plan Hídrico fue elaborado por la Comisión de Cuenca Ríos Amecameca y La Compañía, a través de un proceso organizado y asesorado por el Centro para la Sustentabilidad CENTLI, de la Universidad Autónoma Metropolitana y Guardianes de los Volcanes, contando con la participación de especialistas en los campos de hidrogeología, ingeniería hidrológica, civil y ambiental; tecnologías de tratamiento de aguas residuales; biología; agronomía; sociología; economía; derecho y metodologías de planeación.

En total, se realizaron 128 recorridos, 27 reuniones locales, 12 talleres zonales y seis reuniones regionales, contando con la participación de los tres Comités de Usuarios (agrícola, industrial y público-urbano) y siete Comités de Sectores (forestales, productores, empresas verdes, educación, turismo, género, asociaciones cívicas/afectados), así como con la participación de autoridades ejidales, actores estratégicos locales y de los tres niveles de gobierno.



LAGO TLÁHUAC

En ese proceso, se determinaron las obras requeridas para lograr las metas, procesando la información de campo e información documental, a través del modelo de simulación hidrológica MAHICU (Manejo Hidrológico de Cuencas), creado por el Dr. Eugenio Reyes Gómez, del Departamento de Ingeniería Hidrológica de la UAM-Iztapalapa.¹

Frente a las crecientes dinámicas de hundimientos, grietas, escasez, inundaciones, contaminación de aguas superficiales

¹ Gómez-Reyes, E. 2010. Modelación de los sistemas hídrico y económico de la Cuenca del Valle de México. Informe Anual de los Acuerdos del Rector General 08/2009, Universidad Autónoma Metropolitana.

y subterráneas en la Subcuenca, así como la desecación de sus manantiales, chinampas y bosques, se decidió colaborar para convertirla en una región modelo de gestión hídrica, equilibrada.

Quedó inmediatamente obvio que la Subcuenca no podría seguir exportando volúmenes masivos de aguas de lluvia y residuales, ni podía mantener la sobreexplotación de sus acuíferos. Esto implicaría frenar la dinámica no sustentable de expansión urbana sobre esta zona de extrema escasez hídrica, para que la crisis no llegara a ser totalmente irreversible, a la vez que se buscara estrategias para retener, tratar y aprovechar las aguas pluviales y residuales actualmente exportadas.

Esta publicación del Plan abre con una breve introducción a los conceptos básicos para la gestión de cuenca, incluyendo el papel que la Ley de Aguas Nacionales asigna a la Comisión de Cuenca y su Plan Hídrico,

para “lograr el equilibrio del desarrollo regional sustentable y avanzar en la gestión integrada de los recursos hídricos.”²

El resto de la publicación se divide en seis capítulos, uno para cada una de las estrategias consensadas. Los capítulos presentan los objetivos y proyectos acordados para la estrategia; la instancia de la Comisión de Cuenca responsable de su gestión y ejecución; y al final, el costo de los proyectos, las potenciales fuentes de gestión; y las etapas previstas para su ejecución.

A lo largo de la publicación, se encontrarán “hojas informativas,” en donde se presentan conceptos y datos críticos para comprender y llevar a cabo el Plan.

La gestión de cuenca es, por su naturaleza, una tarea de todos. Le presentamos la visión y estrategias generadas en esta primera etapa del proceso, con la invitación de participar con nosotros en este largo y exigente camino hacia la sustentabilidad.



² Artículo 3, Ley de Aguas Nacionales

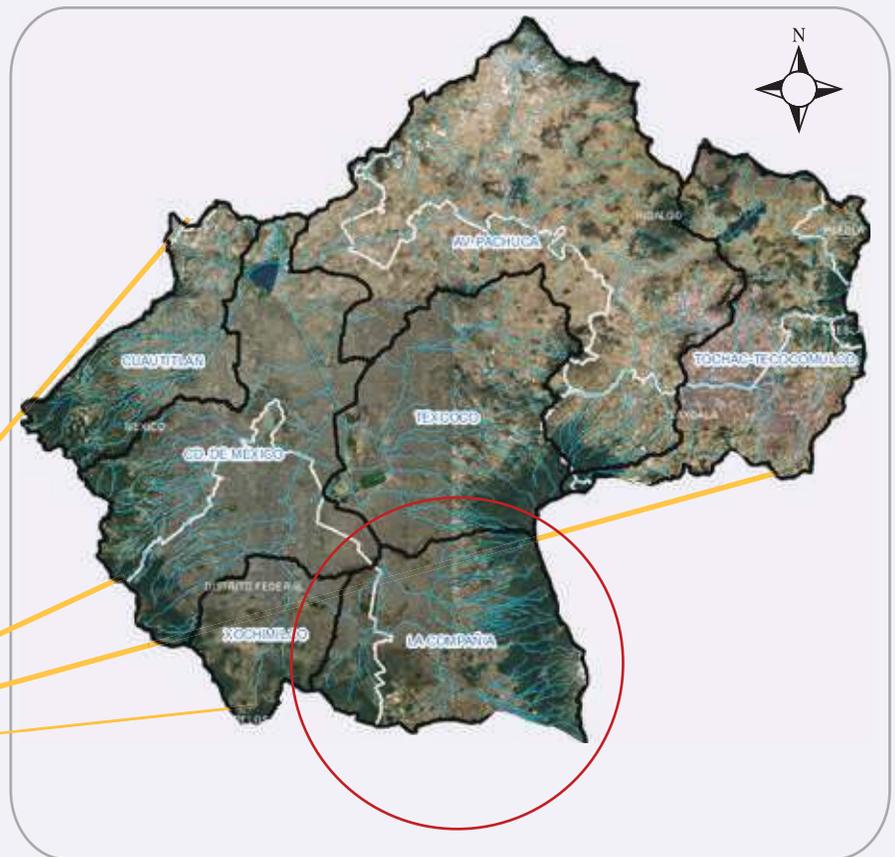
Datos básicos sobre la subcuenca Amecameca, La Compañía y Lago Tláhuac-Xico

¿Qué es una cuenca?

Una cuenca es un territorio delimitado por cerros o montañas, dentro del cual los escurrimientos convergen. Al interior de cada gran cuenca (como es la Cuenca de México), se encuentran subcuencas (como es la Subcuenca Amecameca, La Compañía y Tláhuac-Xico), dentro de estas subcuencas específicas, las tres de nuestra región, y finalmente, dentro de ellas, microcuencas (13, en nuestro caso).

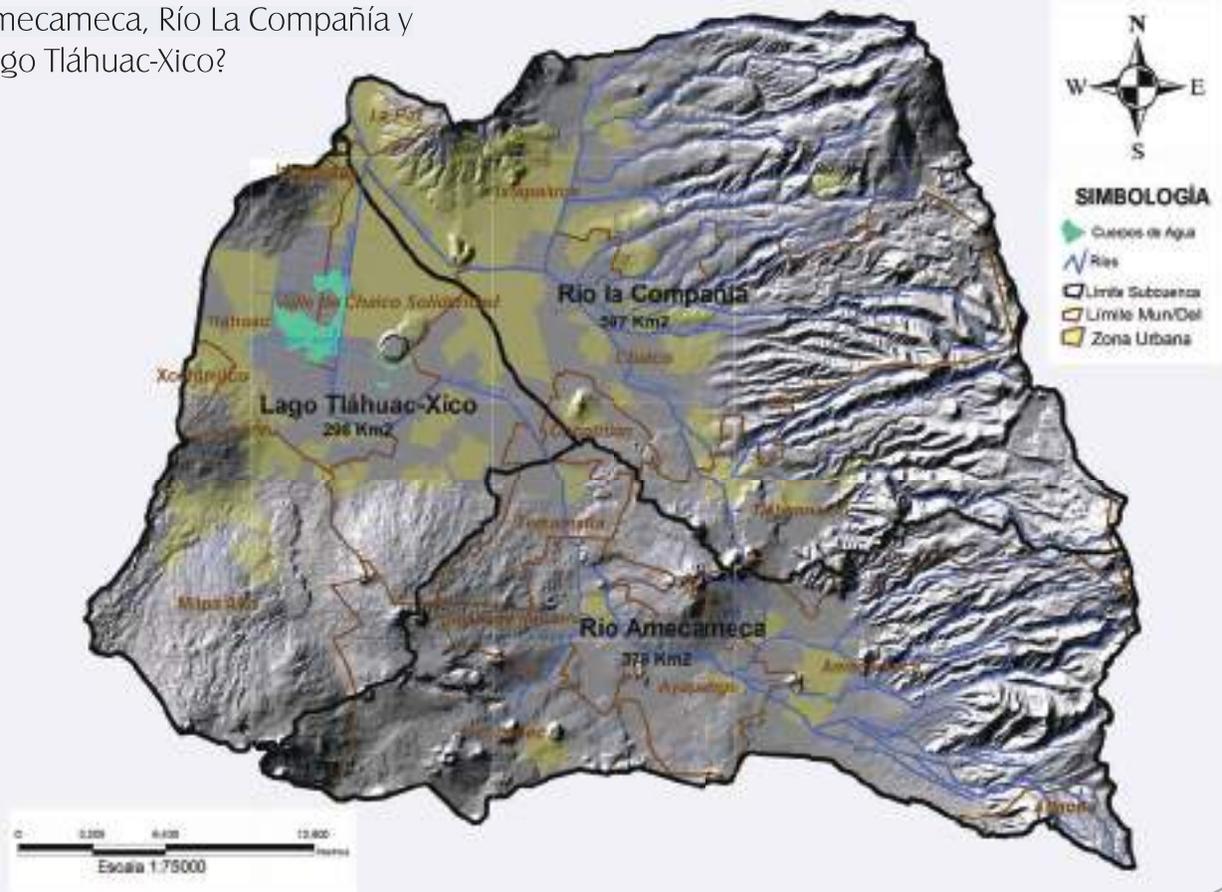


¿En dónde se encuentra la Subcuenca Amecameca, La Compañía y Tláhuac-Xico?



La Cuenca de México tiene una extensión de 9674 km². Las Subcuencas Amecameca, La Compañía y Tláhuac-Xico, con 1184 km² se encuentran en su zona sur.

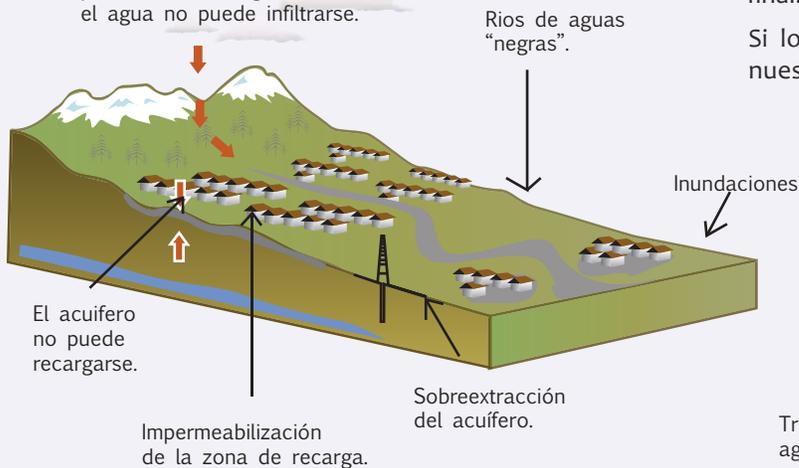
¿Qué territorio comprenden las subcuencas Río Amecameca, Río La Compañía y Lago Tláhuac-Xico?



¿Por qué dependemos de la buena gestión de nuestra cuenca?

Descuido y maltrato de la cuenca

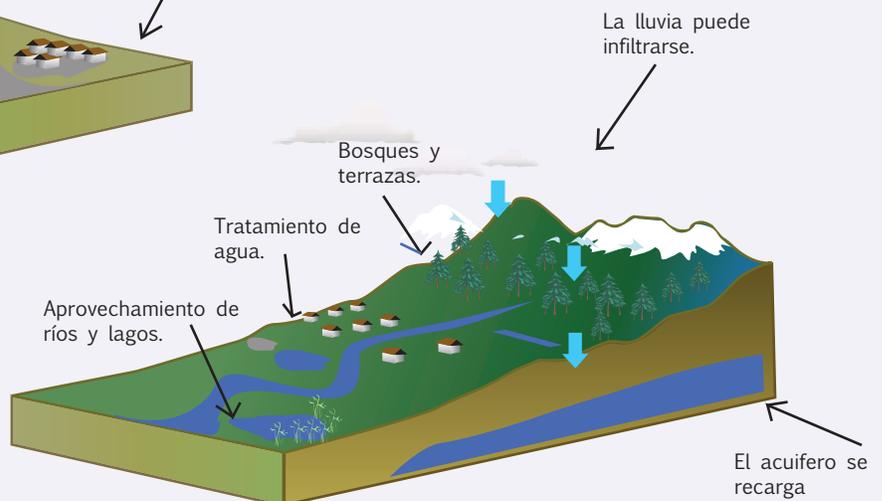
Cuando las lluvias caen en pendientes sin vegetación, el agua no puede infiltrarse.



El agua es un recurso en tránsito: Nos llega como lluvia, escurre, se acumula (en lagos, acuíferos o el océano) y finalmente se evapora para iniciar su ciclo de nuevo.

Si logramos una relación armoniosa con estos ciclos en nuestra cuenca, tendremos agua limpia, siempre.

Buena gestión de la cuenca



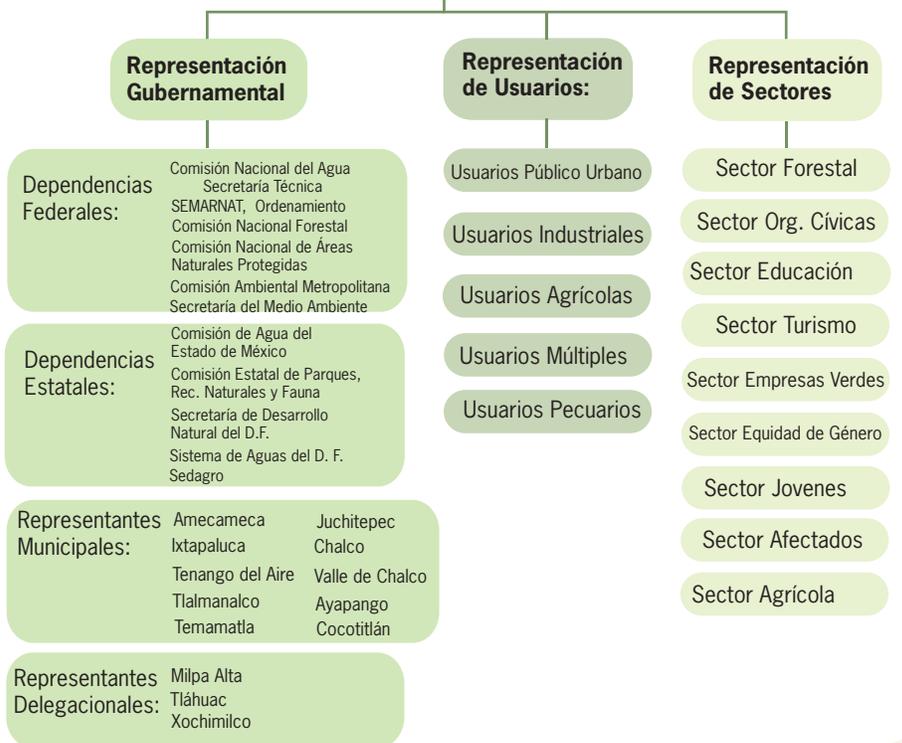
¿CÓMO SE COORDINAN GOBIERNO Y SOCIEDAD PARA LA GESTIÓN DE UNA CUENCA?

¿Quiénes conforman los Consejos y las Comisiones de Cuenca?

Según el Artículo 13 Bis de la Ley de Aguas Nacionales, los Consejos de Cuenca deben estar compuestos por los tres órdenes de gobierno y por la sociedad, como sigue:

- Los representantes municipales, delegaciones y estatales, hasta un máximo de 35%.
- Representantes federales.
- Los representantes de usuarios y sectores de la sociedad al menos el 50%.

Comisión de Cuenca de los Ríos Amecameca y La Compañía



¿Cuál es el ámbito de responsabilidad de una Comisión de Cuenca?

Los Consejos de Cuenca corresponden a una o más cuencas; mientras que las Comisiones de Cuenca, tienen atribuciones a nivel de subcuenca; los Comités de Cuenca, operan a nivel de microcuenca; y los Comités Técnicos de Aguas Subterráneas, tienen atribuciones a nivel de acuífero.



¿Qué hacen los Consejos y Comisiones de Cuenca?

Promueven la participación de las autoridades estatales y municipales, además asegurar... los mecanismos de participación de los usuarios de la cuenca y las organizaciones de la sociedad, en la formulación, aprobación, seguimiento, actualización y evaluación de la programación hídrica de la cuenca...;

Desarrollan, revisan, consiguen los consensos necesarios (para) ..., el proyecto de Programa Hídrico de la Cuenca, que contenga las prioridades de inversión y subprogramas específicos para subcuencas, microcuencas, acuíferos y ecosistemas vitales comprendidos en su ámbito territorial...

Artículo 13 Bis 3 de la Ley de Aguas Nacionales

¿Las Comisiones de Cuenca dependen de la Conagua?

Al igual que los Consejos de Cuenca, las Comisiones de Cuenca, Comités de Cuenca y Comités Técnicos de Aguas del Subsuelo o Subterráneas, son órganos colegiados de integración mixta, y no están subordinados a "la Comisión" o a los Organismos de Cuenca.

Artículo 13 Bis 3 de la Ley de Aguas Nacionales

Las Comisiones de Cuenca tienen personalidad jurídica propia como asociaciones civiles, y pueden llegar a ser donatarios deducibles de impuestos.



¿De qué manera pueden participar los usuarios y la sociedad en la toma de decisiones sobre la política hídrica?

La Comisión Nacional del Agua...promoverá y facilitará la participación de la sociedad en la planeación, toma de decisiones, ejecución, evaluación y vigilancia de la política hídrica.

La Comisión Nacional del Agua...Proveerá los espacios y mecanismos para que los usuarios y la sociedad puedan:

- a) Participar en los procesos de toma de decisiones en materia del agua y su gestión; y
- b) Asumir compromisos explícitos resultantes de las decisiones sobre agua y su gestión.

La Conagua... brindará apoyos para que las organizaciones ciudadanas con objetivos, intereses o actividades específicas en materia de recursos hídricos y su gestión integrada, participen en el seno de los Consejos de Cuenca, así como en Comisiones y Comités de Cuenca y Comités Técnicos de Aguas Subterráneas.

Artículo 14 Bis de la Ley de Aguas

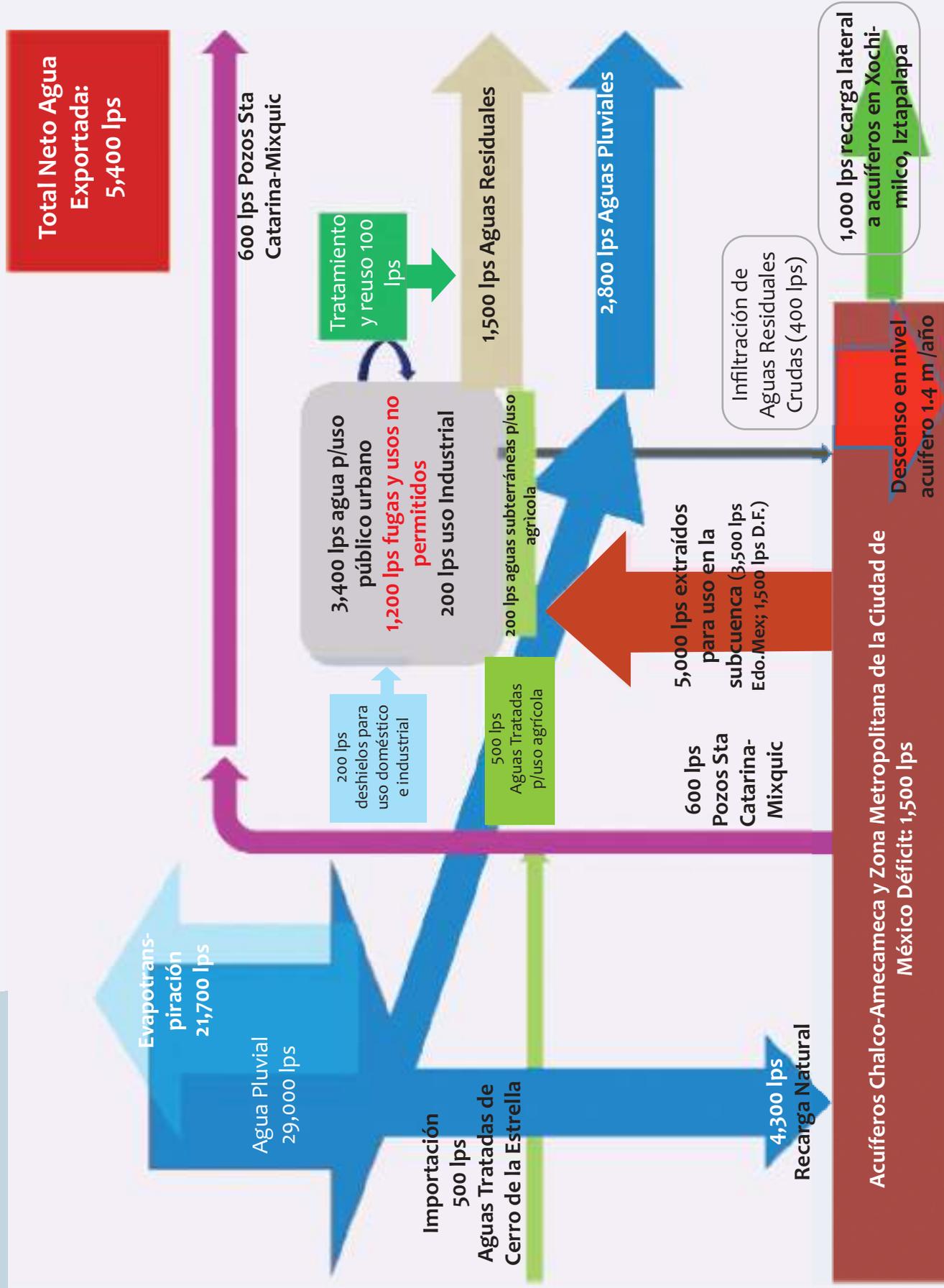
¿Qué es el Plan Hídrico?

“El Plan Hídrico es el documento que define la disponibilidad, el uso y aprovechamiento del recurso, así como las estrategias, prioridades y políticas requeridas para lograr el equilibrio del desarrollo regional sustentable en la cuenca y avanzar en la gestión integrada de sus recursos hídricos.”

Artículo 3 XLIII de la Ley de Aguas Nacionales



Diagnóstico integral



La Subcuenca recibe 914 Mm³/año de agua pluvial (29,000 lps). La mayor parte de esta agua (684 Mm³/año; 21,700 lps) regresa al cielo vía la evapotranspiración inmediatamente, o después de haber sido absorbido por los suelos, las plantas y los árboles. Actualmente, la Subcuenca logra infiltrar 136 Mm³/año (4,300 lps) de aguas pluviales hasta sus acuíferos; debido a la urbanización de las zonas de recarga, este volumen está en plena disminución. Se aprovechan, además, unos 6 Mm³/año (200 lps) de deshielos, un volumen que también se encuentra en descenso, debido a la pérdida de capacidad de almacenamiento debido a la desaparición de los glaciares.

Unos 88 Mm³/año de aguas pluviales (2,800 lps) no son aprovechadas, por caer sobre zonas urbanizadas ó deforestadas, ó por llegar en la forma de intensos “picos de lluvia”, que arrasan con suelos, inundan las zonas urbanas de cuenca baja, y azolvan la infraestructura hidráulica. La totalidad de esta agua, un volumen en aumento, es exportada de la cuenca vía bombeo, a un costo y riesgo cada vez mayor.

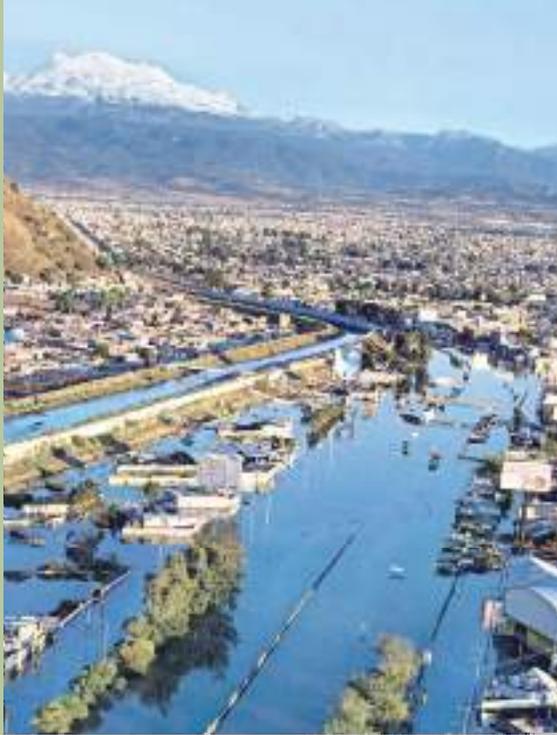
Adicionalmente, la Subcuenca de Amecameca, La Compañía y Tláhuac-Xico exporta 2,800 lps de aguas residuales. Otros

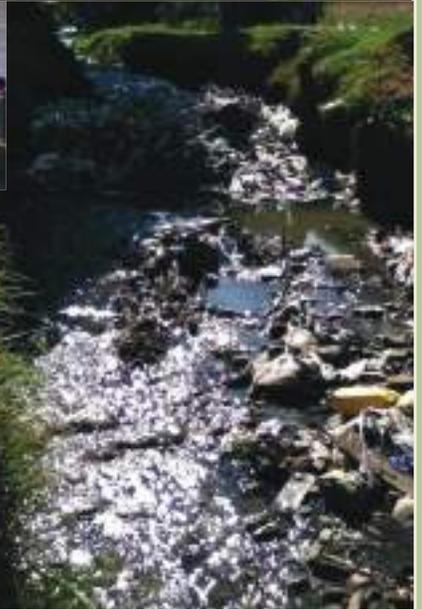
1,200 lps de aguas subterráneas son exportadas a Iztapalapa, Reyes La Paz, Chimalhuacan y Nezahualcoyotl. Además, unos 1,000 lps de aguas subterráneas adicionales son aportados horizontalmente a otros acuíferos.

En total, los acuíferos de la Subcuenca aportan casi dos veces el volumen del agua que reciben cada año. Este déficit, de 2500 lps, está causando el desecamiento de las zonas forestales, la desaparición de manantiales, y severos hundimientos regionales y diferenciales; que provocan la aparición de enormes grietas y una mayor vulnerabilidad a movimientos sísmicos en cuenca baja.

Casi el total (94%) de los 5,000 lps de agua subterránea (un volumen en aumento) utilizada en la región se destina al uso público urbano. De esto, se pierde 1,200 m³/s (24%) a fugas y usos indebidos. El uso agrícola (208 lps), industrial (166 lps) y múltiple y de servicios (115 lps, principalmente granjas) de aguas subterráneas es mínimo. Cabe mencionar que, hasta recientemente, la región ha aprovechado hasta 1,000 lps de aguas tratadas de la PTAR Cerro de la Estrella, en sus zonas chinamperas y de riego, aunque este volumen se ha reducido en un 50% desde 2010.

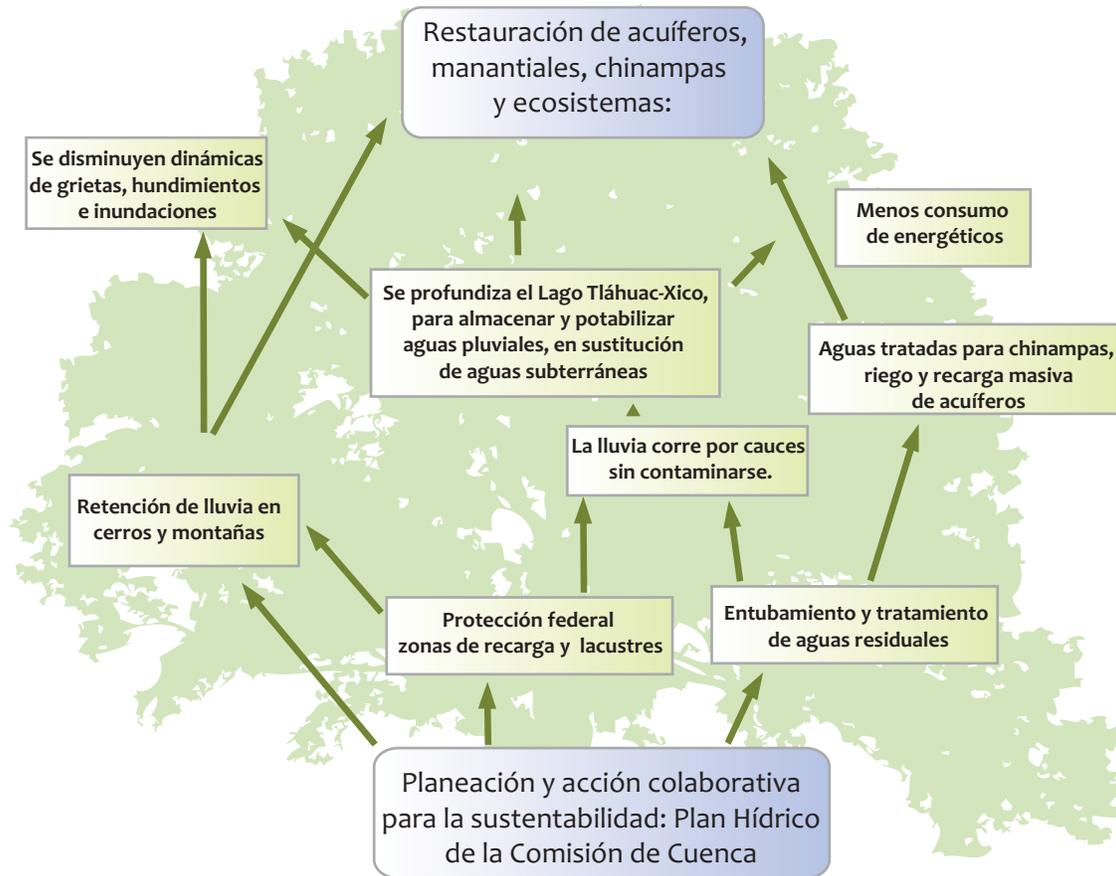
Hundimientos, Grietas, Ríos contaminados,
Escasez, Inundaciones.





Árbol de problemas





Planeación estratégica colaborativa

La planeación estratégica colaborativa, es un proceso de construcción colectiva entre los propios actores o sujetos que ejecutarán el plan y se beneficiarán de sus resultados, asesorados por especialistas invitados.

Para cada estrategia, se define uno o más objetivos—resultados concretos a lograr dentro de un periodo definido de tiempo. Entre todos, se diseñan los proyectos (conjunto de acciones requeridas que permitirán lograr los objetivos).

Puesta en marcha del plan, via la Comisión de Cuenca

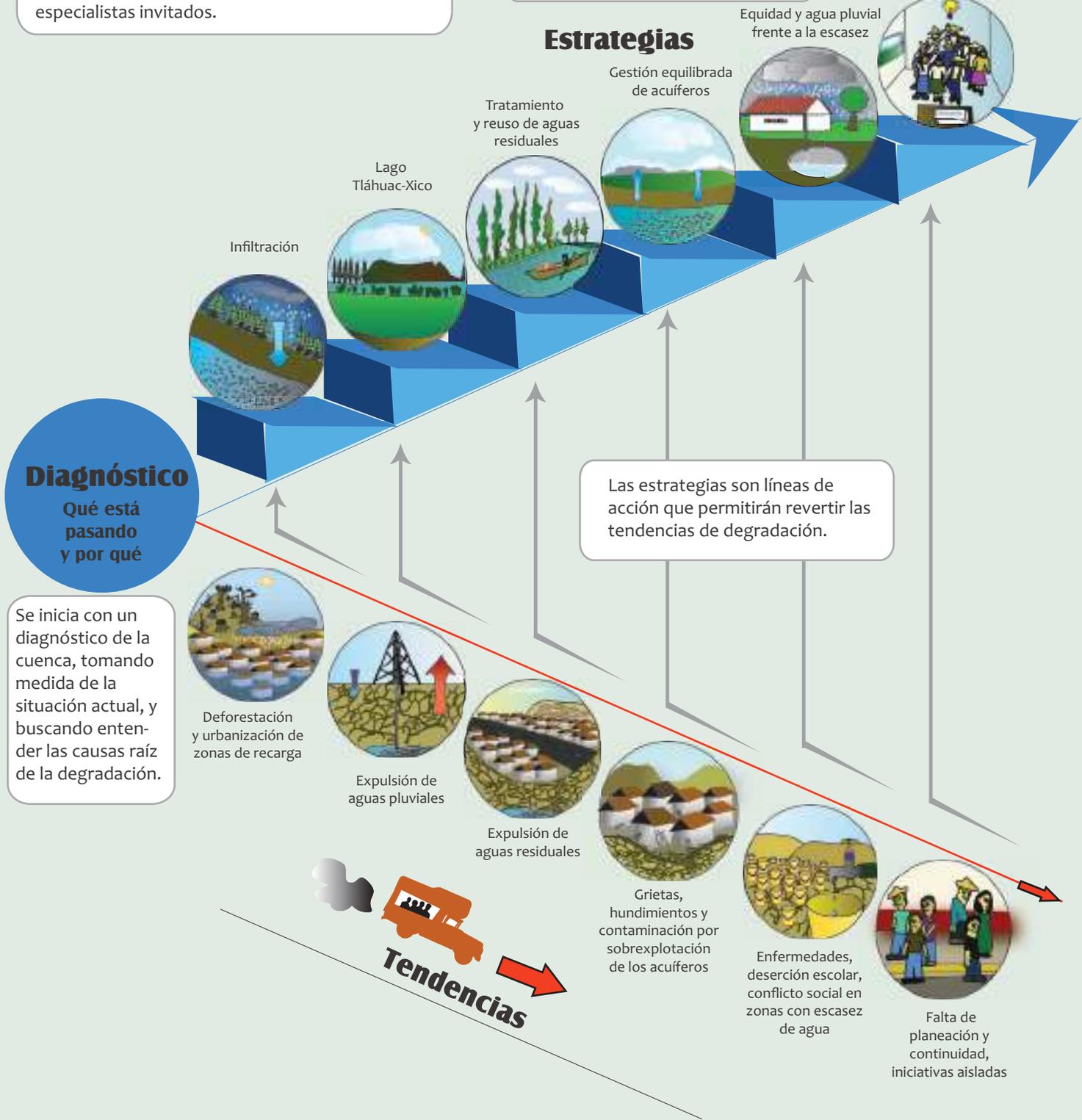




Imagen Objetivo El futuro deseable

Se construye entre todos la visión de un futuro deseable y posible, y se definen las estrategias requeridas para cambiar de rumbo, así evitando los desastres anunciados por las tendencias actuales.



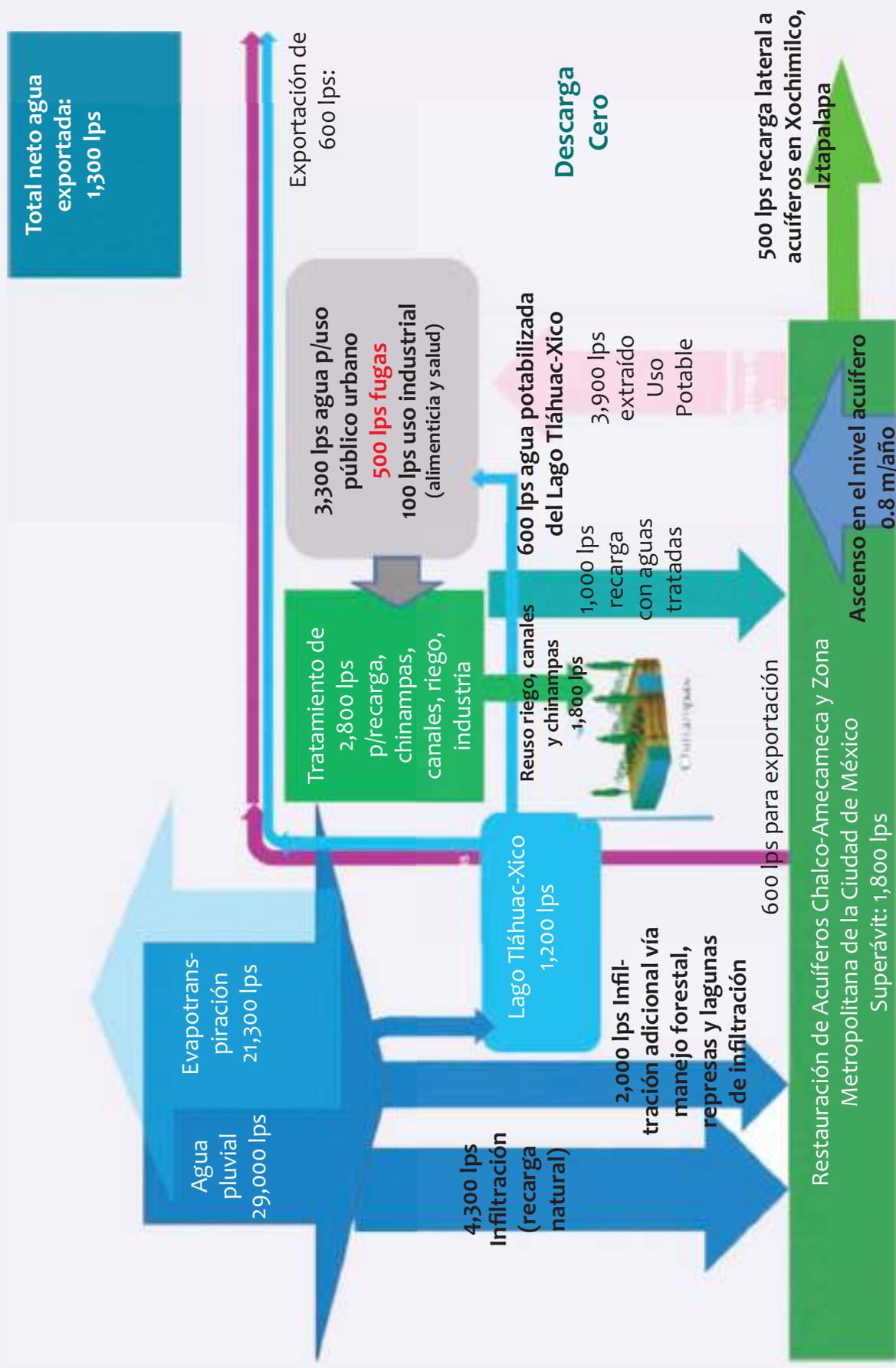
Pronóstico tendencial (o catastrófico):

Lo que pasaría si dejáramos que todo siga como va (incluyendo la creciente posibilidad de un colapso de sistemas debido al impacto acumulado de prácticas no sustentables).



- La planeación estratégica colaborativa requiere dejar de enfocarse exclusivamente en la atención a desastres, para contar con la energía y recursos para atender las causas de estos mismos.
- Requiere de la creación de nuevos espacios de trabajo colaborativo entre actores diversos.
- La participación de los actores locales y la firma de convenios garantizan la ejecución del Plan, a pesar de los cambios en los tres niveles de gobierno.

Imagen Objetivo



El Plan busca retener y aprovechar los 4,300 litros por segundo (lps) de aguas residuales y pluviales actualmente exportadas, para lograr la restauración de sus acuíferos, manantiales, ecosistemas forestales, zonas lacustres y chinamperas.

En primer lugar, se realizarían represas y obras de retención de suelos y agua en cerros y montañas, así como lagunas de infiltración en zonas de recarga en cuenca baja, con el objetivo de infiltrar 44 millones m³/año (1,400 lps) de las aguas pluviales que actualmente son expulsadas de la Subcuenca. Estas obras permitirían retener suelos y humedad en zonas forestales, y prevenir inundaciones, y el azolve de la infraestructura hidráulica en cuenca baja. Los 44 Mm³/año (1,400 lps) restantes serían almacenados vía la profundización del vaso del Lago Tiáhuac-Xico. Una parte de esta agua (1,200 lps) será potabilizada con la finalidad de sustituir volúmenes de agua actualmente sobre-extraídos de los acuíferos.

Es necesario corregir irregularidades en el sistema de concesiones de aguas subterráneas y lograr la protección federal de zonas de importancia hídrica, para así frenar la expansión urbana sobre zonas de recarga de acuíferos sobre-explotados. Con la estabilización de los acuíferos, la instalación de tubería flexible y la vigilancia ciudadana, se reduciría el volumen de agua perdida a causa de las fugas y usos indebidos a solo 500 lps.

Se buscará lograr el tratamiento y reuso de las 2,800 lps de aguas residuales actualmente generadas en la Subcuenca. Los 1,500 lps de aguas residuales de las zonas urbanas de cuenca baja, actualmente

expulsadas vía bombeo, se tratarían en la PTAR Metropolitana Mixquic-Xico, para lograr la recarga de los acuíferos (1,000 lps) vía grietas, pozos clausurados, lagunas de infiltración. Otros 1,000 lps de esta PTAR y otras en la zona se dedicarían al sistema de canales y rescate de zonas chinamperas y el riego intensivo en zonas de recarga.

Se lograría el tratamiento de 470 lps adicionales a través del pleno aprovechamiento de la capacidad instalada, actualmente desaprovechada, con la posibilidad de convertir estas plantas aerobias al tratamiento anaerobio. Se construirán 4 PTAR sub-regionales (393 lps) para el tratamiento de aguas residuales generadas por unidades habitacionales sin PTAR, a ser financiadas por las empresas inmobiliarias, quienes deben \$388 millones al saneamiento de la Subcuenca. Estas aguas tratadas serán utilizadas para reemplazar aguas subterráneas de uso agrícola e industrial, y para reemplazar aguas residuales crudas utilizadas para riego.

Se construirán 4 PTAR municipales para captar, tratar y lograr el reuso de 265 lps de aguas residuales generadas por poblados semi-urbanos; así como 17 PTAR comunitarias (179 lps), las cuales serán operadas por sus propios beneficiarios para usos agrícolas locales sobre zonas de recarga.

Se buscaría bajar a un mínimo los costos de operación de las PTAR, a través del empleo del tratamiento anaerobio, el cual genera biogás, para así convertir las PTAR en generadoras de electricidad, en vez de ser consumidoras.

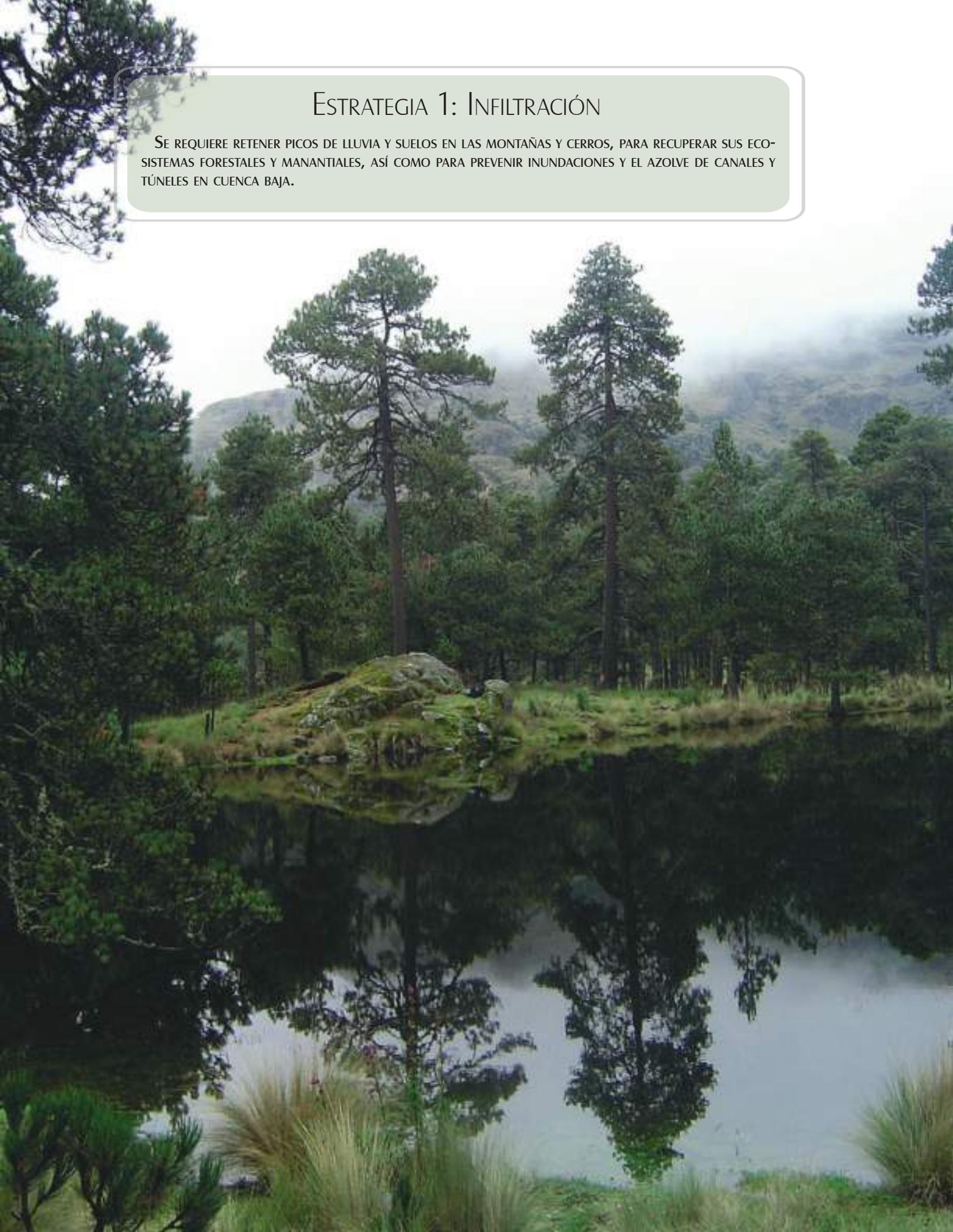
RESUMEN GENERAL DEL PLAN HÍDRICO

Estrategia	Objetivos	Proyectos	Responsables de gestión ejecución y evaluación
1: Retención, Infiltración de aguas pluviales en cuenca alta y media	Infiltración 48 Mm ³ /año aguas pluviales Retención 5 Mm ³ aguas pluviales/tormenta	Represas y lagunas de infiltración Retención de suelos y reforestación	Grupo Estratégico Infiltración: Ejidos forestales, Conafor, Corena, ProBosque, Conanp, Conagua, CAEM
2: Almacenamiento y aprovechamiento de aguas pluviales en cuenca baja	Almacenamiento 40 Mm ³ /año aguas pluviales Retención 5 Mm ³ lluvias extraordinarias Potabilización 1,200 lps aguas pluviales	Lago Tláhuac-Xico, con potabilizadora	Grupo Estratégico Zona Lacustre Tláhuac-Xico: Ejidos lacustres, Del. Tláhuac, Mpio Valle de Chalco, Conagua, CAEM, SACM (también gestionará PTAR Metropolitana y canales)
3: Tratamiento y reúso de aguas residuales	Entubamiento y tratamiento de 2,800 lps	PTAR Metro Xico-Mixquic Habilitación o conversión 12 PTAR subutilizadas 4 PTAR subregionales 5 PTAR municipales 17 PTAR comunitarias Unidad Técnica de Saneamiento Agencia intermunicipal	Grupo Estratégico Saneamiento: SACM, CAEM, Odapas Valle de Chalco, Chalco e Ixtapaluca; ASA Amecameca, Municipios Temamatla, Tenango del Aire, Juchitepec, Ayapango, Cocotitlán, Tlalmanalco; Ejidos y comunidades de Mixquic, San Isabel Chalma, San Pedro Nexapa, Miraflores, Ávila Camacho, Huitzilzingo, entre otros
	Reúso de 2,800 lps	Recarga vía pozos clausurados, grietas y lagunas de infiltración Recuperación sistema canales y chinampas Sustitución de aguas subterráneas y aguas crudas por aguas tratadas	
4: Gestión equilibrada del acuífero	Poner fin a sobreurbanización de zonas estratégicas de recarga y lacustres	Anulación o rescate de concesiones irregulares o excesivas Construcción de los COTAS Acuíferos Chalco-Amecameca, SACM y Texcoco Decreto de protección federal para zonas de recarga	Grupo Estratégico Ordenamiento: Usuarios agrícolas, industriales y público-urbano, Comité Afectados
	Eliminar sobreexplotación de acuíferos (53 Mm ³ /año)	Sectorización; instalación líneas flexibles (20 Mm ³ /año) Reemplazar aguas subterráneas con agua pluvial potabilizada (Lago) Reemplazar aguas subterráneas con aguas tratadas	

Estrategia	Objetivos	Proyectos	Responsables de gestión ejecución y evaluación
<p>5: Tecnología apropiada para zonas con extrema escasez</p>	<p>Contar con centros demostrativos para auto-gestión de agua en 100% zonas con extrema escasez hídrica</p>	<p>Programa 100 Escuelas Modelo</p>	<p>Grupo Especializado Cultura y Educación Sectores Educación, Jóvenes Género</p>
<p>6: Construcción de instancias y capacidades para instrumentación y monitoreo del Plan Hídrico</p>	<p>Construcción de instrumentos para ejecución de los proyectos estructuradores del Plan</p>	<p>Conformación Fondo Concurrente para obras en cuenca alta y media Conformación Fideicomiso Lago Tláhuac-Xico Conformación Agencia Intermunicipal de Saneamiento Conformación COTAS</p>	<p>Asamblea Mesa Directiva Gerencia Operativa Grupos Especializados de Saneamiento, Infiltración, Zona Lacustre</p>
	<p>Consolidación de capacidades y asesorías técnicas locales</p>	<p>Creación Unidad Técnica de Saneamiento Creación Unidad Técnica Estudios y Proyectos Creación Unidad Técnica Asesoría Legal Creación Unidad Técnica Promoción y Capacitación</p>	
	<p>Medir grado de cumplimiento con los proyectos y los impactos esperados del Plan</p>	<p>Sistema de Monitoreo de: Cauces Sistema de Monitoreo de Hundimientos, grietas y nivel y calidad del agua en los acuíferos Sistema de Monitoreo de Concesiones y Autorizaciones Mapas interactivos en internet</p>	

ESTRATEGIA 1: INFILTRACIÓN

SE REQUIERE RETENER PICOS DE LLUVIA Y SUELOS EN LAS MONTAÑAS Y CERROS, PARA RECUPERAR SUS ECOSISTEMAS FORESTALES Y MANANTIALES, ASÍ COMO PARA PREVENIR INUNDACIONES Y EL AZOLVE DE CANALES Y TÚNELES EN CUENCA BAJA.



Retención e Infiltración



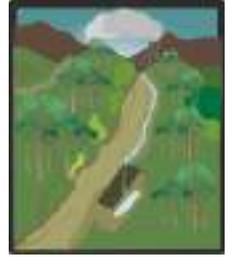
Represas de Infiltración: Retienen escurrimientos en los cauces, en zonas permeables.



Tinas ciegas: Gran número de excavaciones de poca profundidad, perpendiculares al drenaje natural de las montañas.



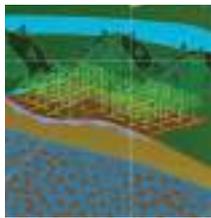
Descostreo de cauces: Eliminación de sedimentos finos para mejorar la infiltración.



Pozos de infiltración: Excavación cilíndrica de diversa profundidad, puede ser rellena, permite infiltrar lluvia al subsuelo.



Fracturas y fallas: Se aprovechan fracturas y socavones del terreno que llegan hasta el acuífero, sin perturbar más el terreno.



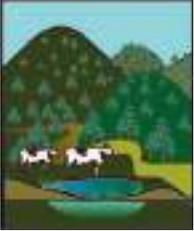
Atzacuales: Depresiones poco profundas que siguen la topografía del terreno, canalizando el agua.



Lagunas de infiltración: Reciben escurrimientos de lluvia desviados de los cauces.



Pozos de inyección: Se infiltra agua directamente al acuífero vía pozos profundos, siendo un proceso riesgoso y costoso.



Jagüey: Almacenamiento de escurrimientos en cuenca alta o media, para uso pecuario, agrícola, humano o forestal.



Represas de mampostería: Diques en cauces para almacenar agua y retener azolve.



Mina agotada convertida en hoyas: Minas adaptadas para infiltrar o almacenar agua de lluvia.

El agua pluvial es un recurso casi puro, y abundante. Sin embargo, gran parte de la que recibimos cada año, llega en la forma de grandes tormentas que saturan los suelos, o peor aún, los arrastran, causando inundaciones cuenca abajo. De toda la lluvia que recibimos, solo logramos infiltrar el 10%.

Una de las principales maneras de aumentar el agua limpia disponible en nuestra Subcuenca, es a través de obras que retienen las aguas de lluvia, principalmente en la parte media y alta.

En los lugares donde hay capas impermeables en la superficie o el subsuelo, como es el caso de la zona lacustre de nuestra Subcuenca (Tláhuac y Valle de Chalco), se requiere de pozos que pueden penetrar las impermeables arcillas superficiales para realizar la infiltración.

En zonas con pendiente, es sumamente importante contar con métodos que retengan los suelos junto con el agua, como es el terrajeo, tinas ciegas, zanjas de infiltración, etc., además de la cobertura vegetal permanente. En zonas de cuenca alta y media en donde la infiltración es lenta, el agua almacenada puede ser utilizada para riego forestal o agrícola, para ganado o para control de incendios.

ESTRATEGIA 1: RETENER LLUVIAS ORDINARIAS Y EXTRAORDINARIAS EN LAS MONTAÑAS Y CERROS

Objetivos:

- 1.1. Retener e infiltrar aguas pluviales en la Subcuenca Río La Compañía
- 1.2. Retener e infiltrar aguas pluviales en la Subcuenca Amecameca
- 1.3. Retener e infiltrar aguas pluviales en la Subcuenca Tláhuac-Xico

Coordinación: Grupo Especializado Gestión Forestal e Infiltración:

Ejidos y comunidades forestales; Conafor, Corena, ProBosque; Conanp/Parque Nacional Izta-Popo, Zoquiapan y Anexos; Conagua, CAEM, SACM; Protección Civil; Municipios Ixtapaluca, Chalco, Tlalmanalco, Amecameca, Ayapango, Tenango del Aire, Temamatla, Juchitepec; Delegaciones Tláhuac, Milpa Alta, Xochimilco.

La lluvia representa nuestro más abundante recurso hídrico. Los volúmenes que llegan a cada parte de la Subcuenca son suficientes para regenerar nuestros bosques, y garantizar agua para todos sin sobreexplotar nuestros acuíferos. Al descuidar nuestra cuenca, la lluvia pierde su lugar, y empieza a invadir nuestras calles y casas, con inundaciones de proporciones cada vez más catastróficas.

Este capítulo es fundamentalmente territorial, y sus principales actores son los ejidatarios de tierras forestales y agrícolas, junto con dependencias gubernamentales forestales, agrícolas y del agua.

Las obras propuestas permitirán retener e infiltrar en cuenca alta y media, la totalidad de los escurrimientos que resultarían de una lluvia extraordinaria, o cualquier lluvia menor, para prevenir inundaciones, y restaurar los bosques, manantiales, campos y pastizales arriba de las zonas urbanas.

El capítulo inicia con un mapa de las 13 microcuencas de la Subcuenca Amecameca, La Compañía y Tláhuac-Xico, junto con una tabla que presenta, el volumen de escurrimientos que se generan anualmente, y por el otro, el volumen de escurrimientos que ocurrirían con una lluvia extraordinaria (cada 50 años, duración 24 horas). Estos últimos montos representan las metas de capacidad de retención a construir. Los volúmenes de escurrimientos a canalizar al lago Tláhuac-Xico, aparecen en color azul.

Más adelante, se presentan mapas temáticos, que ayudan a entender el potencial de infiltración o almacenamiento del territorio. Luego, se proponen las obras requeridas en cada una de las microcuencas. Al inicio y al final del capítulo, encontrarán una serie de “Hojas Explicativas”, que describen el funcionamiento de las obras propuestas.

MAPA 1.1. LAS 13 MICROCUENCAS DE LA SUBCUENCA AMECAMECA, LA COMPAÑÍA Y TLÁHUAC-XICO

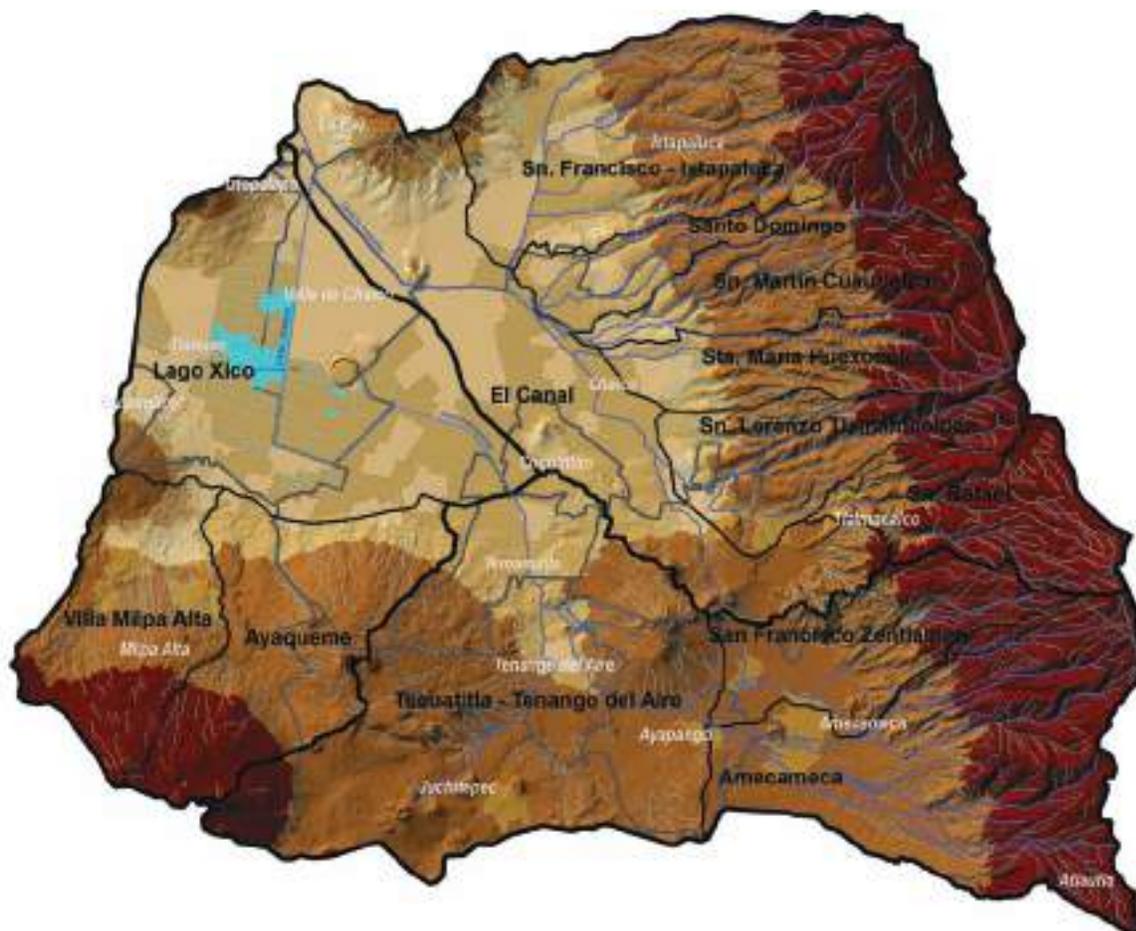
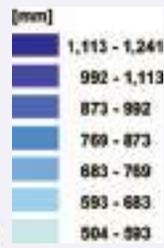
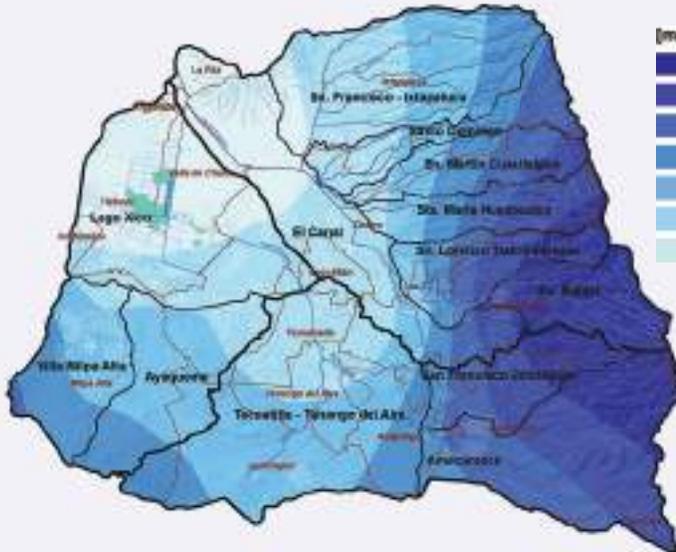


TABLA 1.1. VOLÚMENES DE ESCURRIMIENTO PROMEDIO ANUAL, Y POR LLUVIA EXTRAORDINARIA

Subcuenca Específica	Microcuenca	Vol. de escurrimientos anuales (Mm3) a ser infiltrados en cuenca alta y media (o canalizados al Lago Tláhuac-Xico)				Vol. escurrimientos lluvias extraordinarias, siendo la meta de capacidad de retención a lograr			
		Alta	Media	Baja	Total	Alta	Media	Baja	Total
La Compañía	San Francisco	1.9	2.6	2.1	6.6	0.2	0.3	0.3	0.8
	Sto. Domingo	1	0.8	0.7	2.5	0.1	0.1	0.1	0.3
	San Martín Cuautlalpan	0.4	1.4	0.3	2.1	0	0.2	0	0.2
	Sta. María Huex.	1.2	0.9	0.7	2.8	0.1	0.1	0.1	0.3
	San Lorenzo Tlamanalco	1.4	1.9	0.6	3.9	0.1	0.2	0.1	0.4
	San Rafael	5.7	0.9	0	6.6	0.5	0.1	0	0.6
	Canal	0.1	1.6	6.1	7.8	0	0.2	0.9	1.1
SUBTOTAL		11.7	10.1	10.5	32.3	1	1.2	1.5	3.7
Amecameca	Zentlalpan	1.8	4.8	0	6.6	0.1	0.4	0	0.5
	Amecameca	6.7	7.3	0	14	0.6	0.7	0	1.3
	Tecuatiitla	0.2	6.8/7.0	1.4/0.5	36.5	0	1.7	0.3	2
SUBTOTAL		8.7	25.9	1.9	57.1	0.7	2.8	0.3	3.8
Lago Tláhuac-Xico	Ayaqueme	0.4	1.8/1.7	0.8	4.7	0.1	0.5	0.1	0.7
	Villa Milpa Alta	0.3	1.2/1.1	0.5	3.1	0.5	0.3	0.1	0.9
	Lago	0	0.6	12.5	13.1	0	0.1	1.9	2
SUBTOTAL		0.7	6.4	13.8	20.9	0.6	0.9	2.1	3.6
TOTAL SUBCUENCA		21.1	42.4	26.2	110.3	2.3	4.9	3.9	11.1

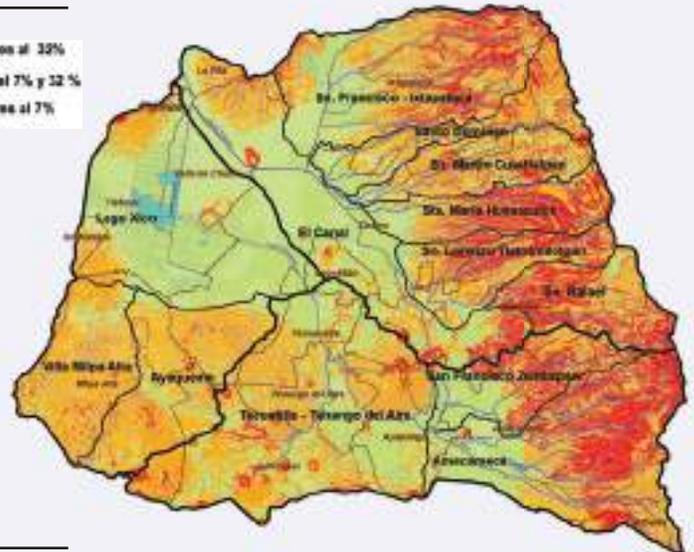
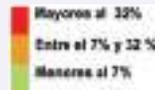


Lluvia media anual

La zona que recibe el mayor volumen de lluvia es la cima del Iztaccihuatl (más de 1100 Mm/año), con las zonas altas del Chichinautzin (Milpa Alta, Juchitepec) en segundo lugar (700 Mm). La zona baja, lacustre, recibe menos de 600 Mm/año.

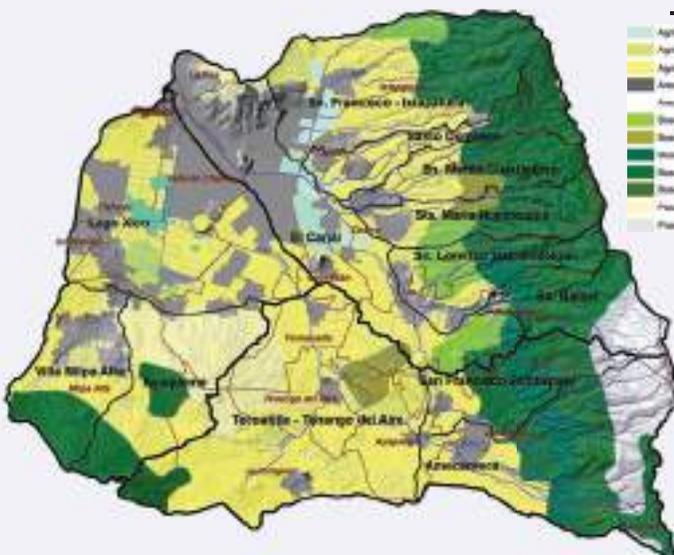
Pendientes

A lo largo de la Sierra Nevada, se encuentran severas pendientes (más de 30°), presentando retos para el manejo de picos de lluvia, especialmente en la Subcuenca La Compañía. En la Subcuenca Amecameca, los caudales que nacen entre fuertes pendientes, pronto bajan a tierras planas y permeables. Las ligeras pendientes de las permeables sierras de la Subcuenca Tláhuac-Xico, presentan excelentes oportunidades para infiltrar aguas pluviales.



Uso de suelo y cobertura vegetal

Las faldas de la Sierra Nevada cuentan con bosques densos, los cuales, hacia el norte (Chalco, Ixtapaluca) han sufrido graves dinámicas de deforestación. En los 1990, la expansión urbana aceleró en la zona, y empezó a tapizar las zonas de recarga en Ixtapaluca y Chalco. Afortunadamente, se han conservado importantes zonas de riego al pie del monte en Chalco e Ixtapaluca, y en las zonas lacustres de Chalco y Tláhuac, los suelos profundos y fértiles de la Subcuenca Amecameca son altamente productivos a pesar de ser de temporal.



Oportunidades para la infiltración en la subcuenca Rio La Compañía

Lluvia media anual

La microcuenca San Rafael, en Tlalmalcalco, recibe más de 1100 mm de lluvia en casi todo su territorio, y es la única que cuenta con escurrimientos durante todo el año. La precipitación anual va disminuyendo hasta llegar a un promedio de 580 mm en la microcuenca San Francisco Ixtapaluca. La microcuenca El Canal, que recoge las lluvias de las microcuencas de las sierras a todo su largo, recibe poca lluvia directamente, con un promedio de 550 mm de precipitación.

SIMBOLOGÍA

(mm)
1,113 - 1,241
992 - 1,113
873 - 992
769 - 873
683 - 769
583 - 683
505 - 583



Tipo de suelo



SIMBOLOGÍA

Andosol
Cambisol
Fecozem
Fluvisol
Litsoel
Regosol
Solonchak
Vertisol

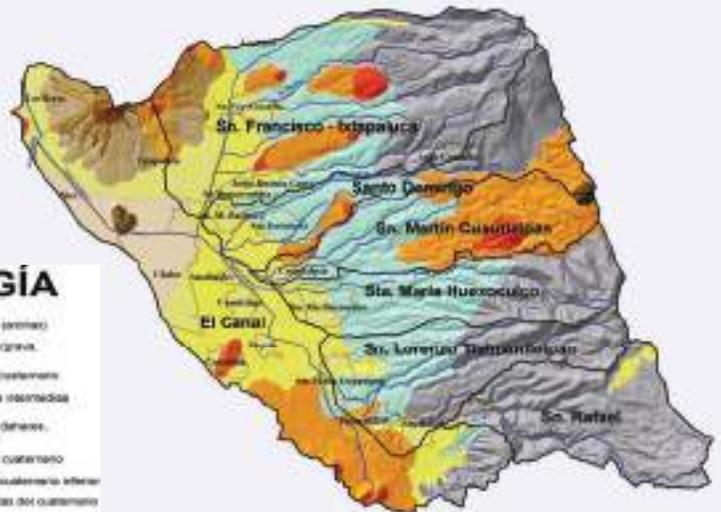
En las faldas del Telapón, se encuentran suelos pedregosos, ricos en materia orgánica y nutrientes. Desde Río Frío hasta el pie del volcán Iztaccihuatl, predominan los andosoles: suelos negros, aptos para el cultivo intensivo. Los profundos y sumamente permeables suelos fluvisoles en el llano de Chalco, fueron formados por los arrastres de las sierras que alimentan el río en su transcurso hacia la zona lacustre.

Hidrogeología

Alto volcanismo a partir del Terciario Medio con la formación de los cerros de Cosa Mala y Púlpito del Diablo de composición riodacítica, al oriente de San Rafael; rocas que están cubiertas por rocas andesíticas y basálticas de la formación Iztacihuatl y Llano Grande, del cauterario.

GEOLOGÍA

CLASIFICACIÓN	Descripción
Q	Depositos cuaternarios (aluviales)
Al	Depositos aluviales (grava, arena y limo)
Co	Conos volcánicos del cuaternario
T	Terciarios desde la Oligoceno hasta el Terciario inferior (volcanismo)
T	Formaciones Terciario inferior, granodioritas, porfíros
Q	Depositos cuaternarios del cuaternario
Co	Conos volcánicos del cuaternario inferior
Al	Volcanismo intermedio del cuaternario inferior
Al	Llaves porfiríticas
T	Terciario - Plioceno andesita

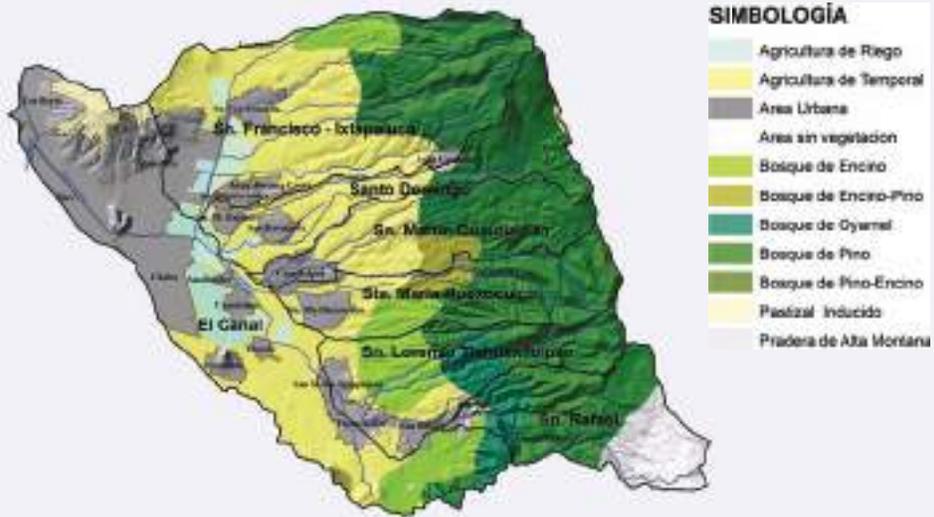


Uso de suelo y cobertura vegetal

Estrategias

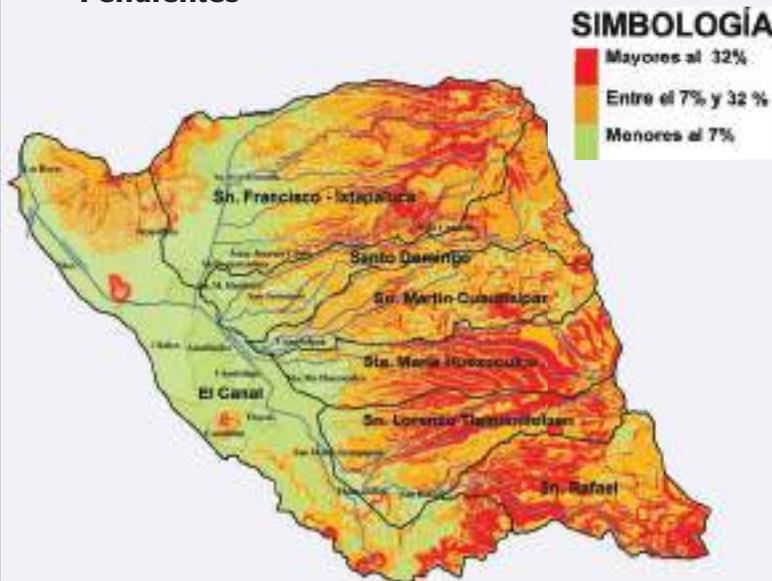
Infiltración vía grietas

- Represas y jagüeyes
- Nuevas presas debajo de presas azolvadas
- Retención de suelos y reforestación
- Minas para retención
- Desocupar barrancas invadidas



El sur de esta subcuenca, está presidida por la rocosa “Cabeza del Iztaccihuatl” seguido por densos bosques de pinos y oyamel, con remanentes de bosque de encino en la franja baja.- Prácticamente, todas las grandes barrancas de esta subcuenca, desembocan sobre áreas urbanas. Los llanos en Tlalmanalco, conservan sus usos agrícolas, aunque el trigo y avena empiezan a desplazar al maíz. A partir de Santa María Huexoculco, los bosques presentan mayor perturbación (tala), y en los ejidos de Ixtapaluca, Ayotla y Tlapacoya los terrenos forestales han cedido ante el cultivo de trigo, maíz, avena, canola y algunas huertas frutales. En las zonas de riego, en Chalco e Ixtapaluca, destacan la producción de hortalizas y forrajes, entre los nuevos manchones de unidades habitacionales. La urbanización en la zona baja de la subcuenca (Chalco e Ixtapaluca) asciende desde la zona lacustre, hasta media montaña, creando enormes problemas para el manejo de aguas pluviales en esta zona (Chalco, Ixtapaluca y Tlalmanlco).

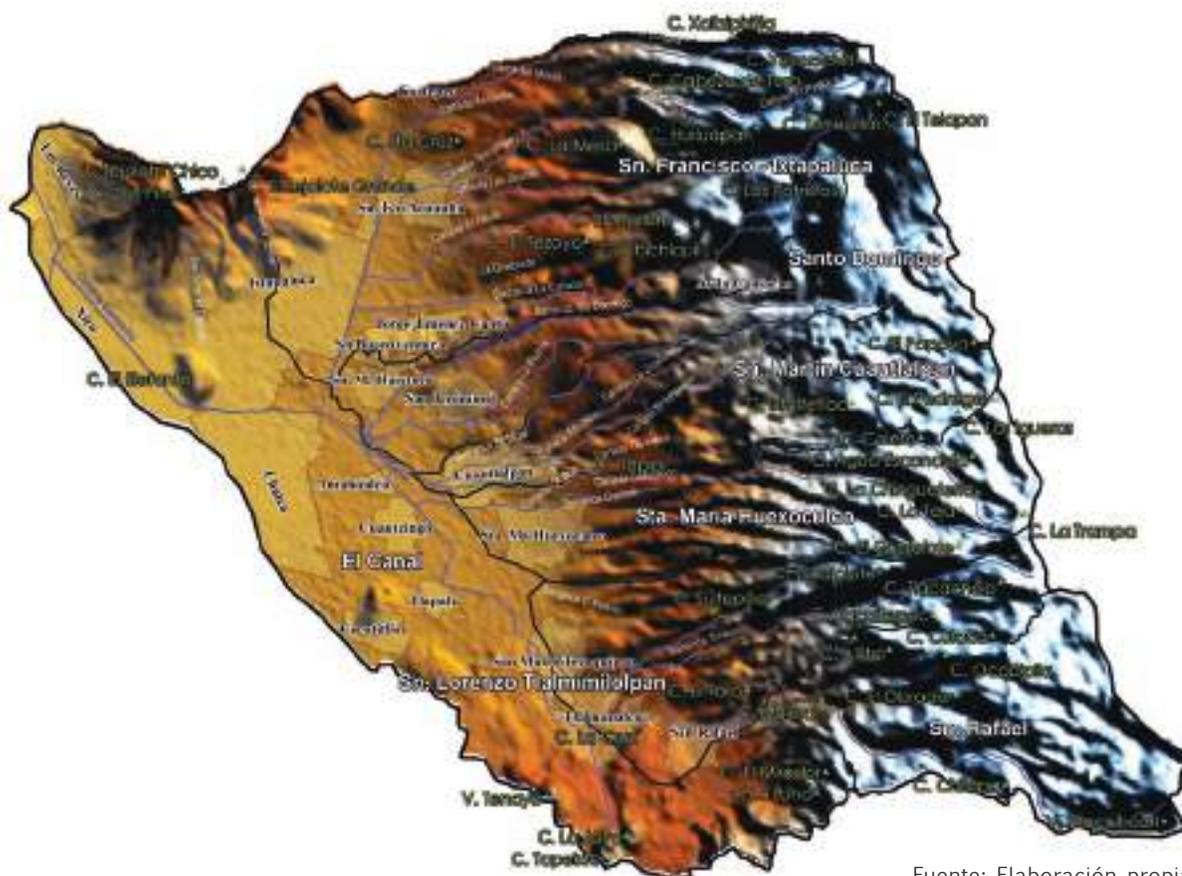
Pendientes



La microcuenca Santa María Huexoculco tiene fuertes pendientes casi en su totalidad, seguido por las empinadas laderas en las microcuencas San Rafael y San Lorenzo Tlalmimilolpan. La San Francisco-Ixtapaluca tiene fuertes pendientes en su zona alta, con un paisaje más moderado en cuenca media, no obstante sus barrancas encañonadas; y las microcuencas de San Martín Cuautlalpan y San Buenaventura, cuentan principalmente con pendientes moderados.

1.1 RETENER AGUAS PLUVIALES EN CERROS Y MONTAÑAS EN LA SUBCUENCA LA COMPAÑÍA

MAPA 1.2. SUBCUENCA RÍO LA COMPAÑÍA



Fuente: Elaboración propia

TABLA 1.2. VOLÚMENES DE ESCURRIMIENTO ANUAL Y POR EVENTO, SUBCUENCA LA COMPAÑÍA

Microcuenca	Volumen Escurrimientos Anuales (Mm ³)				Vol. escurr. lluvias extraord (Tr 50 años; duración 24 horas)			
	Alta	Media	Baja	Total	Alta	Media	Baja	Total
San Francisco	1.9	2.6	2.1	6.7	0.2	0.3	0.3	0.9
Sto Domingo	1.0	0.8	0.7	2.6	0.1	0.1	0.1	0.3
SM Cuautlalpan	0.4	1.4	0.3	2.1	0.0	0.2	0.0	0.2
Huexoculco	1.2	0.9	0.7	2.7	0.1	0.1	0.1	0.3
San Lorenzo Tlalm.	1.4	1.9	0.6	4.0	0.1	0.2	0.1	0.4
San Rafael	5.7	0.9		6.7	0.5	0.1		0.5
Canal	0.1	1.6	6.1	7.8	0.0	0.2	0.9	1.1
	11.7	10.3	10.5	32.5	1.1	1.1	1.5	3.7

Las pronunciadas pendientes de las montañas y cerros poco permeables de la Subcuenca La Compañía, que desembocan directamente sobre zonas urbanas, representan un gran reto para el manejo de picos de lluvia.

