

Proyecto GEF-PNUD 089333 “Aumentar las capacidades nacionales para el manejo de las especies exóticas invasoras (EEI) a través de la implementación de la Estrategia Nacional”



Proyecto

“Mejora en el Manejo de Plantas Acuáticas Exóticas Invasoras”



1

Informe Final

Dirección del Proyecto: Dra. Maricela Martínez Jiménez

Instituto Mexicano de Tecnología del Agua

“Las opiniones, análisis y recomendaciones de política incluidas en este informe no reflejan necesariamente el punto de vista del Programa de las Naciones Unidas para el Desarrollo, como tampoco de su junta ejecutiva ni de sus estados miembros.”

¹ Presa Colorines, Edo de Méx, Infestada con *Eichhornia crassipes*

MEJORA EN EL MANEJO DE PLANTAS ACUÁTICAS EXÓTICAS INVASORAS

Objetivo: Conocer las invasiones de plantas exóticas invasoras en los principales cuerpos de aguas de México.

Autores: Dra. Maricela Martínez Jiménez y Dra. María Antonieta Gómez Balandra

Modo de citar el informe: PNUD México (Programa de las Naciones Unidas para el Desarrollo). 2019. Mejora en el manejo de plantas acuáticas exóticas invasoras (2015-2019). Proyecto GEF00089333 “Aumentar las Capacidades de México para el Manejo de las Especies Exóticas Invasoras (EEI) a través de la Implementación de la Estrategia Nacional de EEI”. 381pp. + 2 anexos. Dra. Maricela Martínez Jiménez y Dra. María Antonieta Gómez Balandra. Instituto Mexicano de Tecnología del Agua, IMTA, Jiutepec, Morelos. México.

Áreas de objeto del informe: Nacional

Fecha de inicio del informe: julio 2015

Fecha de término del informe: octubre 2019

RESUMEN:

En el marco del Componente 1: Marco de Manejo Nacional de EEI y de los incisos 1.1.1 Fortalecimiento del Sistema Nacional de Información de Especies Exóticas Invasoras y 1.3.7 Establecer estándares y programas de entrenamiento armonizados para el manejo de EEI en instituciones clave, el presente informe describe las acciones de mapeo de plantas acuáticas exóticas invasoras en 19 Estados de la República Mexicana: Aguascalientes, Chiapas, Chihuahua, Estado de México, Guanajuato, Guerrero, Hidalgo, Jalisco, Michoacán de Ocampo, Morelos, Nuevo León, Oaxaca, Puebla, Querétaro, Sinaloa, Sonora, Tamaulipas, Tabasco y Tlaxcala. Se realizaron visitas de campo en 71 cuerpos de agua correspondientes a 11 de las principales cuencas hidrológicas de México. En estos embalses se detectaron 42 especies de las cuales 10 son exóticas invasoras, 28 nativas con comportamiento de invasoras y 4 nativas; siendo el lirio acuático (*Eichhornia crassipes*) la principal especie acuática exótica invasora presente en casi todos los cuerpos de agua mapeados. Con esta información se elaboraron fichas descriptivas de cada especie detectada, las cuales conformaron un manual dirigido a personal de las diferentes dependencias del sector medio ambiente, así como usuarios del recurso agua, estudiantes y público en general que, con ayuda de las imágenes y ficha técnica de cada especie, pueda fácilmente identificar cada planta y la problemática ligada a su proliferación.

Por su importancia y condición hidrológica, se seleccionaron 11 regiones hidrológicas para realizar un análisis de su influencia en la infestación de plantas acuáticas: 09 Sonora Sur, 10

Sinaloa, 12 Lerma – Santiago, 14 Río Ameca, 18 Balsas, 19 Costa Grande de Guerrero, 24 Bravo – Conchos, 25 San Fernando – Soto La Marina, 26 Pánuco, 28 Papaloapan, 30 Grijalva – Usumacinta. En estas regiones se realizó un análisis de información hidrológica asociada a alteraciones que impactan a las comunidades nativas y endémicas, y que favorecen la dispersión de plantas acuáticas exóticas invasoras. La variabilidad hidrológica natural, así como los niveles de alteración hidrológica se correlacionará con la presencia o ausencia de plantas acuáticas exóticas invasoras en las diferentes regiones hidrológicas. Para este análisis se utilizó el software IHA RVA V.7.1 (Indicadores de Alteración Hidrológica) (The Nature Conservancy, 2011b) y los criterios de la norma de caudal ecológico NMX-AA-159-SCFI-2012.

Por último, se capacitó a personal de diferentes dependencias gubernamentales en el manejo de estas especies. El curso fue teórico-práctico contando con una entusiasta participación de los asistentes.

Vínculo con la Estrategia Nacional sobre Especies Invasoras en México:

El presente proyecto está enmarcado en el primer Objetivo Estratégico 1. “Prevenir, detectar y reducir el riesgo de introducción, establecimiento y dispersión de especies invasoras”.

Índice

| | |
|---|-----|
| RESUMEN..... | 1 |
| ANTECEDENTES..... | 3 |
| METODOLOGÍA Y RESULTADOS..... | 4 |
| 1. MAPEO DE PLANTAS ACUÁTICA EXÓTICA INVASORAS..... | 4 |
| 1.1 Aguascalientes..... | 5 |
| 1.1.1 Presa Abelardo L. Rodríguez..... | 5 |
| 1.1.2 Presa Plutarco Elías Calles..... | 8 |
| 1.2 Chiapas..... | 13 |
| 1.2.1 Presa Ángel Albino Corzo..... | 13 |
| 1.2.2 Presa Belisario Domínguez..... | 19 |
| 1.2.3 Presa Manuel Moreno Torres..... | 22 |
| 1.2.4 Presa Netzahualcóyotl..... | 27 |
| 1.2.5 Ecoparque Los Aluxes..... | 33 |
| 1.2.6 Laguna de Catzajá..... | 39 |
| 1.3 Chihuahua..... | 43 |
| 1.3.1 Presa Chihuahua..... | 43 |
| 1.3.2 Presa Chuvíscar..... | 46 |
| 1.3.2 Presa El Rejón..... | 49 |
| 1.3.3 Presa Francisco I. Madero..... | 52 |
| 1.4 Estado de México..... | 58 |
| 1.4.1 Presa Brockman..... | 58 |
| 1.4.2 Presa Colorines..... | 62 |
| 1.4.3 Presa El Mortero..... | 66 |
| 1.4.4 Presa Ignacio Ramírez..... | 69 |
| 1.4.5 Presa Ixtapantongo..... | 71 |
| 1.4.6 Presa José Antonio Álzate..... | 74 |
| 1.4.7 Presa La Victoria..... | 78 |
| 1.4.8 Presa Madín..... | 81 |
| 1.4.9 Presa Santo Tomás..... | 86 |
| 1.4.10 Presa Valle de Bravo..... | 93 |
| 1.4.11 Presa Villa Victoria..... | 96 |
| 1.4.12 Laguna de Zumpango..... | 100 |

| | |
|--|-----|
| 1.5 Guanajuato | 103 |
| 1.5.1 Presa Solís | 103 |
| 1.5.2 Laguna de Yuriria..... | 106 |
| 1.6 Guerrero..... | 111 |
| 1.6.1 Laguna Mitla..... | 111 |
| 1.7 Hidalgo..... | 114 |
| 1.7.1 Presa Endhó | 114 |
| 1.7.2 Presa Requena..... | 117 |
| 1.7.3 Presa Ing. Fernando Hiriart Balderrama..... | 120 |
| 1.8 Jalisco | 123 |
| 1.8.1 Presa Valencia | 123 |
| 1.8.2 Presa Ing. Santiago Camarena..... | 126 |
| 1.8.3 Presa Manuel M. Diéguez | 129 |
| 1.8.4 Lago de Chapala | 132 |
| 1.8.5 Confluencia de los ríos Zula y Santiago en Jalisco | 139 |
| 1.8.6 Laguna de Cajititlán..... | 142 |
| 1.8.7 Laguna de Zapotlán | 145 |
| 1.9 Michoacán de Ocampo..... | 151 |
| 1.9.1 Presa El Bosque..... | 151 |
| 1.9.2 Lago de Cuitzeo | 153 |
| 1.9.3 Lago de Pátzcuaro | 160 |
| 1.9.4 Lago de Zirahuén..... | 168 |
| 1.10 Morelos | 172 |
| 1.10.1 Presa Alzadas | 175 |
| 1.10.2 Presa El Tilcuate..... | 179 |
| 1.10.3 Presa Seca..... | 181 |
| 1.10.4 Laguna Seca | 183 |
| 1.10.5 Lago Contlalco..... | 186 |
| 1.11 Nuevo León..... | 188 |
| 1.11.1 Presa Cuchillo-Solidaridad..... | 188 |
| 1.11.2 Presa José López Portillo | 191 |
| 1.12 Oaxaca | 194 |
| 1.12.1 Presa Miguel de la Madrid Hurtado..... | 194 |
| 1.12.2 Presa Presidente Miguel Alemán..... | 197 |

| | |
|---|-----|
| 1.13 Puebla | 200 |
| 1.13.1 Presa Manuel Ávila Camacho | 200 |
| 1.14 Querétaro | 204 |
| 1.14.1 Presa El Centenario..... | 204 |
| 1.15 Sinaloa | 207 |
| 1.15.1 Presa Adolfo López Mateos..... | 207 |
| 1.15.2 Presa Aurelio Benassini Vizcaíno | 213 |
| 1.15.3 Presa Ing. Guillermo Blake Aguilar | 218 |
| 1.15.4 Presa Gustavo Díaz Ordaz | 225 |
| 1.15.5 Presa José López Portillo | 228 |
| 1.15.6 Presa Josefa Ortiz de Domínguez..... | 231 |
| 1.15.7 Presa Luis Donald Colosio | 234 |
| 1.15.8 Presa Miguel Hidalgo y Costilla..... | 237 |
| 1.15.9 Presa Sanalona..... | 240 |
| 1.15.10 Dren Batamote | 243 |
| 1.16 Sonora | 244 |
| 1.16.1 Presa Adolfo Ruiz Cortines | 244 |
| 1.16.2 Canales del Distrito de Riego 038 (DR 038)..... | 246 |
| 1.17 Tamaulipas | 254 |
| 1.17.1 Presa Internacional Anzaldúas..... | 254 |
| 1.17.2 Presa Internacional Retamal..... | 257 |
| 1.17.3 Dren El Morrillo | 260 |
| 1.18 Tabasco | 262 |
| 1.18.1 Laguna Pitahaya..... | 262 |
| 1.19 Tlaxcala | 265 |
| 1.19.1 Presa El Sol..... | 265 |
| 1.19.2 Presa La Luna..... | 269 |
| 1.19.3 Presa San José Atlanga..... | 271 |
| 2. ANÁLISIS DE INFORMACIÓN HIDROLÓGICA Y DE CALIDAD DEL AGUA QUE INFLUYE EN LA PROLIFERACION DE PLANTAS ACUATICAS EXÓTICAS INVASORAS | 279 |
| 2.1 Enfoque Metodológico | 282 |
| 2.2 Alteraciones hidrológicas | 287 |
| 2.2.1 Presa Adolfo López Mateos, Río Humaya, Sinaloa..... | 287 |
| 2.2.2 Presa Sanalona | 293 |

| | |
|--|-----|
| 2.2.3 Presa José López Portillo..... | 297 |
| 2.2.4 Lago de Chapala, Jalisco..... | 301 |
| 2.2.5 Lago de Cuitzeo..... | 307 |
| 2.2.6 Presa Malpaso..... | 310 |
| 2.2.7 Presa Peñitas en El Río Grijalva, Chiapas..... | 318 |
| 2.3 Calidad del Agua..... | 322 |
| 2.3.1 Fosfatos..... | 324 |
| 2.3.2 Nitratos..... | 328 |
| 2.4 Conclusiones..... | 332 |
| 3.- Impartición de Curso..... | 335 |
| 4.-Conclusiones..... | 337 |
| 5.-Referencias..... | 340 |
| Anexo 1. Programa del curso..... | 346 |
| Anexo 2. Regiones Hidrológicas Mapeadas..... | 351 |

Índice de Imágenes

| | |
|---|-----|
| Imagen 1. Google 01/12/2018 Presa Abelardo L. Rodríguez | 6 |
| Imagen 2. Google 31/03/2018 Presa Plutarco Elías Calles..... | 9 |
| Imagen 3. Google 21/01/2017 Presa Peñitas..... | 14 |
| Imagen 4. Google 12/30/2016 Presa Belisario Domínguez..... | 20 |
| Imagen 5. Google 16/03/2018 Presa Manuel Moreno Torres | 23 |
| Imagen 6. Google 27/07/2018 Presa Malpaso..... | 28 |
| Imagen 7. Google 03/25/2015 Ecoparque Aluxes..... | 34 |
| Imagen 8. Google 03/25/2015 Lagunas del Ecoparque Aluxes..... | 34 |
| Imagen 9. Google 26/02/2017 Laguna de Catazajá | 40 |
| Imagen 10. Google 26 /01/ 2019 Presa Chihuahua..... | 44 |
| Imagen 11. Google 25/06/2019 Presa Chuvíscar | 46 |
| Imagen 12. Google 06/05/2019 Presa El Rejón..... | 50 |
| Imagen 13. Google 12/01/2017 Presa Francisco I. Madero..... | 53 |
| Imagen 14. Google 24/10/2015 Presa Brockman | 59 |
| Imagen 15. Google 27/01/2017 Presa Los Colorines | 63 |
| Imagen 16. Google 05/03/2016 Presa El Mortero | 67 |
| Imagen 17. Google 21/01/2017 Presa Ignacio Ramírez | 70 |
| Imagen 18. Google 19/01/2016 Presa Ixtapantongo | 72 |
| Imagen 19. Google 28/12/2015 Presa José Antonio Álzate | 75 |
| Imagen 20. Google 24/10/2016 Presa La Victoria..... | 79 |
| Imagen 21. Google 11/02/2017 Presa Madín | 82 |
| Imagen 22. Google 27/01/2017 Presa Santo Tomas..... | 87 |
| Imagen 23. Google. 24/01/2017 Presa Valle de Bravo | 94 |
| Imagen 24. Google 07/03/2015 Presa Villa Victoria | 97 |
| Imagen 25 Google 24/03/2018 Laguna de Zumpango..... | 100 |
| Imagen 26. Google 30/12/2015 Presa Solís | 104 |
| Imagen 27. Google 07/11/2017 Laguna de Yuriria | 107 |
| Imagen 28. Google18/11/2017. Laguna Mitla | 111 |
| Imagen 29. Google 27/11/2016 Presa Endhó | 115 |
| Imagen 30. Google 24/03/2018 Presa Requena | 118 |
| Imagen 31. Google 12/04/2013 Presa Ing. Fernando Hiriart Balderrama | 121 |
| Imagen 32. Google 13/03/2015 Presa La Valencia | 124 |
| Imagen 33. Google 14/04/2015 Presa Ing. Santiago Camarena | 127 |
| Imagen 34. Google 01/01/2016 Presa Manuel M. Diéguez | 130 |
| Imagen 35. Google 1/06/2015 Lago de Chapala | 133 |
| Imagen 36. Google. 1/06/2015 Confluencia de los Ríos Zula y Santiago..... | 139 |
| Imagen 37. Google. 02/03/2016 Laguna de Cajititlan..... | 143 |
| Imagen 38. Google 25/04/2015 Presa El Bosque | 152 |
| Imagen 39. Google 22/07/2017 Lago de Cuitzeo..... | 154 |
| Imagen 40. Google 20/03/2017 Lago de Pátzcuaro..... | 161 |
| Imagen 41. Google 19/03/2018 Lago de Zirahuén..... | 169 |
| Imagen 42. Embalses ubicados en el Estado de Morelos. | 174 |

| | |
|--|-----|
| Imagen 43. Google 12/11/2018 Presa Alzadas | 175 |
| Imagen 44. Google 29/11/2017 Presa El Tilcuate..... | 179 |
| Imagen 45. Google 12/11/2018 Presa Seca | 181 |
| Imagen 46. Google 29/01/2017 Laguna Seca..... | 183 |
| Imagen 47. Google 12/11/2017 Lago Contlalco..... | 186 |
| Imagen 48. Google 30/12/2016 Presa Cuchillo – Solidaridad..... | 189 |
| Imagen 49. Google 07/08/2018 Presa José López Portillo..... | 192 |
| Imagen 50. Google 27/11/2017 Presa Miguel de la Madrid Hurtado..... | 195 |
| Imagen 51. Google 30/12/2015. Presa Presidente Miguel Alemán..... | 198 |
| Imagen 52. Google. 14/07/2017 Presa Manuel Ávila Camacho..... | 201 |
| Imagen 53. Google 30/12/2016 Presa Adolfo López Mateos | 208 |
| Imagen 54. Google 09/01/2015 Presa Ing. Aurelio Benassini Vizcaino | 214 |
| Imagen 55. Google 30/12/2016. Presa Ing. Guillermo Blake Aguilar..... | 219 |
| Imagen 56. Google 30/12/2016 Presa Gustavo Díaz Ordaz | 226 |
| Imagen 57. Google 30/12/2016 Presa José López Portillo..... | 229 |
| Imagen 58. Google 30/12/2016. Presa Josefa Ortiz de Domínguez | 232 |
| Imagen 59. Google 12/30/2016. Presa Luis Donald Colosio | 235 |
| Imagen 60. Google 30/12/2016. Presa Miguel Hidalgo y Costilla..... | 238 |
| Imagen 61. Google 30/12/2016 Presa Sanalona..... | 241 |
| Imagen 62. Google. 18/10/2017 Presa Adolfo Ruíz Cortines..... | 245 |
| Imagen 63. Canales del Distrito de Riego 038 con problema de plantas acuáticas invasivas | 247 |
| Imagen 64. Google. 05/12/2016 Presa Internacional Anzaldúas..... | 255 |
| Imagen 65. Google. 05/12/2016 Presa Internacional Retamal..... | 258 |
| Imagen 66. Google. 19/05/2017 Laguna Pitahaya | 262 |
| Imagen 67. Google 07/08/2017 Presa El Sol | 266 |
| Imagen 68. Google 01/08/2017 Presa La Luna | 270 |
| Imagen 69. Google 22/05/2015 Presa San José Atlanga..... | 272 |

Índice de fotos

| | |
|---|----|
| Foto 1. Abelardo L. Rodríguez infestada | 6 |
| Foto 2. Presa Abelardo L. Rodríguez con <i>Eichhornia crassipes</i> | 7 |
| Foto 3. Follaje de <i>Eichhornia crassipes</i> quemado por la temporada de invierno | 7 |
| Foto 4. Infestación de <i>Hydrilla verticillata</i> | 9 |
| Foto 5. Acercamiento a <i>Hydrilla verticillata</i> | 10 |
| Foto 6. Presa Plutarco Elías Calles infestada con <i>Hydrilla verticillata</i> | 10 |
| Foto 7. <i>Hydrilla verticillata</i> encontrada en la Presa Plutarco Elías Calles | 11 |
| Foto 8. Acercamiento de <i>Hydrilla verticillata</i> | 11 |
| Foto 9. Hojas verticiladas y dentadas características de <i>Hydrilla verticillata</i> | 12 |
| Foto 10. Barreras de contención de <i>Eichhornia crassipes</i> en compuerta de la Presa Peñitas | 15 |
| Foto 11. Acercamiento a la barrera mecánica para la contención de <i>Eichhornia crassipes</i> en la Presa Peñitas | 15 |
| Foto 12. Plantas de <i>Eichhornia crassipes</i> (lirio acuático) tamaño de planta de 80cm y raíces pequeñas indicando que los nutrientes están a disposición de la planta | 16 |
| Foto 13. Gran producción de flores asegurando un banco de semilla que reinfestaran la presa | 16 |
| Foto 14. Entrada de <i>Eichhornia crassipes</i> a la Presa Peñitas a través del canal de Grijalva .. | 17 |
| Foto 15. Presencia de <i>Pistia stratiotes</i> en la Presa Peñitas | 17 |
| Foto 16. Presencia de <i>Salvinia molesta</i> en la Presa Peñitas | 18 |
| Foto 17. Presa Belisario Domínguez libre de PAEI | 20 |
| Foto 18. Cultivo de Tilapia | 21 |
| Foto 19. Infraestructura para el cultivo de Tilapia | 21 |
| Foto 20. Compuertas de la Presa Manuel Moreno Torres | 23 |
| Foto 21. Vista general de la Presa Manuel Moreno Torres | 24 |
| Foto 22. Vista panorámica de la Presa Manuel Moreno Torres | 24 |
| Foto 23. Infestación con <i>Pistia stratiotes</i> | 25 |
| Foto 24. Infestación con <i>Eichhornia crassipes</i> | 25 |
| Foto 25. Infestación con <i>Phragmites australis</i> | 26 |
| Foto 26. Vista panorámica de la Presa Malpaso | 29 |
| Foto 27. Cortina de la Presa Malpaso | 30 |
| Foto 28. Acercamiento a la cortina de la Presa Malpaso | 30 |
| Foto 29. Canal de la Presa Malpaso | 31 |
| Foto 30. Criadero de Tilapia en la Presa Malpaso | 31 |
| Foto 31. Criadero de Tilapia en la Presa Malpaso | 32 |
| Foto 32. Presencia de <i>Salvinia molesta</i> en Ecoparque Los Aluxes | 35 |
| Foto 33. Acercamiento a <i>Salvinia molesta</i> en Ecoparque Aluxes | 35 |
| Foto 34. Esporocarpos de <i>Salvinia molesta</i> | 36 |
| Foto 35. Tricomos (Velloosidades) de <i>Salvinia molesta</i> en el haz de las hojas | 36 |
| Foto 36. Presencia de <i>Pontederia cordata</i> en Ecoparque Aluxes | 37 |
| Foto 37. Presencia de <i>Pistia stratiotes</i> en Ecoparque Aluxes | 37 |
| Foto 38. Acercamiento de <i>Pistia stratiotes</i> en Ecoparque Aluxes | 38 |

| | |
|---|----|
| Foto 39. Presencia de <i>P. stratiotes</i> y <i>E. crassipes</i> en Ecoparque Aluxes | 38 |
| Foto 40. Laguna de Catazajá | 40 |
| Foto 41. Hojas de <i>Salvinia molesta</i> | 41 |
| Foto 42. Hojas de <i>Hydrocotyle ranunculoides</i> | 41 |
| Foto 43. Presencia de <i>Eichhornia crassipes</i> en la Laguna de Catazajá | 42 |
| Foto 44. Presa Chihuahua | 44 |
| Foto 45. Presa libre de PAEI | 45 |
| Foto 46. Presa Chuvíscar infestada con <i>Lemna minor</i> | 47 |
| Foto 47. Acercamiento <i>Lemna minor</i> | 47 |
| Foto 48. Infestación con <i>Polygonum acuminatum</i> | 48 |
| Foto 49. Presa El Rejón | 50 |
| Foto 50. Presa libre de PAEI | 51 |
| Foto 51. Presa Francisco I Madero | 53 |
| Foto 52. Presa libre de PAEI | 54 |
| Foto 53. Infestación de <i>Typha domingensis</i> en el dren de la presa. | 54 |
| Foto 54. Acercamiento <i>Typha domingensis</i> | 55 |
| Foto 55. Dren infestado con <i>Arundo donax</i> | 55 |
| Foto 56. Infestación con <i>Arundo donax</i> | 56 |
| Foto 57. Infestación con <i>Tamarix ramosissima</i> | 56 |
| Foto 58. Flor de <i>Tamarix ramosissima</i> | 57 |
| Foto 59. Infestación producida por <i>Egeria densa</i> en toda la ribera de la Presa Brockman ... | 59 |
| Foto 60. Acercamiento a la infestación de <i>Egeria densa</i> | 60 |
| Foto 61. Infestación de <i>Egeria densa</i> | 60 |
| Foto 62. Hojas con margen liso y en vértice de 4 características de <i>Egeria densa</i> | 61 |
| Foto 63. Acercamiento <i>Egeria densa</i> | 61 |
| Foto 64. Presa Los Colorines en el año 2013 | 63 |
| Foto 65. Presa Los Colorines en el año 2015 | 64 |
| Foto 66. Presencia de <i>Eichhornia crassipes</i> en bordes de la Presa Los Colorines (2015) | 64 |
| Foto 67. Presencia de <i>Polygonum acuminatum</i> en la Presa Los Colorines | 65 |
| Foto 68. Presencia de <i>Ipomoea squamosa</i> en la Presa Los Colorines | 65 |
| Foto 69. Presa El Mortero infestada al 100% con <i>Eichhornia crassipes</i> | 67 |
| Foto 70. El follaje del <i>Eichhornia crassipes</i> quemado por bajas temperaturas. Sin embargo, los tallos aún están verdes y en la época de lluvias retoñarán. | 68 |
| Foto 71. A la izquierda cortina de la Presa Ignacio Ramírez. Note el bajo nivel de agua y el color verde olivo | 70 |
| Foto 72. Vista General de la Presa Ixtapantongo infestada al 100% con <i>Eichhornia crassipes</i> | 72 |
| Foto 73. Acercamiento a <i>Eichhornia crassipes</i> | 73 |
| Foto 74. Vista General de la Presa José Antonio Álzate | 75 |
| Foto 75. Presencia de <i>Ludwigia peploides</i> en la Presa José Antonio Álzate | 76 |
| Foto 76. Presencia de <i>Eleocharis montevidensis</i> en la Presa José Antonio Álzate | 76 |
| Foto 77. Presencia de <i>Potamogeton natans</i> en la Presa José Antonio Álzate | 77 |
| Foto 78. Presencia de <i>Eichhornia crassipes</i> en la Presa José Antonio Álzate | 77 |
| Foto 79. Vista general Presa La Victoria | 79 |

| | |
|---|-----|
| Foto 80. Infestación de <i>Egeria densa</i> en la ribera de la Presa La Victoria | 80 |
| Foto 81. Vista General de la Presa Madín | 82 |
| Foto 82. Presencia de diversas especies en la Presa Madín | 83 |
| Foto 83. Observe en 1 ^{er} plano <i>Eichhornia crassipes</i> y en 2 ^{do} <i>Polygonum acuminatum</i> | 83 |
| Foto 84. Floración de <i>P. acuminatum</i> | 84 |
| Foto 85. Presencia de <i>Typha latifolia</i> en la Presa Madín | 84 |
| Foto 86. Presencia de <i>Hydrocotyle ranunculoides</i> en la Presa Madín | 85 |
| Foto 87. Vista General de la Presa Santo Tomas..... | 87 |
| Foto 88. Presencia de <i>Eichhornia crassipes</i> , <i>Cyperus strigosus</i> y <i>Phragmites australis</i> | 88 |
| Foto 89. Presencia de <i>Eichhornia crassipes</i> en la presa Santo Tomás | 88 |
| Foto 90. Presencia de <i>Typha latifolia</i> en la Presa Santo Tomás..... | 89 |
| Foto 91. Presencia de <i>Cyperus strigosus</i> en la Presa Santo Tomás..... | 89 |
| Foto 92. Presencia de <i>Cyperus eragrostis</i> en la Presa Santo Tomás | 90 |
| Foto 93. Presencia de <i>Verbena bonariensis</i> en la Presa Santo Tomás..... | 90 |
| Foto 94. Floración de <i>Verbena bonariensis</i> en la Presa Santo Tomás..... | 91 |
| Foto 95. Presencia de <i>Phragmites australis</i> en la Presa Santo Tomás. Note el grado de infestación que cubre lo que era el espejo de agua..... | 91 |
| Foto 96. Presencia de <i>Typha domingensis</i> en la Presa Santo Tomás..... | 92 |
| Foto 97. Vista General de la Presa Valle de Bravo | 94 |
| Foto 98. Cortina de la Presa Valle de Bravo: Observe el color verde. Con ayuda del Alga Torch se detectaron cianofitas. | 95 |
| Foto 99. Presencia de <i>Eichhornia crassipes</i> en la Presa Valle de Bravo..... | 95 |
| Foto 100. Vista General de la Presa Villa Victoria | 97 |
| Foto 101. Presencia de <i>Polygonum acuminatum</i> e <i>Hydrocotyle ranunculoides</i> en la Presa Villa Victoria..... | 98 |
| Foto 102. Presencia de <i>Schoenoplectus acutus</i> en la Presa Villa Victoria..... | 98 |
| Foto 103. Presencia de <i>Nuphar lutea</i> en la Presa Villa Victoria | 99 |
| Foto 104. Vista panorámica de la Laguna de Zumpango | 101 |
| Foto 105. Presa libre de PAEI | 101 |
| Foto 106. La Laguna de Zumpango infestada por algas | 102 |
| Foto 107. Vista General de la Presa Solís | 104 |
| Foto 108. Bahía de la Presa Solís | 105 |
| Foto 109. Infestación de <i>Eichhornia crassipes</i> | 107 |
| Foto 110. Control mecánico de <i>E. crassipes</i> | 108 |
| Foto 111. Infestación de <i>Eichhornia crassipes</i> y <i>Myriophyllum aquaticum</i> | 108 |
| Foto 112. <i>Myriophyllum aquaticum</i> | 109 |
| Foto 113. <i>Phragmites australis</i> | 109 |
| Foto 114. <i>Eichhornia crassipes</i> | 110 |
| Foto 115. Infestación con lirio acuático | 112 |
| Foto 116. Infestación con tulares | 112 |
| Foto 117. a) <i>Najas marina</i> b) <i>Najas marina</i> vista al microscopio | 113 |
| Foto 118. Acercamiento a <i>Salvinia molesta</i> | 113 |
| Foto 119. Vista general de la Presa Endhó | 115 |
| Foto 120. Acercamiento a la Presa Endhó..... | 116 |

| | |
|--|-----|
| Foto 121. Presa Endhó..... | 116 |
| Foto 122. Vista panorámica de la Presa Requena | 118 |
| Foto 123. Alrededores de la Presa Requena | 119 |
| Foto 124. Presa Requena libre PAEI | 119 |
| Foto 125. Vista panorámica de la Presa Ing. Fernando Hiriart Balderrama..... | 121 |
| Foto 126. Presa libre de PAEI | 122 |
| Foto 127. Recorrido en la Presa de Zimapán | 122 |
| Foto 128. Infestación con <i>Eichhornia crassipes</i> de la Presa La Valencia..... | 124 |
| Foto 129. Infestación con <i>Eichhornia crassipes</i> y <i>Pistia stratiotes</i> en la Presa La Valencia | 125 |
| Foto 130. <i>Eichhornia crassipes</i> infestando la Presa Ing. Santiago Camarena | 127 |
| Foto 131. Pescadores en la Presa Ing. Santiago Camarena..... | 128 |
| Foto 132. <i>Lemna minor</i> (Lenteja de agua) en borde de Presa | 130 |
| Foto 133. Severa infestación con <i>L. minor</i> | 131 |
| Foto 134. Vista general del lago de Chapala. Note la gran infestación de <i>Schoenoplectus acutus</i> que va reduciendo el espejo de agua | 134 |
| Foto 135. Vista de la grave infestación del Lago por <i>Schoenoplectus acutus</i> | 134 |
| Foto 136. Infestación de <i>Eichhornia crassipes</i> que provee sustrato para el establecimiento de <i>Schoenoplectus acutus</i> | 135 |
| Foto 137. <i>Eichhornia crassipes</i> proveniente de semillas que germinaron en sedimentos en la rivera del Lago. Note la presencia de <i>Hydrocotyle ranunculoides</i> | 135 |
| Foto 138. <i>Pistia stratiotes</i> (Lechuga de agua) | 136 |
| Foto 139. <i>Pistia stratiotes</i> cerca embarcadero | 136 |
| Foto 140. <i>Hydrocotyle ranunculoides</i> | 137 |
| Foto 141. <i>Schoenoplectus acutus</i> (Tule)..... | 137 |
| Foto 142. Presencia de <i>Myriophyllum aquaticum</i> y <i>Eichhornia crassipes</i> en el Lago de Chapala | 138 |
| Foto 143. Río Zula infestado completamente por <i>Eichhornia crassipes</i> | 139 |
| Foto 144. Confluencia de los Ríos Zula y Santiago aguas arriba del Lago de Chapala | 140 |
| Foto 145. Plantas de <i>Eichhornia crassipes</i> . Note el gran tamaño de las plantas | 140 |
| Foto 146. Plantas de <i>Eichhornia crassipes</i> . Note como las raíces son pequeñas lo que sugiere que los nutrientes están en el entorno de la planta y ésta no se ve forzada a tener un sistema radicular grande y extenso..... | 141 |
| Foto 147. Vista general de la laguna de Cajititlán. Note el color verde lo que indica presencia de cianobacterias | 143 |
| Foto 148. <i>Schoenoplectus acutus</i> al borde de la Laguna de Cajititlán. Note el color verde de la laguna..... | 144 |
| Foto 149. Infestación de <i>Eichhornia crassipes</i> en la Laguna de Zapotlán | 146 |
| Foto 150. Otra vista de infestación de <i>Eichhornia crassipes</i> en la Laguna de Zapotlán. Se detectaron cianofitas en la Laguna | 146 |
| Foto 151. Los tulares que se observan infestando la laguna pertenecen a dos especies diferente <i>Schoenoplectus acutus</i> (<i>Scirpus americanus</i>) y <i>Typha domingensis</i> | 147 |
| Foto 152. Inflorescencia de <i>S. acutus</i> | 147 |
| Foto 153. Espiga de <i>T. domingensis</i> | 148 |
| Foto 154. Lirio y tule infestando la laguna (Dron)..... | 148 |

| | |
|---|-----|
| Foto 155. Los pescadores acercan en lancha <i>Eichhornia crassipes</i> y éste es sacado de la Laguna por medio del remolque | 149 |
| Foto 156. <i>Eichhornia crassipes</i> es confinado en los márgenes de la laguna, esta mala práctica provoca que con el viento las plantas infesten de nuevo el embalse..... | 149 |
| Foto 157. Reunión con pescadores de la Laguna de Zapotlán | 150 |
| Foto 158. Recorrido en lancha en la Laguna de Zapotlán | 150 |
| Foto 159. Vista General de la Presa El Bosque | 152 |
| Foto 160. Infestación de <i>Eichhornia crassipes</i> | 154 |
| Foto 161. Acercamiento a <i>Eichhornia crassipes</i> | 155 |
| Foto 162. Infestación de <i>Phragmites australis</i> | 155 |
| Foto 163. Acercamiento a <i>Phragmites australis</i> | 156 |
| Foto 164. <i>Hydrocotyle ranunculoides</i> | 156 |
| Foto 165. <i>Pistia stratiotes</i> | 157 |
| Foto 166. <i>Ceratophyllum demersum</i> | 157 |
| Foto 167. <i>Stuckenia pectinata</i> | 158 |
| Foto 168. <i>Schoenoplectus acutus</i> | 158 |
| Foto 169. <i>Scirpus olneyi</i> | 159 |
| Foto 170. Remoción de Tule en la ribera del Lago de Pátzcuaro | 162 |
| Foto 171. Despalotizadora para control de Tule en el Lago Pátzcuaro..... | 162 |
| Foto 172. Extracción mecánica del <i>Eichhornia crassipes</i> . Note que la planta es colocada justo en la orilla por lo que, por efecto de viento y peso de la propia planta, ésta se reincorpora al espejo de agua dejando sin efecto las acciones de control | 163 |
| Foto 173. Infestación de <i>E. crassipes</i> | 163 |
| Foto 174. <i>Paspalum repens</i> en asociación con <i>Eichhornia crassipes</i> | 164 |
| Foto 175. Infestación de <i>P. australis</i> | 164 |
| Foto 176. <i>Eichhornia. crassipes</i> | 165 |
| Foto 177. <i>Typha domingensis</i> | 165 |
| Foto 178. <i>Phragmites australis</i> | 166 |
| Foto 179. <i>Polygonum acuminatum</i> | 166 |
| Foto 180. <i>Nymphaea mexicana</i> | 167 |
| Foto 181. <i>N. mexicana</i> y <i>E. crassipes</i> | 167 |
| Foto 182. Infestación de <i>Schoenoplectus acutus</i> en el Lago de Zirahuén..... | 169 |
| Foto 183. Vista General del Lago de Zirahuén | 170 |
| Foto 184. <i>Schoenoplectus acutus</i> | 170 |
| Foto 185. <i>Polygonum acuminatum</i> | 171 |
| Foto 186. <i>Typha domingensis</i> | 171 |
| Foto 187. Infestación con <i>Arundo donax</i> , Río Tembembe, Morelos. | 173 |
| Foto 188. Infestación del embalse por <i>Pistia stratiotes</i> | 176 |
| Foto 189. Uso irracional de herbicidas que además de ser altamente tóxicos está prohibido su uso..... | 176 |
| Foto 190. Vista de floración de <i>Pistia stratiotes</i> en pleno invierno | 177 |
| Foto 191. Detalle de flor de <i>P. stratiotes</i> | 177 |
| Foto 192. Vista al microscopio de flor de <i>P. stratiotes</i> | 178 |
| Foto 193. Presa Tilcuate infestada al 100% con <i>Pistia stratiotes</i> | 180 |

| | |
|--|-----|
| Foto 194. Plantas de <i>Pistia stratiotes</i> infestando la Presa | 180 |
| Foto 195. Presa Seca infestada al 100% con <i>Pistia stratiotes</i> y numerosos manchones de Tule | 182 |
| Foto 196. Inflorescencia de <i>Typha domingensis</i> | 182 |
| Foto 197. Laguna Seca infestada con <i>Azolla filiculoides</i> (círculo azul), <i>Eichhornia crassipes</i> (círculo morado), <i>Polygonum acuminatum</i> (círculo amarillo), y <i>Typha latifolia</i> (círculo rojo) | 184 |
| Foto 198. Laguna Seca infestada con <i>Azolla filiculoides</i> | 184 |
| Foto 199. Acercamiento de <i>Azolla filiculoides</i> | 185 |
| Foto 200. Velloosidades de <i>Azolla filiculoides</i> | 185 |
| Foto 201. Lago Contlalco infestado a 90% con <i>Pistia stratiotes</i> | 187 |
| Foto 202. Lago Contlalco infestado con <i>Pistia stratiotes</i> | 187 |
| Foto 203. Vista general de la Presa Cuchillo-Solidaridad..... | 189 |
| Foto 204. Presa Cuchillo libre de plantas acuáticas exóticas invasoras..... | 190 |
| Foto 205. Vista general de Presa José López Portillo | 192 |
| Foto 206. Presa José López Portillo libre de plantas acuáticas exóticas invasoras..... | 193 |
| Foto 207. Vista General de la Presa Miguel de la Madrid Hurtado..... | 195 |
| Foto 208. <i>Phragmites australis</i> en la Presa Miguel de la Madrid Hurtado | 196 |
| Foto 209. Vista General de la Presa Presidente Miguel Alemán..... | 198 |
| Foto 210. Infestación de <i>Phragmites australis</i> | 199 |
| Foto 211. Reten de lirio en la Presa Manuel Ávila Camacho | 201 |
| Foto 212. Infestación de <i>Eichhornia crassipes</i> en la Presa Manuel Ávila Camacho..... | 202 |
| Foto 213. <i>Eichhornia crassipes</i> | 202 |
| Foto 214. Acercamiento a <i>Eichhornia crassipes</i> | 203 |
| Foto 215. Google. 23/03/2018 Presa El Centenario..... | 205 |
| Foto 216. Vista panorámica de la Presa El Centenario | 205 |
| Foto 217. Acercamiento a la Presa El Centenario | 206 |
| Foto 218. Presa libre PAEI | 206 |
| Foto 219. Presa Adolfo López Mateos..... | 208 |
| Foto 220. Vista general de la presa en las inmediaciones de la cortina | 209 |
| Foto 221. A medida que se encuentra la confluencia del Río Humaya los manchones de <i>Eichhornia crassipes</i> son más densos..... | 209 |
| Foto 222. Se observan numerosas flores de <i>Eichhornia crassipes</i> | 210 |
| Foto 223. Asociada a la infestación de <i>Eichhornia crassipes</i> se desarrolla <i>Lemna minor</i> ... | 210 |
| Foto 224. Una severa infestación de <i>Paspalum repens</i> asociada con <i>Eichhornia crassipes</i> | 211 |
| Foto 225. Inflorescencia de <i>Paspalum repens</i> | 211 |
| Foto 226. <i>Polygonum punctatum</i> | 212 |
| Foto 227. Inflorescencia de <i>P. punctatum</i> | 212 |
| Foto 228. Cortina de la Presa El Salto..... | 214 |
| Foto 229. Plantas de <i>Eichhornia crassipes</i> agrupadas en pequeños machones | 215 |
| Foto 230. <i>Eichhornia crassipes</i> cercanos a la desembocadura del Río Elota | 215 |
| Foto 231. Raíces de <i>Eichhornia crassipes</i> donde se desarrolla <i>Lemna minor</i> | 216 |
| Foto 232. Remanso de agua donde se desarrolla <i>Lemna minor</i> | 216 |
| Foto 233. Vista general de la infestación de <i>Lemna minor</i> | 217 |

| | |
|--|-----|
| Foto 234. Presa Ing. Guillermo Blake Aguilar | 219 |
| Foto 235. Presa libre de infestación | 220 |
| Foto 236. Derivadora Santa Marta | 220 |
| Foto 237. Compuertas de la derivadora..... | 221 |
| Foto 238. Canal infestado con <i>Pistia stratiotes</i> | 221 |
| Foto 239. Acercamiento <i>Pistia stratiotes</i> | 222 |
| Foto 240. <i>Typha</i> spp. | 222 |
| Foto 241. <i>Paspalum repens</i> en el canal..... | 223 |
| Foto 242. Acercamiento <i>Paspalum repens</i> | 223 |
| Foto 243. <i>Lemna minor</i> | 224 |
| Foto 244. Vista general de la Presa Gustavo Díaz Ordaz..... | 226 |
| Foto 245. Presa libre de plantas acuáticas | 227 |
| Foto 246. Placa de la Presa José López Portillo | 229 |
| Foto 247. Vista general de la Presa José López Portillo | 230 |
| Foto 248. Presa Josefa Ortiz de Domínguez | 232 |
| Foto 249. Vista panorámica de la Presa Josefa Ortiz de Domínguez | 233 |
| Foto 250. Presa Josefa Ortiz de Domínguez libre de plantas acuáticas | 233 |
| Foto 251. Vista Panorámica de la Presa Luis Donald Colosio..... | 235 |
| Foto 252. Presa Luis Donald Colosio libre de plantas acuáticas | 236 |
| Foto 253. Vista panorámica de la Presa Miguel Hidalgo y Costilla | 238 |
| Foto 254. Cortina de la Presa Miguel Hidalgo y Costilla..... | 239 |
| Foto 255. Vista general de la Presa Sanalona | 241 |
| Foto 256. Cerca de la cortina se observan algunas plantas de <i>Eichhornia crassipes</i> | 242 |
| Foto 257. Algunas plantas de <i>Eichhornia crassipes</i> se observaron dispersas en el espejo de agua | 242 |
| Foto 258. Dren Batamote infestado con lirio acuático y tule | 243 |
| Foto 259. Remoción del lirio acuático | 243 |
| Foto 260. Presa Adolfo Ruíz Cortines (Mocuzari) libre de PAEI | 245 |
| Foto 261. <i>Stuckenia pectinata</i> | 247 |
| Foto 262. Distribución de <i>Stuckenia pectinata</i> en borde de canales..... | 248 |
| Foto 263. <i>Hymenocallis sonorensis</i> (Lirio Chino) en canales del DR 038 | 248 |
| Foto 264. Flor de <i>H. sonorensis</i> . (Lirio Chino)..... | 249 |
| Foto 265. Hoja y flores de <i>Sagittaria latifolia</i> (Sagitaria). | 249 |
| Foto 266. Emergencia de <i>S. latifolia</i> (Sagitaria) en sedimentos colectados en el DR 038.. | 250 |
| Foto 267. <i>Panicum repens</i> (Panizo) en canales del DR038..... | 250 |
| Foto 268. Pleuston compuesto principalmente por <i>Hydrodictyon</i> | 251 |
| Foto 269. <i>Chara</i> extraída de canal del DR 038 | 251 |
| Foto 270. Masa de pleuston (lama) compuesta principalmente por <i>Cladophora</i> , extraída de un canal del DR 038 | 252 |
| Foto 271. Vista microscópica de un ejemplar de <i>Oedogonium</i> germinado recientemente, note las células asimétricas característica de este género | 252 |
| Foto 272. Vista al microscopio de una muestra de lama con ejemplares de <i>Zygnemaceae</i> . Notar los diámetros diferentes de los filamentos, la coloración particular de las algas marcadas con nombre | 253 |

| | |
|---|-----|
| Foto 273. Cortina de la Presa Anzaldúas | 255 |
| Foto 274. Infestación de <i>Phragmites australis</i> | 256 |
| Foto 275. Presa Internacional Retamal | 258 |
| Foto 276. <i>Phragmites australis</i> (flecha blanca) y <i>Arundo donax</i> (flecha roja) en la Presa El Retamal..... | 259 |
| Foto 277. <i>Phragmites australis</i> en Presa Retamal | 259 |
| Foto 278. Dren El Morillo | 261 |
| Foto 279. <i>Phragmites australis</i> en Dren El Morillo | 261 |
| Foto 280. Vista general de la Laguna de Pithaya..... | 263 |
| Foto 281. <i>Salvinia molesta</i> | 263 |
| Foto 282. Infestación con <i>Eichhornia crassipes</i> | 264 |
| Foto 283. Infestación con <i>Nelumbo nucifera</i> | 264 |
| Foto 284. Presencia de <i>Eichhornia crassipes</i> en el canal que llega a la Presa El Sol..... | 266 |
| Foto 285. <i>Eichhornia crassipes</i> y <i>Typha latifolia</i> en la Presa El Sol | 267 |
| Foto 286. <i>Typha latifolia</i> | 267 |
| Foto 287. Presencia de <i>Polygonum acuminatum</i> en la Presa Sol | 268 |
| Foto 288. Presa La Luna Tlaxcala infestada con <i>Eichhornia crassipes</i> | 270 |
| Foto 289. <i>Polygonum acuminatum</i> en ribera de la presa | 272 |
| Foto 290. Manchones de <i>P. acuminatum</i> | 273 |
| Foto 291. <i>Schoenoplectus acutus</i> en ribera de la presa. | 273 |
| Foto 292. Vista de <i>Schoenoplectus acutus</i> | 274 |
| Foto 293. <i>Potamogeton natans</i> | 274 |
| Foto 294. <i>Stuckenia pectinata</i> | 275 |
| Foto 295. <i>Polygonum acuminatum</i> | 275 |
| Foto 296. <i>Eleocharis montevidensis</i> | 276 |
| Foto 297. <i>Hydrocotyle ranunculoides</i> | 276 |
| Foto 298. <i>Typha latifolia</i> | 277 |
| Foto 299. <i>Nymphoides fallax</i> | 277 |
| Foto 300. <i>Hydrodictyon</i> | 278 |
| Foto 301. Participantes del curso | 336 |
| Foto 302. Sesiones teóricas del curso | 336 |

Índice de figuras

| | |
|--|-----|
| Figura 1. Regiones Hidrológicas Mapeadas para el Proyecto GEF-Invasoras | 2 |
| Figura 2. Influyente cuenca Peñitas | 14 |
| Figura 3. Influyente cuenca Malpaso Peñitas | 28 |
| Figura 4. Influyente cuenca Malpaso | 29 |
| Figura 5. Invasión de <i>A. donax</i> en las cuencas del Estado de Morelos | 172 |
| Figura 6. Régimen de caudal. Componentes y características | 281 |
| Figura 7. Caudales, eventos en el cauce y plantas acuáticas | 282 |
| Figura 8. Zonificación de las formas de vida de las plantas acuáticas, subacuáticas y tolerantes | 283 |
| Figura 9. Objetivos ambientales de las cuencas hidrológicas | 285 |
| Figura 10. Proceso metodológico de la NMX-AA-159-SCFI-2012..... | 285 |
| Figura 11. Estaciones Hidrométricas cercanas a la Presa..... | 287 |
| Figura 12. Alteraciones Hidrológicas para la E.H. Guatenipa | 288 |
| Figura 13. Alteraciones mensuales de acuerdo con NMX de Caudal Ecológico – EH Guatenipa | 289 |
| Figura 14. Alteraciones Hidrológicas para la E.H. El Varejonal | 291 |
| Figura 15. Alteraciones mensuales de acuerdo con NMX de Caudal Ecológico | 292 |
| Figura 16. Ubicación de la presa y la estación hidrométrica Sanalona II. | 293 |
| Figura 17. Datos diarios de la estación hidrométrica Sanalona II | 294 |
| Figura 18. Comparación de dos periodos de datos mensuales estación Sanalona II. | 294 |
| Figura 19. Alteraciones mensuales de acuerdo con NMX-AA-159-SCFI-2012 de Caudal Ecológico, E.H. Sanalona II..... | 296 |
| Figura 20. Ubicación de la presa y la estación hidrométrica Santa Cruz..... | 297 |
| Figura 21. Datos diarios de la estación hidrométrica Santa Cruz..... | 298 |
| Figura 22. Comparación de dos periodos de los datos mensuales de la estación..... | 299 |
| Figura 23. Alteraciones mensuales de acuerdo con NMX-AA-159-SCFI-2012 de Caudal Ecológico, E.H. Santa Cruz | 300 |
| Figura 24. Estaciones Hidrométricas cercanas al Lago de Chapala | 301 |
| Figura 25. Alteraciones Hidrológicas para la E.H. Yurécuaro II | 302 |
| Figura 26. Alteraciones mensuales de acuerdo con NMX-AA-159-SCFI-2012 de Caudal Ecológico..... | 303 |
| Figura 27. Alteraciones Hidrológicas para la Estación Hidrométrica de Corona..... | 305 |
| Figura 28. Niveles Históricos del Lago de Chapala | 306 |
| Figura 29. Ubicación del lago y la estación hidrométrica El Plan | 307 |
| Figura 30. Datos diarios de la estación hidrométrica | 308 |
| Figura 31. Comparación de dos periodos de los datos mensuales de la estación El Plan. . | 308 |
| Figura 32. Alteraciones mensuales de acuerdo con NMX-AA-159-SCFI-2012 de Caudal Ecológico, E.H. El Plan..... | 310 |
| Figura 33. Ubicación de la presa y las estaciones hidrométricas Grijalva y Malpaso | 311 |
| Figura 34. Datos diarios de la estación hidrométrica Grijalva..... | 312 |
| Figura 35. Comparación de dos periodos de los datos mensuales de la estación Grijalva. | 312 |

| | |
|---|-----|
| Figura 36. Alteraciones mensuales de acuerdo con NMX-AA-159-SCFI-2012 de Caudal Ecológico, E.H. Grijalva | 314 |
| Figura 37. Datos diarios de la estación hidrométrica Malpaso II | 315 |
| Figura 38. Comparación de dos periodos de datos mensuales estación Malpaso II | 315 |
| Figura 39. Alteraciones mensuales de acuerdo con NMX-AA-159-SCFI-2012 de Caudal Ecológico, E.H. Malpaso II..... | 317 |
| Figura 40. Estaciones hidrométricas cercanas a la Presa | 318 |
| Figura 41. Alteraciones hidrológicas para la Estación Hidrométrica Las Peñitas..... | 319 |
| Figura 42. Alteraciones mensuales, en la E. H. Las Peñitas..... | 320 |
| Figura 43. Registros de Fósforo total de la RNMCA – Presas Adolfo López Mateos y Sanalona | 325 |
| Figura 44. Registros de Fósforo total de la RNMCA – Presa José López Portillo..... | 325 |
| Figura 45. Ubicación de los sitios de Monitoreo en el Lago de Chapala | 326 |
| Figura 46. Registros fósforo total de la RNMCA – Lago de Chapala..... | 326 |
| Figura 47. Registros de Fosfatos de la RNMCA – Lago de Cuitzeo | 327 |
| Figura 48. Registros fosfatos de la RNMCA – Presa Malpaso | 327 |
| Figura 49. Registros de Nitratos de la RNMCA – Presa A. López Mateos | 328 |
| Figura 50. Valores registrados de Nitratos RNMCA Presa Sanalona..... | 329 |
| Figura 51. Valores registrados de Nitratos RNMCA Presa José López Portillo..... | 329 |
| Figura 52. Resultados de N-NO3 de los sitios de monitoreo, 2016, Lago de Chapala. | 330 |
| Figura 53. Registros de Nitratos de la RNMCA – Conagua Cuitzeo | 330 |
| Figura 54. Resultados de N-NO3 de los sitios de monitoreo, 2016- Presa Malpaso..... | 331 |
| Figura 55. Resultados de N-NO3 de los sitios de monitoreo, 2016- Presa Peñitas..... | 331 |