A su vez, la Subcuenca La Compañía cuenta con varias ventajas. Los ejidatarios y comuneros están organizados e interesados en estrategias para retener agua en cuenca alta y media. Estos cuentan con un gran número de obras, construidas en décadas o siglos pasados para la retención de suelos y agua. Además, existen fallas que podrán ser aprovechadas para infiltrar agua directamente hacia las zonas de pozos. Se podrían lograr importantes obras de captación, con una reorientación de las actividades mineras.

MICROCUENCA SAN FRANCISCO-IXTAPALUCA

PRIORIDADES: DESAZOLVE; MANTENIMIENTO Y CONSTRUCCIÓN DE JAGÜEYES Y PRESAS DE MAMPOSTERÍA; REFORESTACIÓN; FRENAR URBANIZACIÓN

Esta microcuenca está ubicada en el municipio de Ixtapaluca, Estado de México. En la parte alta de la **Barranca Atzizintla**, el Ejido y los B.C. de Coatepec, se cuenta con una zona modelo de manejo forestal y de suelos, con curvas de nivel, presas de gavión, mampostería y jagüeyes, herencia de trabajos cuidadosos en los años 1970. Se propone dar mantenimiento a sus presas de mampostería y de gavión, en el paraje La Cruz.

De estas presas, en particular, se propone rehabilitar la “Chihuahua 1,” la cual data del año 1672, y cuenta con un importante potencial de captación. Debajo de esta presa, hay cortinas de mampostería que desvían agua al Jagüey de Atzizintla, siendo el más grande en la zona. Éste conserva su agua durante todo el año, y por lo tanto, tiene un importante papel para la ganadería en la zona. A un costado de este jagüey, la Conagua propone construir una de siete

“presas reguladoras”, o macrocortinas, para retener escurrimientos extraordinarios por 24 horas, para luego verterlos para su desalajo vía el Túnel La Compañía y Planta de Bombeo La Caldera.

La **Barranca Texcalhuey** (o La Virgen) recibe los escurrimientos de la zona del Ejido de Coatepec, los cuales llegan posteriormente a la mina de Tepopotla, donde se cuenta con una laguna de infiltración con una capacidad estimada de unos 6,300m³. Este cuerpo de agua es ocupado como abrevadero para ganado. Adicionalmente, cinco jagüeyes recogen los escurrimientos de los caminos.

Aguas abajo, en el Ejido de Tlapacoya, los escurrimientos de la misma barranca se interrumpen en la mina Santa María Magdalena, en donde el agua es infiltrada, gracias a la porosidad de la zona.

Otro escurrimiento considerable proviene del cerro de La Mesa, y rodea la mina de Las Trancas, propiedad del ejido de San Francisco Acuatla. Se requiere captar esta agua para poder atender los trabajos de reforestación que el ejido está realizando en sus áreas de uso Común.

La **Barranca Las Jícaras**, que corre por el sur del ejido de San Francisco Acuatla, recibe sus escurrimientos de los cerros de Huilupán, Torrecillas y Telapón, y por lo tanto, es la más caudalosa en esta microcuenca. Justo antes de llegar al pueblo de San Francisco, una presa anteriormente desviaba el agua a la Presa de Texalpa o San Agustín, la cual data del año 1789.

Estas obras se azolvan, por la falta de trabajos para retener suelos cuenca arriba. Miembros activos de la comunidad de Juan Antonio Soberanes están interesados en recuperar esta presa, para almacenar aguas pluviales para su potabilización, dado que sufren de extrema escasez hídrica. Existe la preocupación por el riesgo que podría significar una falla en su integridad estructural.

EL PLAN EN ACCIÓN...

**Ejido de San Francisco Acuatla**

Frente a los problemas de fuertes escurrimientos, baja permeabilidad y urbanización, el Ejido de San Francisco Acuatla propone el desazolve de 2 jagüeyes y 25 presas de mampostería; y la construcción de 32 presas nuevas, así como la rehabilitación de 2 presas de la época colonial.

En esta zona todavía se aprecian los vestigios del acueducto (fechado en 1758) que desviaba escurrimientos desde una altura de 2,600 msnm, hasta la Hacienda El Carmen (actualmente en la Unidad de Riego del mismo nombre en el Ejido de Ixtapaluca).

Las barrancas **Jícaras y Texcalhuey**, se unen al entrar al pueblo de San Francisco, para formar el río del mismo nombre. A estas alturas, el cauce adquiere una anchura media de 10 mts y una profundidad de 15 mts, y empieza a contar con un caudal permanente, gracias a las aportaciones de aguas residuales de la zona urbana. El hombro del cauce sufre de una dinámica de invasiones hormiga.

En la Colonia Jesús María, y al pasar el puente del mismo nombre, se integran los escurrimientos de la barranca de Atzizintla, y posteriormente, el Río San Francisco recibe las aguas del conjunto habitacional Rosa de San Francisco. Estas aguas crudas son aprovechadas vía mini-bombeo, para el riego de alfalfares en la Unidad de Riego El Mezquite en el ejido de Ixtapaluca.

Las minas Santa María Magdalena, Santa Cruz y Las Trancas (las dos últimas del Ejido San Francisco Acuatla), que se encuentran en esta zona, generan arrastre que azolva las obras de captación cuenca abajo. Las minas El 40, VAROSA y La Rosita, actualmente fuera de servicio, sirven como lagunas de retención para escurrimientos que bajan por la Barranca El Olivar de los cerros El Tezoyo y El Tejolote.

En esta zona el cauce cuenta con una profundidad de hasta 21 metros, y un ancho promedio de 30 mts, siendo ésta el lindero entre los ejidos de San Francisco Acuatla e Ixtapaluca. Hacia ambos lados se edificaron presas de gavión en la década de los 70's, para controlar los escurrimientos que entraban al río a esta altura.

En esta barranca la Conagua propone otra "Cortina reguladora" de retención temporal (24 horas). Los ejidatarios proponen en su lugar, una serie de cuatro cortinas de mampostería para aprovechar el agua para actividades piscícolas y recreativas, dado que esta zona es de asueto, y cuenta inclusive, con una huerta de olivos que fue productiva desde 1600 hasta recientemente.

La Barranca La Cañada o Zoquiapan, nace con los escurrimientos de los cerros Potreros y Chichiquil que entran a la mina El Corazón (propiedad de Ejido Zoquiapan), mientras que los del Cerro del Tejolote entran a la mina La Cañada (particular) y los del Cerro

EL OLIVAR, EJIDO DE IXTAPALUCA, IXTAPALUCA



del Tezoyo son interrumpidos por El Potrero (mina propiedad del Ejido Ixtapaluca). Con un manejo adecuado estas minas podrían servir como zonas de captación, como es el caso con la Laguna de “El Milagro”.

El agua que escurre de la autopista México-Puebla ocasiona deslaves en los caminos de acceso a las minas, soltando material que aguas abajo se suman al arrastre de tepetate de la fábrica de llantas (en Ejido San Marcos Huixtoco), causando cuatro kilómetros de azolve de esta barranca.

En esta zona, el H. Ayuntamiento de Ixtapaluca excavó pozos de infiltración, por medio del ODAPAS, para aprovechar el recurso hídrico y evitar inundaciones en el

BARRANCA LA CAÑADA O ZOQUIAPAN, POZOS DE ABSORCIÓN DE ODAPAS IXTAPALUCA.



Puente Cuate, impidiendo así la sobresaturación de Río La Compañía.

El Río San Francisco se va alimentando de todas las barrancas antes mencionadas, hasta desembocar en el vaso regulador “La Gaserá”, a un costado de la caseta de la carretera a Cuautla, antes de descargarse en el Canal o Túnel “La Compañía”.

MICROCUENCA SANTO DOMINGO

PRIORIDADES: RETENCIÓN DE SUELOS; DESAZOLVE DE PRESAS; Y REFORESTACIÓN

La **Barranca Santo Domingo**, nace con los escurrimientos de los cerros Telapón

y Los Potreros, en una zona que presenta problemas de deforestación por la tala clandestina, contra la cual han empezado a tomar acción las autoridades ejidales y delegacionales del pueblo General Manuel Ávila Camacho.

El pueblo de Ávila Camacho propone obras para retener aguas pluviales, y tratar y reusar aguas residuales, dado que sólo cuentan con agua potable durante los cinco meses de lluvias; el resto del año tienen que comprar su agua vía pipas.

En el Ejido de Chalco, el cauce de Santo Domingo cuenta con presas de mampostería, construidas por la Comisión Federal de Electricidad. Estas obras se encuentran completamente azolvadas, impidiendo que capten escurrimientos, excepto los que logran infiltrarse entre los basaltos fragmentados de la zona.

De ahí, el Río Santo Domingo entra al Ejido de San Marcos Huixtoco, cuyas tierras fueron reforestadas con eucaliptos en los años 1970, los cuales no han detenido la erosión de sus suelos ni el azolve del cauce.

MICROCUENCA SAN MARTÍN CUAUTLALPAN

PRIORIDADES: RESOLVER CRISIS DE INVASIÓN DE CAUSES POR CONJUNTOS HABITACIONALES; PRESAS DE RETENCIÓN; FRENAR URBANIZACIÓN

Los escurrimientos de esta microcuenca ubicada en el municipio de Chalco, Estado de México, nacen en el Cerro Ixtaltetlac (o del Papayo), una zona deforestada que todavía cuenta con terrazas de infiltración, presas de mampostería, curvas de nivel y sembradío de eucaliptos, realizado en los años 1970.

En su zona alta, la Barranca Xalatitla cuenta con un jagüey, con una capacidad de almacenamiento de 15,800 m³. La barranca pasa por el Parque Ejidal Las Piedras, en donde su cauce está invadido por Colonia Atlahuitla en el paraje Ocotenco.



MICROCUENCA HUEXOCULCO

La **Barranca La Mora** recibe los flujos más caudalosos de esta microcuenca. Sin embargo, recientemente la empresa constructora Casas GEO, tapó esta barranca para construir la unidad habitacional Pueblo Nuevo I, buscando desviar las aguas con un canal elevado. Las empresas Davivir (Hacienda San Juan)¹ y Sadasi (Villas de San Martín) igualmente han construido unidades habitacionales sobre cauces y una falla geológica en esta zona.

La Comisión de Cuenca y autoridades de Protección Civil del municipio de Chalco están realizando gestiones para prevenir un desastre de mayores proporciones. Una medida inmediata incluiría la construcción de presas de gavión en las barrancas Los Mexiquitos e Ixtaltetlac, arriba del pueblo San Martín Cuautlalpan.

Actualmente, las aguas residuales del pueblo San Martín Cuautlalpan están siendo desviadas para la construcción de la unidad habitacional Hacienda San Juan, de la empresa Davivir, en la misma zona de grietas que ha afectado severamente la integridad de las viviendas en Villas de San Martín.

MICROCUENCA HUEXOCULCO

PRIORIDADES: REFORESTACIÓN; MANEJO DE SUELOS; DESAZOLVE Y CONSTRUCCIÓN DE LAS PRESAS

Esta microcuenca ubicada en el municipio de Chalco, ha sufrido fuertes dinámicas de deforestación; sus suelos son arcilloso-limosos, y por lo tanto, poco permeables. Sus tres barrancas, que pasan por tierras abiertas al cultivo de temporal por ambos lados,

“En el caso de ocupación de vasos, cauces, zonas federales mediante la construcción de cualquier tipo de obra o infraestructura, sin contar con el título o permiso..., la Autoridad del Agua queda facultada para remover o demoler las mismas con cargo al infractor, sin perjuicio de las sanciones que correspondan.”

Artículo 122, inciso II, Ley de Aguas Nacionales

llevan grandes volúmenes de escurrimientos y suelos. Cuenta con presas de mampostería y de gavión y cuatro jagüeyes, construidos en los años 1970, azolvados; algunos se han rellenado tanto que ahora son utilizados como puentes para cruzar la barranca, la cual tiene 7 metros de profundidad y 10-12 metros de ancho. Proponen construir cuatro jagüeyes más.

El 1 julio 2011, el azolve de la barranca a la entrada del pueblo fue tan severo que los escurrimientos provocaron el desgajamiento de la ladera, resultando en un alud de lodo, que daño y destruyó 400 viviendas.

MICROCUENCA SAN LORENZO TLALMIMILOLPAN

PRIORIDADES: OBRAS DE RETENCIÓN E INFILTRACIÓN; REFORESTACIÓN

Las barrancas de esta microcuenca, ubicada en los municipios de Chalco y Tlalmanalco (Barranca El Potrero, Almendrales y Cañada del Agua), nacen en los densos bosques al norte de la “cabeza” del Iztaccihuatl. Tiene una profundidad de alrededor de 25 metros,

¹ Las aguas residuales del pueblo de San Martín Cuautlalpan están siendo desviadas para la construcción de la unidad habitacional Hacienda San Juan.

y un ancho de 40 metros. Por contar con suelos arenosos sumamente permeables, las Barrancas del Agua y Tonecoxico representan excelentes oportunidades para infiltrar agua; se proponen presas de gavión desde los 2400 hasta 3000 msnm. El Ejido de Miraflores ha tomado la iniciativa de construir una represa para prevenir inundaciones a la salida de la barranca, en una zona con influencia directa en el pozo del pueblo de Miraflores, municipio de Chalco. Se menciona adicionalmente, que existen dos fallas en dicha población, las cuales podrían fácilmente ser acondicionadas para recibir escurrimientos de calidad.

MICROCUENCA SAN RAFAEL

PRIORIDADES: DESVÍO DE PICOS DE LLUVIAS ARRIBA DE ZONA URBANA PARA SU INFILTRACIÓN

Esta microcuenca, ubicada en Tlalmanalco, Estado de México, está presidida por el Volcán Iztaccihuatl. Mientras que sus frondosos bosques facilitan la retención de suelos y agua, por otro lado, lo obstruyen galiones y canales en cuenca media y alta que la papelera San Rafael excavó para interrumpir los procesos naturales de infiltración y crear un caudal suficiente (más de 300 lps) para generar la electricidad requerida por la fábrica. Estas obras que datan del siglo XIX siguen funcionando hasta la fecha, generando un caudal permanente, llamado Río Tlalmanalco (o Apipitza), con un caudal base de 300 lps, el cual ha disminuido significativamente en los últimos 15 años. Estas aguas superficiales son aprovechadas por la fábrica Kimberly Clark de México y el municipio de Tlalmanalco. Existe una veda contra nuevas concesiones para el agua de este río.

La zona alta de esta microcuenca es una de las zonas con mayor precipitación y más sensible a eventos extraordinarios, para lo cual se propone construir presas de gavión desde los 2,700 hasta los 3,000 msnm.

EL PLAN EN ACCIÓN...



BC Coatepec (Mpio. Ixtapaluca)

Para enfrentar la escasez en su comunidad para uso pecuario se pretende el desazolve de 5 jagüeyes, así como la construcción de 2 más en el paraje Morán y el Epazote. Proponene construir 5 cortinas de mampostería en El Morán y desazolvar 14 más.

Además, el pueblo de San Rafael fue construido a lo largo del cauce central de esta microcuenca, y por lo tanto, su calle principal se convierte con frecuencia en río caudaloso. Se propone captar estas avenidas arriba del pueblo, antes de que se contaminen, y canalizarlas hacia una laguna de infiltración a construirse en el Llano de Zavaleta, siendo una zona sumamente permeable que infiltra los escurrimientos que le llegan de los cerros alrededor.

MICROCUENCA CANAL LA COMPAÑÍA

PRIORIDADES: LAGUNAS DE INFILTRACIÓN; CONSTRUCCIÓN DE PRESAS DE MAMPOSTERÍA Y GAVIONES; FRENAR URBANIZACIÓN

Esta microcuenca comprende el cauce del Río La Compañía, el cual se va alimentando con las aguas de cada una de las microcuencas arriba mencionadas, atravesando una zona sumamente permeable, hasta llegar a la impenetrable zona urbana-lacustre abajo. Esta microcuenca es sumamente susceptible a eventos extraordinarios, si no hay un buen cuidado de sus microcuencas tributarias.

Al lograr el entubamiento de las aguas residuales de sus microcuencas tributarias, se podrá infiltrar sus escurrimientos, vía lagunas de infiltración a lo largo de este río hasta llegar a la zona lacustre. Ello no sólo serviría para prevenir inundaciones y evitar el costo del bombeo que implica el Túnel La Compañía, sino, se lograría recargar agua en zonas de influencia de los numerosos pozos de Chalco, Valle de Chalco, Ixtapaluca y del Estado de México.

Los cerros del norte de esta microcuenca, El Pino y Tejolote Chico, son propiedad de los ejidos de Ayotla, Tlapacoya, Chalco e Ixtapaluca, y han sido poblados por los asentamientos irregulares Wenceslao y El Rayo, entre otras.

Se requiere de obras para retener los caudales del Cerro El Elefante, los cuales inundan a la población de Ayotla, así como los de la Barranca El Capulín, la cual inunda la colonia San Isidro con lluvias del Cerro El Pino, en el municipio de Ixtapaluca. Estos cerros tienen potencial para la infiltración, dado que son compuestos de basaltos fragmentados, pero requerirían de un descostreo para remover la capa de arcillas que los impermeabilizan actualmente. Ayotla cuenta con un jagüey y tres pozos de infiltración, manejados por los propios pobladores.

1.3. OBRAS REQUERIDAS PARA RETENER ESCURRIMIENTOS: SUBCUENCA RÍO LA COMPAÑÍA

Barranca-Escorrimento	Obras a desazolver	Nuevas presas mampostería	Jagüeyes nuevos	Pozos de infiltración*	Azolve a retirar (miles de m ³)	Vol agua a captar por evento (miles de m ³)	Total (MDP)
BARRANCA DE ATZIZINTLA Y EL MORAN	42	8	4	0	103	522	17.6
BARRANCA TEXCALHUEY	7	14	0	0	11	341	52.0
BARRANCA LAS JICARAS	8	14	0	0	87	309	20.9
BARRANCA EL OLIVAR	0	4	0	0	0	189	9.6
BARRANCA ZOQUIAPAN	0	0	0	77	10	10	0.3
BARRANCA SANTO DOMINGO	21	8	0	0	20	81	25.6
BARRANCA ATLAMAXA	29	2	0	0	10	23	1.9
BARRANCAS HUEXOCULCO	3	19	4	0	0	51	8.9
BARRANCAS POTRERO Y ALMENDRALES	3	8	0	0	0.4	253	16.1
BARRANCA AYOTLA	2	2	0	0	1	10	20.7
CERRO ELEFANTE	1	0	0	2	1	4	0.04
Total: Obras de retención en barrancas	116	77	8	77	247	1,796	173.6
Retención de suelos y aumento en cobertura vegetal en zonas con alta tasa de escurrimiento y/o vulnerabilidad a procesos erosivos, 9 años						539	67.5
Total						2335	241.1

*El subtotal incluye materiales, acarreo y mano de obras; el total incluye 15% para administración y supervisión; 10% para imprevistos, y 10% para compensar e involucrar a los ejidos correspondientes.

PRESA CHIHUAHUA, EJIDO DE SAN FRANCISCO ACUAUTLA, IXTAPALUCA.



AZOLVE POR ARRASTRE DE MATERIAL DE MINAS, EJIDO DE SAN FRANCISCO ACUAUTLA, IXTAPALUCA.



PRESA DE SAN AGUSTÍN O TEXALPA, EJIDO DE SAN FRANCISCO ACUAUTLA, IXTAPALUCA.



EJIDO DE ZOQUIAPAN



BARRANCA ATLAHUITLA, EJIDO DE SAN MARTÍN CUAUTLALPAN



Obras de retención propuestas para la Subcuenca La Compañía



Las presas, represas y jagüeyes propuestas para la Subcuenca La Compañía, permitirían retener los 1.9 millones de m³ de escurrimientos que se generarían en una tormenta de una intensidad que se da una vez cada 50 años, con una duración de 24 horas. Las zonas que requieren de mayor atención son las microcuencas de San Rafael y San Francisco, las cuales generarían 600 y 500 mil m³, respectivamente, de escurrimientos en cuenca alta y media en una tormenta extraordinaria, con una inversión total de \$408 millones a

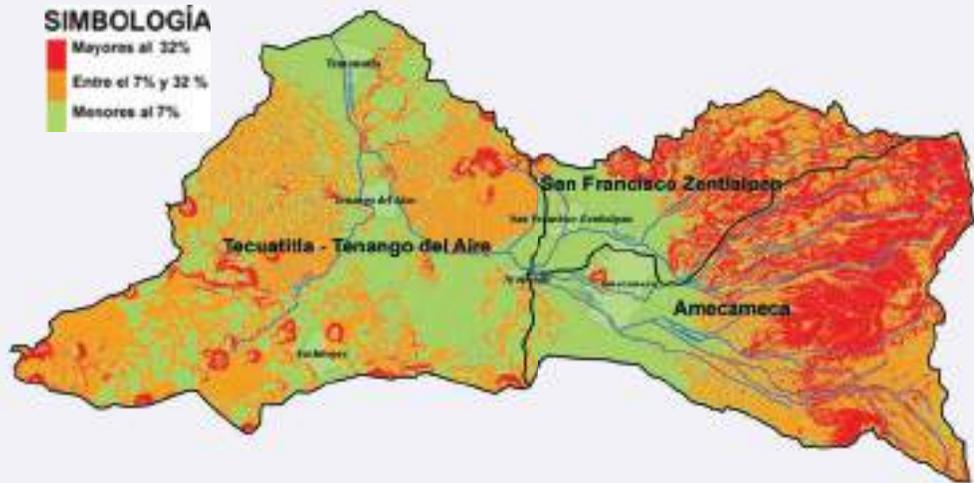


gestionar y ejercerse lo largo de nueve años. Estas obras serán complementadas por trabajos extensivos para la retención de suelos en zonas susceptibles a la erosión, con un valor total de \$120 millones. Los ejidos y comunidades forestales de la Subcuenca estarán a cargo de la gestión, construcción y mantenimiento de estas obras, apoyados por un fondo regional que valore el servicio ambiental de los volúmenes retenidos.

Oportunidades para la infiltración en la Subcuenca Río Amecameca

Pendientes

Las pendientes máximas; de hasta 54% se encuentran en la Sierra Nevada, y medias en el Chiconquiatic y los cerros del Ayaqueme, bajando a las tierras planas del Llano de Amecameca.



Uso de suelo y cobertura vegetal

La zona más alta del Iztaccihuatl se encuentra sin vegetación. De ahí sigue una franja de pinos de altura, seguido por una franja densa de oyameles, y luego otra de pinos que desciende hasta el valle, todos los cuales sirven para retener suelos y agua. Excepto por el bosque encino-pino de Chiconquiatic, y los pastizales inducidos de Ayaqueme, el resto del territorio de la subcuenca se encuentra bajo cultivo, principalmente maíz, avena y alfalfa. Esta subcuenca no ha sufrido grandes alteraciones por dinámicas de urbanización, aunque las nuevas vialidades propuestas y bajo construcción podrían resultar en enormes presiones.

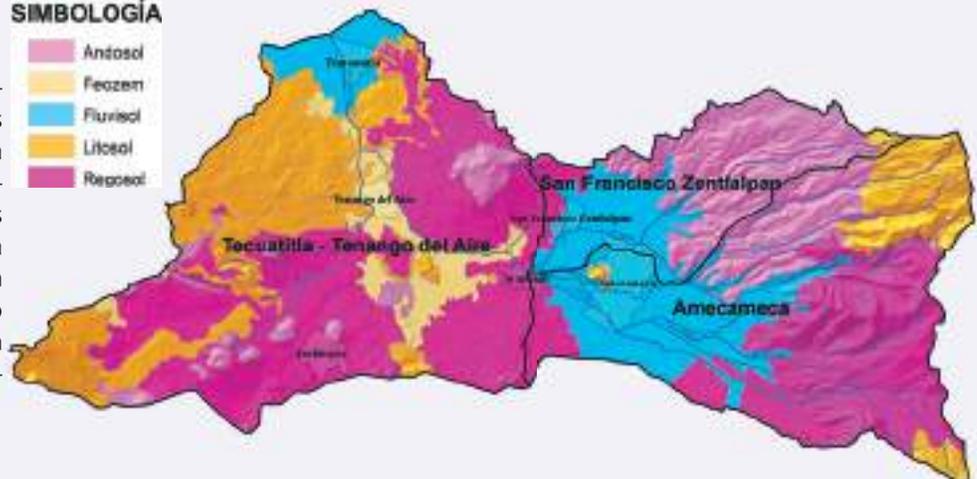


Tipo de suelo

Los suelos de la falda del Popocatepetl y de los cerros volcánicos de Chiconquiatic, La Joya y Juchitepec, son permeables, buenos para actividades forestales, y vulnerables a la erosión cuando se quedan expuestos. Los suelos del llano de Amecameca fluvisoles son sumamente fértiles y permeables.

SIMBOLOGÍA

- Antosol
- Feczen
- Fluvisol
- Litceol
- Rececol

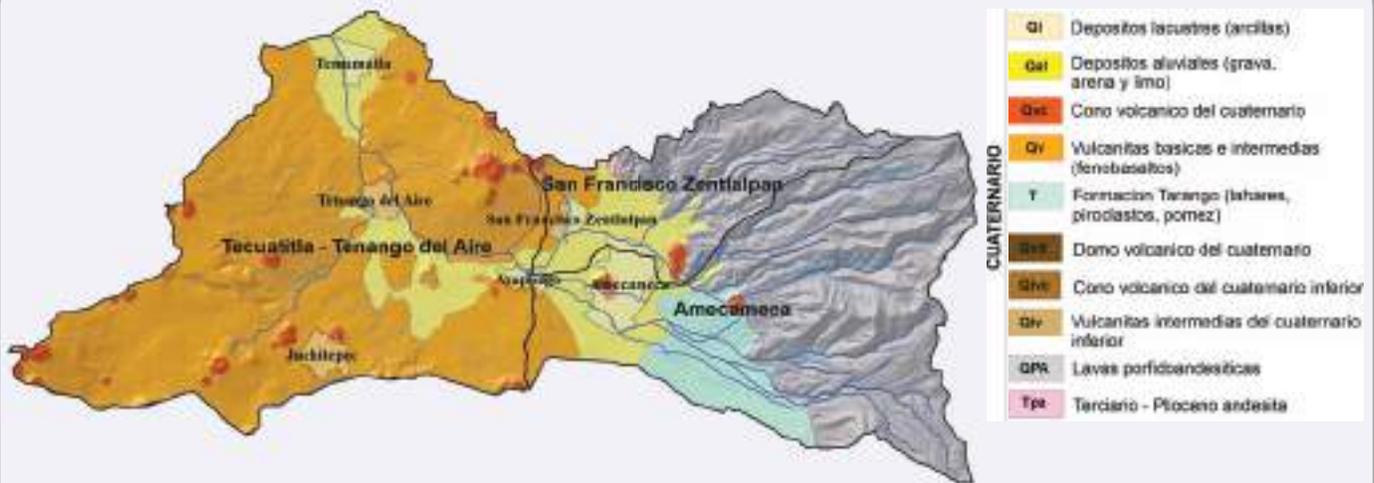
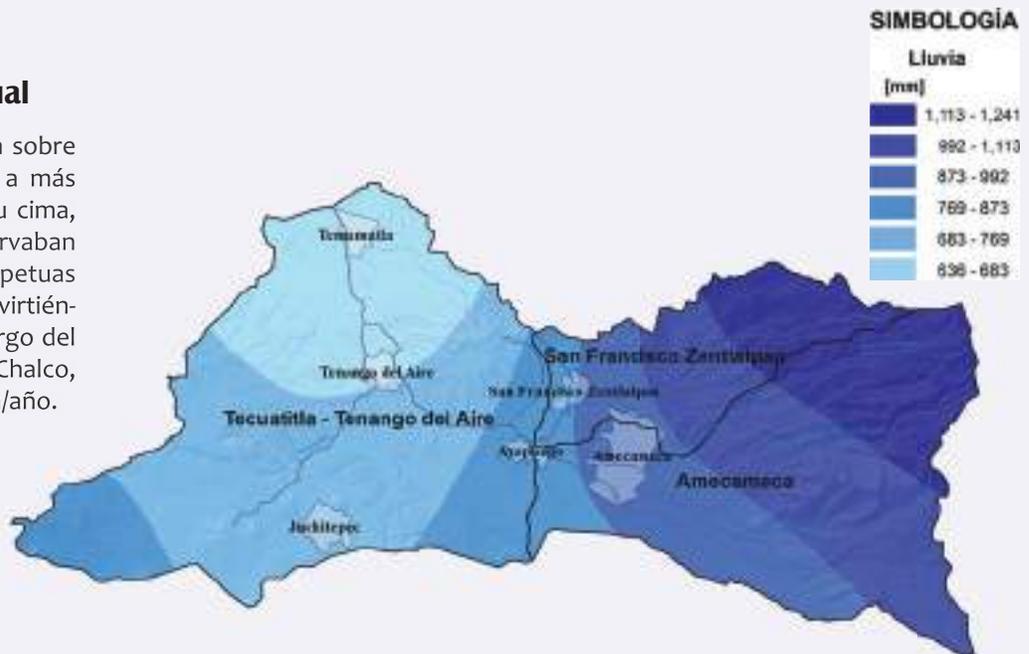


Estrategias

- Descostreo de barrancas
- Lagunas de infiltración
- Tinas ciegas y zanjas en cuenca alta

Lluvia media anual

Las lluvias se concentran sobre el Iztaccihuatl, llegando a más de 1100 mm al año en su cima, en donde antes se conservaban en la forma de nieves perpetuas sobre los glaciares, convirtiéndose en deshielos a lo largo del año. La zona baja en Chalco, recibe menos de 600 mm/año.



Hidrogeología

Alto volcanismo del cuaternario con las formaciones Iztacihuatl, Popocatepetl y Chichinautzin, orden en que se encuentran estratigráficamente, con algunos afloramientos esporádicos de rocas volcánicas del Terciario.

MICROCUENCAS AMECAMECA

PRIORIDAD: PRESAS DE INFILTRACIÓN

Ésta microcuenca está ubicada en el municipio de Amecameca, Estado de México, en las faldas de la Sierra Nevada, protegidas por los bosques de pino-oyamel de los Bienes Comunes de Amecameca y Chalma. Estos bosques se encuentran en buen estado, y son atravesados por una serie de grandes y profundas barrancas, pobladas por exuberantes franjas de bosque mesófilo. Siete de sus cauces cuentan con ríos y arroyos permanentes, el más grande siendo El Salto, que provee agua potable a la cabecera municipal.

En cuenca alta (arriba de 3600 msnm), se localiza el Parque Nacional Iztaccihuatl-Popocatepetl. Desde el año 2001, la Dirección del Parque Nacional ha estado laborando para lograr la restauración y buena gestión de esta área natural protegida. Han logrado crear zonas de pastoreo semi-intensivo. Al erradicar el ganado del parque, han logrado disminuir la compactación de los suelos, la destrucción del arbolado joven, y la incidencia de incendios forestales provocados.

Además, personal del Parque ha excavado 58 mil zanjas captadoras de agua, y ha construido 120 obras para la retención de suelos y agua. Asimismo, ha organizado un fideicomiso “Fábrica de Agua” a través del cual el sector privado (con empresas como Bimbo, Banamex, y Volkswagen) apoyan las obras de restauración. Estas obras permiten aprovechar la permeabilidad y alta precipitación de la zona, evitando a su vez, la llegada de fuertes caudales y azolve.

EL PLAN EN ACCIÓN...



Ejido Zentlalpan

Recuperación del bosque, San Francisco Zentlalpan, Amecameca. Los ejidatarios, bajo la coordinación del Presidente del Comisariado Ejidal Alejandro Galicia, y la presidenta del Comité de Vigilancia Norma Angélica Ramos, están buscando recuperar la zona forestal a través de hoyas de captación, para recargar los acuíferos y garantizar agua a futuro.

En las principales barrancas con escurrimientos intermitentes en las “faldas” del Iztaccihuatl y Paso de Cortéz, se recomienda la construcción de presas de gavión² para disminuir la velocidad de escurrimientos pluviales, y en lugares con ésta aptitud, la excavación de lagunas de infiltración.³

Por su parte, en el municipio de Amecameca, Estado de México, las comunidades de San Pedro Nexapa, San Juan Grande y Santa Isabel Chalma están logrando la reforestación de las zonas taladas a su alrededor, y se están organizando para la instalación de obras para manejar picos de lluvia.

2 En las tres barrancas que se bifurcan de la Cañada Ocoxitla, 2,600-2,900 msnm; en Barranca Tlapacota, arriba de Santa Isabel Chalma, hasta los 3,400 msnm; en Barranca Chalanco, arriba de Santiago Cuautenco, de 2,700 a 3,400 msnm; en Barrancas Tzozquinzinco y Coronilla, de 2,700-3,500 msnm; en Barranca Amilpulco, arriba de Amecameca, de 2,700 a 3,700 msnm; en Cuiloxotitla, de 2,700-2,900 msnm; en Barrancas Alcatiga y Cuiloxotitla, entre 2,500 y 3500 msnm; en la Barranca de San José, de 2,600 a 2,700 msnm; en las Barrancas Mazacotote y Cuamilulopa, de 2,700 a 2,900 msnm; Barrancas Lodrilesco, San Agustín e Ylitenco, 2,450 a 2,900 msnm.

3 En las barrancas Zimatongo a 2,600 msnm; Cuiloxotitla a 2,500 msnm; Cuamilulopa a 2,700 msnm; y en el deportivo Maracaná.

Al pie de los volcanes, en donde la acumulación de material granular fino ha generado una zona impermeable, Agua y Saneamiento de Amecameca (ASA) propone la creación de una laguna de retención, de 64 m x 264 m, con un tirante de 7.5 metros, para una capacidad total de 126,720 m³. Ésta almacenaría demasías de agua del Sistema El Salto, y se realizaría su potabilización a través de filtros lentos, seguido por cloración.

MICROCUENCA ZENTLALPAN

PRIORIDAD: REPRESAS Y DIVERSIFICACIÓN FORESTAL

Otra zona tributaria al Río Amecameca está comprendida por el conjunto de volcanes menores Chiconquiac-La Coronilla. Sus profundas barrancas (hasta 22 metros, con 15-25 metros de ancho) y arenosos suelos son especialmente aptos para represas de infiltración. Éstas servirían para aumentar la humedad disponible para los bosques de pino-encino, los cuales actualmente se encuentran debilitados.

Los ejidos de Zentlalpan, Poxtla, Ayapango, San Mateo Tepopula, Tlamapa y Tenango del Aire en el Estado de México, han realizado proyectos exitosos de reforestación, para re-

cuperar zonas dañadas por el descortezador (*dendroctonus mexicanus*), y por el desmonte con fines agrícolas.

MICROCUENCA TECUATITLA-TENANGO DEL AIRE

PRIORIDAD: LAGUNAS DE INFILTRACIÓN

A lo largo de su curso por las planas zonas de recarga de cuenca media baja, el Río Amecameca mantiene una profundidad de 1.3 a 1.8 metros, y un ancho de 3 a 8 metros, desbordándose al recibir picos de lluvia aportadas por la Sierra y los cerros por donde corre.

Los suelos de esta zona son sumamente permeables, y drenan directamente a la unidad granular del acuífero regional. Para prevenir inundaciones cuenca abajo, y para recuperar los acuíferos en torno a los pozos del Sistema Sureste de la CAEM ubicados en Ayapango, Tenango del Aire y Temamatla, se propone la creación de una serie de lagunas de infiltración.

EL PLAN EN ACCIÓN...



BC Amecameca

Realizaron zanjas trincheras para la retención de picos de lluvia, y obras para la retención de suelos y humedad, bajo la coordinación de su presidente, Daniel Tableros Ponce. Proponen hacer represas en barrancas y hoyas de captación para la retención de picos de lluvias.

EL PLAN EN ACCIÓN...



Ejido de Chalco

El Comisariado Ejidal de Chalco, compuesto por Fernando Franco Torres, Fernando Martínez Santillán, Ezequiel Pablo Flores Velásquez, Felipe Ramírez Solís, Gabriel Gutiérrez Martínez y Jorge Rodríguez proponen desazolver 12 presas de mampostería, y construir dos más.

Cada laguna contaría con una obra de toma (canal abierto o tubo cerrado), compuertas, desarenador, piezómetro (para monitorear el avance de la infiltración) y una cerca de malla perimetral. El fondo de la laguna sería cubierto por una cama de tezontle grueso con un espesor de 20-30 cm, que serviría como filtro para evitar que el tapado de los poros de entrada, el cual sería removido y lavado o renovado periódicamente.

Se propone como obra piloto, la construcción de una laguna de infiltración en Tenango del Aire, en un terreno designado por el municipio para este fin. Esta obra recibiría las aguas que descienden del Cerro Ayaqueme, por la Barranca Tecuatitla, procedente de Juchitepec.

Los cerros de Ayaqueme forman la tercera zona tributaria del Río Amecameca, y están compuestos por basaltos de la Sierra

un enorme caudal de agua limpia⁴ que baja, hasta desembocar en la cabecera de Tenango del Aire. La laguna de infiltración piloto en Tenango del Aire tendría influencia directa en los pozos Tlachiques, y preveniría las constantes inundaciones sufridas por su cabecera, así como por las poblaciones de Huitzilzingo, San Pedro y San Pablo Tezampa, y Atlazalpan en Chalco, Estado de México y los ejidatarios de Mixquic y Tláhuac, en el Distrito Federal.

SITIO PROPUESTO PARA LAGUNA DE INFILTRACIÓN EN TENANGO DEL AIRE

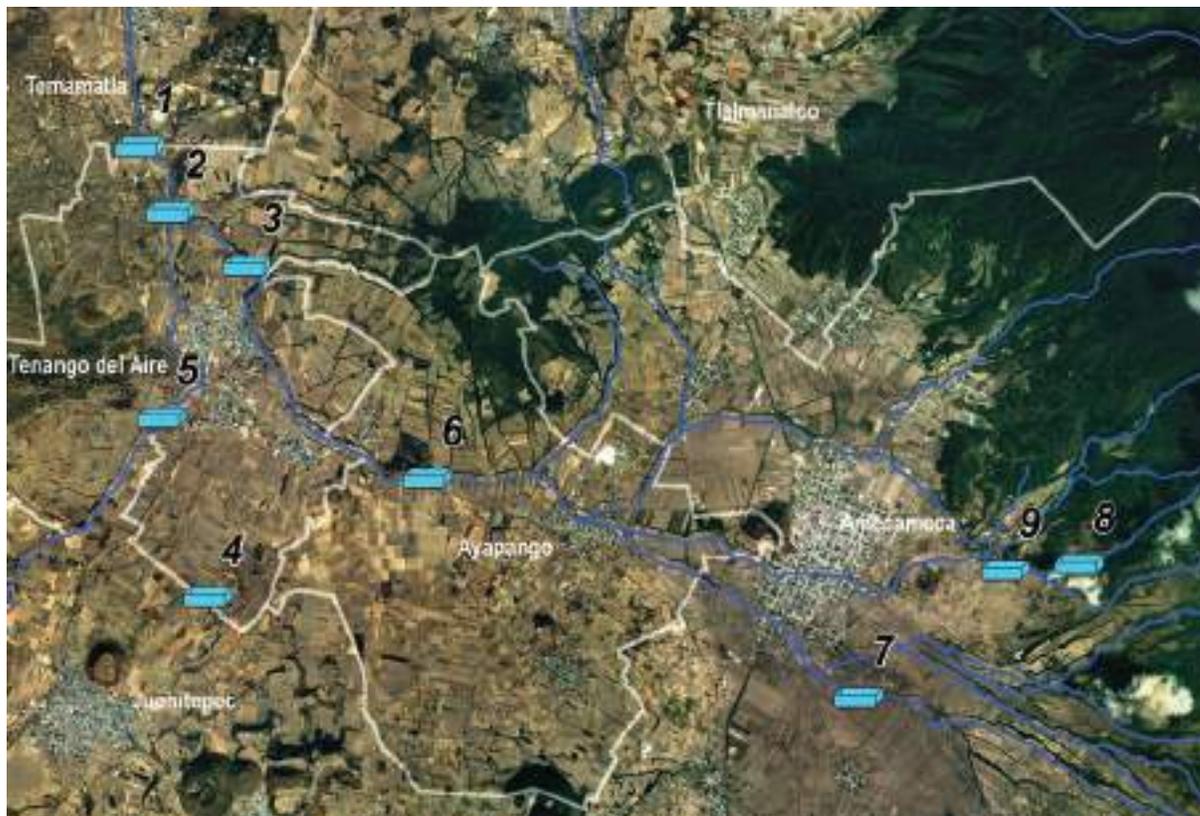


Chichinautzin. Esta zona fue decretada en 1992 como área natural protegida por el Gobierno del Estado de México por su importante función como zona de recarga de acuíferos.

Debido a sus suelos incipientes y su falta de vegetación, las lluvias que recibe esta zona son infiltradas con rapidez. Sólo en el límite oriente de estos depósitos, se forma

⁴ Se tendrá que asegurar que no entre en contacto con el extiradero de Juchitepec.

MAPA 1.4. UBICACIÓN DE LAGUNAS DE INFILTRACIÓN PROPUESTAS PARA RÍO AMECAMECA



Se propone realizar las lagunas de Sedena y Tecuatitla vía convenio con la Sedena y el municipio de Tenango del Aire, respectivamente. Se tendría que adquirir 52.5400 hectáreas rurales para las lagunas restantes, a un costo de aproximadamente \$400,000 por hectárea.

TABLA 1.5. OBRAS PARA RETENCIÓN E INFILTRACIÓN DE AGUAS PLUVIALES

Laguna de infiltración	Municipio	Área	Infiltración total anual (m ³)	Costo (MDP)	Adquis. Terreno	Costo Total	Obras de retención y almacenamiento	Municipio	Costo (MDP)
Viveros de Sedena	Temamatla	7.5	113,400	7.2	NA	7.2	Represas B.C. Amecameca	Amecameca	20
Tenango-Temamatla	Tenango del Aire	6.5	98,280	9.3	2.6	11.9	Laguna de almacenamiento aguas pluviales ASA Amecameca	Amecameca	20
Río Amecameca	Tenango del Aire	5.0	567,000	7.2	2.0	9.2	Represas Zentlalpan	Amecameca	1
Juchitepec	Juchitepec	13.0	737,100	17.3	5.2	22.5	Presa San Rafael-El Salto	Tlalmanalco	20
Paraje Tecuatitla	Tenango del Aire	12.0	181,440	7.2	NA	7.2	TOTAL		61
Carretera Ayapango	Ayapango	14.0	211,680	5.8	5.6	11.4			
El Maracán	Amecameca	4.2	63,504	7.0	1.7	8.7			
Paraje Zapotitla	Amecameca	8.8	133,056	12.7	3.5	16.2			
Paraje Cuiloxotitla	Amecameca	1.0	15,120	1.7	0.4	2.1			
TOTAL		72.0	2,120,580	75.4	21.0	96.4			

La recarga intencional con aguas pluviales

La lluvia es una fuente de agua de excelente calidad, entregada de manera intensa y esporádica sobre grandes extensiones territoriales, durante una sola época del año.

Para reducir escurrimientos y aumentar la recarga a los acuíferos, se requiere de obras y acciones extensivas, asociadas a su vez con la retención de suelos y la restauración de ecosistemas forestales.

Estas obras son la manera más económica para prevenir inundaciones, lo cual es cada vez más importante, por los daños a las zonas de recarga, la pérdida de los glaciares y el aumento en eventos extremos debido al cambio climático.

Las obras requeridas pueden construirse con materiales locales a bajo costo. Su operación no requiere del consumo de energéticos. Su diseño, construcción y mantenimiento requieren de un conocimiento profundo del territorio y una presencia permanente en ella.

Por lo tanto, es importante que los propios ejidatarios y comunidades sean capacitados y compensados por estas obras y acciones, como parte de un programa integral de gestión sustentable de sus tierras, incorporando una lógica más amplia de servicios ambientales ¹.

De los 914 millones m³ de lluvia recibida por la subcuenca cada año, 88 Mm³/año escurren y son exportados.

Del restante, 684 Mm³ (80%) son retenidos temporalmente por los suelos y la vegetación, antes de ser evapotranspirados horas, o hasta seis meses, después.

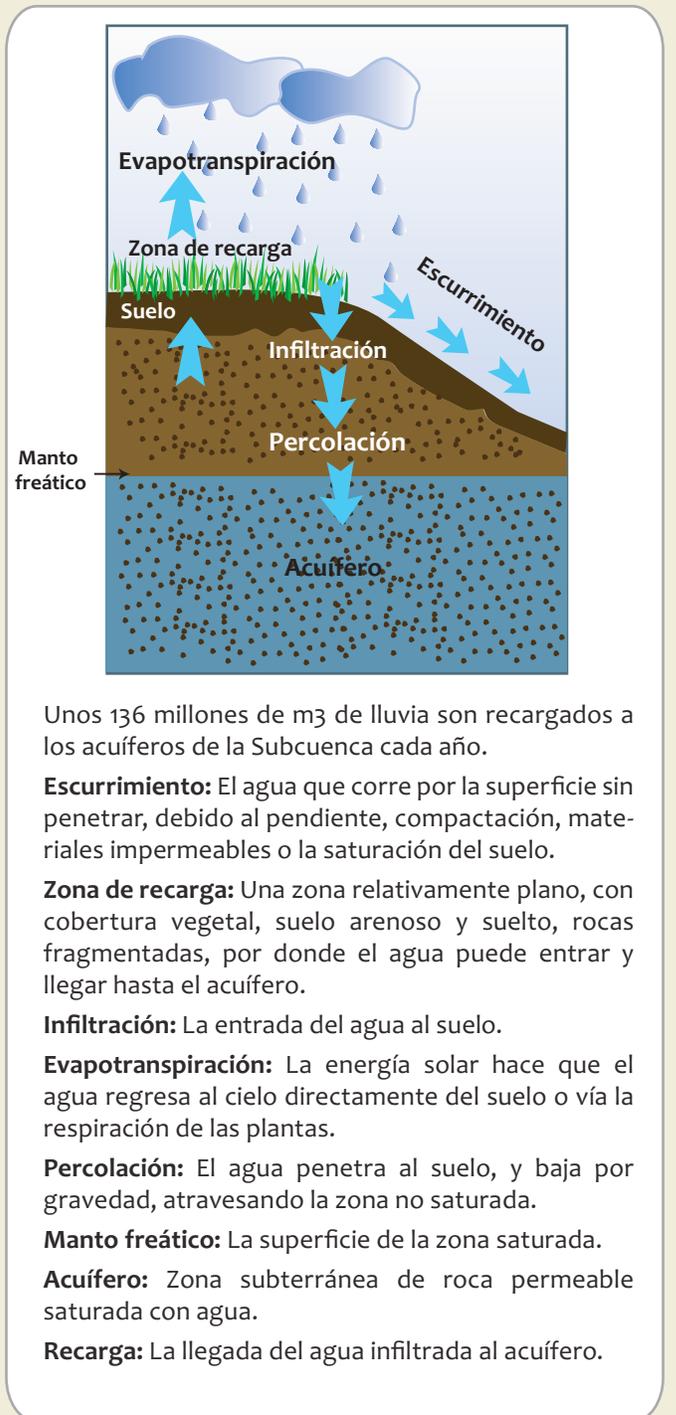
Solo 136 Mm³ logran penetrar el suelo y recargarse en los acuíferos de la Subcuenca cada año.

¹ Actualmente, los esquemas de compensación por servicios ambientales están enfocados exclusivamente en el mantenimiento de la masa forestal, dejando fuera este tipo de obra con una función exclusivamente hidrológica.



Fuente: Oscar Escolero, 2009

La recarga en cuenca alta es vital para el manejo adecuado de los ciclos del agua a largo plazo, mientras que la recarga en cuenca baja es estratégica para el manejo de ciclos de más corto plazo.



Unos 136 millones de m³ de lluvia son recargados a los acuíferos de la Subcuenca cada año.

Escurrimiento: El agua que corre por la superficie sin penetrar, debido al pendiente, compactación, materiales impermeables o la saturación del suelo.

Zona de recarga: Una zona relativamente plano, con cobertura vegetal, suelo arenoso y suelto, rocas fragmentadas, por donde el agua puede entrar y llegar hasta el acuífero.

Infiltración: La entrada del agua al suelo.

Evapotranspiración: La energía solar hace que el agua regresa al cielo directamente del suelo o vía la respiración de las plantas.

Percolación: El agua penetra al suelo, y baja por gravedad, atravesando la zona no saturada.

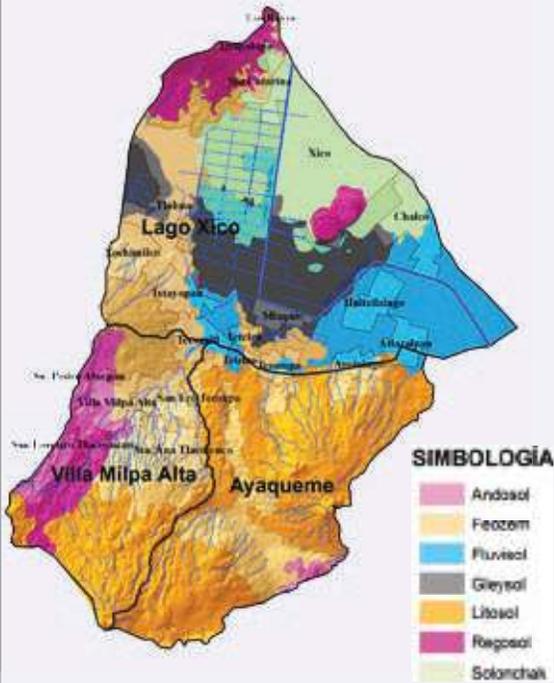
Manto freático: La superficie de la zona saturada.

Acuífero: Zona subterránea de roca permeable saturada con agua.

Recarga: La llegada del agua infiltrada al acuífero.

Oportunidades para la infiltración en la subcuenca Tláhuac-Xico

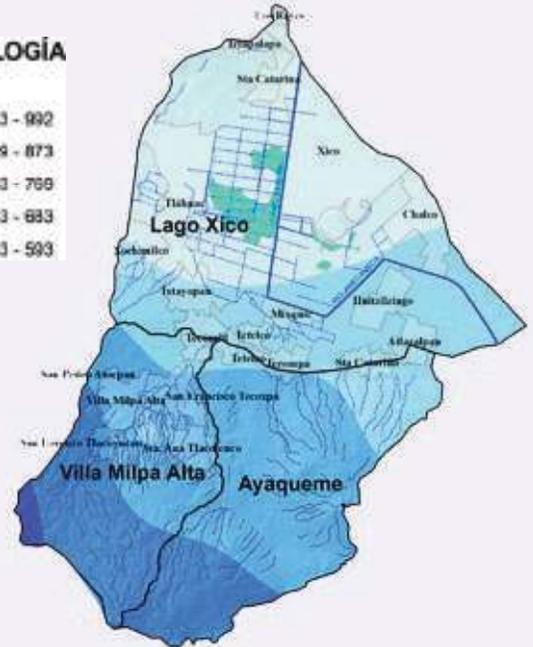
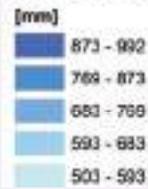
Tipo de suelo



En esta subcuenca encontramos los extremos, dado que los cerros de Milpa Alta, Santa Catarina, Ayaqueme y el Volcán Xico, son de alta permeabilidad, y la zona lacustre de cuenca baja, es prácticamente impermeable. Además, se cuenta, en Huitzilzingo y Tecomitl, con dos zonas planas de muy buena permeabilidad, óptimas para proyectos de recarga con aguas pluviales o tratadas.

Lluvia media anual

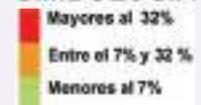
SIMBOLOGÍA



Con unos 750 mm/año, Milpa Alta recibe el mayor volumen de lluvia en esta subcuenca, mientras que en cuenca baja, y en Santa Catarina, la precipitación anual es alrededor de 500 mm/año.

Pendientes

SIMBOLOGÍA

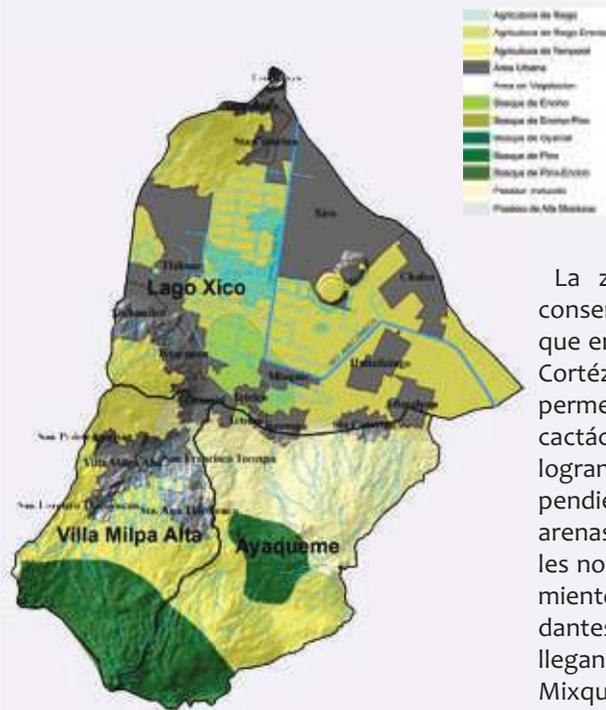


Prácticamente la totalidad de la subcuenca se encuentra con pendientes moderados, los cuales, si no se realizan obras para detener su paso, pueden resultar en una falta de aprovechamiento de esta excelente zona de recarga, y por lo tanto, inundaciones en Mixquic, Tetelco e Ixtayopan.

Estrategias

- Represas de infiltración
- Obras para retención de suelos
- Hoyas de almacenamiento
- Hundimientos en la Zona Lacustre Tláhuac-Xico

Uso de suelo y cobertura vegetal



La zona alta de Milpa Alta conserva sus bosques, mientras que en Ayaqueme en Caserío de Cortéz, los suelos son tan permeables que solo pastizales, cactáceas y algunos árboles logran establecerse. Dado la pendiente media, la presencia de arenas y las coberturas vegetales no se presenta tanto escurrimiento, solo en tormentas abundantes que las avenidas de agua llegan al valle en la zona de Mixquic, Tetelco e Ixtayopan.

GEOLOGÍA



Hidrogeología

Los derrames basálticos de la Sierra Santa Catarina son anteriores a Las rocas terciarias del cerro Tlapacoya representan las más antiguas de la zona, cubiertas por derrames basálticos de la sierra Santa Catarina. El volcanismo basáltico continuó en el cuaternario con lavas y piroclastos de la Sierra Chichinautzin, estas volcanitas junto con las del oriente de la formación Iztacihuatl generaron los materiales de grano fino –arcillas y limos- de la planicie lacustre del reciente de la subcuenca.

la Sierra Santa Catarina en su límite norte, representan zonas de recarga de excepcional capacidad. Estas áreas representan importantes oportunidades para aumentar la infiltración, por la buena calidad de sus escurrimientos (por haberse conservado por fuertes presiones urbanas), y por su influencia directa en la densa red de pozos en esta zona.

MICROCUENCA VILLA MILPA ALTA⁵

La Microcuenca Villa Milpa Alta, cuenta con dos microcuencas específicas, ambas de las cuales son Suelos de Conservación del Gobierno del Distrito Federal.

La microcuenca Cilcuayo comprende los pueblos y tierras comunales de San Francisco Tecoxpa, San Jerónimo Miacatlán, San Juan Tepenahuac, Santa Ana Tlacotenco, San Antonio Tecómitl en la Delegación Milpa Alta y San Nicolás Tetelco, Delegación Tláhuac.

La Microcuenca Río Milpa Alta colinda al poniente con la Subcuenca Xochimilco, y comprende los pueblos y tierras comunales de San Francisco Tecoxpa, San Agustín Ohtenco, San Jerónimo Miacatlan, San Juan Tepenahuac, Villa Milpa Alta, Santa Ana Tlacotenco, San Lorenzo Tlacoyucan, San Antonio Tecómitl en la Delegación Milpa Alta y San Juan Ixtayopan en Tláhuac.

La zona alta de estas microcuencas está protegida por bosques en buen estado, de pino, cardo santo, zacatonal, jarilla, pata de león. En la zona media encontramos árboles frutales como capulín, tejocote y gordolobo, jarilla, "sahualisca", matorral y zacatonal.

Uno de los principales retos para el buen manejo de la zona forestal será coordinarse con ganaderos y autoridades tanto del Distrito Federal como de los estados de México y Morelos, para lograr un ordenamiento del pastoreo, el cual está compactando suelos, destruyendo arbolado y provocando incendios para inducir el rebrote.

En cuenca media, se requiere de alternativas para lograr mayor valor agregado para las 4,160 has. sembradas en nopal, y para seguir avanzando en los procesos de diversificación ya iniciadas por las comunidades. Los habitantes de viviendas irregulares en esta zona han sido organizados por la Delegación para ayudar a cuidar las 34 barrancas que se encuentran en Milpa Alta; faltará generar alternativas para que sus viviendas no contaminen el acuífero.

En la zona baja se cultiva maíz, haba, avena, papa zanahoria, frijol ayocote, nopal, así como jitomate y otras hortalizas cultivados en invernadero. Además de las zonas de cultivo, se encuentran áreas en donde predominan los pastos, arbustos, eucaliptos y nopal silvestre.

Los pozos que abastecen a la población local son surtidos por aguas pluviales que han sido infiltradas ahí mismo recientemente y hasta siglos atrás. A su vez, estas microcuencas exportan agua subterránea a otras delegaciones, vía los sistemas de pozos profundos "Aguas del Sur" y "Tecoxpa". Una meta para esta subcuenca sería aumentar la infiltración y disminuir la extracción, hasta lograr la gestión equilibrada de su zona acuífera.

Desde los 1980, las comunidades han construido muros de piedra acomodada, represas de mampostería, costaleras, hoyas de captación, para conservar sus suelos y aprovechar sus aguas pluviales.

La Delegación de Milpa Alta propone la construcción de 32,000 m³ de muros de retención de suelos a base de piedra acomodada para la infiltración de agua a nivel parcelario para su establecimiento en las microcuencas Cilcuayo y Río Milpa Alta en 2011 y 2012. (13.3 MDP por año). Está gestionando, adicionalmente la construcción de

⁵ Se agradece en especial al Director General de Ecología de la Delegación Milpa Alta, Mario Camaño González por promover las propuestas y por su valiosa información.

60 hojas de captación pluvial con sistemas de riego por goteo para parcelas piloto en 50 hectáreas, y 200 equipos ahorradores de aguas pluviales (28.6 MDP).

Además se plantea la construcción de represas de gavión, piedra acomodada, mampostería y geocostaleras en las barrancas de estas microcuencas, así como la construcción de cercos filtrantes de piedra acomodada para la recuperación de terrazas o pantles en parcelas agrícolas.

A continuación, se presentan las propuestas que la Corena (2011) ha estado desarrollando junto con las comunidades de Santa Ana Tlacotenco y San Lorenzo Tlacoyucan en la Delegación Milpa Alta con el fin de lograr zonas modelo en áreas estratégicas en cuenca media. Siguen propuestas inmediatas de obras de retención en las otras comunidades de Milpa Alta, para iniciar un proceso que tendrá que continuar hasta que se logre la retención y aprovechamiento de la totalidad de los escurrimientos actualmente expulsados de la subcuenca.

MICROCUENCA LAGO TLÁHUAC-XICO: SANTA CATARINA

Esta microcuenca está presidida por el Cerro Santa Catarina, una zona de recarga sumamente estratégica, por su acceso directo a las zonas de pozos en Tláhuac e Iztapalapa en el Distrito Federal y Valle de Chalco, en el Estado de México, de los cuales dependen más de un millón de habitantes por su agua.

Esta zona estaba considerada como Suelo de Preservación Ecológica del Distrito Federal, hasta una reciente modificación (reversible) en el Programa de Desarrollo Urbano de la Delegación Tláhuac⁶.

Los productores (pequeños propietarios⁷ y ejidatarios del Ejido La Ciénaga) cuentan

con experiencia en el manejo de hojas de captación de agua pluvial. Estos proponen aprovechar aguas pluviales, con la instalación de 30 hojas adicionales, con una inversión de (14.3 MDP) para que se convierta en una zona generadora de productos orgánicos, con oportunidades de recreo, para aprovechar la vista panorámica de los volcanes y el Lago Tláhuac-Xico.

MICROCUENCA AYAQUEME

PRIORIDAD: OBRAS DE RETENCIÓN DE AGUAS PLUVIALES

Esta microcuenca desciende por el lado norte del Cerro Ayaqueme, al ser compuesto de basaltos fragmentados, y dado el dramático descenso de los acuíferos de la Cuenca, no cuenta con escurrimientos permanentes. Sus bosques están fragmentados, y algunos han sido desmontados para el cultivo, principalmente de avena y habas; hay, además, zonas importantes de matorral. Anteriormente, esta microcuenca fue productora de hierbas medicinales, incluyendo el toronjil y té de monte.

Los pueblos de Milpa Alta, San Tlacotenco y San Lorenzo Tlacoyucan, han contado con el apoyo de Corena para la realización de un gran número de obras para el manejo de escurrimientos, incluyendo represas, trincheras, terrazas, lagunas de infiltración. En el Estado de México, los Ejidos de Ayotzingo, San Pedro y San Pablo Tezompa han enfrentado varios retos en sus intentos de reforestar.

Anteriormente el manantial de San Miguel en Mixquic se alimentaba de las aguas recargadas por esta microcuenca. Actualmente, el ojo del agua ha sido reemplazado por un oquedad, y el pueblo de Ayotzingo sufre constantemente de inundaciones por los caudales que bajan por la subcuenca.

⁶ Dicho Programa designó grandes áreas del suelo de Santa Catarina a uso de suelo "Equipamiento Rural" (ER), el cual, según el Programa, permite la construcción de edificios de hasta 16 niveles.

⁷ Representados en parte, por la Asociación de Pequeños Propietarios de San Francisco Tlaltenco, A.C.

En esta área existen oportunidades de bajo costo y alto beneficio para la infiltración, dado que el agua es de buena calidad (por la relativa ausencia de actividades humanas), se tendría un impacto directo en la zona de pozos cuenca abajo, y se pondría fin a la constante dinámica de inundaciones sufrida por los habitantes al pie de monte.

Se requiere de la creación de hoyas, excavadas de la misma roca, en sucesión por las laderas del cerro, para captar e infiltrar los abundantes caudales pluviales que se forman ahí cuando los volúmenes de lluvia sobrepasan la capacidad inmediata de absorción de las rocas. Dado que los pocos suelos ahí son

arenosos y de reciente formación, no se requeriría de medidas para prevenir el azolve.

Será importante poner límites a las dinámicas de urbanización que empiezan a subir este majestuoso cerro, desde los municipios de Chalco y Juchitepec en el Estado de México, y la Delegación de Milpa Alta en el Distrito Federal. El principal poblado en la microcuenca Ayaqueme, es el Caserío de Cortéz en Chalco, Estado de México con 1,841 habitantes, el cual depende de la compra de agua en pipa, al no contar con red de agua potable; al carecer de drenaje, sus aguas residuales, son absorbidas directamente por esta zona sumamente permeable.

1.3. OBRAS DE INFILTRACIÓN PARA SUBCUENCA MILPA ALTA**TABLA 1.7. OBRAS DE RETENCIÓN, BARRANCA SECA**

Comunidad	Obras	Costo (MDP)
Afluentes de Barranca Seca	100 cortinas de represa (12 x 8 x 9, x 3)	80.6
Tlaxcaltitla	20 cortinas de represas (10 x 8 x 9, x 3); hoya de captación: 20 m diam.; 8 m profundidad	13.5
San Salvador Cuahutenco	Muro de retención gavión de piedra 1,000 m ³ ; muro de contención de mampostería	1.2
San Pablo Oztotepec	Muro de retención gavión de piedra, 1,000 m ³ ; muro de contención de mampostería: 1,500 m ³	3.3
San Bartolomé Xicomulco	Muro de retención gavión de piedra 500 m ³ ; muro de contención de mampostería	0.6
Villa Milpa Alta	Muro de retención gavión de piedra 1,000 m ³ ; muro de contención de mampostería, 1,500 m ³	3.3
Villa Milpa Alta: Tlaxcantitla, Tecoapa y Testutitla, Tecoapa, Tlaxcantitla	3 hoyas de captación (120 m; 12 m, 2 m profundidad); 3 lagunas de retención, diam. 200 m	0.11
San Juan Tepenahuac	Muro de retención gavión de piedra, 500 m ³ ; muro de contención de mampostería 500 m ³	1.3
San Jerónimo Miacatlán	Muro de retención gavión de piedra, 750 m ³ ; muro de contención de mampostería 500 m ³	1.6
San Francisco Tecoxpa	Muro de retención gavión de piedra 750 m ³ ; muro de contención de mampostería 500 m ³	1.6
San Antonio Tecómitl	Muro de retención gavión de piedra 1,000 m ³ ; muro de contención de mampostería	1.4
San Pedro Atocpan	Muro de retención gavión de piedra 500 m ³ , de contención de mampostería	0.6
TOTAL		109.0

Fuente: Elaboración propia

Obras de retención de suelos y agua en Milpa Alta.

En Milpa Alta y Xochimilco, las comunidades y autoridades locales, junto con la Corena, han avanzado en la construcción y manejo de obras para retener suelos y agua.



Muro de Piedra Acomodada



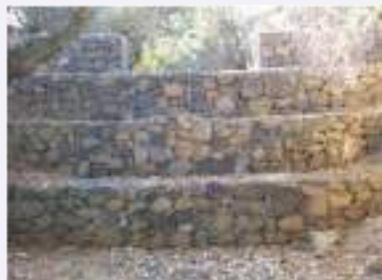
Represa de Gavión



Muro de Piedra Acomodada



Represas de Mampostería



Muro de Contención



Muro de Contención

Obras de Captación de Agua



Hoya de captación



Hoya cercada "LA TAZA"



Hoya de captación

RUTA CRÍTICA PARA LA INSTRUMENTACIÓN DE ESTRATEGIA 1: RETENCIÓN DE AGUAS PLUVIALES EN CERROS Y MONTAÑAS

Se requiere de la inversión de \$752 millones, para infiltrar o aprovechar los escurrimientos y retener los suelos que actualmente están causando inundaciones en la Subcuenca y el área metropolitana. Este monto representa solo una fracción de los \$4.7 mil millones recientemente gastados y programados para túneles, bombas y ductos en la Subcuenca.

El vigoroso programa de obras requeridas a corto plazo para evitar futuras inundaciones, requerirá de la consolidación del Grupo Especializado de Manejo Integral de Cuenca Alta y Media (“Infiltración”), reuniendo a los ejidos forestales, la Conafor, ProBosque, la Corena y la Conanp, en coordinación con la Conagua, la CAEM y el SACM.

En el seno de este Grupo Especializado y en sus propios espacios, los ejidos del **Sector Forestal** estarán adquiriendo las capacidades técnicas, organizativas y administrativas, así como la responsabilidad, para servir como eje de los procesos de diseño, gestión, construcción y mantenimiento de las obras requeridas.

A nivel más amplio, representantes del Grupo Especializado de Infiltración estarán participando en la recientemente formada Comisión de Cuenca Rescate de Ríos y Cuerpos de Agua del Consejo de Cuenca.

Se requieren de dos tipos de acciones. Las primeras son obras para la retención de escurrimientos en cauces, y las segundas son acciones extensivas, relacionadas con el cuidado de los suelos y ecosistemas. Ambas se basan en el cuidado integral de tierras ejidales de vocación forestal.

El financiamiento actualmente disponible para obras en cuenca alta y media necesita

ser complementado por inversiones fuertes por parte de las autoridades del agua, quienes podrían sorprenderse al ver el potencial de sus inversiones*, si sean realizadas desde cuenca alta, en una relación de coordinación con las comunidades locales, evitando, posiblemente, el costo de varias grandes obras programadas.

En este sentido, se requiere de la creación de un programa multi-anual, que podría aprovechar y retomar los mejores aspectos de los Fondos Concurrentes de la Conafor; el Programa Nacional de Microcuencas del Fideicomiso de Riesgo Compartido (FIRCO)/Sagarpa; una versión adaptada del Programa Integral de Conservación de los Recursos Naturales del Sur-Poniente del D.F. de la Conafor; y el Programa de Rescate de Ríos y Barrancas del Organismo de Cuenca Aguas del Valle de México. La formación de un Fondo Concurrente de este tipo podría interesar, además, a instituciones como son la Fundación Gonzalo Río Arronte y The Nature Conservancy.

El próximo paso en este sentido será la gestión de propuestas al Programa de Rescate de Ríos y Barrancas (el cual está a punto de expandirse más allá de la zona poniente del D.F.) y a Fondos Concurrentes de la Conafor.

* Se propone demostrar la relación costo-beneficio de las obras propuestas con el programa InVEST de The Nature Conservancy.

PROGRAMACIÓN POR ETAPA Y FUENTE

Obra o proyecto	TOTAL	Fideicomiso 1928	Conagua	CAEM	Conafor	Corena	ProBosque	Sagarpa/	Deleg y mun.	FGRA	TNC
Etapa 0: 2011	60	5	15	15		4			11	10	
Laguna infiltración, Tenango	7		2	2					1	2	
Laguna almacenamiento, Ameca	20		8	8					4		
Obras emergencia, SC La Compañía	27	5	5	5					4	8	
Obras de retención Milpa Alta	6					4			2		
Etapa 1: 2012-13	327	107	71	63	26	15	15	8		18	4
Lagunas infiltración SC Ameca	89	33	28	28							
Barrancas SC La Compañía	100	45	25	25						5	
Barrancas SC Amecameca	35	12	10	10						3	
Barrancas SC Milpa Alta	35	17	8			8				2	
Suelos La Compañía	30				10		8	4		4	4
Sueos SC Amecameca	21				9		7	3		2	
Suelos SC Milpa Alta	17				7	7		1		2	
Etapa 2: 2014-15	186	52	34	26	26	15	15	8		8	4
Barrancas SC La Compañía	50	20	15	15							
Barrancas SC Ameca	35	13	11	11							
Barrancas SC Milpa Alta	35	19	8			8					
Suelos SC La Compañía	30				10		8	4		4	4
Suelos SC Amecameca	21				9		7	3		2	
Suelos Milpa Alta	17				7	7		1		2	
Etapa 3: 2016-20	180	18	13	5	52	22	30	16			24
Barrancas SC Amecameca	10		5	5							
Barrancas SC Milpa Alta	34	18	8			8					
Suelos: SC La Compañía	60				20		16	8			16
Suelos: SC Amecameca	42				18		14	6			4
Suelos: SC Milpa Alta	34				14	14		2			4
TOTAL ETAPAS	752	182	133	109	104	56	60	32	11	36	32

Metodología para detectar zonas estratégicas de recarga

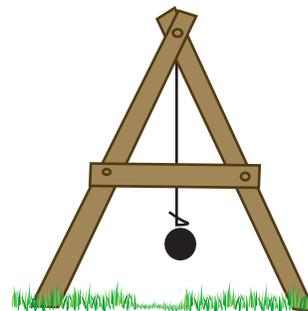
Esta breve guía busca apoyar trabajos de comunidades y autoridades locales para determinar sitios óptimos para proyectos de recarga, siendo a la vez, zonas que requerirán ser protegidas de las presiones de la expansión urbana.

Se considera un sitio apto para la recarga si recibe un puntaje de 3 o más según los siguientes criterios: pendiente y microrrelieve, cobertura vegetal, textura del suelo y geología subterránea. Las siguientes tablas y métodos de medición explican cómo calificar el sitio de interés según cada uno de estos factores.

Cuando ya se haya determinado el puntaje según cada factor, se combinan todos utilizando la siguiente fórmula, la cual da mayor peso a los factores que más influyen en el potencial de recarga:

1 Potencial para recarga según pendiente y microrrelieve

Microrrelieve	Pendiente	Potencial p/recarga	Puntos
Plano a casi plano	0-6%	Muy alta	5
Moderadamente ondulado o cóncavo	6-15%	Alta	4
Ondulado/cóncavo	15-45%	Moderada	3
Escarpado	45-65%	Baja	2
Fuertemente escarpado	>65%	Muy baja	1



Para construir el agrónivel se necesitan dos trozos de Madera de 2 metros y uno de 1.10 metros, todos de 5 cm diámetro; cinta métrica, 3 clavos, cuerda, plomada con piedra o botella de arena. Se coloca una de las patas del aparato en la parte alta del terreno y se levanta la otra hasta que el aparato encuentre el nivel. La distancia entre la pata en el aire y el suelo, dividido entre 2 es la pendiente (en %).

2 Tabla. Estimación de la posibilidad de recarga hídrica según el porcentaje de cobertura vegetal.

Cobertura vegetal permanente (porcentaje)	Posibilidad de recarga	Puntos
> 80%	Muy alta	5
70-80%	Alta	4
60-70%	Moderada	3
30-60%	Baja	2
< 30%	Muy baja	1

3 Potencial para recarga según tipo y textura de suelo

Tipos de suelo	Textura	Características	Potencial para recarga	Ponderación
Andosol, regosol, fluviosol	Arenosos	El suelo no puede ser moldeado, o solo en forma esférica frágil (>25 cm/h)	Muy alta	5
Feozem, litosol	Francos	Se puede enrollar en cilindros cortos (12.7-25 cm/h)	Alta	4
Cambisol	Franco limoso	Se puede formar una trenza gruesa de hasta 15 cm que se rompe al doblarse (2-12.7 cm/h)	Moderada	3
Vertisol	Franco arcilloso	Se puede formar una U sin romperse (0.13-2 cm/h)	Baja	2
Solonchack, gleysol	Arcilloso	Como plastilina—se puede formar un anillo (0.13 cm/h)	Muy baja	1

4

Potencial para recarga según uso de suelo

Uso del suelo	Potencial para recarga	Ponderación
Bosque con 3 estratos (árboles, arbustos, zacate denso)	Muy alta	5
Sistemas agroforestales o silvopastoriles	Alta	4
Terrenos cultivo con obras de conservación de suelo y agua	Regular	3
Terrenos cultivo sin obras conservación suelos y agua	Baja	2
Terrenos agropecuarios con manejo intensivo	Muy baja	1
Zona urbana	Casi nulo	0

5

Potencial para la recarga según tipo de roca

Tipo de roca	Características	Km2	Porcentaje infiltrado	Ponderación
Vulcanitas y cono volcánico del Cuaternario	Bloques gruesos, con macroporos o grietas interconectados	440	35	5
Cuaternario cono o inferior volcánico		27	30	4
Cuaternario aluvión (acuífero granular regional)	Regular conexión entre poros	182	22	3
Formación Tarango	Material heterogéneo, desde grava hasta material fina	120	18	3
Lavas porfidoandesísticas	Rocas poco permeables, un poco duras	285	15	2
Cuaternario lacustre	Arcillas compactadas	121	03	0

- ① 27% (Pendiente)
- ② + 25% (Cobertura vegetal permanente)
- ③ + 23% (Tipo de suelo)
- ④ + 13% (Uso de suelo)
- ⑤ 12% (Tipo de roca)

= Potencial para recarga

Se utiliza la siguiente tabla para determinar el potencial de recarga del sitio:

Potencial para recarga	Rango
Muy alta	4.10-5.00
Alta	3.50-4.09
Moderada	2.60-3.49
Baja	2.60-3.49
Muy Baja	0-1.99

Medición de tasa de infiltración

Para esta medición, se utiliza un “Infiltrómetro de anillo simple”, utilizando los siguientes materiales: Anillo de metal o PVC de 30 cm diám., 25 cm altura; martillo o mazo, regla de metal de al menos 30 cm, cinta adhesiva, dos cubetas de 20 litros, plato, reloj.

Procedimiento:

1. Quita hojas, basura e impurezas de la superficie.
2. Entierra el anillo 10cm de forma vertical. Martilla alrededor del anillo para que penetre de manera uniforme; compacta la tierra alrededor con el pie.
3. Coloca la regla al interior y fíjala con la cinta.
4. Echa el agua al interior hasta llegar a 10 cm, deslizándola por el plato para que no caiga de golpe.
5. Registra el tiempo que tarda en infiltrarse, tomando mediciones cada minuto, hasta que tres mediciones sean casi iguales.

Este material está basado en la excelente “**Guía para la identificación participativa de zonas con potencial de recarga hídrica.**” Oscar Matus, Jorge Faustino y Francisco Jiménez. Boletín Técnico No. 38. Centro Agronómico Tropical de Investigación y Enseñanza; División de Investigación y Desarrollo; Turrialba, Costa Rica, 2009.

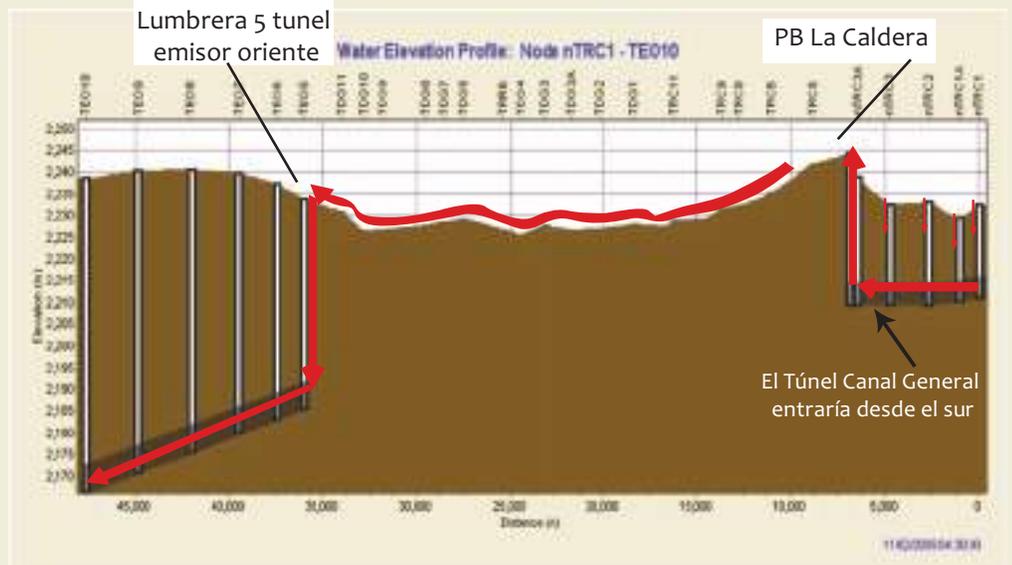
La urbanización de zonas de recarga, Túneles y el agotamiento de los acuíferos

Este mapa muestra algunos de los túneles programados para los próximos 15 años, incluyendo: Túnel Canal General (10 km), Río la Compañía, e Interceptor Dren General del Valle (29 km), Emisor Poniente, Túnel Río San Buenaventura (8 km), Túnel Río de los Remedios (10 km), cuyo costo total superaría los \$18 mil millones que fueron invertidos en el Túnel Emisor Oriente, entre 2007 y 2012.