Índice de tablas

| | |
|--|----|
| Tabla 1. Datos Generales de la Presa Abelardo L. Rodríguez..... | 5 |
| Tabla 2. Especies detectadas en la Presa Abelardo L. Rodríguez..... | 5 |
| Tabla 3. Datos Generales de la Presa Plutarco Elías Calles | 8 |
| Tabla 4. Especies detectadas en la Presa Plutarco Elías Calles | 8 |
| Tabla 5. Datos Generales de la Presa Ángel Albino Corzo..... | 13 |
| Tabla 6. Especies detectadas en la Presa Ángel Albino Corzo..... | 13 |
| Tabla 7. Datos Generales de la Presa Belisario Domínguez | 19 |
| Tabla 8. Especies detectadas en la Presa Dr. Belisario Domínguez | 19 |
| Tabla 9. Datos Generales de la Presa Manuel Moreno Torres..... | 22 |
| Tabla 10. Especies detectadas en la Presa Manuel Moreno Torres..... | 22 |
| Tabla 11. Datos Generales de la Presa Netzahualcóyotl | 27 |
| Tabla 12. Especies detectadas en la Presa Netzahualcóyotl | 27 |
| Tabla 13. Datos Generales del Ecoparque Aluxes | 33 |
| Tabla 14. Especies detectadas en el Ecoparque Los Aluxes | 33 |
| Tabla 15. Datos Generales de la Laguna de Catazajá | 39 |
| Tabla 16. Especies detectadas en la Laguna de Catazajá | 39 |
| Tabla 17. Datos Generales de la Presa Chihuahua | 43 |
| Tabla 18. Especies detectadas en la Presa Chihuahua | 43 |
| Tabla 19. Especies detectadas en la Presa Netzahualcóyotl | 46 |
| Tabla 20. Datos Generales de la Presa El Rejón | 49 |
| Tabla 21. Especies detectadas en la Presa El Rejón | 49 |
| Tabla 22. Datos Generales de la Presa Francisco I. Madero | 52 |
| Tabla 23. Especies detectadas en la Presa Francisco I. Madero | 52 |
| Tabla 24. Datos Generales de la Presa Brockman | 58 |
| Tabla 25. Especies detectadas en la Presa Brockman | 58 |
| Tabla 26. Datos Generales de la Presa Colorines | 62 |
| Tabla 27. Especies detectadas en la presa Colorines | 62 |
| Tabla 28. Datos Generales de la Presa El Mortero | 66 |
| Tabla 29. Especies detectadas en la Presa El Mortero | 66 |
| Tabla 30. Datos Generales de la Presa Ignacio Ramírez..... | 69 |
| Tabla 31. Especies detectadas en la Presa Ignacio Ramírez..... | 69 |
| Tabla 32. Datos generales de la Presa Ixtapantongo | 71 |
| Tabla 33. Especies detectadas en la Presa Ixtapantongo..... | 71 |
| Tabla 34. Datos generales de la Presa José Antonio Álzate | 74 |
| Tabla 35. Especies detectadas en la Presa José Antonio Álzate..... | 74 |
| Tabla 36. Datos Generales de la Presa La Victoria | 78 |
| Tabla 37. Especies detectadas en la Presa La Victoria | 78 |
| Tabla 38. Datos Generales de la Presa Madín | 81 |
| Tabla 39. Especies detectadas en la Presa Madín | 81 |
| Tabla 40. Datos Generales de la Presa Santo Tomás | 86 |
| Tabla 41. Especies detectadas en la Presa Santo Tomás | 86 |
| Tabla 42. Datos Generales de la Presa Valle de Bravo | 93 |

| | |
|--|-----|
| Tabla 43. Especies detectadas en la Presa Valle de Bravo | 93 |
| Tabla 44. Datos Generales de la Presa Villa Victoria | 96 |
| Tabla 45. Especies detectadas en la Presa Villa Victoria | 96 |
| Tabla 46. Especies detectadas en la Laguna de Zumpango | 100 |
| Tabla 47. Datos Generales de la Presa Solís | 103 |
| Tabla 48. Especies detectadas en la Presa Solís | 103 |
| Tabla 49. Datos Generales de la Laguna de Yuriria | 106 |
| Tabla 50. Especies detectadas en la Laguna de Yuridia | 106 |
| Tabla 51. Especies detectadas en la Laguna de Mitla | 111 |
| Tabla 52. Información general de la Presa Endhó | 114 |
| Tabla 53. Especies detectadas en la Presa Endhó | 114 |
| Tabla 54. Información general de la Presa Requena | 117 |
| Tabla 55. Especies detectadas en la Presa Requena | 117 |
| Tabla 56. Información general de la Presa Ing. Fernando Hiriart Balderrama | 120 |
| Tabla 57. Especies detectadas en la Presa Ing. Fernando Hiriart Balderrama | 120 |
| Tabla 58. Datos Generales de la Presa La Valencia | 123 |
| Tabla 59. Especies detectadas en la Presa La Valencia | 123 |
| Tabla 60. Datos Generales de la Presa Ing. Santiago Camarena | 126 |
| Tabla 61. Especies detectadas en la Presa Ing. Santiago Camarena | 126 |
| Tabla 62. Evaluación de biomasa y densidad del lirio acuático en Presa Ing. Santiago Camarena..... | 128 |
| Tabla 63. Datos Generales de la Presa Manuel M. Diéguez..... | 129 |
| Tabla 64. Especies detectadas en el Presa Manuel M. Diéguez..... | 129 |
| Tabla 65. Datos Generales del Lago de Chapala | 132 |
| Tabla 66. Especies detectadas en el Lago de Chapala..... | 132 |
| Tabla 67. Sitios monitoreados en el Lago Chapala..... | 133 |
| Tabla 68. Evaluación de biomasa y densidad del lirio acuático en el río Zula | 141 |
| Tabla 69. Datos Generales de la Laguna de Cajititlán | 142 |
| Tabla 70. Especies detectadas en la Laguna de Cajititlán | 142 |
| Tabla 71. Datos Generales de la Laguna de Zapotlán | 145 |
| Tabla 72. Especies detectadas en la Laguna de Zapotlán | 145 |
| Tabla 73. Datos Generales de la Presa El Bosque | 151 |
| Tabla 74. Especies detectadas en la Presa El Bosque..... | 151 |
| Tabla 75. Datos Generales del Lago de Cuitzeo | 153 |
| Tabla 76. Especies detectadas en el Lago de Cuitzeo | 153 |
| Tabla 77. Datos Generales del Lago de Pátzcuaro | 160 |
| Tabla 78. Especies detectadas en el Lago Pátzcuaro..... | 160 |
| Tabla 79. Datos Generales del Lago de Zirahuén | 168 |
| Tabla 80. Especies detectadas en el Lago Zirahuén | 168 |
| Tabla 81. Datos Generales de Embalses de Morelos | 173 |
| Tabla 82. Especies detectadas en la Presa Alzadas | 175 |
| Tabla 83. Especies detectadas en la Presa El Tilcuate | 179 |
| Tabla 84. Especies detectadas en la Presa Seca | 181 |
| Tabla 85. Especies detectadas en la Laguna Seca | 183 |

| | |
|--|-----|
| Tabla 86. Especies detectadas en el Lago Contlaco | 186 |
| Tabla 87. Datos Generales de la Presa Cuchillo-Solidaridad | 188 |
| Tabla 88. Especies detectadas en la Presa Cuchillo - Solidaridad | 188 |
| Tabla 89. Datos generales de la Presa José López Portillo | 191 |
| Tabla 90. Especies detectadas en la Presa José López Portillo | 191 |
| Tabla 91. Datos Generales de la Presa Miguel de la Madrid Hurtado | 194 |
| Tabla 92. Especies detectadas en la Presa Miguel de la Madrid Hurtado | 194 |
| Tabla 93. Datos Generales de la Presa Presidente Miguel Alemán | 197 |
| Tabla 94. Especies detectadas en la Presa Presidente Miguel Alemán | 197 |
| Tabla 95. Datos Generales de la Presa Manuel Ávila Camacho | 200 |
| Tabla 96. Especies detectadas en la Presa Manuel Ávila Camacho | 200 |
| Tabla 97. Información general de la Presa El Centenario | 204 |
| Tabla 98. Especies detectadas en la Presa El Centenario..... | 204 |
| Tabla 99. Datos Generales de la Presa Adolfo López Mateos..... | 207 |
| Tabla 100. Especies detectadas en la Presa Adolfo López Mateos..... | 207 |
| Tabla 101. Datos Generales de la Presa Ing. Aurelio Benassini Vizcaíno | 213 |
| Tabla 102. Especies detectadas en la Presa Ing. Aurelio Benassini Vizcaíno | 213 |
| Tabla 103. Datos Generales de la Presa Ing. Guillermo Blake Aguilar | 218 |
| Tabla 104. Especies detectadas en la Presa Ing. Guillermo Blake Aguilar | 218 |
| Tabla 105. Datos Generales de la Presa Gustavo Díaz Ordaz..... | 225 |
| Tabla 106. Especies detectadas en la Presa Gustavo Díaz Ordaz..... | 225 |
| Tabla 107. Datos Generales de la Presa José López Portillo | 228 |
| Tabla 108. Especies detectadas en la Presa José López Portillo | 228 |
| Tabla 109. Datos Generales de la Presa Josefa Ortiz de Domínguez | 231 |
| Tabla 110. Especies detectadas en la Presa Josefa Ortiz de Domínguez | 231 |
| Tabla 111. Datos Generales de la Presa Luis Donald Colosio..... | 234 |
| Tabla 112. Especies detectadas en la Presa Luis Donald Colosio..... | 234 |
| Tabla 113. Datos Generales de la Presa Miguel Hidalgo y Costilla | 237 |
| Tabla 114. Especies detectadas en la Presa Miguel Hidalgo y Costilla | 237 |
| Tabla 115. Datos Generales de la Presa Sanalona | 240 |
| Tabla 116. Especies detectadas en la Presa Sanalona..... | 240 |
| Tabla 117. Datos Generales de la Presa Adolfo Ruíz Cortines | 244 |
| Tabla 118. Especies detectadas en la Adolfo Ruíz Cortines | 244 |
| Tabla 119. Datos Generales del Distrito de Riego (DR) 038 Río Mayo..... | 246 |
| Tabla 120. Especies detectadas en la Adolfo Ruíz Cortines | 246 |
| Tabla 121. Información General Presa Anzaldúas..... | 254 |
| Tabla 122. Especies detectadas en la Presa Internacional Anzaldúas | 254 |
| Tabla 123. Datos Generales de la Presa Internacional Retamal | 257 |
| Tabla 124. Especies detectadas en la Presa Internacional Retamal | 257 |
| Tabla 125. Datos Generales del Dren El Morrillo | 260 |
| Tabla 126. Especies detectadas en el Dren El Morrillo..... | 260 |
| Tabla 127. Especies detectadas en la Laguna de Pitahaya..... | 262 |
| Tabla 128. Datos Generales de la Presa El Sol..... | 265 |
| Tabla 129. Especies detectadas en la Presa El Sol..... | 265 |

| | |
|--|-----|
| Tabla 130. Datos Generales de la Presa La Luna | 269 |
| Tabla 131. Especies detectadas en la Presa La Luna | 269 |
| Tabla 132. Datos Generales de la Presa San José Atlanga | 271 |
| Tabla 133. Especies detectadas en la Presa San José Atlanga | 271 |
| Tabla 134. Parámetros hidrológicos del IHA-RVN | 284 |
| Tabla 135. Percentiles mensuales en periodos antes y después del impacto E.H Guatenipa | 288 |
| Tabla 136. Objetivo Ambiental de la Cuenca del Río Humaya NMX de Caudal Ecológico.. | 289 |
| Tabla 137. Porcentajes de cumplimiento de acuerdo con NMX de Caudal Ecológico– EH Guatenipa | 290 |
| Tabla 138. Percentiles mensuales en periodos antes y después del impacto E.H El Varejonal | 291 |
| Tabla 139. Porcentajes de cumplimiento de acuerdo con NMX de Caudal Ecológico..... | 292 |
| Tabla 140. Años de registro de la E.H Sanalona II | 294 |
| Tabla 141. Percentiles mensuales de la estación hidrométrica Sanalona II. | 295 |
| Tabla 142. Porcentajes de cumplimiento de acuerdo con NMX-AA-159-SCFI-2012 de Caudal Ecológico en la E.H. Sanalona II | 296 |
| Tabla 143. Años de registro de la E.H Santa Cruz..... | 298 |
| Tabla 144. Percentiles mensuales de la estación hidrométrica Santa Cruz..... | 299 |
| Tabla 145. Porcentajes de cumplimiento de acuerdo con NMX-AA-159-SCFI-2012 de Caudal Ecológico en la E.H. Santa Cruz..... | 300 |
| Tabla 146. Percentiles mensuales en periodos antes y después del impacto en la estación hidrométrica de Yurécuaro II..... | 302 |
| Tabla 147. Objetivo Ambiental en el tramo Rio Lerma 7 de la NMX-AA-159-SCFI-2012 de Caudal Ecológico..... | 303 |
| Tabla 148. Porcentajes de cumplimiento de acuerdo con NMX-AA-159-SCFI-2012 de Caudal Ecológico en el Lago de Chapala..... | 304 |
| Tabla 149. Percentiles mensuales en periodos antes y después del impacto Estación Hidrométrica de Corona. Fuente: elaboración IMTA, 2019 | 305 |
| Tabla 150. Años de registro de la E.H El Plan | 307 |
| Tabla 151. Percentiles mensuales de la estación hidrométrica El Plan | 309 |
| Tabla 152. Porcentajes de cumplimiento de acuerdo con NMX-AA-159-SCFI-2012 de Caudal Ecológico en la E.H. El Plan. | 309 |
| Tabla 153. Años de registro de las E.H's Malpaso y Grijalva | 311 |
| Tabla 154. Percentiles mensuales de la estación hidrométrica Grijalva..... | 313 |
| Tabla 155. Porcentajes de cumplimiento de acuerdo con NMX-AA-159-SCFI-2012 de Caudal Ecológico en la E.H. Grijalva. | 313 |
| Tabla 156. Percentiles mensuales de la estación hidrométrica Malpaso II | 316 |
| Tabla 157. Alteraciones mensuales de acuerdo con NMX-AA-159-SCFI-2012 de Caudal Ecológico, E.H. Malpaso II..... | 317 |
| Tabla 158. Percentiles mensuales en periodos antes y después del impacto Estación Hidrométrica Las Peñitas..... | 319 |
| Tabla 159. Objetivo Ambiental de la Cuenca del Río Grijalva, NMX-AA-159-SCFI-2012 de Caudal Ecológico..... | 320 |

| | |
|---|-----|
| Tabla 160. Porcentajes de cumplimiento de acuerdo con NMX-AA-159-SCFI-2012 de Caudal Ecológico en la E. H. Las Peñitas (Chis.)..... | 321 |
| Tabla 161. Estaciones de calidad del agua analizadas | 323 |
| Tabla 162. Condiciones de alteración en los cuerpos de agua estudiados..... | 333 |
| Tabla 163. Regiones Hidrológicas mapeadas 2015-2019..... | 351 |

RESUMEN

En el marco del Componente 1: Marco de Manejo Nacional de EEI y de los incisos 1.1.1 Fortalecimiento del Sistema Nacional de Información de Especies Exóticas Invasoras y 1.3.7 Establecer estándares y programas de entrenamiento armonizados para el manejo de EEI en instituciones clave. El presente informe describe las acciones de mapeo de plantas acuáticas exóticas invasoras en 19 Estados de la República Mexicana: Aguascalientes, Chiapas, Chihuahua, Estado de México, Guanajuato, Guerrero, Hidalgo, Jalisco, Michoacán de Ocampo, Morelos, Nuevo León, Oaxaca, Puebla, Querétaro, Sinaloa, Sonora, Tamaulipas, Tabasco y Tlaxcala. Se realizaron visitas de campo en 71 cuerpos de agua correspondientes a 11 de las principales cuencas hidrológicas de México. En estos embalses se detectaron 42 especies de las cuales 10 son exóticas invasoras, 28 nativas con comportamiento de invasoras y 4 nativas, siendo el lirio acuático (*Eichhornia crassipes*) la principal especie acuática exótica invasora presente en casi todos los cuerpos de agua mapeados. Con esta información se elaboraron fichas descriptivas de cada especie detectada las cuales conformaron un manual dirigido a personal de las diferentes dependencias del sector medio ambiente, así como usuarios del recurso agua, estudiantes y público en general que con ayuda de las imágenes y ficha técnica de cada especie pueda fácilmente identificar cada planta y la problemática ligada a su proliferación.

Por su importancia y condición hidrológica, se seleccionaron 11 regiones hidrológicas para realizar un análisis de su influencia en la infestación de plantas acuáticas: 09 Sonora Sur, 10 Sinaloa, 12 Lerma – Santiago, 14 Río Ameca, 18 Balsas, 19 Costa Grande de Guerrero, 24 Bravo – Conchos, 25 San Fernando – Soto La Marina, 26 Pánuco, 28 Papaloapan, 30 Grijalva – Usumacinta. En estas regiones, se realizó un análisis de información hidrológica asociada a alteraciones que impactan a las comunidades nativas y endémicas, que favorecen la dispersión de plantas acuáticas exóticas invasoras. La variabilidad hidrológica natural, así como los niveles de alteración hidrológica se correlacionará con la presencia o ausencia de plantas acuáticas exóticas invasoras en las diferentes regiones hidrológicas. Para este análisis se utilizó el software IHA RVA V.7.1 (Indicadores de Alteración Hidrológica) (T N C, 2011b) y los criterios de la norma de caudal ecológico NMX-AA-159-SCFI-2012.

Por último, se capacitó a personal de diferentes dependencias gubernamentales en el manejo de estas especies. El curso fue teórico-práctico contando con una entusiasta participación de los asistentes. Como parte de la Estrategia Nacional sobre Especies Invasoras en México, el presente proyecto está enmarcado en el Objetivo Estratégico para prevenir, detectar y reducir el riesgo de introducción, establecimiento y dispersión de especies invasoras.

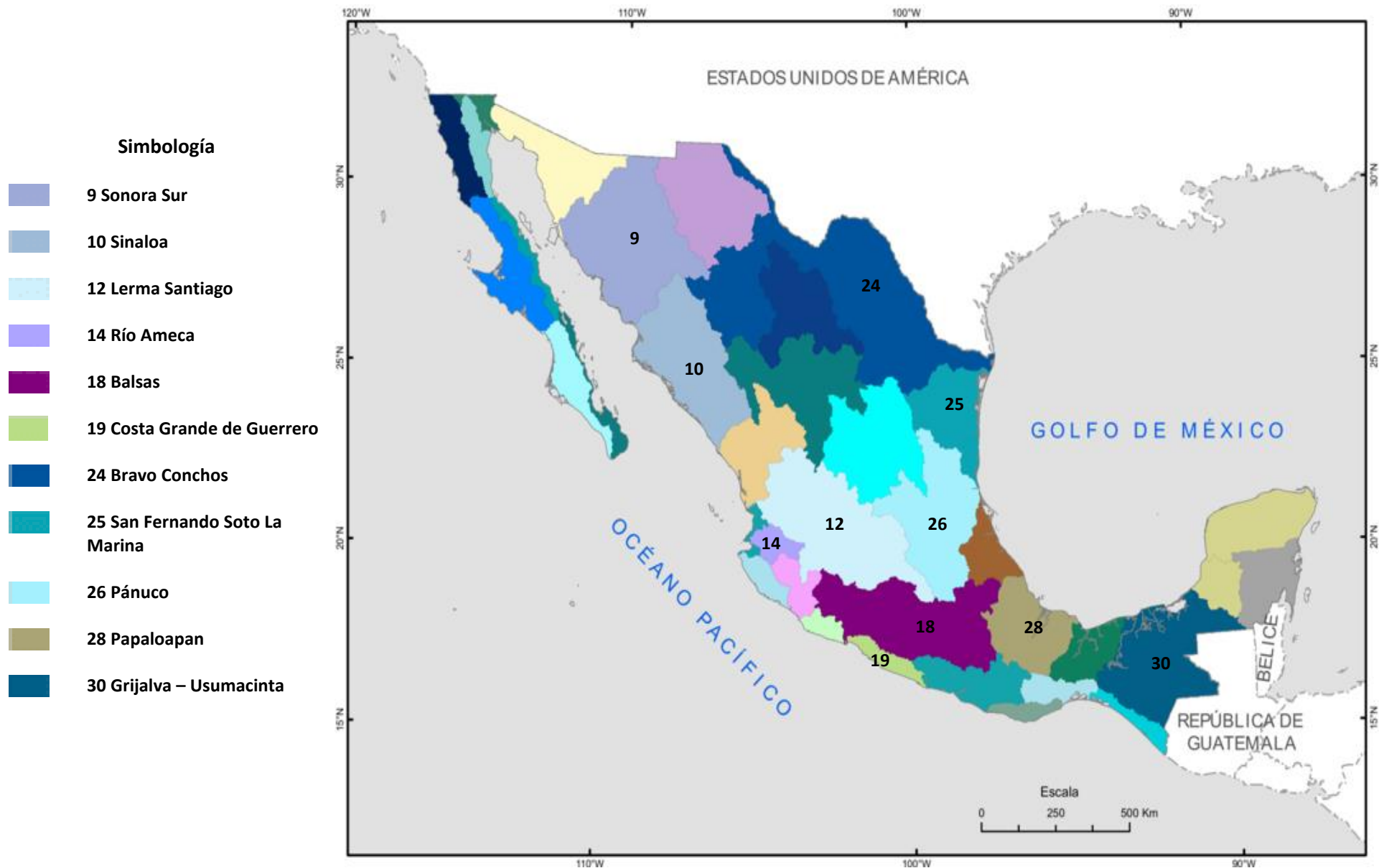


Figura 1. Regiones Hidrológicas Mapeadas para el Proyecto GEF-Invasoras
 Fuente: Modificado de CONABIO <http://www.conabio.gob.mx/informacion/gis/layouts/rh250kgw.png>

ANTECEDENTES

En México, se han identificado un total de ochocientas especies exóticas invasoras de las cuales 665 especies son plantas (IMTA, 2008). Especies como lirio acuático (*Eichhornia crassipes*), lechuga de agua (*Pistia stratiotes*), carrizo gigante (*Arundo donax*) o Hydrilla (*Hydrilla verticillata*) fueron introducidas desde hace más de 100 años, provocando graves problemas de índole económica, ecológica y de salud. Dentro de los problemas económicos, podemos citar las pérdidas de agua por evapotranspiración, el azolvamiento prematuro de embalses, la limitación de la actividad pesquera y recreativa, la obstrucción de canales de riego y de tomas en plantas hidroeléctricas y la operación de obras hidráulicas (Gopal, 1987). Dentro de los problemas ecológicos la acumulación de grandes cantidades de plantas acuáticas provoca el estancamiento de agua disminuyendo el oxígeno disuelto y por consiguiente la muerte de especies acuáticas (Barret & Forno, 1982). Con respecto a los problemas de salud, estas especies constituyen el hábitat para el desarrollo de organismos vectores de enfermedades graves y hasta mortales como el dengue, la filariasis, helmintiasis, encefalitis, paludismo y fiebre amarilla, entre otras (Hernández & Pérez, 1995). La alta tasa reproductiva y adaptativa de estas especies, la gran concentración de nutrientes en los cuerpos de agua provenientes de la actividad agrícola, urbana e industrial, y la ausencia de enemigos naturales que puedan ejercer un control, han tenido como consecuencia un crecimiento explosivo de estas plantas llegando a cubrir por completo los cuerpos de agua del país.

Por otro lado, en México no existen datos del grado de infestación de los cuerpos de agua ni de que especies acuáticas son las que están reduciendo la disposición del recurso, por lo que el presente proyecto pretende realizar un mapeo de los principales embalses del país para identificar cada una de las especies que se encuentren infestando el espejo de agua, cuantificar el grado de infestación y establecer una relación de los regímenes hídricos en la cuenca y su influencia en la distribución de especies ya presentes y aquellas que se pueden convertir en un problema ya sea nativas o exóticas .

METODOLOGÍA Y RESULTADOS

1. MAPEO DE PLANTAS ACUÁTICA EXÓTICA INVASORAS

De acuerdo con el programa de trabajo acordado, se realizó un mapeo de las plantas acuáticas exóticas invasoras en diferentes regiones hidrológicas de México. El mapeo comprendió recorridos terrestres por el perímetro del embalse y recorridos en lancha del espejo de agua. Se tomaron fotos de cada especie detectada. En aquellas especies donde no se podía determinar in situ el género y especie, se colectaron especímenes los cuales fueron cultivados en los laboratorios del IMTA para observar cada etapa fenológica. A continuación, se describe cada zona hidrológica y las especies detectadas. Dado que en la confluencia de Río Zula se contaba con condiciones de seguridad y acceso, así como personal de apoyo, se tomaron datos de densidad y biomasa, particularmente de lirio acuático. Para esto se utilizó la técnica descrita por Ramos *et al.*, (2004), la cual consiste en la extracción de un metro cuadrado de plantas de lirio, considerando el peso fresco, número de plantas y número de nuevos brotes.