Túneles La Compañía y Canal General

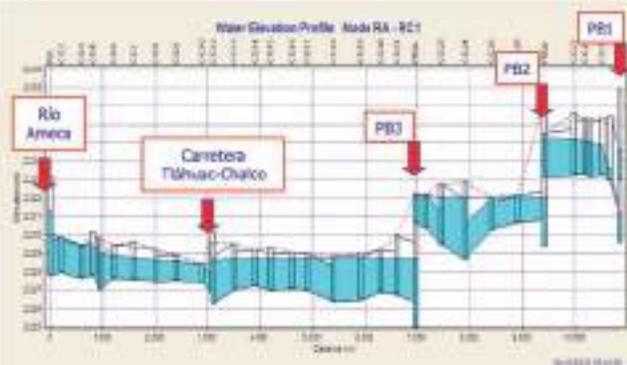
El actual Túnel La Compañía, y el propuesto Túnel Canal General representan, más bien, lagunas de regulación subterráneas. Terminan 35 metros debajo de la superficie, desde donde sus aguas tienen que ser succionadas por una gigantesca planta de bombeo, para luego viajar 29 km por canales abiertos hasta llegar al Emisor Oriente.



<p>Emisor Oriente: \$19 mil millones</p>	<p>Desalajo de aguas pluviales y residuales, vía 29 km de canales abiertos pasando por zonas densamente pobladas.</p>	<p>Túnel la compañía Túnel Canal General \$2 mil millones (programado)</p>
--	---	--

Túnel canal general propuesto por la CAEM

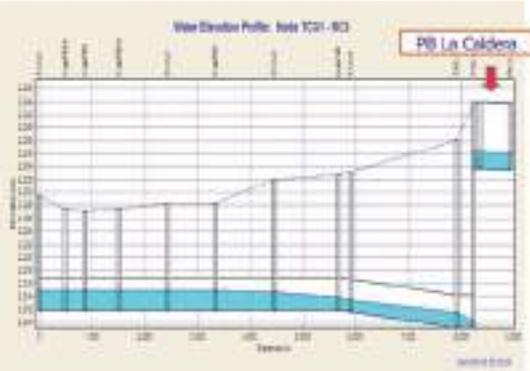
F1



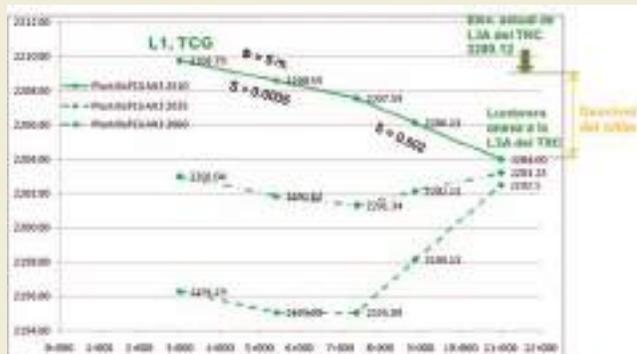
El Túnel Canal General propuesto por la CAEM reemplazaría 3 plantas de bombeo (F1), para vencer una contrapendiente de 9 metros, con una sola planta de bombeo subterránea, que tendría que succionar el agua 34 metros (F2). Debido a los hundimientos, en 20 años el túnel perdería su pendiente; en 50 años, tendría una contrapendiente interna de 7 metros (F3).

Costo: \$1.8 mil millones

F2



F3



“Ducto de estiaje”

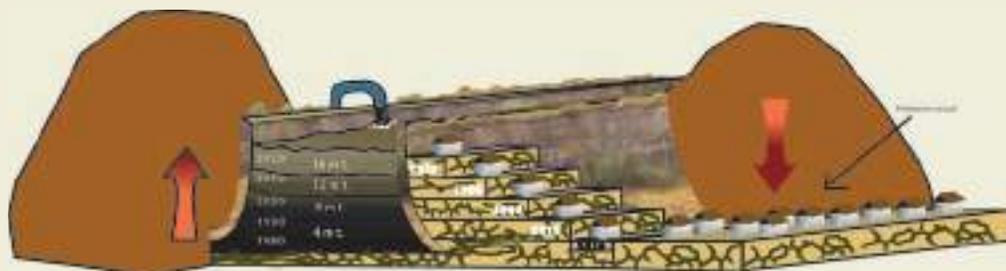
En respuesta al derrumbe del Canal La Compañía en 2011, la Conagua asignó \$700 millones para un ducto de concreto armado sobre tezontle, de 6000 metros de longitud y 3.5 metros de ancho (\$120 mil/m lineal) para desalojar aguas residuales por bombeo, con todo el costo y riesgo que esto implica.

Costo: \$700 millones

Macrocortinas

La Conagua propone siete enormes cortinas reguladoras a construirse al final de grandes barrancas, justo arriba de extensas zonas urbanas, para retener picos de lluvia por hasta 24 horas. Problemas: Riesgo de inundación en caso de malfunción; no hay mecanismos para retener suelos y agua cuenca arriba; el esquema no contempla la participación de los ejidos titulares de derechos sobre el suelo en la zona.

El Canal La Compañía



El Canal La Compañía (por la autopista México-Puebla) ha ido elevándose 40 cm al año para contrarrestar los fuertes hundimientos (40 cm/año) entre el Cerro El Elefante y Cerro La Estrella. Esta estructura endeble se fracturó en 2000, 2010 y 2011. (El canal general es de la misma composición aunque de una altura menor).

El problema con el Túnel La Compañía

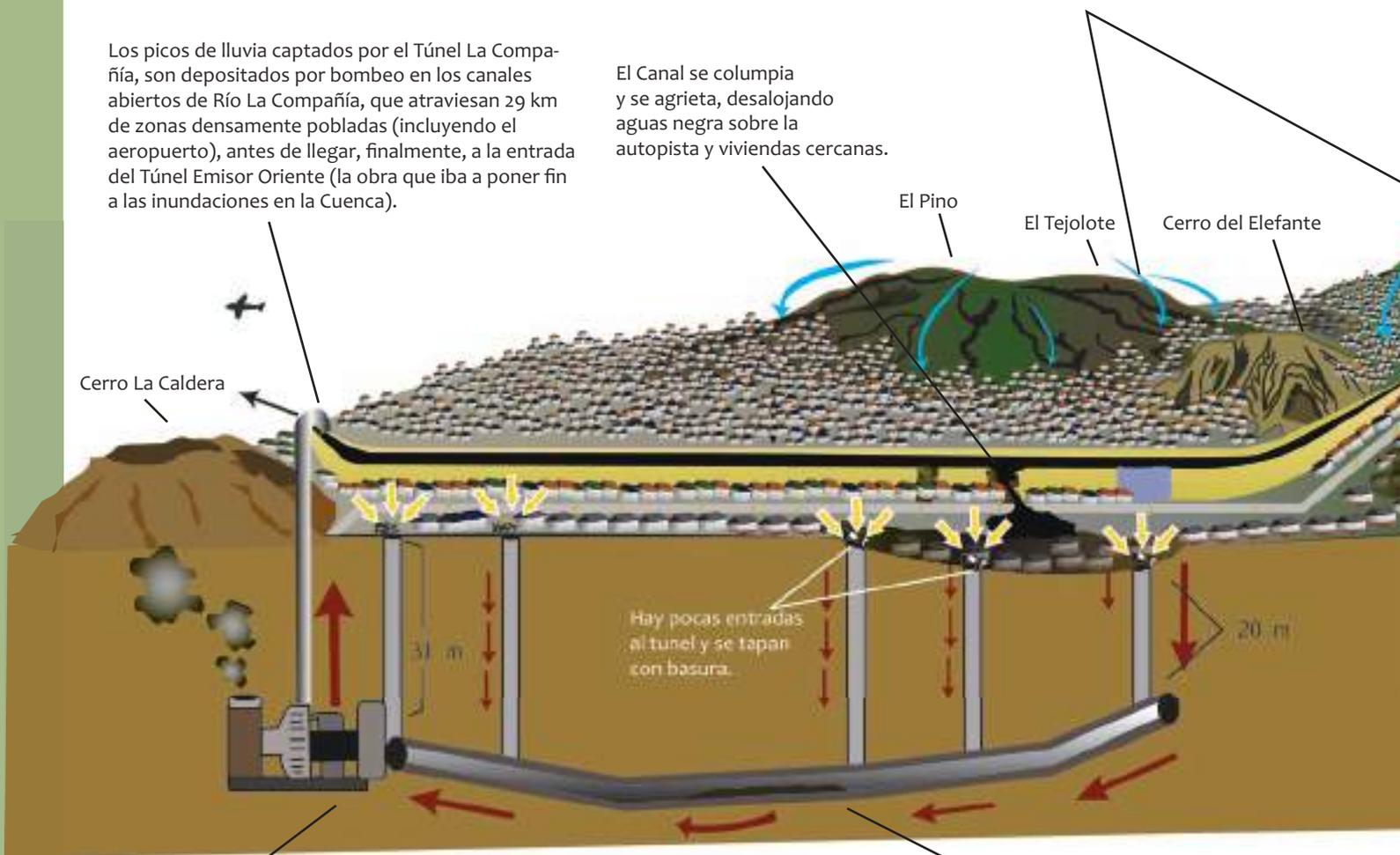


Expulsamos 89 Mm³/año de aguas pluviales, las cuales necesitamos para nuestra subcuenca.

Los picos de lluvia captados por el Túnel La Compañía, son depositados por bombeo en los canales abiertos de Río La Compañía, que atraviesan 29 km de zonas densamente pobladas (incluyendo el aeropuerto), antes de llegar, finalmente, a la entrada del Túnel Emisor Oriente (la obra que iba a poner fin a las inundaciones en la Cuenca).

El Canal se colmupa y se agrieta, desalojando aguas negra sobre la autopista y viviendas cercanas.

Al no invertir en obras en las montañas y cerros, las lluvias fuertes llevan los suelos, y en las zonas urbanas, la basura..



El Túnel termina en el Cerro La Caldera, 31 metros por debajo de la superficie, requiriendo el bombeo por parte de 4 bombas de 1000 caballos de fuerza cada una (cuyo costo total fue \$959 millones), siendo un proceso sumamente costoso y contaminante.

El Túnel se colmupa en medio (por el hundimiento de las arcillas), permitiendo la acumulación de azolve, y poniendo estrés sobre las uniones entre sus secciones.

El costo del Túnel La Compañía (más de \$2,034 millones), y del propuesto Túnel Canal General (otros \$2 mil millones), es mayor al costo de sanear el Lago Tláhuac-Xico, profundizar su vaso 8.5 metros, financiar proyectos ecoturísticos ejidales y proveer a los habitantes 1,200 litros por segundo de agua potabilizada, en sustitución de los pozos cuyos hundimientos ponen en riesgo el patrimonio y las vidas de los habitantes de la región.



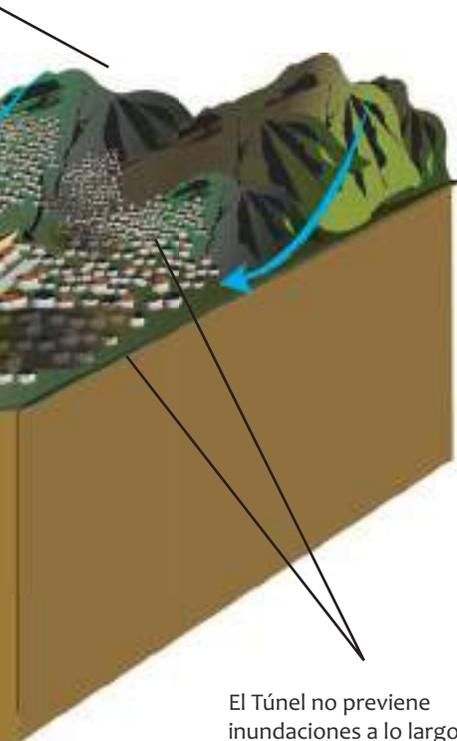
El Canal La Compañía, visto desde arriba en esta foto, está conformado principalmente por azolve, con muy poco tirante, y, por lo tanto, no aguantó el caudal de lluvias.



En la madrugada del 17 abril, 2011, la primera lluvia fuerte del año arrasó desechos que taparon la entrada al Túnel Río La Compañía, cerrando la autopista México-Puebla e inundando más de 300 viviendas en Valle de Chalco e Ixtapaluca.



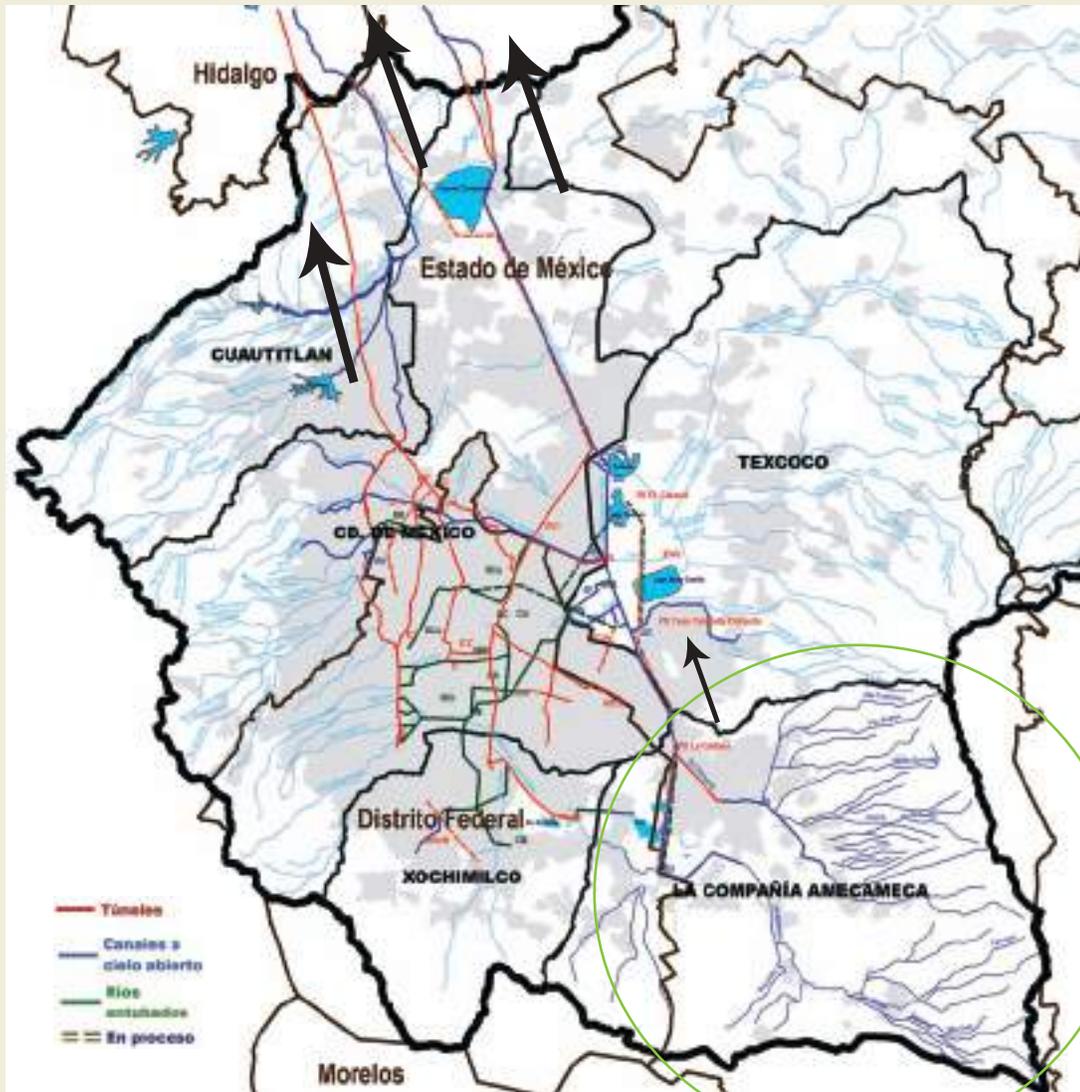
El canal se desgajó, vaciando su carga de aguas "negras" sobre la autopista México-Puebla y las colonias colindantes.



El Túnel no previene inundaciones a lo largo de los ríos y cauces de la región.

Fotos: Jesús Terreros, Pedro Luna Pintor

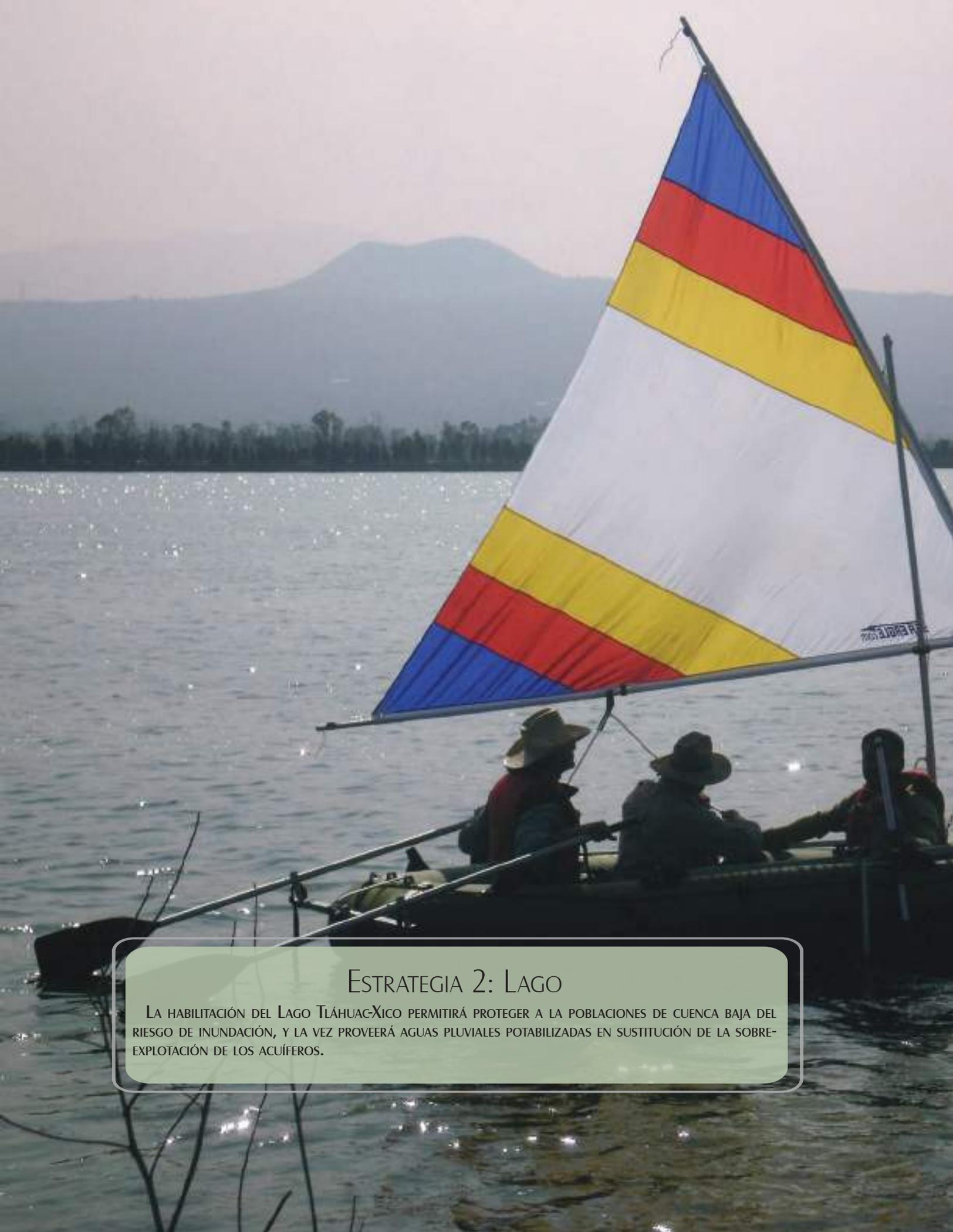
¿Más Túneles? ¿O Gestión de Cuenca?



Se propone reorientar los recursos programados para túneles que expulsarían el agua de la Subcuenca, para dedicarse, más bien, a obras para su infiltración y almacenamiento.

Ventajas de obras de retención frente a obras de expulsión

Túneles y macroportinas para expulsión	Obras de retención e infiltración
Se exportan volúmenes masivos de agua, requeridos para el equilibrio hídrico.	Se cuenta con agua para recuperar los acuíferos, ecosistemas forestales, manantiales, chinampas, y para uso humano, agrícola y ganadero.
El financiamiento de estas obras es una carga fiscal que drena recursos de la Subcuenca.	La inversión en la gestión integral de cuenca alta y media potencia a los actores locales y crea círculos virtuosos que regeneran la Subcuenca.
Sigue avanzando la pérdida de suelos arriba y el azolve abajo.	
Sigue la vulnerabilidad a aludes y desbordamientos en cuenca media, y a inundaciones abajo por fallas mecánicas o taponeo de entradas a túneles.	
Los hundimientos causados por la sobreexplotación deforman a los túneles.	
La extracción del agua de los túneles sin salida requiere de energéticos cada vez más escasos y caros, y genera gases con efecto de invernadero.	
Las inversiones requeridas son mucho mayores, con menos beneficios.	Se resuelve el problema de inundaciones y de la sobreexplotación de los acuíferos con una inversión menor.



ESTRATEGIA 2: LAGO

LA HABILITACIÓN DEL LAGO TLÁHUAC-XICO PERMITIRÁ PROTEGER A LA POBLACIONES DE CUENCA BAJA DEL RIESGO DE INUNDACIÓN, Y LA VEZ PROVEERÁ AGUAS PLUVIALES POTABILIZADAS EN SUSTITUCIÓN DE LA SOBRE-EXPLORACIÓN DE LOS ACUÍFEROS.

El desecamiento de los lagos



Con la formación de la Sierra Chichinautzin hace 700,000 años se bloqueó la única salida del Valle de México, dando origen a una cuenca cerrada, con la tendencia natural de retener sus aguas. Así se formaron 5 grandes lagos (Xaltocan, Zumpango, Texcoco, Xochimilco y Chalco) que se unían en temporada de lluvias.

Figura 1. Extensión del Lago de Texcoco en la Cuenca de México en la época prehispánica.

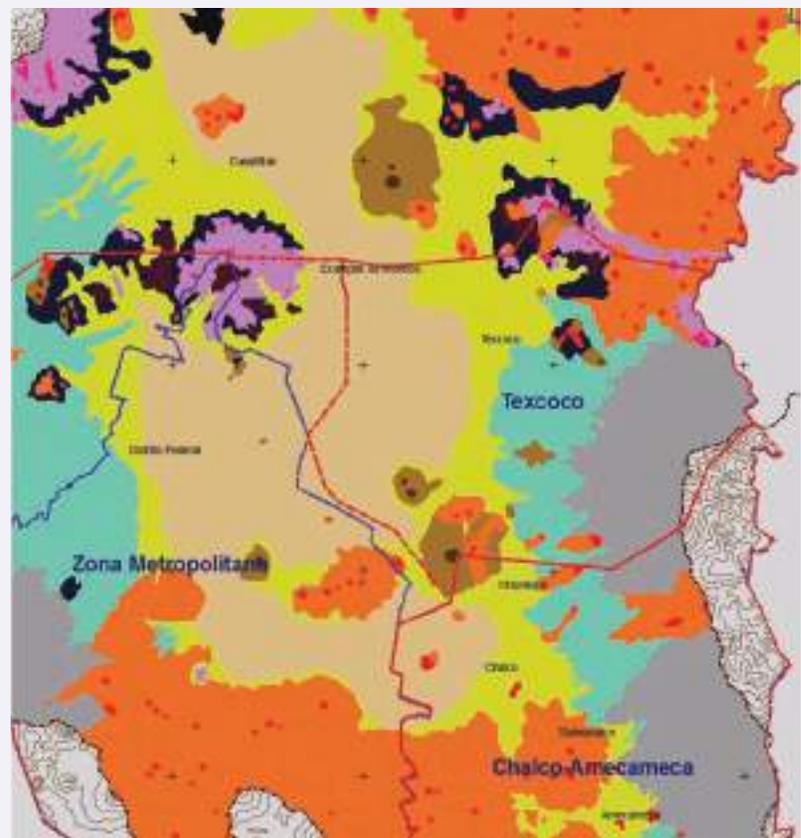


Figura 2. En el antiguo lecho lacustre se depositaron capas de limos y arcillas (color crema en el mapa) con intercalaciones de arenas y cenizas, todos ellos productos de la actividad volcánica en la Cuenca de México. Fuente: Herrera et. al.

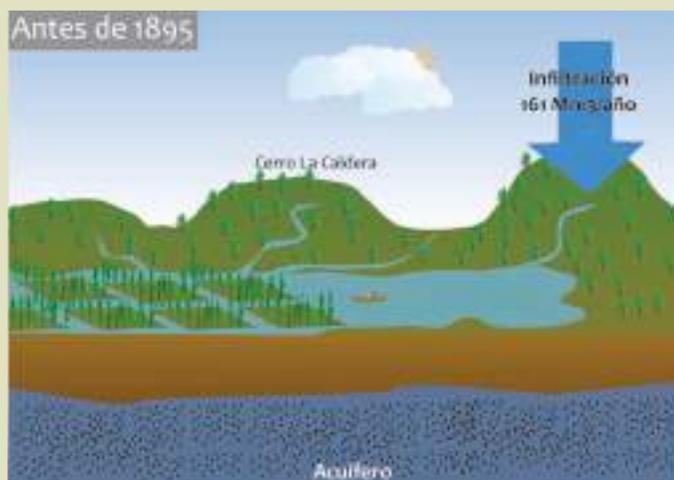
Historia de la expulsión



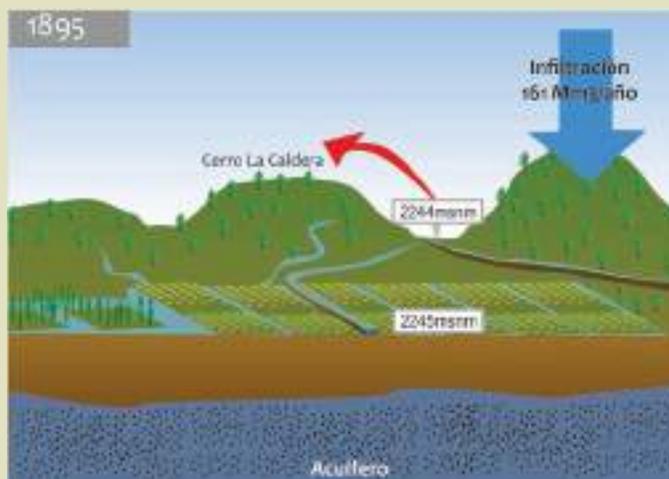
Con la apertura del Canal La Compañía, brazo final del Gran Canal inaugurado por Porfirio Díaz en 1900, se inició la expulsión de las aguas de la Subcuenca Chalco.

Ahora después de 110 años de expulsión, 60 años de sobreexplotación de acuíferos y 25 años de urbanización de zonas de recarga, los severos hundimientos, grietas, inundaciones y escasez ponen en riesgo el futuro de sus habitantes.

El Plan Hídrico propone reconocer los límites de este modelo de gestión hídrica, y priorizar obras que permitirán aprovechar el agua de la cuenca en la propia cuenca.

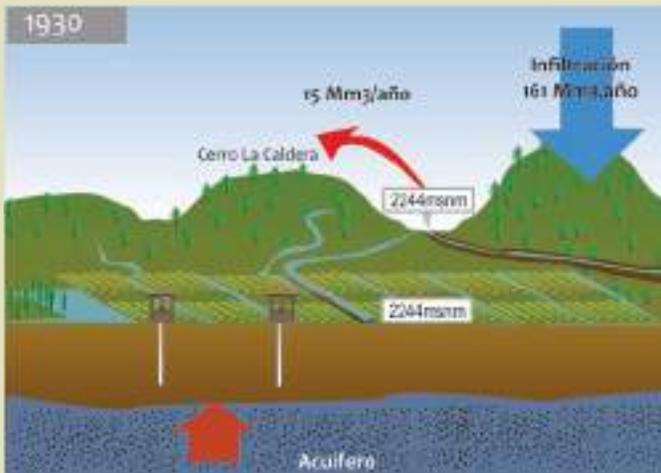


Hasta 1900, había equilibrio hídrico en la Subcuenca Chalco, una cuenca cerrada de aguas dulces. Las lluvias se infiltraban en las montañas y brotaban en la forma de manantiales. Los ríos y deshielos reemplazaban el agua que se evaporaba del gran Lago Chalco. Las comunidades vivían del cultivo intensivo del lago vía chinampas.

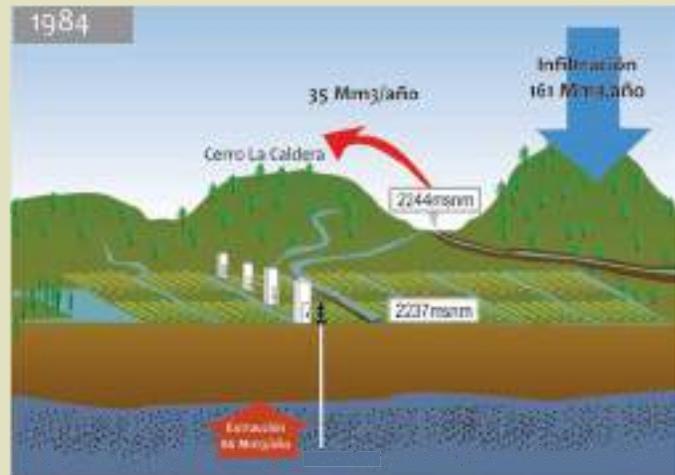


En 1895, con concesión presidencial, Íñigo Noriega inició la excavación del Canal La Compañía, frente a la enérgica oposición de los pueblos de Chalco y Xochimilco. En las faldas del Iztaccíhuatl, la fábrica papelera abrió galerones para interrumpir la infiltración, formando un caudal suficiente para la generación eléctrica.

Los límites de la política de expulsión de aguas residuales y pluviales



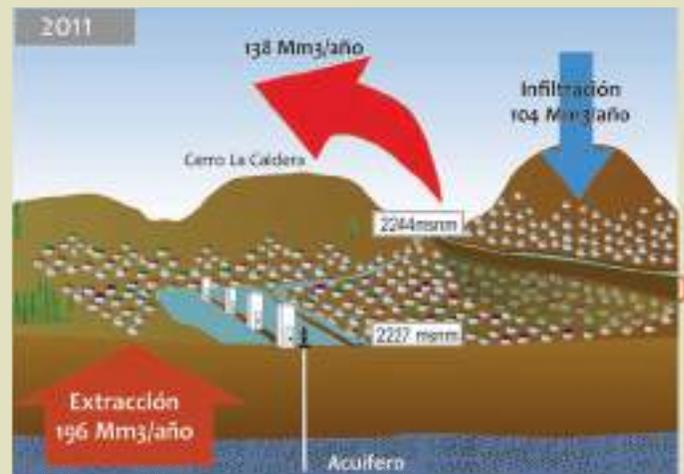
Se reparten las tierras del lecho lacustre a las comunidades originarias, producto de la Revolución Mexicana. El agua brota del suelo vía manantiales y pozos artesianos para riego y consumo humano.



Se inicia el bombeo masivo con la instalación de la batería de pozos Mixquic-Santa Catarina y el poblamiento de Valle de Chalco. Dentro de cinco años, empieza a reaparecer el lago a lo largo de la batería de pozos.



La urbanización de las zonas de recarga en Ixtapaluca resulta en la primera gran inundación de Valle de Chalco y la autopista México-Puebla. Aparecen las primeras grietas en las orillas de la zona lacustre.

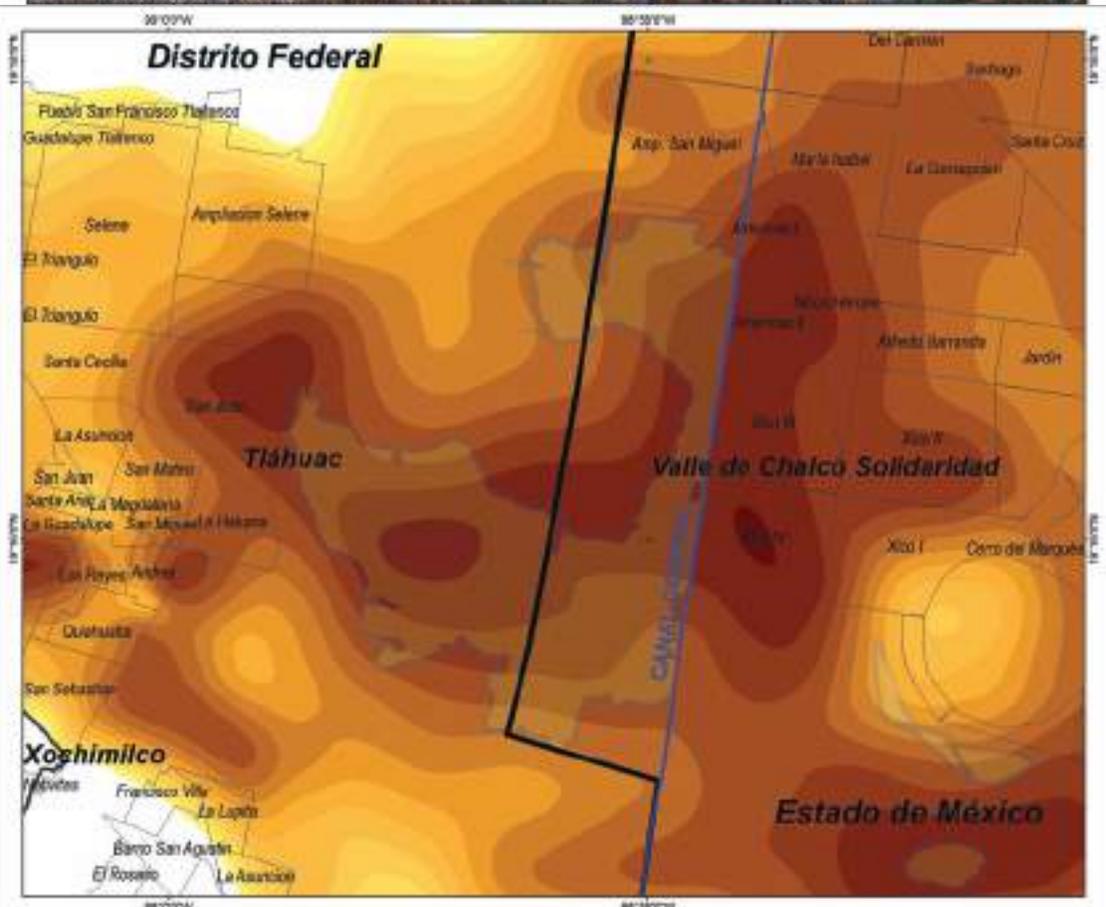
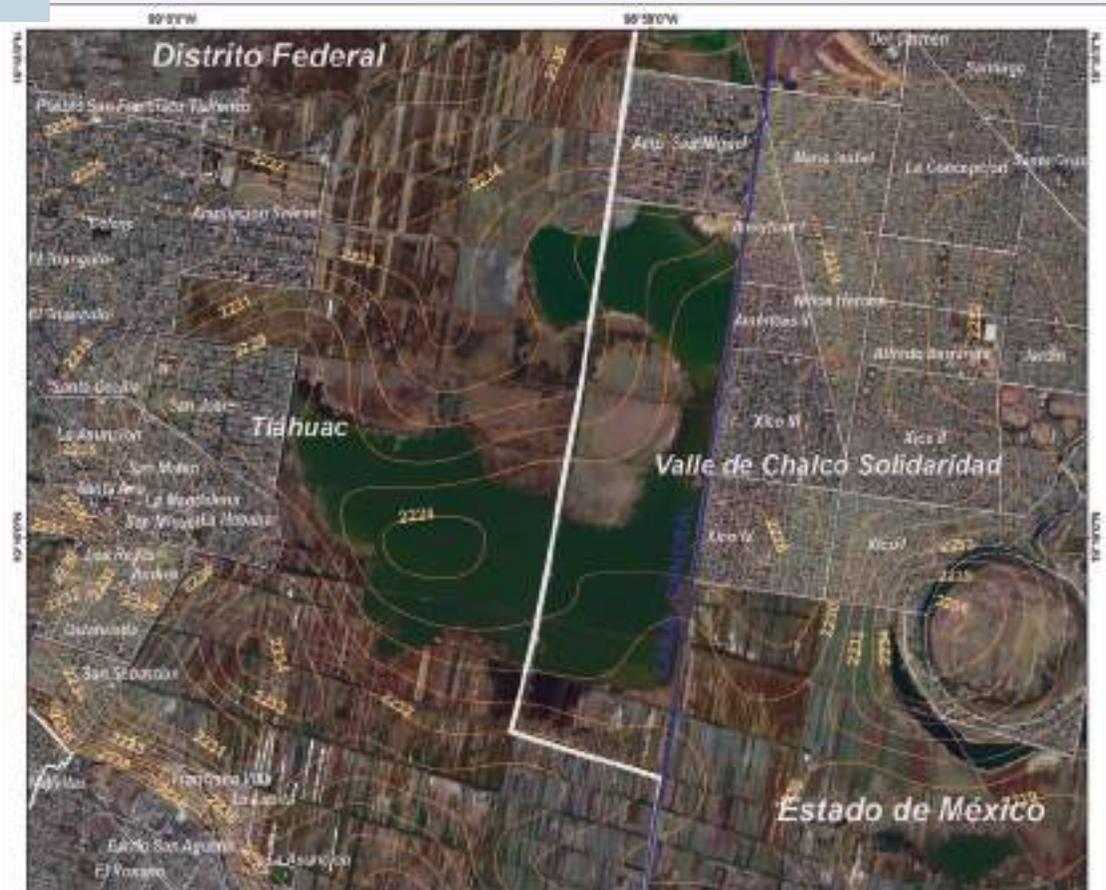


Segunda y tercera gran inundación en Valle de Chalco, llegando en 2010 a Tláhuac. El Lago alcanza una extensión de 568 hectáreas, amenazando las zonas urbanas de Valle de Chalco y Tláhuac. Se abren grietas a lo largo de las nuevas zonas de urbanización en las faldas de los volcanes.

Hundimientos

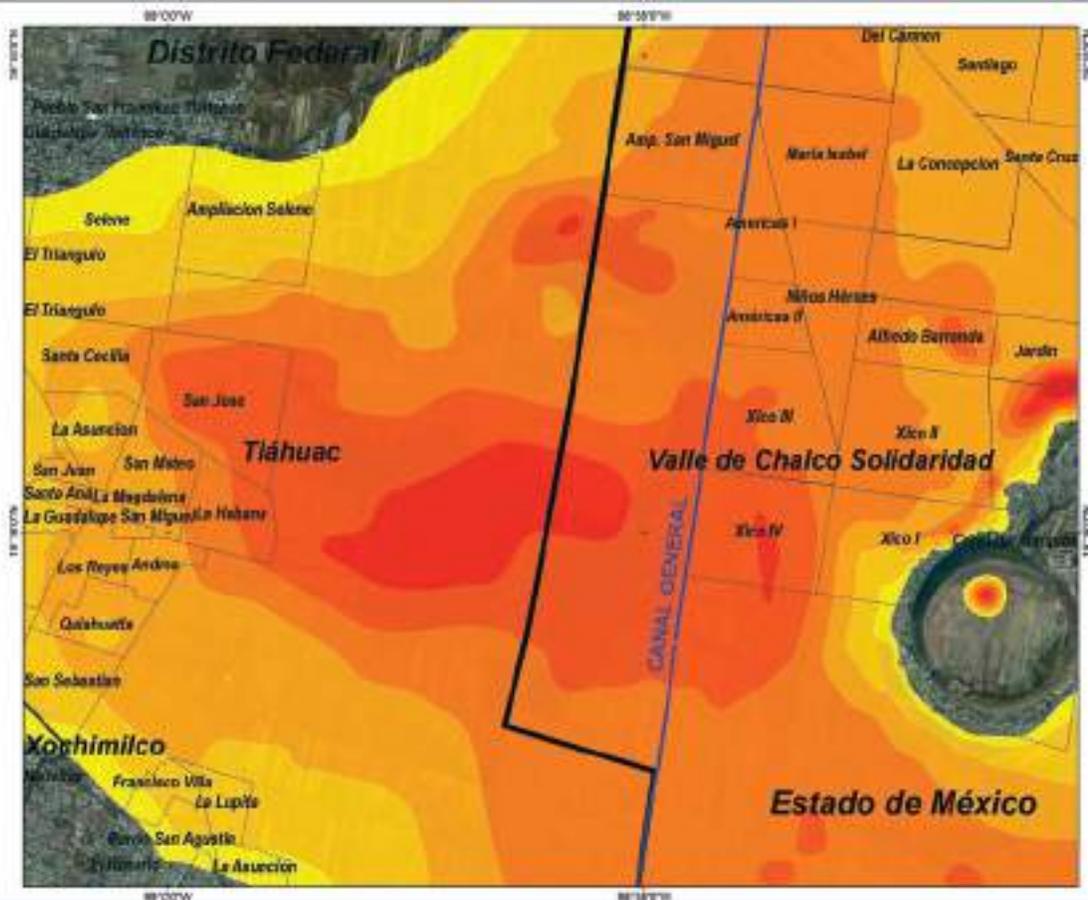
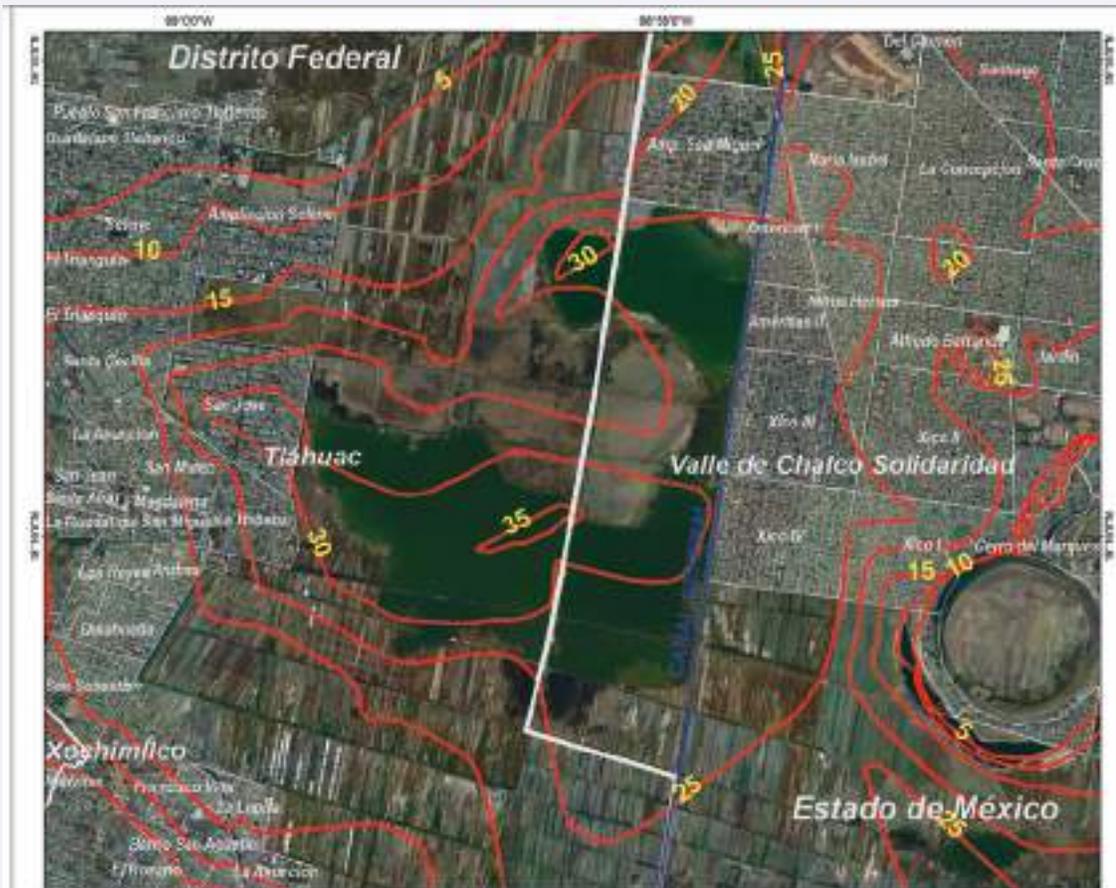
Curvas de nivel: 2010

Las zonas más bajas de la región (2228) se encuentran en el Lago, y en la colonia Xico IV en Valle de Chalco Solidaridad, seguido por Américas I, II, Xico III y Niños Héroes, y por las Colonias San José y San Andrés, en Tláhuac.



Isolíneas de tasas anuales de hundimiento

La zona urbana con la mayor tasa de hundimiento, es la Colonia San José (30-35cm/año) seguido por La Habana, San Mateo y La Magdalena en Tláhuac, toda la zona urbana al poniente de la Avenida Cuauhtémoc (25-30 cm/año).



ESTRATEGIA 2. HABILITAR EL LAGO TLÁHUAC-XICO PARA PREVENIR INUNDACIONES Y SERVIR COMO FUENTE SUSTENTABLE DE AGUA POTABLE

- 2.1. Acuerdos para la compensación de los ejidos inundados para la co-administración del proyecto
- 2.2. Entubar y canalizar 100% de las descargas contaminantes
- 2.3. Lograr vaso de 34.2 Mm³
- 2.4. Canalizar aguas pluviales al Lago
- 2.5. Potabilización de 1,200 lps, para sustituir la sobreexplotación del acuífero
- 2.6. Clausurar pozos sustituidos por agua pluvial potabilizada
- 2.7. Lograr decretos de protección para la zona

Coordinación: Grupo Especializado Zona Lacustre Tláhuac-Xico:

Ejidos de Tláhuac, San Juan Ixtayopan, Tecomitl, Tulyehualco y Mixquic; Sistema de Aguas de la Ciudad de México; Comisión de Agua del Estado de México; Conagua; Delegación Tláhuac, Municipios Valle de Chalco y Chalco; Corena; PAOT; Conanp; Capanaf.

MAPAS 2.1 Y 2.2. EXTENSIÓN DEL LAGO TLÁHUAC-XICO EN 2003 Y EN 2009



21 de abril de 2003: 292 has. Fuente: Google Earth



29 dic 2009: 568 has. Fuente: Google Earth

El Lago Tláhuac-Xico, con una extensión actual de 568 hectáreas, originalmente fue el Lago Chalco, uno de los cinco lagos que se unían en temporada de lluvias para formar el gran lago, cuya silueta pareciera ser reflejada en la luna. A principios del Siglo XX, este lago de aguas dulces fue drenado por el hacendado español Iñigo Noriega, bajo un acuerdo con el entonces Presidente Porfirio Díaz, quien le otorgó las tierras del lecho lacustre que lograra desecar.¹

Los pueblos ribereños así despojados de su modo de vida lacustre, recuperaron las tierras del lecho gracias al reparto agrario posterior a la Revolución Mexicana, formando parte de los actuales ejidos de Tláhuac, Mixquic, Tlaltenco, Tetelco, Tecomitl, San Juan Ixtayopan y Tulyehualco.

En el año 1985, la Conagua reubicó los pozos profundos del centro de la ciudad, creando 7 nuevas baterías de pozos en el sur y norte de la Cuenca (“Programa de Acción Inmediata”). Una de ellas fue la batería de 14 pozos llamada “Santa Catarina-Mixquic”, ubicados en el Ejido de Tláhuac. Debido al grosor de sus arcillas comprimibles (300 metros), casi inmediatamente esta batería causó las más dramáticas tasas de hundimiento que se había visto en el Valle de México: de hasta 40 cm/año (en contraste con 13 metros de hundimiento en un siglo en el Zócalo).

Pronto, empezó a aparecer un “nuevo” lago, compuesto por aguas pluviales que se acumulaban por ambos lados de la línea de pozos, dejando bajo agua las tierras agrícolas ejidales de Tláhuac, primero y luego Tecómitl, Ixtayopan y Tulyehualco.

EL PLAN EN ACCIÓN...



EJIDO DE TLÁHUAC

La mayor parte del Ejido de Tláhuac ha sido inundado desde hace décadas, por la depresión generada por la línea de pozos Santa Catarina-Mixquic. Proponen delimitar el vaso de una manera que les permiten recuperar tierras agrícolas, reactivar canales y contar con infraestructura ecoturística.

Así fue que las tierras ejidales de Tláhuac (y eventualmente de Tecómitl, Ixtayopan y Tulyehualco) empezaron a ser utilizadas por la Conagua como laguna de regulación, sin obtener permiso ni ofrecer compensación por este usufructo.

Primero estas tierras sirvieron principalmente para el manejo de lluvias extraordinarias, y luego, como parte integral de un sistema que depende del desalojo por bombeo de volúmenes cada vez mayores de agua, frente un contrapendiente cada vez más severo.² El aprovechamiento de las tierras ejidales ha permitido a la Conagua “deshacerse”, vía evaporación, de 3.7 Mm³ de aguas pluviales y residuales al año, así disminuyendo sus costos de bombeo.

1 Martínez Romero, Raymundo. “Historia de la destrucción de mi pueblo, San Martín Xico.” Cuadernos de Historia del Valle de Xico. No. 10, Museo Comunitario del Valle de Xico, Julio 2010.

2 Con el cambio en la pendiente provocada por el hundimiento regional, la Subcuenca Tláhuac-Xico ha ido expandiéndose hacia el poniente, de tal modo que el Lago ahora es receptor de aguas residuales y pluviales de zonas de Tláhuac que anteriormente fueron desalojadas vía el Canal de Chalco.

18 de Junio del 2011



10 de Julio del 2011



Incremento de 68 cm.

$$V = 5,000,000 \text{ m}^2 * 0.68 = 3,400,000 \text{ m}^3$$

$$V = 3.4 \text{ Mm}^3.$$

$$At = 34 \text{ días.}$$

Con su forma actual, el Lago tiene la capacidad de almacenar unos 9 Mm³ de agua, antes de empezar a invadir las zonas urbanas de Tláhuac y Valle de Chalco. Una lluvia extraordinaria (periodo de retorno 50 años, duración 24 horas), generaría 7 Mm³ de escurrimientos en las Subcuencas Amecameca y Tláhuac-Xico, las cuales drenan directamente al Lago. La Subcuenca Río La Compañía recibiría otros 3.7 Mm³, los cuales drenarían también al Lago (dado que su punto más hondo se encuentra 5 metros arriba del Lago), excepto por lo que se podría enviar al Túnel La Compañía, con 100,000 m³ capacidad, y expulsar vía bombeo. Las consecuencias de una lluvia con estas dimensiones bajo las condiciones actuales serían catastróficas.

Frente a estos retos, el Proyecto Lago Tláhuac-Xico propone “dar lugar al agua”,

logrando que el vaso del Lago tenga un volúmen de 34.2 Mm³ y una profundidad de 6.5 m. La superficie del Lago siempre estará entre 1 a 5 metros por debajo del nivel de las colonias en Valle de Chalco y Tláhuac.³

La provisión de agua pluvial potabilizada representará una de las únicas fuentes sustentables de agua en la Cuenca de México: dado que será renovada anualmente, y no requerirá ni del alto costo del bombeo, ni de la sobreexplotación de acuíferos, ni de la importación de agua de otras cuencas. La sustitución de aguas subterráneas con aguas pluviales permitirá disminuir los hundimientos y grietas que actualmente ponen en riesgo el patrimonio, y hasta las vidas de los habitantes de Valle de Chalco y Tláhuac.

A continuación, se describirán los pasos requeridos para lograr el pleno aprovechamiento de este recurso.

³ Si el Lago contara con la profundidad y los colectores propuestos, y si la cuenca estuviera adaptada para retener 100% de los escurrimientos en cuenca alta y 50% en cuenca media, como propone el Plan Hídrico, el diluvio arriba descrito, sólo resultaría en un aumento temporal de 1 m en el nivel del Lago y su sistema de canales y grietas de recarga; su diseño incorpora un tirante de seguridad que evitaría su derrame, aún bajo estas condiciones extremas.

El Lago Tláhuac-Xico como amenaza, y como solución

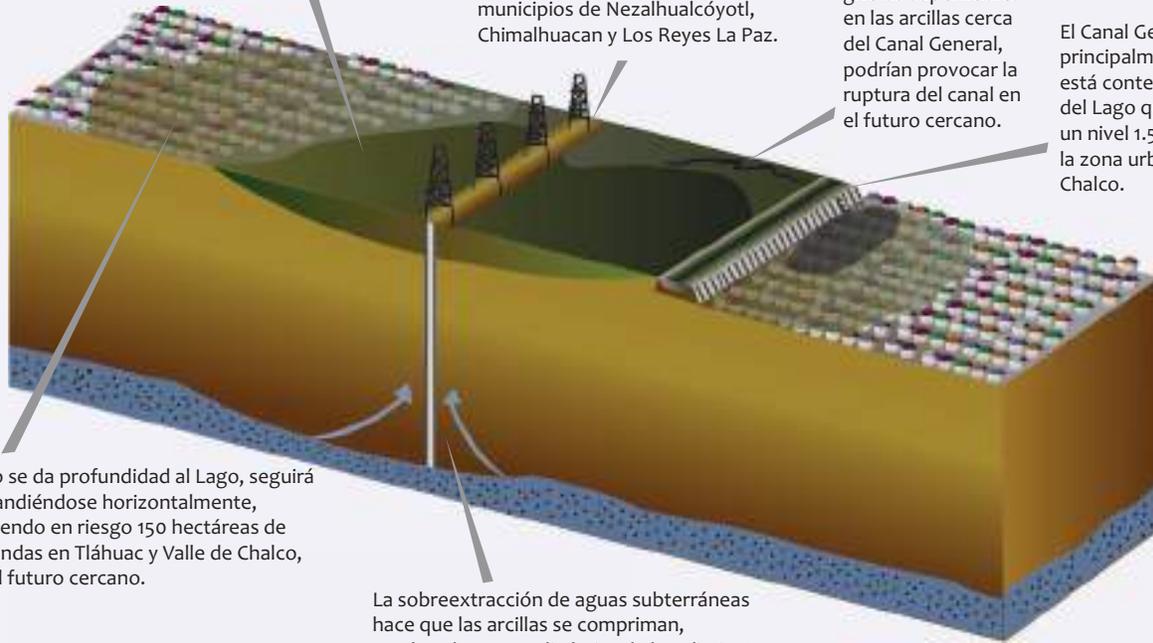
La sobreextracción de aguas subterráneas por debajo de la capa más profunda de arcillas compresibles, generó una dinámica de hundimiento regional centrado en los pozos Mixquic-Santa Catarina. Ahí, se acumulan aguas pluviales y residuales causando la “reparación” del Lago.

El Lago como amenaza

La batería de pozos Mixquic-Santa Catarina de la Conagua, extrae 400 lps de agua para abastecer la delegación de Iztapalapa, y los municipios de Nezahualcóyotl, Chimalhuacan y Los Reyes La Paz.

Un sistema de grietas superficiales en las arcillas cerca del Canal General, podrían provocar la ruptura del canal en el futuro cercano.

El Canal General, compuesto principalmente por azolve, está conteniendo las aguas del Lago que han alcanzado un nivel 1.5 metros arriba de la zona urbana de Valle de Chalco.



Si no se da profundidad al Lago, seguirá expandiéndose horizontalmente, poniendo en riesgo 150 hectáreas de viviendas en Tláhuac y Valle de Chalco, en el futuro cercano.

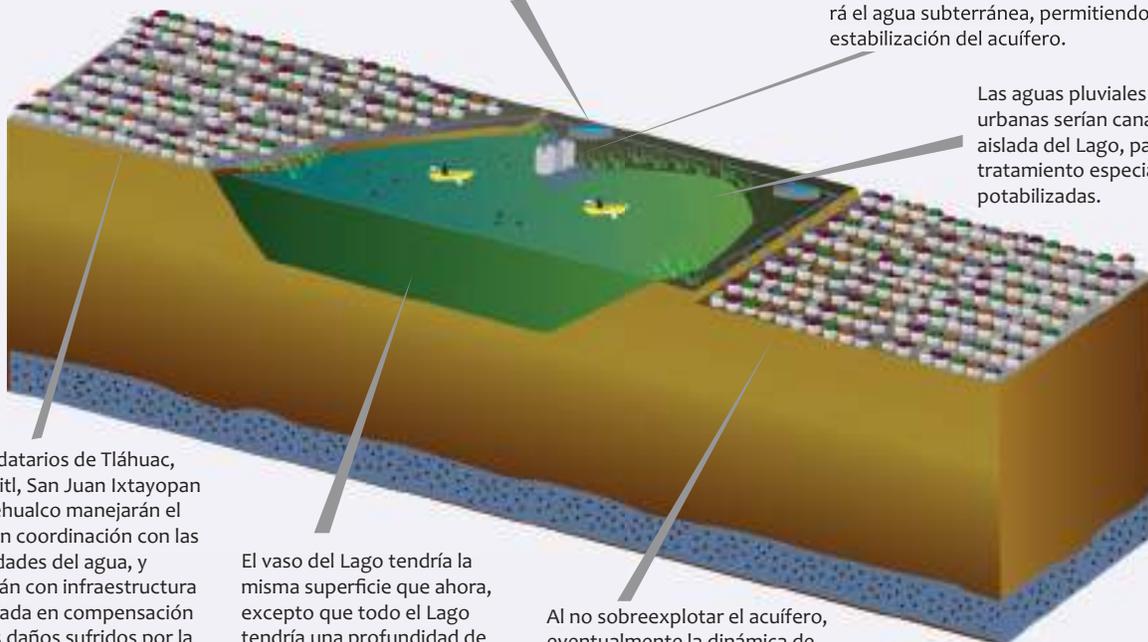
La sobreextracción de aguas subterráneas hace que las arcillas se compriman, resultando en una dinámica de hundimiento regional.

El Lago como una solución

En vez de depender de aguas subterráneas cada vez más costosas (por tener que bombearse 400 metros hasta la superficie), añejas y contaminadas, los habitantes contarían con aguas pluviales frescas y potabilizadas.

El agua pluvial potabilizada reemplazaría el agua subterránea, permitiendo la estabilización del acuífero.

Las aguas pluviales captadas en zonas urbanas serían canalizadas a una celda aislada del Lago, para recibir un tratamiento especial, antes de ser potabilizadas.



Los ejidatarios de Tláhuac, Tecomitl, San Juan Ixtayopan y Tulyehualco manejarán el Lago en coordinación con las autoridades del agua, y contarán con infraestructura financiada en compensación por los daños sufridos por la inundación de sus tierras.

El vaso del Lago tendría la misma superficie que ahora, excepto que todo el Lago tendría una profundidad de 8.5 metros.

Al no sobreexplotar el acuífero, eventualmente la dinámica de hundimiento regional empezará a estabilizarse.

2.1: ACUERDOS PARA LA COMPENSACIÓN Y PARTICIPACIÓN DE LOS EJIDOS INUNDADOS, Y PARA SU PARTICIPACIÓN EN LA ADMINISTRACIÓN DEL PROYECTO

MAPA 2.3. EJIDOS AFECTADOS POR EL LAGO TLÁHUAC-XICO



Fuente: Google Earth/ Elaboración Propia - 2011

TABLA 2.1. EJIDOS AFECTADOS

Ejido	Tláhuac, D.F.	Valle de Chalco, Edo. de México	Total
Tláhuac	246	161	407
Tecómitl (ampl.)	22	60	82
Ixtayopan (ampl.)	11	39	50
Tulyehualco	13	16	29
TOTAL	292	276	568

Durante la elaboración del Plan Hídrico, los representantes y asambleas de los ejidos afectados expresaron claramente su determinación de encontrar un proyecto de común acuerdo, en el cual ellos participarían como corresponsables, conservando a su vez la propiedad de sus tierras. Además, se encontró un consenso general a favor de que los daños sufridos por la inundación crónica de sus tierras sean compensados a través de una inversión en infraestructura ecoturística y agroproductiva, para el aprovechamiento sustentable del Lago.

En cuanto a la administración de las aguas del Lago, según el Artículo 27 de la Constitución, los cuerpos de agua son parte integrante de la propiedad de los terrenos si no son de formación natural, excepto cuando atraviesan los límites entre entidades federativas, en cuyo caso son bienes nacionales.

En este sentido, un primer consenso a construir desde los ejidatarios dueños de las tierras afectadas, sería la conveniencia o no de crear un proyecto en base a un solo lago, atravesando la zona federal⁴ (el camino sobre el cual se ubican los pozos), en cuyo caso las aguas se considerarían bienes nacionales; o si sería de mayor beneficio que se mantuviera una separación entre el “Lago Tláhuac” (D.F.) y el “Lago Xico” (Estado de México), en cuyo caso, por localizarse en más de un predio, su aprovechamiento sería considerado de utilidad pública, regido por los gobiernos del Distrito Federal⁵ y del Estado de México.⁶

El grupo estratégico de la zona lacustre podría facilitar la elaboración de convenios entre las partes para sentar las bases legales y financieras, para corregir los agravios del pasado, y establecer bases claras, justas y efectivas para un proyecto colaborativo en función del bien común.

Se menciona adicionalmente, que los ejidos están explorando la posibilidad de generar mecanismos de valoración de servicios ambientales hídricos, para cubrir el costo de las actividades que ellos realizarían para

EL PLAN EN ACCIÓN...



EJIDO DE SAN JUAN IXTAYOPAN

El Ejido de San Juan Ixtayopan propone habilitar las PTAR “El Llano” y “La Lupita”, y rehabilitar el canal que colinda con el Ejido Tulyehualco, así como el Canal Santo Domingo, incluyendo la instalación de reclusas a su largo, para elevar el nivel de agua para facilitar procesos de riego.

asegurar el buen manejo del Lago y su zona de influencia.

Las aguas en el Lago son principalmente pluviales. Sin embargo, el proceso de hundimiento regional ha cambiado la pendiente de los sistemas de drenaje en la zona lacustre, haciendo que sus aguas residuales corran por gravedad hacia el Lago. Ahí se diluyen entre las aguas pluviales antes de evapo-

4 En el Diario Oficial de la Federación el 22 de octubre de 2008, se publicó un decreto de expropiación de 4.87 hectáreas, representando el camino que corre a lo largo de la línea de pozos, que a su vez represente el límite entre el D.F. y el Estado de México.

5 “Son aguas de jurisdicción del Distrito Federal, aquellas que se localicen en dos o más predios y que conforme al párrafo quinto del Artículo 27 de la CPEUM, reúnan las características de no ser consideradas de propiedad de la Nación y, en su caso, estén asignadas al gobierno del Distrito Federal por la federación.” (Art. 93) (Art. 94) “Queda a cargo del Sistema de Aguas la administración de: ...II. Los terrenos ocupados por los vasos de lagos...cuyas aguas sean de jurisdicción del Distrito Federal; (Art. 99) Ley de Aguas del Distrito Federal (GODF, 27 mayo 2003).

6 “Son aguas de jurisdicción estatal (Art. 105, Ley de Agua del Estado de México) o del Distrito Federal (Art. 93, Ley de Agua del D.F.) aquéllas que se localicen en dos o más predios y que conforme al párrafo quinto del artículo 27 de la Constitución Política de los Estados Unidos Mexicanos, no reúnan las características de ser consideradas de propiedad de la Nación... El Jefe del Gobierno del Distrito Federal a través de la Secretaría del Medio Ambiente (Art. 94, LADF), o el Ejecutivo del Estado (Art. 105, LAEM) a través de la CAEM, normará la explotación, uso, aprovechamiento, distribución y control de las aguas de su jurisdicción. Queda a cargo de la Conagua, la CAEM o el Sistema de Aguas la administración de terrenos ocupados por los vasos de los lagos.” (Art. 113, LAN; Art. 116 LAEM, o Art. 99 LADF).

rarse o ser desalojadas por la planta de bombeo en Paso del Toro.

Los análisis de calidad del agua del Lago indican la presencia de aguas residuales domésticas; desechos de comida conteniendo calcio (lácteos, tortillas); con algunas descargas industriales menores (probablemente de talleres en el oriente de Tláhuac).⁷ Las zonas más contaminadas del Lago fueron la sección I (al surponiente de la carretera Tláhuac-Chalco), por donde entran las aguas residuales del Río Amecameca, y las orillas. La sección más limpia fue la III (al norte de la carretera, al poniente de la línea de pozos), en donde se acumulan los mayores volúmenes de aguas pluviales.

La habilitación del Lago implicará primordialmente su saneamiento. En primer lugar, se tendrán que reparar los bordos del Canal General al sur de la carretera. Esto a su vez, requerirá la construcción de lagunas de infiltración en Tenango del Aire y Huitzilzingo (Chalco), para evitar la sistemática inundación de las tierras ejidales al sur de la carretera con picos de lluvia contaminadas provenientes del Río Amecameca.

En segundo lugar, se requiere instalar colectores para recibir las aguas residuales que actualmente se descargan en el Lago desde Tláhuac, y canalizarlas hacia las plantas de tratamiento subutilizadas en la zona. En tercer lugar, se tendrá que reubicar la colonia irregular Ampliación San Miguel, la cual pronto será absorbida por el Lago, y encontrar otra alternativa para las actividades ganaderas del área.

El costo de materiales y mano de obra para la colocación o mantenimiento de estos colectores sería aproximadamente \$23 millones. Esta inversión permitiría no solo sanear el Lago, sino proveería aguas residuales a las plantas de tratamiento subutilizadas en la zona (El Llano, Tetelco), resultando en un aumento significativo de aguas tratadas disponibles para riego.



ACTIVIDAD EN LAGO TLAHUAC-XICO



LAGO TLAHUAC-XICO

⁷ Los análisis tomados en agosto 2010, mostraron que las aguas del Lago cumplieron con las normas para riego para los siguientes parámetros: DQO (456), dureza (336), sustancias activas al azul de metileno (0.509), nitratos, cloro residual. Éstos indican poca presencia de materia orgánica, detergentes o cloro. Se detectaron niveles inaceptables de: pH (9.97), carbonatos, turbiedad (mayor a 70), cloro total, coliformes (totales y fecales, 1236 y 88 nmp/100 ml), excediendo ligeramente en sodio (225), SO4 (425), y la presencia de los siguientes metales pesados: fierro (.35), y manganeso (0.15 ppm).

MAPA 2.4. COLECTORES REQUERIDOS PARA EL SANEAMIENTO DEL LAGO TLÁHUAC-XICO



TABLA 2.2. COSTO DE COLECTORES REQUERIDOS PARA LAGO TLÁHUAC-XICO

Colector	Objetivo	Diám. [Φ, cm.]	Long. [m]	Costo (MDP)
Colector Santa Catarina al Dren General (propuesta)	Entubar descargas desde Santa Catarina	122	1,230	15
La Habana (existente)	Mantenimiento, incorporar descargas de nuevos asentamientos	30	700	2
La Habana (propuesta)	Instalar nuevo colector	45	580	5
San José (propuesta)	Instalar nuevo colector	70	1,600	4
TOTAL				23

2.3: AUMENTAR EL VASO A 34.2 Mm³

El Proyecto Tláhuac-Xico representa la clave para prevenir la destrucción anunciada de cientos o miles de viviendas en Valle de Chalco y Tláhuac, por grietas y la expansión del Lago, a causa de la sobreexplotación de sus acuíferos. El proyecto se centra en la creación de un vaso profundo para el Lago, para frenar su expansión horizontal hacia las colonias aledañas, a la vez logrando almacenar volúmenes suficientes de aguas pluviales para sustituir la actual dinámica de sobreexplotación de los acuíferos.

TAMAÑO Y FORMA DEL VASO

Para poder almacenar, potabilizar y distribuir 37.2 Mm³/año de aguas pluviales actualmente expulsadas de la Cuenca,⁸ se requiere de un vaso con una capacidad de 34.2 Mm³.⁹ Esto podría lograrse, por ejemplo, con un vaso de 500 hectáreas, y 6.84 metros de profundidad, lo cual implicaría reducir el polígono actual del Lago, para poder contar con una franja de protección entre el lago y las zonas urbanas aledañas y recuperar tierras del Ejido de Tláhuac para el cultivo.

De manera alterna, se podría expandir el polígono del Lago hacia el suroriente (ejidos Tulyehualco, Tláhuac y Mixquic), dado que esta zona se encuentra en proceso de acelerado hundimiento. O se podría reducir aún más el polígono, y lograr los mismos objetivos con un vaso más profundo.

Estas decisiones tendrán que ser tomadas por los ejidatarios dueños de las tierras afectadas en la zona, en coordinación con las autoridades delegacionales, municipales, del D.F. y del Estado de México, así como las autoridades del agua. En este contexto, se menciona que la actual carretera Tláhuac-Chalco atraviesa la capa más profunda de arcillas y por lo tanto, la zona de más rápido hundimiento. Futuras inversiones en vialidades en este trazo seguirán siendo “tragadas” por el Lago.

MÉTODO CONSTRUCTIVO

Se propone formar el vaso en tres etapas, logrando aumentar su tamaño en 8.4 Mm³ en cada etapa. Para este fin, se podría utilizar el método empleado para la creación del Lago Nabor Carrillo¹⁰, en el cual bombas superficiales (una por cada dos hectáreas) extrajeron agua de la primera capa superior de arcillas. Este método es lento (en Texcoco se logró un hundimiento superficial de 1-1.5 metros/año), pero su costo es bajo.^{11 12} Se tendría que crear una estrategia para el manejo de las aguas extraídas.

El método más sencillo y comprobado sería con trascabo. El Ejido de Tláhuac está interesado en recibir las tierras excavadas en la zona sur del ejido¹³ para contar con tierras de cultivo en zona de hundimientos. Otra posible área de recepción es la zona seca en medio del lago, de los ejidos Tláhuac, Tlaltenco y Tecómitl, cuya estabilidad relativa es debido a una “península”

8 15.5 Mm³ a ser captadas y distribuidas durante el periodo de lluvias, y 21.7 Mm³ a ser almacenadas para ser utilizadas a lo largo de los siete meses de estiaje.

9 Se calculó el tamaño del vaso requerido de la siguiente manera: Volumen a almacenar para poder potabilizar y distribuir 1,200 lps durante los siete meses de estiaje (21.7 Mm³); pérdidas por evaporación durante el mismo periodo (500 mm, o 2.5 Mm³); volumen requerido para mantener un mínimo de un metro de agua en el fondo para la vida acuática y actividades ecoturísticas (5 Mm³); volumen requerido para contar con un tirante libre de 1 m para el manejo de lluvias extraordinarias.

10 El volumen de hundimiento provocado fue 27% el volumen del agua extraída, Proyecto Texcoco.

11 “El hundimiento de la Ciudad de México y proyecto Texcoco, SHCP”

12 Aunque la salinidad de las aguas contenidas por las arcillas en esta zona es mucho menor que la de Texcoco, de todos modos, este método requeriría de una estrategia para el manejo especial de las aguas extraídas.

13 Se contemplan la remoción de hasta 23.2 millones de m³ de suelos y arcillas.

de basaltos volcánicos provenientes del Cerro Santa Catarina ubicada a una profundidad de 50 metros.

Afortunadamente, una vez formado el vaso, el mismo peso del agua seguirá comprimiendo las arcillas (cuyo contenido es entre 300-500% agua), lo cual resultará en un aumento continuo en la profundidad del vaso, sin

tener que hacer más excavaciones.

No sería factible formar el Lago con bordes elevados, debido al riesgo que esto representaría para la población, por ser una zona con grietas, altamente vulnerable a movimientos sísmicos; porque su llenado dependería del bombeo; y por la posibilidad de desbordes en el caso de lluvias extraordinarias.

2.4. CANALIZAR AGUAS PLUVIALES AL LAGO

TABLA 2.3. CANALIZACIÓN DE AGUAS AL LAGO

Subcuenca	Microcuenca	Media	Baja	Total
La Compañía	San Francisco	2.6	2.1	4.7
	Sto. Domingo		0.7	0.7
	San Martín Cuautl.		0.3	0.3
	Sta. María Huex		0.7	0.7
	San Lorenzo Tlalm.		0.6	0.6
	Canal		6.1	6.1
TOTAL		2.6	10.5	13.1
Río Amecameca	Tecuaitlta	7.0	0.5	7.5
TOTAL		7.0	0.5	7.5
Lago Tláhuac-Xico	Ayaqueme	1.7	0.8	2.5
	Villa Milpa Alta	1.1	0.5	1.6
	Lago		12.5	12.5
TOTAL		2.8	13.8	16.6
TOTAL SUBCUENCA		12.4	24.8	37.2

El Proyecto Lago Tláhuac-Xico implica retener, almacenar, potabilizar y distribuir 37.2 Mm³/año de las 88 Mm³/año de aguas pluviales que actualmente están siendo expulsadas de la Subcuenca. La fuente principal de su agua serán los escurrimientos en cuenca baja de la subcuenca Tlahuac-Xico (16.6 Mm³/año). Una parte del sistema de cana-

les en la zona lacustre será habilitada para el manejo exclusivo de estos escurrimientos, por gravedad. Los 7.5 Mm³/año de aguas pluviales provenientes del Río Amecameca llegan actualmente al Lago; sólo faltará lograr el saneamiento del río, y la infiltración de volúmenes excedentes río arriba.

MAPA 2.5. PROPUESTA DE COLECTORES PARA CANALIZAR ESCURRIMIENTOS PLUVIALES AL LAGO TLÁHUAC-XICO



La canalización de los 13.1 Mm³/año de aguas pluviales provenientes de la Subcuenca Río La Compañía, principalmente de las Microcuencas San Francisco y Canal, implicará una reorientación de la infraestructura hidráulica existente, para permitir la llegada de este recurso hídrico al Lago por gravedad.

Esta estrategia, tendrá tres ventajas, siendo la prevención de inundaciones, el aprovechamiento del recurso hídrico, y la disminución del bombeo.

Debido a los hundimientos y el azolve de los canales de salida, Valle de Chalco se encuentra rodeado por canales elevados¹⁴

hacia los cuales su Odapas se ve obligado a bombear todas sus aguas residuales y pluviales; los Odapas de Ixtapaluca y Chalco tienen que bombear las aguas de sus zonas bajas de manera similar.

La CAEM, por su parte, opera tres plantas de bombeo sobre Canal General, para desalojar las aguas pluviales y residuales de las subcuencas Río Amecameca y Tláhuac-Xico, traspaleadas en temporada de lluvias desde el Lago Tláhuac-Xico.¹⁵ El Túnel La Compañía multiplicó aún más las exigencias de bombeo, al enviar las aguas recibidas hacia una profundidad de 35 metros, para luego volver a extraerlas hacia la superficie.

14 La Conagua ha logrado evitar el bombeo por su parte, a través de la acumulación de azolve en los canales que maneja, en compensación exacta por la tasa anual de hundimiento.

15 La CAEM y el SACM están negociando quién cubriría el costo del bombeo de las aguas pluviales y residuales del D.F. que son desalojadas vía el Canal General.

El enorme costo del bombeo origina gastos, sin que haya consensos todavía respecto al organismo que los vaya a cubrir.

Al estar ubicado en el punto más bajo y de más rápido hundimiento de toda la Subcuenca, el Lago Tláhuac-Xico permitirá desmantelar gran parte del complejo sistema

de bombeo anterior, y adaptar los ductos y canales actuales para permitir que las aguas corran por gravedad, hasta llegar al Lago.¹⁶ Las aguas pluviales pasarían por zonas de humedales al norte y sur del Lago, para lograr su pre-tratamiento antes de su depósito en el vaso receptor.

EL PLAN EN ACCIÓN...



EJIDATARIOS DE TLALTENCO Y PEQUEÑOS PROPIETARIOS DE LA SIERRA DE SANTA CATARINA

Los “Pequeños Propietarios de la Sierra de Santa Catarina” proponen la construcción de una PTAR o potabilizadora en el predio de la LICONSA, así como la rectificación de canales, la cual ayudará a defender los usos agrícolas del suelo en esta zona bajo fuertes presiones urbanas, debido a la terminal de la Línea 12 del metro.

EL PLAN EN ACCIÓN...



EJIDATARIOS DE TULYEHUALCO

Los ejidatarios de Tulyehualco proponen la rehabilitación de las PTAR “La Lupita” y “El Llano”, así como la limpieza y dragado de canales.

¹⁶ En el próximo capítulo se describe los ductos que tendrían que acompañar estas obras, para canalizar las aguas residuales de las zonas densamente urbanas de la Subcuenca Río La Compañía, hasta la planta de tratamiento Xico-Mixquic, a ubicarse al suroriente del Lago.

2.5. POTABILIZAR DE 1,200 LPS, PARA SUSTITUIR LA SOBREEXPLOTACIÓN DEL ACUÍFERO

Desde la primera etapa del proyecto, se empezarán a potabilizar las aguas de lluvia almacenadas en el Lago. La potabilizadora sería de construcción modular, de tal modo que se podrían ir aumentando sus capacidades en la medida que se amplie la capacidad de almacenamiento del Lago, así como las aguas pluviales canalizadas. Una opción para su construcción es el terreno que la Liconsa designó para un proyecto de tratamiento de aguas para beneficio de los

ejidatarios de Santa Catarina y Tlaltenco.

El costo estimado de la potabilizadora sería \$32 millones para cada 400 lps de capacidad, de tal modo que se podría contar con la infraestructura para tratar los 1,200 lps con una inversión de \$96 millones. El costo de operación de este tipo de planta es relativamente bajo, debido a que su consumo de energía es moderado, y no requiere de insumos costosos.

2.6. CLAUSURAR POZOS EN VALLE DE CHALCO Y TLÁHUAC

Las aguas pluviales potabilizadas serán utilizadas para reemplazar las aguas subterráneas cuya extracción está causando daños a la región. En primer lugar, se buscará sustituir los pozos Mixquic-Santa Catarina, dado que los volúmenes extraídos, así como su profundidad y su ubicación en relación con la capa más gruesa de arcillas comprimibles hace que tiene un impacto mayor en

las dinámicas de hundimiento regional. Estos pozos, una vez clausurados, serán convertidos en pozos de recarga, para el aprovechamiento de aguas tratadas de la planta de tratamiento Xico-Mixquic (vea Capítulo 3). La próxima prioridad será el reemplazo de pozos en lugares estratégicos en Valle de Chalco y Tláhuac.

2.7. LOGRAR DECRETOS DE PROTECCIÓN PARA LA ZONA

La reaparición del Lago ha convocado el regreso de millares de aves acuáticas, que aprovechan como hábitat en alguna fase de su vida los lagos, canales y chinampas de la zona lacustre. A pesar de su crítico estado actual, ésta cuenta con 31 especies de aves acuáticas, de las cuales, 17 especies son confirmadas como residentes reproductoras (7 más están por confirmar); y 5 especies son residentes invernales. Se han registrado, además, 35 especies de aves terrestres asociadas de alguna forma a los cuerpos de agua y canales.

El Lago, las lagunas, los canales y las chinampas en su conjunto prestan importantes servicios ambientales, como grandes almacenes de aguas pluvial y tratada, para regular picos de lluvias. Las chinampas captan

alrededor de 114 toneladas de carbono por hectárea en pie y 645 toneladas de carbono por metro de profundidad de sedimentos por hectárea; le dan sustento a vegetación acuática emergente que sirve como filtro natural de las aguas que los recorren, siendo un sitio de anidación para diversas aves. La reactivación y mantenimiento de canales y chinampas permiten el cultivo de acelga, lechuga, calabaza, espinaca y brócoli, para los habitantes de la Cuenca de México.

Sin embargo, las dinámicas de expansión urbana, imparables hasta la fecha, comienzan a ejercer presión sobre los sistemas naturales y productivos de la zona.

Un crítico ejemplo de esto, es la terminal de la Línea 12 del metro, la cual ha genera-

do fuertes impactos sobre la zona lacustre, incluyendo el relleno de canales y una fuerte disminución de aguas tratadas disponibles para riego.