1.1 Aguascalientes

1.1.1 Presa Abelardo L. Rodríguez

La Presa Abelardo L. Rodríguez abarca un área de aproximadamente 315.83 ha. El área se calculó con el programa de Google Earth Pro aplicando la herramienta área del polígono, debido a que no en este caso no se cuenta con información publicada.

| Tabla 1. Datos Generales de la Presa Abelardo L. Rodríguez | |
|--|-------------------------|
| Nombre oficial | Abelardo L. Rodríguez |
| Nombre común | Abelardo L. Rodríguez |
| Capacidad al NAMO (hm ³) | 16.00 |
| Altura de la cortina (m) | 25.00 |
| Año de terminación | 1934 |
| Región Hidrológica Administrativa | Lerma-Santiago-Pacífico |
| Entidades federativas | Aguascalientes |
| Usos | Irrigación |
| Capacidad efectiva (MW) | - |
| Corriente en la que se ubica la presa | Arroyo Morcinique |
| Volumen útil 2017 (hm ³) | 12.10 |

Fuente: Atlas del Agua en México. Edición 2018. Comisión Nacional del Agua. http://sina.conagua.gob.mx/publicaciones/AAM_2018.pdf

| Tabla 2. Especies detectadas en la Presa Abelardo L. Rodríguez | | | | |
|--|---------|----------|--------|----------------|
| Especie detectada | Exótica | Invasora | Nativa | Fecha de mapeo |
| <i>Eichhornia crassipes</i> | X | X | | Abril 2018 |

Fuente: Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad (CONABIO) Enciclovida: <http://enciclovida.mx/especies/138239-eichhornia> y Global Invasive Species Database, 2018. <http://www.iucngisd.org/gisd/search.php>



**Imagen 1. Google 01/12/2018 Presa Abelardo L. Rodríguez
21°54'44.78''N 102°26'44''O**



Foto 1. Abelardo L. Rodríguez infestada



Foto 2. Presa Abelardo L. Rodríguez con *Eichhornia crassipes*



Foto 3. Follaje de *Eichhornia crassipes* quemado por la temporada de invierno

1.1.2 Presa Plutarco Elías Calles

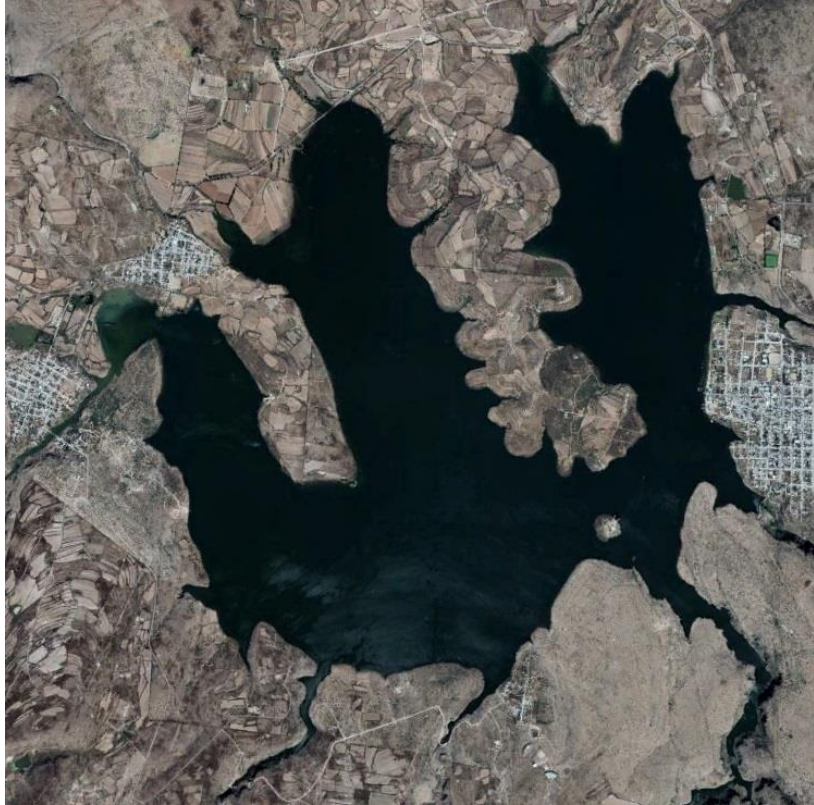
La Presa Plutarco Elías Calles abarca un área de aproximadamente 5,420 ha. El área se calculó con el programa de Google Earth Pro aplicando la herramienta área del polígono, debido a que no en este caso no se cuenta con información publicada.

| Tabla 3. Datos Generales de la Presa Plutarco Elías Calles | |
|--|-------------------------|
| Nombre oficial | Plutarco Elías Calles |
| Nombre común | Plutarco Elías Calles |
| Capacidad al NAMO (hm ³) | 340.00 |
| Altura de la cortina (m) | 67.00 |
| Año de terminación | 1931 |
| Región Hidrológica Administrativa | Lerma-Santiago-Pacífico |
| Entidades federativas | Aguascalientes |
| Usos | Irrigación |
| Capacidad efectiva (MW) | - |
| Corriente en la que se ubica la presa | Río Santiago |
| Volumen útil 2017 (hm ³) | 244.36 |

Fuente: Atlas del Agua en México. Edición 2018. Comisión Nacional del Agua. http://sina.conagua.gob.mx/publicaciones/AAM_2018.pdf

| Tabla 4. Especies detectadas en la Presa Plutarco Elías Calles | | | | |
|--|---------|----------|--------|----------------|
| Especie detectada | Exótica | Invasora | Nativa | Fecha de mapeo |
| <i>Hydrilla verticillata</i> | X | X | | Abril 2018 |

Fuente: Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad (CONABIO) Enciclovida: <http://enciclovida.mx/especies/158445-hydrilla-verticillata> y Global Invasive Species Database, 2018. <http://www.iucngisd.org/gisd/search.php>



**Imagen 2. Google 31/03/2018 Presa Plutarco Elías Calles
22°12'32.98"N 102° 03'25.46"O**



Foto 4. Infestación de *Hydrilla verticillata*



Foto 5. Acercamiento a *Hydrilla verticillata*



Foto 6. Presa Plutarco Elías Calles infestada con *Hydrilla verticillata*



Foto 7. *Hydrilla verticillata* encontrada en la Presa Plutarco Elías Calles



Foto 8. Acercamiento de *Hydrilla verticillata*



Foto 9. Hojas verticiladas y dentadas características de *Hydrilla verticillata*

1.2 Chiapas

1.2.1 Presa Ángel Albino Corzo

La Presa Ángel Albino Corzo abarca un área de aproximadamente 1,786.40 ha. El área se calculó con el programa de Google Earth Pro aplicando la herramienta área del polígono, debido a que no en este caso no se cuenta con información publicada.

| Tabla 5. Datos Generales de la Presa Ángel Albino Corzo | |
|---|---------------------------------|
| Nombre oficial | Ángel Albino Corzo |
| Nombre común | Peñitas |
| Capacidad al NAMO (hm ³) | 1,091.10 |
| Altura de la cortina (m) | 58.00 |
| Año de terminación | 1987 |
| Región Hidrológica Administrativa | Frontera Sur |
| Entidades federativas | Chiapas |
| Usos | Generación de energía eléctrica |
| Capacidad efectiva (MW) | 420.00 |
| Corriente en la que se ubica la presa | Río Grijalva |
| Volumen útil 2017 (hm ³) | 1,000.01 |

Fuente: Atlas del Agua en México. Edición 2018. Comisión Nacional del Agua. http://sina.conagua.gob.mx/publicaciones/AAM_2018.pdf

| Tabla 6. Especies detectadas en la Presa Ángel Albino Corzo | | | | |
|---|---------|----------|--------|----------------|
| Especie detectada | Exótica | Invasora | Nativa | Fecha de mapeo |
| <i>Eichhornia crassipes</i> | X | X | | Agosto 2017 |
| <i>Salvinia molesta</i> | X | X | | |
| <i>Pistia stratiotes</i> | | X | X | |

Fuente: Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad (CONABIO) Enciclopedia: <http://enciclovida.mx/>, Global Invasive Species Database, 2018. <http://www.iucngisd.org/gisd/search.php> y Forno IW, 1983. Distribución nativa del complejo *Salvinia auriculata* y claves para la identificación de especies. Botánica acuática, 17 (1): 71-83



Imagen 3. Google 21/01/2017 Presa Peñitas
 17°26'41.84"N 93°27'23.44"O

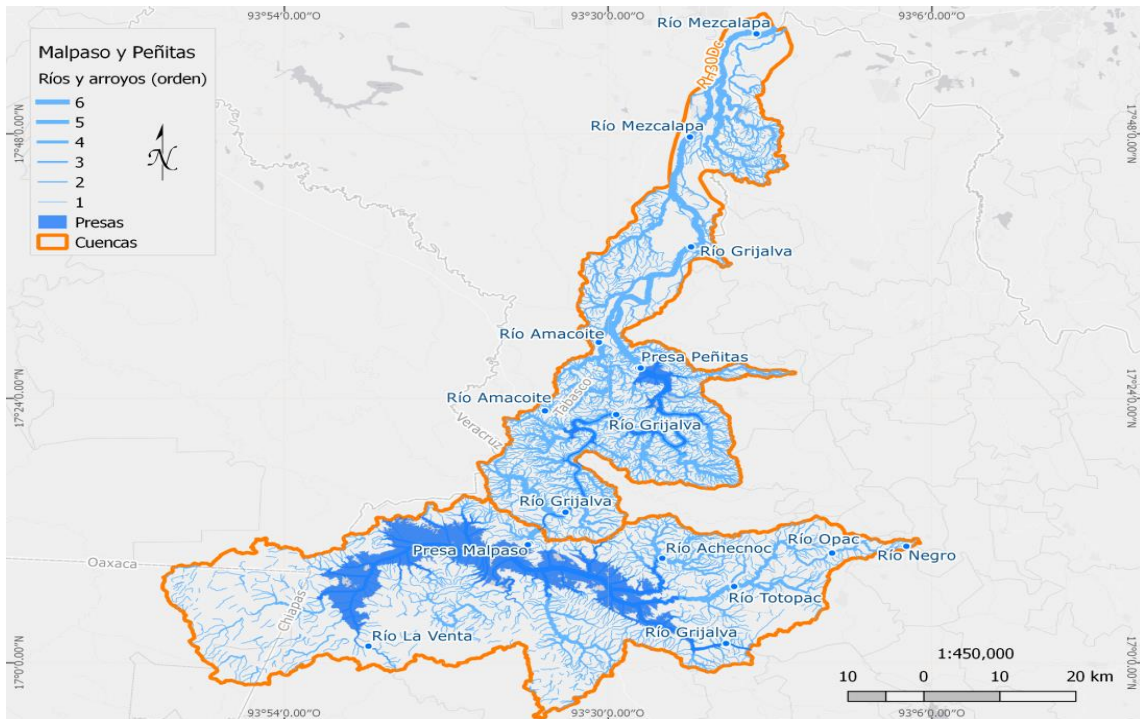


Figura 2. Influyente cuenca Peñitas

Fuente: Tren de distribución de la Comisión Nacional del Agua. http://201.116.60.25/publicaciones/AAM_2016.pdf



Foto 10. Barreras de contención de *Eichhornia crassipes* en compuerta de la Presa Peñitas



Foto 11. Acercamiento a la barrera mecánica para la contención de *Eichhornia crassipes* en la Presa Peñitas



Foto 12. Plantas de *Eichhornia crassipes* (lirio acuático) tamaño de planta de 80cm y raíces pequeñas indicando que los nutrientes están a disposición de la planta



Foto 13. Gran producción de flores asegurando un banco de semilla que reinfestaran la presa



Foto 14. Entrada de *Eichhornia crassipes* a la Presa Peñitas a través del canal de Grijalva



Foto 15. Presencia de *Pistia stratiotes* en la Presa Peñitas



Foto 16. Presencia de *Salvinia molesta* en la Presa Peñitas

1.2.2 Presa Belisario Domínguez

La Presa Belisario Domínguez abarca un área de aproximadamente 63,600 ha (Hank *et. al.*, 1991)

| Tabla 7. Datos Generales de la Presa Belisario Domínguez | |
|--|---------------------------------|
| Nombre oficial | Dr. Belisario Domínguez |
| Nombre común | La Angostura |
| Capacidad al NAMO (hm ³) | 13,169.00 |
| Altura de la cortina (m) | 147.00 |
| Año de terminación | 1978 |
| Región Hidrológica Administrativa | Frontera Sur |
| Entidades federativas | Chiapas |
| Usos | Generación de energía eléctrica |
| Capacidad efectiva (MW) | 920 |
| Corriente en la que se ubica la presa | Río Grijalva |
| Volumen útil 2017 (hm ³) | 13,433.70 |

Fuente: Atlas del Agua en México. Edición 2018. Comisión Nacional del Agua. http://sina.conagua.gob.mx/publicaciones/AAM_2018.pdf

| Tabla 8. Especies detectadas en la Presa Dr. Belisario Domínguez | | | | |
|--|---------|----------|--------|----------------|
| Especie detectada | Exótica | Invasora | Nativa | Fecha de mapeo |
| Libre de PAEI | - | - | - | Julio 2019 |

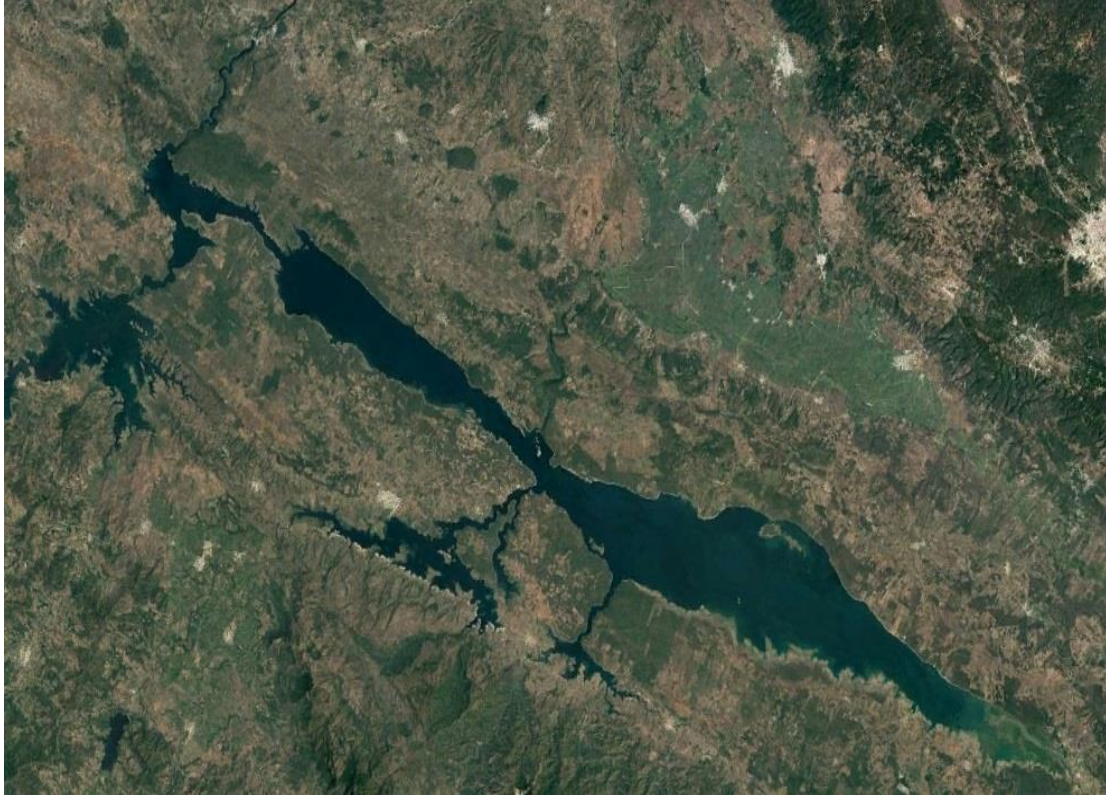


Imagen 4. Google 12/30/2016 Presa Belisario Domínguez
16°24'3.49"N 92°46'44.59"O



Foto 17. Presa Belisario Domínguez libre de PAEI



Foto 18. Cultivo de Tilapia



Foto 19. Infraestructura para el cultivo de Tilapia

1.2.3 Presa Manuel Moreno Torres

La Presa Manuel Moreno Torres abarca un área de aproximadamente 1,533.40 ha. El área se calculó con el programa de Google Earth Pro aplicando la herramienta área del polígono, debido a que no en este caso no se cuenta con información publicada.

| Tabla 9. Datos Generales de la Presa Manuel Moreno Torres | |
|---|---------------------------------|
| Nombre oficial | Manuel Moreno Torres |
| Nombre común | Chicoasén |
| Capacidad al NAMO (hm ³) | 1,384.86 |
| Altura de la cortina (m) | 261.00 |
| Año de terminación | 1980 |
| Región Hidrológica Administrativa | Frontera Sur |
| Entidades federativas | Chiapas |
| Usos | Generación de energía eléctrica |
| Capacidad efectiva (MW) | 2,400 |
| Corriente en la que se ubica la presa | Río Grijalva |
| Volumen útil 2017 (hm ³) | 1,373.53 |

Fuente: Atlas del Agua en México. Edición 2018. Comisión Nacional del Agua. http://sina.conagua.gob.mx/publicaciones/AAM_2018.pdf

| Tabla 10. Especies detectadas en la Presa Manuel Moreno Torres | | | | |
|--|---------|----------|--------|----------------|
| Especie detectada | Exótica | Invasora | Nativa | Fecha de mapeo |
| <i>Eichhornia crassipes</i> | X | X | | Julio 2017 |
| <i>Pistia stratiotes</i> | | X | X | |
| <i>Phragmites australis</i> | | X | X | |

Fuente: Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad (CONABIO) Enciclovida: <http://enciclovida.mx/>, Global Invasive Species Database, 2018. <http://www.iucngisd.org/gisd/search.php>



Imagen 5. Google 16/03/2018 Presa Manuel Moreno Torres
16°56'27.05"N 100°93'63.00"O



Foto 20. Compuertas de la Presa Manuel Moreno Torres



Foto 21. Vista general de la Presa Manuel Moreno Torres



Foto 22. Vista panorámica de la Presa Manuel Moreno Torres



Foto 23. Infestación con *Pistia stratiotes*



Foto 24. Infestación con *Eichhornia crassipes*



Foto 25. Infestación con *Phragmites australis*

1.2.4 Presa Netzahualcóyotl

La Presa Netzahualcóyotl abarca un área de aproximadamente 30,000 ha (Hank *et. al.*, 1991).

| Tabla 11. Datos Generales de la Presa Netzahualcóyotl | |
|--|---|
| Nombre oficial | Netzahualcóyotl |
| Nombre común | Malpaso, Raudales |
| Capacidad al NAMO (hm ³) | 12,373.10 |
| Altura de la cortina (m) | 138.00 |
| Año de terminación | 1964 |
| Región Hidrológica Administrativa | Frontera Sur |
| Entidades federativas | Chiapas |
| Usos | Generación de energía eléctrica, irrigación y control de avenidas |
| Capacidad efectiva (MW) | 1,080 |
| Corriente en la que se ubica la presa | Río Grijalva |
| Volumen útil 2017 (hm ³) | 13,433.70 |

Fuente: Atlas del Agua en México. Edición 2018. Comisión Nacional del Agua. http://sina.conagua.gob.mx/publicaciones/AAM_2018.pdf

| Tabla 12. Especies detectadas en la Presa Netzahualcóyotl | | | | |
|--|---------|----------|--------|----------------|
| Especie detectada | Exótica | Invasora | Nativa | Fecha de mapeo |
| Libre de PAEI | - | - | - | Agosto 2017 |



Imagen 6. Google 27/07/2018 Presa Malpaso
 17°10'42.61"N 93°35'54.04"O

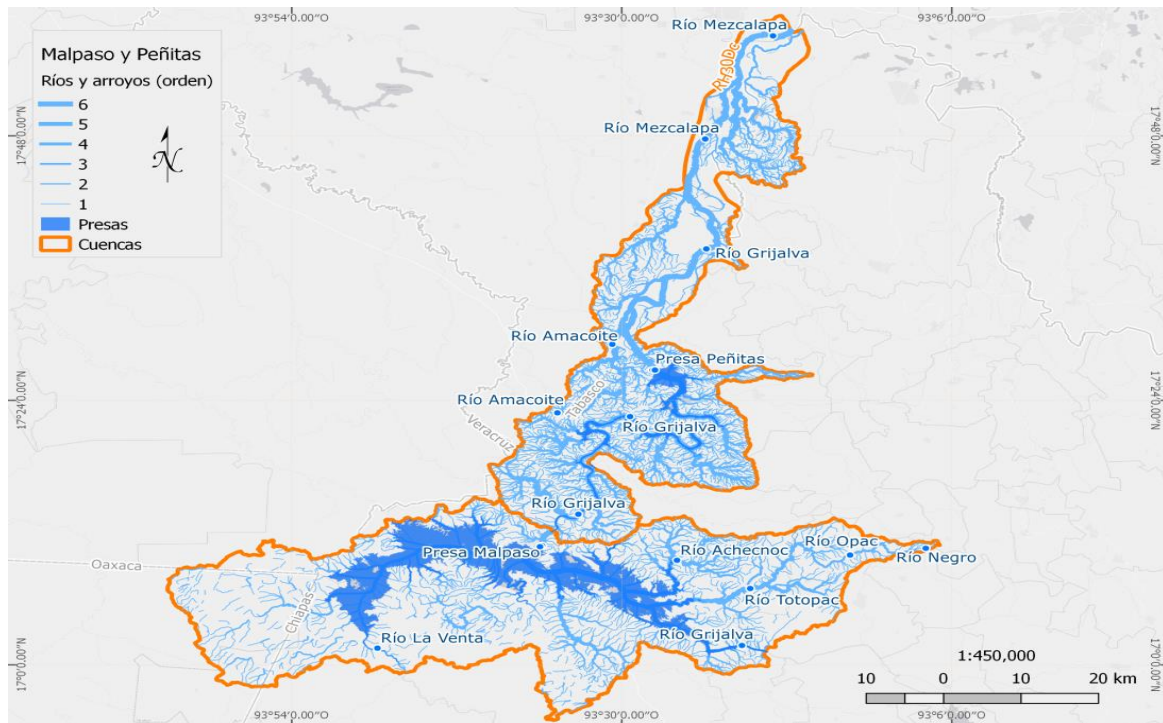


Figura 3. Influyente cuenca Malpaso Peñitas

Fuente: Tren de distribución de la Comisión Nacional del Agua, 2016. <http://aneas.com.mx/wp-content/uploads/2016/04/SGAPDS-1-15-libro12.pdf>

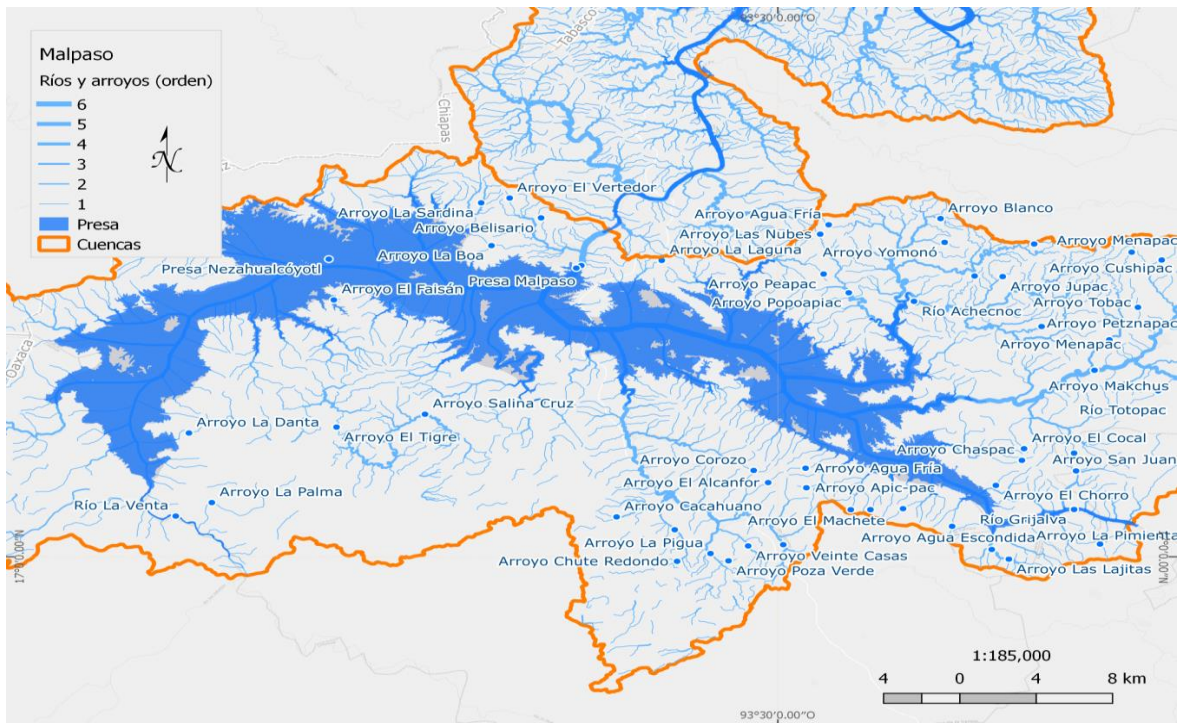


Figura 4. Influyente cuenca Malpaso

Fuente: Tren de distribución de la Comisión Nacional del Agua.

<http://aneas.com.mx/wp-content/uploads/2016/04/SGAPDS-1-15-libro12.pdf>



Foto 26. Vista panorámica de la Presa Malpaso



Foto 27. Cortina de la Presa Malpaso



Foto 28. Acercamiento a la cortina de la Presa Malpaso



Foto 29. Canal de la Presa Malpaso



Foto 30. Criadero de Tilapia en la Presa Malpaso



Foto 31. Criadero de Tilapia en la Presa Malpaso

1.2.5 Ecoparque Los Aluxes

En el Ecoparque Los Aluxes durante la visita realiza en enero del 2016 se detectaron las siguientes especies *Eichhornia crassipes*, *Salvinia molesta*, *Pistia stratiotes*, y *Pontederia cordata* (Tabla 14)

| Tabla 13. Datos Generales del Ecoparque Aluxes | |
|--|---|
| Nombre oficial | Ecoparque Aluxes |
| Nombre común | Aluxes |
| Capacidad al NAMO (hm ³) | - |
| Altura de la cortina (m) | - |
| Año de terminación | - |
| Región Hidrológica Administrativa | Frontera Sur |
| Entidades federativas | Chiapas |
| Usos | Recuperación y Conservación de vida silvestre |
| Capacidad efectiva (MW) | - |
| Corriente en la que se ubica | Escurrecimientos de Río Grijalva |
| Volumen útil 2017 (hm ³) | - |

| Tabla 14. Especies detectadas en el Ecoparque Los Aluxes | | | | |
|--|---------|----------|--------|----------------|
| Especie detectada | Exótica | Invasora | Nativa | Fecha de mapeo |
| <i>Eichhornia crassipes</i> | X | X | | Enero 2016 |
| <i>Salvinia molesta</i> | X | X | | |
| <i>Pistia stratiotes</i> | | X | X | |
| <i>Pontederia cordata</i> | | | X | |

Fuente: Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad (CONABIO) Enciclovida: <http://enciclovida.mx/>, Global Invasive Species Database, 2018. <http://www.iucngisd.org/gisd/search.php>, Naturalista https://www.naturalista.mx/listed_taxa/7656203 y Forno IW, 1983. Distribución nativa del complejo *Salvinia auriculata* y claves para la identificación de especies. Botánica acuática, 17 (1): 71-83

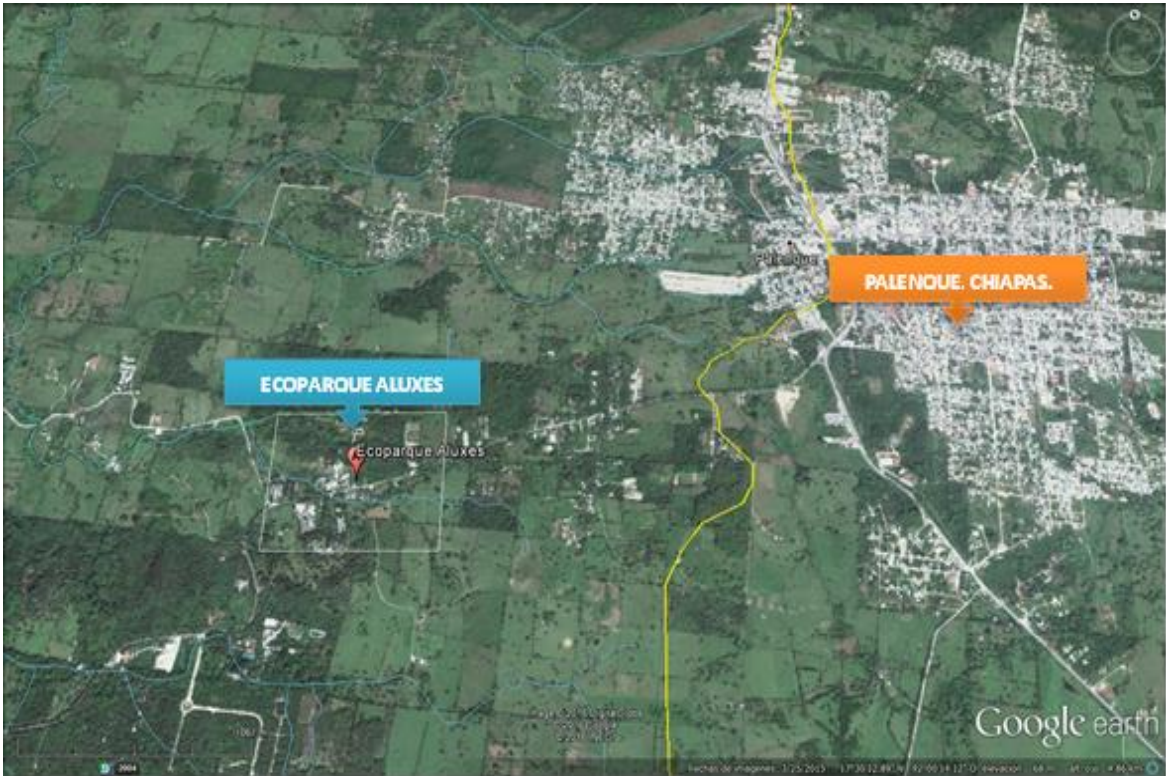


Imagen 7. Google 03/25/2015 Ecoparque Aluxes
17°30'12.89" N 92°00'14.12" O



Imagen 8. Google 03/25/2015 Lagunas del Ecoparque Aluxes
17°29'56.09" N 92°00'53.64" O