CONVENIO RAMSAR

La Convención Relativa a los Humedales de Importancia Internacional especialmente como Hábitat de Aves Acuáticas, mejor conocido como el “Convenio Ramsar”, fue firmado en Ramsar, Irán, en 1971. Compromete a 160 países, incluyendo a México, con la conservación y aprovechamiento sustentable de los humedales¹⁷ a través de acciones locales, nacionales e internacionales. El 2 febrero 2004, 2,657 hectáreas del sistema lacustre de Xochimilco y San Gregorio Atlapulco fueron designados como Sitio Ramsar.

El Lago Tláhuac-Xico, Lago Reyes Aztecas, las chinampas de Mixquic y las lagunas del Volcán Xico, son cuerpos emblemáticos para su comunidad. Presentan atributos característicos de suelo y vegetación propia de la zona que da sustento a poblaciones reproductivas de varias especies, en particular al pato triguero (*Anas platyrhynchos diazi*), protegida bajo la NOM-059-SEMARNAT-2010. Estos cuerpos de agua alojan con regularidad más de 1% de los individuos existentes mundialmente de la especie de anátido (*Anas clypeata*), y sustenta poblaciones de hasta 20,000 aves acuáticas regularmente en sus diferentes y dinámicos ambientes, cumpliendo con esto, varios de los criterios necesarios para ser considerados humedales de importancia ecológica, por lo que se promueve el designio de Sitio Ramsar.

Para la promoción y designación de Sitio Ramsar se requiere una coordinación entre autoridades locales, los ejidatarios dueños de las lagunas, chinampas y humedales e instituciones de investigación, con la finalidad de enfatizar y aplicar un buen plan de manejo de los humedales. Esta dinámica de

trabajo se logra en conjunto con la Comisión Nacional de Áreas Naturales Protegidas.

SANTUARIO DEL AGUA

La Secretaría de Ecología del Estado de México publica en la Gaceta de Gobierno el 19 de marzo del 2004, el decreto estableciendo un área natural protegida con la categoría de “Parque Estatal Santuario del Agua Laguna de Xico”, ubicado en el municipio de Valle de Chalco, para ser destinada a la preservación, protección, conservación, restauración y aprovechamiento sustentable del entorno (sin afectar la propiedad de las tierras).

Desafortunadamente, al no haber involucrado a los ejidatarios de la zona, este decreto no ha contado con su apoyo, aunque sus actividades y conocido compromiso cultural y ambiental, son compatibles con el decreto. Tal vez esta situación podría resolverse si los ejidatarios tomaran el liderazgo en la elaboración en el Programa de Manejo del área, dado que este instrumento vital y determinante todavía no ha sido elaborado.

¹⁷ Utilizando una definición amplia para ecosistemas acuáticos y semi-acuáticos, naturales y artificiales, incluyendo lagos, lagunas, ríos, pantanos, oasis, delta, chinampas, entre otros.

Aves acuáticas del Lago Tlahuac Xico



Anas creca caroliniensis

Este pequeño pato es conocido como "cerceta alioscura". Ave migratoria que recorre el territorio americano en busca de refugio de las extremas condiciones climatológicas invernales que imperan en Norteamérica.



Butorides virescens

La garcita oscura se camuflajea con la vegetación, manteniéndose quieta por largo tiempo. Vigila con su magnífica vista esperando a que alguna presa se aproxime.



Podilymbus podiceps

Es nombrada comúnmente como "zambo". Es una especie de distribución restringida a la zona lacustre Tláhuac-Xico. Se le puede ver zambulléndose para atrapar sus presas, las cuales pueden ser de gran tamaño. Se alimenta de peces, renacuajos y ajolotes.



Fulica americana

Gallareta, especie residente de mayor distribución dados sus hábitos generalistas de alimentación y alta tasa reproductiva.



Gallinula chloropus

Conocida comúnmente como polla de agua. Fue registrada utilizando como refugio la vegetación.



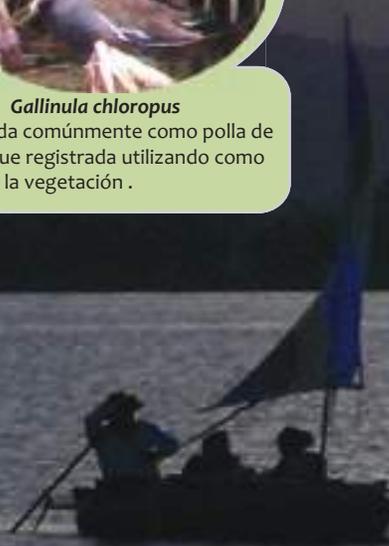
Anas platyrhynchos diazi

El pato triguero, es una especie residente que se reproduce en el Lago Tláhuac-Xico. Ave de talla grande originaria de México.



Calidris minutilla

Esta especie de aves son conocidas como playeritos mínimos. Realiza largas migraciones de Norteamérica a Centro y Sudamérica. Se alimenta de insectos, larvas, crustáceos y lombrices que se pueden encontrar en la pequeña laguna somera y transitoria.





Anas acuta

Comúnmente conocido como golondrino. Tiene un vistoso patrón en los colores de su plumaje. Su cola tiene una larga y afilada pluma que sobresale. Es una especie migratoria.



Bubulcus ibis

Las garzas ganaderas forman enormes parvadas que pintan de blanco el cielo de Tláhuac. Se reúnen a las orillas de los cuerpos de agua en busca de insectos y lombrices que se encuentran en el lodo. Estas aves han desarrollado una relación con el ganado en los pastizales, ya que al caminar las vacas, los insectos quedan al descubierto.



Tringa flavipens

Patamarilla mayor, es una de las pocas aves que aún se pueden localizar en la contaminada laguna bajo el panteón del cerro Xico. Se alimenta de insectos, larvas, crustáceos y lombrices que proliferan en el limo.



Recurvicostra americana

Esta ave de pico ligeramente curvado hacia arriba es conocida como "avoceta piquicurva", esta especie es migratoria. Se refugia durante el invierno en el territorio Mexicano. En este se prepara para el cortejo y reproducción.



Anas cyanoptera

Este pato es conocido como canelo, dado el característico color que tiene el macho. Se alimenta de materia vegetal, y se le puede observar durante el invierno cuando realiza su migración a estos cuerpos de agua.



Charadrius vociferus

El chorlito tildio, encuentra su hábitat en cuerpos de agua someros, orillas de lagunas y canales. Esta ave forma grupos con diferentes especies. Sirve como alarma al silbar constantemente ante la presencia de algún depredador



Limnodromus scolopaceus

Esta curiosa ave es conocida comúnmente como costurero de agua dulce, nombre que adquiere por efectuar un singular movimiento que se asemeja al que realiza una aguja en una máquina de cocer, movimiento que realiza para buscar su alimento en áreas limosas de las lagunas.



Anas clypeata

Conocida como pato cucharón por la forma de su pico. Esta especie emigra desde E.E.U.U. y Canadá. El macho adquiere un colorido plumaje durante su fase reproductiva, cuando se encuentra en México.

RUTA CRÍTICA PARA LA INSTRUMENTACIÓN DE ESTRATEGIA 2: HABILITACIÓN DEL LAGO TLÁHUAC-XICO (Y PTAR METROPOLITANA)

La habilitación del Lago Tláhuac-Xico para el almacenamiento de las aguas pluviales de las zonas de cuenca baja y media de las tres subcuencas, va de la mano con la construcción de la planta de tratamiento Xico-Mixquic (vea próximo capítulo) para el tratamiento y reuso de las aguas residuales de sus densas zonas urbanas. Juntos, estos dos proyectos permitirán que esta Subcuenca deje de expulsar volúmenes crecientes de aguas pluviales y residuales por canales abiertos que atraviesan el área metropolitana, de modo que estos vitales recursos podrán servir para la resolución de su grave crisis hídrica.

Por este motivo, se considera vital que la Comisión de Cuenca (desde su Grupo Especializado Zona Lacustre) gestione el proyecto Lago Tláhuac-Xico frente al Fideicomiso 1928, a la vez que se gestione la construcción de la PTAR Xico-Mixquic frente al Fondo Metropolitano. El costo de la reorientación de las aguas pluviales y residuales de estas zonas podrá ser compartido entre los dos proyectos, o gestionado aparte, frente a la Conagua.¹⁸

Las autoridades de las Secretarías de Desarrollo Metropolitano del Gobierno del Estado de México y del Distrito Federal, y sus contrapartes locales, han sentado las bases para un Programa Metropolitano para el Rescate Integral de la Zona Lacustre Tláhuac-Xico. Este programa podría englobar la gestión de estos dos proyectos, así como el ordenamiento de esta zona, para fortalecer su potencial hídrico, agroproductivo, cultural y ambiental, frente las presiones ejercidas por un proceso de hiperurbani-

zación que ya ha rebasado sus límites de sustentabilidad.

En el proceso de elaboración del Plan Hídrico, el Grupo Especializado Zona Lacustre Tláhuac-Xico se ha ido formando desde dos vertientes de trabajo. El primero conformado por representantes de ejidos y colonias amenazadas, autoridades locales, la PAOT, la Corena y la Diócesis de Valle de Chalco, se ha enfocado en la protección de la población frente la expansión del Lago, la resolución del usufructo indebido de tierras ejidales, la provisión de agua potable sin sobreexplotación de los acuíferos, así como la realización del enorme potencial agroecológico y ecoturístico de la zona.

El segundo, compuesto por la Conagua, la CAEM, el SACM y autoridades locales, se enfoca principalmente en obras de saneamiento y captación; la reparación de bordes del Canal General; la definición del polígono y dimensiones del vaso requerido; el diseño de métodos de construcción del proyecto del lago y plantas potabilizadoras y la relación con los ejidos inundados.

Se prevé la integración entre estos dos procesos y enfoques durante la elaboración de un Proyecto Ejecutivo, cuyo financiamiento está siendo gestionado por la Comisión de Cuenca frente al Fondo de Estudios y Proyectos de Infraestructura (FEPI). Será vital que el Proyecto Ejecutivo sea elaborado con el G.E. Zona Lacustre, de una manera que permita la construcción de consensos desde los diversos actores involucrados.

Será importante considerar la posibilidad de crear un Fideicomiso entre las respecti-

¹⁸ La Comisión de Cuenca realizó una serie de reuniones con el Ing. José Luis Luege Tamargo y representantes de la Presidencia de la República en mayo, junio y julio 2011, para demostrar que los \$700 millones propuestos para el “ducto de estiaje”, proveerían mayor seguridad hídrica si fueran invertidas en la construcción de la primera etapa de la PTAR Metropolitana y en la canalización hacia esta planta por gravedad, de las aguas residuales a ser expulsadas vía bombeo por dicho ducto.

vas autoridades del agua y los ejidos dueños de las tierras del vaso del Lago, con la participación y apoyo de la Comisión de Cuenca. Este instrumento podría permitir la administración conjunta del proyecto, contando, posiblemente, con los \$38 millones al

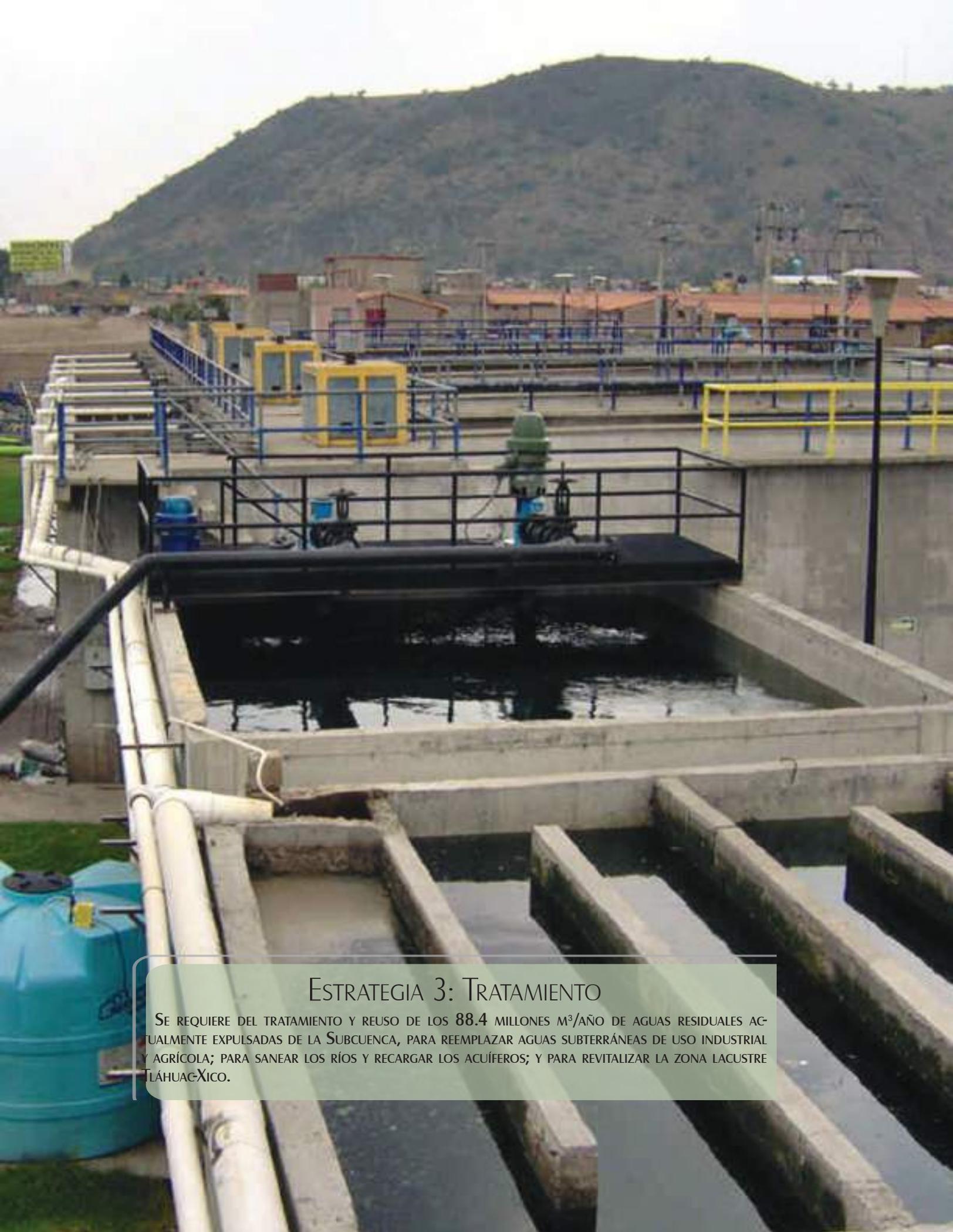
año que serán generados por el cobro de derechos por el agua potabilizada del Lago Tlahuac-Xico¹⁹.

INSTRUMENTACIÓN DE ESTRATEGIA 2, LAGO TLÁHUAC-XICO, POR ETAPA Y POR FUENTE DE GESTIÓN

Acciones por etapa	Costo (MDP)	Fideicomiso 1928	Conagua	SACM	FEPI
Etapa 0: Proyecto Ejecutivo	10	0	0	0	10
Elaboración Proyecto Ejecutivo	10				10
Etapa I: Volumen del vaso 17.4 Mm ³ ; Almacenamiento y potabilización 425 lps (13.4 Mm ³ /año)	1128	552,5	552,5	23	0
Entubamiento aguas residuales Tláhuac y Río Amecameca Cuenca Baja	23			23	
Inversión en infraestructura ejidal, en compensación por daños a tierras inundadas	150	75	75		
Crear celda almacenamiento pluvial con 15.9 Mm ³ capacidad (8.4 Mm ³ adicionales a los actuales)	824	412	412		
Habilitación de canales para envío de aguas pluviales de la Subcuenca Tláhuac-Xico al Lago	30	15	15		
Potabilizadora, 425 lps	100	50	50		
Habilitación de líneas de conducción para distribución de agua potabilizada	1	0,5	0,5		
Etapa II: Volumen del vaso 25.8 Mm ³ ; Almacenamiento y potabilización 850 lps (26.8 Mm ³ /año)	1104	552	552	0	0
Aumentar volumen del vaso a 25.8 Mm ³	824	412	412		
Aumentar capacidad de potabilización a 850 lps	100	50	50		
Humedal de pretratamiento, entrada norte al Lago	80	40	40		
Reemplazo del Canal General con canalización por gravedad de aguas pluviales de Valle de Chalco y Microcuenca Canal	100	50	50		
Etapa III: Volumen vaso 34.2 Mm ³ ; Potabilización 1275 lps. (40.2 Mm ³ /año)	1274	637	637	0	0
Aumentar volumen del vaso a 34.2 Mm ³	824	412	412		
Canalización aguas pluviales provenientes del Río La Compañía	250	125	125		
Humedal de pretratamiento, entrada sur al Lago	100	50	50		
Aumentar capacidad de potabilización a 1275 lps	100	50	50		
COSTO TOTAL	3516	1741,5	1741,5	23	10

* Se propone hacer uso de las capacidades subutilizadas en las líneas de conducción de los pozos Sta. Catarina-Mixquic, así como de la planta potabilizadora en La Caldera

19 Actualmente, el SACM cubre el pago de derechos a la Conagua por el agua extraída por los pozos Mixquic-Santa Catarina.



ESTRATEGIA 3: TRATAMIENTO

SE REQUIERE DEL TRATAMIENTO Y REUSO DE LOS **88.4** MILLONES M³/AÑO DE AGUAS RESIDUALES ACTUALMENTE EXPULSADAS DE LA SUBCUENCA, PARA REEMPLAZAR AGUAS SUBTERRÁNEAS DE USO INDUSTRIAL Y AGRÍCOLA; PARA SANEAR LOS RÍOS Y RECARGAR LOS ACUÍFEROS; Y PARA REVITALIZAR LA ZONA LACUSTRE TLÁHUAC-XICO.

ESTRATEGIA 3: LOGRAR EL ENTUBAMIENTO, TRATAMIENTO Y REUSO DE LAS 3200 LPS AGUAS RESIDUALES GENERADAS EN LA SUBCUENCA

Objetivos y acciones:

- 3.1. Habilitar, convertir a tratamiento anaerobio 12 Plantas de Tratamiento de Aguas Residuales (PTAR) subutilizadas (470 lps); habilitar o reemplazar 5 PTAR (357 lps)
- 3.2. Construir PTAR Xico-Mixquic para aprovechar aguas residuales metropolitanas para recarga de acuíferos y rescate de chinampas y canales en cuenca baja (1500 lps)
- 3.3. Construir tres PTAR subregionales en los límites de la zona urbana, con financiamiento de empresas inmobiliarias, para reuso agrícola e industrial (436 lps)
- 3.4. Construir 4 PTAR municipales y una de SACM (265 lps), para uso agrícola y recarga
- 3.5. Construir 17 PTAR comunitarias (179 lps), para reuso agrícola local
- 3.6. Establecer mecanismos para garantizar la buena operación de PTAR

Coordinación: Grupo Estratégico de Saneamiento y Reuso de Aguas Residuales:

CAEM, SACM, Conagua; Odapas Valle de Chalco, Chalco, Ixtapaluca, ASA Amecameca; Desarrollo Metropolitano; Municipios Tlalmanalco, Juchitepec, Ayapango, Cocotitlán, Tenango del Aire, Temamatla; Delegaciones Tláhuac, Milpa Alta, Xochimilco; Ejidos, comunidades y productores de Mixquic, Tláhuac, Tecomitl, Tetelco, San Juan Ixtayopan, Tulyehualco, Huitzilzingo; Ixtapaluca, San Francisco Acuautla, Sta. María Huexoculco; San Marcos Huixtoco, San Gregorio Cuautzingo, San Lucas Amalinalco, Tlapala; Sto. Tomás, San Isabel Chalma, San Pedro Nexapa, Ayapango; pequeños propietarios de Sta. Catarina; usuarios industriales y agrícolas de aguas subterráneas; Asociaciones de Industriales del Oriente del Estado de México, y de Tláhuac; Centli/UAM.

En el contexto de la construcción del Plan Hídrico, se ha logrado la conformación del Grupo Especializado de Saneamiento con una fuerte dinámica de trabajo, fortalecido por estudios y propuestas propias por parte de la Conagua, la CAEM y el SACM; y por esfuerzos enérgicos por parte de los ejidos de cuenca baja a favor de una PTAR metropolitana en Xico.

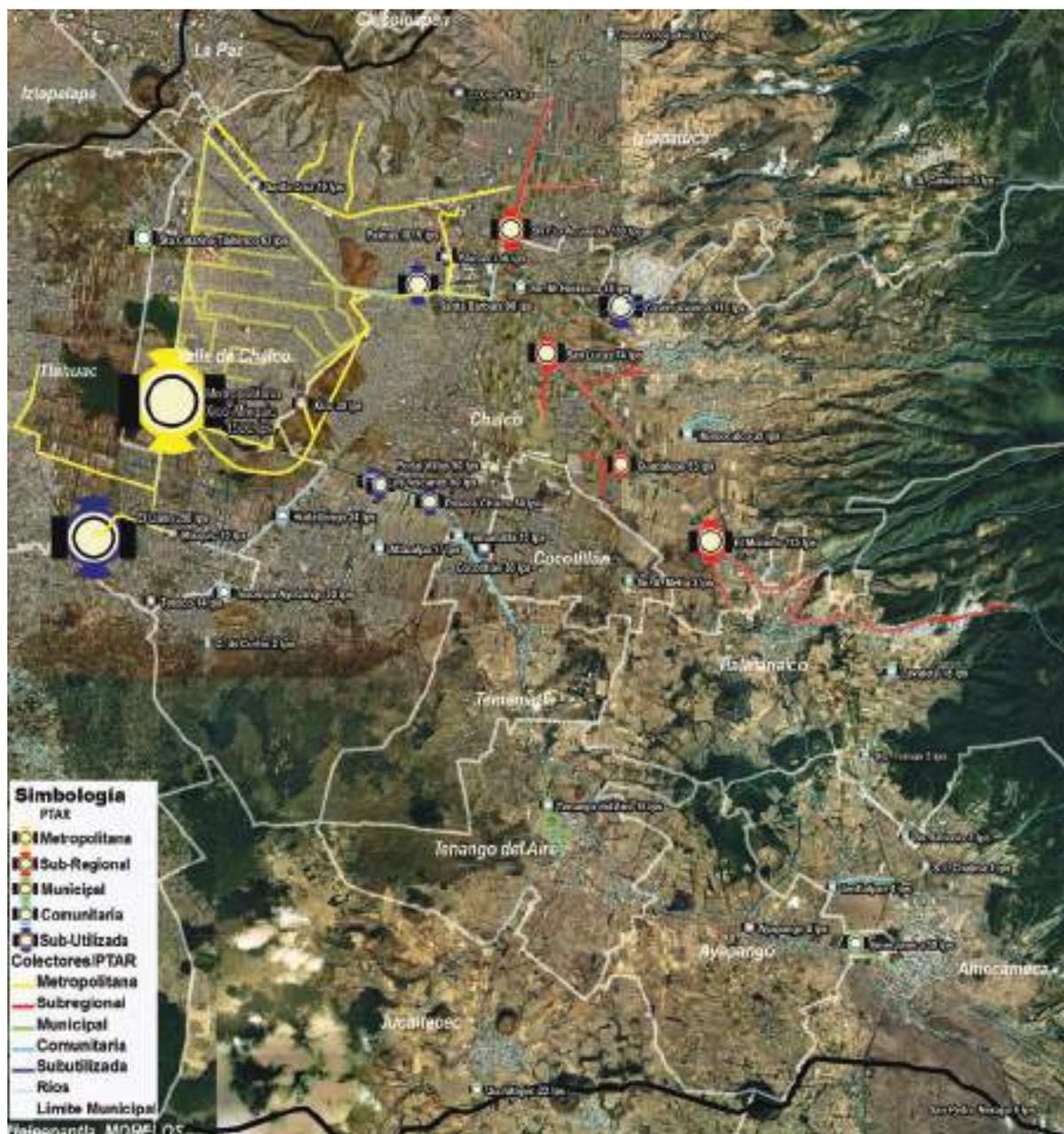
Sin embargo, los trabajos conjuntos de diagnóstico han revelado un patrón general preocupante: hasta el momento, más de \$500 millones que se han invertido en plantas de tratamiento en la Subcuenca, han tenido poco efecto, debido a serias fallas en el diseño y en la construcción de las plantas, así como en su operación. Además, empresas in-

mobiliarias han dejado una deuda ambiental con la Subcuenca en la forma de 436 lps de aguas residuales crudas descargadas en sus cauces, al no cumplir con su obligación legal de construir plantas de tratamiento para sus unidades habitacionales.

Quedó evidente que el saneamiento de la Subcuenca requerirá de una estricta vigilancia del marco normativo; la asesoría de especialistas imparciales para el diseño de las PTAR; la transparencia y supervisión cercana en la aplicación de los recursos; la capacitación y acompañamiento para una buena operación de las plantas; y el involucramiento de los beneficiarios de las aguas tratadas.

ESQUEMA GENERAL DE LA COLECCIÓN, TRATAMIENTO Y REUSO DE AGUAS RESIDUALES

MAPA 3.1. PTAR PROPUESTAS, CON SUS RESPECTIVOS COLECTORES



La **PTAR Metropolitana** implicará la reorientación de la gestión de aguas residuales en la Subcuenca. Los grandes volúmenes ahora desalojados de las zonas densamente urbanas vía bombeo, correrán por gravedad hasta Xico, para la recarga de los acuíferos y la revitalización de chinampas y canales en la zona lacustre.

Las **3 PTAR subregionales**, a ubicarse en zonas de unidades habitacionales sin PTAR en la periferia, recibirán las descargas de cada unidad y de pueblos vecinos; las aguas tratadas servirán para reemplazar aguas subterráneas y crudas para riego y usos industriales (la PTAR municipal Molinito, será subregional).

Las **4 PTAR** a ubicarse a la salida de las cabeceras de municipios semi-urbanos en el Estado de México y una en Tláhuac, D.F., interceptarán descargas antes de su depósito en los cauces o en el lago. El tratamiento será vía lagunas de oxidación o biodigestores para reducir costos. Las aguas tratadas serán utilizadas para riego con recarga en zonas vecinas.

Las **17 PTAR** a ubicarse en comunidades dispersas en cuenca alta y media, prácticamente no requieren de colectores; las plantas de tratamiento serán operadas por los propios beneficiarios, quienes aprovecharán las aguas tratadas a su salida.

3.1. REPARAR O HABILITAR LAS PLANTAS DE TRATAMIENTO DE AGUAS RESIDUALES SUBUTILIZADAS (470 LPS)

La Subcuenca cuenta con 17 Plantas de Tratamiento de Aguas Residuales (PTAR)¹, con una capacidad de diseño para el tratamiento de 470 lps en total de la cual sólo se está logrando aprovechar el 37%. De estas PTAR, 12 tienen el potencial de habilitarse para au-

mentar los volúmenes tratados o convertirse en anaerobias; las demás sufren de fallas tan serias que se recomienda su demolición o su conversión en plantas de bombeo.

TABLA 3.1 PTAR DE LA SUBCUENCA, A HABILITAR O CONVERTIR A TECNOLOGÍA ANAEROBIA (470 LPS)

PTAR	SC	Org. Op.	Cap. Inst. lps	Gasto actual	Eficiencia actual	Aumento potencial vol. tratado (LPS)	Costo habilitación (miles de pesos)	Costo conversión anaerobio-aerobio (miles de pesos) ^a	Destino actual (y potencial) aguas tratadas
Santa Barbara	RLC	Odapas Ixtap.	96	72	72%	24	228	7,680	Industrial municipal
Xico	TLX	Odapas VCH	30	15	0%	15	175	2400	Recarga y riego
El Coral/Acozac	RLC	Odapas Ixtap.	15	14	90%	1	0	1,200	Industria y riego
Mixquic	TLX	SACM	15	12	81%	3	354	1,200	Chinampas
Tetelco*	TLX	SACM	15	7	50%	7	134	1,120	Riego
Cuatro Vientos+	RLC	Odapas Ixtap.	110	0	0%	110	1,500	8,800	Recarga y riego
Volcanes+	AM	Odapas Chalco	50	0	0%	50	156	4,000	Recarga y riego
Paseos de Chalco	AM	Odapas Chalco	50	0	0%	50	457	4,000	Recarga y riego
Cocotitlán	AM	Mpio Coco.	30	0	0%	30	228	2,400	Riego
Palmas 1+	RLC	Odapas Ixtap.	36	0	0%	36	435	2,880	Industrial
Palmas III	RLC	Odapas Ixtap.	15	0	90%	15	228	2,400	Industrial
S.P. Atlazalpa	AM	Odapas Chalco	8	0	0%	8	110	640	Riego
San Antonio Tlaltecahuacan	RLC	Mpio. Tlalmanalco	5	0	0%	5			Riego
TOTAL			475	120	37%	354	4,005	38,720	

Fuente: Elaboración propia en base a diagnósticos en sitio, 2010-2011.

- 1 No se incluye aquí la PTAR La Asunción, instalada por Casa GEO, debido a que ha sido inoperable e irreparable desde su construcción. Por otro lado, se incluye la PTAR Mixquic en esta estrategia, no por su bajo nivel de operatividad, sino porque, con una inversión modesta, se podría aumentar su capacidad en un 100%.
- a Se estimó un costo de \$80 mil por lps para la conversión de PTAR aerobias a procesos de tratamiento anaerobio en base a las estimaciones realizadas en 2008, de 12 PTAR en la subcuenca, por el Dr Oscar Monroy, para el Programa de Competitividad y Medio Ambiente, del Fondo Mexicano para la Conservación del Medio Ambiente.
- b Con una inversión menor (\$900 mil) se podría añadir mas sopladores, y lograr el tratamiento de 50 lps.
- c Las aguas residuales no tratadas por esta PTAR están siendo descargadas en un socavón a solo 500 metros de un ramal de pozos.

*Faltan acceso a aguas residuales.

+Cuentan con colectores de aguas residuales por separado.

Las 13 PTAR subutilizadas sufren principalmente de descomposiciones electromecánicas. **Se podrían reparar por \$4.31 millones, para así aumentar el gasto de agua tratadas en unos 341 lps, representando un costo de sólo \$12,639 por lps de capacidad adicional potencial.**

Sin embargo, estas descomposiciones son síntomas de problemas mayores: los altos costos de operación (especialmente el costo de electricidad), la falta de mecanismos para reducir y cubrir estos costos; coordinación con potenciales usuarios; alternativas para la disposición de lodos; y la falta de capacitación del personal operador.

Por lo tanto, como condición para financiar estas reparaciones, se recomienda llegar a acuerdos con los organismos operadores para realizar programas de capacitación, asesoría y monitoreo con el personal responsable de estas PTAR, contando con el apoyo del grupo especializado de Saneamiento y la Unidad Técnica de Saneamiento de la Comisión de Cuenca.

Podría ser más efectivo gestionar los recursos requeridos para convertir estas 12 PTAR en plantas de tratamiento anaerobio (vea hoja explicativa). El costo de estas adecuaciones es aproximadamente de \$80,000 por cada lps de capacidad de la planta, y sustituiría el costo de las reparaciones electromecánicas mencionadas arriba. **Con una inversión total de \$38.7 millones, se podría contar con la generación de 475 lps de aguas tratadas (15Mm³/año), con un bajo costo de operación y mantenimiento.**

El Grupo de Saneamiento, junto con el respectivo organismo operador, buscará llegar a acuerdos con los potenciales usuarios de las aguas tratadas de cada PTAR a habilitar o convertir al tratamiento anaerobio. Muchos de estos potenciales usos serán mencionados en las secciones posteriores.

Esta sección se enfoca en dos propuestas específicas para esta zona.

REUSO DE AGUAS TRATADAS DE PTAR HABILITADAS PARA LA RECARGA EN CUENCA MEDIA Y PARA CIRCUITOS CERRADOS EN UNIDADES HABITACIONALES

El Odapas Ixtapaluca propone habilitar las PTAR Cuatro Vientos y Santa Bárbara (capacidad adicional) y generar agua potabilizada para recargar unos 6912 m³/día (80 lps) a sus acuíferos vía pozos en desuso en la proximidad.

Esta medida requerirá de un monitoreo cercano, para garantizar la calidad y tiempo en residencia requerida por la NOM-014-Conagua-2003, pero al lograrlo, este modelo podría ayudar a aliviar la crisis hídrica en esta zona densamente poblada, en donde el nivel estático está descendiendo hasta dos metros al año.

En este sentido, se menciona que en Baja California, los Odapas han logrado un arreglo con la Conagua, de tal modo que sólo pagan el derecho por el agua en bloque sobre la diferencia entre sus volúmenes extraídos, y sus volúmenes recargados.

Dada la extrema escasez de agua en Cuatro Vientos, se ha contemplado también la posibilidad de lograr el tratamiento terciario para alimentar un circuito cerrado que proveería agua exclusivamente para los excusados de las viviendas, dado que este uso representa el 50% del consumo total de agua a nivel doméstico.

3.1.1. PTAR QUE REQUIEREN DE MAYORES INTERVENCIONES O DE SU REEMPLAZO (357 LPS)

La siguiente tabla presenta las PTAR que, según el diagnóstico del Grupo Especializado de Saneamiento, sufren de problemas estructurales tan severos, que se pone en cuestión la viabilidad de su habilitación.

TABLA.3.2. PTAR QUE REQUIEREN DE MAYORES INTERVENCIONES O SU REMPLAZO (357 LPS)

PTAR/Ubicación/tecnología/Org. Op/cap inst./gasto actual/ Eficiencia actual	Problemas que impiden su habilitación	Recomendación	Gasto Adicional potencial	Costo (mdp)
El Llano , Tláhuac, San Juan Ixtayopan; Aerobia con pretratamiento Físicoquímico y Potabilización; SACM; 250 lps capacidad instalada; 90 lps gasto actual; 36% eficiencia	La PTAR está cubierta por una patente que no permite realizar reparaciones hasta el año 2013, a pesar del hecho de que nunca ha funcionado según los términos del contrato. Deficiencias en el diseño de la obra civil, así como en los materiales de construcción han resultado en una extrema vulnerabilidad a los hundimientos diferenciales en la zona. El caudal que recibe es insuficiente.	El SACM ha asignado \$20 millones para habilitar la PTAR El Llano, y está canalizando las aguas residuales de San José y La Habana a esta PTAR. No hay consenso en cuanto a la posibilidad de rescatar la obra civil. En todo caso, hay que aprovechar su equipo de potabilización (filtración con carbón activado y desinfección con luz UV) para lograr aguas tratadas con calidad suficiente para la recarga.	160	\$20 A \$300
Portal Villas ; Aerobia; Odapas Chalco; 50 lps capacidad; 0 lps gasto actual; 0% de eficiencia	La planta fue mal diseñada (cmaras alternas); su estructura metálica está dañada; su equipo electromecánico se ha descompuesto; sirve como cárcamo de bombeo, con descarga directa al río Amecameca.	Demolerla y construir un nuevo modulo (50 lps) que formaría parte de PTAR los Volcanes	50	45
La Lupita , Tláhuac, San Juan Ixtayopan, aerobia.; MC TLX; SACM; 30 lps capacidad; 26 lps gasto actual; 86% de eficiencia	Se encuentra en una zona de severos hundimientos diferenciales, causando la planta a ladearse en un 10° y cuartease.	Convertirla en cárcamo de bombeo	0	0
Ayapango ; biodigestor, humedal y laguna de oxidación; Mpio. de Ayapango; 8 lps capacidad; 0 lps gasto actual; 0% de eficiencia	Esta nueva PTAR combina un biodigestor con humedales y una laguna de oxidación, representando redundancias, en cada caso con dimensiones insuficientes para el caudal propuesto.	Se recomienda separar el caudal de tal modo que una parte podría tratarse con el biodigestor y humedales para infiltración, y otra parte, a tratarse vía la laguna de oxidación, para riego.	8	0
Santa Cruz ; aerobia; Odapas Ixtapaluca; 19 lps de capacidad; 11 lps de gasto actual; 60% de eficiencia	La tecnología y los materiales de la PTAR son de calidad inferior, y por lo tanto, la PTAR ha llegado tempranamente al fin de su vida útil.		0	0

3.2. PTAR METROPOLITANA PARA LA RECARGA DE ACUÍFEROS Y REVITALIZACIÓN DE LA ZONA LACUSTRE TLÁHUAC-XICO



La PTAR Metropolitana Xico-Mixquic es un proyecto estructurador para la Subcuenca, el cual permitirá regresar a los acuíferos de la Subcuenca una parte significativa de los enormes volúmenes actualmente extraídos, generando a su vez, las aguas tratadas requeridas para el rescate de sus zonas chinamperas y sus extensivos sistemas de canales.

La PTAR Metropolitana, al construirse al mismo tiempo que se habilite el Lago Tláhuac-Xico, permitirá reorientar las aguas residuales (para la PTAR) y pluviales (para el Lago) de las zonas urbanas de cuenca baja,

dejando atrás los crecientes costos y riesgos del modelo de expulsión vía bombeo, para aprovechar todas las ventajas de un modelo basado en el aprovechamiento de estos recursos hídricos en la propia Subcuenca.

Justo cuando la vocación hídrica de la Zona Lacustre Tláhuac-Xico se encuentra amenazada por la Línea 12 del Metro y otras vialidades, esta PTAR replicará el ejemplo de la PTAR Cerro de la Estrella, la cual ha sostenido las zonas chinamperas de Xochimilco y Tláhuac desde que sus manantiales fueron desecados en los años 1960.

3.2.1. CANALIZACIÓN POR GRAVEDAD DE LAS AGUAS RESIDUALES DE IXTAPALUCA, VALLE DE CHALCO, CHALCO Y TLÁHUAC

El siguiente mapa y tabla presentan la propuesta para las obras requeridas para lograr la reorientación de la infraestructura hidráulica actual, de tal modo que se podrá

conducir las aguas residuales de las zonas densamente pobladas de Ixtapaluca, Chalco y Valle de Chalco a la Planta Metropolitana, la cual se ubicaría en la zona más profunda de la Subcuenca.

MAPA 3.2. COLECTORES PARA CANALIZAR AGUAS RESIDUALES POR GRAVEDAD A LA PTAR METROPOLITANA



El Plan propone instalar un ducto para canalizar, por gravedad, las aguas residuales actualmente manejadas por el Canal La Compañía, desde la Planta de Bombeo 12 (2236 msnm) hasta la PTAR Metropolitana (2227 msnm), utilizando un trazo que seguiría las isolíneas de hundimiento (para no ser afectado a futuro por hundimientos diferenciales). Las aguas del Colector Cuauhtémoc

(línea anaranjada) bajarían por gravedad hasta La Caldera, en donde una obra menor permitiría su descenso por el Canal General, el cual sería habilitado como ducto enterrado o canal excavado. Las aportaciones a la PTAR serían: Ixtapaluca, 470 lps; Valle de Chalco, 431 lps; Chalco, 250 lps; Tláhuac 224 lps y Milpa Alta, 75 lps.

TABLA 3.3. DIMENSIÓN Y COSTO DE COLECTORES REQUERIDOS PARA CANALIZAR AGUAS RESIDUALES A PTAR METROPOLITANA

Colector	Longitud (L) metros	Gasto máx. (Q) l/seg	Diámetro (ø) cm	Costo (MDP)
Lateral Dren General I	4,000	300	76	14.2
Lateral Dren General II	3,900	731	107	23.2
Chimalpain	1,400	150	60	4.0
PB12-PB16	2,000	8,000	213	14.2
PB16-Metropolitana	8,000	8,000	Canal	19.4
Xico La Laguna	3,740	30	38	5.6
Marquez	1,100	60	38	1.6
Quiahuatla	3,450	80	45	6.4
Mixquic I	2,670	25	38	4.0
Mixquic II	2,595	275	60	7.2
Tecomitl	1,860	75	45	3.4
El Capulín	2,500	50	38	3.8
Ayotla	1,885	40	38	2.8
Ixtapaluca	3,420	60	38	5.1
TOTAL	42.52		TOTAL	114.9

3.2.2. PTAR METROPOLITANA XICO-MIXQUIC (1500 LPS)

Se propone que la PTAR Xico-Mixquic sea concebida y equipada como “Museo del Reciclaje del Agua”, por ser una planta modelo en muchos aspectos. Al utilizar una tecnología anaerobia, demostrará que las PTAR pueden ser productoras de energía, en vez de ser consumidores. Demostrará que se puede reutilizar el agua extraída de los acuíferos, eventualmente regresándosela a ellos.

Se propone construirla por módulo, cada uno consistiendo en un reactor anaerobio y gasoeléctrica, para un gasto de 500 lps; y una potabilizadora (ozonación y carbón activado; rayos ultravioleta y cloración) para 250 lps, para el agua a ser recargada a los acuíferos. El costo de cada etapa de la planta será \$350 millones, con un costo total de \$1,050 más IVA. Se propone que el terreno de la PTAR cuente con el espacio requerido para su eventual expansión a 2,500 lps de capacidad, para futuras etapas cuando la zona Tláhuac-Xochimilco asumirá mayores funciones de tratamiento y reciclaje hídrica para la sustentabilidad del área metropolitana.

La PTAR Xico-Mixquic contará con una planta gasoeléctrica, la cual aprovechará el biogás resultante del proceso de tratamiento, para generar 10.8 Mkw-hr de energía eléctrica al año, con un valor anual de unos \$10 millones, suficiente para cubrir gran parte de sus costos de operación y del bombeo de sus aguas a las zonas de aprovechamiento

EL PLAN EN ACCIÓN...



24 de mayo de 2011

Los comisarios de los ejidos de Tláhuac, Mixquic, Tulyehualco, Tecomitl, Tetelco y San Juan Ixtayopan, así como las autoridades del municipio Valle de Chalco, la delegación Tláhuac, el SACM, la Conagua y la Mesa Directiva de Comisión de Cuenca de los ríos Amecameca y La Compañía, firmaron una carta compromiso para gestionar la PTAR Xico-Mixquic.

Módulo	Reactor anaerobio (MDP)	Gasoeléctrica (MDP)	Potabilizadora (MDP)	Total (MDP)
1	285	35	55	375
2	285	35	55	375
3	285	35	55	375
Total	855	105	165	1,125

3.2.3. REUSO DE AGUAS TRATADAS PARA LA RECARGA DE ACUÍFEROS Y LA REVITALIZACIÓN DE LA ZONA LACUSTRE TLÁHUAC-XICO

TABLA 3.4. CAPACIDAD POTENCIAL DE TRATAMIENTO EN LA ZONA LACUSTRE TLÁHUAC-XICO

PTAR	lps
Metropolitana	1500
El Llano	250
Chalco	150
Xico	30
Mixquic	30
Tetelco	14
Tlaltenco	26
Total: 63.1 Mm³/año	2000

Fuente: Elaboración propia

TABLA 3.5. USOS PROPUESTOS PARA AGUAS TRATADAS EN ZONA LACUSTRE

Usos propuestos	Vol. aguas trat. req.	
	(Mm ³ /año)	(lps)
Recarga vía pozos clausurados, grietas y lagunas de infiltración	25.2	800
Chinampas	14.2	450
Canales p/riego	14.2	450
Riego con recarga	9.5	300
TOTAL	63.1	2000

Fuente: Elaboración propia

3.2.3.1. LA RECARGA DE ACUÍFEROS CON AGUAS TRATADAS Y POTABILIZADAS

Una función principal de la PTAR Xico-Mixquic será la recarga de acuíferos con aguas tratadas y potabilizadas. A continuación se describe las estrategias para lograr

la recarga, siendo la utilización de grietas, de pozos clausurados, así como la recarga vía lagunas de infiltración y el riego intensivo en zonas permeables.

EL PLAN EN ACCIÓN...



Sistema de riego Tetelco

Se propone la rehabilitación de canales contaminados y rescate de 40 hectáreas de chinampas en Tetelco.

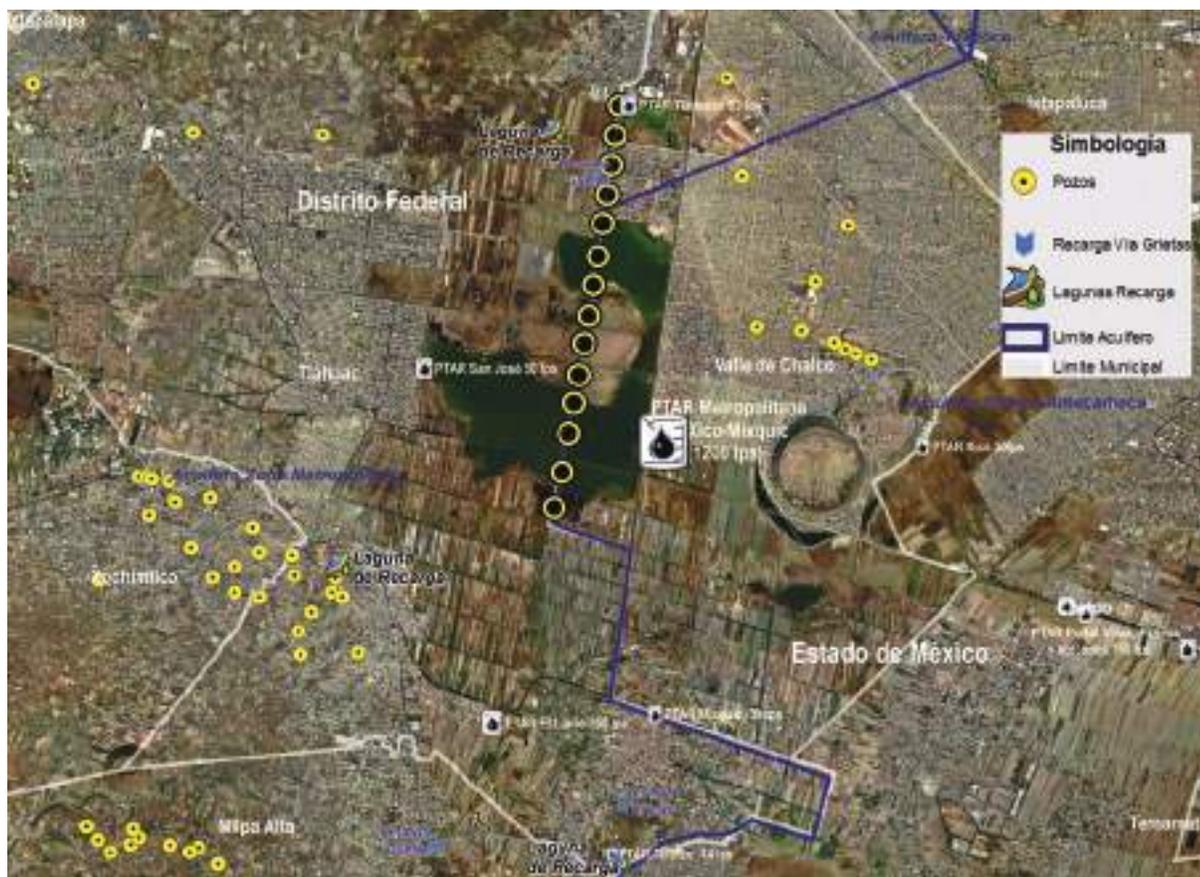
EL PLAN EN ACCIÓN...



Ejido de Mixquic

Se propone la reactivación de sus canales, su zona chinampera y embarcaderos. Se incrementará la productividad del área agrícola y se promoverá el ecoturismo en la zona, beneficiando 645 ha.

MAPA 3.3. VÍAS PROPUESTAS PARA LA RECARGA DE ACUÍFEROS, CON AGUAS TRATADAS Y POTABILIZADAS



Se propone la recarga por gravedad de la zona de mayor abatimiento del acuífero con 1000 lps de aguas tratadas y potabilizadas de la PTAR Metropolitana Xico-Mixquic, vía los pozos clausurados (una vez que hayan sido reemplazados por agua potabilizada del Lago Tláhuac-Xico) Santa Catarina-Mixquic (650 lps); vía grietas en Tetelco, Tecomitl, Huitzilzingo y Santa Catarina (200 lps); y vía tres lagunas de recarga (150 lps).

RECARGA VÍA POZOS CLAUSURADOS

La ruta más estratégica para recarga de acuíferos durante los primeros años o décadas, será la batería de pozos Santa Catarina-Mixquic. Se irán clausurando estos pozos en la medida que se logre reemplazar sus volúmenes extraídos con aguas potabilizadas del Lago Tláhuac-Xico; esta batería de pozos, entonces, se convertirán en pozos de recarga, con aguas tratadas y potabilizadas de la PTAR Xico-Mixquic.

La recarga se logrará por gravedad, gracias a la presión de la columna de agua

(400 metros), que permitirá la introducción de 50-70 lps por cada uno de los 13 pozos en uso, para infiltrar en promedio un total de 650 litros por segundo. Al ubicarse en el centro del actual cono de abatimiento, se espera poder desacelerar el fenómeno de hundimiento regional; no obstante se reconoce que los procesos de hundimiento con arcillas de este grosor pueden continuar por décadas después de terminada la sobreexplotación.

RECARGA VÍA GRIETAS, LAGUNAS DE RECARGA Y RIEGO INTENSIVO EN LAS ORILLAS DE LA ZONA LACUSTRE

La zona lacustre, arcillosa e impermeable está bordeada hacia al norte (**Sierra Santa Catarina**), sur (**Tetelco, Tecomitl y Milpa Alta**) y oriente (**Huitzilzingo**), por excepcionales zonas de recarga, con influencia directa en las áreas de aprovechamiento de aguas subterráneas. Se propone conducir volúmenes significativos de aguas tratadas a estas zonas, para lograr su recarga vía grietas, lagunas de recarga y riego.

RECARGA VÍA GRIETAS:

La manera más rápida y económica de recargar los acuíferos es a través de las grandes grietas o socavones que abren directamente a la zona acuífera de basalto fragmentado en **Tetelco y Santa Catarina** en Tláhuac, y **Tecómitl** en Milpa Alta, utilizando agua potable (NOM-014-Conagua-2003).

De manera alterna, en Tetelco o Tecómitl, se podría crear una zona de humedales entre las chinampas que se encuentran cerca de las zonas de grietas, para que realicen un proceso de tratamiento terciario que permita cumplir con la norma (remoción de los nutrientes nitrógeno y fósforo, principalmente, seguido por cloración), antes de ser enviada a las grietas.

Se estima una tasa potencial de infiltración de 150 lps (4.7 Mm³/año) o más, entre las cuatro zonas mencionadas. En cada caso, se tendrá que realizar estudios hidrogeológicos de antemano, para asegurar que el agua recargada desciende directamente al nivel freático, sin tomar caminos laterales que podrían resultar en brotes de agua en zonas urbanas vecinas.

RECARGA VÍA LAGUNAS DE INFILTRACIÓN

En **Tetelco, Huitzilzingo y Santa Catarina** se propone la creación de lagunas para infiltrar agua por gravedad a los acuíferos.

Basado en estudios de otros terrenos similares en la zona, se estima una tasa de infiltración de 120 m³/hora/hectárea. Para la infiltración de 5 millones m³/año se requeriría de un total de 4.6 hectáreas de lagunas de recarga.

Estas lagunas requerirán de poca inversión, y sus costos de operación y mantenimiento serán mínimos. Será necesario desazolver canales, crear vasos de 1 a 1.5 metros de profundidad, instalar compuertas y cercas y reorientar equipos de bombeo. Podrían operar bajo un sistema de pagos por este servicio ambiental, con el beneficio adicional para el poseionario de contar con acceso al agua. De manera alterna, se podría realizar en terrenos de uso común, ya disponibles.

RIEGO CON INFILTRACIÓN EN LAS ZONAS DE RECARGA

En **Tetelco**, Tláhuac y **Tecómitl**, Milpa Alta, suelos sumamente permeables descansan sobre las laderas bajas de cerros compuestos de basaltos fragmentados, y en el caso de Huitzilzingo, Chalco, sobre el acuífero granular regional.

Las aguas tratadas serían bombeadas a estas zonas para el riego intensivo de cultivos orgánicos, con la expectativa de un buen volumen de recarga incidental. Las plantas, los suelos y las formaciones geológicas por las cuales el agua tendrían que percolar, realizarían una depuración a las aguas tratadas a recargar.²

En el caso de **Santa Catarina y Milpa Alta**, se podrá aprovechar la amplia infraestructura de bombeo en la zona (instalada para el desalojo de sus aguas pluviales y residuales), así como la tubería del sistema que actualmente distribuye aguas tratadas del Cerro de la Estrella, para enviar aguas tratadas a una altura de 50 metros o más

² Suponiendo conductividad hidráulica de $K = 1 \times 10^{-6}$ m/seg; gradiente hidráulico de $i = 0.5$ m/m; porosidad efectiva de $\alpha_e = 0.3$; Caudal estimado a recargar $Q = Ki/\alpha_e = 60$ m³/hr/ha.

para el riego intensivo de cultivos orgánicos, en estas dos excelentes zonas de recarga.

Se requerirá contar con terrazas con bordes para retener los volúmenes regados, como ha sido propuesto por los pequeños propietarios de la Sierra Santa Catarina.

3.2.3.2. LA RESTAURACIÓN DE CHINAMPAS

Mixquic, Tetelco, Tecómitl y el Lago Reyes Aztecas, son las cuatro zonas en donde el sistema de cultivo de chinampas, ampliamente reconocido como uno de los más productivos en el mundo, sigue vivo en la Zona Lacustre Tláhuac-Xico. Los agricultores mantienen este sistema basado en almácigos; producción y aplicación de composta; y el estacamiento de las orillas de las chinampas con ahuejotes, para la producción de hortalizas para su venta.

Gracias a su fuerte arraigo cultural, estas comunidades, junto con las de Xochimilco, están logrando defender esta forma de gestión sustentable de ecosistemas acuáticos y agroproductivos a pesar del avance de una lógica de urbanización que termina convirtiendo canales en calles y chinampas en lotes y manzanas. Esta crisis se ha agravado a partir de enero de 2010, cuando dejaron de llegar aguas tratadas de la PTAR de Cerro de la Estrella, resultando en el estancamiento de sus aguas y el desecamiento de todas las chinampas en la zona.

El Ejido de Mixquic ha realizado un papel vital en la construcción de consensos a favor de la PTAR Metropolitana Xico-Mixquic, así como la rehabilitación de las PTAR suutilizadas en la zona lacustre.

TABLA 3.6 HABILITACIÓN DE SISTEMAS DE CANALES A ABASTECERSE CON AGUAS TRATADAS Y PLUVIALES

Sistema de canales	Has.	Canales (km)		Capacidad total (miles de m ³)	Azolve a retirar (miles de m ³)	Costo desazolve (miles de pesos)	Costo rectificación, instalación de reclusas y bombas	Costo total rehabilitación (miles de pesos)
		1o	2o					
Riachuelo Serpentino	507	22	8	1,133	723	6,345	1,586	7,931
Tlaltenco-Tláhuac	572	25	0	1,238	866	6,930	1,732	8,662
Tetelco-Mixquic Tecómitl	583	33	0	1,634	1,143	9,178	2,257	11,435
Sto. Domingo-El Llano	561	12	4	182	127	7,115	1,779	8,894
Mixquic	675	18	0	891	624	4,990	1,248	6,238
Ejidos de Chalco (apertura canales nuevos)	1,402	11	0	545	545	4,355	0	4,355
TOTAL	4,300	121	12	5,623	4,028	38,913	8,602	47,515

Cuenca lacustre, cultura chinampera

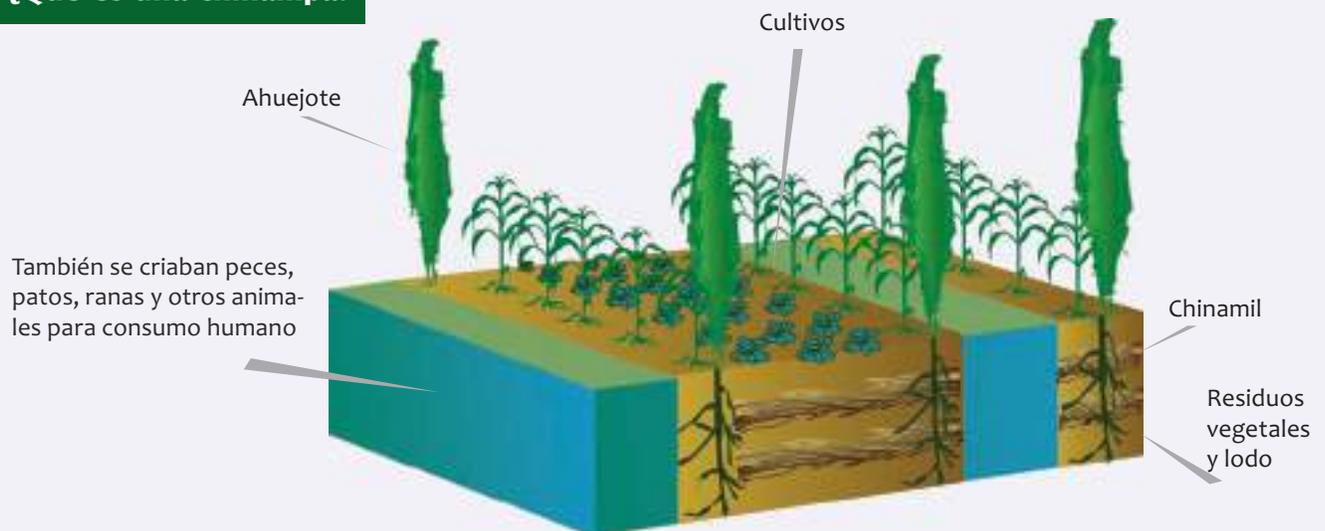
Desde el año 750 de nuestra era, los xochimilcas ya habían desarrollado un sistema para cultivar y habitar los lagos de nuestra cuenca. Los Aztecas retomaron este sistema, extendiéndolo hasta Tenochtitlan.

También construyeron la Albarrada de Nezahualcóyotl que salvaguardaba las aguas dulces del sur, de la intrusión de las aguas salinas de Texcoco.

Cuando llegaron los españoles, el sistema chinampero estaba tan bien aprovechado que servía como sostén para 170,000 habitantes.



¿Qué es una chinampa?



Las chinampas son sistemas agrohidrológicos de cultivo intensivo, sumamente productivos, que permiten hasta cuatro cosechas al año. Se construyen en zonas de humedales naturales, principalmente en las orillas de lagos de poca profundidad.

El primer paso para su construcción consiste en marcar el perímetro del rectángulo a convertir en chinampa, con la siembra de ramas de ahuejote, una variedad de sauce. Estos sirven como primer soporte para la estruc-

tura y rápidamente se convierten en árboles. Luego, entre las ramas, se teje un tupido borde con carrizo, llamado chinamil, el cual evita que se desprendan las capas de residuos vegetales y lodo que requiere el cultivo.

Para enriquecer el suelo y mantener la profundidad de los canales y la altura de la chinampa, se extrae agua-lodo del fondo de los humedales; al descomponerse, se va generando una tierra rica en nutrientes.



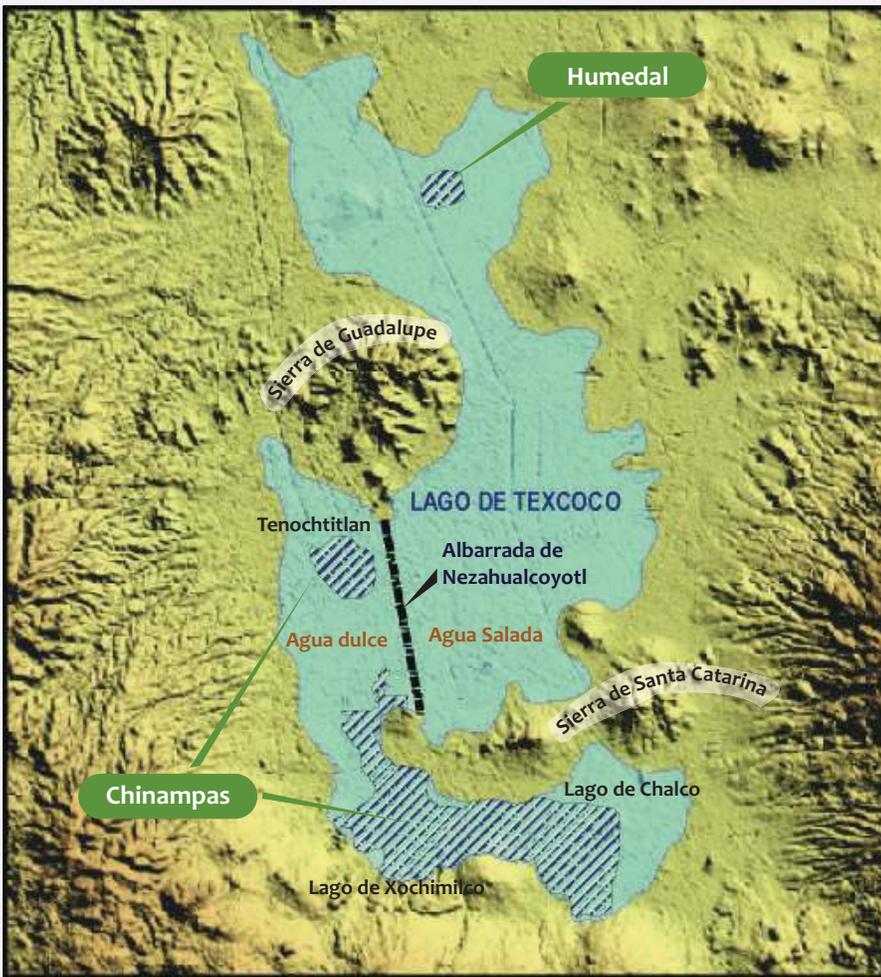
hectorosvaldolopez.blogspot.com



Fuente: dgcs.unam.mx



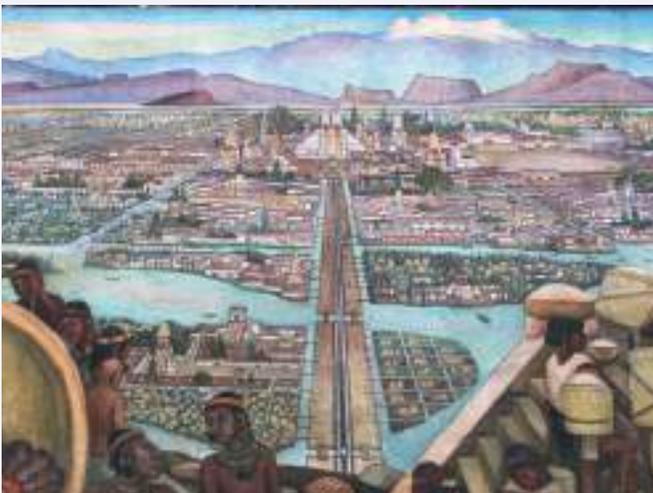
agomezpompa.org



¿Hasta dónde llegaba el sistema de chinampas?

El sistema de chinampas cubría un área de 9,000 ha., sobre los lagos de agua dulce en el Valle de México. Fue adoptado también en la zona de lagos y humedales en el Valle de Toluca (Lerma).

Las chinampas se alimentaban de los deshielos, ríos y manantiales. Al circularse entre las zonas de raíces, el agua se filtraba, se oxigenaba y sus nutrientes (nitrógeno, fósforo) fueron reabsorbidos, en un enorme sistema de tratamiento y reciclaje natural, de los más productivos en el mundo hasta la fecha.



Diego Rivera, Mural en Palacio Nacional



El papel estratégico de las aguas tratadas

Cuando los manantiales que alimentaban las últimas zonas chinamperas en el Valle se secaron, las comunidades de Xochimilco y Tláhuac exigían acceso a aguas tratadas. Hacia este objetivo, se construyó la planta de tratamiento Cerro de la Estrella, con una capacidad de diseño para 4000 lps.

La PTAR ha contado con equipamiento para el tratamiento de 2,000 lps hasta el año 2006, cuando el SACM recibió \$179 millones del Fideicomiso 1928 para aumentar su capacidad a 3,000 lps. Desafortunadamente, desde los inicios de 2010, su gasto se ha disminuido a 1,400 lps, afectando principalmente a Tláhuac, y en particular el Ejido de Mixquic, por encontrarse al final de las líneas de distribución.

La siguiente tabla del SACM muestra las dotaciones programadas, según los volúmenes de agua que se logren tratar en la PTAR Cerro La Estrella.

Dotación (lps)	2000	2500	3000
Iztapalapa	250	300	350
Zona Industrial San Nicolás Tolentino	150	200	200
Parque Industrial Finsa	50	50	50
Riego de áreas Verdes y otros usuarios	50	50	100
Tláhuac			
Rebombeo Santa Catarina (se rebombee 6 hrs/día, restando volúmenes al resto de la delegación)	875	1275	1550
Paraje Tempelulli	50	100	100
Ejido Zapotitlán	25	25	50
Rebombeo Revolución	100	100	150
Rebombeo Riachuelo Serpentino	0	50	100
Rebombeo Tequezquite	300	450	550
Descarga Tequezquite	50	50	50
Rebombeo Paso del Toro	300	450	500
Descarga Paso del Toro	50	50	50
Xochimilco	875	975	1100
Rescate Ecológico de Xochimilco	150	150	150
Rebombeo Cuemanco	200	200	200
Descarga La Draga	50	50	50
Descarga Embarcadero Fernando Celada	50	50	50
Descarga Embarcadero Canal 27	300	300	350
Descarga Canal Caltongo	50	100	150
Descarga Mercado de Plantas San Luis Tlaxialtemalco	25	25	50
Descarga Embarcadero Tlamelaca	50	100	100



Canal Santo Domingo



Canales del Arco



Canal Revolución

Sistemas de canales propuestos para revitalizar a zona lacustre Tláhuac-Xico



PTAR Sta. Catarina-Tlaltenco 63 lps

Ixtapaluca

Estado de México

Valle de Chalco

PTAR Metropolitana Xico-Mixquic (1500 lps)

PTAR Xico 30 lps



Ejido Mixquic

Ejido Chimalpa

Ejido Sn Martín Xico Neo

PTAR Portal Villas, Paseos y Volcanes 150 lps

Ejido Mixquic

Ejido Huitzilzingo

Ejido Chimalpa

Chalco

Riego Mixquic

Riego Ejidos Varios

Riego y Recarga Huitzilzingo

PTAR Mixquic 30 lps

Chinampala

Temamatlán

Tetelco 14 lps



3.2.3.3 REHABILITACIÓN DE LOS SISTEMAS DE CANALES

Los canales y zonas chinamperas de Tláhuac y Xochimilco son los últimos remanentes de la cultura lacustre que alguna vez daba sustento a los habitantes de la cuenca. Aunque se encuentran actualmente en un estado crítico, los ejidos dueños de estas tierras se están organizando para recuperar y ampliarlos, y para gestionar la construcción y habilitación de las plantas de tratamiento requeridas para su abastecimiento.

El sistema de canales que proponen recuperar representa no sólo una estrategia para recuperar la capacidad productiva de la zona, sino una medida de protección civil, dado se excelente capacidad de manejar picos de lluvia.

A continuación, se describen estos sistemas de canales (vean mapa en páginas siguientes). Entre estos sistemas, se contará con una capacidad total de almacenamiento de 5.6 Mm³, y el aprovechamiento anual de 9.4 Mm³/año de aguas tratadas.

El diseño del sistema de distribución de las aguas residuales vía canales enfrenta el reto de que toda la zona lacustre está hundiéndose, con mayores velocidades de hundimiento entre más se acerca al Lago Tláhuac-Xico. Urge la realización de un estudio topográfico a precisión, el cual incorporaría los datos históricos generados por los 257 bancos de nivel en la zona, para prever los cambios a esperarse en los próximos años y décadas.

De esta manera, se podrá rectificar los canales y diseñar los sistemas de reclusas y bombas de circulación requeridos, así como la conducción de agua potabilizada hacia zonas de recarga.

La rehabilitación y reforestación de los canales con ahuejotes, y su relleno con agua de calidad, ayudará a recuperar la belleza original de la zona. Permitirá diversificar

los cultivos y sembrar varios ciclos al año. Ayudará a controlar el acceso a las tablas, y de esta manera, contrarrestar el robo de cosechas. Finalmente, los canales anchos podrán servir para el transporte de herramientas, cosechas, y para paseos turísticos.

SANTO DOMINGO-EL LLANO

Esta zona de riego, conformada por los ejidos de Tláhuac, Tulyehualco, Ixtayopan y Mixquic, cubre un área de 561 hectáreas, contando con 22 km de canales primarios, y 33 km de canales secundarios. Está incluida en el Plan Rector de Agua para Riego de la Secretaría de Desarrollo Rural y Económico del G.D.F.

EL PLAN EN ACCIÓN...



Ejido San Juan Ixtayopan

En la primavera de 2011, se logró un acuerdo con la delegación Tláhuac para el desazolve de canales

Esta área recibe agua tratada del Cerro de la Estrella, contando con hidrantes cada 50 metros. Actualmente los canales de la zona, así como los de Mixquic y el Lago Tláhuac-Xico, son contaminados por aguas residuales provenientes de San Juan Ixtayopan, Milpa Alta, Barranca Seca y La Virgen. El Sistema de Aguas de la Ciudad de México plantea construir dos plantas de rebombeo, Lupita I y II, para enviar estas aguas al Canal General (por donde podría llegar por gravedad a la

PTAR Xico-Mixquic), o posiblemente a la PTAR El Llano.

Mientras tanto, los ejidatarios se están coordinando para realizar obras de limpieza y mantenimiento para prevenir la inundación de parcelas de Ixtayopan (Tabla 2º 4º) y Tulyehualco (La Mocha y tabla 7). Están diseñando una propuesta para la apertura de nuevos canales, y la ampliación de los canales ya existentes.

Este sistema requiere de rectificaciones, dado que su zona sur (2,240 msnm) ahora se encuentra hasta 11 metros arriba de su zona norte (2,229 msnm). Esta zona está hundiéndose entre 20-25 cm/año.

RIACHUELO SERPENTINO

Esta zona cubre un área de 507 has., y cuenta con 22 km de canales primarios y 8 km de canales secundarios. No tiene acceso a aguas tratadas, excepto por Ampliación Tláhuac, en donde una línea de distribución corre por Canal Rafael Castillo, con hidrantes cada 100 m. Los ejidos Ixtayopan, Tlatelco y Tecómitl se están organizando para firmar un acuerdo entre sí y solicitar su inclusión

EL PLAN EN ACCIÓN...



Huitzilzingo

Se requiere la apertura de los canales:

San Bartolo, La Draga, La parcela escolar, Santa Cruz para transportar el agua a la zona productiva y para liberar las zonas inundables.

EL PLAN EN ACCIÓN...



Ejido de San Juan Ixtayopan

Se propone la rehabilitación de canales para lograr el libre tránsito del agua, de igual forma se pretende la apertura de canales para lograr la liberación de zonas inundables y hacerlas productivas.

en el Plan Rector de Agua para Riego.

Después de la inundación de febrero 2010, la Delegación de Tláhuac abrió 8 km de canales en los límites entre los ejidos de Tláhuac y Tlaltenco, con una profundidad de 9-10 metros, logrando una capacidad de almacenamiento de emergencia de 540 mil m³ (más de 5 veces la del Túnel La Compañía). Inmediatamente las aguas pluviales ahí acumuladas fueron aprovechadas para riego. Una vez que se logre la profundización del vaso del Lago Tláhuac-Xico, estos canales manejarán las aguas tratadas de la PTAR Metropolitana.

Por ubicarse en arcillas ubicadas sobre las faldas de la sierra de Santa Catarina, la superficie en esta zona es sumamente desigual, con siete metros de diferencia entre su lado norponiente (2,236 msnm) y su lado suroriente (2,229 msnm), una diferencia que se aumenta año con año, dado que las tasas de hundimiento son 5 cm/año y 35 cm/año, respectivamente. Por lo tanto, este sistema requeriría la formación de una serie de te-

rrazas (un proceso que se espera permitirá lavar o enterrar sus suelos salinizados por el proceso de inundación- evaporación de aguas residuales durante las últimas décadas) y la instalación de esclusas y bombas de circulación, para compensar por los crecientes desniveles.

MIXQUIC (EL TORITO)

Este sistema, de 675 has., con 18 km de canales primarios, comprende tierras de los ejidos de Mixquic, Tláhuac, Huitzilzingo, Tulyehualco. Estas tierras son las más planas de la zona, con una altitud entre 2,229 y 2,231 msnm, y una tasa de hundimiento entre 20-25 cm/año. Actualmente, los ejidos manejan aguas residuales crudas vía canales. Los ejidatarios proponen ampliar sus canales existentes y construir otros, tanto primarios como secundarios, para el manejo de volúmenes mayores de aguas tratadas.

Tlaltenco-Tláhuac: La rehabilitación de canales en polígono 1 y 2 en Tlaltenco ayudará a reactivar la producción agrícola y amortiguar la amenaza de urbanización causada por la línea 12 del metro. En Tláhuac, hay interés en la producción de lechugas, espinacas, acelgas, maíz, así como en el desarrollo de proyectos eco-turísticos.

Tecómitl, Mixquic y Tetelco: Se requieren de la restauración de los canales para el rescate de la zona chinampera, y como base para proyectos eco y agro-turísticos.

Ejidos de Chalco: Los ejidos de San Martín Xico-Nuevo, Chimalpaín y Huitzilzingo, buscan abrir canales en esta zona amenazada por la urbanización para poder sembrar hortalizas bajo sistemas de riego.

TABLA 3.7. RESUMEN DE COSTOS DE INFRAESTRUCTURA REQUERIDA PARA REUSO DE AGUAS TRATADAS PTAR METROPOLITANA XICO-MIXQUIC

Obra o acción	Unidad	Número	Costo por unidad (MDP)	Costo total (MDP)
Recarga en zonas de grietas: colectores para envío de agua potabilizada; mini plantas de rebombeo; cerca; condicionamiento; rejillas filtros	Zona estabilizada	3	13,000	39.0
Desazolve de canales (121 km primarios; 11.5 km secundarios)	(vea tabla 3.6.)			47.5
Restauración zonas de chinampas: vivero, ahuejotes, reforestación, rectificación, proyecto composteo	Ha	400	0.030	12.0
Instalación infraestructura para riego con recarga, zonas planas	Ha	200	0.060	12.0
Instalación infraestructura para riego con recarga, sobre cerros de basaltos fragmentados	Ha	100	0.080	8.0
TOTAL				118.5

3.3. CONSTRUIR 4 PTAR SUBREGIONALES, CON FINANCIAMIENTO POR PARTE DE INMOBILIARIAS CONSTRUCTORAS DE 26 CONJUNTOS HABITACIONALES SIN PTAR (393 LPS)

Actualmente, 26 conjuntos habitacionales, con un total de 383,965 habitantes, están depositando 393 lps de aguas residuales crudas a los ríos y barrancas de la subcuenca, en violación del requisito legal de construir o financiar una planta para el tratamiento de la totalidad de aguas residuales a ser generadas.

Esta situación se debe, en gran medida al hecho de que los presidentes de los Consejos Administrativos de los Organismos

Descentralizados de Agua Potable, Alcantarillado y Saneamiento (Odapas) son los presidentes municipales en turno. Por lo tanto, los Directores de los Odapas (contratados directamente por el presidente municipal) no han tenido la autoridad necesaria para exigir que las empresas inmobiliarias cumplan con los requisitos legales de construir PTAR o aportar el recurso equivalente para una PTAR subregional.

TABLA 3.8. DEUDAS DE LAS EMPRESAS INMOBILIARIAS CON EL SANEAMIENTO DE LA SUBCUENCA

Inmobiliaria	Conjunto habitacional	Lps	MDP
ARA	Ex Hacienda Xico, San Buena Ventura, Hda. Guadalupe, Villas de San Martín, San Marcos 1° y 2°	193	193
GEO	Geoveovillas La Asunción I y II, Geovillas Jesús María, Villas San Isidro, GEO 2000, Las Palmas, San Jacinto, La Arbolada	129	129
SADASI	Los Heroes Ixtapaluca, Los Heroes Chalco I, II y III, Los Alamos	70	70
Conjunto Parnelli	Paseos de Chalco II	7	7
Syser Ixtapaluca	Lomas de Ixtapaluca 1° y 2°	19	19
Auris	Izcalli Ixtapaluca el Carmen	4	4
N.D.	La Rosa de San Francisco, San José de la Palma, Casitas	29	29
TOTAL		393	393

Más de la mitad (237 lps) de las aguas residuales de unidades habitacionales sin PTAR serán canalizadas a la PTAR Metropolitana, dado que estas descargas se encuentran en sus zonas de captación. Las otras se concentran en tres zonas de captación, de tal modo que podrían ser captadas por plantas de tratamiento a ubicarse en San Francisco, Ixtapaluca (155 lps), San Lucas Amalinanco, Chalco (74 lps) y a la salida de la unidad habitacional ExHacienda Guadalupe (53 lps). Se requieren de dos PTAR adicionales, de menor tamaño, a ubicarse en las unidades

habitacionales Cuatro Vientos II (13 lps), y Paseos de Chalco II (7 lps).

En su “Plan de Saneamiento Integral de la Cuenca Tributaria de los Ríos Amecameca y La Compañía”, la CAEM recomienda la formación de una agencia de saneamiento, para la operación de las PTAR de la Subcuenca, la cual permitiría superar los limitantes territoriales, temporales y presupuestales de las sucesivas administraciones municipales.

Las relaciones de colaboración que se han generado entre dependencias en la

Comisión de Cuenca, podrían servir como base para la formación de una agencia de este tipo. Esta agencia podría contar con la autoridad para garantizar la construcción de PTAR que cumplan con estándares establecidos por el grupo de saneamiento. A su vez, podría manejar un Fideicomiso para el Saneamiento de las Subcuencas Río La Compañía, Amecameca y Tláhuac-Xico.

La agencia intermunicipal tomaría las acciones requeridas para garantizar la aportación al Fideicomiso de Saneamiento del recurso debido (\$1 millón por cada lps de capacidad requerida) por parte de las empresas inmo-

biliarias, y generaría contratos con empresas potenciales usuarios de aguas tratadas, para acordar esquemas de co-financiamiento. El Grupo Especializado de Saneamiento ayudará a la agencia intermunicipal y su fideicomiso, a establecer esquemas estrictos de transparencia y autofinanciamiento.

A continuación, se presentan las PTAR que tratarían las aguas residuales de las unidades habitacionales que no cuentan con sus propias plantas, así como la dimensión y el costo de los colectores requeridos para las PTAR subregionales.

TABLA 3.9. PTAR PROPUESTAS PARA TRATAR LAS AGUAS RESIDUALES GENERADAS POR UNIDADES HABITACIONALES SIN PLANTAS DE TRATAMIENTO

Conjunto Habitacional	Inmobiliaria	Mpo.	Área (ha)	No. Viv.	No. Hab.	lps	Costo (MDP)	Colector/Destino
Geovillas Jesús María	GEO	IXT	93.0	6,968	31,354	44	44	PTAR Metropolitana Xico- Mixquic (1500 lps) 194 lps provenientes de unidades habitacionales (UH) sin PTAR
Villas San Isidro	GEO	IXT	41.0	3,073	13,830	19	19	
Lomas de Ixtapaluca 1ª y +2ª	Syser de Ixtapaluca	IXT		3,047	13,711	19	19	
Geo 2000	GEO	IXT	34.9	2,612	11,755	16	16	
Casitas	S/D	IXT	23.8	1,785	8,034	11	11	
Rancho El Carmen		IXT	8.1	607	2,733	4	4	
Geovillas La Asunción I y II	GEO	VCH		3,500	15,750	22	22	
ExHacienda Xico	ARA	VCH	15.4	1,150	5,173	7	7	
San José de la Palma	INFONAVIT					3	3	
San Jacinto		IXT	6.3	473	2,130	3	3	
Las Palmas+	GEO	IXT	234.3	17,544	78,949	16	16	
Arbolada	GEO	IXT	3.5	263	1,183	2	2	
Los Héroes Chalco I, II y III	SADASI	CH	12.8	956	4,302	6	6	
Villas de San Martín	ARA	CH		3,500	15,750	22	22	
San Buenaventura	ARA	IXT		20,575	92,588	129	129	
La Rosa de San Francisco		IXT	15.4	1,153	5,186	7	7	
Hda Guadalupe	Casas ARA	CH		3,500	15,750	22	22	PTAR San Lucas (74 lps) 43 lps de UH sin PTAR
Los Álamos	SADASI	CH		3,352	15,084	21	21	
San Marcos 1ª y 2ª	Casas ARA	IXT		1,942	8,739	13	13	PTAR 4 Vientos: 13 lps de UH sin PTAR
Paseos de Chalco, II	Conjunto Parnelli	CH		1,050	4,725	7	7	PTAR Paseos: 7 lps de UH sin PTAR
TOTAL				77,050	346,726	393	393	

+ Las Palmas Etapas 1 y 3, cuentan con PTAR, con una capacidad de 36 y 15 lps, respectivamente, las cuales están funcionando actualmente. Al no contar con el dato del número total de viviendas en todas las etapas de Palmas, se extrapola en base a la densidad de las etapas para las cuales se contaban con datos, para estimar un total de 17,544 viviendas, las cuales con la dotación por hab/día en Ixtapaluca requeriría de una capacidad de 67 lps de tratamiento, lo cual implica un déficit de 16 lps.

TABLA 3.10. DIMENSIONES Y COSTO DE COLECTORES REQUERIDOS PARA PTAR SUBREGIONALES, ZONAS DE UNIDADES HABITACIONALES

	PTAR	Longitud	Gasto (lps)	Costo (MDP)	Tratamiento
Sub-regionales	San Francisco Acuatla	132,496	155	88,6	Anaerobio-Aerobio
	San Lucas	52,224	74	42,3	Anaerobio-Aerobio
	Guadalupe	37,610	53	30,3	Anaerobio
	Subtotal			161.2	

3.3. OPORTUNIDADES PARA EL REUSO DE LAS AGUAS TRATADAS POR LAS PTAR SUBREGIONALES

3.3.1. Usos INDUSTRIALES

La Asociación de Industriales de Chalco y el Oriente del Estado de México, como parte de la Comisión de Cuenca, está facilitando relaciones entre los usuarios industriales y los Odapas, para generar posibles convenios para la habilitación de PTAR y la compra de sus aguas tratadas.

Otros usuarios potenciales de aguas tratadas son las empresas que actualmente están haciendo uso indebido de agua potable para actividades que no requieren de líquido con esta calidad, como son la industria de la construcción y los auto-lavados. El Grupo de Saneamiento de la Comisión de Cuenca está realizando un censo de empresas con usos indebidos de agua potable, para visitarlos e invitarlos a entrar en convenios con el Odapas de su municipio del tipo mencionado.

"Sentando bases para el Plan..."



En el año 2000, la Papelera ULTRA S.A. de C.V. firmó un convenio con el Odapas Ixtapaluca, a través del cual la papelera financió la habilitación de las PTAR Santa Bárbara y Santa Cruz, para lograr 2300 m³/día de aguas tratadas a un costo de 4-6 pesos/m³ (en contraste con los \$18/m³ cobrados a los usuarios industriales aguas subterráneas). La papelera instaló 7 km de tubería entre la PTAR y su fábrica. Próximamente, la empresa instalará otra línea de tubería para lograr "descarga cero", en la cual la PTAR Santa Bárbara tratará las aguas residuales de la empresa para su recirculación.

MAPA 3.4. POZOS INDUSTRIALES Y PTAR EN LA ZONA

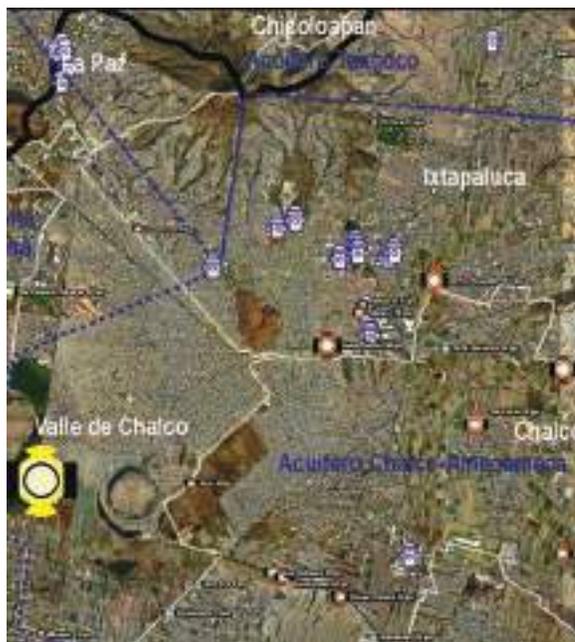
Los principales concesionarios industriales de aguas subterráneas en la Subcuenca que podrían aprovechar aguas tratadas (por no ser de la industria alimenticia o de salud):

Tláhuac: Michelin México (455,008 m³/año); Pirámide (22,457 m³/año); Syntex (13,530 m³/año); El Duero (12,528 m³/año);

Ixtapaluca: Madruña y CIA (536,500 m³/año); Panasonic de México (55,000 m³/año); Grupo Corporativo Interestatal (20,000 m³/año); Papeles Lozar (18,113 m³/año); Todo Papel (9,680 m³/año);

La Paz: Propimex (549,745 m³ año); Akzo Nobel Chemicals (135,280 m³/año); El Nervión (10,500 m³/año);

Milpa Alta: Fermic (22,457 m³/año).



3.3.2. Usos AGRÍCOLAS

A continuación, se tratará de las dos categorías de potenciales usuarios de aguas tratadas de las PTAR subregionales.

REEMPLAZO DE AGUAS SUBTERRÁNEAS CON AGUAS TRATADAS

Estos usuarios sienten la presión del aumento en el costo del bombeo, frente a un descenso de casi 2 metros al año en sus pozos, y están conscientes del hecho de que el futuro del riego en la Cuenca de México será con aguas tratadas.

La Comisión de Cuenca estará gestionando apoyos para lograr la transición al uso de

aguas tratadas, garantizando la extinción de estas concesiones al lograrlo, para que no sean traspasadas a usos urbanos.

Con la ampliación futura del concepto de “servicios ambientales” será importante valorar el papel de productores que logren conservar y potenciar las zonas de recarga a través del cultivo con métodos orgánicos en zonas bajo presión urbana.

MAPA 3.5. UNIDADES DE RIEGO CON AGUAS SUBTERRÁNEAS EN RELACIÓN CON PTAR EXISTENTES Y FALTANTES



TABLA 3.11. UNIDADES DE RIEGO CON AGUAS SUBTERRÁNEAS

Municipio	Ejido	Nombre UR	Hectáreas
Ixtapaluca	S. F. Acuautila	Las Joyas 1 y 2	111
Ixtapaluca	Ixtapaluca	El Lindero	55
Ixtapaluca	Ixtapaluca	El Cedral	50
Ixtapaluca	Ixtapaluca	El Tablón	24
Ixtapaluca	Ixtapaluca	El Carmen	59
Ixtapaluca	Ixtapaluca	El Venado	57
Ixtapaluca	Ixtapaluca	El Mezquite	65
Ixtapaluca	Ixtapaluca	El Tezontle	45
Ixtapaluca	Ixtapaluca	Santa Rosa	32
Ixtapaluca	Ixtapaluca	El Gato	37
Ixtapaluca	Ixtapaluca	San Isidro	66
Ixtapaluca	Ixtapaluca	La Virgen	100
Chalco	S. M. Huixtoco	La Medalla	37
Chalco	S. M. Huixtoco	La Chimenea	12
Chalco	S. M. Huixtoco	El Liston Alto	24
Chalco	S. G. Cuautzingo	San Javier	84
Chalco	S. G. Cuautzingo	Toluco	5
TOTAL			863

SANEACIÓN Y REGULARIZACIÓN DE AGUAS SUPERFICIALES UTILIZADAS PARA RIEGO

TABLA 3.12. UNIDADES DE RIEGO CON AGUAS SUPERFICIALES

Ejido	Río	Unidad de Riego	Área (has.)	PTAR
Miraflores	RLC	El Moran	6	El Molinito
La Candelaria Tlapala	RLC	La Medalla, Llano de Guadalupe, Guadalupito, Coloxtitla N y S	123	
Ejido de Chalco	RLC			
San AndresMetla	RLC	(San Andrés Metla, Cocotitlán)	128	San Lucas
Santa MariaHuexoculco	RLC	(Huexoculco)	102	
San Marcos Huixtoco	RLC	La Medalla, SMSMSL	59	
San Gregorio Cuautzingo	RLC	El Piojo, La Compañía	31	
San Lucas Amalinalco	RLC	Potrero, Ejido Grande 1 y 2, La Manzanita	369	
San Juan Atzacualoya	RLC	(San Juan Atzacualoya)	6	Sto Tomás
Productores Ayapango	AM	(Frente a la unidad académica de la UAEM)		Amecameca
Huitziltzingo	AM	(Huitziltzingo)	171	Huitziltzingo

Restaurando nuestros Ríos

Ríos en crisis

Todavía están al alcance de muchos habitantes de las Subcuencas, recuerdos de los Ríos Tlalmanalco, La Compañía y Amecameca, como ríos cristalinos, en donde se podía bañarse y hacer días de campo. El deseo de restaurar sus ríos vive fuertemente entre los habitantes.



Descargas en ríos de la región



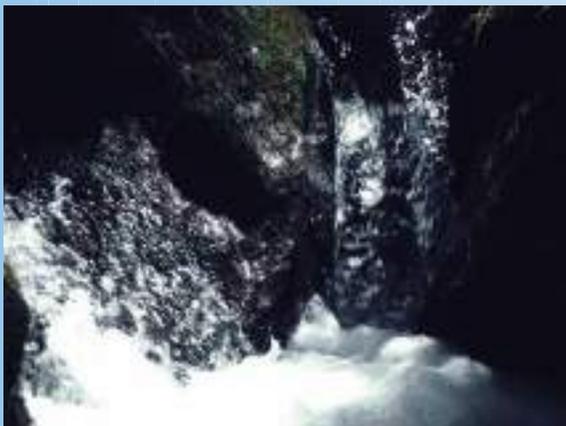
El volumen de deshielos que abastecían los Ríos Tlalmanalco y El Salto ha disminuido dramáticamente en las últimas tres décadas. Río Tlalmanalco llevaba 300 lps en 1985; en 2011, este volumen había bajado a 187 lps.

El volumen total de Río Tlalmanalco es captado por la fábrica papelera Kimberly Clark de México (80 lps) y el municipio de Tlalmanalco; el caudal de El Salto es captado por el municipio de Amecameca. En ambos casos, a partir de las cajas de captación, sus cauces se quedan secos.

De ahí, poco a poco, los ríos empiezan a formarse nuevamente, ahora con descargas de aguas residuales crudas, desde casas particulares y colectores municipales. Estas aguas son aprovechadas en varios sitios (frente la UAEM en Ayapango, Huitzilzingo, San Gregorio, San Lucas), para el riego de maíz y alfalfa principalmente, dejando los cauces secos nuevamente. Más adelante, las grandes unidades habitacionales de cuenca baja, alimentadas por acuíferos, empiezan a llenar los cauces nuevamente con sus aguas residuales

Ríos en recuperación

Con el entubamiento de la totalidad de las aguas residuales de la Subcuenca, los ríos, arroyos y otros cauces, se sanearán: cargarán aguas tratadas y de lluvia, exclusivamente. Para que no se sequen durante el estiaje, será de suma importancia que las PTAR municipales y comunitarias dediquen un volumen de sus aguas tratadas a recuperar el caudal ecológico de los ríos.



Acciones adicionales incluyen:

- Rehidratación de la cuenca media y alta a través de la retención de aguas pluviales, así favoreciendo mayores caudales a lo largo del año.
 - Forestación de los cauces.
- Campañas comunitarias para que la cuenca y sus ríos estén libres de basura.
- Servicios municipales de recolección de residuos sólidos eficientes, para todos los habitantes.
 - Vigilancia comunitaria de las obras de desazolve (las cuales, realizadas por contratistas sin capacitación, comúnmente derriben árboles y dañan a los cauces).

De esta manera, los ríos y arroyos de nuestra Subcuenca volverán a cobrar vida.

El Caudal ecológico es la cantidad de agua que tiene que correr por un río, para cumplir con las necesidades de las personas, los animales y las plantas que dependen de sus recursos.

Adaptado de "Caudal ecológico: Como conservar los ríos vivos" WWF, 2010.

Rios limpios de la región

Los caudales base de los Ríos Tlalmanalco (La Compañía) y El Salto (Amecameca) nacen como deshielos, y son captados por la fábrica papelera Kimberly Clark de México y el municipio de Tlalmanalco en el primero caso, y por Agua y Saneamiento de Amecameca en el segundo. En temporada de estiaje, a partir de las cajas de captación, sus cauces quedan secos, y luego, al atravesar las zonas urbanas, vuelven a llenarse, ahora con aguas residuales crudas. Los análisis de calidad han mostrado que los contaminantes son casi en su totalidad residuos orgánicos, y que el propio río logra cierto grado de biodegradación con su avance.

Estos caudales son utilizados para riego a lo largo de los dos cauces, principalmente para cultivos de alfalfa. Las unidades y zonas de riego tienen un impacto importante por ubicarse sobre la zona estratégica de recar-

ga del acuífero granular regional. De hecho, entre el riego, la infiltración y la evaporación, los dos ríos prácticamente se desaparecen antes de llegar a las zonas densamente urbanas de Chalco e Ixtapaluca, en donde se vuelven a llenar, ahora con grandes caudales de aguas residuales de origen subterráneo.

Los principales usuarios de las aguas tratadas de las PTAR San Lucas y Guadalupe, así como de la PTAR municipal El Molinito, serán los productores agrícolas que actualmente están utilizando las aguas superficiales crudas para riego. Será importante lograr su involucramiento en la gestión, administración y operación de estas PTAR. Los volúmenes adicionales a captar de las nuevas unidades habitacionales permitirán resolver las actuales deficiencias de agua para riego en esta zona.

3.2.4 CONSTRUIR 4 PTAR MUNICIPALES Y UNA SACM (265 LPS)

El Grupo Especializado de Saneamiento está actualmente priorizando el saneamiento del Río Amecameca, por ser una meta alcanzable a corto plazo (dado que esta subcuenca es mucho menos urbanizada), y porque representa una medida importante para el saneamiento del Lago Tláhuac-Xico y la zona chinampera de Mixquic. Este objetivo implicará, entre otras medidas, la construcción de tres plantas de tratamiento a la salida de las cabeceras de Amecameca, Juchitepec y Tenango del Aire. La PTAR Juchitepec es de importancia especial, dado que actualmente sus aguas residuales son vertidas a una grieta en la zona de recarga que alimenta los pozos Los Tlachiques de la CAEM.

La PTAR Molinito (a ubicarse en Miraflores, Chalco) contará con un sistema de colectores que le permitirá captar todas las aguas vertidas en el Río San Rafael (Subcuenca La Compañía), hasta e incluyendo Miraflores.

El Grupo de Saneamiento está explorando propuestas para superar la problemática historia de las PTAR municipales en la región. De los cuatro municipios, solo Amecameca y Chalco cuentan con organismos operadores, y de ellos, solo Agua y Saneamiento de Amecameca (ASA) ha contado con un cierto grado de estabilidad y eficacia en sus operaciones. Por no contar con personal capacitado, motivado y responsable, aún las PTAR sencillas de la región, como son las lagunas de oxidación, han terminado azolvadas y abandonadas.

Una opción sería que estas PTAR sean operadas bajo convenio, por la agencia intermunicipal propuesta por la CAEM, contando con la participación de los usuarios de las aguas tratadas. Este esquema sería especialmente aplicable al caso de la PTAR El Molinito, dado que su zona de captación será intermunicipal (Tlalmanalco y Chalco);

su tamaño (115 lps) requeriría de un organismo operador con estabilidad y experiencia; y cuenta con usuarios potenciales definidos.

Otra opción para la operación de estas plantas sería que la Unidad Técnica de Saneamiento de la Comisión de Cuenca cuente con el apoyo necesario para proveer servicios permanentes de asesoría, capacitación y monitoreo con y para los operadores

de estas PTAR, en aras de lograr su funcionamiento óptimo.

La PTAR Tlaltenco, por ubicarse en el D.F., será operada por el SACM. Se buscaría replicar el exitoso ejemplo de la PTAR Mixquic, igualmente del SACM, cuyo buen funcionamiento se debe en gran parte al involucramiento de los usuarios agrícolas del mismo pueblo.

TABLA 3.13. PLANTAS DE TRATAMIENTO MUNICIPALES O DE SACM

Localidad	Sub cuenca	Mun o Del	Pob. 2010	lps	Tipo planta, uso	Costo MDP
Molinito: San Rafael, Tlalmanalco, San Lorenzo Tlalmimilolpan, San Mateo Tezoquipan, Miraflores, (mas los escurrimientos excedentes no utilizados del Rio La Compañía aguas arriba)	LC	CH	50,217	115	Anaerobio, aerobio Riego agrícola	65.8
Amecameca	AM	AM	34,172	50	Anaerobia-aerobia, riego forrajes	28.6
Juchitepec	AM	JU	16,021	22	Anaerobia con humedal	12.6
Santa Catarina-Tlaltenco	LTX	TLH/ SACM	45,651	63	Anaerobia-aerobia, uso agrícola e industrial	36
Tenango del Aire	AM	TN	10,578	15	Anaerobio	6.5
TOTAL				265		149.5

TABLA 3.14. DIMENSIONES Y COSTO DE COLECTORES REQUERIDOS PARA PTAR MUNICIPALES Y DE SACM.

PTAR	Longitud (L) metros	Gasto máx. (Q) l/seg	Diámetro (ø) cm	Costo (miles de pesos)
El Molino	14,015	115	38	20,946
Amecameca	1,199	40	38	1,791
	1,763	10	30	2,634
Tenango del Aire	1,220	13	38	1,823
	1,573	2	38	2,350
	272	15	38	405
TOTAL				29,949

REGULARIZACIÓN DE USUARIOS:

Cuando se realizó el registro de usuarios de aguas superficiales en la región hace unos 15 años, en el contexto de la conformación del Registro Público de Derechos al Agua, no se registró los usos agrícolas o pecuarias del Río Amecameca. Por lo tanto, los productores están pendientes que la legislación autorice otro periodo de regularización.

El registro de concesiones para aguas superficiales en la región serviría para garantizar acceso a ellos para su tratamiento y reuso. Esto es especialmente importante,

dado las repetidas advertencias por parte de la OCAVM de que el tratamiento y reuso local de las aguas residuales de la Subcuenca violaría los derechos al recurso por parte de los agricultores de Hidalgo.

Otra posible opción para los productores sin concesiones será la firma de acuerdos con los municipios o sus organismos operadores, para permitir acceso a las aguas municipales tratadas, antes de que éstas sean vertidas a los cauces federales.

3.2.4 CONSTRUIR 17 PTAR COMUNITARIAS (179 LPS)

Se propone tratar las 179 lps de aguas residuales generadas por poblados menores, a la salida de los pueblos. Las plantas de tratamiento propuestas implican bajo consumo de energéticos y por lo tanto, bajos costos de operación.

Para cada una de las PTAR comunitarias propuestas para el Plan, se ha identificado agricultores de la localidad, con terrenos que podrán recibir y aprovechar las aguas tratadas por gravedad. Estos productores gestionarán, ayudarán a construir y operarán las plantas de tratamiento.

En las zonas en donde la disposición de terrenos lo permite, se proponen lagunas de oxidación, las cuales tienen la ventaja adicional de eliminar patógenos. En donde el espacio es más limitado o los volúmenes a tratar son mayores, se proponen biodigestores. En donde el agua será utilizada por ganado o para recarga, se propone, adicionalmente, humedales para lograr la remoción de nitrógeno y fósforo, estos nutrientes, aunque son requeridos por los cultivos, son cotraindicados para el consumo humano o animal.

TABLA 3.15. PLANTAS DE TRATAMIENTO COMUNITARIAS

Localidad	Mp/ Del	Pob. 2010	lps	Tipo planta	Costo
J.C.Posadas	IX	1,584	2	Biodigestor	1,288,286
General Manuel Ávila Camacho	IX	3,990	5	Biodigestor con humedal	6,649,716
Zavaleta	TL	13,500	18	Biodigestor	10,293,766
Santo Tomás	TL	3,343	5	Biodigestor con humedal	6,080,095
Huexoculco	CH	14,385	20	Biodigestor	11,437,518
San Marcos Huixtoco	CH	11,763	16	Laguna oxidación	6,960,951
San Andrés Metla	CO	2,241	3	Laguna oxidación	1,305,178
San Pedro Nexapa	AM	4,644	6	Laguna oxidación	2,610,356
San Antonio Tlaltecahuacan	TLM	2,379	3	Biodigestor	3,237,607
Santa Isabel Chalma	AM	2,440	3	Laguna oxidación	1,305,178
San Francisco Zentlalpan	AM	2,915	4	Habilitación laguna oxidación	870,119
Caserío de Cortez	CH	1,812	2	Biodigestor	1,857,907
Temamatla	AM	11,206	15	Laguna oxidación	6,525,891
San Juan y San Pedro Tezompa, Sta. Catarina Ayotzingo	CH	22,215	30	Biodigestor	17,156,277
San Pablo Atlazalpa	CH	12,000	17	Habilitación laguna oxidación	7,396,010
San Mateo Huitzilzingo	CH	16,952	24	Biodigestor	10,441,426
TOTAL		131,569	179		95,416,281

3.6. ESTABLECER MECANISMOS PARA GARANTIZAR LA BUENA OPERACIÓN DE PTAR

3.6.1 CONFORMAR LA UNIDAD TÉCNICA DE SANEAMIENTO

Se propone la conformación de una Unidad Técnica para el Saneamiento (Vea Estrategia 6), a ser autofinanciable y sin fines de lucro, bajo los auspicios de la Comisión de Cuenca, a trabajar en estrecha coordinación con el Grupo Especializado de Saneamiento.

Esta Unidad Técnica contará con equipo permanente y móvil para el análisis de la calidad de aguas residuales y de agua po-

table. Contará además con un especialista en tecnologías de tratamiento, y un técnico asistente. La Unidad Técnica organizaría procesos de capacitación a nivel regional, y proveerá asesorías puntuales a las PTAR de la subcuenca. Se realizará el diseño de prototipos de las PTAR para la eliminación en sitio de contaminantes especiales³

³ A través de procesos similares, la Cuenca de Tula cuenta ahora con un “nuevo” acuífero de agua prácticamente potable, formada principalmente por la infiltración y percolación de las aguas residuales crudas expulsadas de la Cuenca de México.

3.6.2. SENTAR LAS BASES PARA UNA JUNTA INTERINSTITUCIONAL DE SANEAMIENTO

En su “Plan de Saneamiento Integral de la Cuenca Tributaria de los Ríos Amecameca y La Compañía”, la CAEM recomienda la formación de una Agencia de Saneamiento, para la operación de las PTAR de la Subcuenca, para superar los limitantes territoriales, temporales y presupuestales de los gobiernos municipales.

Esta estrategia ha sido desarrollado exitosamente por la Junta Intermunicipal Río Ayaquila (JIRA)⁴ en Colima y Jalisco, un organismo público descentralizado formado en 2007, entre 10 municipios de los estados de Jalisco y Colima, para la gestión sustentable de sus subcuencas; el manejo integral del agua y de sus residuos sólidos.

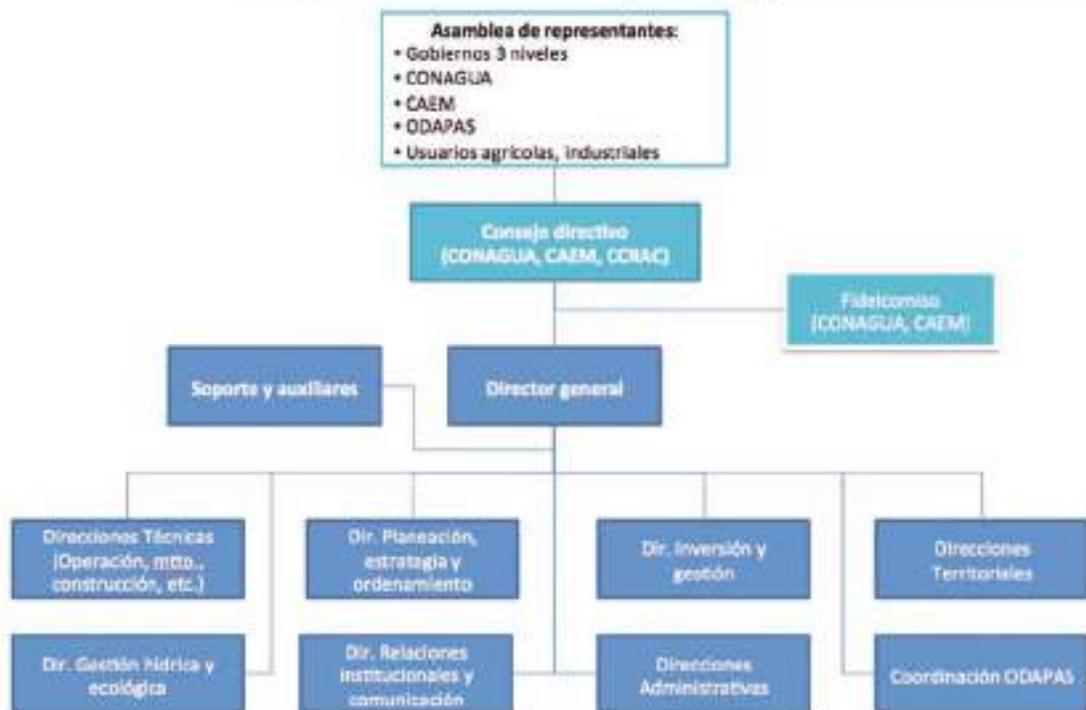


Junta Intermunicipal de Medio Ambiente para la Gestión Integral de la Cuenca del Río Ayuquila



CÓMO ALCANZAR

PROPUESTA DE ESTRUCTURA PARA LA AGENCIA DE SANEAMIENTO



Fuente: Análisis DESISA

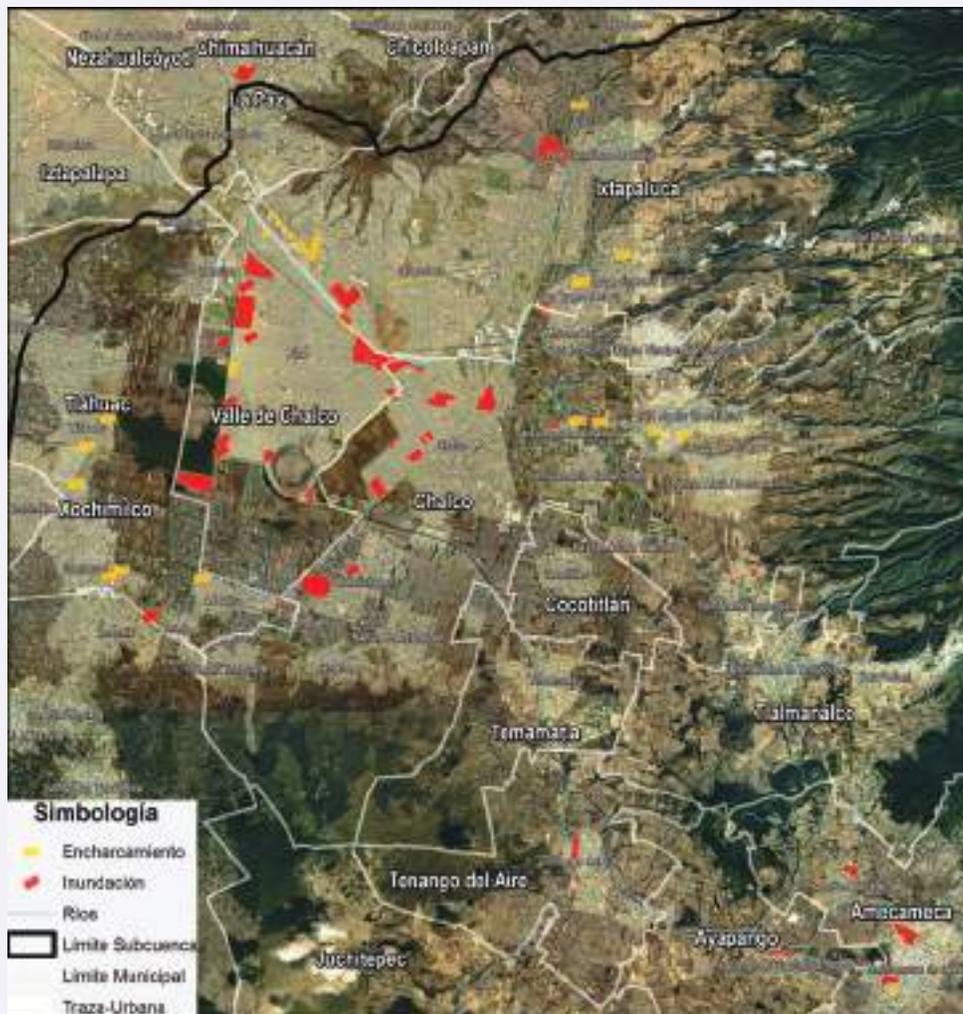
4 www.jira.org.mx

Mapa de inundaciones y encharcamientos

Este mapa muestra las zonas que sufren inundaciones (rojo), en donde más de 40 cm de aguas contaminadas entran a las casas o cierran calles dos o más veces al año, obligando en algunos lugares a que las familias desocupen la planta baja de sus casas durante el periodo de lluvias. En las zonas con encharcamientos (amarillo) aguas pluviales mezcladas con aguas residuales de drenajes saturados se estancan hasta evaporarse, obligando a los habitantes a transitar entre aguas contaminadas, resultando en infecciones perniciosas en pies y piernas.

El Plan Hídrico propone reducir nuestra vulnerabilidad a las “lluvias atípicas” que oficialmente son responsables por estos fenómenos, dando atención a las siguientes causas de fondo:

1. Deforestación y falta de retención de suelos y agua en cuenca media y alta
2. Pavimentación de las zonas de recarga
3. Hundimientos regionales
4. Mal función de las redes de drenaje por hundimientos diferenciales o sobreurbanización
5. Invasión de cauces por conjuntos habitacionales y viviendas
6. Obstrucción con azolve y basura de ríos, barrancas, canales y túneles
7. Dependencia en expulsión vía bombeo por falta de cuerpos receptores adecuados



RUTA CRÍTICA PARA LA INSTRUMENTACIÓN DE ESTRATEGIA 3: COLECCIÓN, TRATAMIENTO Y REUSO DE AGUAS RESIDUALES

Producto del trabajo del Grupo Especializado de Saneamiento de la Comisión de Cuenca, el 16 agosto de 2011, la Conagua y la CAEM anunciaron la asignación de \$276 millones para la construcción de 9 PTAR y sus colectores para la subcuenca Río Amecameca, como sigue: Nexapa (8 lps), Amecameca (80 lps), Santo Tomás Atzingo (6 lps, RLC), Ayapango (adecuaciones), Cuijingo (12 lps), Juchitepec (30 lps), Temamatla (25 lps), Tenango del Aire (25 lps), Paseos Chalco (80 lps) y Ayotzingo (110 lps).

Durante el energético proceso de diseño y construcción esperado en los próximos meses, el Grupo Especializado de Saneamiento supervisará el diseño y construcción de las PTAR para garantizar que superen las fallas de plantas anteriores y que impliquen bajos costos de operación, de tal modo que puedan servir como modelos para futuras plantas. También iniciará el diseño de la agencia intermunicipal propuesta por la CAEM y la Conagua, asegurando a su vez el involucramiento de los futuros usuarios de las aguas tratadas, especialmente los agricultores que actualmente ocupan las aguas crudas propuestas a tratar.

Al anunciar el saneamiento del Río Amecameca, se reafirmó el consenso a favor de la PTAR Metropolitana, cuyo proceso de gestión fue iniciado formalmente el 24 mayo 2001, por parte de los ejidos de Mixquic, Tlahuac, San Juan Ixtayopan, Tetelco, Tecomitl y Tulyehualco. Los Grupos Especializados de la Zona Lacustre y de Saneamiento estarán gestionando esta PTAR frente al Fondo Metropolitano, a la vez que gestionen el proyecto Lago Tlahuac-Xico frente al Fideicomiso 1928, para así lograr la reorientación y aprovechamiento de las

aguas residuales y pluviales actualmente expulsadas de la Subcuenca.

Los \$276 millones anunciados alcanzarán para realizar la conversión de PTAR aerobias a procesos de tratamiento anaerobios en Chalco y en Ixtapaluca, en donde se cuenta con un Odapas con capacidad técnica comprobada. Contando con estas primeras experiencias exitosas, se podría seguir avanzando con los recursos federales o de industrias interesadas en acceso a aguas tratando a bajo costo.

La construcción y operación de las PTAR subregionales requeriría de la conformación de la agencia intermunicipal y su fideicomiso, la cual mantendrá una relación cercana con los Odapas de Ixtapaluca y Chalco, y realizará las solicitudes, y en su caso, las acciones legales requeridas para cobrar los recursos debidos, garantizando transparencia y eficacia en su empleo.

El ritmo de gestión de las PTAR comunitarias dependerá en gran parte de la iniciativa de las propias comunidades, empezando con las de la Subcuenca Amecameca. Las comunidades con menos de 2500 habitantes podrían tener acceso a recursos de Prossapys. Cabe mencionar que la Fundación Gonzalo Río Arronte ha expresado interés en cofinanciar el desarrollo de PTAR de pequeña escala, utilizando tecnologías innovadoras.

Todo este proceso requerirá de fuertes asesorías técnicas, para las cuales se propone la conformación de una Unidad Técnica de Saneamiento de la Comisión de Cuenca. Esta Unidad permitirá la acumulación y difusión de datos técnicos, así como la disponibilidad de servicios profesionales, en un ambiente de colaboración, sin fines de lucro.

TABLA 3.16. PROGRAMACIÓN POR ETAPA Y FUENTE

Obra o proyecto	TOTAL	Fondo Metropolitano	Fideicomiso 1928	Conagua	CAEM	SACM	FEPI	Inmobiliarias	Deleg y mun.	Ejidos y comunidades	UAM, Centli	FGRA	TNC
Etapa 0: 2011+*	110			45	5	28	10		8		12	2	0
Conformación Unidad Técnica de Saneamiento	4										2	2	
Proyectos Ejecutivos	70			45	5		10				10		
Habilitación PTAR subutilizadas	20					20							
Habilitación canales; saneamiento zona lacustre	16					8		8					
Etapa 1: 2012-13	1397	750	22	180	41	36		270	33	6		55	4
Habilitación sistema canales	49		22						23			4	
PTAR Metro. c/gasoelec. y potabilizadora p/recarga (1000 lps) \$375/año	750	750											
Colectores PTAR Metropolitana	115			115									
Habilitación de grietas para recarga	29			24								5	
Chinampas y zonas de riego	19							12				3	4
Formación Agencia, Fideicomiso de Saneamiento													
Conversión de las PTAR a tratamiento anaerobio	19			2	2							15	
2 PTAR subregionales y colectores	290							270				20	
2 PTAR municipales con colectores, 1 PTAR SACM	74			19	19	36							
5 PTAR comunitarias y colectores	54			20	20					6		8	
Campaña, asesorías elimin. contaminantes especiales en situ													
Etapa 2: 2014-15	586	375	10	74	60	11			28	11		13	4
PTAR Metropolitana, 3er módulo, con gasoelectrica y potabilizadora	375	375											
Chinampas y zonas de riego	14							8				2	4
Adapt, pozos Sta Catarina-Mixquic p/recarga	10		10										
Conversión PTAR restantes a tratamiento anaerobio	34			14		11		6				3	
1 PTAR municipal y colector	86			43	43								
7 PTAR comunitarias	67			17	17			14	11			8	
Etapa 3: 2016-20	33			9	9				8	2		8	
4 PTAR comunitarias	33			9	9			8	2			8	
TOTAL, Estrategia 3	2,093	1,125	32	299	106	75	10	270	69	19	12	78	8

* Costo de asesorías técnicas para construcción de instancias e instrumentos es contemplado en Estrategia 6.

Procesos básicos para el tratamiento de aguas residuales

En las siguientes páginas se presentarán conceptos y métodos básicos para el tratamiento de aguas residuales.

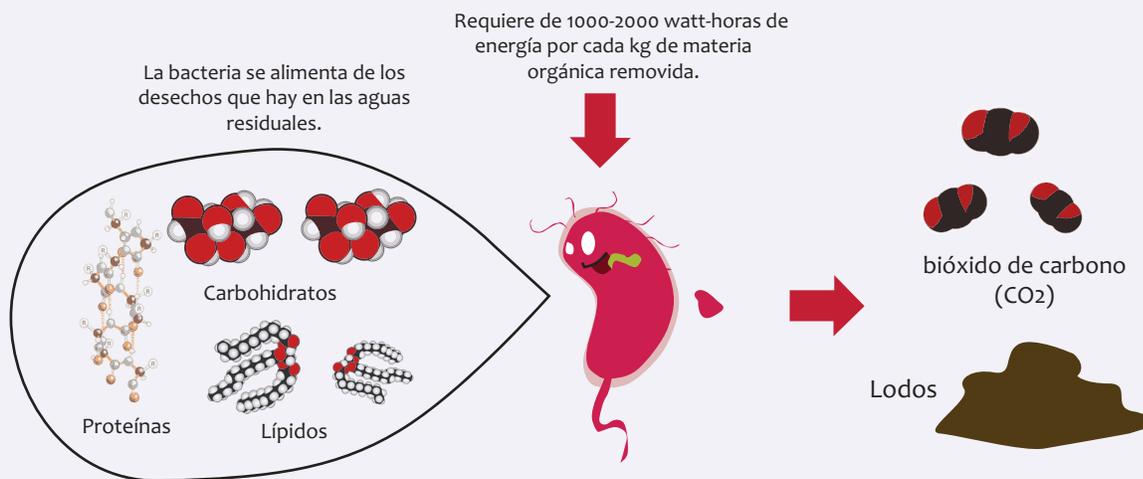
El tratamiento del agua requiere uno o todos los siguientes pasos:

- ▶ **Tratamiento preliminar y primario:** Se eliminan componentes voluminosos como troncos, piedras, animales muertos, plástico, y contaminantes problemáticos como son las arenas, grasas y aceites. El tratamiento se efectúa por medio de cribas, rejillas, desarenadores (para lograr la sedimentación), flotadores y desengrasadores.
- ▶ **Tratamiento secundario:** Utiliza mecanismos biológicos para degradar la materia orgánica en el agua. (vea página siguiente)
- ▶ **Tratamiento terciario:** Para la eliminación de contaminantes específicos que no hayan sido eliminados, en función de los requerimientos para su reuso. La eliminación del nitrógeno es uno de los tipos más importantes de tratamiento terciario.

Tratamiento aerobio

Las bacterias aerobias requieren la presencia de oxígeno. Convierten la materia orgánica en lodos (que requieren de un post-tratamiento anaerobio para estabilizarlos) y CO₂.

Dejan el agua limpia, pero generan lodos compuestos de billones de microorganismos, incluyendo patógenos.



El tratamiento aerobio fue difundido mundialmente a partir de los años 1960, a través del proceso conocido como “lodos activados”, en el cual los “lodos” son microorganismos que se activan en la presencia de oxígeno. Requiere de poderosos sopladores o mezcladores (requiriendo grandes motores, compresores, con un consumo de hasta 2000 watt-

horas por kg de materia orgánica removida) para estar constantemente aireando el agua. Este método es rápido y efectivo, y ocupa poco espacio, pero consume mucha energía, genera muchos lodos y es susceptible a costosas fallas electromecánicas.

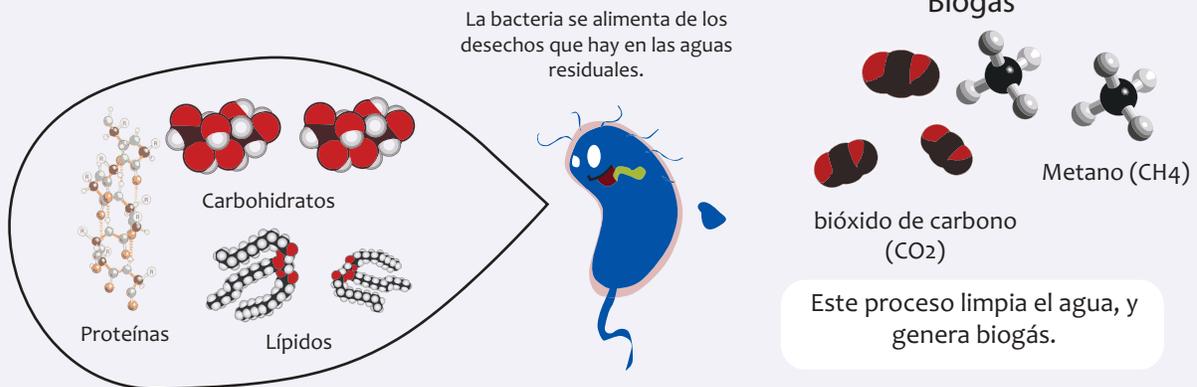
Para los objetivos de la actual explicación, se utilizan los términos bacterias, microorganismos y microbios, para referirse a organismos unicelulares benéficos, y se utiliza el término “patógenos” para referirse a microorganismos infecciosos.

Las bacterias: La fuerza motor del tratamiento de aguas residuales domésticas

El tratamiento de las aguas residuales domésticas requiere principalmente la biodegradación de materia orgánica procedente de la cocina y de los baños. Este “trabajo” es realizado por “ecosistemas manejados,” compuestos de asociaciones entre bacterias (microorganismos unicelulares) benéficas que digieren la materia orgánica, dejando el agua limpia.

Tratamiento anaerobio

En la ausencia de oxígeno, las bacterias anaerobias rompen las largas cadenas de las moléculas orgánicas, hasta llegar a metano y CO₂.



El tratamiento anaerobio está creciendo en popularidad mundialmente frente la crisis de los energéticos, dado que no solo ahorra energía sino aprovecha la biomasa presente en las aguas residuales para generarla.

A diferencia de las bacterias aerobias, las anaerobias no utilizan la materia orgánica para su propia reproducción (se reproducen solo una vez cada tres días), sino se

concentran en romper las largas cadenas de moléculas orgánicas hasta que no quede más que metano (CH₄), dióxido de carbono (CO₂) y agua .

Es económico y fácil de operar, pero solo elimina el 60-80% de los contaminantes. Los pocos lodos generados son estables, y pueden ser utilizados para el mejoramiento de suelos.

Enfrentando el problema de los lodos del tratamiento aerobio, con el tratamiento anaerobio

En un reactor aerobio, la materia orgánica en las aguas residuales es utilizada principalmente para la rápida reproducción (cada media hora) de los microorganismos aerobios (incluyendo patógenos) presentes en las aguas a tratar y en el propio reactor. Al convertir la materia orgánica en microorganismos vivos (“lodos”), el agua queda limpia, pero la localidad se queda con una gran cantidad de lodos (22 kilos por cada 33 kilos de materia orgánica removida de las aguas residuales), representando un riesgo para la salud.

La forma más efectiva y común para estabilizar estos lodos (dejar sin vida sus microorganismos) es vía el tratamiento anaerobio a una temperatura de 55°. Las bacterias anaerobias que predominan a esta temperatura matan y digieren los microorganismos, convirtiendo eficazmente los lodos en biogás (metano y CO₂).

Cómo funciona un biodigestor anaerobio

El tratamiento anaerobio se realiza en ausencia de oxígeno en tanques ocupados en un 33% por lodos (bacterias digestoras). Las aguas residuales entran por la parte inferior del biodigestor, a medida que asciende, pasa por los “lodos” compuestos por diferentes tipos de bacterias. Estos microorganismos digieren la materia orgánica presente en las aguas residuales vía la ruptura de las cadenas largas de moléculas orgánicas, dejando como producto final el biogás (metano y bióxido de carbono).

Se puede utilizar materiales de plástico con rugosidad como soportes, para aumentar la superficie de contacto entre la bacteria y la materia orgánica a “digerir”. De esta manera, se aumenta la eficiencia del reactor, y se evita que las bacterias digestoras salgan del biodigestor junto con las aguas tratadas. Pequeñas bombas de circulación mantienen las bacterias en contacto máximo con la materia orgánica a digerir.

Estos sistemas son muy sencillos de operar. Principalmente hay que vigilar el acidez (pH entre 6.8 y 7.2), la temperatura (35-37°), el volumen de agua que entra el

reactor y el tiempo que reside en él, así como la composición de biogás.

Algunas sustancias de uso doméstico como los detergentes, champús, jabones e insecticidas, que no son fáciles de biodegradar, no son eliminados por los procesos de tratamiento y terminan acumulando en los ríos, lagos, acuíferos y el mar. Altas concentraciones pueden ser tóxicas para las bacterias digestoras. Por lo tanto, se requerirá de campañas de concientización para lograr la transición hacia el uso exclusivo de productos biodegradables.

El biogás emerge del agua y es captado por campanas o colectores en la parte superior del biodigestor, para luego ser filtrado y purificado para eliminar la humedad y el H₂S, una sustancia corrosiva.

Una parte del biogás puede ser aprovechado para precalentar las aguas residuales entrantes (influyente) para garantizar una temperatura de 35°C. El resto puede ser utilizado para las bombas del sistema de alimentación y distribución de las aguas residuales crudas y tratadas.



8) Lodo estabilizado para usarse como fertilizante biológico.

7) Salida de biogás (metano y bióxido de carbono), el cual puede utilizarse para generar energía eléctrica.

6) Salida de agua tratada (uso agrícola e industrial).

5) La campana permite separar el agua tratada, el biogás generado y retener el lodo dentro del reactor.

4) El deflector permite separar el biogás hacia la campana para evitar pérdida por la salida de agua tratada.

3) Por acción del biogás, parte de la biomasa tiende a ascender, para después sedimentar.

2) Al atravesar la cama de lodo (consorcio bacteriano) y mediante una serie de reacciones metabólicas (hidrólisis, ácido génesis, acetogénesis y metanogénesis). La materia orgánica es convertida en biogás.

1) El agua residual (rica en nutrientes) es bombeada por la parte inferior del reactor, el cuál es auto mezclado por el movimiento ascendente de las burbujas de gas y del flujo de líquido a través del reactor.

Presupuesto, Biodigestor anaerobio, 20 lps (No incluye adquisición de terreno, ni imprevistos, ni IVA)	
Trazo y nivelación a base de aparato topográfico estableciendo ejes del proyecto, estudio	13,200
Desplante y limpieza del terreno	276,000
Excavación de terreno para dar niveles de desplante de cimentación, 1728 m ³	171,072
Dala de desplante a base de concreto armado del cárcamo de bombeo, 20 m ²	2,860
Muro de cárcamo de bombeo de agua cruda, 80 m ²	9,680
Plantilla de concreto simple para cárcamo de bombeo, 80 m ²	14,080
Fabricación del des-arenador, 20 pzas.	627,000
Tramo de placa para compuertas del desarenador, 20 pzas.	99,000
Dala de remate a base de concreto armado para reactor biológico, 1600 m	404,800
Losa fondo a base de concreto armado para el reactor biológico, 618 m ²	190,270
Colado de Muro de reactor, 1,659 m ²	383,201
Rejilla con claro de malla en acero inoxidable para el cribado, 40 pzas.	55,000
Válvulas de 2 pasos, 60 pzas.	257,400
Flujometro ultrasonic, 20 pzas.	435,600
Geomembrana para biogas, 700 m ²	165,550
Instalación de geomembrana, 2,277 m ²	100,172
Clorador, 2 pzas.	99,000
Bomba de alimentación, 4 pzas.	45,760
Transformador, 20 pzas.	715,000
Alambrón, 6000 kg	112,200
Varilla (armado de muros del reactor, clarificador y desinfección), 22 ton.	280,675
Olla de cemento/grava de alta resistencia y nula porosidad para evitar infiltraciones, 1,366 m ³	1,977,398
Tramo de tubo galvanizado, 60 pzas.	231,000
Tramo de tubo PVC hidráulico, 200 pzas.	77,000
Tramo de tubo de fierro para pasamanos, 120 pzas.	79,200
Tramo de rejilla irvin para pasillo, 60 pzas.	79,200
Acarreo en camión de material producto de la excavación kilometro subsecuente m ³ -Km, 2297 m ³	141,487
Total	7,042,806

Cómo convertir una planta de tratamiento aerobio a tratamiento anaerobio

Se propone que las 12 PTAR aerobias actualmente funcionando en la Subcuenca, sean convertidas a PTAR anaerobias, para así poder reducir sus costos de operación a un mínimo. Se estima un costo de \$80 mil por cada litro por segunda de capacidad de la PTAR, para las siguientes modificaciones:

1. Cambiar la entrada de las aguas residuales, para que entren desde el fondo del tanque (para que puedan ascender a través de la biomasa).
2. Cambiar el sistema de aeración, por un sistema de circulación del agua (para promover contacto entre la bacteria anaerobia y la materia orgánica en el agua residual).
3. Revertir los sopladores de aireación, para que sirvan para la extracción del biogás.
4. Instalar un tanque para almacenar el biogás.
5. Instalar una planta gasoeléctrica para aprovechar la energía generada.
6. Instalar un intercambiador de calor para utilizar el calor generado por la gasoeléctrica, para calentar la cámara de gestión anaerobia.

El contraste entre PTAR aerobias y anaerobias, de cerca:

Aerobias



Anaerobias



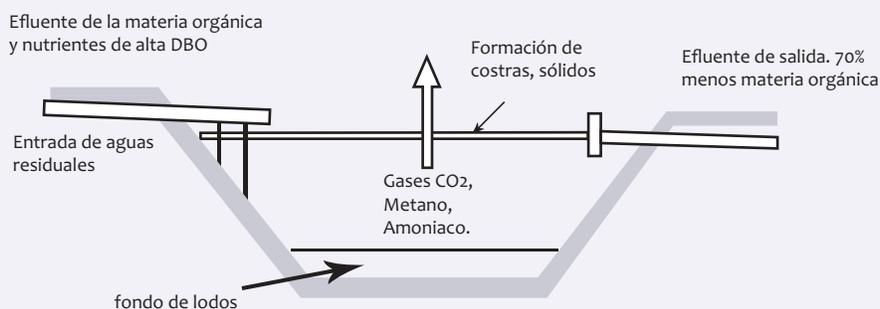
Cómo funciona una laguna de oxidación

Las lagunas de oxidación son las PTAR más sencillas y económicas para construir y operar, y son sumamente efectivos, incluso contra patógenos y huevos de helmintos.

El oxígeno es suministrado desde la superficie por medio de la ventilación natural y gracias a la fotosíntesis de las algas. Las bacterias presentes en las aguas residuales utilizan el oxígeno para alimentarse de materia orgánica, descomponiéndolo en nutrientes y dióxido de carbono. Estos a su vez son utilizados por las algas. Otros microbios en el estanque eliminan aún más materia orgánica, así puliendo el efluente. Las aguas tratadas por lagunas de oxidación son excelentes para el riego, dado que contienen los nutrientes nitrógeno y fósforo, los cuales tendrían que ser eliminados vía humedales si el agua es para recarga o uso animal.

Su principal desventaja es la lentitud del proceso, lo cual hace que ocupe mucho espacio, haciéndola inviable en zonas urbanas. El Plan Hídrico propone que la mayoría de las PTAR comunitarias sean lagunas de oxidación. Propone además habilitar las lagunas de oxidación existentes en la Subcuenca, y proveer la capacitación y asesorías requeridas para su buen funcionamiento.

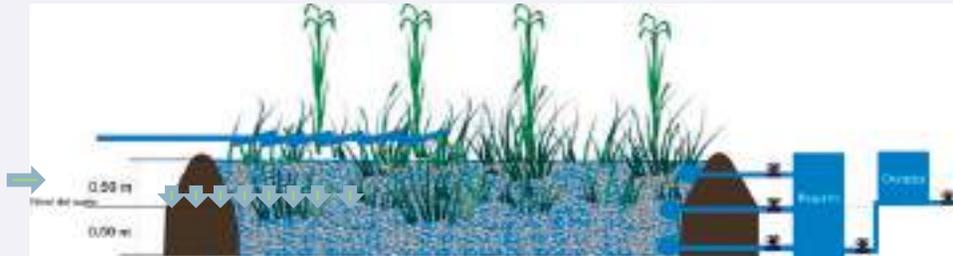
Laguna de oxidación



Concepto	Precio unit.	Total (miles de pesos)
Trazo y nivelación topografica, estableciendo ejes del proyecto	6,000	\$6.0
Desplante y limpieza de terreno, 3500 m2	65	\$227.5
Excavaciones a mano de de 2.01 a 4.00 m de profundidad, 14,001 m3	186	\$2,604.7
Confinamiento de terreno, 3,500 m2	142	\$497.6
Acarreo material excavado, 14,001 m3	56	\$784.0
Dala de remate a base de concreto armado, 251 mL	230	\$57.7
Varilla de 1/2", 11 ton	11,600	\$127.6
Olla de cemento/grava de alta resistencia, impermeable, 260 m3	1,316	\$342.2
Colado, 1,002 m2	210	\$210.4
Carcamo de recepcion de agua residual de 2X2X3m, 3 pza	32,800	\$98.4
Geomembrana de polietileno de alta densidad L-30 de 0.75mm (vida util de 10-15 años), 4,578 m2	415	\$1,900.0
Instalación de geomembrana, 4,578 m2	185	\$847.0
Sistema cribado con claro de malla 20 mm acero inoxidable, 2 pza	35,000	\$70.0
Desarenador para la retencion de particulas de 0.21 mm de tamaño y densidad de 2.65 g/cm ³ , 3 pza	125,000	\$375.0
Compuertas para el desarenador en acero inoxidable de 30X30 cm y espesor de 7mm., 4 pza	6,500	\$26.0
Tuberia galvanizada de 8 pulgadas, 1 lote	72,500	\$72.5
Tuberia galvanizada de 10 pulgadas, 1 lote	94,000	\$94.0
Valvulas de compuerta de 8 pulgadas de acero al carbon, 6 pza	28,800	\$172.8
Valvulas de compuerta de 10 pulgadas de acero al carbon para la salida de agua tratada, 10 pza	39,500	\$395.0
Instalación tuberia de 8", incl cuerdas y accesorios (codos, etc), 1 lote	54,000	\$54.0
Instalacion tuberia de 10", incl cuerdas y accesorios, 1 lote	54,000	\$54.0
Instalación valvulas de compuerta de 8", 6 pza	7,500	\$45.0
Instalación de valvulas de compuerta de 10", 10 pza	11,200	\$112.0
Sistema de desinfección por contacto con cloro: incl tanque, tubería, valvula de dosificación	85,400	\$85.4
Clorador (serpentin)	145,000	\$145.0
TOTAL		\$9,403.8

Cómo funciona un humedal

Los humedales son una forma de tratamiento terciario, utilizadas después del tratamiento por una laguna de oxidación, biodigestor o PTAR aerobia, para eliminar sólidos en suspensión, materia orgánica, patógenos, nitrógeno, fósforo, metales pesados, y contaminantes “emergentes” (fármacos, pesticidas, entre otros). Son excelentes para el tratamiento de aguas de tormenta. De hecho, el Plan propone el tratamiento de aguas pluviales por humedales a la entrada del Lago Tláhuac-Xico, y para el tratamiento final de aguas tratadas antes de su recarga en las grietas de Tecómitl y Tetelco.



Concepto	Precio unit.	Total (miles de \$)
Trazo, nivelación topográfica estableciendo ejes del proyecto	6000	\$6.0
Desplante y limpieza de terreno, 2400 m2	65	\$156.0
Excavaciones a mano, 2-4 m profundidad, 2785 m3	186.04	\$518.0
Confinamiento de terreno, 2400 m2	142.17	\$341.2
Traslado de material producto de la excavación, 2785 m3	56	\$155.9
Plantilla de concreto simple de 5 cm de espesor. 2400 m2	160	\$384.0
Entramado para plantilla de loza fondo, 2400 m2	16	\$38.4
Dala de remate a base de concreto armado, 208 mL	230	\$47.8
Varilla de 1/2", 9 ton	11600	\$109.0
Olla de cemento/grava de alta resistencia, nula porosidad, 232 m3	1316	\$305.8
Colado, 2850 m2	210	\$598.5
Geomembrana de PVC de 1.2 mm, 2912m2	215	\$626.0
Instalación geomembrana, 2912m2	52	\$151.4
Tubería PVC de 4 pulgadas, 1 lote	30,000	\$30.0
Instalación tubería PVC, incl. accesorios (codos, pegmto, etc.)	10,000	\$10.0
Cama de arena de 50 cm espesor, 1200 m3	160	\$192.0
Grava de 1/2 a 3/4 ", 2785 m3	180	\$501.3
Plantas (10 a 18/m2), 134 lotes	45	\$6.0
Transporte de plantas, tres viajes	2800	\$8.4
Clorador	45,000	\$45.0
TOTAL		\$4,231



Contaminantes especiales

Basura: La lluvia lleva la basura desde donde la encuentra; tapa cauces, canales, lumbreras, tuberías, provocando inundaciones. Prevención: Necesitamos organizar campañas de conciencia, proyectos de separación comunitaria, contar con Programas Municipales de Gestión Integral de Residuos Sólidos. Remoción: Trampas de basura.

Sólidos suspendidos: Son pequeñas partículas que provienen del arrastre de suelos, su acumulación en cauces, canales, presas, lagunas de oxidación, y en vasos como el Lago Tláhuac-Xico contrarresta el volumen del agua a almacenar, conducir o tratar el azolve que genera. En caso de las PTAR dificulta el proceso de tratamiento en las etapas subsecuentes del proceso, así como dañar el equipo de bombeo. Prevención: Cultivos permanentes, reforestación, terraceo, terrazas filtrantes, curvas de nivel, zanjas trincheras. Remoción: Desarenadores y sedimentación.

Sólidos disueltos: Cualquier sal, mineral, metal, disuelto en el agua; se detecta con pruebas de conductividad. La lluvia y los escurrimientos van disolviendo materia sumamente fina (< 5 UTN) en el suelo, sales, fertilizantes, pesticidas, minerales provenientes de rocas, residuos industriales, lixiviados de basura, los cuales se mantienen en suspensión y causan turbidez. Impacto: Estas partículas tienen que ser removidas antes de realizar la potabilización, porque pueden servir como “refugio” para patógenos. En lagunas de oxidación, la turbidez impide la entrada de la luz que requieren las bacterias para poder digerir la materia orgánica. Detección: Medición de turbidez. Prevención: (vea arriba) Remoción: Microfiltración, un proceso sumamente costoso.

Materia orgánica: Residuos de cocina, baño, granjas, rastros, queserías, fábricas de nixtamal. Impacto: Sirven como sustrato para la reproducción de microorganismos, consumen el oxígeno disuelto en los cuerpos de agua. Prevención: Sistemas de colección y composteo de materia orgánica; plantas de tratamiento en sitio para rastros, granjas, queserías; inodoros secos, con separación de heces y orina.

Organismos patógenos: Detección: La presencia de coliformes indica la posible presencia de patógenos. Prevención: Entubar aguas residuales domiciliarias hasta las plantas de tratamiento. Empleo de excusados secos para que los patógenos no entren en contacto con el agua; plantas de tratamiento

específicamente para residuos sólidos y aguas residuales de granjas, rastros y de origen hospitalario. Remoción: Cloro o rayos ultravioletas, o procesos de tratamiento anaerobio termofílico.

Nitratos: Detección: $N-NO_3 > 9$ ppm. Niveles permisibles: 10-50 mg/l para humanos; 0-40 mg/l para peces. Nivel tóxico: > 80 mg/l. Fuentes: Los nitratos contaminan los acuíferos debido al uso de fertilizantes con nitrógeno, el almacenamiento de estiércol y el empleo de sistemas sépticos sobre zonas de recarga. Los riesgos asociados que la contaminación con nitratos incluye: disminución en la fertilidad, alteración en la función de la tiroides, mutaciones genéticas y deformaciones en fetos. (Nota: El consumo de nitratos (detección: $N-NO_2 > 1$ ppm) puede generar nitrosaminas en el estómago, siendo sustancias cancerígenas.)

Amoniaco: Detección: $N-NH_4 > 0.5$. Producto natural de descomposición de compuestos orgánicos nitrogenados. Proviene de aguas residuales agrícolas (excrementos de animales, basuras, fertilizantes), descomposición de productos nitrogenados orgánicos en el suelo (animales muertos) y putrefacción de plantas. Promueve el crecimiento de organismos: útil si se usa en riego, tóxico si pasa a cuerpos de agua; Sabor desagradable. Dificulta la cloración, da colores extraños al agua por formación de complejos químicos. Prevención: Buenas prácticas de manejo de residuos orgánicos y aguas residuales.

Fosfatos: Detección: DurezaT > 500 . El fósforo acelera descomposición de materia orgánica en agua, resultando en el sobreconsumo de oxígeno, la eutrofización de cuerpos de agua. Prevención: Campañas para uso de detergentes bajos en fosfato, preferentemente biodegradables. Remoción: El tratamiento secundario no elimina fosfatos, los cuales son aprovechados y eliminados posteriormente por las plantas vía riego o vía el postratamiento con humedales, o precipitación con cal.

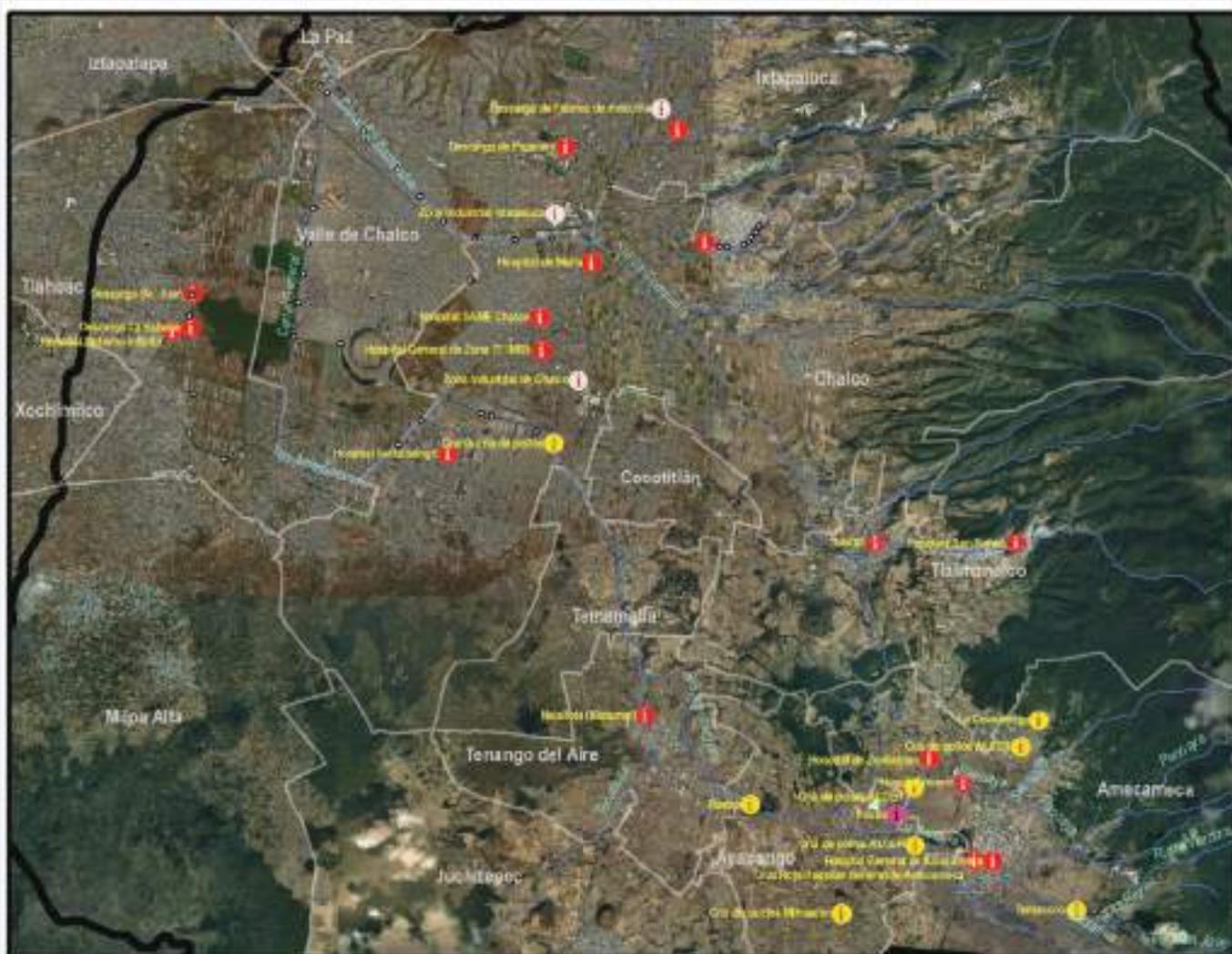
Cloruro: Detección: Cloro total > 100 ppm. Se utiliza el cloro para desinfectar sistemas de agua potable, porque destruye agentes patógenos y compuestos que causan malos sabores. Sin embargo, es importante que no haya presencia de materia orgánica en descomposición, porque pierde su poder desinfectante y puede formar organoclorados que son cancerígenos. Es importante utilizar la cantidad correcta del cloro, porque cantidades excesivas traen riesgos tóxicos severos. Remoción: Carbón activado.

Carbonatos: $\text{CaCO}_3 > 20$. Causa principal de la dureza del agua. Riesgos: Incluyen calcificación renal, depresión y palpitaciones en el corazón. Prevención: Evitar el vertido de residuos de pintura, caucho, plástico, adhesivos, papel, dentríficos, cemento, cerámicas, cosméticos, pesticidas, insecticidas, antibióticos, agente neutralizante y aditivo para alimentos, a los cauces y cuerpos de agua. Remoción: Los humedales bajan la alcalinidad.

Metales tóxicos: As, Pb, Cr, Hg. Riesgos: Se acumulan en el cuerpo, dañando órganos y sistema nervioso; Prevención: Campañas de detección y Remoción en fuente. Remoción: Humedales con lirio acuático o carrizo; ultrafiltración.

Azufre: Detección: $\text{SO}_4 > 400 \text{ mg/L}$. Fuente: Fertilizantes y actividades industriales. Riesgos: Contribuye a la salinidad, su descomposición produce sulfhídrico que es tóxico para vida acuática y aérea. Prevención: Campañas de detección y Remoción en fuente (industrias); agricultura orgánica. Remoción: Procesos biológicos de sulfato reducción y sulfoxidación (tratamiento terciario).

Ubicación de descargas de contaminantes especiales (2011)



Este mapa muestra los sitios en donde hay descargas de contaminantes especiales identificadas en los recorridos y análisis realizados para caracterizar los ríos, cauces y el lago Tláhuac-Xico.

ESTRATEGIA 4: GESTIÓN DE ACUÍFEROS

BAJO LA RECTORÍA DE LOS COMITÉS TÉCNICOS DE AGUAS SUBTERRÁNEAS, SE PLANTEA CORREGIR LAS IRREGULARIDADES EN EL SISTEMA DE CONCESIONES, LOGRAR LA PROTECCIÓN DE ZONAS DE RECARGA, SUSTITUIR AGUAS SUBTERRÁNEAS CON AGUAS PLUVIALES O TRATADAS Y PREVENIR FUGAS, PARA FRENAR EL DESCENSO EN EL NIVEL DEL AGUA EN LOS ACUÍFEROS EN ESTA DÉCADA, E INICIAR SU RECUPERACIÓN EN LA PRÓXIMA.



ESTRATEGIA 4: GESTIÓN EQUILBRADA DE LOS ACUÍFEROS DE LA SUBCUENCA

Objetivos y acciones:

4.1. Frenar el crecimiento urbano sobre acuíferos sobreexplotados

- 4.1.1. Extinguir las concesiones adquiridas con información falsa, error o dolo
- 4.1.2. Lograr el retiro voluntario, extinción o rescate de asignaciones excesivas
- 4.1.3. Lograr que no se autoricen nuevos conjuntos habitacionales hasta estabilizar los acuíferos
- 4.1.4. Lograr el registro y contabilización de pozos de uso público-urbano sin concesiones, y la clausura de pozos clandestinos para otros usos

4.2. Disminuir el volumen extraído de los acuíferos para que sea igual a la tasa de recarga

- 4.2.1. Disminuir fugas y usos indebidos
- 4.2.2. Sustituir aguas subterráneas con aguas tratadas o pluviales potabilizadas

4.3. Lograr decretos de protección para las zonas estratégicas de recarga

4.4. Recargar los acuíferos con aguas tratadas y pluviales (Se cubren estos objetivos en Estrategias 1 y 3)

4.5. Formar los Comités Técnicos de Aguas Subterráneas (COTAS) de los Acuíferos Chalco-Amecameca y Zona Metropolitana de la Ciudad de México (ZMCM)

Coordinación: Grupo Estratégico de Ordenamiento:

Usuarios industriales, agrícolas y público urbano de aguas subterráneas; CAEM, SACM, Conagua, Odapas Valle de Chalco, Chalco e Ixtapaluca; Municipios de Tenango del Aire, Amecameca, Tlalmanalco, Juchitepec en el Estado de México; Tláhuac y Milpa Alta en el Distrito Federal; Sectores Afectados, Asociaciones Cívicas, Educación, investigadores y especialistas.

Esta estrategia implica una decisión colectiva, convertida en voluntad política, de poner límites a dinámicas de sobreurbanización, hasta ahora imparable, que ponen en riesgo el futuro acceso al agua, así como el patrimonio, y hasta las vidas, de muchos de los habitantes de la Subcuenca Amecameca, La Compañía y Tláhuac-Xico.

Se requiere disminuir los volúmenes extraídos, logrando mayor eficacia en su uso y sustituyendo las aguas subterráneas, con decretos de protección para las Zonas Estratégicas de Recarga, además de proyectos para lograr la recarga de los acuíferos con aguas pluviales y tratadas. Finalmente, la instrumentación de estos objetivos depen-

derá en gran parte de la construcción de los COTAS para los acuíferos Chalco-Amecameca y ZMVM.



OBJETIVO 4.1: FRENAR EL CRECIMIENTO URBANO SOBRE ACUÍFEROS SOBREENPLOTTADOS

El primer paso para lograr la gestión equilibrada de los acuíferos de la Subcuenca, es frenar el actual proceso acelerado de expansión urbana sobre la misma, especialmente en Ixtapaluca, Chalco y Valle de Chalco, Estado de México. Se requiere dar atención especial a las nuevas presiones urbanas que serán ejercidas sobre las delegaciones de Tláhuac y Milpa Alta, Distrito Federal, al poner en marcha la Línea 12 del metro.

PROBLEMÁTICA: SOBREENCONCESIONAMIENTO DEL AGUA DEL ACUÍFERO CHALCO-AMECAMECA

En 1992, la Ley de Aguas Nacionales estableció el Registro Público de Derechos al Agua (REPDa), para proveer seguridad jurídica a los usuarios de aguas nacionales, a través de la inscripción de los títulos de concesión¹. Inmediatamente, se registraron concesiones a aguas subterráneas para volúmenes que superaron el volumen disponible (siendo la recarga anual) en los acuíferos.

El Plan hídrico ha identificado varias medidas disponibles a la Conagua para lograr que el volumen concesionado, sea igual al volumen realmente disponible.



Foto: NOTIMEX



MÁS DE 200 VIVIENDAS AFECTADAS POR UNA GRIETA EN EL FRACCIONAMIENTO VILLAS DE SAN MARTÍN, EN CHALCO, ESTADO DE MÉXICO (FOTO: FERNANDO RAMÍREZ/EL UNIVERSAL)

¹ Artículo 3 XLIV, Ley de Aguas Nacionales.

GRIETAS

¿Por qué aparecen grietas, como consecuencia de la sobreexplotación de nuestros acuíferos?

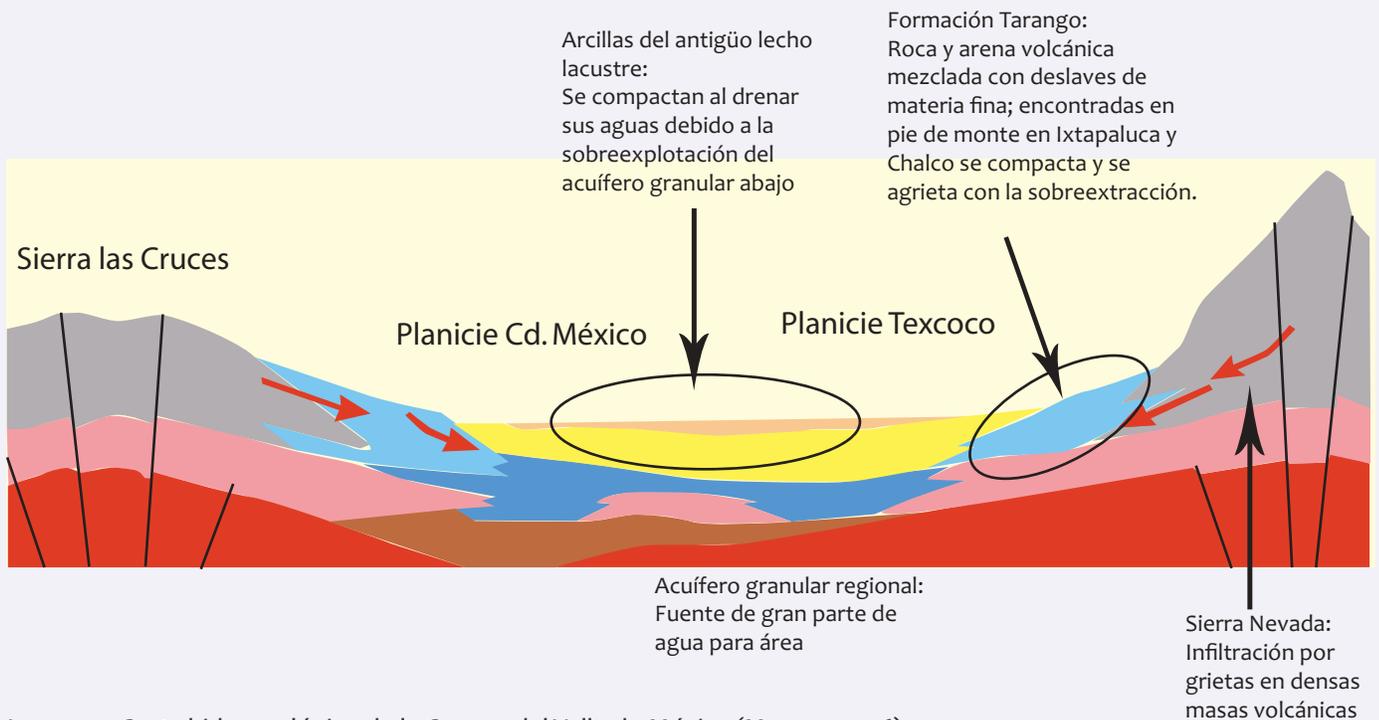


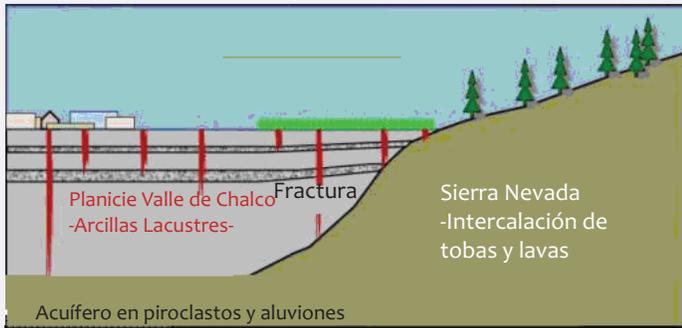
Imagen 1. Corte hidrogeológico de la Cuenca del Valle de México (Mooser, 1996)

Las arcillas que cubren la zona baja de la Subcuenca Amecameca, La Compañía y Tláhuac-Xico se formaron a través de la acumulación de materia fina en el fondo del antiguo lagos de Chalco. Estas arcillas son especialmente comprimibles—tienen un contenido de hasta cuatro partes agua por una parte de arcilla.

Mientras que no forman grietas, no permiten la infiltración, y, por lo tanto, sirven para proteger los acuíferos de posibles fuentes de contaminación en la superficie. Pero cuando se extrae más agua del subsuelo de lo que se logra recargar desde los campos, cerros y montañas aledaños, el nivel del agua subterránea empieza a descender, la zona

inferior de las arcillas empieza a drenar sus aguas, resultando en una compactación irreversible. Esto resulta en hundimientos y grietas en la superficie.

Los siguientes esquemas muestran algunos de los tipos de grietas que están apareciendo en la Subcuenca, debido a la interacción entre arcillas en proceso de compactación, en contacto con estructuras rígidas, como son los cerros y las montañas.



En la figura 2, la pendiente del cuerpo volcánico es abrupta por lo que se producen fuertes fracturamientos donde se tienen espesores muy delgados de las arcillas

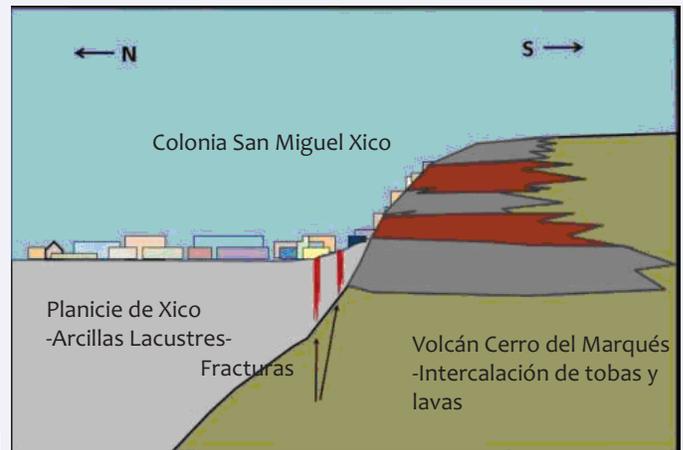


Figura 1. Fracturas escalonadas en arcillas compresibles con un espesor que se va adelgazando al entrar en contacto con el pie de monte de la Sierra Nevada. (Diagramas elaborados por: Vargas Cabrera, Carlos, 2011)

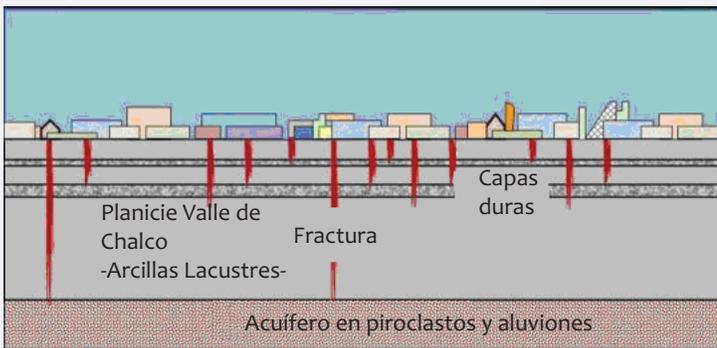
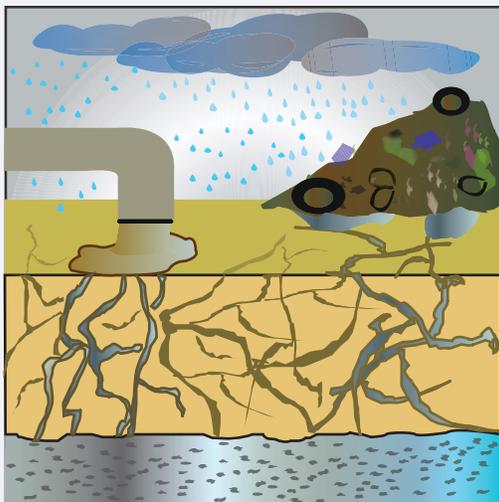


Figura 3. Fracturas en arcillas en contracción por la pérdida de sus aguas, debido a la sobreexplotación de acuífero profundo (Chalco, Valle de Chalco y Tláhuac)

¿Por qué la sobreexplotación de los acuíferos resulta en su contaminación?