Foto 32. Presencia de *Salvinia molesta* en Ecoparque Los Aluxes



Foto 33. Acercamiento a *Salvinia molesta* en Ecoparque Aluxes



Foto 34. Esporocarpos de *Salvinia molesta*



Foto 35. Tricomos (Vellosidades) de *Salvinia molesta* en el haz de las hojas



Foto 36. Presencia de *Pontederia cordata* en Ecoparque Aluxes



Foto 37. Presencia de *Pistia stratiotes* en Ecoparque Aluxes



Foto 38. Acercamiento de *Pistia stratiotes* en Ecoparque Aluxes



Foto 39. Presencia de *P. stratiotes* y *E. crassipes* en Ecoparque Aluxes

1.2.6 Laguna de Catazajá

La Laguna de Catazajá abarca un área de aproximadamente 4,644.33 ha. El área se calculó con el programa de Google Earth Pro aplicando la herramienta área del polígono, debido a que no en este caso no se cuenta con información publicada.

| Tabla 15. Datos Generales de la Laguna de Catazajá | |
|--|--|
| Nombre oficial | Laguna de Catazajá |
| Nombre común | Laguna de Catazajá |
| Capacidad al NAMO (hm ³) | - |
| Altura de la cortina (m) | - |
| Año de terminación | - |
| Región Hidrológica Administrativa | Frontera Sur |
| Entidades federativas | Chiapas |
| Usos | Sistema lagunar protegido, santuario de manatí |
| Capacidad efectiva (MW) | - |
| Corriente en la que se ubica | Río Chico y arroyos Tintadillo y Chico |
| Volumen útil 2017 (hm ³) | - |

| Tabla 16. Especies detectadas en la Laguna de Catazajá | | | | |
|--|---------|----------|--------|----------------|
| Especie detectada | Exótica | Invasora | Nativa | Fecha de mapeo |
| <i>Eichhornia crassipes</i> | X | X | | Enero 2016 |
| <i>Salvinia molesta</i> | X | X | | |
| <i>Hydrocotyle ranunculoides</i> | | X | X | |

Fuente: Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad (CONABIO) Enciclovida: <http://enciclovida.mx/>, Global Invasive Species Database, 2018. <http://www.iucngisd.org/gisd/search.php>, Forno IW, 1983. Distribución nativa del complejo *Salvinia auriculata* y claves para la identificación de especies. Botánica acuática, 17 (1): 71-83 y European and Mediterranean Plant Protection Organization (EPPO) 2004. EPPO Alert List., Paris, France. http://www.eppo.org/QUARANTINE/Alert_List/alert_list.htm



Imagen 9. Google 26/02/2017 Laguna de Catazajá
17°44'00''N 92°01'00''O



Foto 40. Laguna de Catazajá



Foto 41. Hojas de *Salvinia molesta*



Foto 42. Hojas de *Hydrocotyle ranunculoides*



Foto 43. Presencia de *Eichhornia crassipes* en la Laguna de Catazajá

1.3 Chihuahua

1.3.1 Presa Chihuahua

La Presa Chihuahua abarca un área de aproximadamente 288.95 ha. El área se calculó con el programa de Google Earth Pro aplicando la herramienta área del polígono, debido a que no en este caso no se cuenta con información publicada.

| Tabla 17. Datos Generales de la Presa Chihuahua | |
|---|---------------------------|
| Nombre oficial | Chihuahua |
| Nombre común | Chihuahua |
| Capacidad al NAMO (hm ³) | 23.38 |
| Altura de la cortina (m) | 58.00 |
| Año de terminación | 1960 |
| Región Hidrológica Administrativa | Río Bravo |
| Entidades federativas | Chihuahua |
| Usos | Abastecimiento al público |
| Capacidad efectiva (MW) | - |
| Corriente en la que se ubica la presa | Río Chuvíscar |
| Volumen útil 2017 (hm ³) | 20.85 |

Fuente: Atlas del Agua en México. Edición 2018. Comisión Nacional del Agua. http://sina.conagua.gob.mx/publicaciones/AAM_2018.pdf

| Tabla 18. Especies detectadas en la Presa Chihuahua | | | | |
|---|---------|----------|--------|----------------|
| Especie detectada | Exótica | Invasora | Nativa | Fecha de mapeo |
| Libre de PAEI | - | - | - | Agosto 2019 |

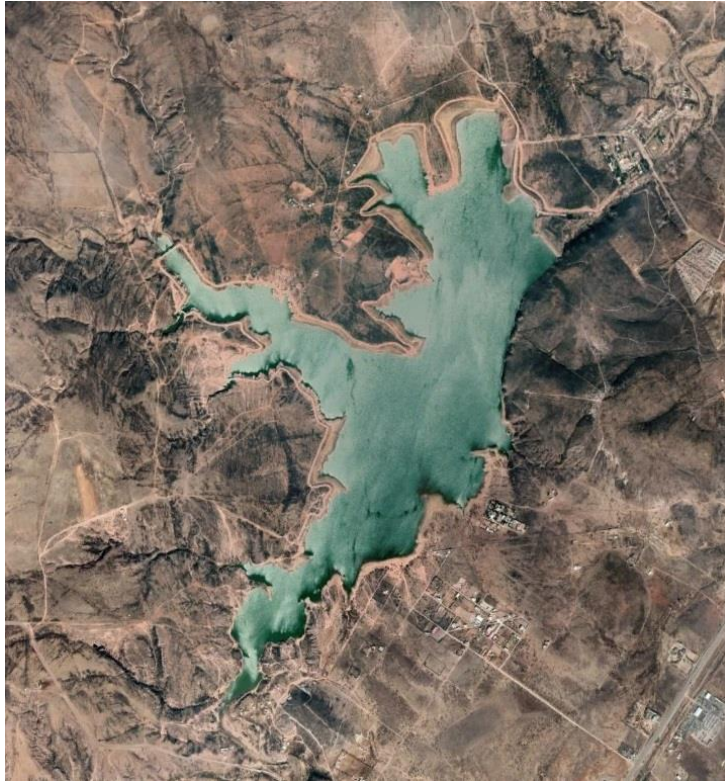


Imagen 10. Google 26 /01/ 2019 Presa Chihuahua
28°36'46.79''N 106°10'37.21'' O



Foto 44. Presa Chihuahua



Foto 45. Presa libre de PAEI

1.3.2 Presa Chuvísca

La Presa Chuvísca abarca un área de aproximadamente 27.9 ha. El área se calculó con el programa de Google Earth Pro aplicando la herramienta área del polígono, debido a que no en este caso no se cuenta con información publicada.



Imagen 11. Google 25/06/2019 Presa Chuvísca
28° 35'59.80'' N 106° 96'57.43'' O

| Tabla 19. Especies detectadas en la Presa Netzahualcóyotl | | | | |
|---|---------|----------|--------|----------------|
| Especie detectada | Exótica | Invasora | Nativa | Fecha de mapeo |
| <i>Lemna minor</i> | | X | X | Agosto 2019 |
| <i>Polygonum acuminatum</i> | | X | X | |

Fuente: Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad (CONABIO) Enciclovida: <http://enciclovida.mx/especies>



Foto 46. Presa Chuvíscar infestada con *Lemna minor*



Foto 47. Acercamiento *Lemna minor*



Foto 48. Infestación con *Polygonum acuminatum*

1.3.2 Presa El Rejón

La Presa El Rejón abarca un área de aproximadamente 77.10 ha. El área se calculó con el programa de Google Earth Pro aplicando la herramienta área del polígono, debido a que no en este caso no se cuenta con información publicada.

| Tabla 20. Datos Generales de la Presa El Rejón | |
|---|---------------------------|
| Nombre oficial | El Rejón |
| Nombre común | El Rejón |
| Capacidad al NAMO (hm ³) | 6.53 |
| Altura de la cortina (m) | 33.00 |
| Año de terminación | 1966 |
| Región Hidrológica Administrativa | Río Bravo |
| Entidades federativas | Chihuahua |
| Usos | Abastecimiento al público |
| Capacidad efectiva (MW) | - |
| Corriente en la que se ubica la presa | Arroyo El Rejón |
| Volumen útil 2017 (hm ³) | 5.96 |

Fuente: Atlas del Agua en México. Edición 2018. Comisión Nacional del Agua. http://sina.conagua.gob.mx/publicaciones/AAM_2018.pdf

| Tabla 21. Especies detectadas en la Presa El Rejón | | | | |
|---|---------|----------|--------|----------------|
| Especie detectada | Exótica | Invasora | Nativa | Fecha de mapeo |
| Libre de PAEI | - | - | - | Agosto 2019 |



Imagen 12. Google 06/05/2019 Presa El Rejón
28°36'46.79''N 106°07'48.04''O



Foto 49. Presa El Rejón



Foto 50. Presa libre de PAEI

1.3.3 Presa Francisco I. Madero

La Presa Francisco I. Madero abarca un área de aproximadamente 3,800 ha (Hank *et. al.*, 1991). Aunque el espejo de agua se encuentra libre de PAEI, en los canales y drenes aledaños a la presa se detectaron 3 especies: *Typha dominguensis*, *Arundo donax* y *Tamarix ramosissima*.

| Tabla 22. Datos Generales de la Presa Francisco I. Madero | |
|---|----------------------------------|
| Nombre oficial | Francisco I. Madero |
| Nombre común | Las Vírgenes |
| Capacidad al NAMO (hm ³) | 355.29 |
| Altura de la cortina (m) | 57.00 |
| Año de terminación | 1949 |
| Región Hidrológica Administrativa | Río Bravo |
| Entidades federativas | Chihuahua |
| Usos | Irrigación y Control de Avenidas |
| Capacidad efectiva (MW) | - |
| Corriente en la que se ubica la presa | Río San Pedro |
| Volumen útil 2017 (hm ³) | 354.24 |

Fuente: Atlas del Agua en México. Edición 2018. Comisión Nacional del Agua. http://sina.conagua.gob.mx/publicaciones/AAM_2018.pdf

| Tabla 23. Especies detectadas en la Presa Francisco I. Madero | | | | |
|---|---------|----------|--------|----------------|
| Especie detectada | Exótica | Invasora | Nativa | Fecha de mapeo |
| Libre de PAEI | - | - | - | Agosto 2019 |



**Imagen 13. Google 12/01/2017 Presa Francisco I. Madero
28°05'25.49"N 105°45'59.29" O**



Foto 51. Presa Francisco I Madero



Foto 52. Presa libre de PAEI



Foto 53. Infestación de *Typha domingensis* en el dren de la presa.



Foto 54. Acercamiento *Typha domingensis*



Foto 55. Dren infestado con *Arundo donax*



Foto 56. Infestación con *Arundo donax*



Foto 57. Infestación con *Tamarix ramosissima*



Foto 58. Flor de *Tamarix ramosissima*

1.4 Estado de México

(I) Presas Brockman y La Victoria son dos presas que se encuentran conectadas por un canal. Las dos presentan una severa infestación de *Egeria densa* la cual infesta toda la rivera de las presas.

1.4.1 Presa Brockman

La Presa Brockman abarca un área de aproximadamente 36.95 ha. El área se calculó con el programa de Google Earth Pro aplicando la herramienta área del polígono, debido a que no en este caso no se cuenta con información publicada.

| Tabla 24. Datos Generales de la Presa Brockman | |
|--|------------------|
| Nombre oficial | Brockman |
| Nombre común | Brockman |
| Capacidad al NAMO (hm ³) | 0.7500 |
| Altura de la cortina (m) | 5.27 |
| Año de terminación | 1810 |
| Región Hidrológica Administrativa | Lerma-Santiago |
| Entidades federativas | Estado de México |
| Usos | Riego |
| Capacidad efectiva (MW) | - |
| Corriente en la que se ubica la presa | Arroyo El Buey |
| Volumen útil 2017 (hm ³) | - |

Fuente: CONAGUA. Sistema de seguridad de presas. Servicio Meteorológico Estaciones Meteorológicas Automáticas (EMA's) CONAGUA

| Tabla 25. Especies detectadas en la Presa Brockman | | | | |
|--|---------|----------|--------|----------------|
| Especie detectada | Exótica | Invasora | Nativa | Fecha de mapeo |
| <i>Egeria densa</i> | X | X | | Febrero 2016 |

Fuente: Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad(CONABIO) Enciclovida: <http://enciclovida.mx/especies/157317-egeria-densa>, Global Invasive Species Database, 2018. <http://www.iucngisd.org/gisd/search.php>.



Imagen 14. Google 24/10/2015 Presa Brockman
19°45'59.74''N 100°08'36.27''O



Foto 59. Infestación producida por *Egeria densa* en toda la ribera de la Presa Brockman



Foto 60. Acercamiento a la infestación de *Egeria densa*



Foto 61. Infestación de *Egeria densa*



Foto 62. Hojas con margen liso y en vértice de 4 características de *Egeria densa*



Foto 63. Acercamiento *Egeria densa*

1.4.2 Presa Colorines

La Presa Colorines abarca un área de aproximadamente 39.76 ha. El área se calculó con el programa de Google Earth Pro aplicando la herramienta área del polígono, debido a que no en este caso no se cuenta con información publicada. En 2014 la Comisión Nacional del Agua estableció un programa de control mecánico del lirio acuático recuperando el espejo de agua (Imagen 15). Para 2017 la presa se encuentra con un resurgimiento de la maleza por lo que es indispensable establecer un programa de monitoreo y control antes de que se vuelva a infestar.

| Tabla 26. Datos Generales de la Presa Colorines | |
|---|---------------------------|
| Nombre oficial | Colorines |
| Nombre común | Colorines |
| Capacidad al NAMO (hm ³) | 1.9890 |
| Altura de la cortina (m) | 32 |
| Año de terminación | 1944 |
| Región Hidrológica Administrativa | Balsas |
| Entidades federativas | Estado de México |
| Usos | Abastecimiento al público |
| Capacidad efectiva (MW) | - |
| Corriente en la que se ubica la presa | Río Tuxpan y Zitácuaro |
| Volumen útil 2017 (hm ³) | - |

Fuente: CONAGUA. Sistema de seguridad de presas. Servicio Meteorológico Estaciones Meteorológicas Automáticas (EMA's) CONAGUA

| Tabla 27. Especies detectadas en la presa Colorines | | | | |
|---|---------|----------|--------|----------------|
| Especie detectada | Exótica | Invasora | Nativa | Fecha de mapeo |
| <i>Ipomea squamosa</i> | | | X | Julio 2015 |
| <i>Eichhornia crassipes</i> | X | X | | |
| <i>Polygonum acuminatum</i> | | X | X | |

Fuente: Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad (CONABIO) Enciclovida: <http://enciclovida.mx/especies/163790-ipomea-squamosa>, <http://enciclovida.mx/especies/201235-persicaria-acuminata>, <http://enciclovida.mx/especies/138239-eichhornia> y Global Invasive Species Database, 2018. <http://www.iucngisd.org/gisd/search.php>



**Imagen 15. Google 27/01/2017 Presa Los Colorines
19°10'19.61"N 100°13'14.98"O**



Foto 64. Presa Los Colorines en el año 2013



Foto 65. Presa Los Colorines en el año 2015

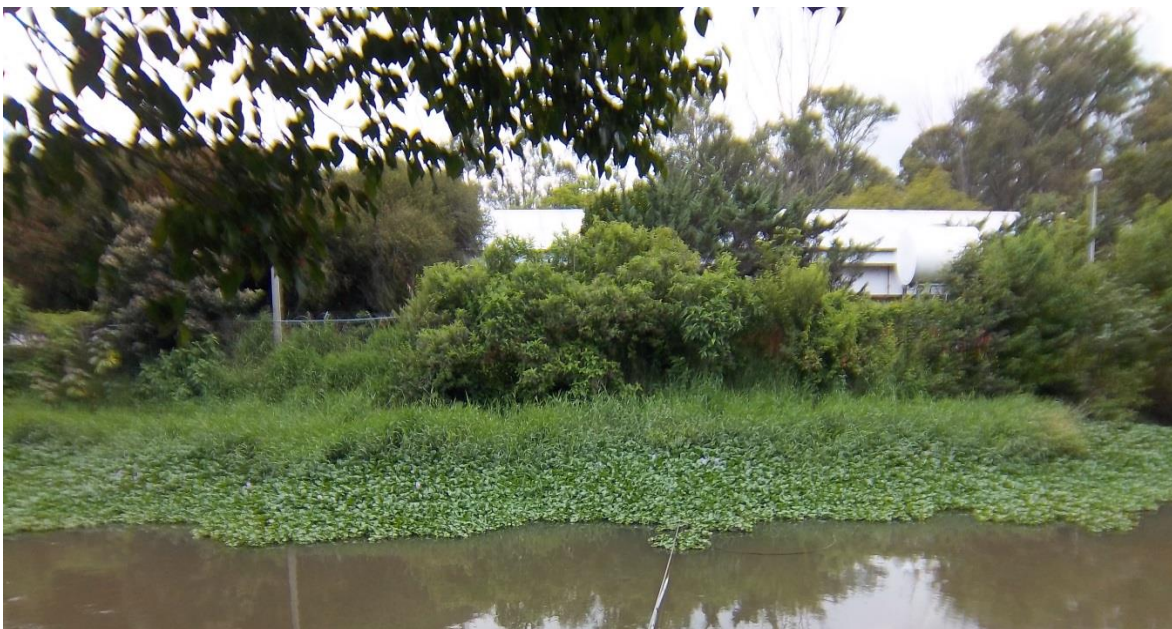


Foto 66. Presencia de *Eichhornia crassipes* en bordes de la Presa Los Colorines (2015)



Foto 67. Presencia de *Polygonum acuminatum* en la Presa Los Colorines



Foto 68. Presencia de *Ipomoea squamosa* en la Presa Los Colorines

1.4.3 Presa El Mortero

La Presa El Mortero abarca un área de aproximadamente 14.93 ha. El área se calculó con el programa de Google Earth Pro aplicando la herramienta área del polígono, debido a que no en este caso no se cuenta con información publicada.

En el año 2016 se realizó la visita a dicha presa y se encontró el follaje del *Eichhornia crassipes* quemado por bajas temperaturas. Sin embargo, los tallos aún estaban verdes y en la época de lluvias retoñaron.

| Tabla 28. Datos Generales de la Presa El Mortero | |
|--|-------------------------|
| Nombre oficial | El Mortero |
| Nombre común | Mortero |
| Capacidad al NAMO (hm ³) | 0.7300 |
| Altura de la cortina (m) | 17.87 |
| Año de terminación | 1953 |
| Región Hidrológica Administrativa | Lerma-Santiago-Pacífico |
| Entidades federativas | Estado de México |
| Usos | Riego |
| Capacidad efectiva (MW) | |
| Corriente en la que se ubica la presa | Arroyo San Nicolás |
| Volumen útil 2017 (hm ³) | |

Fuente: Atlas del Agua en México. Edición 2018. Comisión Nacional del Agua. http://sina.conagua.gob.mx/publicaciones/AAM_2018.pdf

| Tabla 29. Especies detectadas en la Presa El Mortero | | | | |
|--|---------|----------|--------|----------------|
| Especie detectada | Exótica | Invasora | Nativa | Fecha de mapeo |
| <i>Eichhornia crassipes</i> | X | X | | Febrero 2016 |

Fuente: Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad (CONABIO) Enciclopedia <http://enciclovida.mx/especies/138239-eichhornia> y Global Invasive Species Database, 2018. <http://www.iucngisd.org/gisd/search.php>



Imagen 16. Google 05/03/2016 Presa El Mortero
19°48'31.20"N 100°07'07.35"O



Foto 69. Presa El Mortero infestada al 100% con *Eichhornia crassipes*



Foto 70. El follaje del *Eichhornia crassipes* quemado por bajas temperaturas. Sin embargo, los tallos aún están verdes y en la época de lluvias retoñarán.

1.4.4 Presa Ignacio Ramírez

La Presa Ignacio Ramírez abarca un área de aproximadamente 922 ha (Hank *et. al.*, 1991).

| Tabla 30. Datos Generales de la Presa Ignacio Ramírez | |
|--|-------------------------|
| Nombre oficial | Ignacio Ramírez |
| Nombre común | La Gavia |
| Capacidad al NAMO (hm ³) | 20.50 |
| Altura de la cortina (m) | 23.50 |
| Año de terminación | 1965 |
| Región Hidrológica Administrativa | Lerma-Santiago-Pacífico |
| Entidades federativas | Estado de México |
| Usos | Irrigación |
| Capacidad efectiva (MW) | - |
| Corriente en la que se ubica la presa | Río La Gavia |
| Volumen útil 2017 (hm ³) | 20.53 |

Fuente: Atlas del Agua en México. Edición 2018. Comisión Nacional del Agua. http://sina.conagua.gob.mx/publicaciones/AAM_2018.pdf

| Tabla 31. Especies detectadas en la Presa Ignacio Ramírez | | | | |
|--|---------|----------|--------|----------------|
| Especie detectada | Exótica | Invasora | Nativa | Fecha de mapeo |
| Libre de PAEI | - | - | - | Julio 2015 |



Imagen 17. Google 21/01/2017 Presa Ignacio Ramírez
19°26'45.52"N 100°99'48'10.16"O



Foto 71. A la izquierda cortina de la Presa Ignacio Ramírez. Note el bajo nivel de agua y el color verde olivo

1.4.5 Presa Ixtapantongo

La Presa Ixtapantongo abarca un área de aproximadamente 16.78 ha. El área se calculó con el programa de Google Earth Pro aplicando la herramienta área del polígono, debido a que no en este caso no se cuenta con información publicada.

| Tabla 32. Datos generales de la Presa Ixtapantongo | |
|--|---------------------------|
| Nombre oficial | Ixtapantongo |
| Nombre común | Ixtapantongo |
| Capacidad al NAMO (hm ³) | 1.6500 |
| Altura de la cortina (m) | 28 |
| Año de terminación | 1950 |
| Región Hidrológica Administrativa | Balsas |
| Entidades federativas | Estado de México |
| Usos | Abastecimiento al público |
| Capacidad efectiva (MW) | - |
| Corriente en la que se ubica la presa | Río Tilostoc |
| Volumen útil 2017 (hm ³) | - |

Fuente: Atlas del Agua en México. Edición 2018. Comisión Nacional del Agua. http://sina.conagua.gob.mx/publicaciones/AAM_2018.pdf

| Tabla 33. Especies detectadas en la Presa Ixtapantongo | | | | |
|--|---------|----------|--------|----------------|
| Especie detectada | Exótica | Invasora | Nativa | Fecha de mapeo |
| <i>Eichhornia crassipes</i> | X | X | | Julio 2015 |

Fuente: Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad (CONABIO) Enciclovida <http://enciclovida.mx/especies/138239-eichhornia> y Global Invasive Species Database, 2018. <http://www.iucngisd.org/gisd/search.php>

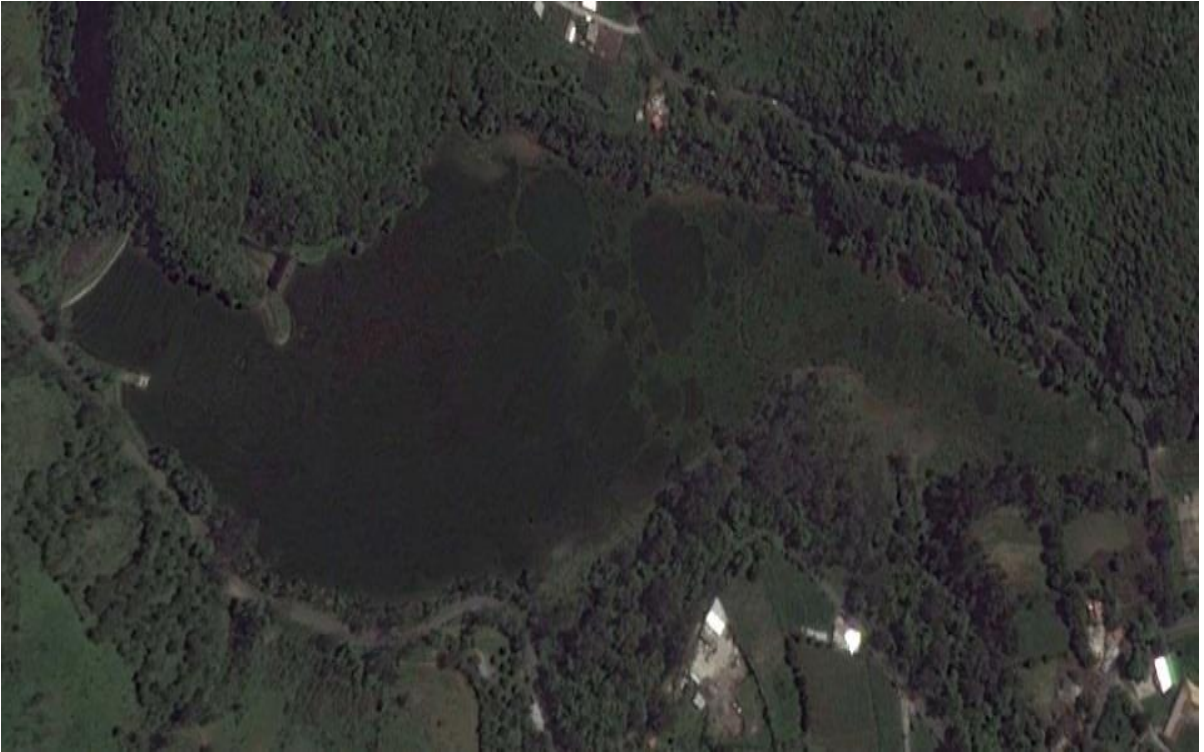


Imagen 18. Google 19/01/2016 Presa Ixtapantongo
19°10'36.40"N 100°15'7.38"O



Foto 72. Vista General de la Presa Ixtapantongo infestada al 100% con *Eichhornia crassipes*



Foto 73. Acercamiento a *Eichhornia crassipes*

1.4.6 Presa José Antonio Álzate

La Presa José Antonio Álzate abarca un área de aproximadamente 1,049 ha (Hank *et. al.*, 1991).

| Tabla 34. Datos generales de la Presa José Antonio Álzate | |
|---|-------------------------|
| Nombre oficial | José Antonio Álzate |
| Nombre común | San Bernabé |
| Capacidad al NAMO (hm ³) | 34.50 |
| Altura de la cortina (m) | 24.00 |
| Año de terminación | 1962 |
| Región Hidrológica Administrativa | Lerma-Santiago-Pacífico |
| Entidades federativas | Estado de México |
| Usos | Irrigación |
| Capacidad efectiva (MW) | - |
| Corriente en la que se ubica la presa | Río Lerma |
| Volumen útil 2017 (hm ³) | 3.32 |

Fuente: Atlas del Agua en México. Edición 2018. Comisión Nacional del Agua. http://sina.conagua.gob.mx/publicaciones/AAM_2018.pdf

| Tabla 35. Especies detectadas en la Presa José Antonio Álzate | | | | |
|---|---------|----------|--------|----------------|
| Especie detectada | Exótica | Invasora | Nativa | Fecha de mapeo |
| <i>Eichhornia crassipes</i> | X | X | | Julio 2015 |
| <i>Ludwigia peploides</i> | | X | X | |
| <i>Potamogeton natans</i> | | X | X | |
| <i>Eleocharis montevidensis</i> | | X | X | |
| <i>Polygonum acuminatum</i> | | X | X | |

Fuente: Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad (CONABIO) Enciclovida: <http://enciclovida.mx/>, Global Invasive Species Database, 2018: <http://www.iucngisd.org/gisd/search.php> y USDA-ARS, 1997. Germplasm Resources Information Network (GRIN). Online Database. Beltsville, Maryland, USA: National Germplasm Resources Laboratory. <https://npgsweb.ars-grin.gov/gringlobal/taxon/taxonomysearch.aspx>, Dandelot S, Robles C, Pech N, Cazaubon A, Verlaque R, 2008. Allelopathic potential of two invasive alien Ludwigia spp. Aquatic Botany, 88(4):311-316.