Las grietas causadas por la sobreexplotación pueden permitir la entrada de aguas residuales, agro-químicos, y los líquidos de los basureros (“lixiviados”), todos los cuales pueden contaminar el acuífero de tal manera que su agua no sea apta para consumo humano.

La sobreexplotación severa puede empezar a extraer agua que fue infiltrada hace cientos o miles de años. Esta agua puede haber absorbido sustancias peligrosas de las formaciones geológicas en donde se almacenaba, como son arsénico, cobre, plomo, zinc, hierro, manganeso, cianuros, nitritos, nitratos. En la zona de Valle de Chalco y Tláhuac, las aguas subterráneas pueden contaminarse por las sales disueltas en el agua que se va drenando de la capa profunda de arcillas que está en contacto con la zona de extracción.

4.1. EXTINGUIR LAS CONCESIONES QUE FUERON ADQUIRIDAS CON INFORMACIÓN FALSA, ERROR O DOLO

CONCESIONES IRREGULARES, A AGUAS SUBTERRÁNEAS, ACUÍFERO CHALCO-AMECAMECA

Titular	Volumen del título (m ³ /año)	Título	Uso
Consortio de Ingeniería Integral, S. A. DE C. V. (Casas ARA)	793,696	13MEX102044/ 26AMDA09	Agrícola
Geo Edificaciones, S.A. DE C.V.	1,524,096	5MEX100186/ 26AMGR94	Agrícola
Geo Edificaciones, S.A. DE C.V.	109,500	5MEX100187/ 26AMGR94	Agrícola
Geo Edificaciones, S.A. DE C.V.	576,000	5MEX100188/ 26AMGR94	Agrícola
Geo Edificaciones, S.A. DE C.V.	1,360,800	5MEX100189/ 26AMGR94	Agrícola
Geo Edificaciones, S.A. DE C.V.	576,000	5MEX100190/ 26AMGR94	Agrícola
Total	4,940,092		

fuentes: Registro Público de Derechos al Agua (REPDA)

Unas de las primeras concesiones registradas en el Acuífero Chalco-Amecameca, son concesiones a Geo Edificaciones y Casas ARA para “usos agrícolas”, un uso que obviamente queda fuera del ámbito de su razón social. Las coordenadas asociadas con estas concesiones las ubican al interior de extensivos conjuntos urbanos en

Ixtapaluca, construidas posteriormente. Sin embargo, según el REPDA, estas inmobiliarias no han tramitado la transferencia de estas concesiones al Odapas, lo cual les permite seguir utilizándolas para demostrar “factibilidad de agua” para futuros conjuntos. La Comisión de Cuenca reportó y denunció esta irregularidad repetidas veces sin lograr su corrección.

EJIDO DE SAN MARTÍN CUAUTLALPAN	13MEX107824/26AMGR06	AGRICOLA	28/02/2007
---------------------------------	-----------------------------	----------	------------

En 2007, en violación de la Veda de 1954, Conagua otorgó una nueva concesión para tres pozos de uso agrícola al Ejido de San Martín Cuautlalpan: uno en el predio que el ejido había vendido a Casas GEO para la construcción del conjunto habitacional “Pueblo Nuevo”; otro siendo el pozo que provee agua al pueblo del mismo nombre; y el tercero, según reportes de vecinos, siendo un pozo que suministra agua a pipas de manera clandestina. Cabe mencionar, además que la Secretaría del Medio Ambiente Estatal exigió que Casas GEO solicitara a la Conagua la delimitación de los cauces que atravesaban el predio; sin embargo, con la anuencia de Conagua, la inmobiliaria rellenó y construyó encima de los cauces, resultando en riesgos para los habitantes y el pueblo abajo.

EL PLAN EN ACCIÓN...



Afectados por obstrucción de cauces en San Martín Cuautlalpan

El Delegado, los habitantes y los vecinos de la Unidad Pueblo Nuevo proponen la reubicación de sus casas o pagos por daños patrimoniales.

Competencias y responsabilidades de las autoridades frente a la crisis de los acuíferos.

Competencia y responsabilidad de la Comisión Nacional del Agua para negar, extinguir o poner limitaciones a concesiones del agua, según la Ley de Aguas Nacionales

La concesión para la explotación, uso o aprovechamiento de aguas nacionales... podrá extinguirse por:

V. Nulidad declarada por “La Autoridad del Agua” en los siguientes casos:

- A. Cuando se haya proporcionado información falsa para la obtención del título o cuando en la expedición del mismo haya mediado error o dolo atribuible al concesionario;
- B. Cuando el proceso de tramitación se demuestre que ha estado viciado con intervención del concesionario;
- C. Por falta de objeto o materia de la concesión.

VII. Rescate mediante la declaratoria respectiva (del Ejecutivo Federal) de la concesión o asignación por causa de utilidad o interés público. (Art. 29 Bis 3)

“El Ejecutivo Federal, a través de “la Autoridad del Agua”, tendrá la facultad para negar una concesión... IX. Cuando exista causa de interés público o interés social. (Art. 29 Bis 5)

“...La “Autoridad del Agua” impondrá... la clausura definitiva...de los pozos...para la extracción o aprovechamiento de aguas nacionales en los siguientes casos: I. descargas sin permiso; III. extracción de volúmenes mayores a los autorizados; IV. ocupación de cauces; VII. falta de instalación y reparación de medidores, XI. falta de entrega de datos, o XVII. daños ambientales (Art. 119 y 122)

“Competencia del Ejecutivo Federal

El Ejecutivo Federal podrá expedir Decretos... de **Zonas de Veda**... cuando: no sea posible mantener... las extracciones de agua superficial o del subsuelo... sin afectar la sustentabilidad del recurso y sin el riesgo de inducir efectos perjudiciales, económicos o ambientales..., o se requiera prohibir o limitar los usos del agua con objeto de proteger su calidad en las cuencas o acuíferos. (Artículo 39 Bis) “Las Zonas de Veda (son) aquellas áreas... en las cuales no se autorizan aprovechamientos de agua adicionales a los establecidos legalmente y éstos se controlan mediante reglamentos específicos... (Art. 3 LXV) “(En **Zonas de Veda**)... será de utilidad pública el control de la extracción así como la explotación, uso o aprovechamiento de las aguas del subsuelo... (Art. 19)

“Adicionalmente, el Ejecutivo Federal podrá declarar como **zonas de desastre**, a aquellas cuencas hidrológicas... que por sus circunstancias naturales o causadas por el hombre, presenten o puedan presentar riesgos irreversibles a algún ecosistema.” (Artículo 38)

“En los casos de ...sobreexplotación grave de acuíferos... el Ejecutivo Federal adoptará medidas necesarias para controlar la explotación, uso o aprovechamiento de las aguas nacionales... (Artículo 39)

“Los Títulos de concesión o asignación no garantizan la existencia o invariabilidad de los volúmenes que amparan.” (Artículo 22)

Criterios hídricos para la autorización de obras

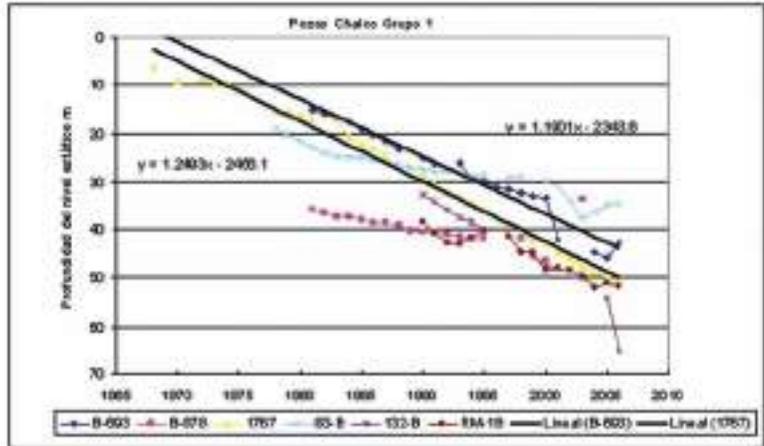
“Los criterios para el aprovechamiento sustentable del agua y de los ecosistemas acuáticos, serán considerados en... las suspensiones o revocaciones de permisos, autorizaciones, concesiones o asignaciones otorgados conforme a las disposiciones previstas en la Ley de Aguas Nacionales, en aquellos casos de obras o actividades que dañen los recursos hidráulicos nacionales o que afecten el equilibrio ecológico.” (Artículo 89 V), Ley General del Equilibrio Ecológico y Protección al Ambiente.

4.2. LOGRAR EL RETIRO VOLUNTARIO O EXTINCIÓN DEL VOLUMEN EXCESIVO DE LAS ASIGNACIONES DE AGUAS SUBTERRÁNEAS A ORGANISMOS OPERADORES

Una oportunidad perdida...

Reformas a la Ley de Aguas Nacionales el 29 abril 2004 especificaron que los titulares que no renovaran sus concesiones dentro de los plazos permitidos renunciaban sus derechos a ellas. Para 2007, 21,174 concesiones habían vencido. En vez de aprovechar esta oportunidad para corregir el sobreconcesionamiento, el **Ejecutivo Federal decretó la supresión de todas las vedas, reservas y zonas reglamentadas** existentes del 28 febrero a 31 diciembre de 2008, **con el fin de otorgar nuevas concesiones** a los que contaban con títulos vencidos, argumentando que estas restricciones ocasionarían “graves consecuencias en la administración del recurso hídrico y un serio conflicto social.” (DOF 27 febrero 2008).

DESCENSO EN LOS NIVELES ESTÁTICOS EN ACUÍFERO CHALCO-AMECAMECA, 1968 A 2005



“Estudio de Modelación para determinar el comportamiento del acuífero Chalco-Amecameca”. Contrato GAVM-GT-MEX-06-439-RF-13. Conagua, 2006.

A) VOLUMEN EXCESIVO EN LA ASIGNACIÓN DE AGUAS NACIONALES AL ODAPAS VALLE DE CHALCO.

La gestión sustentable de los acuíferos requerirá corregir no sólo las concesiones irregulares a particulares, sino las asignaciones² a entidades públicas de volúmenes en exceso de las necesidades y de las disponibilidades reales (de acuerdo a la tasa anual de recarga).

Estos títulos de asignación están sirviendo irregularmente como comprobantes de factibilidad de agua para la autorización de nuevos conjuntos habitacionales en el Estado de México y el Distrito Federal, a pesar de la crisis de sus acuíferos. En ambos casos, la Conagua está facultada y obligada a extinguir volúmenes excesivos, en aras de lograr la gestión equilibrada de los acuíferos.

El municipio de Valle de Chalco, Estado de México es una de las zonas más afectadas por la sobreexplotación de acuíferos en toda la Cuenca de México: su superficie se está hundiendo a una tasa de hasta 40 cm/año,



HUNDIMIENTOS EN CHALCO POR SOBREEXPLOTACIÓN DEL ACUÍFERO. DR. AGUSTÍN BREÑA, 2009.

² Los volúmenes que son gestionados por privados se consideran “concesiones”, mientras que los que son designados al sector público se consideran “asignaciones”.

EL PLAN EN ACCIÓN...



Curso técnico de monitoreo de grietas



COCHE RESCATADO DE LA GRIETA DONDE PERDIÓ LA VIDA EL JOVEN ALEJANDRO RAMÍREZ ARREDONDO, EN IZTAPALAPA DR. OSCAR MONROY HERMOSILLO, 2007

resultando en grietas; así como en daños a inmuebles y en la infraestructura.³

El Odapas de Valle de Chalco cuenta con una asignación de 37 millones m³/año⁴, vía título 13MEX100313/26HMSG98. Esto representa el doble de lo que está actualmente utilizando, para lograr una dotación de 150 litros/día a sus 357,645 habitantes.⁵ A pesar del severo impacto de la sobreexplotación sufrido por este municipio, este título de asignación fue presentado en 2010 para justificar la factibilidad de agua para la construcción de un nuevo conjunto habitacional en el municipio, Xico II.

VOLUMEN EXCESIVO EN LA ASIGNACIÓN DE AGUAS NACIONALES AL SISTEMA DE AGUA DE LA CIUDAD DE MÉXICO

El Sistema de Aguas de la Ciudad de

México, proveedor del agua para los habitantes del Distrito Federal, sostiene sus volúmenes a través del Título de Asignación 5DFE100309/26HMSG96, como sigue: total de extracción aguas nacionales: 1,089,568,800 m³/año (34.55 m³/s); Volumen asignado de aguas subterráneas: 780,516,000 m³/año (24.75 m³/s); Volumen asignado de aguas superficiales: 309,052,800 m³/año (9.80 m³/s).

Las siguientes dos tablas demuestran que el volumen total de agua asignado al SACM para uso público-urbano es 69% mayor al volumen requerido para garantizar 200 litros/día para sus 8,851,080 habitantes (la dotación en Estado de México es 150 litros/hab/día). Esta asignación a su vez representa una tasa de extracción 30% mayor a la tasa de recarga del Acuífero de la Zona Metropolitana de la Ciudad de México, y exige una tasa de sobreextracción del Acuífero del Valle de Toluca (Sistema Lerma). Desafortunadamente esta asignación en exceso al volumen requerido, y de los volúmenes disponibles, sirve para “comprobar

3 Por ejemplo, los dos extremos del recientemente construido Túnel La Compañía se mantienen fijos, al ser anclados en el Cerro La Caldera y el Cerro Elefante, mientras que su parte media se está empezando a colgar, debido a una tasa de hundimiento de 40 cm/año. El propuesto Túnel Canal General sufriría del mismo fenómeno, excepto que su entrada (cerca Del Paso del Toro) se hundiría, mientras que su salida se anclaría en Cerro La Caldera, resultando en una contrapendiente dentro de pocos años.

4 La concesión para descargas es solo 4.4 Mm³/año, lo cual representa solo 12% de su asignación, cuando la descarga debe ser calculada en base a 80% del volumen asignado.

5 Vale mencionar que este volumen representa la mitad del volumen total de agua recargada en el acuífero correspondiente (Chalco-Amecameca), el cual se extiende desde Ixtapaluca hasta Tepetlixpa.

TABLA 4.2. VOLÚMENES ASIGNADOS AL SACM

Concepto	m ³ /año	m ³ /s
Asignación total de aguas subterráneas y superficiales al SACM para uso-público urbano	1,089,568,800	34.6
Volumen requerido para dotación de 200 lhd a los habitantes del Distrito Federal	646,128,840	20.5
Volumen asignado a SACM en exceso a lo requerido	443,439,960	14.1

Concepto	m ³ /año	m ³ /s
Asignación al SACM de agua del Acuífero ZMCM	639,720,000	20.3
Disponibilidad de aguas subterráneas, Acuífero ZMCM*	486,145,000	16.3
Volumen asignado al SACM de aguas subterráneas del Acuífero ZMCM en exceso a su disponibilidad	153,575,000	4.9
Volumen asignado al SACM de aguas subterráneas del Acuífero Valle de Toluca en exceso a su disponibilidad+	140,796,000	4.5
Volumen total de aguas subterráneas asignadas al SACM en exceso a su disponibilidad	294,371,000	9.3

* Se determinó la disponibilidad para usos público-urbano, restando los 26 Mm³/año concesionados para otros usos de la recarga anual, siendo 512.8 Mm³/año, según la actualización de la disponibilidad publicada en el DOF 2009.

+ El SACM cuenta adicionalmente con la asignación de 140,796,000 m³ (4.5 m³/s) del Acuífero Valle de Toluca, vía el Sistema Lerma, un acuífero cuyo déficit anual es 153 Mm³/año, principalmente representado por el volumen exportado al Distrito Federal.

la factibilidad de agua” para la autorización de nuevos conjuntos habitacionales.

El retiro o extinción de los volúmenes excesivos de la concesión del SACM son de particular importancia para la Subcuenca Tláhuac-Xico, debido a que esta zona es exportadora de aguas subterráneas.⁶ El reconocimiento de que no hay agua disponible para nuevos proyectos de urbanización en la Zona Metropolitana de la Ciudad de México será de vital importancia para proteger la Zona Lacustre Tláhuac-Xico, amenazada por la presión urbana que resultará de la nueva Línea 12 del metro y proyectos viales asociados.

ACCIONES REQUERIDAS:

- **Lograr un acuerdo con las autoridades del municipio de Valle de Chalco, Estado de México y del Sistema de Aguas de la Ciudad de**

EL PLAN EN ACCIÓN...



Afectados por Grietas

Afectados por grietas Delegado y vecinos de la unidad habitacional de Real de San Martín Prof. Agustín Vázquez López, solicitan un estudio de georadar e indemnización por daños patrimoniales

⁶ Entre 12.6-37.8 Mm³/año son extraídos por la batería de pozos Santa Catarina-Mixquic de la Conagua, ubicado a lo largo del límite poniente del municipio, de los cuales 55% son utilizados por la Delegación Iztapalapa, y el 45% restante por los municipios Nezahualcoyotl, Los Reyes La Paz y Chimalhuacán. El Dr. Eugenio Gómez Reyes y el Mtro. Carlos Vargas están construyendo un modelo de hidrología subterránea que permitirá determinar con relativa precisión el impacto de cada uno de los pozos de extracción en el polígono de la subcuenca.

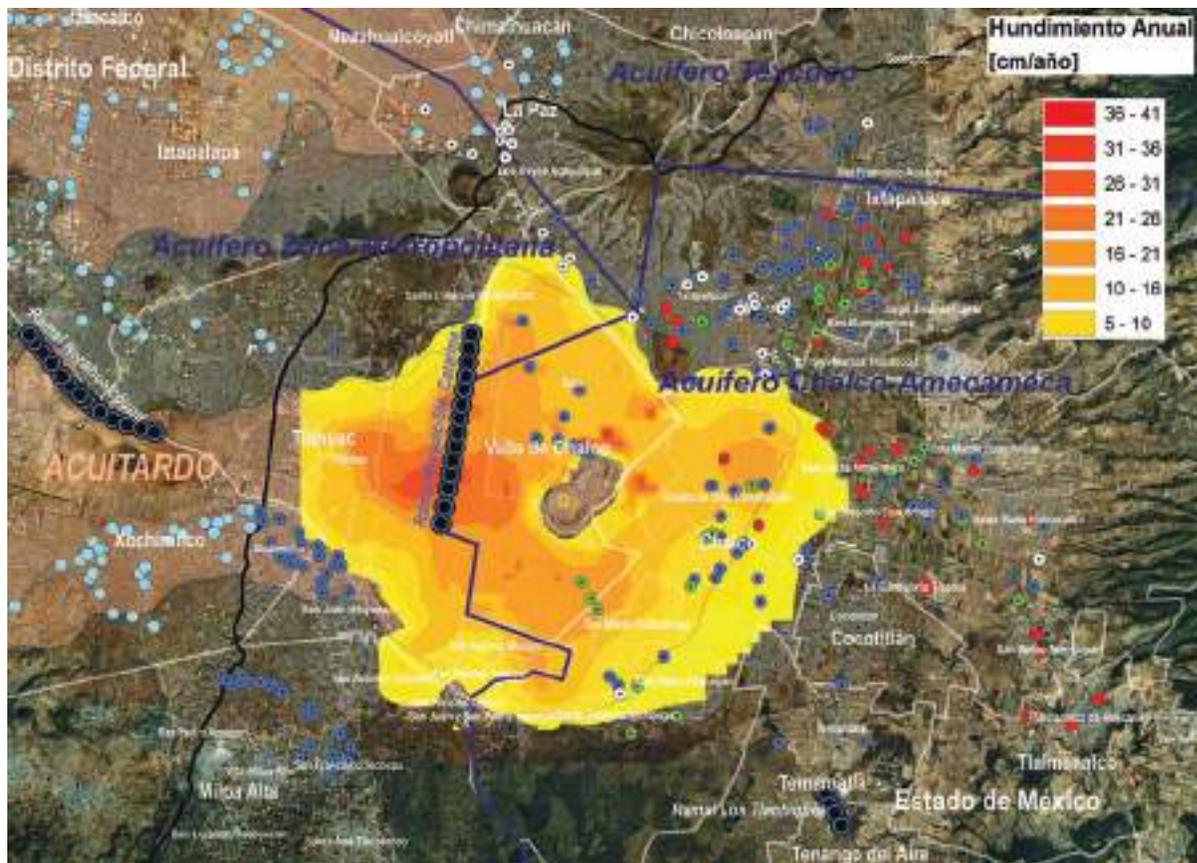
México, para la renuncia a los respectivos volúmenes excesivos de aguas subterráneas asignadas (Art. 29 bis 3 II, de la Ley de Aguas Nacionales, LAN).

► Lograr que la Conagua declare la nulidad del volumen excesivo por falta de existencia del recurso asig-

nado (Art 29 bis 3 V LAN); o declarar la caducidad del volumen que no haya sido utilizado por dos años consecutivos (Art 29 bis 3 VI, LAN).

► Lograr que el Ejecutivo Federal declare el rescate del volumen excesivo por causa de utilidad e interés público (Art 6 IV, LAN).

MAPA 4.1. RELACIÓN ENTRE LA UBICACIÓN DE POZOS Y LAS DINÁMICAS DE HUNDIMIENTO EN LA SUBCUENCA



Fuente: Elaboración propia, en base a bancos de nivel de la Conagua y el Sistema de Agua de la Ciudad de México 2010. Hundimientos expresados en cm/año. El color de los puntos indica uso de los pozos: azul, público-urbano concesionado; rojo, público-urbano sin concesión; verde, agrícola; gris, industrial; blanco, otros (pecuario, servicio y múltiple).

4.1.3. LOGRAR QUE NO SE AUTORIZEN NUEVOS CONJUNTOS HABITACIONALES HASTA ESTABILIZAR A LOS ACUÍFEROS

Durante los últimos tres años, se han autorizado 32,068 nuevas viviendas en zonas de recarga de la Subcuenca, a pesar del abatimiento de pozos, hundimientos y grietas, que señalan la grave sobreexplotación de sus acuíferos. Concesiones irregulares y

en exceso a los volúmenes realmente disponibles han sido utilizados para comprobar la “factibilidad de agua” para estos nuevos conjuntos.⁷ Como consecuencia, los habitantes de unidades habitacionales como son Cuatro Vientos (Ixtapaluca), Real de San

⁷ Según documentos obtenidos por el Grupo Especializado de Ordenamiento de la Comisión de Cuenca a través de la las leyes de transparencia. Ver tabla 4.3.

TABLA 4.3. AUTORIZACIÓN DE CONJUNTOS HABITACIONALES EN EL ACUÍFERO CHALCO-AMECAMECA 2008-2010, A PESAR DE LA PUBLICACIÓN DE LA NO DISPONIBILIDAD DE AGUAS SUBTERRÁNEAS EN DIARIO OFICIAL DE LA FEDERACIÓN EN 2003 Y 2009

Municipio	Conjunto habitacional	Empresa	No. viviendas	No. habitantes	Fecha publicación en Gaceta	Oficio autorización municipal	Oficio autorización CAEM
Chalco	Pueblo Nuevo	Geo Edificaciones	3,014	13,563	03/07/2008	DG/914/07	206B10000/ FAC/68/2008
Ixtapaluca	Las Palmas, segunda y última etapa de la 3ª Etapa	Geo Edificaciones	581	2,614	24/07/2007	O1/DG/064-07	O1/DG/072-07
Chalco	Pueblo Nuevo	Geo Edificaciones	3,014	13,563	03/07/2008		
Chalco	Los Héroes Chalco	Sadasi	4,978	22,400	09/09/2008		
Chalco	Hacienda Guadalupe Chalco II	Consorcio de Ingeniería Integral	2,629	11,830	10/10/2008		
Chalco	Los Héroes de Chalco	Sadasi	8,927	40,171	22/10/2008	Escritos 28 feb y 18 abril 2008	206B10000/ FAC/88/2008
Chalco	San Juan Chalco III	Consorcio de Ingeniería Integral (ARA)	963	4,333	17/12/2008	DG/0359/08	206B10000/ FAC/180/2008
Valle de Chalco	Ex Hacienda Xico	Consorcio de Ingeniería Integral (ARA)	1,363	6134	31/07/2009	Escrito 19/07/2008	206B10000/ FAC/29/2009
Chalco	Pueblo Nuevo, 2ª etapa	Geo Edificaciones	5,700	25,650	6/08/2009	DG/0029/09	206B10000/ FAC/64/2009
Ixtapaluca	Ampliación Los Héroes Ixtapaluca	Sadasi	438	1,971	26/05/2010	O1/DG/047/09	206B10000/ FAC/04/2010
Valle de Chalco	Ex Hacienda Xico II	Consorcio de Ingeniería Integral (ARA)	461	2,075	6/10/2010	Acta Cabildo 28/05/2008; PMVCH/0079/2010	206B10000/ FAC/55/2010
TOTAL			32,068	144,304			

Martín (Valle de Chalco) y Villas San Martín (Chalco) sufren de la escasez del vital líquido, y/o del agrietamiento y riesgo de derrumbe de sus viviendas.

ACCIONES PROPUESTAS:

- ▶ **Lograr acuerdos con la CAEM y el SACM y los organismos operadores municipales, para suspender la extensión de cartas de factibilidad para nuevos conjuntos habitacionales en la Subcuenca**, hasta que los volúmenes extraídos sean menores a los volúmenes recargados.
- ▶ **Lograr acuerdos con las Secretarías de Desarrollo Urbano y Vivienda de los gobiernos del Distrito Federal y del Estado de México, para negar la o autorización de conjuntos habitacionales en la Subcuenca**, hasta que los volúmenes extraídos sean menores a los volúmenes recargados.

- ▶ Lograr acuerdos que implicarían la **cancelación de las recientes autorizaciones de conjuntos habitacionales**, realizadas en base a concesiones excesivas o irregulares.
- ▶ Lograr que las constructoras que utilizaron concesiones irregulares para justificar sus conjuntos habitacionales ya edificados o en proceso de construcción, instalen **infraestructura para la potabilización e infiltración o reuso (para usos que no implican contacto humano) de aguas residuales, y la captación y potabilización de aguas pluviales.**
- ▶ Lograr cambios en la Ley General de Asentamientos Humanos, y en la Ley de Desarrollo Urbano del Distrito Federal, de tal modo que contemple la **disponibilidad de agua, como requisito para la autorización de nuevos proyectos de urbanización.**

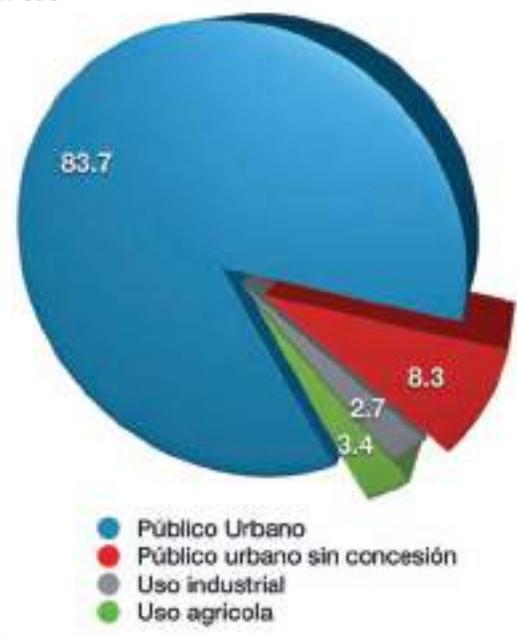
4.1.4. LOGRAR EL REGISTRO Y CONTABILIZACIÓN DE LOS POZOS DE USO PÚBLICO-URBANO SIN CONCESIONES

Los pozos de los Comités Autónomos en Chalco⁸ sin concesión extraen el 10.3% para uso público-urbano (8.3% del total) sin concesiones, del Acuífero Chalco-Amecameca, sin que sean contabilizados

ACCIONES PROPUESTAS:

Lograr el acuerdo con el Organismo de Cuenca para registrar volúmenes requeridos por los Comités Autónomos a los Odapas de Chalco e Ixtapaluca, suficientes para una dotación máxima de 150 litros/día a las poblaciones servidas, en aras de contar con un sistema de concesiones que refleje los volúmenes de aguas subterráneas extraídos (hasta ahora, el OCAVM no ha permitido su registro por estar en zona de veda).

GRÁFICA 4.3 PORCENTAJES DE VOLÚMENES EXTRAÍDOS, POR USO



⁸ Existen cuatro Comités Autónomos sin registro en Ixtapaluca, cuyos volúmenes de extracción no están contemplados aquí, dado que su agua proviene del Acuífero Texcoco.

Impacto de la sobreexplotación en los acuíferos de la Cuenca de México

Nivel estático del agua subterránea en área metropolitana, 1996

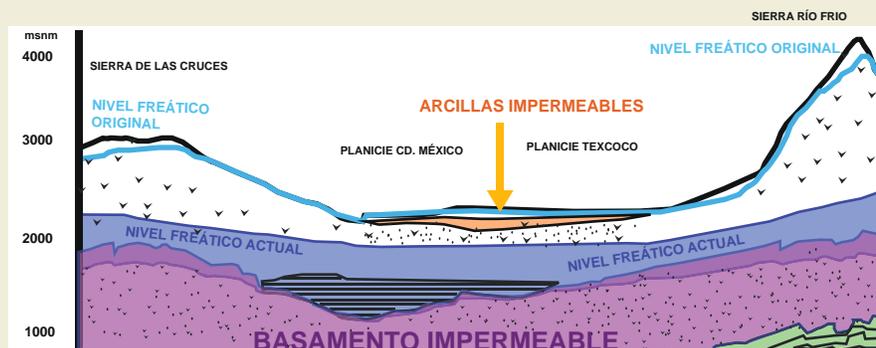


Adaptación de mapa de Herrera et. al, 1997

Originalmente, los cerros y montañas en la Cuenca de México estaban saturados; los acuíferos llegaban hasta sus laderas y cimas, y brotaban en la forma de cientos de manantiales.

Después de cuatro siglos de la expulsión de aguas pluviales, y un siglo de sobrebombeo, los niveles en los acuíferos han descendido dramáticamente, especialmente en las zonas más altas, las cuales siguen vaciando sus aguas hacia las zonas de extracción en cuenca baja.

En la Subcuenca Amecameca, La Compañía y Tláhuac-Xico, se observan importantes procesos de recarga provenientes del Volcán Iztaccihuatl y Milpa Alta. En cuenca baja, se nota un cono de depresión centrado en la batería de pozos Santa Catarina-Mixquic, indicando que es zona receptora de las aguas recargadas en los cerros y montañas a su alrededor. (Nota: La diferencia entre los niveles del acuífero en el Iztaccihuatl y en los pozos Santa Catarina-Mixquic fue 25 metros en 1996; en 2011, esta diferencia solo fue de 13 metros. Si permitiéramos seguir esta tendencia, para el año 2027 el agua subterránea bajo los volcanes y en la zona de mayor explotación sería igual,

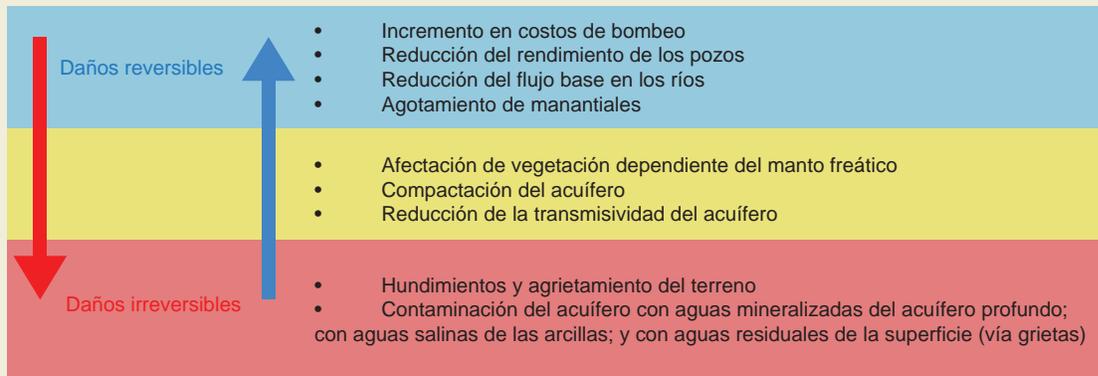


Actualmente, solo 15% del agua llovida en la Cuenca de México llega hasta los acuíferos. En la Subcuenca Amecameca, La Compañía y Tláhuac-Xico el volumen extraído es casi el doble el volumen recargado; en la Cuenca de México, es tres veces mayor, de tal modo que en algunas partes de la Cuenca se está extrayendo agua que fue infiltrada hace más de mil años.

El potencial impacto de la recarga de acuíferos con aguas tratadas

La recarga masiva de acuíferos con aguas tratadas, junto con una reducción en los volúmenes extraídos, permitirá revertir el abatimiento provocado por medio siglo de intensivo sobreexplotación de los acuíferos de la Subcuenca, y por la expulsión de volúmenes cada vez mayores de sus aguas pluviales y residuales.

La recarga con aguas tratadas en cuenca baja, permitirá la entrada de volúmenes masivos y continuos de agua a los acuíferos. De esta manera, se podrá frenar el acelerado descenso e iniciar la recuperación en el nivel de los acuíferos en cuenca baja, para así reducir el riesgo al patrimonio por hundimientos y grietas. Además, al lograr ascensos en el nivel de los acuíferos, se disminuirá el costo del bombeo y así como los gases de efecto de invierno generados para la extracción de aguas subterráneas.

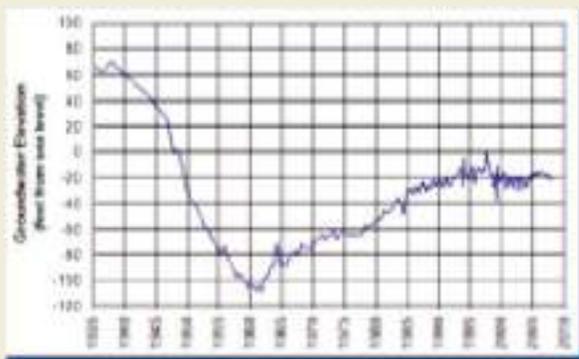


Fuente: Escolero, Oscar. "Estrategias para enfrentar la sobreexplotación de acuíferos". Presentación realizada para la "Encerrona de planeación para nuevas autoridades locales", organizada por la Comisión de Cuenca, septiembre 2009

La recarga con aguas tratadas siempre implicará un riesgo de contaminación de los acuíferos, a pesar de su potabilización. Por lo tanto, esta estrategia debe ser concebida más bien como medida de remediación, para complementar fuertes políticas y acciones para reducir la demanda.

Eventualmente, la sobreexplotación llegará a ser una medida temporal, a ser utilizada solamente para enfrentar años secos, con la obligación de reemplazar el volumen sobreextraído durante el próximo año lluvioso.

Se estima que con la recarga de 32 Mm³/año de aguas tratadas propuestas por el Plan, vía lagunas de infiltración, grietas, pozos clausurados y riego intensivo de cultivos orgánicos en zonas de recarga, se podrá lograr estabilizar los acuíferos e iniciar un ascenso de unos 60 cm al año. Los beneficios incluirán una disminución en las tasas de hundimiento y agrietamiento, y una reducción en costo del bombeo para la extracción



Recuperación de acuíferos vía recarga con aguas pluviales y tratadas en Los Angeles, California, 1962-2010, después de una fuerte disminución entre 1935-1962

OBJETIVO 4.2. DISMINUIR EL VOLÚMEN EXTRAÍDO DE LOS ACUÍFEROS PARA QUE SEA IGUAL A LA TASA DE RECARGA

4.2.1. DISMINUIR FUGAS Y USOS INDEBIDOS

Volúmenes por concepto/Medidas a tomar	Vol. (Mm ³ /año)
Volumen actual de extracción	215
Volumen actual de recarga	136
Volumen actual de sobreexplotación	-79
Reemplazar aguas subterráneas con aguas pluviales potabilizadas, vía Lago Tláhuac-Xico (1200 lps)	38
Disminuir en 65% el volumen perdido a fugas y usos indebidos (40), vía sectorización e instalación de líneas flexibles; programa de detección de fugas y usos indebidos	26
Reemplazar aguas subterráneas con aguas residuales tratadas para usos agrícolas	7
Reemplazar aguas subterráneas con aguas residuales tratadas para usos industriales	4
Reemplazar aguas subterráneas con aguas residuales tratadas para usos múltiples	4
Volumen meta de sobreexplotación	0

Actualmente, se extraen 148 millones m³ año de aguas subterráneas para uso público urbano en la Subcuenca⁹, lo cual representa 44 millones m³/año más de lo que se requiere para lograr una dotación de 150 litros/día a los 1.9 millones de habitantes del Acuífero Chalco-Amecameca. La población vive una situación de escasez generalizada (tandeos y largos periodos sin el vital líquido). Se indica que se pierden volúmenes significativos a fugas o se dedican a usos indebidos.

4.2.1.1. DISMINUIR FUGAS EN REDES DE DISTRIBUCIÓN VÍA SECTORIZACIÓN E INSTALACIÓN DE TUBERÍA FLEXIBLE EN CHALCO, VALLE DE CHALCO Y TLÁHUAC

Se proponen tres medidas para reducir el volumen perdido a fugas. En primer lugar, lograr la sectorización de las líneas en las zonas densamente urbanas. Esta medida permitiría mantener presiones constantes en todas las secciones de la red, así evitando la ruptura de líneas que resulta de las altas presiones requeridas para mandar el agua hasta sus zonas extremas.

En segundo lugar, se requiere la instalación de tubería flexible en las zonas de Valle de Chalco, Tláhuac y Chalco, Estado de México, más afectadas por hundimientos diferenciales. En tercer lugar, será importante contar con la participación de los usuarios y equipo especializado, para detectar y reparar inmediatamente, fugas en líneas y cisternas domésticas.

La Comisión de Cuenca Ríos Amecameca y La Compañía, y en particular el Comité de Afectados, están participando en el Grupo de Trabajo sobre Hundimientos y Grietas, del Grupo Especializado de Ordenamiento del Consejo de Cuenca del Valle de México, el cual está coordinándose con el Instituto de Ingeniería de la UNAM para generar un modelo que valore los daños a inmuebles e infraestructura causados por la sobreexplotación de los acuíferos. Al contar con esta información, se estará en mejores condiciones para justificar el costo de la sectorización y la instalación de tubería flexible.

⁹ Unos 13-38 Mm³/año son extraídos para exportación para uso público-urbano fuera de la Subcuenca (concesión SACM, extraída vía pozos Mixquic-Santa Catarina).

4.2.1.2. DISMINUIR FUGAS A NIVEL DOMÉSTICO VÍA PROGRAMA DE DETECCIÓN Y REPARACIÓN

Una parte significativa de las fugas ocurren a nivel doméstico, en cisternas, excusados y líneas internas.¹⁰ Será importante generar programas de conciencia y participación ciudadana, para reducir los volúmenes perdidos por estas vías.

4.2.1.3. DISMINUIR USOS INDEBIDOS VÍA PROGRAMAS DE DETECCIÓN Y SUBSTITUCIÓN

Se propone establecer programas a nivel municipal y delegacional en las zonas urbanas y metropolitanas de la Subcuenca, para detectar empresas (industria de la construcción, de alimentos y textiles; lavado de coches, entre otros) que están utilizando agua de la red de agua potable, para trabajar con ellas en la búsqueda de alternativas, enfocadas principalmente en el aprovechamiento de aguas residuales tratadas.

En los municipios rurales del Estado de México, CAEM afirma que hasta el 30% del agua de la red potable está siendo utilizada para el riego agrícola y la ganadería. En estos casos, se podría realizar un programa para la separación y reuso de aguas grises, y de microplantas tratadoras a nivel doméstico y comunitario.

4.2.2. SUSTITUIR AGUAS SUBTERRÁNEAS CON AGUAS PLUVIALES POTABILIZADAS O AGUAS TRATADAS

La segunda línea de acción para lograr la gestión equilibrada de los acuíferos en la Subcuenca Amecameca, La Compañía y Tláhuac-Xico, es a través de la sustitución de aguas pluviales o tratadas, por aguas subterráneas.

10 Según un estudio realizado por el DGOCH en el Distrito Federal en 1996, se perdía 13 m³/s (37% del total) a fugas, de las cuales 60% ocurrían a nivel doméstico y 40% en las redes de distribución; se supone, dado la escasez del vital líquido en la Subcuenca, que los volúmenes perdidos a nivel doméstico serían menores. (DGOCH, 1997)

11 El recién inaugurado “Banco del Agua” busca obtener volúmenes de aguas subterráneas para una larga lista de empresas inmobiliarias, a través de la caducación de concesiones agrícolas, así “liberando” estos volúmenes (en realidad, sobreconcesionados) para comprobar la “factibilidad de agua”, requisito para la autorización de nuevas unidades habitacionales. Entrevista realizada el 9 diciembre 2010 con personal del nuevo “Banco del Agua” ubicado en las instalaciones del Organismo de Cuenca Aguas del Valle de México.

4.2.2.1. SUSTITUIR AGUAS SUBTERRÁNEAS PARA USO DOMÉSTICO CON AGUA PLUVIAL POTABILIZADA

De estas medidas, la más importante es el proyecto Lago Tláhuac-Xico, el cual, en sí, al proveer 1,200 lps de aguas pluviales potabilizadas, permitiría reducir la sobreexplotación de los acuíferos de la zona lacustre en un 58%. Este proyecto, permitiría reemplazar los 1,200 lps de aguas subterráneas exportadas de la subcuenca por la línea de pozos Santa Catarina-Mixquic. Esta medida es vital para disminuir la severidad de los fenómenos de hundimientos y grietas en esta zona. Los pozos clausurados podrán ser utilizados para la recarga de los acuíferos de la zona, contando con aguas tratadas de PTAR Xico-Mixquic, garantizando que cumplan con la NOM-014-CONAGUA-2003.

El traspaso de concesiones agrícolas a uso público-urbano, resulta en daños a terceros, por resultar en un aumento significativo en la tasa de sobreexplotación del acuífero, debido a la pérdida de infiltración de aguas pluviales, y de la recarga que resultaba del riego en zonas sumamente permeables.

4.2.2.2. SUSTITUIR AGUAS SUBTERRÁNEAS DE USO AGRÍCOLA CON AGUAS TRATADAS, LOGRANDO LA EXTINCIÓN DE SUS RESPECTIVAS CONCESIONES

Los usuarios agrícolas sufren de enormes presiones por parte de personal de la Conagua, para caducar los volúmenes concesionados que no han sido utilizados en años lluviosos, a pesar de que el Artículo 29 Bis VI, inciso 1 de la Ley de Aguas Nacionales, especifica que no se extinguirán volúmenes no utilizados cuando obedezca a caso fortuito o fuerza mayor.¹¹ Estos usuarios también se ven afectados por el aumento en el costo del bombeo, provocado por

el descenso de casi dos metros al año en sus pozos. Ellos están conscientes de que el futuro del riego en la Cuenca dependerá del acceso a aguas tratadas.

La Comisión de Cuenca estará gestionando apoyos para lograr la transición hacia el uso de aguas tratadas, garantizando que al hacerlo las concesiones en desuso sean anuladas, para evitar que sean traspasadas a usos urbanos. En la Estrategia 3 del Plan, se presenta un mapa mostrando la ubicación de PTAR de las cuales se podrían obtener aguas tratadas en sustitución de aguas subterráneas.

Con la futura ampliación del concepto de “servicios ambientales” se espera poder generar esquemas de apoyo para productores que logren la recarga de acuíferos vía el riego de cultivos orgánicos sobre zonas de infiltración.

UNIDADES DE RIEGO POR ACUÍFERO

Acuífero Chalco-Amecameca: Unidades de Riego El Gato, El Solar del Tezontle, La Chimenea, La Virgen, municipio de Ixtapaluca; San Isidro, Santa Rosa y San Esteban municipio de Chalco, ambos en el Estado de México

Acuífero Texcoco: Unidades de Riego El Venado, La Joya, San Francisco, El Carmen No. 7, Tablón El Carmen No. 8 y Tepozanes,

municipio de Ixtapaluca, Estado de México

4.2.2.3. SUSTITUIR AGUAS SUBTERRÁNEAS DE USO INDUSTRIAL CON AGUAS TRATADAS

La Gerencia Operativa de la Comisión de Cuenca y la Asociación de Industriales del Oriente del Estado de México están fomentando la firma de acuerdos entre los Odapas de Ixtapaluca y Chalco con las siguientes industrias, para el reemplazo de sus volúmenes de aguas subterráneas con aguas tratadas: Madruña y Cía (536,500), J.B. Martín (200,000), Cartofibras (60,000), Panasonic (55,000), Grupo Corporativo Interestatal (20,000), Producciones Especializadas (18,211) y Balbina Cruz Acosta (4,460), para reducir la sobreexplotación del acuífero en unos 894,000 m³/año.

4.2.2.4. REEMPLAZAR AGUAS SUBTERRÁNEAS PARA USOS “MÚLTIPLES” CON AGUAS RESIDUALES TRATADAS, LOGRANDO LA EXTINCIÓN DE DICHAS CONCESIONES.

Existe en el Acuífero Chalco Amecameca, una serie de pozos de “uso múltiple” (135,000 m³/año, en total) registrados por Jesús, Juan y Pedro Estudillo López, y Margarito Adaya Villareal en Ixtapaluca, Cocotitlán, Chalco y Temamatla, en áreas del oriente del Estado de México que se encuentran en medio de procesos de rápida expansión urbana. Será importante reemplazar estos pozos con aguas residuales, garantizando la extinción de dichas concesiones al lograrlo.

4.3. PROTECCIÓN FEDERAL PARA ZONAS DE RECARGA Y ALMACENAMIENTO

La Subcuenca Amecameca, La Compañía y Tláhuac-Xico cuenta con 912 km² de zonas de recarga no urbanizadas. La capacidad de recarga de estas zonas tendrá que ser aumentada en 63% para cumplir con las necesidades actuales de aguas subterráneas de la Subcuenca y áreas metropolitanas receptoras de los volúmenes exportados. Frente a las enormes presiones urbanas sobre la región, es vital que las zonas de recarga de acuíferos cuenten con decretos de protección

federal, para prevenir un mayor desequilibrio, y para permitir la realización de obras que aumentará su capacidad de infiltración.

De la misma manera, la Subcuenca conserva 36 km² de zona lacustre sin urbanización. Estas áreas son vitales para almacenar las aguas pluviales actualmente expulsadas, de modo que puedan ser aprovechadas para usos humanos y agrícolas, vía canales, chinampas y el Lago Tláhuac-Xico, en sustitución de la sobreexplotación de los acuíferos.

En los últimos 15 años, se ha perdido más de 1,400 hectáreas de Zonas Estratégicas de Recarga a la urbanización en la Subcuenca, resultando en la pérdida de 3.4 Mm³/año de agua infiltrada, y en un aumento de 34.5 Mm³/año en la demanda por agua subterránea.

Su protección y aprovechamiento para funciones hídricas representa una estrategia vital para la prevención de inundaciones. Por este motivo, estas áreas requieren de decretos federales de protección.

En ambos casos, el interés es federal, por tratarse de las tierras que proveen agua para la población, y es estratégico, por tratarse de la principal metrópoli del país.

El Plan Hídrico propone la protección de estas zonas por decreto federal, para reforzar y superar las demostradas debilidades de los ordenamientos ecológicos municipales y regionales; los planes municipales y delegacionales de desarrollo urbano, siendo los instrumentos disponibles para restringir los usos del suelo en relación con los centros de población.¹²

La protección de las zonas de recarga de los Acuíferos Chalco, Zona Metropolitana de la Ciudad de México y Texcoco (siendo los tres que se encuentran parcialmente en esta Subcuenca), complementará el buen uso del sistema de concesiones, para controlar la demanda, así como el Decreto del Reglamento¹³ por parte del Ejecutivo Federal, para cada acuífero; este último determinará la ubicación óptima de pozos y de proyectos de recarga, y establecerá mecanismos para poder disminuir los volúmenes extraídos.

“La nación tendrá en todo tiempo el derecho de imponer a la propiedad privada las modalidades que dicte el interés público, así como el de regular, en beneficio social, el aprovechamiento de los elementos naturales susceptibles de apropiación, con objeto de hacer una distribución equitativa de la riqueza pública, cuidar de su conservación, lograr el desarrollo equilibrado del país y el mejoramiento de las condiciones de vida de la población rural y urbana.

“En consecuencia, se dictarán las medidas necesarias para ordenar los asentamientos humanos y establecer adecuadas provisiones, usos, reservas y destinos de tierras, aguas y bosques... para preservar y restaurar el equilibrio ecológico... y para evitar la destrucción de los elementos naturales y los daños que la propiedad pueda sufrir en perjuicio de la sociedad.

Artículo 27 de la Constitución Política de los Estados Unidos Mexicanos

EL PLAN EN ACCIÓN...



CEMDA Y UNIÓN DE PUEBLOS

En 2007 un grupo de vecinos de Tlapala y Cuautzingo, “Unión de Pueblos de Oriente”, con la asesoría de abogados del Centro Mexicano de Derecho Ambiental (CEMDA) lograron la suspensión del conjunto Hacienda de Guadalupe.

12 En esta Subcuenca, por ejemplo, el Ordenamiento Ecológico del Volcán Popocatepetl y su Zona de Influencia ha sido violado en la autorización de grandes proyectos de urbanización sobre las zonas de recarga en Chalco, Valle de Chalco e Ixtapaluca, desde su decreto en agosto 2006. Los Planes Municipales y Delegacionales de Desarrollo Urbano en Ixtapaluca, Chalco y Tláhuac, han sido modificados con facilidad para abrir tierras anteriormente “no urbanizables” a usos urbanos, sin la realización de cálculos para garantizar la recarga de agua suficiente para abastecer la nueva población autorizada.

13 Según el Art 74 de la LAN, una “Zona Reglamentada” es aquélla en la que el Ejecutivo Federal mediante reglamento, por causa de interés público, establece restricciones o disposiciones especiales para la explotación, uso o aprovechamiento del agua, conforme a la disponibilidad del recurso y a las características de la zona, a fin de lograr la administración racional e integral del recurso y conservar su calidad.

Protección federal para Zonas Estratégicas de Recarga y de Almacenamiento Hídrico

Las ciudades del centro y norte del país dependen principalmente de acuíferos sobreexplotados por su agua potable. La urbanización de las zonas de recarga que alimentan estos acuíferos acelera aún más la crisis hídrica, poniendo en riesgo la futura viabilidad de estas importantes urbes. Se requiere de instrumentos federales para proteger las zonas de recarga de aguas subterráneas, y en el caso de la Cuenca de México, para el almacenamiento de aguas superficiales.

A pesar de la importancia estratégica de las zonas de recarga, la legislación federal le da poca atención. La Ley General de Asentamientos Humanos indica que la Secretaría de Desarrollo Social (Sedesol) debe orientar el crecimiento urbano a nivel nacional hacia zonas con disponibilidad del agua, pero no se han generado los planes e instrumentos para lograrlo. La Ley de Aguas Nacionales y la Ley General de Equilibrio Ecológico y Protección al Medio Ambiente no definen el término para “zonas de recarga”, ni hacen mención de la necesidad de lograr su protección y buen manejo. A nivel federal, la única categoría de protección aplicable a una zona de recarga es como “área de protección de recursos naturales” (Art. 46 VI); (GEEPA).

En cambio, las legislaciones del Estado de México y del Distrito Federal, sí hacen mención de las zonas de recarga como “áreas no urbanizables” (Artículo 5.31 del Código Administrativo del Gobierno Estado de México) y como “suelos de conservación” (Artículo 30 de la Ley de Desarrollo Urbano del Distrito Federal). En particular, el Código para la Biodiversidad del Estado de México. Establece un nuevo tipo de área natural protegida, denominada “Santuario del Agua” (2.88), y la Ley Ambiental del Distrito Federal, define “Zonas de Protección Hidrológica y Ecológica” como una categoría de área natural protegida.

Tasa de sobreurbanización de la Subcuenca

1484 km ²	Zonas de recarga requeridas para el equilibrio hídrico, usos actuales*
1007 km ²	Zonas de recarga activas (no urbanizadas) en la Subcuenca 2009
47%	Sobreurbanización de la Subcuenca

* Basado en la estimación de la recarga promedio de 1487 m³/ha/año.

Se requiere de 181 m² adicionales de zonas de recarga para la provisión de agua para cada nuevo habitante en la Subcuenca, o 17 hectáreas de nuevas zonas de recarga para cada hectárea de nueva urbanización (100 familias por hectárea; 66 m³/lote). Desafortunadamente, este límite ya ha sido rebasado en 47%, por lo tanto, no hay agua ni zonas de recarga disponibles para nuevos proyectos de urbanización en la Subcuenca, y las zonas de recarga existentes requieren ser protegidas.

La asignación de usos del suelo es una función de los municipios en el Estado de México, en el caso del Distrito Federal, de la ALDF, a través de sus respectivos Planes de Desarrollo Urbano y Ordenamientos Ecológicos. Estas instancias e instrumentos se han mostrado poco capaces de vigilar por el equilibrio ecológico frente a fuertes presiones urbanas.

En cuencas endorréicas y lacustres como la de México, los antiguos lechos impermeables realizan un papel de igual importancia para el equilibrio hídrico, por su potencial como almacenes de aguas superficiales.

El Artículo 3 XLIX de la Ley de Aguas Nacionales menciona la recarga de acuíferos como un “servicio ambiental”, aunque específica que esta Ley se enfoca primordialmente en el vínculo entre recursos hídricos y forestales (dejando fuera la función de suelos agrícolas, por ejemplo). El Artículo 23 II g) del Reglamento en Materia de Ordenamiento Ecológico de la LGEEPA considera que zonas de “vulnerabilidad de los acuíferos y sus áreas de recarga” son “áreas de atención prioritaria” a ser “preservadas, conservadas, protegidas, restauradas...”.

Otras zonas que Artículo 5.31 del Código Administrativo define como “áreas no urbanizables” son: “áreas naturales protegidas; distritos de riego; ...tierras de alto rendimiento agrícola, pecuario o forestal; ... zonas arqueológicas y demás bienes del patrimonio histórico, artístico y cultural; los terrenos inundables y los que tengan riesgos previsible de desastre; los que acusen fallas o fracturas... zonas de restricción que establezcan las autoridades competentes alrededor de los cráteres de volcanes y barrancas, así como los terrenos ubicados por encima de la cota que establezcan los organismos competentes para la dotación del servicio de agua potable...”

ARTICULO 70.- Corresponde a la Federación, a través de la Secretaría de Desarrollo Social... prever a nivel nacional las necesidades de reservas territoriales para el desarrollo urbano ... considerando la disponibilidad de agua... (Artículo 7 III, Ley General de Asentamientos Humanos)

“Los criterios para el aprovechamiento sustentable del agua... serán considerados en el otorgamiento de ... toda clase de autorizaciones para ... la realización de actividades que afecten o puedan afectar el ciclo hidrológico.” (Artículo 89 II, Ley General de Equilibrio Ecológico y Protección al Ambiente)

Zonas estratégicas que requieren de protección

Mapa. Zonas de recarga requeridas para la provisión de los volúmenes de agua subterránea actualmente extraídos de los acuíferos de la Subcuenca Amecameca, La Compañía y Tláhuac-Xico



Como se aprecia en el mapa y las tablas en esta página, de las 1484 km² requeridas, la Subcuenca todavía cuenta con 1,007 km² de zonas de recarga intactas y funcionando, de las cuales 164 km² cuentan con protección federal, y 189 km² cuentan con protección estatal o del D.F. Se propone lograr protección federal para las 843 km² que no cuentan con ella, dando prioridad a las 654 km² que no cuentan con ninguna forma de protección.

Fuente: Elaboración propia, utilizando polígonos publicados en el Diario Oficial de la Federación, Gaceta de Gobierno del Estado de México y la Gaceta Oficial del Distrito Federal.

Estatad/DF	Protección	Has.
Parque Nacional Iztacihuatl-Popocatepetl	Federal	7,000
Parque Nacional Zoquiapan y Anexas	Federal	9,337
Parque Nacional Sacromonte	Federal	44
Parque Estatal "El Faro" y Cerro los Monos	GEM	58
Área Natural Protegida Estatal Ayaqueme	GEM	9,834
Santuario del Agua y Forestal Manantiales Cascada Diamantes	GEM	6,909
Santuario del Agua Laguna Xico	GEM	1,188
Santuario del Agua y Forestal El Salto de Atlautla-Ecatzingo	GEM	347
Área Natural Protegida Cerro el Pino	GEM	129
Área Natural Protegida Santa Catarina	D.F.	385
Total		35,231

Esta tabla presenta las zonas de recarga de la Subcuenca que cuentan con decretos de protección (no incluye zonas de recarga protegidas fuera de la Subcuenca). Se buscará que los Programas de Manejo de estas áreas incorporen políticas y acciones para optimizar la cantidad y calidad de aguas pluviales recargadas

Acuífero	ZR en función (no urbanas) (km ²)	ZR con protección federal	ZR sin protección federal	ZR con protección estatal o del D.F.	ZR sin decreto de protección
CH-AM	797.75	138.80	658.96	184.29	474.67
ZMCM	129.93		129.93	3.90	126.03
Texcoco	79.61	25.01	54.60	1.29	53.31
Total	1007.30	163.81	843.49	189.48	654.01

Zonas estratégicas de almacenamiento que requieren de decretos de protección

La protección de las zonas lacustres no urbanizadas es vital por varios motivos. En primer lugar, el equilibrio hídrico requiere zonas de almacenamiento y reuso de aguas pluviales y residuales, vía lagos, canales y chinampas. En segundo lugar, es impensable abrir suelos a nuevos proyectos de urbanización en esta zona en donde el patrimonio de los habitantes actuales es amenazado por los severos hundimientos, grietas e inundaciones causadas por la sobreurbanización. Tercero, los últimos remanentes de vida y cultura lacustres que se conservan en esta zona contienen las semillas de los sistemas ecológicos y productivos que serán claves para la futura sustentabilidad de la Cuenca.

Acuífero	Zonas estratégicas de almacenamiento que requieren de protección federal
Chalco-Amecameca	11.37
Zona metropolitana	24.19
Total	35.56

4.4. RECARGAR LOS ACUÍFEROS CON AGUAS PLUVIALES Y TRATADAS

Este objetivo fue tratado como parte de Estrategia 1: Retención e infiltración de aguas pluviales en cerros y montañas; y Estrategia 3: Tratamiento y reuso de aguas residuales. La recarga con aguas pluviales servirá para recuperar humedad en ecosistemas forestales y para la recuperación de acuíferos a largo

plazo, mientras que la recarga con aguas residuales tratadas y potabilizadas, tendrá un impacto más inmediato en la recuperación de los acuíferos en cuenca baja, permitiendo detener el actual acelerado proceso de hundimientos y grietas.

4.5. CONSTRUIR LOS COTAS DE LOS ACUÍFEROS CHALCO-AMECAMECA Y ZMCM

Se requiere construir los Comités Técnicos de Aguas Subterráneas para los Acuíferos Chalco Amecameca (COTAS) y Zona Metropolitana de la Ciudad de México (ZMCM), contando con la representación de los usuarios, por tipo de uso, así como de los afectados por hundimientos y grietas, a causa de los actuales niveles de sobreexplotación, y de investigadores y especialistas en temas asociados con la gestión de acuíferos.¹⁴

El Grupo de Seguimiento y Evaluación del Consejo de Cuenca ha aprobado la construcción del COTAS Chalco-Amecameca, cuyos integrantes ya forman parte de la Comisión de Cuenca, con la excepción de representantes de comunidades en Ozumba, Atlautla y Tepetlixpa¹⁵ que reciben agua de los pozos Tlachiques.

En el caso del COTAS Acuífero ZMCM, la tarea será más compleja, aunque de suma importancia. En cuanto a usuarios, el Sistema de Aguas de la Ciudad de México es prácticamente el único usuario público-urbano, y los otros usuarios son principalmente industriales. Hay un gran número de investigadores especializados en este acuífero, y los afectados incluyen a los que sufren de hundimientos, grietas y la contaminación de

los acuíferos en distintas partes del Distrito Federal (cuyos límites coinciden generalmente con los del acuífero).

EL PLAN EN ACCIÓN...



SR. MARTÍN CARMONA

El Sr. Martín Carmona Alvarado logró gestionar, con apoyo del Cabildo de Tenango del Aire y del Grupo Especializado de Ordenamiento de la Comisión de Cuenca, frente al Organismo de Cuenca Aguas del Valle de México, la revocación de la transmisión de derechos del título No. 5MEX101096/26AMGR95, así como la no autorización del cambio de uso de la concesión 13MEX106260/26AMGR04 (Rancho San Luis Aculco, Planeación Urbana Racional), citando irregularidades en su adquisición así como la prohibición de cambios en el uso de pozos a usos urbanos por parte del Ordenamiento Ecológico del Volcán Popocatepetl. In Memorium, QEPD.

¹⁴ La construcción de ambos COTAS podrá lograrse con poco esfuerzo, dado que la totalidad de los usuarios y sectores afectados del Acuífero Chalco Amecameca ya se encuentran organizados dentro de la Comisión de Cuenca Ríos Amecameca y La Compañía; los usuarios, principalmente el SACM, y algunas empresas de bebidas, como es la Modelo, ya se encuentran activas en el Consejo de Cuenca Valle de México.

¹⁵ Estos municipios se encuentran dentro de los límites del Acuífero Chalco-Amecameca pero fuera de los límites de la Subcuenca. Los intentos de establecer pozos en esta zona han tenido poco éxito.

Los Comités Técnicos de Aguas Subterráneas (COTAS) 5

Los COTAS están conformados por los usuarios (concesionarios) de las aguas subterráneas, así como por sectores de la sociedad afectados por la sobreexplotación o activos en proyectos asociados con la gestión integral del recurso, y por investigadores estudiosos del tema.

Según la Ley de Aguas Nacionales, sus responsabilidades incluyen:

Participar en los procesos de toma de decisiones en materia del agua subterránea y su gestión;

Asumir compromisos resultantes de las decisiones sobre el agua y su gestión.

Asumir responsabilidades directas en la instrumentación, realización, seguimiento y evaluación de medidas para contribuir en la solución de la problemática hídrica y mejorar su gestión.

En distintos acuíferos del país, los COTAS han desarrollado acciones que les han permitido tener una mayor vinculación con sus agremiados y hacerse llegar recursos para su sostenimiento, entre ellas:

- ✿ Servicios de asesoría legal a sus agremiados.
- ✿ Capacitación de los usuarios.
- ✿ Monitoreo de los niveles y la calidad del agua subterránea.
- ✿ Monitoreo de los volúmenes de extracción de agua en los pozos de sus agremiados.
- ✿ Realizar estudios hidrogeológicos.
- ✿ Desarrollar sistemas de información de los acuíferos.
- ✿ Opinar sobre las transmisiones de derechos de agua.
- ✿ Desarrollar campañas de cultura del agua.
- ✿ Depurar los padrones de usuarios del agua.

La Subcuenca Ríos Amecameca, La Compañía y Tláhuac-Xico incluye territorio de los Acuíferos Chalco-Amecameca, Zona Metropolitana de la Ciudad de México y Texcoco, y por lo tanto estará participando en los esfuerzos para formar sus respectivos COTAS.

“Los COTAS son órganos colegiados de integración mixta, que no están subordinados a la Comisión Nacional del Agua o a los Organismos de Cuenca...

“La Comisión Nacional del Agua... brindará apoyos para que las organizaciones ciudadanas... con...actividades ... en materia de la gestión integrada de recursos hídricos participen en el seno de los...Comités Técnicos de Aguas Subterráneas

Artículo 13 Bis 1, LAN

5 Se agradece las valiosas aportaciones del Dr. Oscar Escolero Fuentes, Instituto de Geología, UNAM, las cuales hicieron posible la elaboración de esta sección de apoyo al Plan. Artículo 14 Bis, LAN.

RUTA CRÍTICA PARA INSTRUMENTACIÓN DE ESTRATEGIA 4: GESTIÓN EQUILIBRADA DE ACUÍFEROS Y SUS ZONAS DE RECARGA

Un ritmo acelerado de inundaciones, aludes y la apertura de grietas, esta resultando en danos a las viviendas y pertenencias, y poniendo en riesgo las vidas, de miles de familias en la Subcuenca.

La resolución de estas problemáticas hídricas en la Subcuenca Amecameca, La Compañía y Tláhuac-Xico dependerá en gran parte de la capacidad de sus habitantes de lograr el cumplimiento con la legislación y normatividad existentes, así como medidas de prevención y protección ante los procesos que provocan inundaciones y las dinámicas de sobreextracción y construcción en zonas de riesgo por grietas. A su vez, la Comisión de Cuenca tendrá que promover cambios legislativos que garanticen mayor protección para las zonas de recarga.

En su diseño y en la práctica, el sistema de concesiones de aguas subterráneas establecida por la Ley de Aguas Nacionales dista todavía de servir como un instrumento consensado para el manejo justo y sustentable de un recurso finito. La Comisión de Cuenca está explorando opciones legales para corregir irregularidades sistemáticas en el otorgamiento y protección oficial de concesiones adquiridas con error o dolo, las

cuales están siendo utilizadas para autorizar la urbanización de las zonas de recarga de acuíferos sobreexplotados, dado que las denuncias ambientales realizadas al respecto, no han tenido resultado.

La conformación de los COTAS, impulsado y asesorado por el Sector Afectados, el Grupo Especializado de Ordenamiento y la Unidad Técnica de Asesoría Legal, proveerá un instrumento importante para representar a los ciudadanos que buscan la gestión equilibrada de los acuíferos, en contrapeso a las presiones ejercidas sobre funcionarios públicos en torno a intereses particulares, como es el caso de las empresas inmobiliarias.

Será importante conscientizar a los legisladores y a la población en general, de la necesidad de generar mecanismos que favorezcan decretos de protección federal para las zonas de recarga de los acuíferos sobreexplotados en las cuencas urbanas en el país, buscando a su vez, un decreto inmediato por parte del Ejecutivo Federal para las zonas de recarga en la Cuenca de México. Ello permitirá poner límites a la creciente crisis hídrica que pone en riesgo la futura viabilidad del más importante centro económico y político de la nación.

GESTIÓN EQUILBRADA DE ACUÍFEROS: PROYECTOS, POR FUENTE Y EJECUTOR

Acción o Proyecto	Total	F. 1928	Conagua	CAEM	Deleg., Mun.	CCRALC	UAM, Centli	FGRA	FEPI
Etapa 0: 2011	1					0.5	0.5		
Acuerdo para no autorizar nuevos conjuntos habitacionales hasta que se haya resuelto la crisis de sobreexplotación de los acuíferos	0								
Acuerdo con OCAVM para extinguir concesiones adquiridas con información falsa, error o dolo	0								
Conformación de Unidad de Asesoría Legal	1					0.5	0.5		
Formación del COTAS Acuífero Chalco-Amecameca, incluyendo afectados	0								
Etapa I: 2012-13	8.5					0.5	3.0	5.0	
Acuerdos entre usuarios industriales y Odapas, para sustituir aguas subterráneas con aguas tratadas	0								
Estudio para determinar costo de daños por sobreexplotación (por m ³ sobreextraído)									
Legislación federal para favorecer decretos de protección de zonas de recarga de acuíferos sobreexplotados	1.5					0.5	0.5	0.5	
Decreto federal para protección de zonas de recarga	0								
Observatorio de la Cuenca: Sistemas de monitoreo de grietas; calidad de agua subterránea; concesiones y autorizaciones, a nivel de la Cuenca de México	6						2	4	
Estrategias y acciones legales frente a violaciones de la función pública	1						0.5	0.5	
Etapa II: 2014-16	25								25
Clausura de pozos en Valle de Chalco y Tláhuac, al reemplazar su agua con agua pluvial potabilizada	0								
Proyecto ejecutivo, sectorización y instalación tubería flexible	25								25
Etapa III: 2017-20	580	145	145	145	145				
Sectorización e instalación de tubería flexible, Valle de Chalco	580	145	145	145	145				
TOTAL	614.5	145	145	145	145	1	3.5	5	25

Autorizaciones irregulares y proteccion civil: el caso de San Martín Cuautlalpan

2001-2005: Al realizar estudios hidrogeológicos para determinar el mejor lugar para ubicar un pozo profundo, Davivir documentó la existencia de una falla geológica y flujos superficiales y subterráneos atravesando la zona en donde posteriormente construyó la unidad habitacional Villas San Martín.

2008: Sadasi y Davivir inician la construcción de mas de 20,000 viviendas en la zona de grietas, contando con autorizaciones por parte de la Secretaria del Medio Ambiente del GEM y un oficio de la Conagua, asegurando la “no existencia” de cauces hidrológicos y en el area.

1 junio 2009: Se abre una grieta de 5 metros de ancho, y 5 metros de profundidad en la unidad habitacional Villas de San Martín. Siguen la construccion, venta y ocupación de viviendas.

2009: El Centro de Geociencias de la UNAM y Centro de Monitoreo de Fracturamiento del Subsuelo de la Delegacion Iztapalapa realizaron un estudio de la zona y concluye que **“la extracción de agua subterránea... propicia la compactación, creando importantes esfuerzos de tensión verticales y horizontales que pueden tener una influencia importante en la generación y propagación del fracturamiento.”**

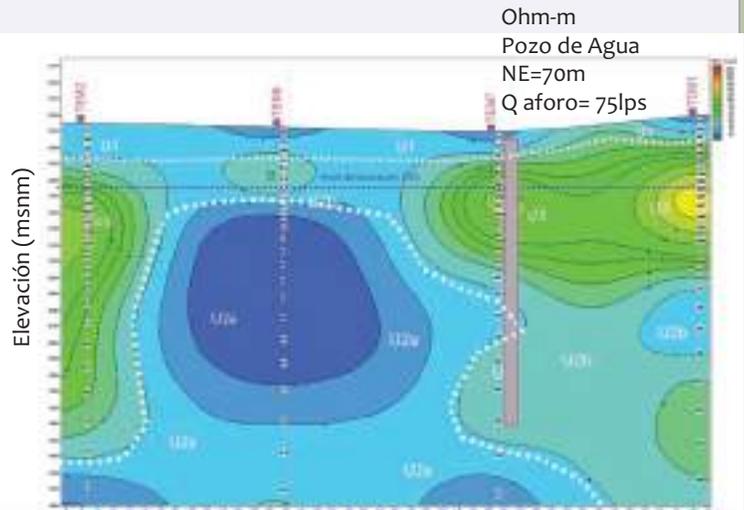
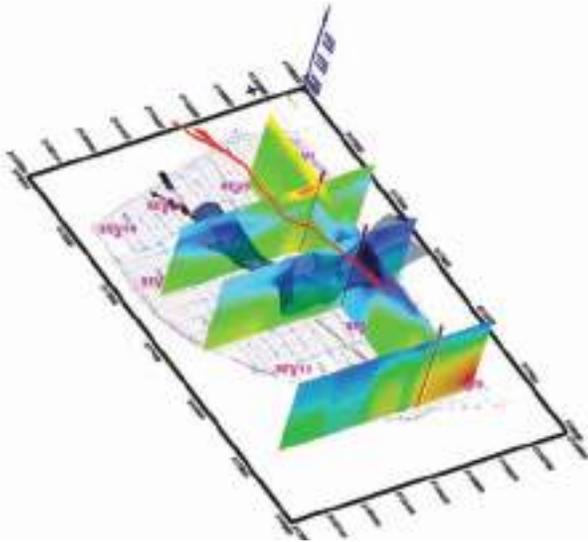
16 Junio 2011: La grieta abre repentinamente, con una apertura visible de 20 m de profundidad y una longitud de 4 km. Peritos en hidrogeología, arquitectura e ingeniería estructural, colaboradores con la Comisión de Cuenca, recomiendan que los habitantes de las 100 viviendas directamente atravesadas por la grieta, desocupen sus casas, o por lo menos, dejen de dormir en ellas.



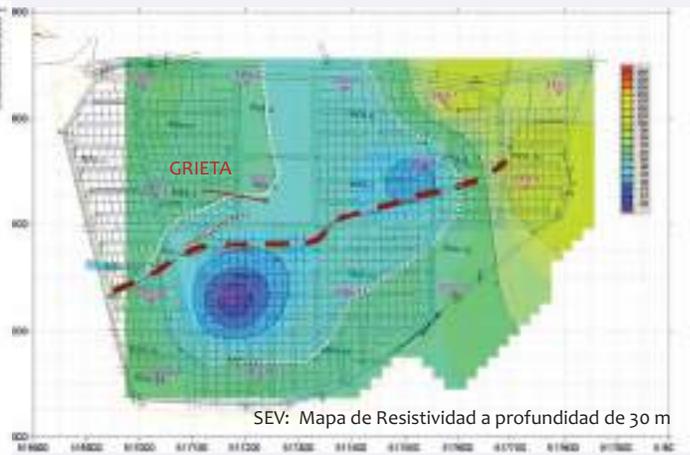
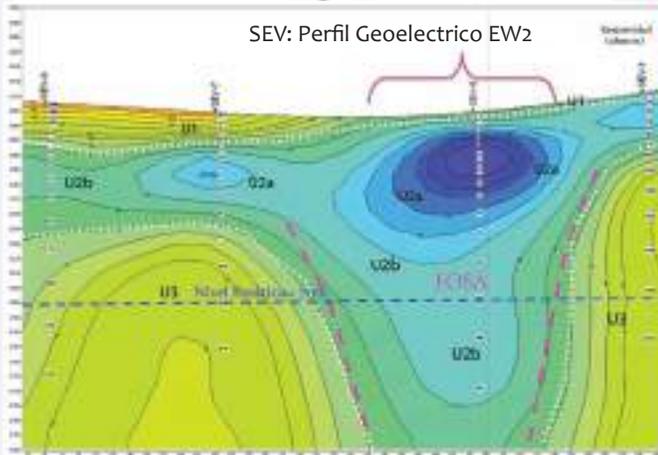
Se advierte el área de estudio, localizada al Sur de la población de San Martín Cuautlalpan, Mpio. de Chalco. Resalta en la imagen la red de escurrimientos superficiales del área, en sentido ENE-WSW y con rumbo semejante la traza de la grieta.

Conjunto habitacional	Empresa constructora	Oficio de autorizacion	Fecha	Organismo responsable
Hacienda San Juan	Casas ARA	212130000/DGOIA/RESOL/260/08	19/8/2008	SMAGEM
El Cupido/Los Heroes Chalco	SADASI	212080000/DGOIA/RESOL/433/06	29/11/2006	SMAGEM
Villas de San Martín	DAVIVIR	21203/RESOL/212/02		SecEcol/GEM

Reporte de Estudio de la falla Geológica de San Martín Cuautlalpa Municipio de Chalco, Edo. de México.
UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE MÉXICO
CENTRO DE GEOCIENCIAS
Trabajo realizado en conjunto por el Laboratorio de Mecánica Multiescalar de los Geosistemas del Centro de Geociencias de la UNAM y por el Centro de Monitoreo de Fracturamiento del Subsuelo de la Delegación Iztapalapa del Distrito Federal, Julio de 2009.



Ohm-m
 Pozo de Agua
 NE=70m
 Q aforo= 75lps



SEV: Perfil Geoelectrico EW2

SEV: Mapa de Resistividad a profundidad de 30 m

CLASIFICACIÓN GEOFÍSICA

UNIDAD GEOELÉCTRICA	INTERVALO RESISTIVO ohm-m	POSIBLE CORRELACIÓN
U1	30 a 150	CAPA DE COBERTURA; MATERIAL ARENOSO, GRAVAS, LIMOS Y ARCILLAS
U2a	10 a 40	MATERIAL ARENO-ARCILLOSO(POCO PERMEABLE A PERMEABLE)
U2b	40 a 70	MATERIAL ARENOSO, GRAVAS, GRAVILLAS (PERMEABLE)
U3	70 a 200	FLUJOS DE PIROCLASTOS GRUESOS CON ESCORIAS (PERMEABLE)

SONDEO ELECTRICO
 VERTICAL-SEV (2005)
 SEV-7
 CAMBIO LATERAL
 UNIDAD GEOELECTRICA
 CONTACTO GEOELECTRICO
 U2a

Fuente:
 Causas y efectos del agrietamiento
 ocurrido en el Desarrollo
 Habitacional Villas de San Martín,
 Municipio de Chalco, Estado de
 México, DAVIVIR, 2009
 Ing. José Arturo León Gutiérrez
 PERITO No. RNJ-2018



Gestión de los acuíferos como bien común

Los acuíferos representan un ejemplo clásico de un bien común, pues se trata de un recurso compartido que podría agotarse si se dejara su manejo a las suma de deseos individuales, compitiendo entre sí, sin considerar el futuro. Afortunadamente, investigaciones extensivas en todo el mundo, iniciadas por la Premio Nobel Elinor Olstrom¹, han demostrado que las comunidades humanas tienden a organizarse para poner reglas al uso de los recursos compartidos, y así armonizar entre la diversidad de intereses inmediatos y la necesidad de conservar el recurso para el futuro:

Factores claves para el manejo sustentable de un bien común

1. Clara definición de la disponibilidad del recurso y de los derechos de uso dentro de estos límites.
2. Reglas de uso determinados por los involucrados (usuarios y afectados) .
3. Supervisión del uso del recurso por parte de los usuarios y afectados.
4. Sanciones graduales dependiendo de la gravedad y contexto de la infracción.
5. Mecanismos para resolver conflictos por parte de los involucrados y sus autoridades.
6. Reconocimiento oficial al derecho a organizarse.
7. Entidades incrustadas en múltiples niveles de organización.

En la Cuenca de México se vive una situación crítica en donde sistemas para el manejo colaborativo y sustentable de acuíferos todavía no han emergido. Para empezar, los derechos de uso emitidos (las concesiones y asignaciones) exceden en 300% la disponibilidad real del recurso hídrico, y la veda contra nuevos pozos, decretada por el Ejecutivo Federal en 1954, ha sido violada sistemáticamente. La reglamentación de los acuíferos requiere de un decreto presidencial, cuya gestión requiere de un proceso torturoso.²

De los cuatro acuíferos, sólo el Cuautitlán-Pachuca cuenta con un Comité Técnico de Aguas Subterráneas (COTAS, siendo el mecanismo para acuerdos entre usuarios y afectados establecido por la Ley de Aguas Nacionales).