Imagen 19. Google 28/12/2015 Presa José Antonio Álzate
19°26'52.16"N 99°39'15.50"O



Foto 74. Vista General de la Presa José Antonio Álzate



Foto 75. Presencia de *Ludwigia peploides* en la Presa José Antonio Álzate



Foto 76. Presencia de *Eleocharis montevidensis* en la Presa José Antonio Álzate



Foto 77. Presencia de *Potamogeton natans* en la Presa José Antonio Álzate



Foto 78. Presencia de *Eichhornia crassipes* en la Presa José Antonio Álzate

1.4.7 Presa La Victoria

La Presa Victoria abarca un área de aproximadamente 8.43 ha. El área se calculó con el programa de Google Earth Pro aplicando la herramienta área del polígono, debido a que no en este caso no se cuenta con información publicada.

| Tabla 36. Datos Generales de la Presa La Victoria | |
|---|-------------------------|
| Nombre oficial | La Victoria |
| Nombre común | Victoria |
| Capacidad al NAMO (hm ³) | 0.3400 |
| Altura de la cortina (m) | 18.10 |
| Año de terminación | 1958 |
| Región Hidrológica Administrativa | Lerma-Santiago-Pacífico |
| Entidades federativas | Estado de México |
| Usos | Riego |
| Capacidad efectiva (MW) | - |
| Corriente en la que se ubica la presa | Arroyo la Victoria |
| Volumen útil 2017 (hm ³) | |

Fuente: CONAGUA. Sistema de seguridad de presas. Servicio Meteorológico Estaciones Meteorológicas Automáticas (EMA's) CONAGUA

| Tabla 37. Especies detectadas en la Presa La Victoria | | | | |
|---|---------|----------|--------|----------------|
| Especie detectada | Exótica | Invasora | Nativa | Fecha de mapeo |
| <i>Egeria densa</i> | X | X | | Febrero 2016 |

Fuente: Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad (CONABIO) Enciclopedia <http://enciclovida.mx/especies/157317-egeria-densa>, Global Invasive Species Database, 2018. <http://www.iucngisd.org/gisd/search.php>.



Imagen 20. Google 24/10/2016 Presa La Victoria
19°46'24.25"N 100°8'40.58"O



Foto 79. Vista general Presa La Victoria.



Foto 80. Infestación de *Egeria densa* en la ribera de la Presa La Victoria

1.4.8 Presa Madín

La Presa Madín abarca un área de aproximadamente 73.39 ha. El área se calculó con el programa de Google Earth Pro aplicando la herramienta área del polígono, debido a que no en este caso no se cuenta con información publicada.

| Tabla 38. Datos Generales de la Presa Madín | |
|---|---------------------------|
| Nombre oficial | Madín |
| Nombre común | Madín |
| Capacidad al NAMO (hm ³) | 15.95 |
| Altura de la cortina (m) | 75.00 |
| Año de terminación | 1977 |
| Región Hidrológica Administrativa | Aguas del Valle de México |
| Entidades federativas | Estado de México |
| Usos | Abastecimiento al público |
| Capacidad efectiva (MW) | - |
| Corriente en la que se ubica la presa | Río Tlanepantla |
| Volumen útil 2017 (hm ³) | 10.30 |

Fuente: Atlas del Agua en México. Edición 2018. Comisión Nacional del Agua. http://sina.conagua.gob.mx/publicaciones/AAM_2018.pdf

| Tabla 39. Especies detectadas en la Presa Madín | | | | |
|---|---------|----------|--------|----------------|
| Especie detectada | Exótica | Invasora | Nativa | Fecha de mapeo |
| <i>Typha latifolia</i> | | X | X | Octubre 2016 |
| <i>Polygonum acuminatum</i> | | X | X | |
| <i>Hydrocotyle ranunculoides</i> | | X | X | |
| <i>Eichhornia crassipes</i> | X | X | | |

Fuente: Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad (CONABIO) Enciclovida: <http://enciclovida.mx/>, Global Invasive Species Database, 2018: <http://www.iucngisd.org/gisd/search.php>, European and Mediterranean Plant Protection Organization (EPPO) 2004. EPPO Alert List., Paris, France. http://www.eppo.org/QUARANTINE/Alert_List/alert_list.htm



Imagen 21. Google 11/02/2017 Presa Madín
19°31'53.61"N 100°99'16'10.30"O



Foto 81. Vista General de la Presa Madín



Foto 82. Presencia de diversas especies en la Presa Madín



Foto 83. Observe en 1^{er} plano *Eichhornia crassipes* y en 2^{do} *Polygonum acuminatum*



Foto 84. Floración de *P. acuminatum*



Foto 85. Presencia de *Typha latifolia* en la Presa Madín



Foto 86. Presencia de *Hydrocotyle ranunculoides* en la Presa Madín

1.4.9 Presa Santo Tomás

La Presa Santo Tomás abarca un área de aproximadamente 82.92ha. El área se calculó con el programa de Google Earth Pro aplicando la herramienta área del polígono, debido a que no en este caso no se cuenta con información publicada.

| Tabla 40. Datos Generales de la Presa Santo Tomás | |
|---|---------------------------|
| Nombre oficial | Santo Tomás |
| Nombre común | Tilostoc |
| Capacidad al NAMO (hm ³) | 8.9 |
| Altura de la cortina (m) | 51 |
| Año de terminación | 1957 |
| Región Hidrológica Administrativa | Balsas |
| Entidades federativas | Estado de México |
| Usos | Abastecimiento al público |
| Capacidad efectiva (MW) | - |
| Corriente en la que se ubica la presa | Río Tilostoc |
| Volumen útil 2017 (hm ³) | |

| Tabla 41. Especies detectadas en la Presa Santo Tomás | | | | |
|---|---------|----------|--------|----------------|
| Especie detectada | Exótica | Invasora | Nativa | Fecha de mapeo |
| <i>Typha latifolia</i> | | X | X | Julio 2016 |
| <i>Typha domingensis</i> | | X | X | |
| <i>Eichhornia crassipes</i> | X | X | | |
| <i>Phragmites australis</i> | | X | X | |
| <i>Verbena bonariensis</i> | | X | X | |
| <i>Cyperus strigosus</i> | | X | X | |
| <i>Cyperus eragrosti</i> | | X | X | |

Fuente: Fuente: Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad (CONABIO) Enciclopedia: <http://enciclovida.mx/>, Global Invasive Species Database, 2018: <http://www.iucngisd.org/gisd/search.php> Invasive Species Compendium: <https://www.cabi.org/isc/datasheet/54296#tosummaryOfInvasiveness>, Witt, A., Luke, Q., 2017. Guide to the naturalized and invasive plants of Eastern Africa, [ed. by Witt, A., Luke, Q.]. Wallingford, UK: CABI.vi + 601 pp. <http://www.cabi.org/cabebooks/ebook/20173158959> doi:10.1079/9781786392145.0000



Imagen 22. Google 27/01/2017 Presa Santo Tomas
19°10'16.64"N 100°18'18.81"O



Foto 87. Vista General de la Presa Santo Tomas



Foto 88. Presencia de *Eichhornia crassipes*, *Cyperus strigosus* y *Phragmites australis*



Foto 89. Presencia de *Eichhornia crassipes* en la presa Santo Tomás



Foto 90. Presencia de *Typha latifolia* en la Presa Santo Tomás



Foto 91. Presencia de *Cyperus strigosus* en la Presa Santo Tomás



Foto 92. Presencia de *Cyperus eragrostis* en la Presa Santo Tomás



Foto 93. Presencia de *Verbena bonariensis* en la Presa Santo Tomás



Foto 94. Floración de *Verbena bonariensis* en la Presa Santo Tomás



Foto 95. Presencia de *Phragmites australis* en la Presa Santo Tomás. Note el grado de infestación que cubre lo que era el espejo de agua.



Foto 96. Presencia de *Typha domingensis* en la Presa Santo Tomás

1.4.10 Presa Valle de Bravo

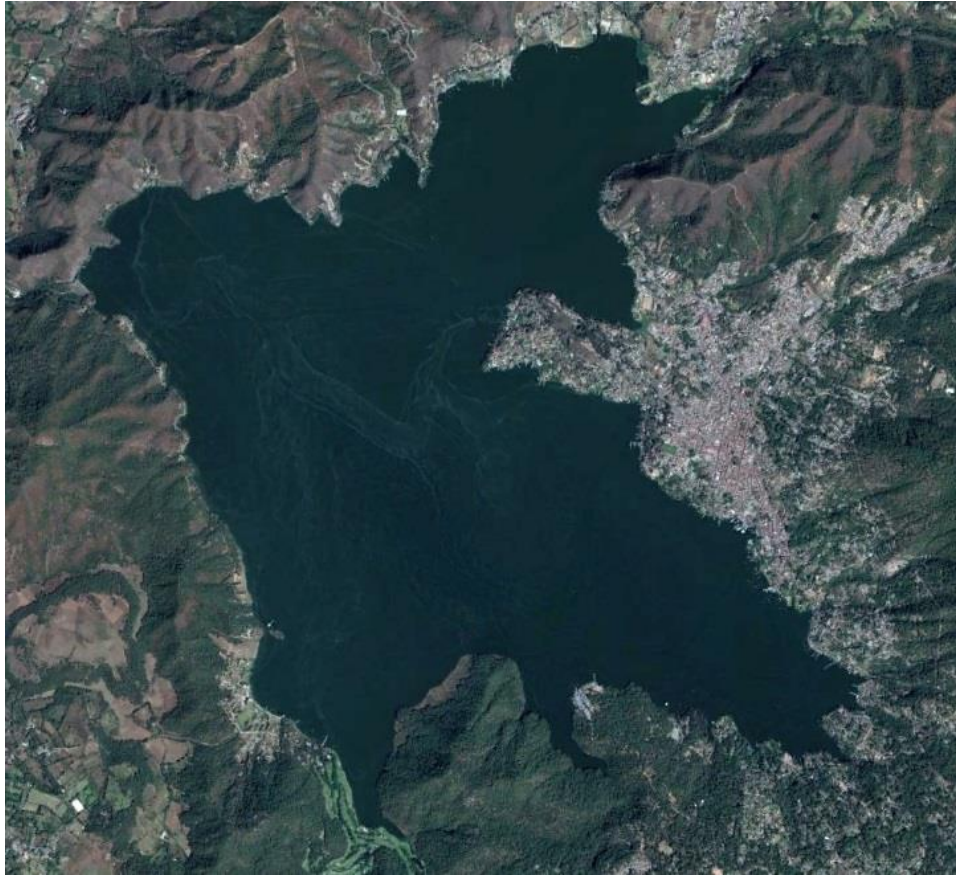
La Presa Valle de Bravo abarca un área de aproximadamente 1,842.83 ha. El área se calculó con el programa de Google Earth Pro aplicando la herramienta área del polígono, debido a que no en este caso no se cuenta con información publicada.

| Tabla 42. Datos Generales de la Presa Valle de Bravo | |
|--|-------------------------|
| Nombre oficial | Valle de Bravo |
| Nombre común | Valle de Bravo |
| Capacidad al NAMO (hm ³) | 394.39 |
| Altura de la cortina (m) | 56.00 |
| Año de terminación | 1947 |
| Región Hidrológica Administrativa | Balsas |
| Entidades federativas | Estado de México |
| Usos | Abasteciendo al público |
| Capacidad efectiva (MW) | - |
| Corriente en la que se ubica la presa | Río Valle de Bravo |
| Volumen útil 2017 (hm ³) | 349.93 |

Fuente: Atlas del Agua en México. Edición 2018. Comisión Nacional del Agua. http://sina.conagua.gob.mx/publicaciones/AAM_2018.pdf

| Tabla 43. Especies detectadas en la Presa Valle de Bravo | | | | |
|--|---------|----------|--------|----------------|
| Especie detectada | Exótica | Invasora | Nativa | Fecha de mapeo |
| <i>Eichhornia crassipes</i> | X | X | | Julio 2015 |

Fuente: Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad (CONABIO) Enciclovida: <http://enciclovida.mx/especies/138239-eichhornia> y Global Invasive Species Database, 2018: <http://www.iucngisd.org/gisd/search.php>



**Imagen 23. Google. 24/01/2017 Presa Valle de Bravo
19°11'37.0"N 100°09'00.8"O**



Foto 97. Vista General de la Presa Valle de Bravo



Foto 98. Cortina de la Presa Valle de Bravo: Observe el color verde. Con ayuda del Alga Torch se detectaron cianofitas.



Foto 99. Presencia de *Eichhornia crassipes* en la Presa Valle de Bravo

1.4.11 Presa Villa Victoria

La Presa Villa Victoria abarca un área de aproximadamente 2,805.04 ha. El área se calculó con el programa de Google Earth Pro aplicando la herramienta área del polígono, debido a que no en este caso no se cuenta con información publicada.

| Tabla 44. Datos Generales de la Presa Villa Victoria | |
|--|----------------------------|
| Nombre oficial | Villa Victoria |
| Nombre común | Villa Victoria |
| Capacidad al NAMO (hm ³) | 185.72 |
| Altura de la cortina (m) | 19.00 |
| Año de terminación | 1944 |
| Región Hidrológica Administrativa | Balsas |
| Entidades federativas | Estado de México |
| Usos | Abastecimiento al público |
| Capacidad efectiva (MW) | - |
| Corriente en la que se ubica la presa | Río San José o Malacatepec |
| Volumen útil 2017 (hm ³) | 153.59 |

Fuente: Atlas del Agua en México. Edición 2018. Comisión Nacional del Agua. http://sina.conagua.gob.mx/publicaciones/AAM_2018.pdf

| Tabla 45. Especies detectadas en la Presa Villa Victoria | | | | |
|--|---------|----------|--------|----------------|
| Especie detectada | Exótica | Invasora | Nativa | Fecha de mapeo |
| <i>Polygonum acuminatum</i> | | X | X | Julio 2015 |
| <i>Hydrocotyle ranunculoides</i> | | X | X | |
| <i>Nuphar lutea</i> | | X | X | |
| <i>Schoenoplectus acutus</i> | | X | X | |

Fuente: Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad (CONABIO) Enciclovida: <http://enciclovida.mx/>, Global Invasive Species Database, 2018: <http://www.iucngisd.org/gisd/search.php>, European and Mediterranean Plant Protection Organization (EPPO) 2004. EPPO Alert List., Paris, France. http://www.eppo.org/QUARANTINE/Alert_List/alert_list.htm



Imagen 24. Google 07/03/2015 Presa Villa Victoria
19°28'0.29"N 100 0'12.83"O



Foto 100. Vista General de la Presa Villa Victoria



Foto 101. Presencia de *Polygonum acuminatum* e *Hydrocotyle ranunculoides* en la Presa Villa Victoria.



Foto 102. Presencia de *Schoenoplectus acutus* en la Presa Villa Victoria



Foto 103. Presencia de *Nuphar lutea* en la Presa Villa Victoria

1.4.12 Laguna de Zumpango

La Laguna de Zumpango abarca un área de aproximadamente 1,881.07 ha. El área se calculó con el programa de Google Earth Pro aplicando la herramienta área del polígono, debido a que no en este caso no se cuenta con información publicada.



Imagen 25 Google 24/03/2018 Laguna de Zumpango
19°47'06.09''N 99°07'54.23''O

| Tabla 46. Especies detectadas en la Laguna de Zumpango | | | | |
|--|---------|----------|--------|----------------|
| Especie detectada | Exótica | Invasora | Nativa | Fecha de mapeo |
| Libre de PAEI | - | - | - | Julio 2019 |



Foto 104. Vista panorámica de la Laguna de Zumpango



Foto 105. Presa libre de PAEI



Foto 106. La Laguna de Zumpango infestada por algas

Se midió la concentración de alga con dispositivo de Alga Torch desafortunadamente no se tuvo un valor numérico ya que la concentración sobrepasaba los límites máximos del dispositivo.

1.5 Guanajuato

1.5.1 Presa Solís

La Presa Solís abarca un área de aproximadamente 6,300 ha (Hank *et. al.*, 1991)

| Tabla 47. Datos Generales de la Presa Solís | |
|---|---------------------------------|
| Nombre oficial | Solís |
| Nombre común | Solís |
| Capacidad al NAMO (hm ³) | 800.03 |
| Altura de la cortina (m) | 56.70 |
| Año de terminación | 1949 |
| Región Hidrológica Administrativa | Lerma-Santiago-Pacífico |
| Entidades federativas | Guanajuato |
| Usos | Irrigación, control de avenidas |
| Capacidad efectiva (MW) | - |
| Corriente en la que se ubica la presa | Río Lerma |
| Volumen útil 2017 (hm ³) | 718.87 |

Fuente: Atlas del Agua en México. Edición 2018. Comisión Nacional del Agua. http://sina.conagua.gob.mx/publicaciones/AAM_2018.pdf

| Tabla 48. Especies detectadas en la Presa Solís | | | | |
|---|---------|----------|--------|----------------|
| Especie detectada | Exótica | Invasora | Nativa | Fecha de mapeo |
| Libre de PAEI | - | - | - | Noviembre 2015 |



Imagen 26. Google 30/12/2015 Presa Solís
20°3'33.13"N 100°37'31.43"O



Foto 107. Vista General de la Presa Solís



Foto 108. Bahía de la Presa Solís

1.5.2 Laguna de Yuriria

La Laguna Yuridia abarca un área de aproximadamente 7,516.54 ha. El área se calculó con el programa de Google Earth Pro aplicando la herramienta área del polígono, debido a que no en este caso no se cuenta con información publicada.

| Tabla 49. Datos Generales de la Laguna de Yuriria | |
|---|-------------------------|
| Nombre oficial | Laguna de Yuridia |
| Nombre común | - |
| Capacidad al NAMO (hm ³) | 187.90 |
| Altura de la cortina (m) | 10.00 |
| Año de terminación | 1550 |
| Región Hidrológica Administrativa | Lerma-Santiago-Pacífico |
| Entidades federativas | Guanajuato |
| Usos | Irrigación |
| Capacidad efectiva (MW) | - |
| Corriente en la que se ubica la presa | Río Lerma |
| Volumen útil 2017 (hm ³) | 146.52 |

Fuente: Atlas del Agua en México. Edición 2018. Comisión Nacional del Agua. http://sina.conagua.gob.mx/publicaciones/AAM_2018.pdf

| Tabla 50. Especies detectadas en la Laguna de Yuridia | | | | |
|---|---------|----------|--------|----------------|
| Especie detectada | Exótica | Invasora | Nativa | Fecha de mapeo |
| <i>Phragmites australis</i> | | X | X | Noviembre 2015 |
| <i>Myriophyllum aquaticum</i> | X | X | | |
| <i>Eichhornia crassipes</i> | X | X | | |

Fuente: Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad (CONABIO) Enciclovida: <http://enciclovida.mx/>, Global Invasive Species Database, 2018. <http://www.iucngisd.org/gisd/search.php>



Imagen 27. Google 07/11/2017 Laguna de Yuriria
20°14'52.43"N 101°7'39.60"O



Foto 109. Infestación de *Eichhornia crassipes*



Foto 110. Control mecánico de *E. crassipes*



Foto 111. Infestación de *Eichhornia crassipes* y *Myriophyllum aquaticum*



Foto 112. *Myriophyllum aquaticum*



Foto 113. *Phragmites australis*



Foto 114. *Eichhornia crassipes*

1.6 Guerrero

1.6.1 Laguna Mitla

La Laguna de Mitla abarca un área de aproximadamente 6,313.05 ha. El área se calculó con el programa de Google Earth Pro aplicando la herramienta área del polígono, debido a que no en este caso no se cuenta con información publicada.

| Tabla 51. Especies detectadas en la Laguna de Mitla | | | | |
|---|---------|----------|--------|----------------|
| Especie detectada | Exótica | Invasora | Nativa | Fecha de mapeo |
| <i>Eichhornia crassipes</i> | X | X | | Febrero 2019 |
| <i>Najas marina</i> | | X | X | |
| <i>Salvinia molesta</i> | X | X | | |

Fuente: Fuente: Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad (CONABIO) Enciclovida: <http://enciclovida.mx/>, Global Invasive Species Database, 2018: <http://www.iucngisd.org/gisd/search.php> y Bonilla-Barbosa, J.R., y B. Santamaría. 2013. Plantas acuáticas exóticas y trasladadas invasoras, en R. Mendoza y P. Koleff (coords.), Especies acuáticas invasoras en México. Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad, México, pp. 223-247.

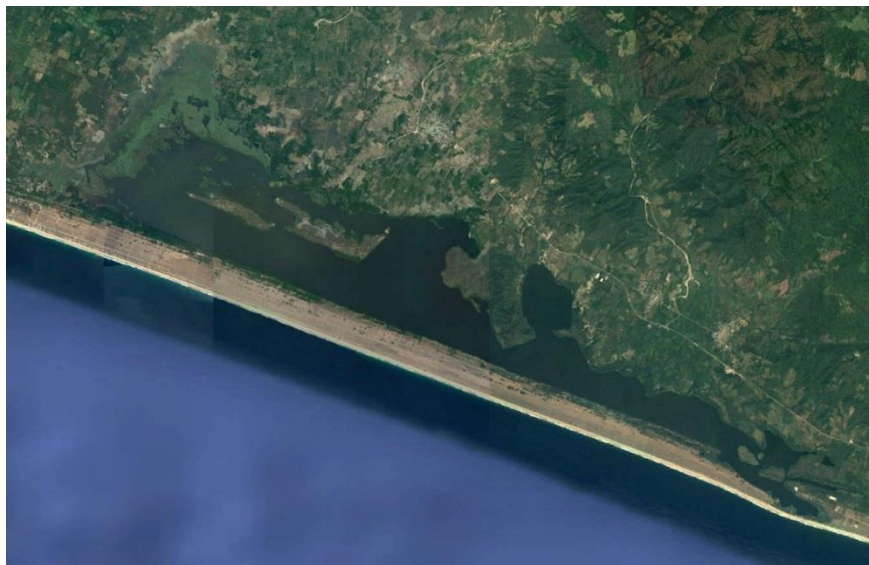


Imagen 28. Google18/11/2017. Laguna Mitla
17°02'48.86''N 100°20'0.11''O



Foto 115. Infestación con lirio acuático



Foto 116. Infestación con tulares

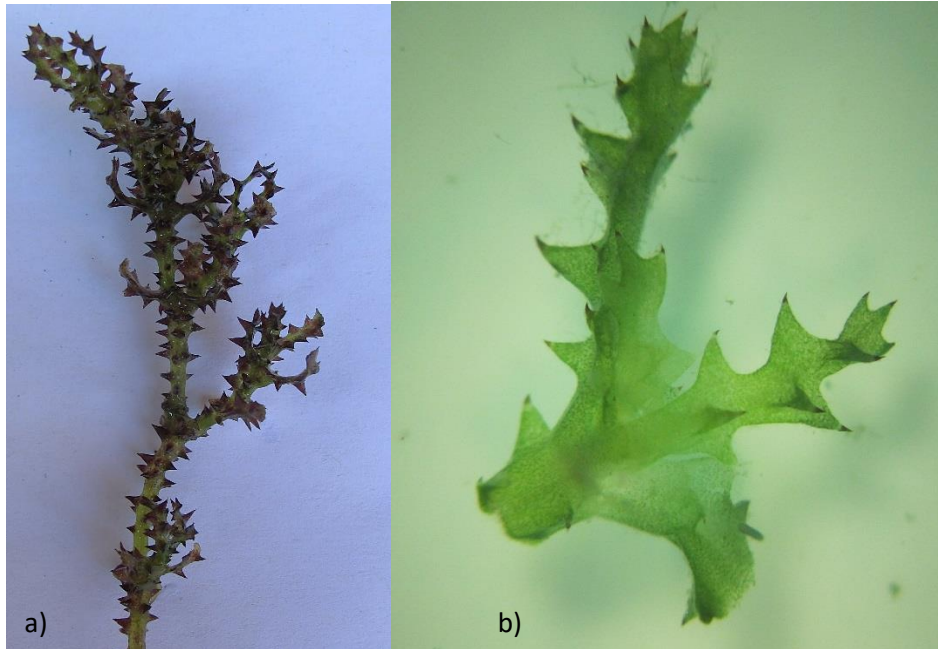


Foto 117. a) *Najas marina* b) *Najas marina* vista al microscopio



Foto 118. Acercamiento a *Salvinia molesta*

1.7 Hidalgo

1.7.1 Presa Endhó

La Presa Endhó abarca un área de aproximadamente 1,459.05 ha. El área se calculó con el programa de Google Earth Pro aplicando la herramienta área del polígono, debido a que no en este caso no se cuenta con información publicada.

| Tabla 52. Información general de la Presa Endhó | |
|--|----------------------------------|
| Nombre Oficial | Endhó |
| Nombre común | Endhó |
| Capacidad al NAMO (hm ³) | 182 |
| Altura de la cortina (m) | 60 |
| Año de terminación | 1951 |
| Región Hidrológica Administrativa | Aguas del Valle de México |
| Entidades federativas | Hidalgo |
| Usos | Irrigación y Control de Avenidas |
| Capacidad efectiva (MW) | - |
| Corriente en la que se ubica la presa | Río Tula |
| Volumen útil 2017 (hm ³) | 165.47 |

Fuente: Comisión Nacional del Agua. Atlas del Agua en México.
<https://files.conagua.gob.mx/conagua/publicaciones/Publicaciones/AAM2018.pdf>

| Tabla 53. Especies detectadas en la Presa Endhó | | | | |
|--|---------|----------|--------|----------------|
| Especie detectada | Exótica | Invasora | Nativa | Fecha de mapeo |
| Libre de PAEI | - | - | - | Julio 2019 |

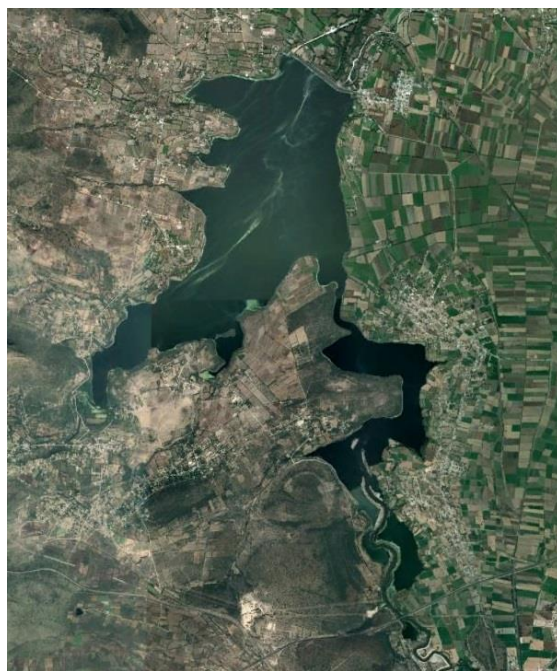


Imagen 29. Google 27/11/2016 Presa Endhó
20°08'16.34''N 99°22'01.75''O



Foto 119. Vista general de la Presa Endhó



Foto 120. Acercamiento a la Presa Endhó



Foto 121. Presa Endhó

1.7.2 Presa Requena

La Presa Requena abarca un área de aproximadamente 701.08 ha. El área se calculó con el programa de Google Earth Pro aplicando la herramienta área del polígono, debido a que no en este caso no se cuenta con información publicada.