Por lo tanto, los principales usuarios (los Odapas, la CAEM, el SACM³ y las industrias), y los afectados (los habitantes cuyas viviendas están cuarteándose por causa de la sobreexplotación de los acuíferos), se quedan impotentes, mientras que actores externos (las empresas constructoras) siembran decenas de miles de viviendas sobre las últimas zonas de recarga de la zona metropolitana de la Cuenca, con la compli- cidad de la Autoridad del Agua.⁴

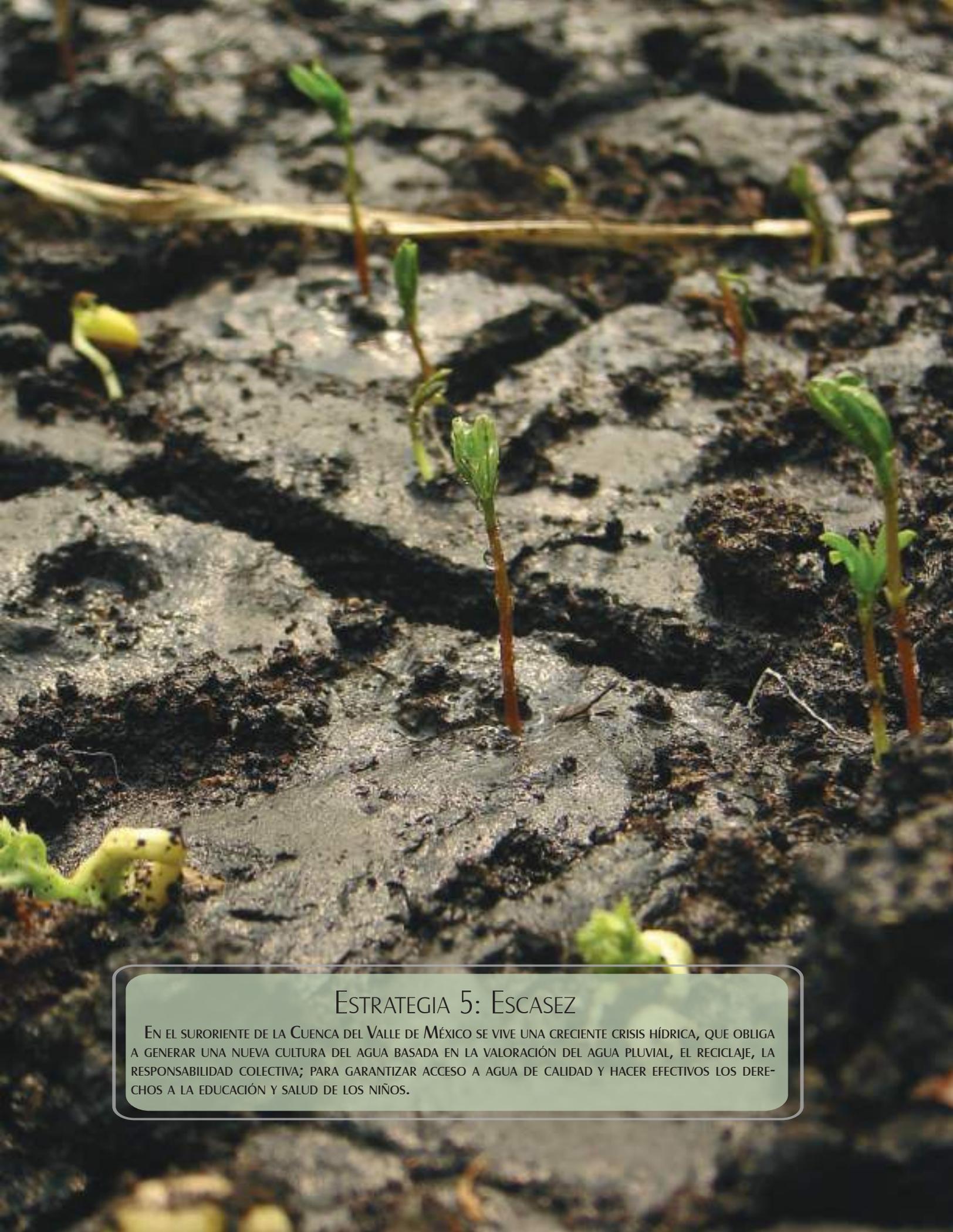
La viabilidad de los acuíferos de la Cuenca de México dependerá de la capacidad de los usuarios y afectados para organizarse, consensar reglas de uso, y lograr que la voluntad política de los más altos niveles actúe a favor del aprovechamiento sustentable.

¹ Adaptado de Olstrom, Elinor. El Gobierno de los Bienes Comunes. FCE, UNAM, CRIM, IIS, 2000.

² Artículo 6, I de la LAN. Los pasos para el decreto son: 1. Elaborar estudio técnico del acuífero; 2. Presentarlo al Consejo de Cuenca; 3. Revisión y validación por SGJ; 4. Revisión por Comisión Federal de Mejora Regulatoria (Cofemer); 5. Publicación en DOF del estudio técnico; 6. Elaboración proyecto de decreto de reglamentación; 7. Revisión y validación SGJ; 8. Cofemer; 9. Consejería Jurídica de la Presidencia; 10. Publicación del Decreto de Reglamentación.

³ El hecho de que los directores de los organismos operadores sean designados por las máximas autoridades del ejecutivo de sus respectivos gobiernos, no siempre permite que puedan representar cabalmente los intereses del público que sirven, debido a la influencia de los recursos económicos de las empresas constructoras en los procesos electorales y de gobierno.

⁴ CENTLI y la CCRALC cuentan con extensiva documentación de intentos de corregir concesiones adquiridas con error o dolo, sin que la Conagua haya actuado al respecto.



ESTRATEGIA 5: ESCASEZ

EN EL SURORIENTE DE LA CUENCA DEL VALLE DE MÉXICO SE VIVE UNA CRECIENTE CRISIS HÍDRICA, QUE OBLIGA A GENERAR UNA NUEVA CULTURA DEL AGUA BASADA EN LA VALORACIÓN DEL AGUA PLUVIAL, EL RECICLAJE, LA RESPONSABILIDAD COLECTIVA; PARA GARANTIZAR ACCESO A AGUA DE CALIDAD Y HACER EFECTIVOS LOS DERECHOS A LA EDUCACIÓN Y SALUD DE LOS NIÑOS.

ESTRATEGIA 5. ECOTÉCNICAS PARA GARANTIZAR LA PROVISIÓN DE AGUA POTABLE A ZONAS DE EXTREMA ESCASEZ

Objetivo 5.1.

Contar con “escuelas modelo”, que garanticen agua pluvial potabilizada y baños en buen estado en todas las colonias que sufren de extrema escasez hídrica.

Objetivo 5.2.

Contar con programas para la auto-construcción familiar de sistemas de captación de agua de lluvia, cisternas y excusados secos piloto, en todas las colonias y poblados que sufren de extrema escasez hídrica.

Coordinación: Grupo Especializado Educación y Cultura del Agua.

Sectores Educación, Género y Afectados; Grupo Estratégico de Educación y Cultura; Organismos Operadores Municipales.

Este capítulo se enfocará en estrategias para garantizar acceso a agua pluvial potabilizada, y condiciones básicas para la limpieza y la salud, a través de programas altamente replicables, con escuelas y comunidades en zonas de extrema escasez hídrica.

La escasez es una realidad creciente en la Subcuenca Ríos Amecameca, La Compañía y Tláhuac-Xico. Los abatimientos en los pozos son de entre 1.4 y 2 metros al año, y los deshielos se encuentran en plena disminución. A pesar de las grietas y hundimientos que evidencian los límites de sus acuíferos, esta Subcuenca está comprometida con la exportación de 400 lps de aguas subterráneas a zonas urbanas que sufren igualmente de escasez, en Iztapalapa, Nezahualcóyotl, Reyes La Paz y Chimalhuacán.

Es en este contexto que se está gestando una nueva cultura del agua, basada en el ahorro, la valoración del agua pluvial, el reciclaje del vital líquido, la responsabilidad social colectiva y la necesidad de priorizar la salud y bienestar de los más vulnerables. Los aprendizajes generados en esta región serán relevantes para la crisis hídrica que se avecina en toda el área metropolitana.

El Plan Hídrico define como “zona de extrema escasez”, áreas en donde se den las siguientes condiciones:

- ▶ El acceso al agua es exclusivamente vía pipas;
- ▶ Ha faltado agua por periodos mayores de un mes;
- ▶ La dotación por habitante es menor a los 80 litros/día;
- ▶ El agua “potable” disponible no es apta para consumo humano.

Más de 150 mil habitantes de la Subcuenca viven con una o más de estas condiciones, en las siguientes zonas, catalogadas por causa:

a) Poblados ubicados en zonas sin acceso a deshielos, manantiales o agua subterránea (arriba de 2,400 msnm): Colonias Ávila Camacho, El Mirador, San Francisco Acuatla y Colonia Juan Antonio Soberanes, en Ixtapaluca; Caserío de Cortes, Colonia El Mirador, en Chalco; San Pablo Oztotepec en Milpa Alta.

b) Unidades habitacionales construidas en zonas altas, con difícil acceso a aguas subterráneas: Unidades Habitacionales

Cuatro Vientos y Santa Bárbara, Ixtapaluca (dotación menor a 60 lhd).

c) Colonias irregulares, sin redes de agua potable: Colonias Fraternidad Antorchista, Culturas de México, Jardines de Chalco, Unión de Guadalupe, Covadonga, en municipio de Chalco; Chocolines, Cerro Tejolote, Ricardo Calva, Guadalupe, en el municipio de Ixtapaluca; Anexo San Miguel Nuevo, en el municipio de Valle de Chalco; colonias irregulares cerca de los Tlachiques, en el municipio de Temamatla, todas en el Estado de México.

Garantizando agua de calidad

La UAM y la Comisión de Cuenca están realizando estudios para detectar la posible presencia de fierro, azufre, manganeso, arsénico, cloruros, sulfatos, nitratos o coliformes fecales en aguas subterráneas en varios sitios en la región, en donde se han reportado la contaminación del agua potable, especialmente en cuenca baja.

Los resultados de estos análisis permitirá determinar si el acuífero ha sido contaminado por al agrietamiento de las arcillas que sirven como capa protectora; o si es ocasionada por la extracción desde los sistemas de flujo de alcance regional, junto con sustancias nocivas; o si se trata de agua fósil (agua que ha absorbido minerales o metales por estar en contacto con formaciones geológicas por miles de años); o por último, de agua salina aportada por el drenado de las arcillas.

La posibilidad y costo de la potabilización de aguas subterráneas dependerán de los contaminantes presentes. Por lo tanto, es urgente estabilizar a los acuíferos y evitar actividades contaminantes en sus zonas de recarga.

d) Zonas afectadas por la disminución de los deshielos, especialmente en temporada de estiaje: Poxtla, Mihucan, Pahuacan, Ayapango; Municipio de Amecameca, Estado de México.

e) Poblados tradicionales con pozos poco funcionales, o en donde hay disminución en los volúmenes distribuidos: Santa María Huexoculco, San Juan y San Pedro Tezompa, San Pablo Atlazalpan, Huitzilzingo, Santiago Zula, Santa Catarina Ayotzingo y San Martín Cuautlalpan en el municipio de Chalco; colonia Cerro del Marqués y San Miguel Xico, en municipio de Valle de Chalco en el Estado de México y colonias del pueblo de Tlaltenco en la delegación Tláhuac, Distrito Federal.

f) Poblaciones ubicadas en zonas acuíferas contaminadas: El agua entregada a los habitantes de las siguientes unidades habitacionales en Chalco (Volcanes, Paseos de Chalco; Real de San Martín, Hacienda de Xico; Pueblo Nuevo y Héroes Chalco) es de color amarillo, de mal olor, y causa irritaciones de la piel a las personas con piel sensible que la usan.

A pesar de ofertas costosas y temporales de agua importada¹, finalmente, la **seguridad hídrica** dependerá de nuestra capacidad de aprovechar el agua de lluvia, directamente, o vía su almacenamiento en los acuíferos. En este sentido, el Plan busca fortalecer la seguridad hídrica en la región, a través de estrategias a nivel macro, como son las obras de retención de aguas pluviales en cuenca alta, la potabilización de aguas pluviales almacenadas en el Lago Tláhuac-Xico, y la recarga de acuíferos con aguas tratadas y potabilizadas por la PTAR Xico-Mixquic.

¹ La Subcuenca RALTX se encuentra al final de los 186 km de tubería que comprenderá el Macrocircuito de Agua Potable, para la entrega de 5 m³/s de agua del Sistema Cutzamala, a municipios del norte y oriente del Estado de México. El agua del Sistema Cutzamala proviene de presas en Michoacán y en el poniente del Estado de México, y requiere ser bombeada más de 1,000 metros arriba para alcanzar la altura del Valle de México. El Estado de México tiene derecho a estos 5 m³/s de agua por el convenio que dio lugar a dicho Sistema. Dado que el Sistema solo ha logrado importar 16 m³/s de los 20 m³/s originalmente planeados, no queda claro cómo se va a obtener los volúmenes adicionales para abastecer el Macrocircuito.

“ESCUELAS MODELO” EN LA REGIÓN, EQUIPADAS POR LOS PROPIOS MAESTROS Y PADRES DE FAMILIA

EL PLAN EN ACCIÓN...



ESCUELA SECUNDARIA TÉCNICA N° 15, MUNICIPIO DE AYAPANGO, ESTADO

La Fundación para la Comunicación y Educación Ambiental, junto con el Programa Habitat de la ONU y la empresa BASF (Proyecto “Descarga Cero”) han anunciado que instalarán infraestructura para la captación de agua pluvial y tratamiento de aguas residuales en esta escuela, que ha realizado el monitoreo del Río Amecameca por más de 10 años.

EL PLAN EN ACCIÓN...



TECNOLÓGICO DE ESTUDIOS SUPERIORES DE CHALCO

Se pretende instalar un sistema de captación de agua pluvial (canaletas, tuberías y accesorios) y un sistema de almacenamiento, con una cisterna de una capacidad de 1,000 m³

EL PLAN EN ACCIÓN...



CETEIS 96 SAN MARTIN CUAUTLALPAN

La Fundación para la Comunicación y Educación Ambiental, junto con el Programa Habitat de la ONU y la empresa BASF (Proyecto “Descarga Cero”) han anunciado que instalarán infraestructura para la captación de agua pluvial y tratamiento de aguas residuales en esta escuela, que ha realizado el monitoreo del Río Amecameca por más de 10 años.

EL PLAN EN ACCIÓN...



ESTIC 58 SOR JUANA INÉS DE LA CRUZ, DE VALLE DE CHALCO

El Proyecto Descarga Cero propone instalar un sistema integral de captación, tratamiento, reuso y potabilización, en esta escuela comprometida con el rescate ambiental, que sufre de extrema escasez.

Esta estrategia complementa las propuestas a nivel macro con propuestas a nivel comunitario y familiar, para difundir técnicas auto-gestionadas y sustentables que garan-

tizarán acceso a agua de calidad en las zonas más afectadas por los limitantes del modelo hídrico actual.

OBJETIVO 5.1. CONTAR CON “ESCUELAS MODELO”, QUE GARANTICEN AGUA PLUVIAL POTABILIZADA Y BAÑOS EN BUEN ESTADO

Las escuelas son espacios estratégicos para la promoción de ecotécnicas diseñadas para lograr un mejor aprovechamiento del agua.

En primer lugar, el acceso a agua potable y baños en buen estado, es parte integral de los derechos a la educación y a la salud, dado que una escuela sin estos servicios, es más susceptible a altas tasas de deserción; genera bajo auto-estima en los alumnos; y puede convertirse en un foco de infección para toda la comunidad.

En segundo lugar, las escuelas cuentan con grandes áreas aptas para la captación y manejo de aguas pluviales, y, en muchos casos, para el reuso de aguas residuales.

En tercer lugar, las escuelas representan importantes centros comunitarios para la difusión de buenas prácticas.

El Plan Hídrico propone lograr que 100 escuelas en las zonas de escasez hídrica cuenten con infraestructura para el almacenamiento y potabilización de aguas pluviales, de modo que el vital líquido estaría disponible a través de bebederos y tomas comunitarias. De esta manera se podría garantizar acceso a agua potable sin costo (evitando la compra de botellas que se conviertan en basura) para los alumnos y miembros de la comunidad en general.

Se están gestionando apoyos, a ser complementados por la participación de los padres de familia, para equipar las escuelas para la captación de agua pluvial, principal-

mente desde los techos; y para su canalización, vía canaletas o tubos, hacia una zona de almacenamiento, subterráneo (para bajar el costo y ahorrar espacio) o superficial (para evitar el bombeo), construido con ferrocemento, tabique, lámina o block, o en el caso de las hoyas subterráneas, geomembrana. (vea Hoja Explicativa)

Estas escuelas también tendrían que contar con sistemas que garanticen baños limpios, incluyendo acceso a agua limpia en los lavabos, sin depender de la compra de pipas. Este reto podrá resolverse con una variedad de estrategias, incluyendo: el almacenamiento masivo de aguas pluviales; microplantas de tratamiento para poder recircular aguas tratadas en los excusados; mingitorios secos; y excusados secos.

En zonas y periodos de menor escasez, se podría reusar el agua tratada en huertas escolares, logrando así la meta de “descarga cero”.² Estas estrategias requieren de mayor conciencia y responsabilidad por parte de los alumnos, lo cual en sí, formaría parte importante de su educación.

En varias escuelas de la región que no cuentan con el vital líquido, los maestros y padres de familia se han organizado para instalar canaletas y cisternas con el objetivo de almacenar aguas pluviales. Se cuenta también con los sistemas modelo para la captación y almacenamiento de agua pluvial, en las sedes agroecológica y forestal del Centro para la Sustentabilidad “Incalli Ixcahuicopa” (CENTLI) en Tlalmanalco, con tres cisternas de 20-50 m³ cada una.

² En un sistema de “descarga cero”, se logra cerrar el ciclo del agua, de tal modo que todo el agua es reutilizada, y el sistema no expulsa aguas residuales.

A estas iniciativas, se han sumado los esfuerzos del Fondo para la Comunicación y la Educación Ambiental, Hábitat de la Organización de las Naciones Unidas y la empresa BASF, para equipar escuelas en zonas de extrema escasez hídrica con infraestructura para captar y potabilizar aguas pluviales, y tratar sus aguas residuales. Las primeras escuelas a participar en este programa son el ESTIC 15 Gabriel Ramos Millán de Ayapango, con 550 alumnos; y el ESTIC 58 Sor Juana Inés de la Cruz de Valle de Chalco, con 600 alumnos.

Estas escuelas piloto han estado participando desde el año 2000 en Talleres de Educación Ambiental y Cultura del Agua, generando proyectos en:

- ▶ El reciclaje de residuos inorgánicos (cartón, papel, aluminio, vidrio, PET)
- ▶ La elaboración de composta, plantación de huertos frutales y hortalizas
- ▶ La planeación y aplicación de campañas de reforestación y limpieza de ríos
- ▶ El monitoreo del agua de sus ríos (alcalinidad, temperatura, oxígeno disuelto, pH, dureza, turbidez)

OBJETIVO 5.2. CONTAR CON PROGRAMAS PARA LA AUTO-CONSTRUCCIÓN FAMILIAR DE SISTEMAS DE CAPTACIÓN DE AGUA DE LLUVIA, CISTERNAS Y EXCUSADOS SECOS PILOTO, EN 100% DE LAS COLONIAS Y POBLADOS QUE SUFREN DE EXTREMA ESCASEZ HÍDRICA.

En zonas que no cuentan con agua potable ni drenaje, es altamente recomendable trabajar con los pobladores para que se familiaricen con las ventajas de los excusados y mingitorios secos. Estos sistemas disminuyen a la mitad los requerimientos de agua; eliminan la necesidad de drenaje sanitario; y reducen el riesgo de contaminaciones biológicas, dado que la mayoría de los patógenos requieren del agua y oxígeno para poder reproducirse.

La UAM Iztapalapa instaló en junio 2011, un primer sistema doméstico modelo en Caserío de Cortéz en Chalco para la captación y filtración de agua pluvial para uso familiar (vea Hoja Explicativa), con el apoyo de la fundación japonesa Oasis. El Odapas Chalco ha donado algunos materiales para replicar este u otros modelos en zonas que no cuentan con red de agua potable.

En 2001-2003, el Ayuntamiento de Amecameca realizó un programa sumamente exitoso en el cual, proporcionó materiales y capacitación para familias en zonas de extrema escasez, para la construcción de 400 cisternas de ferrocemento. El agua captada permite que las familias soporten los últimos meses del estiaje, cuando se disminuye considerablemente el caudal de los deshielos que surten la zona.

En 2010, la Secretaría del Medio Ambiente del Estado de México realizó un programa semejante, proporcionando materiales y capacitación para la instalación de cisternas y excusados secos en delegaciones rurales con escasez hídrica en varios municipios de la Subcuenca.

Captación y potabilización domiciliar de aguas pluviales

Instalación piloto domiciliar de captación de agua pluvial en Caserío de Cortez, Municipio de Chalco

Los miembros de la comunidad de Caserío de Cortez han estado buscando soluciones a su falta de un sistema de agua potable. Investigadores de la UAM Iztapalapa, junto con la organización Oasis Japón y el Odapas Chalco, colaboraron para equipar la casa del Sr. Eziquio Núñez Loreto con un sistema modelo de captación y filtración de aguas pluviales. Se pegaron tabiques en el perímetro del techo; tubos de PVC dirigen la lluvia al interceptor de basuras y sedimentos; y un chaflán protege los tabiques de la humedad. Un tubo de PVC canaliza el agua hacia un interceptor de basura y sedimentos, para luego ser almacenado en una cisterna o tanque tipo Rotoplas. Posteriormente el agua puede pasar por un filtro potabilizadora que funciona por gravedad o por bombeo.



Mtra. Tomoko Morita Momi de OASIS Japan; Ing. Rodrigo Aguilar Corona de la UAM-Iztapalapa; Sr. Ángel Leguizamo Romero, representante comunitario; Ing. Ana Laura Rivera e Ing. Israel Benítez Chavira, de ODAPAS Chalco; y la Biol. Nancy Camacho Cardozo, del Plan Hídrico/CENTLI participaron en la instalación de esta experiencia piloto. Los responsables de este proyecto no garantizan que el agua filtrada sea potable. La Comisión de Cuenca está dando seguimiento a otras casas en Xochimilco y Amecameca, en donde las familias viven de agua pluvial potabilizada vía filtros que funcionan por gravedad.

Escuelas modelo

El proyecto “Escuelas Modelo” del Plan Hídrico busca promover la gestión y aprendizaje comunitario para el aprovechamiento óptimo del agua pluvial, como estrategia para garantizar acceso al vital líquido en las escuelas, colonias y hogares que sufren de mayor escasez. Las comunidades escolares que entren en este programa tendrán que comprometerse con un cambio profundo en su relación con el agua, para empezar a vivir bien dentro con el agua realmente disponible en la Subcuenca.

Las Escuelas Modelo aprovecharán fuertes aportaciones de mano de obra por parte de la comunidad, complementadas por recursos públicos y privados, para equiparse por etapas, como sigue:

Etapa I: Captación. Adaptación de los techos para conducir agua pluviales; construcción de cisterna; instalación de canaletas; instalación de sistema de conducción de agua pluvial a lavabos y excusados.

Etapa II: Aprovechamiento. Instalación de potabilizadora y capacitación en su manejo; instalación de mingitorios de bajo consumo y secos; instalación de excusados de bajo consumo y secos.

Etapa III: Reuso. Instalación de biodigestor, con adaptación del drenaje para que conduce a él; instalación del clorador; instalación de tubería y bomba para retornar aguas tratadas a los excusados; instalación de un mini-laboratorio de calidad del agua para monitorear el funcionamiento del biodigestor.

La siguiente tabla muestra como calcular el tamaño de los componentes requeridos, utilizando el ESTIC 15 de Ayapango como ejemplo:

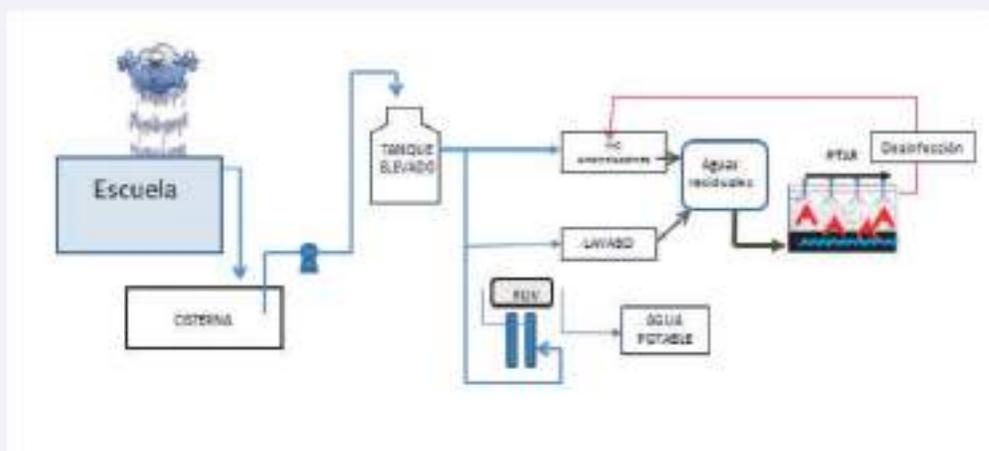
Volúmen de agua pluvial a captar	Lluvia promedio anual (0.8 m en Sierra Nevada, 0.6 m en cuenca baja) x área de los techos = volumen total de agua a captar/año	0.7 m (600 mm) x 2000 m ² = 1200 m ³
Tamaño de la cisterna	Volumen requerido para cisterna = 80% volumen total a captar (20% del volumen captado será utilizado durante los dos meses de lluvias que coinciden con el año escolar) (El número de litros será 1000 veces el numero de m ³)	0.8 x 1200 m ³ = 960 m ³ = 960,000 litros
Dotación de agua por alumno por día	No. litros a captar entre (175 días escolares x no. total alumnos)	960,000 litros/(175 x 700) = 10 litros/alumno/día
Tamaño de la potabilizadora	Este cálculo se basa en el volumen disponible por alumno, la capacidad de ahorro y si los alumnos van a necesitar llevar agua potable a sus casas. Se multiplica los litros requeridos por alumno por día, por el número de alumnos.	1400 litros (1.4 m ³) por día, en un inicio—los volúmenes a potabilizar se aumentarán*
Tamaño de la planta de tratamiento	No. litros a tratar = volumen total a captar entre 175 días escolares) (Hay que ajustar el cálculo si la escuela va a tener acceso a otras fuentes de agua,)	960 m ³ /175 días = 5.5 m ³ /día

* En la medida que la escuela logre reusar sus aguas tratadas en los excusados (los cuales consumen entre 6-18 litros por uso), así como la transición hacia excusados secos, mayores proporciones del agua pluvial serán disponibles para potabilizar para el consumo estudiantil y comunitario.

Costo de equipamiento de una Escuela Modelo (700 alumnos)

Concepto	Costo (\$)
Sistema de captación (Canaletas, tuberías y accesorios)	45,000
Sistema de almacenamiento: Cisterna 600 m ³ (3 cisternas de ferrocemento, de 200 m ³ cada una)	600,000
Potabilizadora (con filtración por gravedad y rayos UV), capacidad 5 m ³ /día	7,000
Tanque de almacenamiento para agua residual de 2.5m ³	4,500
WC y mingitorios de bajo consumo (cambiar instalaciones actual, 16 piezas a \$600 por pieza)	9,600
Excusados y mingitorios secos, construcción de 4 mingitorios y 8 WC secos, con cámaras de composteo y tanques para manejo de orines	40,000
Reorientación de plomería para que conduzca al biodigestor	5,000
Sistema de tratamiento biológico mixto para 3 m ³ /día	250,000
Clorador (5.5 m ³ /día)	8,000
Nueva plomería para conducir aguas tratadas a excusados y mingitorios	25,000
Mini-Laboratorio de calidad del agua	25,000
TOTAL	1,019,000

Diagrama de funcionamiento de sistema de captación pluvial



Proveedores de canaletas, cisternas, excusados secos y potabilizadores en la región:

Avelop, Rosa Avelar. Cerrada de Cruz Verde s/n, Amecameca, Estado de México C.P. 56900. Tel. 597-978-9753.

Ingeniería Ecológica y Proyectos S.A de C.V., Carretera Yautepec-La Nopalera, Km. 1 No. 10, Col. Campo Grande C.P 62730 Yautepec, Morelos. Tel. 735-394-6444.

Agro Control Integral. Ing. Esteban Laurraquiu Rendón. Margarita Maza de Juárez, No. 64, Col. Año de Juárez, Xochimilco, D.F. C.P 16440 Tel 552-157-7209.

El diseño de propuesta Escuelas Modelo fue basado en el trabajo de: Diseño: Dr. Oscar Monroy Hermosillo, Ing. Rodrigo Aguilar Corona, Ing. Julio Maldonado, Ing. Jorge Quintana Martínez, Ing. Hector Quintana Barrera, Ing. Nancy Quintana Barrera, Ing. Luis Fernando Marín Loyola.

RUTA CRÍTICA PARA LA INSTRUMENTACIÓN DE LA ESTRATEGIA 5: ECOTÉCNICAS PARA ENFRENTAR LA ESCASEZ

Con el equipamiento de 100 escuelas en zonas de extrema escasez para la captación y potabilización de agua pluvial, excusados ahorradores y secos, y plantas de tratamiento para el reciclaje de aguas tratadas, se estará sembrando la nueva cultura del agua, basada en la gestión del agua pluvial, el ahorro, el reciclaje y la responsabilidad comunitaria.

La Comisión de Cuenca, desde su Grupo Especializado de Educación y Cultura, con la fuerte participación de los sectores Jóvenes y Educación, tendrán que realizar trabajos intensivos de conscientización y promoción en las escuelas, de tal modo que sean los propios jóvenes y sus comunidades que pongan la primera piedra hacia la meta de agua potable y baños limpios para todos.

El costo por escuela será \$1.5 millones para las primeras 10 escuelas, bajando a

\$1.22 millones, al lograr la producción masiva de paquetes tecnológicos, para un costo total de \$125 millones, sin valorar las aportaciones en especie de la comunidad escolar y las universidades que proveerán asesorías al proyecto. En su etapa piloto, se requerirá del apoyo de organismos como son la Fundación para la Comunicación y Educación Ambiental, Habitat/ONU, BASF, Oasis Japan y la Fundación Gonzalo Río Arronte.

Una vez que se haya desarrollado el modelo tecnológico y didáctico-organizativo, se buscará expandir el proyecto con el apoyo del Fideicomiso 1928, así involucrando esta importante instancia en estas obras estratégicas, que representan una inversión en la futura sustentabilidad de la Subcuenca.

ECOTÉCNIAS PARA ENFRENTAR LA ESCASEZ

Obra o proyecto	TOTAL	Fideicomiso 1928	Comisión de Cuenca	Fondo de Educación y Cultura Ambiental, ONU, BASF	Oasis Japan	Alumnos y padres de familia	UAM, Centli	FGRA
Etapa 0: 2011+	7.5	0	0.1	4.5	1.5	0.4	1	0
Campaña escolar "Ilumina tu Cuenca"	0.1		0.1					
Diagnostico regional para detectar zonas de extrema escasez	0.5						0.5	
Diseño tecnológicos y metodológicos para primeras escuelas modelo	0.5						0.5	
Equipamiento y pruebas con 4 Escuelas Modelo piloto	6.4			4.5	1.5	0.4		
Etapa 1: 2012-13	22.7	12.2	0.1	3.0	3.0	1.4	0	3.0
Equipamiento y pruebas con 6 Escuelas Modelo piloto	9.0			3.0	3.0			3.0
Gestión, organización y equipamiento de 10 escuelas	13.7	12.2	0.1			1.4		
Etapa 2: 2014-15	28.1	24.4	0.1	0	0	3.0	0	0.6
Gestión, organización y equipamiento de 20 escuelas	28.1	24.4	0.1			3.0		0.6
Etapa 3: 2016-20	45.3	41.2	0.1	0	0	4.0	0	0
Gestión, organización y equipamiento de 40 escuelas	45.3	41.2	0.1			4.0		
TOTAL, Estrategia 5	103.6	77.8	0.4	7.5	4.5	8.8	1	3.6

Equidad y sustentabilidad

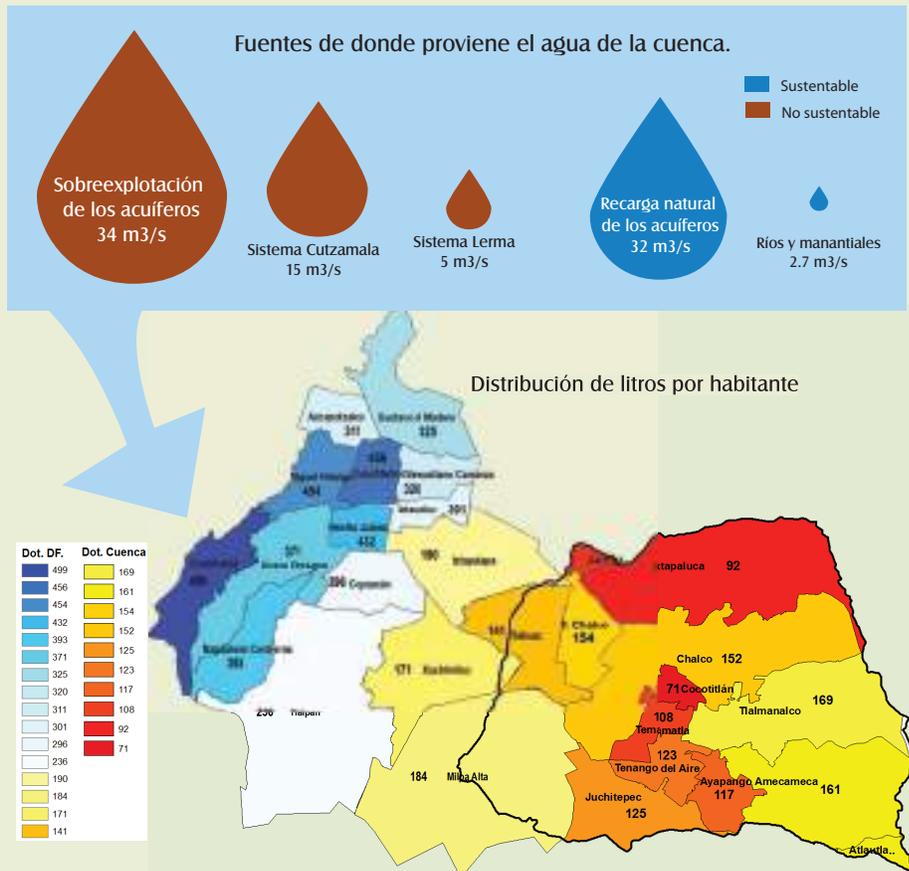
Una política no equitativa, no sustentable

Si los 20 millones de habitantes de la Cuenca de México se limitaran a las dotaciones recibidas por los habitantes de la Subcuenca Amecameca, La Compañía y Tláhuac-Xico (140 litros por habitante por día), no habría necesidad de sobreexplotar los acuíferos ni importar agua de otras cuencas.

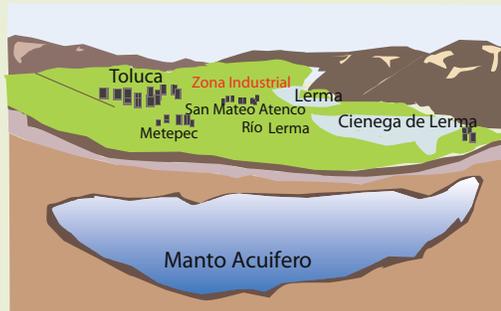
Los volúmenes importados de las cuencas Cutzamala y Lerma se quedan en el surponiente de la cuenca, en donde las dotaciones llegan hasta 499 litros por habitante por día.

Mientras tanto, las tres delegaciones de nuestra Subcuenca tienen las dotaciones más bajas del D.F., y están sufriendo el descenso más rápido en los volúmenes disponibles. Entre 1997 y 2007, Tláhuac sufrió un descenso de 28%, bajando de 247 a 177 lhd; Xochimilco, 21%, de 270 a 214 lhd; y Milpa Alta, 33%, de 343 a 231 lhd.

A pesar de sus dotaciones menores y sus procesos avanzados de hundimiento y grietas, estas tres delegaciones exportan agua subterránea a otras delegaciones.



Sistema Lerma (5 m3/s): Alto costo social y ambiental



Después de 40 años de mandar 5 m3/s (5000 litros por segundo) a la Ciudad de México y Toluca, el Lago de Lerma, sus chinampas y manantiales se han desecado. Ahora sus acuíferos son tan sobreexplotados que grietas y hundimientos ponen en riesgo las viviendas de los habitantes.



Sistema Cutzamala (15 m3/s) Alto costo económico y social



Los 15 m3/s que la Cuenca Cutzamala en Estado de México y Michoacán envían a la Ciudad de México, se volverán poco costeados al carecerse los energéticos requeridos para subirlos 1100 metros para su importación a la Cuenca de México. Desde 1994, los Mazahuas de la Cuenca de Cutzamala han sido claros: No permitirán la construcción de la cuarta etapa (Temascaltepec), la cual llevaría 5 m3/s adicionales al Valle de México.

El camino hacia la sustentabilidad: Vivir bien con poca agua

Cerrar la brecha (55 m³/s) entre la oferta sustentable (35 m³/s) y la demanda 90m³/s)

Reducir la demanda a 31 m³/s

Aumentar la oferta en 24 m³/s

Respeto por los límites naturales de nuestra Cuenca



EXIGIR RESPETO A LA VEDA: Eliminar corrupción en las autorizaciones de nuevas unidades habitacionales en el Valle de México: No hay agua disponible para nuevos proyectos de vivienda en el Valle de México.

Reciclaje: 16 m³/s

Reemplazar agua subterránea de uso industrial y agrícola con aguas tratadas.



Potabilizar el agua de Presas Madín, Concepción y Guadalupe: 4.6 m³/s



Equidad: 18 m³/s



Reorganizar sistema de distribución, para garantizar una dotación (mínima y máxima) de 150 litros/habitante/día a cada Delegación y Municipio de la cuenca de México.

Lagos Tláhuac Xico y San Gregorio: 2.4 m³/s



Estos dos lagos han persistido a pesar de cuatro siglos de intentos de drenar el Valle. El Lago Tláhuac-Xico “reapareció” en la depresión causada por el sobrebombeo de los pozos Mixquic-Santa Catarina. Se requiere sanear (entubando las descargas que lo contaminan actualmente) y profundizar su vaso, para que no se extienda sobre las colonias de Tláhuac y Valle de Chalco. De esta manera podrá proveer agua fresca, potabilizada al suroriente de la ciudad en sustitución del sobrebombeo.

Reducir fugas: 13 m³/s



Eliminar fugas, con sectorización (para evitar presiones altas en el sistema); instalación tubería flexible en zonas con hundimientos diferenciales; y estabilizando los acuíferos.

Infiltrar aguas tratadas y potabilizadas a los acuíferos en Tláhuac, Milpa Alta y Chalco: 1 m³/s

La infiltración de agua vía lagunas en zonas muy permeables es mucho más seguro y económico que los espectaculares proyectos de inyección (vía bombeo, penetrando profundas capas de arcillas) actualmente propuestos en Texcoco y Cerro de la Estrella.



La economía de la sustentabilidad

Frente la escasez hídrica, es tentador exigir o prometer nuevos proyectos para importar agua de otras cuencas o extraer y potabilizar agua fósil de profundidades extremas. Las inversiones requeridas son aparentemente justificadas por los volúmenes aprovechables. Sin embargo, estos cálculos no incluyen los altos costos de operación de este tipo de proyecto, sin mencionar los costos ambientales y sociales, o su vulnerabilidad a alzas en el costo de energéticos.

En el siguiente ejercicio, se muestra que, en realidad, es más económico y seguro invertir en infraestructura para aumentar nuestra capacidad de aprovechar aguas pluviales, que en costosos proyectos de importación o sobreexplotación.

Sistema	Inversión inicial requerida (\$/100 m ³ /año)	Vida útil de la obra	Inversión inicial amortizado (por 100 m ³ /año capacidad)	Costo de op y mtmto (por 100 m ³ /año)	Costo ambiental, (por 100 m ³ /año)	Costo total (inversión inicial, más O&M, y costo ambiental)	Pérdida por fugas	Costo final (por 100 m ³ /Año)
Cisterna y canaletas	666.0	60	10.01	200	0	210	0%	200
Pozo para sobreex-tracción de acuíferos	4.2	20	0.21	600	500	1100	30%	1430
Envío vía pipa	15.6	10	1.56	500	100	602	2%	614
Agua sobreex-traída, entrega vía pipa	19.8		1.77	1100	600	1702	2%	1736
Importación de Tula	38.0	30	1.26	2000	100	2101	40%	2941

Bases de cálculo:

Cisterna escolar: Costo de construcción: \$800/m³ capacidad, incluyendo canaletas; agua disponible: 1.3 m³/año por m³ capacidad (debido a que se va ocupando el recurso durante los 2 meses cuando el año escolar coincide con la temporada de lluvias; vida útil 60 años; \$200/año mantenimiento; ventajas ambientales, sin pérdidas por fugas.

Sobreex-tracción del acuífero: \$4 millones para pozo de 30 lps capacidad, con vida útil de 20 años; \$6/m³ costo extracción (no incluye pago de derecho) y mantenimiento líneas distribución, \$5/m³ en daños a inmuebles; 30% pérdida en fugas locales, por hundimientos diferenciales.

Entrega vía pipa de agua sobreextraída: Costo pipa 20 m³ capacidad, \$300 mil; 10 años vida útil; costo operación y mantenimiento, \$5/m³ entregado; costo ambiental, \$1/m³ entregado; 2% pérdida por fugas (entre pozo y escuela).

Importación de Tula, vía acuíférico: (importación vía 4ª etapa de Cutzamala tendría costos de construcción, operación, mantenimiento y ambientales mucho más altos) \$6 mil millones para 5 m³/s, incluyendo potabilizadora, bombas y adaptaciones a sistema de distribución; vida útil 30 años; \$20/m³ costo operación y mantenimiento a lo largo de vida útil, debido a alza esperado en costo de bombeo; costo ambiental, \$1/m³ en efecto invernadero de energéticos empleados; 40% fugas debido a necesidad de transportar el agua 94 km.

Cada metro de agua sobreextraída de los acuíferos de la Subcuenca Amecameca, La Compañía y Tláhuac-Xico resulta en \$5.3 en daños a inmuebles en la Subcuenca.

Los 60 Mm³/año (1.9 m³/s) actualmente sobreextraídos de los acuíferos de la Subcuenca están resultando en 319 MDP/año en daños de la siguiente magnitud:

- 100 MDP/año, por \$20,000/año daños a 5,000 casas y cisternas
- 30 MDP/año, por 100 viviendas destruidas al año, con valor promedio de \$300 mil cada una
- 40 MDP/año, por 400 MDP en PTAR destruidas en 10 años, por hundimientos diferenciales
- 22 MDP/año en daños a calles, carretera Tláhuac-Xico y autopista México-Puebla
- 20 MDP/año en daños a escuelas
- 40 MDP/año en adquisición, operación y mantenimiento de equipos de bombeo
- 25 MDP/año en daños a líneas hidráulicas (ruptura, pérdida de pendiente)
- 25 MDP/año en daños a pozos profundos (pérdida de caudal, desvío)
- 15 MDP/año en daños al patrimonio histórico
- 2 MDP/año inhabilitación de tierras ejidales, por lluvias acumuladas en zonas hundidas

Estimaciones iniciales, basadas en inventarios realizados por el Sistema de Monitoreo de Hundimientos y Grietas de la Comisión de Cuenca Ríos Amecameca y La Compañía, 2011.

ESTRATEGIA 6: CONSTRUCCIÓN DE INSTANCIAS Y CAPACIDADES

LA PUESTA EN MARCHA DEL PLAN HÍDRICO REQUERIRÁ DE LA CONSOLIDACIÓN DE LAS INSTANCIAS DE LA COMISIÓN DE CUENCA, Y DE LA CONSTRUCCIÓN DE CAPACIDADES DE SUS INTEGRANTES.



ESTRATEGIA 6: CONSTRUCCIÓN DE INSTANCIAS Y CAPACIDADES PARA LA PUESTA EN MARCHA DEL PLAN

Objetivo 6.1. Contar con las instancias de coordinación y las asesorías técnicas requeridas para la instrumentación del Plan

- 6.1.1. Potenciar a los Grupos Especializados
- 6.1.2. Crear Unidades Técnicas de Apoyo
- 6.1.3. Conformar los Comités de Microcuenca
- 6.1.4. Conformar los COTAS Chalco-Amecameca y ZMCM

Objetivo 6.2. Gestionar los proyectos estratégicos del Plan por etapa

Objetivo 6.3. Establecer Sistemas de Monitoreo para evaluar el impacto del Plan

- 6.3.1. Monitoreo de cauces
- 6.3.2. Monitoreo de grietas, hundimientos, y de calidad y niveles freáticos de aguas subterráneas
- 6.3.3. Monitoreo de autorizaciones
- 6.3.4. Mapas interactivos en línea

La sustentabilidad de la Subcuenca Amecameca, La Compañía y Tláhuac-Xico exige el desarrollo de nuevas capacidades e instancias de coordinación por parte de los actores comunitarios y gubernamentales. Por un lado, invita a que los actores comunitarios sistematicen su experiencia y enriquezcan sus conocimientos sobre su territorio, asumiendo nuevos papeles de responsabilidad al lado de los funcionarios gubernamentales. Por el otro, requiere que las autoridades del agua aprendan a compartir información y funciones, en nuevos espacios más amplios, complejos y transparentes, de planeación, gestión, instrumentación y evaluación.¹

Para todos, implica construir consensos y coordinarse continuamente con otros actores con distintas perspectivas, intereses inmediatos y estilos organizacionales. Con todo lo difícil e incierto que es, este proceso es favorecido por el reconocimiento de que nuestra seguridad hídrica depende de nuestra capacidad de trabajar juntos para lograrla.

Esta estrategia se enfoca en las instancias requeridas para la instrumentación del Plan Hídrico, así como sus etapas y posibles fuentes de financiamiento, y los sistemas de monitoreo que permitirán evaluar los avances, y su impacto.

¹ En esta etapa, en la cual existen pocas Comisiones de Cuenca realmente funcionando, ha sido vital contar con el apoyo del marco legal (Artículos 13 y 14 de la Ley de Aguas Nacionales); de la Gerencia de Consejos de Cuenca de la Conagua; la Universidad Autónoma Metropolitana; instituciones comprometidas con la gestión integral de cuenca como son el Fondo Mexicano para la Conservación de la Naturaleza y la Fundación Gonzalo Río Arronte; y actores comunitarios y de gobiernos locales con extraordinaria visión y compromiso.

OBJETIVO 6.1. CONTAR CON LAS INSTANCIAS DE COORDINACIÓN Y LAS ASESORÍAS TÉCNICAS REQUERIDAS PARA LA INSTRUMENTACIÓN DEL PLAN

Este objetivo se enfoca en las instancias de colaboración, decisión, ejecución y administración requeridas para la instrumentación del Plan Hídrico.

Los intensos procesos de colaboración para la elaboración del Plan Hídrico a lo largo y ancho de la Subcuenca Amecameca, La Compañía y Tláhuac-Xico, han sentado las bases para activar las estructuras requeridas para su gestión y puesta en marcha. En particular, los Grupos de Trabajo regionales han dado lugar a los Grupos Especializados; y los talleres de planeación zonal han abierto el camino para los Comités de Microcuenca. Adicionalmente, se propone la conformación de Unidades de Asesoría, para asumir de manera permanente las asesorías realizadas por el Equipo de Apoyo al Plan Hídrico; y la instalación de los Comités Técnicos de Aguas Subterráneas (COTAS) para los Acuíferos Chalco-Amecameca y Zona Metropolitana de la Ciudad de México.

6.1.1. POTENCIAR A LOS GRUPOS ESPECIALIZADOS

Los Grupos Especializados de la Comisión de Cuenca representan los principales espacios de colaboración en torno a los objetivos y proyectos estratégicos del Plan Hídrico de la Subcuenca Amecameca, La Compañía y Tláhuac-Xico.

GRUPO ESPECIALIZADO INFILTRACIÓN²

Este Grupo Especializado está participando en el diseño de proyectos cuyo objetivo es retener suelos y agua desde cada una de las tres subcuencas. Sus actividades in-

cluyen procesos de capacitación para el diseño y manejo de obras; la gestión de obras para retención e infiltración agua pluvial, retención de suelos y restauración forestal; y el diseño de mecanismos para garantizar el mantenimiento de obras. También han organizado visitas a zonas con manejo modelo, como es el Volcán Teuhtli. Actualmente, este Grupo está funcionando a nivel de cada una de las tres subcuencas, con una dinámica intensa en la subcuenca Río La Compañía, en donde se está realizando un proceso de diseño participativo de obras para manejar caudales extraordinarios en sus siete principales barrancas.

Sus integrantes incluyen: Conafor, Corena, ProBosque, Conanp, ejidos y comunidades forestales, sector minero³; especialistas.

GRUPO ESPECIALIZADO TRATAMIENTO Y REUSO DE AGUAS RESIDUALES (SANEAMIENTO)

Este Grupo Especializado está trabajando en varias líneas:⁴

- ▶ La reparación de PTAR existentes, y en su caso, su conversión a tecnologías anaerobias-aerobias, para disminuir costos de operación y mantenimiento
- ▶ El saneamiento del Río Amecameca, vía PTAR municipales y comunitarias
- ▶ Estrategias para lograr que las empresas constructoras de las unidades habitacionales cumplan con su obligación legal de construir o financiar PTAR funcionales.
- ▶ Programas de capacitación y asesorías para operadores

² Los Grupos Especializados de Infiltración y de Saneamiento, anteriormente funcionaban como uno solo, siendo el G.E. Técnico.

³ Se buscará involucrar al sector minero en cambiar su modo de operación para prevenir el azolve de obras cuenca abajo, y para generar hoyas que podrán servir como lagunas de almacenamiento o de infiltración.

⁴ La gestión de la PTAR Xico-Mixquic, junto con la habilitación de los sistemas de canales, será tratado también por el Grupo Especializado Zona Lacustre Tláhuac-Xico.

Sus participantes incluyen: la Conagua, la CAEM; el SACM; los Odapas de Valle de Chalco, Ixtapaluca y Chalco; Agua y Saneamiento Amecameca; Municipios de Tlalmanalco, Cocotitlán, Ayapango, Juchitepec, Tenango del Aire, Temamatla del Estado de México y Delegación Tláhuac en el Distrito Federal; Asociación de Industriales del Oriente del Estado de México; comunidades interesadas en gestionar y operar micro Plantas de Tratamiento de Aguas Residuales.

Este Grupo Estratégico será apoyado por la Unidad de Asesorías en Saneamiento, y se coordinará cercanamente con el Sistema de Monitoreo de Cauces.

Se espera lograr la reactivación del Grupo Especializado de Saneamiento del Consejo de Cuenca, para posibilitar la coordinación e intercambio de experiencias que permitirán apoyar tanto la consolidación como la replicación de experiencias modelo de tratamiento y reuso de aguas residuales en la Cuenca.

GRUPO ESPECIALIZADO ZONA LACUSTRE TLÁHUAC-XICO

Este Grupo Especializado ha sentado las bases para la creación, gestión y puesta en marcha de un Programa Metropolitano para el rescate integral de la Zona Lacustre Tláhuac-Xico, el cual comprende la construcción de la PTAR Xico-Mixquic; el saneamiento y habilitación del Lago Tláhuac-Xico; la recuperación de los sistemas de canales; la elaboración de un Plan Maestro para optimizar las funciones hídricas, ambientales, agroecológicas y culturales de la región; y la gestión de la designación de la zona como sitio RAMSAR.

Sus participantes incluyen ejidatarios con tierras inundadas y/o con la necesidad de agua para canales, chinampas y riego, como son los ejidos de Tláhuac, Mixquic, Tlaltenco, Tecomitl, San Juan Ixtayopan, Tulyehaulco; colonos en riesgo de inundación; Secretarías y Directores de Desarrollo Metropolitano del

Estado de México y del Distrito Federal, municipales y delegacionales; Conagua, CAEM, SACM; Protección Civil y los Directores de Ecología.

GRUPO ESPECIALIZADO DE ORDENAMIENTO

Desde la formación de la Comisión de Cuenca en 2008, este Grupo Especializado de Ordenamiento (GEO) ha contado con la participación de los usuarios de aguas subterráneas y de las comunidades afectadas por proyectos urbanos que no han cumplido con la normatividad. Espera contar además con la participación de representantes de la Procuraduría Federal de Protección al Ambiente (Profepa), la Procuraduría del Ambiente y Ordenamiento Territorial, y la Procuraduría de Protección al Ambiente del Estado de México.

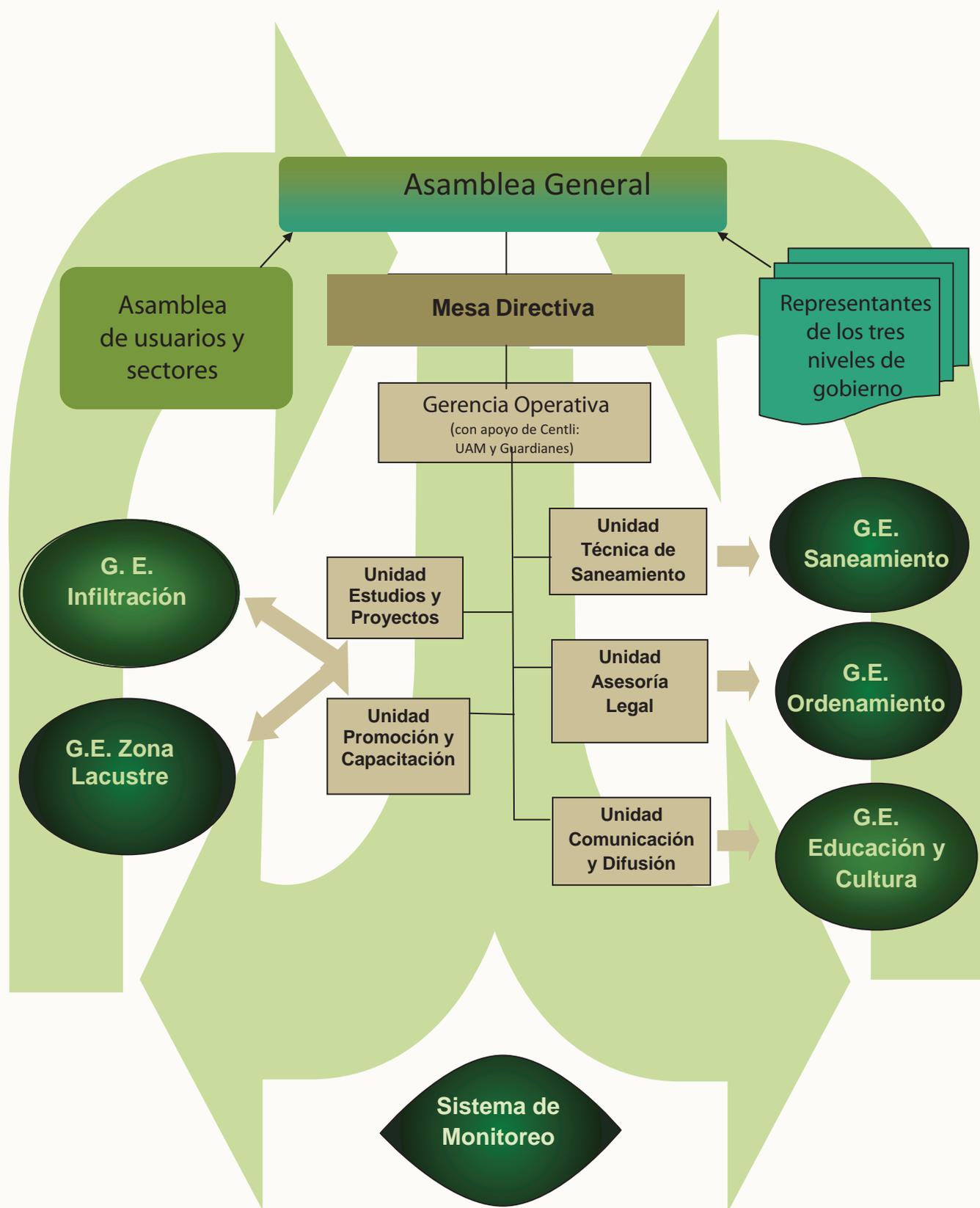
El GEO vigila los procesos de autorización para nuevos proyectos de urbanización en la zona, para garantizar que se respete la capacidad de carga de la subcuenca y sus acuíferos. También mantiene una relación cercana con el Grupo Especializado de Ordenamiento que funciona a nivel del Consejo de Cuenca. Se coordinan con el Organismo de Cuenca Aguas del Valle de México (OCAVM) para corregir las irregularidades en el sistema de concesiones a aguas subterráneas.

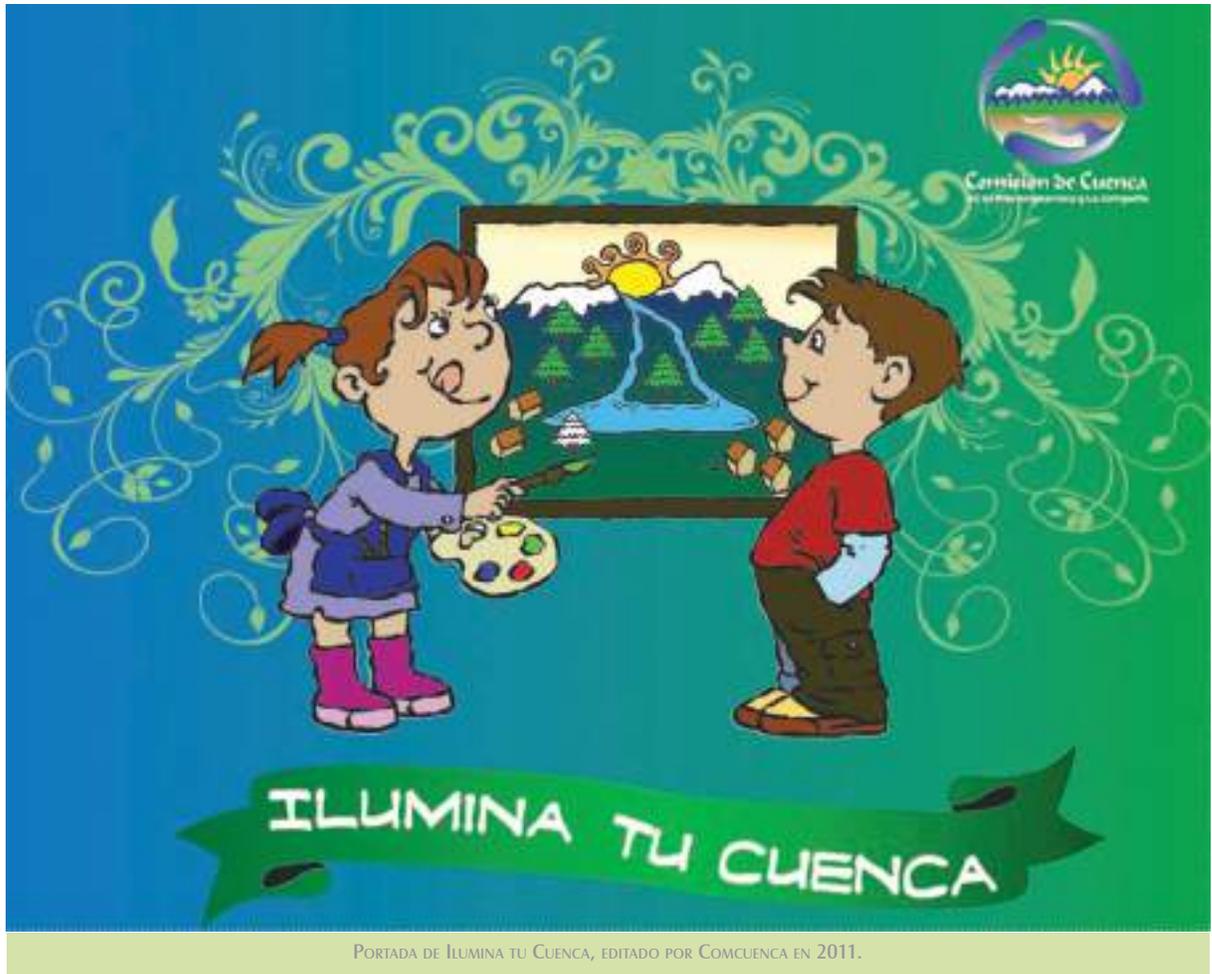
Asesorado por la Unidad de Asesoría Legal, el GEO presentará informes públicos y denuncias, y buscará estrategias para lograr que haya pleno cumplimiento con el marco legal en la Subcuenca. Este Grupo asesorará la formación del Comité Técnico de Aguas Subterráneas del Acuífero Chalco-Amecameca.

GRUPO EDUCACIÓN Y CULTURA

Este Grupo Estratégico, en el cual participan maestros, jóvenes, funcionarios municipales y delegacionales así como representantes de los Odapas, diseña y realiza campañas para el rescate de los ríos, bosques, chinampas y

Esquema propuesta para la Comisión de Cuenca de los Ríos Amecameca y La Compañía





PORTADA DE ILUMINA TU CUENCA, EDITADO POR COMCUENCA EN 2011.

la zona lacustre; organiza foros de intercambio, publicaciones, talleres de capacitación en la nueva cultura del agua; y gestiona el equipamiento de escuelas en zonas de escasez con ecotécnicas.

Apoya con contenidos para la publicación del boletín de la Comisión de Cuenca. Su campaña más reciente fue “Ilumina tu Cuenca”, a través de la cual se elaboró y se distribuyó un libro para colorear, para así difundir conceptos básicos de gestión de cuenca, entre niños de educación primaria.

Asimismo, este Grupo Estratégico colaboró en la Caravana Por el Agua “Ce atl”, llevada a cabo del 15 de mayo al 5 de junio de 2011, con el objetivo central de difundir las propuestas del Plan Hídrico de las Subcuencas Amecameca, La Compañía y Tláhuac-Xico entre comunidades y autorida-

des locales de las poblaciones próximas al lago Tláhuac-Xico (Sierra de Santa Catarina en Iztapalapa, Valle de Chalco, Xico, Mixquic, Tecomitl, Tláhuac, el Molino y Xochimilco), logrando convocar iniciativas artísticas, culturales y educativas en torno a este tema. (Más información en: www.caravanaporelagua.org).

6.1.2. CREAR UNIDADES TÉCNICAS DE APOYO

La gestión integral de la Subcuenca exige un proceso de construcción de capacidades locales, así como de la sistematización y provisión de datos y conocimientos, desde una instancia abierta a la participación de todos, que trasciende límites territoriales, trienales y sexenales. La Ley de Aguas Nacionales asigna este papel a las Comisiones de Cuenca.

Unidad Técnica de Asesorías	Funciones	Instancias con las cuales se coordina
Saneamiento	Apoyar en diseño y buen funcionamiento de las PTAR; contar con un laboratorio para el análisis de calidad del agua; capacitar y asesorar a operadores de PTAR; y coordinar los Sistemas de Monitoreo de Cauces y de Calidad de Agua Potable.	GE Saneamiento
Estudios y Proyectos	Elaborar estudios de factibilidad y proyectos ejecutivos; asesorar diseño de obras; manejo del Sistema de Información Geográfica, incluyendo mapas interactivos en línea; modelación hidrológica y análisis costo-beneficio (hídrico, económico, ambiental y social); manejo de un acervo de planos y datos de los organismos operadores, dependencias estatales y federal sobre la zona*; asesorías en hidrogeología e hidrología; estudios topográficos; diseño y recomendación de ecotécnicas; asesorar los Sistemas de Monitoreo de Grietas y Hundimientos; Calidad de Agua Subterránea y Escasez de Agua Potable.	GE Infiltración, Zona Lacustre y Sistema de Monitoreo; COTAS
Promoción y capacitación	Apoyar la construcción de capacidades de actores comunitarios, municipales y delegacionales; para la gestión e instrumentación de los proyectos locales del Plan Hídrico; orientación de nuevos funcionarios.	GE Infiltración, Zona Lacustre, Sistema de Monitoreo; Sectores; Comités de Microcuenca
Asesoría Legal	Apoyar a gobiernos locales y organismos operadores para que las unidades habitacionales cumplan con la normatividad; preparar y dar seguimiento a denuncias y demandas; capacitar en derecho ambiental; asesorar la gestión de decretos de protección para áreas de alto valor hídrico; asesorar al Sistema de Monitoreo de Concesiones y Autorizaciones, y de Inversiones Públicas en Obras Hidráulicas.	GE Ordenamiento; COTAS
Comunicaciones y Cultura	Coordinar elaboración de materiales impresos y audiovisuales de difusión; organizar campañas, foros, intercambios, eventos artísticos, campamentos.	GE Educación y Cultura

*Una función principal de este acervo será garantizar el acceso a nuevas autoridades.

EL CENTRO PARA LA SUSTENTABILIDAD "CENTLI" ES UN PROYECTO DE LA UNIVERSIDAD AUTÓNOMA METROPOLITANA; GUARDIANES DE LOS VOLCANES, A.C.; Y ESTUDIOS Y PROYECTOS SIERRA NEVADA, SOC. COOP., QUE BUSCA PROMOVER EL MANEJO COMUNITARIO Y SUSTENTABLE DE LOS RECURSOS NATURALES DE LA REGIÓN DE LOS VOLCANES. DESDE EL AÑO 2006, EN EL CONTEXTO DEL PROYECTO "CUENCAS Y CIUDADES", APOYADO POR EL FONDO MEXICANO PARA LA CONSERVACIÓN DE LA NATURALEZA (FMCN) Y LA FUNDACIÓN GONZALO RÍO ARRONTE, CENTLI HA COLABORADO CON EL ORGANISMO Y CONSEJO DE CUENCA VALLE DE MÉXICO, PARA LA CONSTRUCCIÓN DE LA COMISIÓN DE CUENCA RÍOS AMECAMECA Y LA COMPAÑÍA. MÁS RECIENTEMENTE, POR CONVENIO CON LA COMISIÓN DE CUENCA, CENTLI COORDINÓ LA ELABORACIÓN DEL PLAN HÍDRICO PARA LA GESTIÓN INTEGRAL DE LAS SUBCUENCAS AMECAMECA, LA COMPAÑÍA Y TLÁHUAC-XICO.



Hasta la actual etapa del proceso, las actividades de investigación, asesoría y capacitación para la gestión integral de la Subcuenca, han sido realizadas en gran parte por investigadores de la UAM y promotores-investigadores de Guardianes de los Volcanes (siendo jóvenes profesionistas de la región), a través del Centro para la Sustentabilidad Incalli Ixcahuicopa (Centli), contando a su vez con la valiosa colaboración de investigadores de la Universidad Autónoma del Estado de México (UAEM), el Tecnológico Universitario del Valle de Chalco, el Tecnológico de Estudios Superiores Chalco, la Universidad Autónoma de la Ciudad de México, la Universidad Autónoma de Chapingo y la Universidad Nacional Autónoma de México (UNAM).

Estos investigadores han generado una extensiva base de datos geográficos disponible en línea⁵, estudios de factibilidad, propuestas técnicas, proyectos ejecutivos y hasta el mismo Plan Hídrico. El trabajo ha exigido esfuerzos extraordinarios por parte de los

participantes, sin contar con la asignación de recursos oficiales para estos fines.⁶

Al pasar de los procesos de diagnóstico y planeación, a la etapa de instrumentación, se requiere consolidar las capacidades de investigación y asesoría como parte integral de la propia Comisión de Cuenca, guiados por sus Grupos Especializados, manteniendo, a su vez, la relación vital con la universidad pública y asociaciones afines.

Hacia este fin, se propone la conformación de Unidades de Asesoría, a ser coordinadas por la Gerencia Operativa de la Comisión de Cuenca, las cuales trabajarán cercanamente con los Grupos Especializados en el diseño, gestión, ejecución y evaluación de sus proyectos estratégicos.

5 Ver: www.comisiondecuencaamecameca.com.mx.

6 Es interesante notar que el Convenio de Colaboración OCAVM-DP-MEX-10-476-RF-CC, asignó \$2.38 millones a una institución ajena al proceso de planeación, para la elaboración del "Plan Hídrico de Gran Visión en la Cuenca de los Ríos Amecameca y La Compañía" a ser entregado en 2010; desafortunadamente, hasta la fecha (mayo 2011), sus productos no han sido presentados a la Comisión de Cuenca.

6.1.3. CONFORMAR LOS COMITÉS DE MICROCUENCA

Estos Comités funcionarán a nivel de microcuenca, y por lo tanto, representarán un espacio importante de colaboración en función de problemáticas y objetivos locales, que pueden incluir la prevención de inundaciones, el saneamiento de una sección del río o la defensa frente a proyectos de urbanización que ponen en riesgo la seguridad hídrica de las comunidades.

Algunos de estos Comités están en proceso de formación, gracias a la confluencia de actores locales con visión e iniciativa; en otros, los esfuerzos están avanzando más bien a nivel comunitario, ejidal o municipal, sin lograr todavía un nivel de coordinación por microcuenca.

6.1.4. CONFORMAR LOS COTAS CHALCO-AMECAMECA Y ZMCM

Los Comités Técnicos de Aguas Subterráneas son conformados por: los concesionarios o asignatarios de aguas subterráneas, por uso (los usuarios según la Ley de Aguas Nacionales); por sectores de la sociedad afectadas por la sobreexplotación; y por grupos académicos especializados y otras organizaciones de la sociedad cuya participación enriquezca la planificación hídrica y la gestión de los recursos hídricos.⁷

La instalación del COTAS Acuífero Chalco Amecameca será un proceso relativamente sencillo, dado que prácticamente todos sus concesionarios ya forman parte de los Comités de Usuarios de la Comisión de Cuenca; solo faltará incorporar a los investigadores y a los afectados por grietas y hundimientos.

Esta instancia tendría la tarea de generar estrategias para reducir los actuales niveles de extracción hasta que lleguen a ser sustentables (o sea, que no exceden los volúmenes recargados).

Una de las primeras tareas del COTAS será la elaboración colaborativa del Plan de Manejo del Acuífero Chalco-Amecameca, a contemplar, entre otros temas, la posible reubicación y/o clausura de los pozos más implicados en los actuales procesos de hundimientos y grietas; el diseño de estrategias para reducir la demanda; acciones requeridas para eliminar potenciales fuentes de contaminación del acuífero (tiraderos a cielo abierto y uso de agroquímicos en zonas de recarga); y la propuesta de proyectos para aumentar los volúmenes recargados.

Otra función vital del COTAS será el monitoreo de los procesos de autorización para proyectos urbanos sobre las zonas de recarga, así como la gestión de decretos para lograr su protección y buen manejo.

Queda pendiente la tarea de conformar los COTAS de los Acuíferos Zona Metropolitana de la Ciudad de México y Texcoco.

⁷ Hasta recientemente, la Conagua ha construido los COTAS estrictamente entre los concesionarios de aguas subterráneas. Sin embargo, el Artículo 14 de la Ley de Aguas Nacionales especifica que: “Se brindarán apoyos para que las organizaciones ciudadanas o no gubernamentales con objetivos, intereses o actividades específicas en materia de recursos hídricos y su gestión integrada, participen en el seno de los Consejos de Cuenca, así como en Comisiones y Comités de Cuenca y Comités Técnicos de Aguas Subterráneas. Igualmente se facilitará la participación de colegios de profesionales, grupos académicos especializados y otras organizaciones de la sociedad cuya participación enriquezca la planificación hídrica y la gestión de los recursos hídricos.”

OBJETIVO 6.2. GESTIONAR LOS PROYECTOS ESTRATÉGICOS DEL PLAN

Los cuatro proyectos estructuradores del Plan Hídrico son:

- ▶ Paquetes de obras para la retención de aguas pluviales en cuenca alta y media
- ▶ Lago Tláhuac-Xico
- ▶ PTAR Xico-Mixquic
- ▶ COTAS Chalco-Amecameca

Estos cuatro proyectos, en su conjunto, permitirán reorientar el modelo de gestión hídrica en la Subcuenca Amecameca, La Compañía y Tláhuac Xico, para salir de la actual dinámica de crisis crónicas de proporciones crecientes, e iniciar el camino hacia el equilibrio hídrico y la restauración ambiental de la Subcuenca.

Por su costo y la escala de su impacto, estos proyectos son de carácter metropolitano. Los primeros tres implican la inversión de 500; 3,000; y 1,500 MDP, respectivamente, y el cuarto requiere de una voluntad política sin precedente. Al realizarse, se evitaría el consumo de energéticos, riesgo y desperdicio representado por la expulsión y traslado a lo largo del oriente del área metropolitana, de volúmenes cada vez mayores de aguas residuales y pluviales (186 Mm³/año en 2010).

Su gestión requerirá de la apertura para instrumentar obras y políticas que reconozcan los límites de la Subcuenca, y optimicen el potencial de su territorio y de sus comunidades, posponiendo por el momento algunos de los grandes proyectos programados para la región.⁸

FINANCIAMIENTO DE LOS PROYECTOS ESTRATÉGICOS

Los proyectos estructuradores requerirán de financiamiento por parte del Fondo Metropolitano, Fideicomiso 1928 y recursos federales directos, posiblemente desde la lógica de seguridad nacional, como ha sugerido el Director General de la Conagua, debido al nivel de riesgo que sufren los habitantes de cuenca baja.

FONDO METROPOLITANO

Los recursos del “Fondo Metropolitano de Proyectos de Impacto Ambiental en el Valle de México” provienen del presupuesto federal, acordado por la legislatura, con una asignación anual de \$3 a 5 mil millones para obras de común acuerdo y beneficio entre los gobiernos del Distrito Federal y los estados de México e Hidalgo, siendo los fideicomitentes del Fondo, con tres votos por parte de cada gobierno.⁹

Las principales inversiones de este Fondo en la Subcuenca 2009-2011 han sido: Línea 12 del metro (2,691 MDP), Colector Cuauhtémoc, Ixtapaluca (37 MDP), obras sociales en San Pedro Atlapulco (38 MDP), pavimentación carretera Juchitepec-Tepetlixpa (37 MDP), rehabilitación plantas de bombeo Ixtapaluca y Cuautitlán (11.8 MDP), y el proyecto hidrológico derivado de la ampliación de la autopista México-Puebla (5 MDP).

Para la toma de decisiones, el Comité Técnico del Fondo se auxilia de un Subcomité de Evaluación de Proyectos que está designado por “Los Fideicomitentes”, propone,

8 En los últimos tres años, se han gastado 2,700 MDP en la Subcuenca, en el Túnel La Compañía y el “ducto de estiaje”, mientras que sigue en aumento la sobreexplotación de los acuíferos y los volúmenes de agua que arrasan las zonas de recarga e inundan Tláhuac y Valle de Chalco. Las próximas obras programadas para la Subcuenca son las siete macrocortinas mecánicas, que retendrán aguas pluviales arriba de Ixtapaluca por un periodo máximo de 24 horas y el Túnel Canal General (\$2,000 millones).

9 Los fideicomitentes del Fondo son los Secretarios de Finanzas, de Gobierno, y de la Coordinación General de Programas Metropolitanos del Gobierno de Distrito Federal; los Secretarios de Finanzas, General de Gobierno y Programas Metropolitanos por parte del Estado de México; y los Secretarios de Finanzas y Administración, de Gobierno y de Planeación y Desarrollo Regional del Estado de Hidalgo.

con el sustento técnico y jurídico, las obras y acciones que considere necesarias para el cumplimiento de los fines del fideicomiso.

La PTAR Metropolitana Xico-Mixquic y la infraestructura requerida para su potabilización y recarga, representa un proyecto especialmente apto para gestionarse frente al Fondo Metropolitano, dado que las aguas a tratar son de origen metropolitano (Ixtapaluca, Chalco, Valle de Chalco y Tláhuac); y los beneficiarios incluyen los habitantes afectados por hundimientos, grietas e inundaciones con aguas “negras”, así como agricultores y chinamperos tanto del Estado de México como del Distrito Federal.

FIDEICOMISO 1928

La instancia cuyas decisiones determinan el modelo de gestión hídrica en la Cuenca de México es el Comité Técnico del Fideicomiso 1928¹⁰, el cual financia obras hidráulicas de gran escala con unos \$3 mil millones al año. Estos recursos provienen del pago de derechos por el agua en bloque por parte de los gobiernos del Estado de México y del Distrito Federal.

A pesar de tratarse de recursos públicos, los integrantes, estatutos, reglas de operación y minutas del Fideicomiso 1928, son consideradas información clasificada, y de secrecía bancaria (vea Hoja Explicativa). Aparentemente el Fideicomiso 1928 es administrado por un Comité Técnico, presidido por la Conagua (siendo el área responsable la Subdirección General de Agua Potable, Drenaje y Saneamiento), y conformado por representantes del Gobierno del Distrito Federal y del Gobierno del Estado de México, con la presencia de uno o más representantes de la SHCP y de Banobras.

Su obra principal entre 2007-2012 ha sido la construcción del Túnel Emisor Oriente (costo total \$19.5 mil millones¹¹), cuya entrada en Ecatepec se encuentra 8 metros arriba y 29 km de distancia de las zonas de inundación en Valle de Chalco y Tláhuac. Desafortunadamente, las obras financiadas por este fideicomiso con impacto en esta Subcuenca han sufrido serios problemas de diseño y funcionamiento del Túnel La Compañía; la ampliación de la capacidad de PTAR Cerro La Estrella (que sin embargo, habiéndose invertido \$226 millones, disminuyó su capacidad); las Plantas de Bombeo San José y Paso del Toro y el “paquete de las 23 obras” (reparación de los bordos de Río Amecameca y Canal General).

El Fideicomiso 1928 tendría potencial para realizar un papel vital en la gestión hídrica sustentable de la Cuenca de México. Lo anterior requeriría lograr que la información sobre sus decisiones sea de acceso público; que las obras propuestas sean sometidas a un análisis científico objetivo de costo-beneficio; que el manejo de recursos sea transparente y que las respectivas Comisiones de Cuenca participen del proceso de toma de decisiones y su ejecución.

El Fideicomiso 1928 tiene la capacidad de financiar las tres etapas de la habilitación del Lago Tláhuac-Xico.

FIDEICOMISO FONDO PARA EL FINANCIAMIENTO DE ESTUDIOS PARA PROYECTOS DE INFRAESTRUCTURA “FEPI”

Los fideicomitentes del Fondo para el Financiamiento de Estudios para Proyectos de Infraestructura (FEPI) FEPI son empresas

¹⁰ El Fideicomiso 1928 fue establecido originalmente para manejar un préstamo del Banco Interamericano de Desarrollo y la agencia japonesa JICA, para macroplantas de tratamiento a la salida de la Cuenca. Su Segundo Convenio Modificatorio, firmado 17 febrero 2006, permitió la confluencia de recursos del GDF y Gobierno del Estado de México; el Tercer Convenio Modificatorio del Fideicomiso, aprobado el 19 diciembre 2008, permite la confluencia de recursos privados en el Fideicomiso.

¹¹ <http://www.conagua.gob.mx/CONAGUA07/Noticias/SeguimientoPNI.pdf>; Esta obra recibió recursos federales, además de los del Fideicomiso 1928.

reconocidas del ramo de la construcción, y los fideicomisarios son los fideicomitentes, en proporción a sus respectivas aportaciones. El fiduciario es Banco Inbursa, con la comparecencia del Banco Nacional de Obras y Servicios Públicos y Fondo Nacional de Infraestructura¹². Es un fondo revolvente que financia proyectos ejecutivos, bajo acuerdos gubernamentales de devolver el recurso aportado, al lograr el financiamiento de la obra.

La Comisión de Cuenca ha logrado la pre-autorización por parte de FEPI de los recursos requeridos para la elaboración de los Proyectos Ejecutivos para el Proyecto Lago Tláhuac-Xico, la PTAR Xico-Mixquic y el proyecto “Lagunas de Infiltración para el Río Amecameca”.

FUNDACIÓN GONZALO RÍO ARRONTE

Esta Fundación fue creada en el año 2000, con el objetivo de apoyar proyectos en las áreas de Salud, Adicciones y Agua. El Comité de Agua ha generado procesos modelo de cooperación inter-institucional y comunitaria para la restauración de cuencas en Pátzcuaro, Michoacán; Apatlaco, Morelos; Tehuacán, Puebla; Valles Centrales de Oaxaca; entre muchos otros.

Esta fundación, junto con el Fondo Mexicano para la Conservación de la Naturaleza, a través del proyecto Cuencas y Ciudades, ha apoyado los procesos iniciales de promoción y diagnóstico que llevaron a la formación de la Comisión de Cuenca Ríos Amecameca y La Compañía, así como la elaboración y difusión de su Plan Hídrico.

La Fundación está promoviendo la firma de un convenio multi-institucional y multi-anual para la instrumentación del Plan Hídrico de la Subcuenca Amecameca, La Compañía y Tláhuac-Xico.

THE NATURE CONSERVANCY (TNC)

Esta agencia de conservación ha apoyado la formación de “Fondos del Agua”, interinstitucionales en América Latina, para lograr el buen manejo de cuencas proveedoras de agua a grandes ciudades. Estos fondos, el primero del cual fue iniciado en Quito, Ecuador, en el año 2000, representan un mecanismo innovador para convocar la cooperación entre los sectores público, privado y comunitario. Están dirigidos a proyectos de manejo de cuenca, con beneficios hídricos, ambientales, económicos y sociales cuantificables, por cada peso aportado. Su software, llamado “InVEST” será utilizado por la Comisión de Cuenca RALC para los análisis costo-beneficio de las obras propuestas por el Plan Hídrico. The Nature Conservancy ha expresado interés en participar en el rescate y ampliación de las zonas chinamperas, y en la retención de agua en cuenca alta, para revitalizar ecosistemas forestales.

MECANISMOS LOCALES DE PAGO POR SERVICIOS AMBIENTALES A TRAVÉS DE FONDOS CONCURRENTES DE LA COMISIÓN NACIONAL FORESTAL (CONAFOR)

La Conafor, a través de la Gerencia de Servicios Ambientales del Bosque, está promoviendo convenios de colaboración para la creación y manejo de esquemas locales de fondos concurrentes para el otorgamiento de pagos a proveedores de servicios ambientales. La Conafor garantiza complementar recursos gestionados de otras fuentes, para su aplicación en programas multi-anales de pagos directos y asesorías para la recuperación de bosques, en zonas forestales que no están cubiertas por programas de manejo de recursos maderables. La Gerencia de Servicios Ambientales de la Conafor, desea participar en la ejecución del Plan Hídrico, en el diseño e instrumentación de proyectos para la retención de suelos y densificación de la masa forestal en las subcuencas.

¹² El Fonadin se constituyó en 2008, financiado parcialmente por el Fondo de Inversión en Infraestructura (FINFRA), para fomentar la participación del sector privado en el desarrollo de infraestructura de comunicaciones, transporte, agua, medio ambiente y turismo.

ETAPAS

ETAPA 0: 2011

En esta etapa preliminar, se habrá construido los consensos básicos del Plan y se sentará las bases para su ejecución, con las siguientes tareas:

- ▶ Publicar y difundir el Plan Hídrico en la Subcuenca y hacia el exterior
- ▶ Consolidar las instancias requeridas para su ejecución: Grupos Especializados, Comités de Microcuenca, COTAS, Unidades de Asesoría
- ▶ Elaborar proyectos ejecutivos para los proyectos estructuradores
- ▶ Iniciar gestión de los proyectos estructuradores del Plan: Lago Tláhuac-Xico, PTAR Xico-Mixquic, obras para retención de agua pluvial en cuenca alta y media
- ▶ Iniciar obras y proyectos con los recursos disponibles o fácilmente gestionables: apertura de canales, construcción de represas, habilitación de PTAR, rescate de chinampas, escuelas modelo
- ▶ Gestionar recursos para proyectos piloto a nivel local y subregional
- ▶ Iniciar conversión de PTAR El Llano a tecnología anaerobia (125 lps), como proyecto modelo
- ▶ Instalar colectores para lograr el saneamiento del Lago Tláhuac-Xico
- ▶ Lograr acuerdos para corregir irregularidades en sistema de concesiones y autorizaciones, y en el cumplimiento de medidas de mitigación por parte de constructoras
- ▶ Gestionar designación de la Zona Lacustre Tláhuac-Xico como sitio RAMSAR
- ▶ Gestionar el decreto de protección federal para las Zonas de Recarga y Almacenamiento del Acuífero Chalco-Amecameca

- ▶ Construir y capacitar a los responsables de los Sistemas de Monitoreo de cauces/inundaciones, grietas, calidad del agua y autorizaciones; establecer líneas base
- ▶ Poner bases de datos en línea (mapas interactivos, centro de documentación virtual)

ETAPA 1: 2012-2013

- ▶ Construcción de obras en cuenca alta y media, para la retención de suelos y 33% de escurrimientos actuales
- ▶ Acuerdos y construcción de infraestructura ecoproductiva en compensación a los ejidos cuyas tierras han sufrido décadas de inundación
- ▶ Construcción de primera etapa del Proyecto Lago Tláhuac-Xico (celda y potabilizadora, 400 lps); clausura de cuatro pozos Mixquic- Sta. Catarina
- ▶ Construcción de PTAR Xico-Mixquic y potabilizadora para recarga vía grietas (1200 lps)
- ▶ Construcción de colectores para reorientar aguas residuales hacia PTAR Xico-Mixquic
- ▶ Habilitación y rectificación de 1 Mm³ de canales; rescate de 200 hectáreas de chinampas
- ▶ Gestión de recursos públicos y privados (usuarios industriales) para habilitar PTAR subutilizadas vía su conversión a tecnologías anaerobias
- ▶ Saneamiento Río Amecameca, y construcción de lagunas de infiltración
- ▶ Conformación y equipamiento de las Unidades Técnicas de la Comisión de Cuenca
- ▶ Inicio de asesorías para industrias contaminantes y sensibilización de la población en general para eliminar contaminantes especiales de los sistemas de colección de aguas residuales

- ▶ Instalación de colectores y construcción de PTAR comunitarias y municipales modelo en zonas con mayor iniciativa y capacidad
- ▶ Equipamiento de escuelas modelo en zonas de extrema escasez hídrica
- ▶ Equipamiento de Sistemas de Monitoreo; iniciar sistema de informes
- ▶ Conformación de COTAS Acuíferos Texcoco y Zona Metropolitana de la Ciudad de México

ETAPA 2: 2014-2016

- ▶ Construcción de obras en cuenca alta y media, para la retención de suelos y de 66% escurrimientos actuales
- ▶ Construcción de segunda y tercera etapa Proyecto Lago Tláhuac-Xico (potabilización de 1,200 lps); construcción de colectores para reorientar aguas pluviales hacia Lago
- ▶ Clausura de pozos Sta. Catarina-Mixquic, y su conversión a pozos de recarga por gravedad, con agua potabilizada de PTAR Xico-Mixquic
- ▶ Habilitación y rectificación de 1 Mm³ adicionales de canales; rescate de 200 hectáreas adicionales de chinampas
- ▶ Conversión de PTAR restantes a tecnologías anaerobias
- ▶ Instalación de colectores y construcción de PTAR comunitarias y municipales faltantes

- ▶ Equipamiento de escuelas modelo en zonas de extrema escasez hídrica
- ▶ Construcción de sede de la Comisión de Cuenca

ETAPA 3: 2017-2020

- ▶ Construcción de obras en cuenca alta y media, para la retención de suelos y de 100% escurrimientos actuales (excepto los que serán canalizados al Lago)
- ▶ Ampliación de PTAR Xico-Mixquic para tratar aguas residuales importadas de Subcuenca Metropolitana
- ▶ Publicación de serie de manuales:
 - ▶ - Diseño, construcción y operación de PTAR anaerobias a escala comunitaria, municipal y metropolitana
 - ▶ - Captura y aprovechamiento de biogás
 - ▶ - Creación, rescate, ampliación y manejo de zonas chinamperas
 - ▶ - Auto-construcción de obras para retención de aguas pluviales y suelos en cerros y montañas
 - ▶ - Técnicas para la recarga intencional de acuíferos con aguas tratadas potabilizadas
 - ▶ - Tecnologías de potabilización de aguas pluviales para uso familiar, comunitario
 - ▶ - Manejo de reservorios de aguas pluviales para uso metropolitano

OBJETIVO 6.3. ESTABLECER SISTEMAS DE MONITOREO PARA EVALUAR EL IMPACTO DEL PLAN

Una parte importante del trabajo de los Grupos Especializados y las Unidades Técnicas, será la recopilación periódica de información sobre los avances en la gestión e instrumentación del Plan, así como en los cambios en el comportamiento de la Subcuenca y sus acuíferos. Esta información será procesada y difundida a través de la página en internet de la Comisión de Cuenca, así como en la presentación anual de un “Informe de la Subcuenca Amecameca, La Compañía y Tláhuac-Xico”. Esto se coordinaría a nivel de Cuenca, a través de un Observatorio de Cuenca, compuesto por académicos, usuarios, organizaciones sociales y autoridades.

6.3.1. MONITOREO DE CAUCES

Los responsables del Sistema de Monitoreo de Cauces son doce comités comunitarios, vecinos de los Ríos Amecameca y La Compañía, sus tributarios y el Lago Tláhuac-Xico, capacitados para estar evaluando los cambios en el estado de estos cuerpos de agua.

En temporada de estiaje, sus mediciones de aforo y análisis de calidad de las aguas residuales que corren por los cauces proveen los datos requeridos para el diseño de plantas de tratamiento.

En temporada de lluvias, sus cuidadosas observaciones de la respuesta de los ríos y el lago a lluvias fuertes, están sirviendo para desarrollar un sistema de alerta para las poblaciones vulnerables a inundaciones en cuenca baja¹³. El registro de ubicación, frecuencia y magnitud de desbordamientos e inundaciones permitirá medir el impacto de obras de retención en cuenca arriba.

Otra función importante de este Sistema de Monitoreo es la evaluación del estado de la infraestructura hidráulica. La prioridad principal de este monitoreo será el Canal General, el cual está deteniendo las aguas del lago Tláhuac-Xico, cuyo nivel es 1-1.5m superior a las zonas urbanas de Valle de Chalco.

Éste canal consiste principalmente en azolve, y está construido sobre una falla geológica reconocida por las autoridades del Organismo de Cuenca Aguas del Valle de México¹⁴. Se estará monitoreando el estado del Canal General al sur de la Carretera Tláhuac-Chalco para documentar la posible negligencia en su mantenimiento, la cual ha convertido las tierras ejidales en esta zona en lagunas de regulación.

13 Debido a las dinámicas crónicas de inundación, que siguen a pesar de la construcción del Túnel La Compañía, los habitantes de varias colonias de Valle de Chalco han tenido que construir y mudarse a un segundo piso, dejando muebles de plástico en planta baja.

14 El Ing. Miguel Ángel Vázquez Saavedra, Director de Organismo de Cuenca Aguas del Valle de México, reportó al Ing. José Luis Luege Tamargo, Director General de la Conagua, la existencia de esta falla, “que corre desde el Volcán Xico hasta el Eje 10”, en la reunión con la Comisión de Cuenca, realizada el 10 junio 2011.

Finalmente, este Sistema de Monitoreo estará documentando casos de la invasión de cauces y promoviendo que el Organismo de Cuenca delimite los cauces y cuerpos de agua en zonas bajo presión urbana. De esta manera, se buscará frenar la acelerada dinámica de construcción de unidades habitacionales sobre cauces rellenos en Chalco,¹⁵ así como la ocupación de cauces por invasiones organizadas en Ixtapaluca y la invasión de la zona lacustre de alto riesgo en Valle de Chalco (Ampliación San Miguel).

6.3.2. MONITOREO DE GRIETAS, HUNDIMIENTOS Y DE LA CALIDAD Y NIVELES FREÁTICOS DEL AGUA SUBTERRÁNEA

Este Sistema de Monitoreo busca documentar y valorar los daños sufridos debido a la sobreexplotación de los acuíferos, ofreciendo a la vez asesoría técnica para poder apuntalar viviendas dañadas, o, en caso necesario, dictaminar la necesidad de desalojo. En abril 2011, bajo la coordinación del M. en C. Carlos Vargas Cabrera, se realizó el primer curso de capacitación para el reconocimiento y monitoreo de grietas.

Las zonas de mayor hundimiento y grietas son, a su vez, las que están sufriendo mayores problemas en cuanto a la calidad del agua subterránea. Por este motivo, los hidrogeólogos y especialistas en calidad del agua subterránea están trabajando en coordinación cercana con los Monitores de Grietas para ir construyendo una base de datos al respecto.

Para monitorear el nivel piezométrico en los pozos, se ha reunido los datos históricos y actuales necesarios para determinar la tasa actual de descenso. Los usuarios de aguas subterráneas estarán aportando los datos necesarios para dar seguimiento a este aspecto del monitoreo.

6.3.3. MONITOREO DE AUTORIZACIONES

Este Sistema de Monitoreo funcionará de manera cercana con autoridades locales y estatales, así como con comunidades locales, para la detección temprana de procesos de autorización para proyectos de urbanización sobre zonas de importancia o riesgo hídrico.

Con datos generados por los otros sistemas de monitoreo, se ha construido un mapa de riesgos de fallas, fracturas, hundimientos diferenciales, inundaciones, disponible vía internet a autoridades de los tres niveles de gobierno, y monitores comunitarios. Los monitores estarán capacitados en el manejo de solicitudes de información vía las leyes de transparencia; en la evaluación de manifiestos de impacto ambiental; y en la realización de denuncias y la preparación de demandas individuales o de acción colectiva.

¹⁵ Se buscará prevenir la repetición de casos como el de San Martín Cuautlalpan, en donde la Conagua extendió una carta certificando la no existencia de un cauce, la cual permitió la construcción de unidades habitacionales en esta zona de riesgo.

INDICADORES DE DESEMPEÑO E IMPACTO DE LAS ESTRATEGIAS DEL PLAN HÍDRICO SUBCUENCAS AMECAMECA, LA COMPAÑÍA Y TLÁHUAC-XICO

Estrategia	Indicador de desempeño	Indicador de impacto	
E1: Retener 100% escurrimientos en cuenca alta y media	Has. bajo programas para retención de suelos	Reducción en volúmenes de azolve en secciones críticas de los ríos	
	Aumento en la capacidad de retención vía represas y lagunas infiltración (m ³)	Descenso en incidencia y severidad de inundaciones (has-días/año)	
E2: Retener y potabilizar 100% escurrimientos en cuenca media y baja	Aumento en capacidad de almacenamiento (m ³)		
	Gasto de agua subterránea reemplazada con aguas pluviales potabilizadas (lps)	Descenso en recursos dedicados al bombeo (\$/año)	
E3: Colectar, tratar y reusar 100% aguas residuales	Gasto de aguas tratadas recargadas (lps)	Descenso en DQO en ríos y Lago	
	Aumento en gasto de aguas tratadas (lps)		
			Aumento en aguas subterráneas de uso agrícola o industrial reemplazadas con aguas tratadas (lps)
E4: Reducir tasa de extracción de aguas subterráneas hasta que sea igual o menor que la tasa de recarga	No. autorizaciones de proyectos de urbanización sobre zonas de recarga (meta=0) Has. zonas de recarga que cuentan con decretos de protección	Ascenso en el nivel de agua en los acuíferos (m)	
E5: Garantizar agua potable y baños limpios en 100 escuelas en zonas de extrema escasez hídrica	No. escuelas modelo, equipados para garantizar agua potable y baños limpios	Descenso en porcentaje deserción escolar en zonas con extrema escasez hídrica	
E6: Consolidar instancias y construir capacidades de Comisión de Cuenca para instrumentar el Plan Hídrico	No. instancias Comisión de Cuenca funcionando con planes de trabajo y cumplimiento de acuerdos	Grado de cumplimiento con las metas del Plan Hídrico (%)	

Los objetivos de las estaciones de monitoreo de cauces



El Sistema de Monitoreo de Cauces es manejado por grupos e individuos altamente comprometidos con la buena gestión de la Subcuenca. Sus primeras mediciones están permitiendo establecer una línea base frente a la cual se podrá medir avances hacia las metas del Plan.

Su acercamiento a los cauces de sus comunidades está permitiendo detectar zonas proveedoras de azolve y fuentes de contaminantes especiales. Sus mediciones están generando datos vitales para el diseño de plantas de tratamiento de acuerdo con gastos generados y los futuros usos de las aguas tratadas. Su vigilancia del comportamiento de los ríos con picos de lluvia, son vitales para el diseño de obras para la prevención de inundaciones.

**Municipio de Ayapango Gabriel Ramos Millán
Alumnos Escuelas ESTIC 15**

1



Alumnos de la escuela ESTIC # 15 de Ayapango han asumido responsabilidad por el monitoreo del Río Amecameca en el punto en donde convergen sus tres afluentes, Las Verduras, Los Reyes y Panohaya, río abajo de Amecameca.

**Municipio de Tengo del Aire
Biol. Alejandro Pineda Rodríguez, Director de Desarrollo
Urbano y Ecología**

2



Monitoreo del cauce del Río Amecameca, para determinar su aforo y calidad en el estiaje, para así poder diseñar una planta de tratamiento municipal, y para observar su comportamiento durante lluvias fuertes, para el diseño de una laguna de infiltración de aguas pluviales.

**Río San Rafael/Tlalmanalco, Centro Incalli Ixcahuicopa
Equipo Centli**

3



El Centro para la Sustentabilidad "Centli" está monitoreando el agua del Río San Rafael/Tlalmanalco que pasa por su sede agroecológica. Está construyendo un laboratorio de calidad del agua, el cual les permitirá apoyar los análisis continuos, así como el funcionamiento de su biodigestor y humedal piloto.

**Ejido de San Mateo de Huitzilzingo, Municipio de Chalco
Minerva Bautista Hernández, Representante de afectados
por inundaciones del Barrio de Guadalupe**

4



Se está monitoreando el agua durante estiaje, para poder diseñar una planta de tratamiento para reuso agrícola, y en periodo de lluvias para diseñar estrategias para prevenir las repetidas inundaciones que los habitantes están sufriendo en la zona.

**Ejido de Mixquic, Delegación Tláhuac
Filiberto Barrios Rocha, Presidente del Comisariado
Ejidal, y Miguel Ortega Noguero, Tesorero**

5



El Ejido de Mixquic está monitoreando el Canal General en el punto en donde converge el Río Amecameca, con descargas del municipio de Mixquic y de la población de San Juan Ixtayopan.

**Municipio de Temamatla
Ing. Reynaldo Ramirez Sanchez**

6



Se está monitoreando la calidad y el aforo del agua para el diseño de una planta de tratamiento para reuso agrícola.

Sistema de monitoreo

Población de Miraflores, Municipio de Chalco Párroco Rodolfo Argueta Alanís



7

El Párroco de miraflores ha asumido responsabilidad por el monitoreo del aforo y la calidad del agua en el Río La Compañía, en periodo de estiaje y de lluvias.

Ejido de la Candelaria Tlapala, Municipio de Chalco Justina Cadena, Presidenta del Comisariado Ejidal y Claudio Guadarrama Valencia, Presidente de Vigilancia



8

Las autoridades del Ejido de Tlapala han asumido responsabilidad por el monitoreo del aforo y calidad del agua de Río La Compañía, siendo a su vez, concesionarios para el aprovechamiento de su agua para riego. Los datos recogidos permitirán diseñar una planta de tratamiento en El Molinito.

Ejido de San Lucas Amalinalco, Municipio de Chalco Víctor Martínez Jalpa, Comisariado Ejidal



9

Monitoreo del aforo y calidad del agua en el cauce del Río La Compañía,, para diseño de planta de tratamiento en San Lucas Amalinalco.

Laguna Tláhuac-Xico Comunidad de Xico 4° Sección, Felipe Hernández



10

El monitoreo de la Calidad del Agua, permite evaluar los avances de las medidas para su saneamiento.

Cárcamo de San Buenaventura, Río San Francisco. Vecino de San Marcos, Víctor Hugo Florencio (Ejidatario), y de Ixtapaluca, Mauricio García Cañete



11

Monitoreo de cauce en el Río San Francisco, para diseño de planta de tratamiento y para caracterizar su comportamiento durante lluvias fuertes, para diseñar estrategias para prevención de caudales desde cuenca arriba.

Unidad Habitacional Rosas de San Francisco, Río San Francisco Juan José Ortiz, Productor ecológico



12

Monitoreo de cauce en el Río San Francisco, para diseño de planta de tratamiento y para evaluar impacto de obras de retención de aguas pluviales río arriba.

6.3.4. MAPAS INTERACTIVOS EN LÍNEA

La información recopilada y generada para la elaboración del Plan Hídrico, así como los datos provenientes de los Sistemas de Monitoreo, estarán disponibles a los integrantes de la Comisión de Cuenca y al público en general, a través de Mapas Interactivos en Línea, accesibles desde la página en internet de la Comisión de Cuenca.

Los datos están organizados con capas de datos por tema, alojados en Google Earth Solidario. Las capas podrán ser fácilmente bajadas al equipo de los lectores, en la forma de archivos kmz, los cuales a su vez, podrán ser importados por programas de Sistemas de Información Geográfica, como son el ArcView, ArcInfo y GRASS. Muchas de las capas de información consisten en fichas con fotos y textos, que abren al hacer “clic” sobre el punto de interés. Los primeros mapas, con sus respectivas capas son:

Infiltración: Curvas de nivel, tipo de suelo, uso del suelo, formaciones geológicas, grado de permeabilidad, zonas de inundación, límites ejidales; uso de suelo; fragmentación forestal; zonas de sobrepastoreo, incendios, tala, plagas; ubicación de obras propuestas; cauces federales delimitados y por delimitar; cauces invadidos; áreas naturales protegidas existentes; zonas de recarga propuestas para protección federal.

Lago: Isolíneas de hundimiento; límites ejidales; distribución de especies de aves acuáticas; puntos de contaminación; calidad del agua en puntos de monitoreo; colectores actuales y propuestos; zonas de captación y colectores propuestas para canalización de aguas pluviales; zonas de humedales propuestas; zonas propuestas para actividades ecoturísticas; zona propuesta para potabilizadora; línea de pozos Santa Catarina-Mixquic.

Tratamiento: PTAR existentes, PTAR faltantes (unidades habitacionales); PTAR mu-

nicipales propuestas; ubicación propuesta para PTAR Metropolitana Xico-Mixquic; PTAR comunitarias propuestas; con gasto; potenciales usuarios de aguas tratadas (usuarios industriales y agrícolas de aguas subterráneas; usuarios de aguas superficiales crudas); zonas de riego; zonas de chinampas; sistemas de canales primarios y secundarios; colectores actuales y propuestos; grietas para recarga; zonas propuestas para riego con recarga; pozos propuestos para recarga.

Gestión acuíferos: Fallas y fracturas; isolíneas de hundimiento; pozos, por uso y con gasto; pozos clandestinos; delimitación de acuíferos; isolíneas por nivel estático; nivel piezométrico en pozos de monitoreo; zonas de recarga; autorizaciones de construcción que presenten irregularidades; tiraderos a cielo abierto.

Escasez: Zonas en donde el acceso al agua es exclusivamente vía pipas; zonas en donde ha faltado agua por periodos mayores de un mes; zonas en donde la dotación por habitante es menor a los 80 litros/día; zonas en donde el agua “potable” disponible no es apta para consumo humano; escuelas que dependen de pipas para su agua.

Cauces: Puntos de contaminación con aguas residuales domésticas; puntos de descarga de contaminantes especiales; polígonos de inundación (con historial); zonas de acumulación de azolve; zonas con infraestructura hidráulica en mal estado; cauces invadidos; zonas de riego con aguas superficiales (crudas); zonas de acumulación de residuos sólidos en cauces.

Todos los mapas contarán con las siguientes capas: límites municipales, delegacionales y de entidades federativas; cauces permanentes e intermitentes; usos del suelo, curvas de nivel, además de las capas disponibles a través de Google Earth.

RUTA CRÍTICA PARA LA GESTIÓN, PUESTA EN MARCHA Y MONITOREO DEL PLAN HÍDRICO AMECAMECA, LA COMPAÑÍA Y TLÁHUAC-XICO (ESTRATEGIA 6)

Los Grupos Especializados de Infiltración; Zona Lacustre; Saneamiento; Ordenamiento; y Educación y Cultura, son los espacios desde donde se generaron las propuestas del Plan Hídrico, y ahora serán claves para su gestión e instrumentación.

Estas instancias realizarán un papel fundamental en la elaboración de los proyectos ejecutivos (para Lago Tláhuac-Xico, PTAR Xico-Mixquic), para asegurar su buen diseño, su apropiación y su futuro buen manejo.

La conformación de Unidades Técnicas de Asesoría como parte de la Gerencia Operativa de la Comisión de Cuenca permitirá contar con especialistas con un profundo conocimiento de la Subcuenca, así como un acervo de datos y documentos, y un robusto Sistema de Información Geográfica disponible a todos vía mapas interactivos en Internet, para ayudar superar los limitantes temporales de los sucesivos gobiernos municipales.

Como se ha visto, es probable que los Grupos Especializados de Infiltración, Zona Lacustre y Saneamiento, requerirán de la creación de fondos o fideicomisos para el cumplimiento de sus objetivos, los cuales se tendrán que contar con un diseño sólido que garantice su transparencia, eficacia y solidez.

Los espacios en donde los distintos actores sociales construirán sus propias capacidades, propuestas y proyectos serán los Comités de Sectores: ejidos forestales, ejidos de cuenca baja, productores, afectados, educación, jóvenes, equidad de género, empresas verdes, turismo; así como los Comités de Usuarios (concesionarios) agrícolas, industriales y público urbano. Estos sectores funcionan actualmente como grupos promotores, con presencia y proyectos en una ó

más microcuencas, y con coordinación con otros sectores vía la Asamblea de Usuarios y Sectores. La organización de talleres de capacitación, intercambios de experiencias, seminarios y foros, así como el diseño y gestión de proyectos específicos, fortalecerá el potencial de estos actores vitales para la gestión sustentable de la Subcuenca.

Los talleres (“encerrones”) de evaluación y planeación trienales con las nuevas autoridades de los tres niveles de gobierno juntos con representantes de los comités de usuarios y sectores serán vitales para la continuidad de los procesos ya encaminados.

La consolidación de todas las instancias arriba mencionadas requiere de una enorme labor de promoción y asesoría, coordinada por la Gerencia Operativa de la Comisión de Cuenca, con el apoyo de sus Unidades Técnicas. La Gerencia tendrá la tarea, además, de asegurar la puesta en marcha y buen funcionamiento de los Sistemas de Monitoreo, cuyos resultados serán disponibles por internet, para dar transparencia al proceso. Lo anterior permitirá la evaluación por parte de todos los actores involucrados del grado de implementación y del impacto de las seis estrategias del Plan Hídrico.

La escala de gestión e impacto de los proyectos estructuradores del Plan Hídrico es metropolitana.

En esta Subcuenca, siendo la más alejada de los sistemas de importación y exportación hídrica que caracterizan el modelo actual,

se propone aprovechar el agua de la Cuenca en la propia Cuenca para enfrentar una crisis cuyas inundaciones, hundimientos, grietas y escasez ya está destruyendo el patrimonio y poniendo en riesgo las vidas de sus habitantes.

Obra o proyecto	TOTAL	CCRALC G.O.	UAM. INE	GdV. CCIII	FGRA
		(\$ de Conagua. SACM. CAEM)			
Etapa 0: 2011+	8.1	1.0	4.6	1.7	0.8
Publicación. difusión Plan Hídrico	1.6		1.2		0.4
Consolidación de los 5 Gpos Especializados.	0.5	0.3		0.2	
Pre-diseño y gestión proyectos ejec.	3.0	0.4	2.0	0.6	
Form. COTAS Chalco-Ameca	0.2	0.1		0.1	
Capacitación sectores y usuarios	1.0	0.2	0.4	0.4	
Primera etapa Sistema Monitoreo (SM)	1.2		0.8	0.2	0.2
Diseño mapas interactivos en línea	0.6		0.2	0.2	0.2
Etapa 1: 2012-13	32.6	2.0	10.2	3.4	17
Difusión estrategias del Plan	0.2	0.2	0	0	0
Equipamiento Unidades Técnicas	8.0		2.0		6.0
Diseño. gestión y supervisión de proyectos estructuradores	6.3	0.6	3.0	0.7	2.0
Elaboración y publicación de manuales	3.0		2.0		1.0
Capacitación sectores y operadores	4.8	0.4	1.0	1.4	2.0
Evaluación y planeación c/nuevas autoridades	0.9	0.4	0.2	0.3	
Diseño y conformación de Fondo Forestal. Fideicomiso del Lago y Agencia Intermunicipal	1.9	0.4		0.5	1.0
Expansión SM; publicación resultados	7.5		2.0	0.5	5.0
Etapa 2: 2014-15	24.8	3.2	5.2	2.4	14.0
Difusión de recomendaciones del SM	0.6	0.4	0.2		
Diseño, gestión y supervisión de proyectos	2.0		3.0		2.0
Asesorías a fondos y Agencia Intermunicipal	1.4	0.4			1.0
Capacitación sectores y operadores	2.4	0.4		2.0	
Elaboración y publicación de manuales	1.0				1.0
Mejoramiento de tecnologías	6.0		3.0		3.0
Construcción sede de CCRALC	5.0				5.0
Evaluación/planeación c/nuevas autoridades	2.0	2.0			
Fomento de COTAS ZMCM y Texcoco	0.4			0.4	
SM; publicación resultados	4.0		2.0		2.0
Etapa 3: 2016-20	21	4.0	8.0	0	9.0
Difusión recomendaciones SM	0.6	0.6			
Funcionamiento de instancias	3.4	3.4			
Mejoramiento de tecnologías	6.0		3.0		3.0
Publicación de sistematización proceso	3.0		1.0		2.0
SM; publicación resultados	8.0		4.0		4.0
TOTAL ETAPAS	86.5	10.2	28.0	7.5	40.8

Transparencia y sustentabilidad: El caso del fideicomiso 1928

Para lograr la gestión óptima de la Cuenca de México, se tendrá que sujetar propuestas de grandes obras a criterios de costo-beneficio hídrico, económico, social y ambiental, en el contexto de los procesos de planeación colaborativa del Consejo de Cuenca y sus organismos auxiliares.

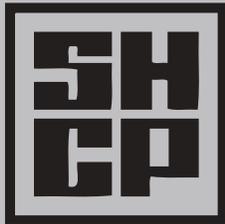
Actualmente, el Fideicomiso 1928, maneja \$3 mil millones del año (pagos de derechos a agua en bloque) para obras hidráulicas en la Cuenca de México. Sin embargo, su estructura interna, las minutas de sus reuniones y sus estados financieros no están disponibles al público.

A continuación, se presentan los resultados de las solicitudes de información realizadas por el Grupo Especializado de Ordenamiento de la Comisión de Cuenca RALC.

Institución frente la cual se solicitó información

Solicitud presentada

Respuesta



Solicitud de acceso a información No. 000060006011:
“Solicito información sobre los proyectos de Fideicomiso 1928 mencionados en el XVII Anexo del cuarto trimestre de 2010.”

U.E. SHCP 0520/2011, 29/3/2011: “El Art. 9, p 5 de la Ley Federal de Presupuesto y Responsabilidad Hacendaria...establecen que **la unidad responsable de la dependencia...con cargo a cuyo presupuesto se vayan a aportar recursos presupuestarios** o que coordina su operación, ...será la responsable de transparentar y rendir cuentas sobre el manejo de los recursos presupuestarios fideicomitados...”**la unidad responsable coordinadora del Fideicomiso Irrevocable de Administración y Fuente de Pago No. 1928** para Apoyar el Proyecto de Saneamiento del Valle de México es **la Comisión Nacional del Agua...**”



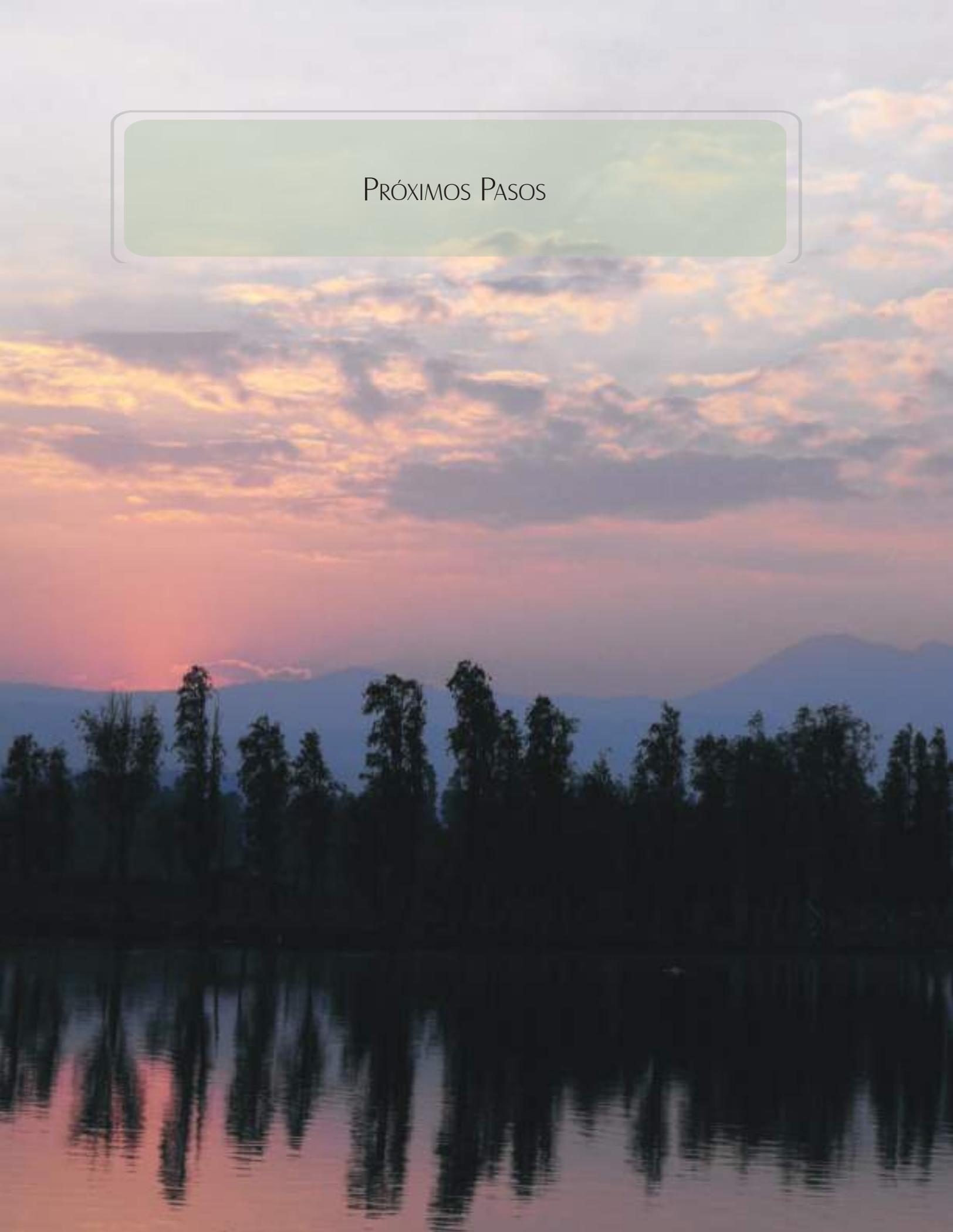
Solicitud de información No. 0632000006311:
“Solicito información de la constitución del Fideicomiso 1928, que contenga datos como quienes son las instituciones y dependencias que participan, los estatutos de este fideicomiso y las reglas de operación del mismo.”

Acuerdo No. 17/05-Ext/2011 del Comité de Información, Banobras, 15/3/2011: “**La información solicitada se encuentra protegida por el secreto fiduciario**, en términos de lo dispuesto por el artículo 14, fracciones I y II, de la Ley Federal de Transparencia y Acceso a la Información Pública Gubernamental, que considera como información reservada a los secretos bancario o fiduciario...en términos de lo que dispone el Artículo 117 de la Ley de Instituciones de Crédito.”



Solicitud de acceso a información: 1610100002811: “Solicito las minutas de las reuniones ordinarias y extraordinarias del Comité Técnico del Fideicomiso 1928 realizadas en 2008, 2009 y 2010.”

Resolución AC/CI-CONAGUA-0025/2011, 22/2/2011: “Se instruye a la Subdirección General de Agua Potable, Drenaje y Saneamiento, llevar a cabo la clasificación (como reservada) de la información materia de la presente solicitud.”



PRÓXIMOS PASOS

PRÓXIMOS PASOS

El Plan Hídrico de las Subcuencas Amecameca, La Compañía y Tláhuac-Xico, plantea convertir este “rincón estratégico” de la Cuenca de México, en zona demostrativa del enorme potencial de la gestión integral de ciclos del agua, frente a la crisis de un modelo de gestión hídrica basada en la hiperurbanización, la costosa importación, la sobre-explotación y la expulsión.

En primer lugar, se tendrá que poner límites a la actual dinámica de expansión urbana que está destruyendo las zonas de recarga y lacustres, de las cuales dependerá el futuro equilibrio de la Subcuenca. Hacia este fin, la Comisión de Cuenca y los COTAS, con la participación de usuarios, especialistas y comunidades afectadas, tendrán que tomar las acciones necesarias para corregir las irregularidades en el sistema de concesiones para aguas subterráneas, para así cerrar la puerta a posibles nuevas unidades habitacionales en las zonas de recarga y lacustres.

A su vez, se requiere de un diálogo con el Fideicomiso 1928, para lograr que reconsideren los extraordinarios montos que han programado para túneles y plantas de bombeo en la Subcuenca, con la sugerencia de que podrían ser mejor invertidas para “abrir lugar” para el agua, con obras de retención de escurrimientos y de suelos en cuenca alta y media, y con la habilitación del Lago Tláhuac-Xico en cuenca baja.

Estos dos proyectos no solo ofrecerán protección efectiva contra las cada vez más frecuentes inundaciones, sino que permitirán restaurar ecosistemas forestales y manantiales. El agua potabilizada del Lago servirá para sustituir volúmenes actualmente sobreextraí-

dos de los acuíferos. Los ejidos forestales y lacustres realizarán un papel fundamental en los Grupos Especializados de Cuenca Alta y Media (“Infiltración”), y de la Zona Lacustre, respectivamente, para la gestión e instrumentación de estos proyectos.

Para las obras de retención, se propone que el Grupo Especializado de infiltración aproveche la propuesta de la Conafor de crear un Fondo Concurrente. Un fondo de este tipo permitirá contar con una mezcla de recursos multi-anales (incluyendo los fondos a gestionar del Fideicomiso 1928), para las obras y acciones requeridas para ir aumentando la capacidad de retención de escurrimientos y suelos en esta zona, hasta alcanzar los volúmenes que podrían generarse en una tormenta con una intensidad que se vería solo una vez cada 50 años, con una duración de 24 horas.

El Proyecto Lago Tláhuac-Xico, a ser financiado principalmente por el Fideicomiso 1928¹, también requerirá de la construcción consensada de un mecanismo que establezca las reglas y responsabilidades respectivas para la co-gestión de las tierras y aguas de la zona en torno al proyecto hídrico.

Las gestiones del Grupo Especializado de la Zona Lacustre para la PTAR Metropolitana Xico-Mixquic frente al Fondo Metropolitano irán de la mano con las ya mencionadas gestiones para el Lago Tláhuac-Xico frente al Fideicomiso 1928. Juntos implicarán que la actual infraestructura hidráulica de expulsión de aguas residuales y pluviales, sea re-

¹ La habilitación del Lago Tláhuac-Xico fue acordada en la Tercera Reunión Ordinaria del Consejo de Cuenca del Valle de México, el 15 de abril de 2010, a propuesta del Director General de la Conagua, Ing. José Luis Luege Tamargo.

emplazada por la canalización por gravedad de estos recursos hídricos hacia sus respectivos proyectos de aprovechamiento.²

Las aguas tratadas de la PTAR Metropolitana permitirán la recarga masiva de los acuíferos, así como la revitalización de las chinampas, los canales y las tierras de cultivo en cuenca baja, permitiendo que, frente la amenaza de la expansión urbana no sustentable, esta zona se consolide, más bien, como proveedor estratégico de funciones hídricas, ambientales, culturales, recreativas y agroproductivas para todo el área metropolitana.

La gestión de PTAR Subregionales por parte del Grupo Especializado de Saneamiento a construirse en las zonas de unidades habitacionales en la periferia, será clave para lograr el reemplazo de aguas subterráneas de uso industrial y agrícola, así como de aguas residuales crudas, con aguas tratadas. Se propone financiar estas plantas parcial o totalmente, con los recursos que se obtengan por parte de empresas inmobiliarias que no han cumplido con su obligación legal de construir o financiar PTAR para el tratamiento de las aguas residuales generadas por sus unidades habitacionales.

La obtención de estos recursos, así como la construcción y hasta la operación de estas plantas podrá ser realizada por una agencia intermunicipal con las características propuestas por la CAEM. En todo caso, será importante involucrar a los futuros usuarios de aguas tratadas en el proceso, como se ha logrado hacer en el caso del exitoso convenio entre el Odapas Ixtapaluca y Papeles Ultra, o la fructífera relación entre los productores de Mixquic y la PTAR del SACM en su comunidad.

El Grupo de Saneamiento mantendrá una relación cercana con las 12 PTAR actualmente operando en la región, con gestiones para lograr su pleno funcionamiento, o su conversión a tecnologías de tratamiento anaerobio, para reducir sus costos de operación. Además, apoyará la gestión vía programas federales de co-financiamiento de la construcción de 4 PTAR municipales y 17 PTAR comunitarias, buscando asegurar diseños que impliquen bajos costos de operación, y garantizar calidad en su construcción. Las PTAR comunitarias serán operadas por sus propios usuarios.

El Grupo de Saneamiento será asesorado en estas tareas por una Unidad Técnica de Saneamiento. Esta Unidad contará con un laboratorio fijo y otro móvil, para el análisis de calidad del agua; realizará cursos de capacitación para operadores municipales y comunitarios; proveerá asesorías para PTAR en operación; y garantizará el funcionamiento del Sistema de Monitoreo de Cauces.

Se evaluará la instrumentación del Plan y su impacto, a través de cuatro sistemas de monitoreo: de cauces (descargas, azolve, afloros, presencia de contaminantes especiales, condición y mantenimiento de infraestructura hidráulica; registro de inundaciones; y alertas en cuanto al manejo de picos de lluvia); grietas y procesos de hundimiento; calidad y nivel estático de aguas subterráneas; y vigilancia de autorizaciones y manejo del sistema de concesiones. La información generada por estos sistemas de monitoreo, así como la base de datos generada en el proceso de elaboración del Plan, estarán disponibles en la página de Internet de la Comisión de Cuenca como mapas interactivos.

² Hasta la fecha de publicación del Plan Hídrico, siguen las gestiones por parte de la Comisión de Cuenca frente a la Conagua y la Presidencia, para lograr que los \$700 millones disponibles para el “ducto de estiaje” reasignados a la PTAR Metropolitana, y los canales y ductos correspondientes.

TABLA A.1. INVERSIONES A REALIZAR POR ESTRATEGIA Y ETAPA

Etapas	Total	1:00	2:00	3:00	4:00	5:00	Fortalecimiento de actores e instancias
		Obras retención cuenca alta y media	Lago Tláhuac Xico	Tratamiento	Acuíferos	Eco-técnicas frente la escasez	
0:2011+	196,6	60	10	110	1	7,5	8,1
I: 2012-13	2837,8	327	1128	1319	8,5	22,7	32,6
II 2014-16	1901,9	188	1104	532	25	28,1	24,8
III: 2017-20	2136,3	180	1274	36	580	45,3	21
TOTAL	7072,6	755	3516	1997	614,5	103,6	86,5

RESUMEN DE LA INSTRUMENTACIÓN POR ETAPAS:

En 2012-13, el enfoque principal es en la retención de escurrimientos en cuenca alta y media, así como la habilitación del Lago Tláhuac-Xico y la construcción de la PTAR Metropolitana Xico-Mixquic, incluyendo la reorientación de la infraestructura hidráulica que anteriormente expulsaba las aguas residuales y pluviales de la Subcuenca vía bombeo, y la habilitación del sistema de canales. Se construyen PTAR piloto en las comunidades con mayor iniciativa, con el fin de adecuar las tecnologías propuestas a las condiciones particulares de la Subcuenca.

En 2014-16, se concluye la habilitación del Lago y de la PTAR Metropolitana, y se logra la construcción de PTAR subregionales y municipales. El mecanismo de fondos concurrentes está garantizando obras para la retención de aguas y suelos en cuenca alta y media. Sigue la gestión y construcción de PTAR comunitarias.

En 2017-20, se concluye la habilitación del Lago, y se realiza la sectorización e instalación de tubería flexible en Valle de Chalco y Tláhuac. Se terminan de cumplir con las metas de retención en cuencas alta y media. Se construyen las PTAR restantes.

TABLA A.2. APORTACIONES DE ORGANISMOS PARTICIPANTES, POR ESTRATEGIA

Total	F 1928	Fondo Metro	Conagua	CAEM	SACM	CCRALC G.O.	FEPI	Conafor	Corena	ProBosque	Sagarpa	Deleg y Mun	Ejidos, comunidades, escuelas	UAM, Centli, INE	Inmobiliarias	FCEA, ONU, Oasis Japan	FGRA /CCIII/GdV	TNC	
755	182		133	109				104	56	60	32	11					36	32	
3,516	1,742		1,742		23		10												
1,997	32	1,125	246	115	39		10					79	2	12	270			59	8
615	145		145	145	145	1	25							4				5	
104	78												8,8	1		12		4	
87						10								28				48	
7,073	2,178	1,125	2,266	369	207	12	45	104	56	60	32	90	10,8	45	270	12	159	40	

TABLA A.3. PRINCIPALES PROYECTOS, DE LOS ORGANISMOS PARTICIPANTES

Organismo	Total (MDP)	Principales proyectos, aportaciones
F1928	2,178	Retención de escurrimientos en Río La Compañía; Lago Tláhuac-Xico; habilitación sistema canales en cuenca baja; adaptación de pozos Mixquic-Sta Catarina para recarga; sectorización e instalación tubería flexible en zonas con hundimientos diferenciales; Escuelas Modelo
Fondo Metropolitano	1,125	PTAR Metropolitana con su potabilizadora y gasoelectrica
Conagua	2,266	Obras de emergencia en cuenca alta Río La Compañía; reorientación de infraestructura hidráulica para canalizar agua al Lago y PTAR Metropolitana; PTAR municipales; sectorización e instalación tubería flexible en zonas con hundimientos diferenciales
CAEM	369	Co-financiamiento de PTAR municipales y comunitarias; sectorización e instalación tubería flexible en zonas con hundimientos diferenciales
SACM	207	Saneamiento del Lago Tláhuac-Xico; habilitación y conversión de PTAR en cuenca baja; sectorización e instalación tubería flexible en zonas con hundimientos diferenciales
FEPI	45	Proyectos ejecutivos para el Lago, lagunas de infiltración en Río Amecameca, y PTAR Metropolitana
Conafor	104	Retención de suelos y reforestación en cuenca alta y media
Corena	56	Retención de suelos y reforestación en cuenca alta y media
ProBosque	60	Retención de suelos y reforestación en cuenca alta y media
Sagarpa	32	Retención de suelos y reforestación en contexto de gestión de microcuencas
Del y Mun	90	PTAR municipales y comunitarias
Ejidos y comunidades	10	Participación en diseño, construcción y mantenimiento de obras en Cuenca alta y media; manejo de PTAR comunitarias; participación en equipamiento y mantenimiento de Escuelas Modelo
CCRALC	12	Promover buen funcionamiento de instancias de coordinación, apoyar gestiones,
UAM/Centli	45	Investigación y asesorías para diseño de PTAR y de proyectos de recarga; diseño de ecotécnicas para Escuelas Modelo; asesorías a los Sistemas de Monitoreo (grietas, cauces, acuíferos, autorizaciones), base de datos geográficos
FGRA	152	Conformación y equipamiento de Unidades Técnicas de Asesoría Técnica; diseño de fondos; fortalecimiento de capacidades; co-financiamiento proyectos piloto: PTAR, obras retención en cuenca alta; sistemas de monitoreo de cumplimiento e impacto; sistematización y difusión de aprendizajes
FCEA, Habitat/ONU, Oasis Japan	12	Escuelas modelo
The Nature Conservancy	40	Restauración de chinampas y ecosistemas forestales; construcción de fondos; software para análisis costo beneficio (hídrico, ambiental, económico y social) de obras propuestas
Inmobiliarias	270	PTAR Subregionales

BIBLIOGRAFÍA

- Adaptado de Olstrom, Elinor, 2000 “El Gobierno de los Bienes Comunes” FCE, UNAM, CRIM, IIS.
- Aguilar, R. y Álvarez, M. 2007, “Síntesis evolutiva del proceso para la licuefacción de metano” Revista Mexicana de Ingeniería Química 6(1), 81-88
- Alegre. G.M., Contreras. L.R. Saavedra E.Z, et.al, 2010, “Estudio espacio-temporal del uso de suelo en el área localizada entre el trazo de la línea 12 del metro y el sitio Ramsar 1363”. Procuraduría Ambiental y del Ordenamiento Territorial del D.F. (PAOT)
- Alleman, J. E.: “The genesis and evolution of activated sludge technology”. <http://bridge.ecn.purdue.edu/alleman/w3-class/456/article/article-aswisconsin.html>
- Auvinet G. “El Hundimiento de la Zona Lacustre de la Cuenca de México”, Laboratorio de Geoinformática, Instituto de Ingeniería UNAM; Reunión N° 69 del Grupo Especializado de Ordenamiento del Consejo de Cuenca del Valle de México. 2010
- Boletín Conagua (CNA) 2006 “Fideicomiso 1928”, Febrero de 1997
- Burns, Elaine 2009 “Repensar la Cuenca: La Gestión de ciclos del Agua en el Valle de México, Centro para la Sustentabilidad “Incalli Incahuicopa”
- Carrilo, N. 1498, “Influencia de los Pozos Artesianos en el Hundimiento de la Ciudad de México”, Reimpreso en el Volumen Nabor Carrillo, Publicación de la SHCP
- CEPAL y CENAPRED 2008, Tabasco: Características e impacto socioeconómico de las inundaciones provocadas a finales de octubre y a comienzos de noviembre de 2007 por el frente frío número 4. Informe LC/MEX/L.864; Centro Nacional de Prevención de Desastres y Comisión Económica para América Latina y el Caribe, junio de 2008
- Comisión de Agua del Estado de México (CAEM) 2008 “Diagnostico de Dotación de Agua” municipios: Amecameca, Ayapango, Chalco, Cocotitlan, Ixtapaluca, Juchitepec, Temamantla, Tenango del Aire, Tlalmanalco y Valle de Chalco
- Comisión de Agua del Estado de México (CAEM) “Oficios de Factibilidad de Agua Potable para la construcción de Conjuntos Habitacionales” Chalco, Ixtapaluca y Valle de Chalco, 2001-2010
- Comisión de Agua del Estado de México (CAEM) 2011 “Plan de Saneamiento Integral de la Cuenca Tributaria a los Ríos Amecameca y La Compañía”
- Comisión de Agua del Estado de México (CAEM) 2010 “Proyecto Ejecutivo del Túnel Canal General y sus Captaciones, Cobertura Regional”
- Comisión de Agua del Estado de México (CAEM) 2010 “Volumen de agua en Bloque suministrada por el Sistema Sureste”
- Comisión Nacional del Agua (CNA) 2008 “Equilibrio hidrológico en la Cuenca del Valle de México”. Enero, XXIV Congreso Nacional de Ingeniería Civil
- Comisión Nacional del Agua (CNA) 2001 Norma Oficial Mexicana NOM-011-CNA-2000, “Conservación del recurso agua que establece las especificaciones y el método para determinar la disponibilidad media anual de las aguas nacionales”
- Comisión Nacional del Agua (CNA) 2003 Norma Oficial Mexicana NOM-014-CNA-2003, “Requisitos para la recarga artificial de acuíferos con agua residual tratada”
- Comisión Nacional del Agua (CNA) 2008 “Programa Nacional Hídrico 2007-2012”
- Comisión Nacional del Agua (CNA) 2010, “Proyectos Estratégicos de agua potable, drenaje y saneamiento, Gerencia de Estudios y Proyectos de agua y redes de alcantarillado. 2011. <http://www.conagua.gob.mx/english07/publications/StrategicProjects.pdf>
- Comisión Nacional del Agua (CNA) 2010 “Registro Público de Derechos al Agua”(REPDA) <http://www.cna.gob.mx/Repda.aspx?Id=427f4195-50f4-4ec9-86a3-82c473105d7c|%20%20%20Trámites%20y%20Servicios|0|37|0|0|0>
- Comisión Nacional del Agua (CNA) 2010 “Títulos y Volumen de Aguas Nacionales y Bienes Inherentes por uso de Agua” del Distrito Federal y el Estado de México
- Consejo Nacional de Población (CONAPO) “Proyecciones de Población 2005-2030”. http://www.conapo.gob.mx/index.php?option=com_content&view=article&id=36&Itemid=234
- Consejo de Evaluación del desarrollo Social del Distrito Federal, “Evaluación externa del diseño e implementación de la política de acceso al agua potable del Gobierno del Distrito Federal”, informe final, UNAM, Coordinación de Humanidades y el Programa Universitario de Estudios sobre la Ciudad (PUEC), 2010
- Constitución Política de los Estados Unidos Mexicanos (CPEUM)
- Convenio del Contrato de fideicomiso denominado “Fondo Metropolitano de Proyectos de Impacto Ambiental en el Valle de México”

Crites, Tchobanoglous 2000, "Sistemas de manejo de aguas residuales para núcleos pequeños y descentralizados". Mc Graw Hill.

Davivir 2009 "Causas y efectos del agrietamiento ocurrido en el desarrollo habitacional Villas de San Martín" Municipio de Chalco, Estado de México, 9-07-09

Del Carmen Ortiz Zamora Dalia, Ortega Guerrero Adrian M. "Origen y Evolución de un nuevo lago en la planicie de Chalco": implicaciones de peligro por subsidencia e inundación de áreas urbanas en Valle de Chalco (Estado de México) y Tláhuac (Distrito Federal), UNAM. 2007

Diario Oficial de la Federación (DOF) 2009 "Acuerdo por el que se da a conocer la ubicación geográfica de 371 acuíferos del territorio nacional, se actualiza la disponibilidad media anual de agua subterránea de 282 acuíferos"

Diario Oficial de la Federación (DOF) 1992 "Ley de Aguas Nacionales", última reforma publicada DOF, 18-04-2008

Diario Oficial de la Federación (DOF) 1988 "Ley General del Equilibrio Ecológico y la Protección al Ambiente", última reforma publicada DOF, 28-01-2011

Diario Oficial de la Federación (DOF) 1994 Reglamento de la Ley de Aguas Nacionales, última reforma publicada DOF, 29-08-2002

Diario Oficial de la Federación (DOF) "Reglas de Operación del Fondo Metropolitano"

Dirección General de Construcción y Operación Hidráulica (DGCOH) 1997 Plan Maestro de Agua Potable del Distrito Federal 1997-2010, México, 198 p.p.

Dolfing, J. 1988, Acetogenesis. In: Zehnder, A.J.B. (ed) *Biology of anaerobic microorganisms*. New York, USA. John Wiley & Sons, pp.417-468

Domenico, P.A. y Schwartz, F.W. 1998. *Physical and Chemical Hydrogeology*. John Wiley and Sons, 2ª ed. Nueva York, EUA.

"El hundimiento de la Ciudad de México" pp. 109-147, en: *El Hundimiento de la Ciudad de México y Proyecto Texcoco*, SHCP.

Escolero, Oscar, 2009 "Estrategias para enfrentar la sobreexplotación de acuíferos". Presentación realizada para la "Encerrona de planeación para nuevas autoridades locales", organizada por la Comisión de Cuenca.

Fitts, Ch.R. 2002. *Groundwater Science*. Academia Press. California, EUA.

Frazier S, 1999 "Visión general de los sitios Ramsar, una sinopsis de los humedales de importancia internacional en el mundo", *Wetland inter-*

national, Ramsar. The Works, Newbury, Berkshire, Reino Unido.

Freeze R.A. y Cherry, J.A. 1979. *Groundwater*. Printece Hall. EUA.

Gaceta del Gobierno, Tomo CLXXVII, 2004, "Declaratoria del ejecutivo del Estado por el que establece el área natural protegida con categoría de parque estatal denominada Parque Estatal Santuario del Agua Laguna de Xico." pp. 2-5

Gómez, Reyes Eugenio, 2011 "Situación del Servicio de Agua Potable en el Distrito Federal: oferta y demanda" Universidad Autónoma Metropolitana.

Guía para la identificación participativa de zonas con potencial de recarga hídrica Aplicación práctica en la subcuenca del río Jucuapa Nicaragua; Oscar Matus, Jorge Faustino, Francisco Jiménez. Serie técnica. Boletín técnico no. 38 Centro Agronómico Tropical de Investigación y Enseñanza División de Investigación y Desarrollo Turrialba, Costa Rica, 2009

Hernández Muñoz, A. 2001, "Estado actual de la depuración en España, problemática y tendencias hacia el futuro". *Aguas Residuales Urbanas 2001*. Institute for International Research; Madrid, 20 Noviembre 2001

Herrera, Z. G., Briceño, R. J. V., Canizal, S. J. J., Cardona, B. A., Gutiérrez, O. C., Júnez, F. H., Mata, A. I. y Sánchez, D. L. F. 2007: Modernización de las redes de monitoreo piezométrico y de calidad del agua de los acuíferos de la Zona Metropolitana de la Ciudad de México: Texcoco, Chalco-Amecameca y Cuautitlán-Pachuca". Estudio realizado por el Instituto Mexicano de Tecnología del Agua (IMTA) para el Organismo de Cuenca de Aguas del Valle de México de la Comisión Nacional del Agua (CNA).

Instituto Nacional de Estadística, Geografía e Informática (INEGI) 2010 "Censo General de Población y Vivienda 2010". Tabulados Básicos.

Iza, J. 1989, "El control de la operación de los digestores anaerobios de aguas residuales". Ed. F. Fdez-Polanco. Universidad de Valladolid, Valladolid, España.

Jenkins, S. R., Morgan, J. M., Sawyer, C.L. 1983, "Measuring anaerobic sludge digestion and growth by a simple alkalimetric titration" *Jour. Of Wat. Pollut. Cont. Fed.* 55. 448-453

Lafragua, C. J., Gutiérrez, L. A., Aguilar, G. E., Aparicio, M. J., Mejía, Z. R. y Sánchez, D. L. F. "Balance hídrico en la Cuenca de México". Estudio elaborado para la Semarnat. 2003

Libro Quinto del Código Administrativo del Gobierno del Estado de México

- Malina, J. F., Pohland, F. G. 1992, "Design of anaerobic processes for the treatment of industrial and municipal wastes. Technomic Publishing" Co. USA., 167-207
- Mara, D.D. & Cairncross, S. 1989, Guidelines for the Safe Use of Wastewater and Excreta in Agriculture and Aquaculture, WHO, Ginebra.
- Marsal, RJ y Mazari, M. 1959, "El Subsuelo de la Ciudad de México" 2ª ed. Facultad de Ingeniería, UNAM.
- Martínez Romero, Raymundo, "Historia de la destrucción de mi pueblo, San Martín Xico." Cuadernos de Historia del Valle de Xico. No. 10, Museo Comunitario del Valle de Xico. 2010
- McInerney, M. y Bryant M.P. 1980, "Basic principles of bioconversions in anaerobic digestion and methanogenesis. Biomasa conversion Process for Energy and Fuels". Eds Sofer, S.S. y Zabrosky, O.R. Plenum Publishing Corp., NY, USA. Pp. 277-296
- Metcalf & Eddy (2001): Wasterwater Enginnering, Treatment and Reuse. Mc Graw Hill.
- Modelación de los sistemas hídrico y económico de la Cuenca del Valle de México. Informe Anual de los Acuerdos del Rector General 2008/2009, Universidad Autónoma Metropolitana, y Gómez-Reyes, 2010. Balance Hidrológico de las Cuencas del Valle de México, sometida al Tecnología y Ciencias del Agua del IMTA
- Murillo-Díaz, J.M., de la Orden-Gómez, J.A., Armador-Cachero, J.L. y Castaño-Castaño, S. 1999. Recarga Artificial de Acuíferos. Síntesis Metodológica. Estudios y Actuaciones Realizadas en la Provincia de Alicante. Edita Excelentísima Diputación Provincial de Alicante. España.
- Noyola, A. 1998, Anaerobio vs. Aerobio, un debate casi superado. Biológico vs. Primario avanzado, ¿el nuevo debate?. Ingeniería y Ciencias Ambientales. Núm. 34. Enero-febrero, 10-14
- Organismo de Cuenca Aguas Valle de México, Instituto Politécnico Nacional (OCAVM/IPN) 2011 "Estudio de manejo de demanda de agua subterránea para el Acuífero de la Zona Metropolitana de la Ciudad de México". Centro de Investigación e Innovación Tecnológica. Convenio de Colaboración OAVM-DT-MEX-10-442-RF-CC.
- Organismo de Cuenca Aguas Valle de México, Colegio de Posgraduados de la Universidad Autónoma de Chapingo (OCAVM/CP) 2010 "Plan Hídrico de Gran Visión en la Cuenca de los Ríos Amecameca y la Compañía, Estado de Mexico". Convenio de Colaboración OCAVM-DP-MEX-10-476-RF-CC.
- Organismo de Cuenca Aguas Valle de México (OCAVM) 2010 "Sistema de agua Mixquic-Santa Catarina"
- Ortiz, G. y Irazustabarrena, A. 2001, "Tendencias de futuro en el medio ambiente industrial. Tecnologías y escenarios". Economía Industrial nº 324, VI.
- Programa de modelación hidrológica MAHICU (Manejo Hidrológico de Cuencas), desarrollado por el Dr. Eugenio Gómez Reyes, del Departamento de Ingeniería Hidráulica de la Universidad Autónoma Metropolitana (UAM), en base a MATLAB (Matrix Laboratory), junto con el programa INVEST, creado por la Universidad de Stanford para The Nature Conservancy.
- Ritmann, B. E. y McCarty, P.L. 2001, Biotecnología del medio ambiente, Principios y Aplicaciones. Mc Graw Hill.
- Sánchez Díaz Luis Felipe, "Características Hidrológicas, Geológicas e Hidrogeológicas de la Cuenca de México y sitios potenciales para la recarga artificial, Centro para la Sustentabilidad "Incalli Incahuicopa, Guardianes de los Volcanes, A.C. 2008
- Secretaría de Desarrollo Urbano del Gobierno del Estado de México, "Autorizaciones de Conjuntos Habitacionales: Chalco, Ixtapaluca y Valle de Chalco, 2001-2010"
- Secretaría de Desarrollo Urbano del Gobierno del Estado de México, Plan Municipal de Desarrollo Urbano: Amecameca (2003), Ayapango (2006), Chalco (2009), Ixtapaluca (2009), Tenango del Aire (2004), Tlalmanalco (2008), Valle de Chalco (2005)
- Secretaría de Desarrollo Urbano y Vivienda (SEDUVI) Gobierno del Distrito Federal, "Autorizaciones de Conjuntos Habitacionales en la Delegación Tláhuac 2006-2010"
- Secretaría de Desarrollo Urbano y Vivienda (SEDUVI) del Gobierno del Distrito Federal, Programa Delegacional de Desarrollo Urbano Delegación Tláhuac y Milpa Alta.
- Secretaría del Medio Ambiente (SMA) Gobierno del Estado de México, Resolutivos de Medidas de Mitigación de Conjuntos Habitacionales construidos en los municipios de Chalco, Ixtapaluca y Valle de Chalco, 2001-2010
- SEDESOL, CONAPO e INEGI (2007) "Delimitación de las zonas metropolitanas de México 2005".
- Sistema de Aguas de la Ciudad de México (SACM) 2010 "Obras en construcción y avances de obras" Diciembre 2010.
- Steinle, E. 1993, Sludge treatment and disposal systems for rural areas in Germany. Wat. Sci. Techn., 27 (9): 159-171
- SMMS, 1978, "El subsuelo y la Ingeniería de cimentaciones en el Área Urbana del Valle de México, Memorias de Simposio.

Travieso B.A.C, Legislación aplicable a los sitios Ramsar en México. Universidad Veracruzana.

Universidad Autónoma Metropolitana (UAM) 2011 “Programa HIDRO Cuenca”

Universidad Nacional Autónoma de México (UNAM) 2009 “Reporte de Estudio de la Falla Geológica de San Martín Cuautlalpan, municipio de Chalco, Estado de México”, Trabajo realizado en conjunto por el Laboratorio de Mecánica Multiescalar de los Geosistemas del Centro de Geociencias de la UNAM y por el Centro de Monitoreo de Fracturamiento del Subsuelo de la Delegación Iztapalapa del Distrito Federal.

Vargas-Cabrera, C. 2001, “Propiedades y Comportamiento Hidráulico del Acuitardo Lacustre de la Cd. de México” Tesis de Maestría. Programa de Posgrado en Ciencias de la Tierra, UNAM.

Water Pollution Control Federation 1987, Anaerobic sludge digestion. Manual of practice No. 16 2nd Edition. USA. 118.

Wilkie, A.,2005, Anaerobic digestion; Biology and benefits. Dairy manure management: Treatment, handling and community relations. Natural resource, agriculture and engineering service. Cornell University, Ithaca, NY. NRAES-176, 63-72.

ACRÓNIMOS

AICH: Asociación de Industriales de Chalco	México
ASA: Agua y Saneamiento Amecameca	ODAPAS: Organismo Descentralizado de Agua Potable, Alcantarillado y Saneamiento
CAEM: Comisión Agua del Estado de México	ONU: Organización de las Naciones Unidas
CCRALC: Comisión de Cuenca de los Ríos Amecameca y La Compañía	PAOT: Procuraduría Ambiental y de Ordenamiento Territorial
CENTLI: Centro para la Sustentabilidad Incalli Ixcahuicopa	PDDU: Programa de Delegacional de Desarrollo Urbano
CONAFOR: Comisión Nacional Forestal	PHN: Programa Hídrico Nacional
CNA/CONAGUA: Comisión Nacional del Agua	PMDU: Plan Municipal de Desarrollo Urbano
CONANP: Comisión Nacional de Áreas Naturales Protegidas	PROBOSQUE: Protectora de Bosques del Estado de México
COTAS: Comités Técnicos de Aguas Subterráneas	PROFEPA: Procuraduría Federal de Protección al Ambiente
CORENA: Comisión de Recursos Naturales	PROPAEM: Procuraduría de Protección al Ambiente del Estado de México
DOF: Diario Oficial de la Federación	PSAH: Programa de Pagos por Servicios Ambientales
FEPI: Fondo para Estudios y Proyectos de Infraestructura	PTAR: Planta de Tratamiento
FGRA: Fundación Gonzalo Río Arronte	REPDA: Registro Público de Derechos al Agua
FM: Fondo Metropolitano	SACM: Sistema de Aguas de la Ciudad de México
FMCN: Fondo Mexicano para la Conservación de la Naturaleza	SEDESOL: Secretaría de Desarrollo Social
F1928: Fideicomiso 1928	SEMARNAT: Secretaría del Medio Ambiente y Recursos Naturales
GDF: Gobierno del Distrito Federal	SMA-GDF: Secretaría del Medio Ambiente del Gobierno del Distrito Federal
GE: Grupo Estratégico	SMA-GEM: Secretaría del Medio Ambiente del Gobierno del Estado de México
GEM: Gobierno del Estado de México	TCG: Túnel Canal General
IMTA: Instituto Mexicano de Tecnología del Agua	TUVCH: Tecnológico Universitario de Valle de Chalco
INE: Instituto Nacional de Ecología	TEO: Túnel Emisor Oriente
INEGI: Instituto Nacional de Estadística Geografía e Informática	TESCHA: Tecnológico de Estudios Superiores Chalco
INFONAVIT: Instituto del Fondo Nacional de la Vivienda para los Trabajadores	TNC: The Nature Conservancy
LAN: Ley de Aguas Nacionales	UACM: Universidad Autónoma de la Ciudad de México
LADF: Ley de Aguas del Distrito Federal	UAEM: Universidad Autónoma del Estado de México
LAEM: Ley de Agua del Estado de México	UAM: Universidad Autónoma Metropolitana
LD MDF: Ley de Desarrollo Metropolitano para el Distrito Federal	UNAM: Universidad Nacional Autónoma de México
LG AH: Ley General de Asentamientos Humanos	
LG EPA: Ley General del Equilibrio Ecológico y Protección al Ambiente	
MAHICU: Manejo Hidrológico de Cuencas	
MDP: Millones de Pesos	
OCAVM: Organismo de Cuenca Aguas Valle de	



CARTA DE INTENCION

Los abajo firmantes, siendo miembros de la Comisión de Cuenca de los Ríos Amecameca y la Compañía, así como colaboradores e instituciones de apoyo, afirmamos nuestro compromiso con la ejecución del Plan de Gestión Hídrico Integral de las Subcuencas Amecameca, La Compañía y Tláhuac-Xico.

A través de más de 24 reuniones locales y regionales, y más de 117 recorridos, apoyados por estudios técnicos de hidrogeología, modelación hidrológica, calidad del agua, entre otros, hemos consensado metas para la gestión de la cuenca, y hemos acordado los proyectos requeridos para lograrlas.

Los proyectos abarcan desde obras para la retención de agua de lluvia en los bosques de la cuenca alta para incrementar su capacidad y de infiltración; pasa por las obras de saneamiento de los ríos evitando que sigan siendo utilizados como drenajes, aprovechando las aguas tratadas en industria y agricultura para reemplazar el agua de pozos y así darle un respiro al acuífero; y termina en cuenca media y baja con lagunas de infiltración, una gran planta de tratamiento para aguas metropolitanas; canales de riego; la restauración de zonas chinamperas; y la habilitación del Lago de Tláhuac-Xico para la almacenamiento y potabilización de aguas pluviales.

Celebramos las relaciones de colaboración entre gobierno y sociedad que han permitido la construcción por consenso de este Plan, mismas que serán claves para su instrumentación, evaluación y replicación. Esperamos que, de esta manera, la Subcuenca Amecameca, La Compañía y Tláhuac-Xico pueda llegar a ser un modelo de gestión hídrica para la Cuenca de México.

Agua para todos siempre,

A. F. B. C.



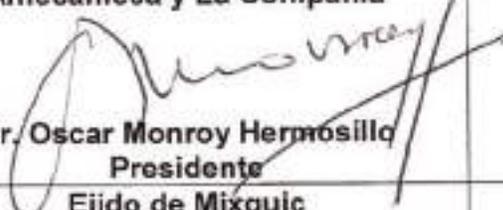
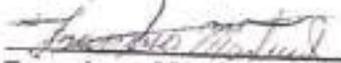
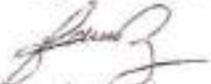
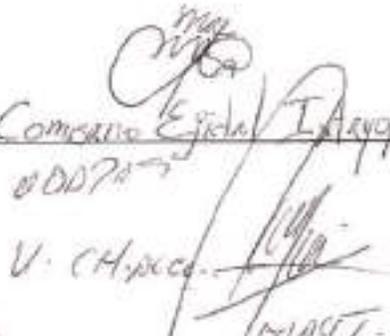
FIRMAS CARTAS DE INTENCIÓN

NOMBRE	CARGO	FIRMA
Miguel A. Vargas	Director OCAUH	
Jesús Reyes Heróles	Presidente del Comité del Agua FGRA	
José María Martínez	Director Gral. FGRD	
Elaine Burns	Coor.	
Mano Camacho Oca	Dir. Gral. del Medio Ambiente Milpa Alta DIR. ORD. ECOLÓGICO	
VICTOR M. GARCÍA G	DEL. MILPA ALTA	
Alfonso Torres	Jefe de Dto CAEM	
Enrique Espinoza Abreg.	Jefe de Proyecto de agua BCCVM	
ERIKA A. MARTÍNEZ	DIRECTORA SAE DESARROLLO URBANO	
EDUARDO VILLANUEVA E.	DIR. DE ESTUDIOS Y PROYECTOS OCAUH Y DECENTRO	
Araceli Martínez	Coordinadora del agua Valle de Chalco	
MARIO P. VILCORPO	DIA. OP. HCA. Y ACCONT. OCAUH	
José Luis A. Herrera	Asesor de DESARROLLO URBANO	
Rebeca Navas Camacho	S.V.P. Coordinadora General	
Teodora Caballero Nieves	Rep. de USOS Agrícolas Tlatxahuaca	
Judith Mtec Montiel	Director DESARROLLO Valle de Chalco	
ING. VELLOS RODRÍGUEZ HTZ. OCAUH CHALCO	DIRECCION DE ESTUDIOS Y CONSTRUCCION	
Ing. Ana Leticia Rivera O.	Coor. de Estudios y Planificación	



FIRMAS CARTAS DE INTENCIÓN

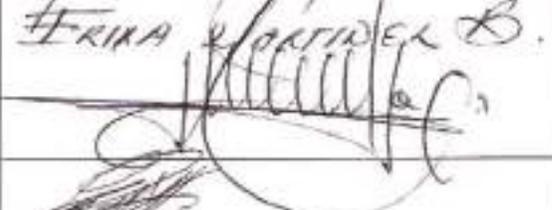
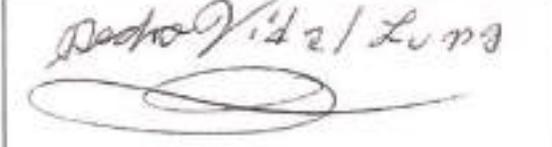
NOMBRE	CARGO	FIRMA
Alejandro Fdz.	Tercerero	
Alejandro Gómez	presidentado DICH	
SYLVIE TURPIN H.	UAM	
Silvia E. Paz Dorja	1 ^a secretaria Comité de Vigilancia	
Evaristo Aguilar	presidente del Comité de Vigilancia	
Isabel Cristina Estrada	Coordinadora Técnica	
Miguel Ángel Pineda	asesor técnico	
Mario Leonardo	UAM - J	
Maria Leticia Carrasco	UNSAF S. de C. V.	
Dazmina Velázquez	Unión de Comunidades del LOS	
MARIANA ESCOBAR	SUSSENTABLES	
Daniel Roberto Galic	Salvador A. Melero P. L. S. de C. V.	
Armando Reyes Regalado	Director de Medio Ambiente	
JUAN ALEJANDRO PINEDA RODRIGUEZ	Asesor de Medio Ambiente y ecología Tercero	
Roberto Ortiz Sánchez	Director de Medio Ambiente y Agua Tercero	
Juan Eduardo Martínez	Desarrollo Urbano Tercero	

<p>Comisión de Cuenca de los Ríos Amecameca y La Compañía</p>  <p>Dr. Oscar Monroy Hermosillo Presidente Ejido de Mixquic</p>	<p>Comisión de Cuenca de los Ríos Amecameca y La Compañía</p>  <p>Ing. Carlos Martínez Benítez Tesorero Ejido de Mixquic</p>
<p>C. Filiberto Barrios Rocha Presidente Ejido de Mixquic</p>	 <p>C. Miguel Ortega Noguera Tesorero Ejido de Tecomitl</p>
 <p>Juan Francisco Martínez Jiménez Secretario Ejido de Tetelco</p>	 <p>José Manuel Alvarado Ejido de San Juan Ixtayopan</p>
 <p>José Leopoldo Jiménez Presidente Ejido de Tulyehualco</p>	 <p>JUAN DE LA ROSA PIÑA Ejido de Tláhuac</p>
<p>Asociación de Canoeros Tláhuac Antonio Palacios Martínez</p>	<p>Ejido de Santiago Zapotitlán Fernando Ruiz González presidente</p>
 <p>Comarca Ejido Ixtayopan U. CH. PCC.</p>	<p>ASOC. DE PERS. PROPS. DE S. FED. TLATENCO A.C. PEQUEÑA PROPIEDAD</p>
 <p>U. CH. PCC.</p>	<p>Mtro. Celso San Félix Dir. General Demos. Rural Delegación Tláhuac</p>



<p>SACM Revisado: Ing. Arturo A. MORA CARR</p>	<p> D. M. Valle de Charco</p>
<p>Fricka J. Hernandez B. Alfonsina C.</p>	<p>UPRES. Jeyolín Bastida Rivera</p>
<p>Maria Luisa Rivera UPRES</p>	<p>Mary Bastida Rivera</p>
<p>Valentín Martínez</p>	<p>pedro Vidal Luna</p>
<p>ING. VENUS RODRIGUEZ</p>	<p>ODAPAS CHALCO V.A.C. </p>
<p>ing. David Galicia Gta.</p>	<p>ODAPAS CHALCO </p>
<p>Antonio Palacios Martínez San Pedro Cargero San Pedro Tlahuac.</p>	<p>Vieja Cuernavaca SAN PEDRO TLAHUAC </p>
<p>Guillermo Peña García ASOCIACIÓN HORTÍCOLA SAN ANDRÉS MIXQUIL</p>	<p>Martínez María Wenceslao </p>



<p>SAGM <u>Alcance:</u> Ing. ARTURO A. FORGA Cruz</p>	
<p>FRANK MARTINEZ B. </p>	
<p>D.M. Valle de Chaleo</p>	
<p>Antonio Palacios Martinez Canero San Pedro Tlahuac</p>	
<p>Verónica Urrutia Meza San Pedro Tlahuac </p>	
<p>Martinez Meza Venustiano </p>	
<p>Guillermo JUAN GARCIA ASOCIACIÓN HORTÍCOLA SAN ANTONES MÁQUIC</p>	
<p>Rodrigo Vidal Luna </p>	



CARTA COMPROMISO PARA GESTIONAR LAS OBRAS PARA LA RECUPERACIÓN DE LA ZONA LACUSTRE

En el contexto de la elaboración, aprobación, gestión y puesta en marcha del Plan Hídrico de la Comisión de Cuenca Ríos Amecameca y La Compañía los abajo firmantes, ejidatarios, productores y habitantes de la región, acordamos defender y fortalecer los usos agrícolas de nuestras tierras a través de las siguientes acciones:

- a) Gestionar la rehabilitación de los sistemas de canales, incluyendo su desazolve, nivelación, la instalación de esclusas y bombas de circulación.
- b) Gestionar la rehabilitación de las plantas de tratamiento de aguas residuales subutilizadas en el Municipio de Chalco, Tláhuac y Valle de Chalco.
- c) Gestionar la construcción de una planta de tratamiento metropolitana, para permitir el aprovechamiento de aguas residuales de Valle de Chalco, Chalco, Ixtapaluca y Tláhuac, con la finalidad de evitar su exportación de la Cuenca.

Estas acciones son fundamentales para reactivar el uso agrícola de ésta histórica zona, lograr mejorar la calidad de vida de sus habitantes, cuidar el desarrollo armónico de las actividades humanas de la zona lacustre y de toda la subcuenca y evitar su deterioro ambiental.

Se firma el presente compromiso siendo las 16:30 del día 24 de mayo de 2011, en el paraje Chimalpain, Mixquic, Estado de México.



*Calle 16 de Septiembre No. 9 esquina Gabriel Ramos Millán, Ayapango Estado de México, C.P. 56760
Tel. (01 597) 98 210 02 Correo electrónico: ceriosamecaycompania@hotmail.com*



COMISARIADO EJIDAL DEL MUNICIPIO DE TLÁHUAC
ESTADO DE TLAHUACALCO
Jose Antonio Jiménez



Fernando Ferrer
FERNANDO FERRER



Horio Martínez Jiménez
HORIO MARTÍNEZ JIMÉNEZ

COMISARIADO EJIDAL DE TLÁHUAC
2010-2013
Juan de la Rosa Piña
JUAN DE LA ROSA PIÑA



21 de Octubre de 2010 al
21 de Octubre de 2013.
Pablo Martínez
38