| Tabla 54. Información general de la Presa Requena | |
|--|---------------------------|
| Nombre Oficial | Requena |
| Nombre común | Requena |
| Capacidad al NAMO (hm ³) | 52.50 |
| Altura de la cortina (m) | 38 |
| Año de terminación | 1922 |
| Región Hidrológica Administrativa | Aguas del Valle de México |
| Entidades federativas | Hidalgo |
| Usos | Irrigación |
| Capacidad efectiva (MW) | - |
| Corriente en la que se ubica la presa | Río Tepeji |
| Volumen útil 2017 (hm ³) | 44.33 |

Fuente: Comisión Nacional del Agua. Atlas del Agua en México.
<https://files.conagua.gob.mx/conagua/publicaciones/Publicaciones/AAM2018.pdf>

| Tabla 55. Especies detectadas en la Presa Requena | | | | |
|--|---------|----------|--------|----------------|
| Especie detectada | Exótica | Invasora | Nativa | Fecha de mapeo |
| Libre de PAEI | - | - | - | Julio 2019 |

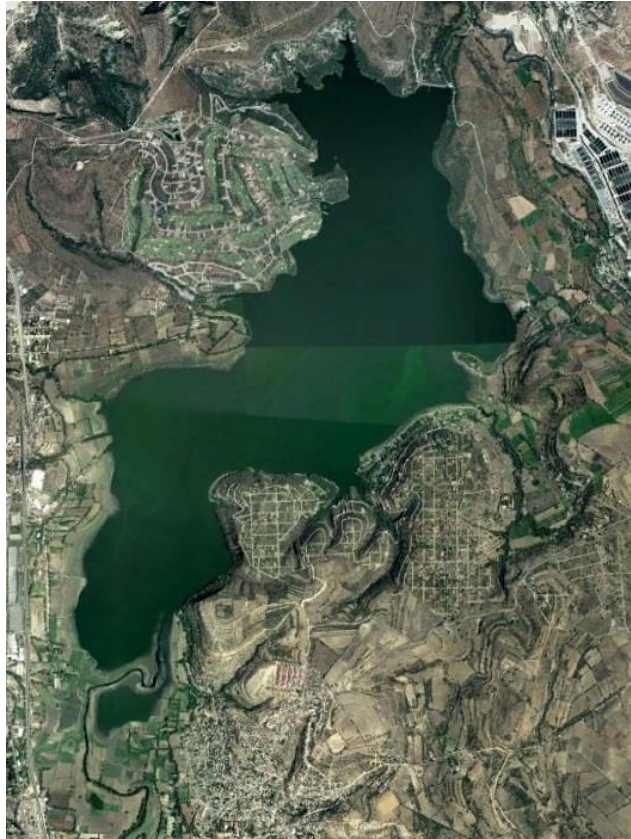


Imagen 30. Google 24/03/2018 Presa Requena
19°56'27.94''N 99°19'30.89''O



Foto 122. Vista panorámica de la Presa Requena



Foto 123. Alrededores de la Presa Requena



Foto 124. Presa Requena libre PAEI

1.7.3 Presa Ing. Fernando Hiriart Balderrama

La Presa Ing. Fernando Hiriart Balderrama abarca un área de aproximadamente 2,062.06 ha. El área se calculó con el programa de Google Earth Pro aplicando la herramienta área del polígono, debido a que no en este caso no se cuenta con información publicada.

| Tabla 56. Información general de la Presa Ing. Fernando Hiriart Balderrama | |
|---|----------------------------------|
| Nombre Oficial | Ing. Fernando Hiriart Balderrama |
| Nombre común | Zimapán |
| Capacidad al NAMO (hm ³) | 1 390.11 |
| Altura de la cortina (m) | 203.00 |
| Año de terminación | 1990 |
| Región Hidrológica Administrativa | Golfo Norte |
| Entidades federativas | Hidalgo |
| Usos | Generación de energía eléctrica |
| Capacidad efectiva (MW) | 292 |
| Corriente en la que se ubica la presa | Río Moctezuma |
| Volumen útil 2017 (hm ³) | 1, 218.01 |

Fuente: Comisión Nacional del Agua. Atlas del Agua en México.
<https://files.conagua.gob.mx/conagua/publicaciones/Publicaciones/AAM2018.pdf>

| Tabla 57. Especies detectadas en la Presa Ing. Fernando Hiriart Balderrama | | | | |
|---|---------|----------|--------|----------------|
| Especie detectada | Exótica | Invasora | Nativa | Fecha de mapeo |
| Libre de PAEI | - | - | - | Julio 2019 |



Imagen 31. Google 12/04/2013 Presa Ing. Fernando Hiriart Balderrama
20°39'15.63''N 99°30'50.42''O



Foto 125. Vista panorámica de la Presa Ing. Fernando Hiriart Balderrama



Foto 126. Presa libre de PAEI

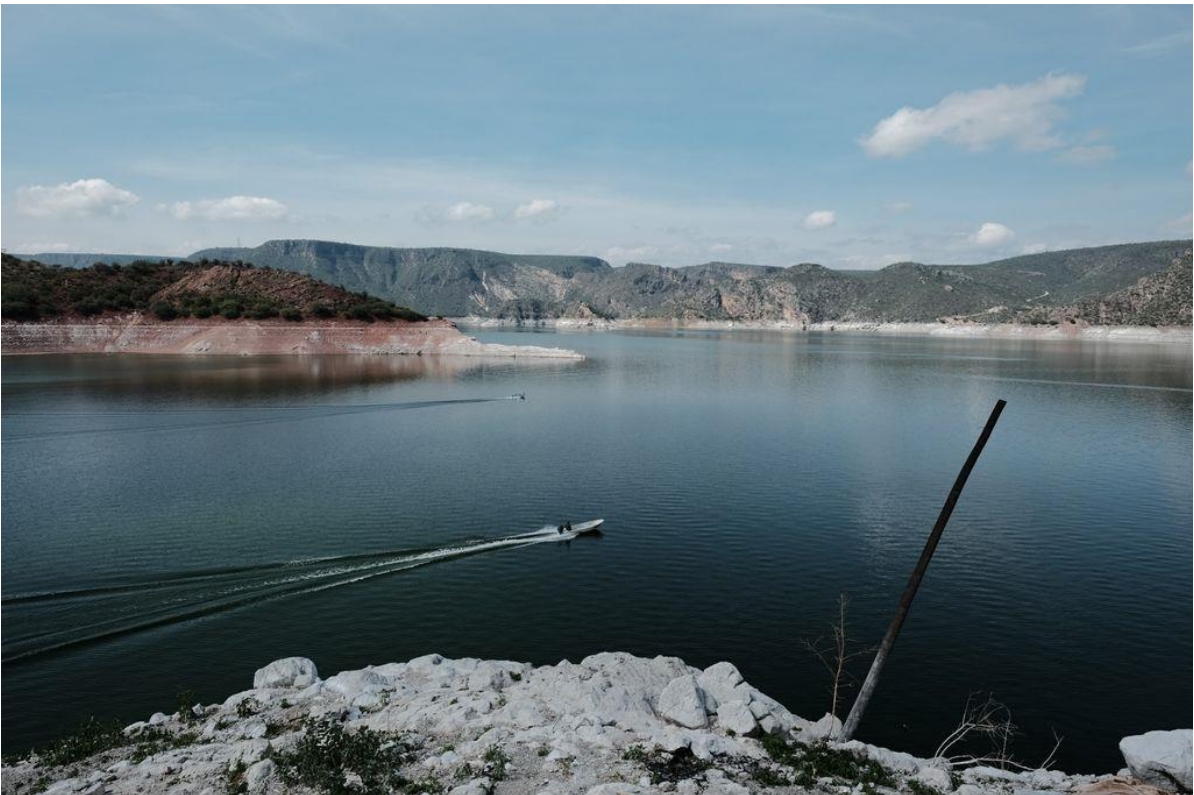


Foto 127. Recorrido en la Presa de Zimapán

1.8 Jalisco

1.8.1 Presa Valencia

La Presa Valencia abarca un área de aproximadamente 561.55 ha. El área se calculó con el programa de Google Earth Pro aplicando la herramienta área del polígono, debido a que no en este caso no se cuenta con información publicada.

| Tabla 58. Datos Generales de la Presa La Valencia | |
|---|-------------------------|
| Nombre oficial | Hurtado |
| Nombre común | Valencia |
| Capacidad al NAMO (hm ³) | 22.00 |
| Altura de la cortina (m) | 10.35 |
| Año de terminación | 1879 |
| Región Hidrológica Administrativa | Lerma-Santiago-Pacífico |
| Entidades federativas | Jalisco |
| Usos | Irrigación |
| Capacidad efectiva (MW) | - |
| Corriente en la que se ubica la presa | Arroyo San Antonio |
| Volumen útil 2017 (hm ³) | 14.79 |

Fuente: Atlas del Agua en México. Edición 2018. Comisión Nacional del Agua. http://sina.conagua.gob.mx/publicaciones/AAM_2018.pdf

| Tabla 59. Especies detectadas en la Presa La Valencia | | | | |
|---|---------|----------|--------|----------------|
| Especie detectada | Exótica | Invasora | Nativa | Fecha de mapeo |
| <i>Eichhornia crassipes</i> | X | X | | Octubre 2016 |
| <i>Pistia stratiotes</i> | | X | X | |

Fuente: Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad (CONABIO) Enciclovida: <http://enciclovida.mx/>, Global Invasive Species Database, 2018: <http://www.iucngisd.org/gisd/search.php>

En julio 2013, la presa fue contaminada con un derrame de melaza y fue declarada en emergencia, pues cientos de peces sucumbieron ante la disminución drástica de oxígeno disuelto provocada por el derrame. No existe programa de control del lirio acuático.



**Imagen 32. Google 13/03/2015 Presa La Valencia
20°29'3.44"N 103°39'19.20"O**



Foto 128. Infestación con *Eichhornia crassipes* de la Presa La Valencia



Foto 129. Infestación con *Eichhornia crassipes* y *Pistia stratiotes* en la Presa La Valencia

1.8.2 Presa Ing. Santiago Camarena

La Presa Ing. Santiago Camarena abarca un área de aproximadamente 1,938.07 ha. El área se calculó con el programa de Google Earth Pro aplicando la herramienta área del polígono, debido a que no en este caso no se cuenta con información publicada.

| Tabla 60. Datos Generales de la Presa Ing. Santiago Camarena | |
|--|-------------------------|
| Nombre oficial | Ing. Santiago Camarena |
| Nombre común | La Vega |
| Capacidad al NAMO (hm ³) | 44.04 |
| Altura de la cortina (m) | 18.00 |
| Año de terminación | 1956 |
| Región Hidrológica Administrativa | Lerma-Santiago-Pacífico |
| Entidades federativas | Jalisco |
| Usos | Irrigación |
| Capacidad efectiva (MW) | - |
| Corriente en la que se ubica la presa | Río Ameca |
| Volumen útil 2017 (hm ³) | 49.28 |

Fuente: Atlas del Agua en México. Edición 2018. Comisión Nacional del Agua. http://sina.conagua.gob.mx/publicaciones/AAM_2018.pdf

| Tabla 61. Especies detectadas en la Presa Ing. Santiago Camarena | | | | |
|--|---------|----------|--------|----------------|
| Especie detectada | Exótica | Invasora | Nativa | Fecha de mapeo |
| <i>Eichhornia crassipes</i> | X | X | | Noviembre 2016 |

Fuente: Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad (CONABIO) Enciclovida: <http://enciclovida.mx/especies/138239-eichhornia> y Global Invasive Species Database, 2018: <http://www.iucngisd.org/gisd/search.php>



**Imagen 33. Google 14/04/2015 Presa Ing. Santiago Camarena
20°38'34.93"N 103°51'02.20"O**



Foto 130. *Eichhornia crassipes* infestando la Presa Ing. Santiago Camarena



Foto 131. Pescadores en la Presa Ing. Santiago Camarena

| Tabla 62. Evaluación de biomasa y densidad del lirio acuático en Presa Ing. Santiago Camarena | | | | |
|---|--------------------|--------------|-------------|-------|
| Número | Kg/ m ² | Num. Plantas | Altura (cm) | Hijas |
| 1 | 55 | 80 | 63 | 6 |
| 2 | 54 | 95 | 62 | 4 |
| 3 | 60 | 90 | 56 | 6 |
| 4 | 56 | 82 | 58 | 5 |
| 5 | 66 | 86 | 65 | 5 |
| 6 | 68 | 95 | 59 | 6 |
| 7 | 75 | 98 | 65 | 4 |
| 8 | 66 | 87 | 68 | 6 |

1.8.3 Presa Manuel M. Diéguez

La Presa Manuel M. Diéguez abarca un área de aproximadamente 1,108 ha (Hank *et. al.*, 1991).

| Tabla 63. Datos Generales de la Presa Manuel M. Diéguez | |
|---|---------------------------------|
| Nombre oficial | Manuel M. Diéguez |
| Nombre común | Santa Rosa |
| Capacidad al NAMO (hm ³) | 403.00 |
| Altura de la cortina (m) | 114.00 |
| Año de terminación | 1964 |
| Región Hidrológica Administrativa | Lerma-Santiago-Pacífico |
| Entidades federativas | Jalisco |
| Usos | Generación de energía eléctrica |
| Capacidad efectiva (MW) | 61 |
| Corriente en la que se ubica la presa | Río Santiago |
| Volumen útil 2017 (hm ³) | 185.57 |

Fuente: Atlas del Agua en México. Edición 2018. Comisión Nacional del Agua. http://sina.conagua.gob.mx/publicaciones/AAM_2018.pdf

| Tabla 64. Especies detectadas en el Presa Manuel M. Diéguez | | | | |
|---|---------|----------|--------|----------------|
| Especie detectada | Exótica | Invasora | Nativa | Fecha de mapeo |
| <i>Lemna minor</i> | | X | X | Octubre 2016 |

Fuente: Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad (CONABIO) Enciclovida: <http://enciclovida.mx/especies/158746-lemna-minor>



**Imagen 34. Google 01/01/2016 Presa Manuel M. Diéguez
20°53'55.54"N 103°39'59.34"O**



Foto 132. *Lemna minor* (Lenteja de agua) en borde de Presa



Foto 133. Severa infestación con *L. minor*

1.8.4 Lago de Chapala

El Lago de Chapala abarca un área de aproximadamente 106,835.47 ha. El área se calculó con el programa de Google Earth Pro aplicando la herramienta área del polígono, debido a que no en este caso no se cuenta con información publicada.

| Tabla 65. Datos Generales del Lago de Chapala | |
|---|--|
| Nombre oficial | Lago de Chapala |
| Nombre común | Chapala |
| Capacidad al NAMO (hm ³) | 7,634.00 |
| Altura de la cortina (m) | |
| Año de terminación | |
| Región Hidrológica Administrativa | Lerma-Santiago-Pacífico |
| Entidades federativas | Jalisco |
| Usos | Irrigación y Abastecimiento al público |
| Capacidad efectiva (MW) | - |
| Corriente en la que se ubica la presa | No aplica |
| Volumen útil 2017 (hm ³) | 4, 969.56 |

Fuente: Atlas del Agua en México. Edición 2018. Comisión Nacional del Agua. http://sina.conagua.gob.mx/publicaciones/AAM_2018.pdf

| Tabla 66. Especies detectadas en el Lago de Chapala | | | | |
|---|---------|----------|--------|----------------|
| Especie detectada | Exótica | Invasora | Nativa | Fecha de mapeo |
| <i>Pistia stratiotes</i> | | X | X | Julio 2016 |
| <i>Hydrocotyle ranunculoide</i> | | X | X | |
| <i>Schoenoplectus acutus</i> | | X | X | |
| <i>Myriophyllum aquaticum</i> | X | X | | |
| <i>Eichhornia crassipes</i> | X | X | | |

Fuente: Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad (CONABIO) Enciclovida: <http://enciclovida.mx/>, Global Invasive Species Database, 2018: <http://www.iucngisd.org/gisd/search.php>, European and Mediterranean Plant Protection Organization (EPPO) 2004. EPPO Alert List., Paris, France. http://www.eppo.org/QUARANTINE/Alert_List/alert_list.htm



Imagen 35. Google 1/06/2015 Lago de Chapala
20°13'23.56"N 102°58'10.08"O

En la Tabla 67 se muestran los sitios muestreados en el lago de Chapala

| Tabla 67. Sitios monitoreados en el Lago Chapala | | | | |
|--|---------------|-----------------|---------------|--|
| Puntos | Coordenadas | | | Localidad |
| | Latitud (N) | Longitud (O) | Elevación (m) | |
| 1 | 20°14'48.43'' | 102°59'23.58'' | 1520 | Planta de bombeo a Guadalajara |
| 2 | 20°16'43.84'' | 103° 10'56.26'' | 1521 | Malecón Municipio de Chapala |
| 5 | 20°17'3.19'' | 103°11'17.09'' | 1527 | Malecón Municipio de Chapala |
| 7 | 20°17'4.44'' | 103°11'27.97'' | 1527 | Muelle Municipio de Chapala |
| 8 | 20°17'1.39'' | 103°24'49.41'' | 1534 | Planta de Tratamiento del Municipio de Jocotepec |
| 9 | 20°17'0.01'' | 103°24'49.41'' | 1535 | Malecón Municipio Jocotepec |
| 10 | 20°13'38.71'' | 103°22'10.60'' | 1525 | Malecón San Cristóbal Zapotitlán |
| 11 | 20°10'40.04'' | 103°14'6.61'' | 1599 | Después de San Luis Soyatlán |
| 12 | 20°9'32.94'' | 103°11'47.36'' | 1663 | Antes de Tuxcueca |
| 13 | 20°9'29.09'' | 103°5'39.59'' | 1588 | Andes de Tizapana El Alto |
| 14 | 20°10'12.94'' | 102°56'54.56'' | 1573 | Antes de Palo Alto |
| 15 | 20°6'40.72'' | 102°48'20.23'' | 1596 | Después de Cojumatlán |
| 16 | 20°17'24.24'' | 103°7'44.38'' | 1524 | La Palma |



Foto 134. Vista general del lago de Chapala. Note la gran infestación de *Schoenoplectus acutus* que va reduciendo el espejo de agua



Foto 135. Vista de la grave infestación del Lago por *Schoenoplectus acutus*



Foto 136. Infestación de *Eichhornia crassipes* que provee sustrato para el establecimiento de *Schoenoplectus acutus*



Foto 137. *Eichhornia crassipes* proveniente de semillas que germinaron en sedimentos en la rivera del Lago. Note la presencia de *Hydrocotyle ranunculoides*



Foto 138. *Pistia stratiotes* (Lechuga de agua)



Foto 139. *Pistia stratiotes* cerca embarcadero



Foto 140. *Hydrocotyle ranunculoides*



Foto 141. *Schoenoplectus acutus* (Tule)



Foto 142. Presencia de *Myriophyllum aquaticum* y *Eichhornia crassipes* en el Lago de Chapala

1.8.5 Confluencia de los ríos Zula y Santiago en Jalisco

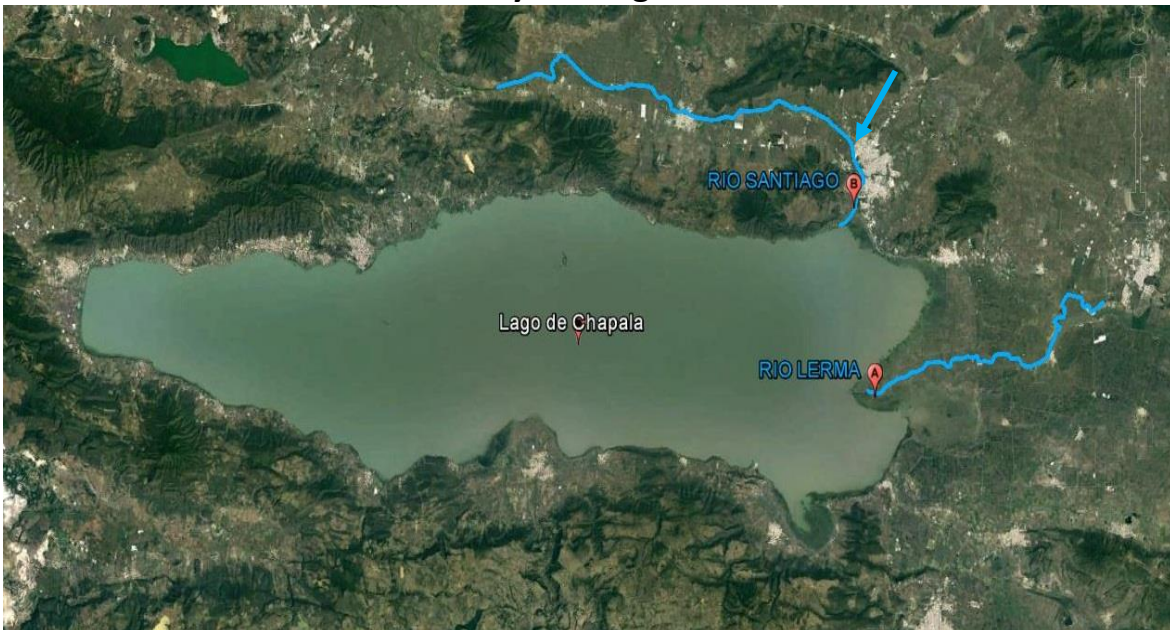


Imagen 36. Google. 1/06/2015 Confluencia de los Ríos Zula y Santiago
20°13'23.56" N, 102°58'10.08" O



Foto 143. Río Zula infestado completamente por *Eichhornia crassipes*



Foto 144. Confluencia de los Ríos Zula y Santiago aguas arriba del Lago de Chapala



Foto 145. Plantas de *Eichhornia crassipes*. Note el gran tamaño de las plantas



Foto 146. Plantas de *Eichhornia crassipes*. Note como las raíces son pequeñas lo que sugiere que los nutrientes están en el entorno de la planta y ésta no se ve forzada a tener un sistema radicular grande y extenso

| Tabla 68. Evaluación de biomasa y densidad del lirio acuático en el río Zula | | | | |
|--|--------------------|--------------|-------------|-------|
| Sitios | Kg/ m ² | Núm. Plantas | Altura (cm) | Hijas |
| 1 | 43 | 85 | 58 | 5 |
| 2 | 38 | 74 | 50 | 4 |
| 3 | 45 | 80 | 59 | 4 |
| 4 | 47 | 76 | 62 | 3 |
| 5 | 39 | 92 | 60 | 3 |
| 6 | 38 | 85 | 56 | 4 |

La Tabla 68 muestra los resultados de biomasa y densidad del lirio acuático en la confluencia del río Zula. Debido a las condiciones de inseguridad solo se realizó esta evaluación en este sitio, en la laguna de Zapotlán en Jalisco y en la Ignacio Camarena, donde se contó con personal de apoyo para esta evaluación.

1.8.6 Laguna de Cajititlán

La Laguna de Cajititlán abarca un área de aproximadamente 1,821 ha. El área se calculó con el programa de Google Earth Pro aplicando la herramienta área del polígono, debido a que no en este caso no se cuenta con información publicada.

| Tabla 69. Datos Generales de la Laguna de Cajititlán | |
|--|---|
| Nombre oficial | Laguna de Cajititlán |
| Nombre común | Lagua de Cajititlán |
| Estado | Tlajomulco de Zúñiga, Guadalajara Jalisco |
| Corriente donde se ubica | Río Santiago, Rio Ameca |
| Superficie | < 375 km ² |
| Profundidad | 4 m |
| Región Hidrológico Administrativa (CONAGUA) | Lerma-Santiago-Pacífico |
| Región Hidrológica (CONABIO) | Lerma-Santiago12 |

Fuente: CONAGUA. Sistema de seguridad de presas. Servicio Meteorológico Estaciones Meteorológicas Automáticas (EMA's) CONAGUA

| Tabla 70. Especies detectadas en la Laguna de Cajititlán | | | | |
|--|---------|----------|--------|----------------|
| Especie detectada | Exótica | Invasora | Nativa | Fecha de mapeo |
| <i>Schoenoplectus acutus</i> | | X | X | Octubre 2016 |

Fuente: Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad (CONABIO) Enciclovida: <http://enciclovida.mx/especies/188987-schoenoplectus-acutus>



Imagen 37. Google. 02/03/2016 Laguna de Cajititlan
20° 24'57.33"N 103°19'47.47"O



Foto 147. Vista general de la laguna de Cajititlán. Note el color verde lo que indica presencia de cianobacterias



Foto 148. *Schoenoplectus acutus* al borde de la Laguna de Cajititlán. Note el color verde de la laguna.

1.8.7 Laguna de Zapotlán

La Laguna de Zapotlán abarca un área de aproximadamente 1,424.66 ha. El área se calculó con el programa de Google Earth Pro aplicando la herramienta área del polígono, debido a que no en este caso no se cuenta con información publicada.

Durante 2018 se realizó una capacitación sobre muestreo de calidad del agua y su relación con la proliferación de plantas acuáticas, manejo de agentes de control biológico, técnicas de evaluación de grado de infestación de un embalse por plantas acuáticas así como determinación de fuentes puntuales y difusas de contaminación. Esta capacitación fue dada por personal del IMTA a 20 personas pertenecientes a la Secretaría del Medio Ambiente de Jalisco, la Comisión Estatal del Agua de Jalisco, Municipio de Ciudad Guzmán y Servicio de Agua Potable de Ciudad Guzmán. La capacitación fue realizada con fondos de todas las dependencias antes mencionadas.

| Tabla 71. Datos Generales de la Laguna de Zapotlán | |
|--|--|
| Nombre oficial | Laguna de Ciudad Guzmán |
| Nombre común | Laguna de Zapotlán |
| Capacidad NAMO (hm ³) | 20 |
| Corriente donde se ubica | Río Atoyac |
| Usos | Irrigación y abastecimiento al público |
| Región Hidrológico Administrativa | XII Lerma Chapala-Santiago |
| Estado | Jalisco |

Fuente: CONAGUA. Sistema de seguridad de presas. Servicio Meteorológico Estaciones Meteorológicas Automáticas (EMA's) CONAGUA

| Tabla 72. Especies detectadas en la Laguna de Zapotlán | | | | |
|--|---------|----------|--------|----------------|
| Especie detectada | Exótica | Invasora | Nativa | Fecha de mapeo |
| <i>Schoenoplectus acutus</i> | | X | X | Octubre 2016 |
| <i>Eichhornia crassipes</i> | X | X | | |
| <i>Typha domingensis</i> | | X | X | |

Fuente: Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad (CONABIO) Enciclovida <http://enciclovida.mx/especies/138239-eichhornia> y Global Invasive Species Database, 2018: <http://www.iucngisd.org/gisd/search.php> y Invasive Species Compendium, 2018 : <https://www.cabi.org/isc/datasheet/54296#tosummaryOfInvasiveness>



Foto 149. Infestación de *Eichhornia crassipes* en la Laguna de Zapotlán



Foto 150. Otra vista de infestación de *Eichhornia crassipes* en la Laguna de Zapotlán. Se detectaron cianofitas en la Laguna



Foto 151. Los tulares que se observan infestando la laguna pertenecen a dos especies diferentes *Schoenoplectus acutus* (*Scirpus americanus*) y *Typha domingensis*



Foto 152. Inflorescencia de *S. acutus*



Foto 153. Espiga de *T. domingensis*



Foto 154. Lirio y tule infestando la laguna (Dron)



Foto 155. Los pescadores acercan en lancha *Eichhornia crassipes* y éste es sacado de la Laguna por medio del remolque



Foto 156. *Eichhornia crassipes* es confinado en los márgenes de la laguna, esta mala práctica provoca que con el viento las plantas infesten de nuevo el embalse



Foto 157. Reunión con pescadores de la Laguna de Zapotlán



Foto 158. Recorrido en lancha en la Laguna de Zapotlán

1.9 Michoacán de Ocampo

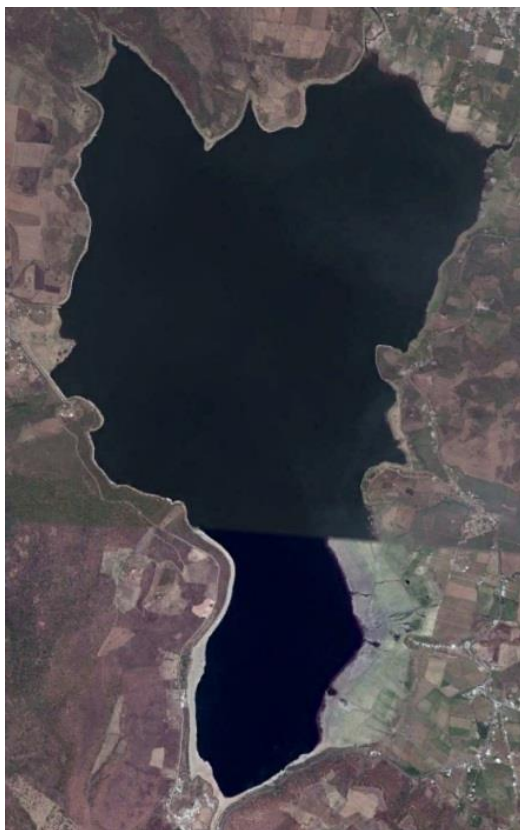
1.9.1 Presa El Bosque

La Presa El Bosque abarca un área de aproximadamente 942.11 ha. El área se calculó con el programa de Google Earth Pro aplicando la herramienta área del polígono, debido a que no en este caso no se cuenta con información publicada.

| Tabla 73. Datos Generales de la Presa El Bosque | |
|--|---|
| Nombre oficial | El Bosque |
| Nombre común | El Bosque |
| Capacidad al NAMO (hm ³) | 202.40 |
| Altura de la cortina (m) | 70.00 |
| Año de terminación | 1951 |
| Región Hidrológica Administrativa | Balsas |
| Entidades federativas | Michoacán |
| Usos | Abastecimiento al público y control de avenidas |
| Capacidad efectiva (MW) | - |
| Corriente en la que se ubica la presa | Río Zitácuaro |
| Volumen útil 2017 (hm ³) | 168.80 |

Fuente: Atlas del Agua en México. Edición 2018. Comisión Nacional del Agua. http://sina.conagua.gob.mx/publicaciones/AAM_2018.pdf

| Tabla 74. Especies detectadas en la Presa El Bosque | | | | |
|--|---------|----------|--------|----------------|
| Especie detectada | Exótica | Invasora | Nativa | Fecha de mapeo |
| Libre de PAEI | - | - | - | Julio 2014 |



**Imagen 38. Google 25/04/2015 Presa El Bosque
19°22'49.75" N 100°24'16.16"O**



Foto 159. Vista General de la Presa El Bosque

1.9.2 Lago de Cuitzeo

El Lago de Cuitzeo abarca un área de aproximadamente 36, 594.40 ha. El área se calculó con el programa de Google Earth Pro aplicando la herramienta área del polígono, debido a que no en este caso no se cuenta con información publicada.

| Tabla 75. Datos Generales del Lago de Cuitzeo | |
|--|-------------------------|
| Nombre oficial | Lago de Cuitzeo |
| Nombre común | Lago de Cuitzeo |
| Corriente donde se ubica | Río Lerma |
| Área de la cuenca propia (km ²) | 306.00 |
| Capacidad de almacenamiento (hm ³) | 920.00 |
| Superficie (km ²) | 420 |
| Profundidad | 1.15m |
| Región Hidrológico Administrativa (CONAGUA) | Lerma-Santiago-Pacífico |
| Región Hidrológica (CONABIO) | Lerma-Santiago12 |
| Cuenca | Lago de Cuitzeo |
| Municipio | Cuitzeo del Porvenir |
| Estado | Michoacán de Ocampo |

Fuente: CONAGUA. Sistema de seguridad de presas. Servicio Meteorológico Estaciones Meteorológicas Automáticas (EMA's) CONAGUA

| Tabla 76. Especies detectadas en el Lago de Cuitzeo | | | | |
|---|---------|----------|--------|-----------------|
| Especie detectada | Exótica | Invasora | Nativa | Fecha de mapeo |
| <i>Eichhornia crassipes</i> | X | X | | Septiembre 2015 |
| <i>Phragmites australis</i> | | X | X | |
| <i>Hydrocotyle ranunculoides</i> | | X | X | |
| <i>Pistia stratiotes</i> | | X | X | |
| <i>Ceratophyllum demersum</i> | | X | X | |
| <i>Stuckenia pectinata</i> | | X | X | |
| <i>Schoenoplectus acutus</i> | | X | X | |
| <i>Scirpus olneyi</i> | | X | X | |

Fuente: Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad (CONABIO) Enciclopedia: <http://enciclovida.mx/>, Global Invasive Species Database, 2018: <http://www.iucngisd.org/gisd/search.php>, European and Mediterranean Plant Protection Organization (EPPO) 2004. EPPO Alert List., Paris, France. http://www.eppo.org/QUARANTINE/Alert_List/alert_list.htm



Imagen 39. Google 22/07/2017 Lago de Cuitzeo
19°56'39.27" N 101°04'18.85" O



Foto 160. Infestación de *Eichhornia crassipes*



Foto 161. Acercamiento a *Eichhornia crassipes*



Foto 162. Infestación de *Phragmites australis*



Foto 163. Acercamiento a *Phragmites australis*



Foto 164. *Hydrocotyle ranunculoides*



Foto 165. *Pistia stratiotes*



Foto 166. *Ceratophyllum demersum*



Foto 167. *Stuckenia pectinata*



Foto 168. *Schoenoplectus acutus*



Foto 169. *Scirpus olneyi*

1.9.3 Lago de Pátzcuaro

El Lago Pátzcuaro abarca un área de aproximadamente 10,581.50 ha. El área se calculó con el programa de Google Earth Pro aplicando la herramienta área del polígono, debido a que no en este caso no se cuenta con información publicada.

| Tabla 77. Datos Generales del Lago de Pátzcuaro | |
|---|-------------------------|
| Nombre oficial | Lago de Pátzcuaro |
| Nombre común | Lago de Pátzcuaro |
| Corriente donde se ubica | Río Lerma |
| Superficie (km ²) | 100 |
| Región Hidrológico Administrativa (CONAGUA) | Lerma-Santiago-Pacífico |
| Región Hidrológica (CONABIO) | Lerma-Santiago 12 |
| Cuenca | Lago de Pátzcuaro |
| Municipio | Morelia |
| Estado | Michoacán |

Fuente: CONAGUA. Sistema de seguridad de presas. Servicio Meteorológico Estaciones Meteorológicas Automáticas (EMA's) CONAGUA

| Tabla 78. Especies detectadas en el Lago Pátzcuaro | | | | |
|--|---------|----------|--------|-----------------|
| Especie detectada | Exótica | Invasora | Nativa | Fecha de mapeo |
| <i>Eichhornia crassipes</i> | X | X | | Septiembre 2015 |
| <i>Polygonum acuminatum</i> | | X | X | |
| <i>Phragmites australis</i> | | X | X | |
| <i>Typha domingensis</i> | | X | X | |
| <i>Paspalum repens</i> | | X | X | |
| <i>Nymphaea mexicana</i> | | X | X | |

Fuente: Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad (CONABIO) Enciclovida: <http://enciclovida.mx/especies/138239-eichhornia>, Global Invasive Species Database, 2018: <http://www.iucngisd.org/gisd/search.php> y Invasive Species Compendium, 2018: <https://www.cabi.org/isc/datasheet/54296#tosummaryOfInvasiveness>



Imagen 40. Google 20/03/2017 Lago de Pátzcuaro.
19°36'41.13" N 101°37'05.59" O

Acciones de control

En el periodo 2008-2012 el IMTA en cooperación de la Fundación Gonzalo Río Arronte, realizó un proyecto tendiente al control mecánico de malezas acuáticas utilizando un equipo aquadozer. Con este equipo se recorrieron 31.8 hectáreas infestadas con lirio acuático, Tule y carrizo, las cuales fueron removidos del medio. También se recorrieron 3.5 ha del Canal Erongarícuaro y mediante remoción manual fueron extraídas estas mismas especies (Huerto *et al.*, 2012; Huerto, 2014).



Foto 170. Remoción de Tule en la ribera del Lago de Pátzcuaro



Foto 171. Despalotizadora para control de Tule en el Lago Pátzcuaro



Foto 172. Extracción mecánica del *Eichhornia crassipes*. Note que la planta es colocada justo en la orilla por lo que, por efecto de viento y peso de la propia planta, ésta se reincorpora al espejo de agua dejando sin efecto las acciones de control



Foto 173. Infestación de *E. crassipes*



Foto 174. *Paspalum repens* en asociación con *Eichhornia crassipes*



Foto 175. Infestación de *P. australis*



Foto 176. *Eichhornia. crassipes*



Foto 177. *Typha domingensis*



Foto 178. *Phragmites australis*



Foto 179. *Polygonum acuminatum*



Foto 180. *Nymphaea mexicana*



Foto 181. *N. mexicana* y *E. crassipes*

1.9.4 Lago de Zirahuén

El Lago de Zirahuén abarca un área de aproximadamente 937.69 ha. El área se calculó con el programa de Google Earth Pro aplicando la herramienta área del polígono, debido a que no en este caso no se cuenta con información publicada.

| Tabla 79. Datos Generales del Lago de Zirahuén | |
|--|----------------------------|
| Nombre oficial | Lago de Zirahuén |
| Nombre común | Lago de Zirahuén |
| Corriente donde se ubica | Río La Palma |
| Superficie (km ²) | 282.61 |
| Región Hidrológico Administrativa (CONAGUA) | Balsas |
| Región Hidrológica (CONABIO) | Balsas 18 |
| Cuenca | Cuenca cerrada Zirahuén |
| Usos | Abastecimiento publico |
| Operación a cargo | Organismo de Cuenca Balsas |
| Municipio | Salvador Escalante |
| Estado | Michoacán |

Fuente: CONAGUA. Sistema de seguridad de presas. Servicio Meteorológico Estaciones Meteorológicas Automáticas (EMA's) CONAGUA

| Tabla 80. Especies detectadas en el Lago Zirahuén | | | | |
|---|---------|----------|--------|----------------|
| Especie detectada | Exótica | Invasora | Nativa | Fecha de mapeo |
| <i>Polygonum acuminatum</i> | | | X | Octubre 2015 |
| <i>Typha domingensis</i> | | X | X | |
| <i>Schoenoplectus acutus</i> | | | X | |

Fuente: Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad (CONABIO) Enciclovida <http://enciclovida.mx/especies/138239-eichhornia> y Global Invasive Species Database, 2018: <http://www.iucngisd.org/gisd/search.php> y Invasive Species Compendium, 2018: <https://www.cabi.org/isc/datasheet/54296#tosummaryOfInvasiveness>



**Imagen 41. Google 19/03/2018 Lago de Zirahuén
19°21'14"N, 101°30'33"O**



Foto 182. Infestación de *Schoenoplectus acutus* en el Lago de Zirahuén



Foto 183. Vista General del Lago de Zirahuén



Foto 184. *Schoenoplectus acutus*



Foto 185. *Polygonum acuminatum*



Foto 186. *Typha domingensis*

1.10 Morelos

En el Estado de Morelos, *Arundo donax* se observó en toda la cuenca: los ríos Yautepec, Atoyac y Amacuzac están infestados por *A. donax*.

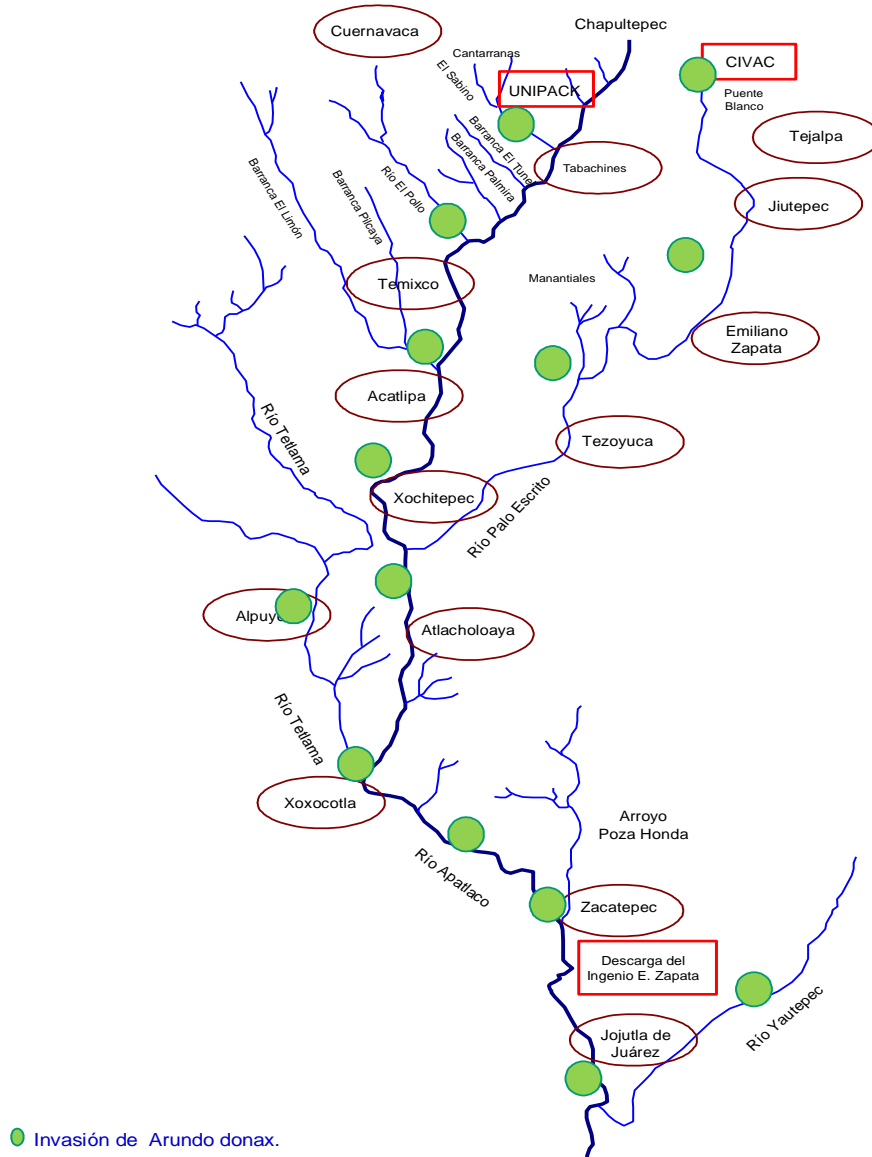


Figura 5. Invasión de *A. donax* en las cuencas del Estado de Morelos
Fuente: elaboración IMTA, 2018



Foto 187. Infestación con *Arundo donax*, Río Tembembe, Morelos.

| Tabla 81. Datos Generales de Embalses de Morelos | |
|---|-------------------------------|
| Municipio | Tetecala |
| Comunidad | Contlalco |
| Estado | Morelos |
| Número de habitantes | 450 Habitantes |
| Censo Ganadero | 1500 Bovinos |
| Drenaje y Alcantarillado | No. Cuenta con fosas sépticas |
| Principal actividad | Agricultura y ganadería |
| Embalses | Reservorios de Agua |

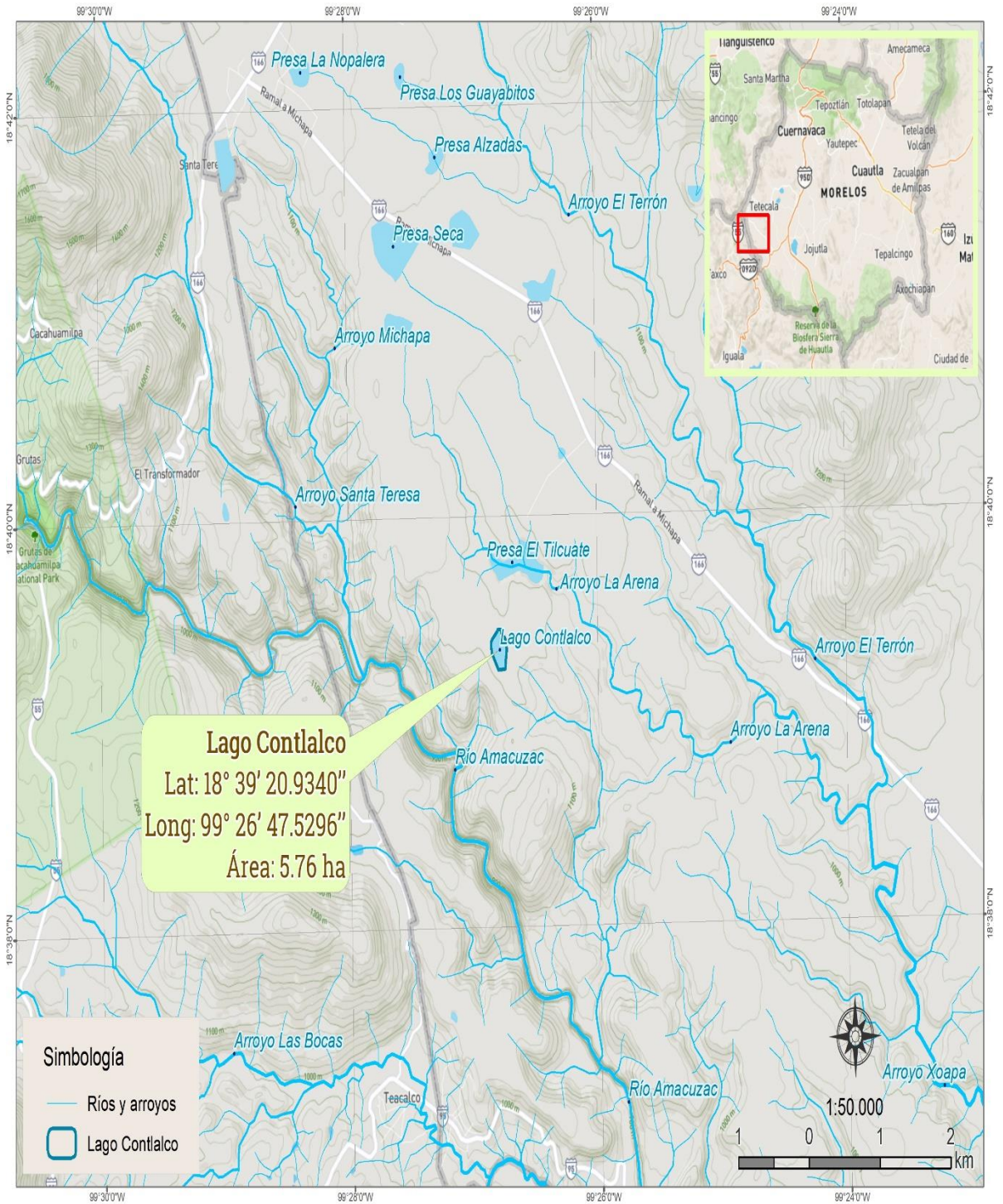


Imagen 42. Embalses ubicados en el Estado de Morelos.
 Fuente: Estadística del Agua en México, 2016.
http://201.116.60.25/publicaciones/eam_2016.pdf

1.10.1 Presa Alzadas

La Presa Alzadas abarca un área de aproximadamente 3.34 ha. El área se calculó con el programa de Google Earth Pro aplicando la herramienta área del polígono, debido a que no en este caso no se cuenta con información publicada.

| Tabla 82. Especies detectadas en la Presa Alzadas | | | | |
|---|---------|----------|--------|----------------|
| Especie detectada | Exótica | Invasora | Nativa | Fecha de mapeo |
| <i>Pistia stratiotes</i> | | X | X | Enero 2018 |

Fuente: Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad (CONABIO) Enciclovida: <http://enciclovida.mx/especies/159985-pistia-stratiotes> y Global Invasive Species Database, 2018.: <http://www.iucngisd.org/gisd/search.php>



Imagen 43. Google 12/11/2018 Presa Alzadas
18°39'46.11" N 99°26'37.70" O



Foto 188. Infestación del embalse por *Pistia stratiotes*



Foto 189. Uso irracional de herbicidas que además de ser altamente tóxicos está prohibido su uso



Foto 190. Vista de floración de *Pistia stratiotes* en pleno invierno



Foto 191. Detalle de flor de *P. stratiotes*.

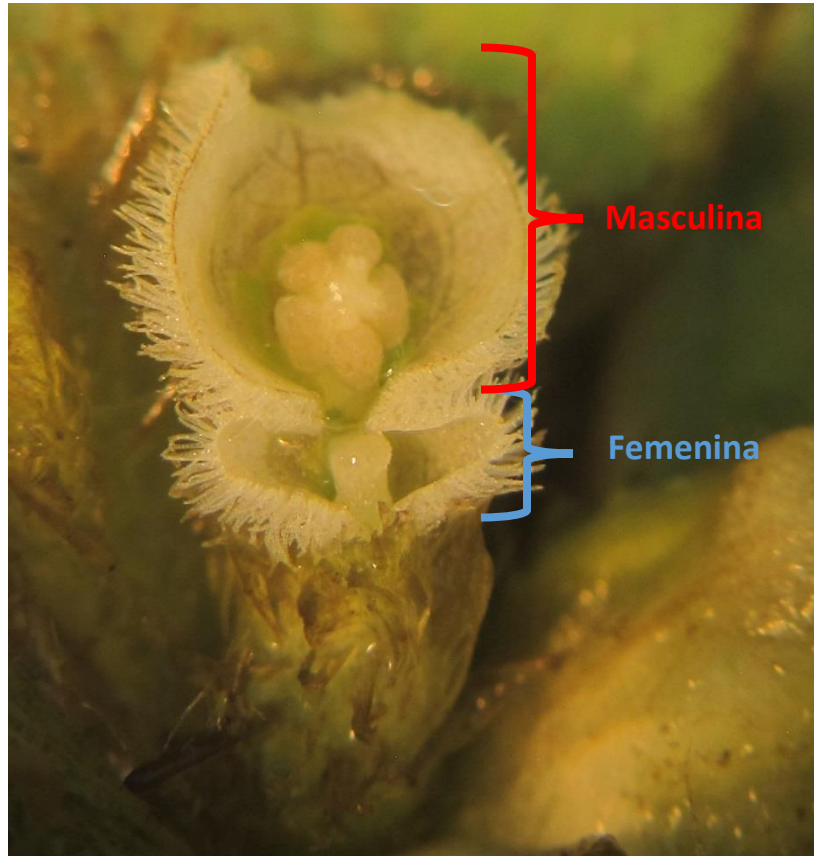


Foto 192. Vista al microscopio de flor de *P. stratiotes*

1.10.2 Presa El Tilcuate

La Presa El Tilcuate abarca un área de aproximadamente 17.07 ha. El área se calculó con el programa de Google Earth Pro aplicando la herramienta área del polígono, debido a que no en este caso no se cuenta con información publicada.



Imagen 44. Google 29/11/2017 Presa El Tilcuate
 18°39'46.11''N 99°26'37.70''O

| Tabla 83. Especies detectadas en la Presa El Tilcuate | | | | |
|---|---------|----------|--------|----------------|
| Especie detectada | Exótica | Invasora | Nativa | Fecha de mapeo |
| <i>Pistia stratiotes</i> | | X | X | Julio 2016 |

Fuente: Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad (CONABIO) Enciclovida: <http://enciclovida.mx/especies/159985-pistia-stratiotes> y Global Invasive Species Database, 2018. <http://www.iucngisd.org/gisd/search.php>



Foto 193. Presa Tilcuate infestada al 100% con *Pistia stratiotes*



Foto 194. Plantas de *Pistia stratiotes* infestando la Presa.

1.10.3 Presa Seca

La Presa Seca abarca un área de aproximadamente 22.61 ha. El área se calculó con el programa de Google Earth Pro aplicando la herramienta área del polígono, debido a que no en este caso no se cuenta con información publicada.



Imagen 45. Google 12/11/2018 Presa Seca
18°41'18.81'' N 99°27'35.60

| Tabla 84. Especies detectadas en la Presa Seca | | | | |
|--|---------|----------|--------|----------------|
| Especie detectada | Exótica | Invasora | Nativa | Fecha de mapeo |
| <i>Pistia stratiotes</i> | | X | X | Enero 2018 |
| <i>Typha domingensis</i> | | X | X | |

Fuente: Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad (CONABIO) Enciclovida: <http://enciclovida.mx/especies/159985-pistia-stratiotes> y Global Invasive Species Database, 2018. <http://www.iucngisd.org/gisd/search.php> y Invasive Species Compendium, 2018. <https://www.cabi.org/isc/datasheet/54296#tosummaryOfInvasiveness>



Foto 195. Presa Seca infestada al 100% con *Pistia stratiotes* y numerosos manchones de Tule



Foto 196. Inflorescencia de *Typha domingensis*

1.10.4 Laguna Seca

La Laguna Seca abarca un área de aproximadamente 3.99 ha. El área se calculó con el programa de Google Earth Pro aplicando la herramienta área del polígono, debido a que no en este caso no se cuenta con información publicada.



Imagen 46. Google 29/01/2017 Laguna Seca
18°54'27.79''N 99°09'59.37''O

| Tabla 85. Especies detectadas en la Laguna Seca | | | | |
|---|---------|----------|--------|----------------|
| Especie detectada | Exótica | Invasora | Nativa | Fecha de mapeo |
| <i>Eichhornia crassipes</i> | X | X | | Julio 2016 |
| <i>Polygonum acuminatum</i> | | X | X | |
| <i>Typha latifolia</i> | | X | X | |
| <i>Azolla filiculoides</i> | | X | X | |

Fuente: Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad (CONABIO) Enciclovida: <http://enciclovida.mx/>, Global Invasive Species Database, 2018: <http://www.iucngisd.org/gisd/search.php> y Lumpkin TA, Plucknett DL, 1982. Azolla as a green manure: use and management in crop production. Azolla as a green manure: use and management in crop production. Westview Press Boulder, Colorado, 230pp.

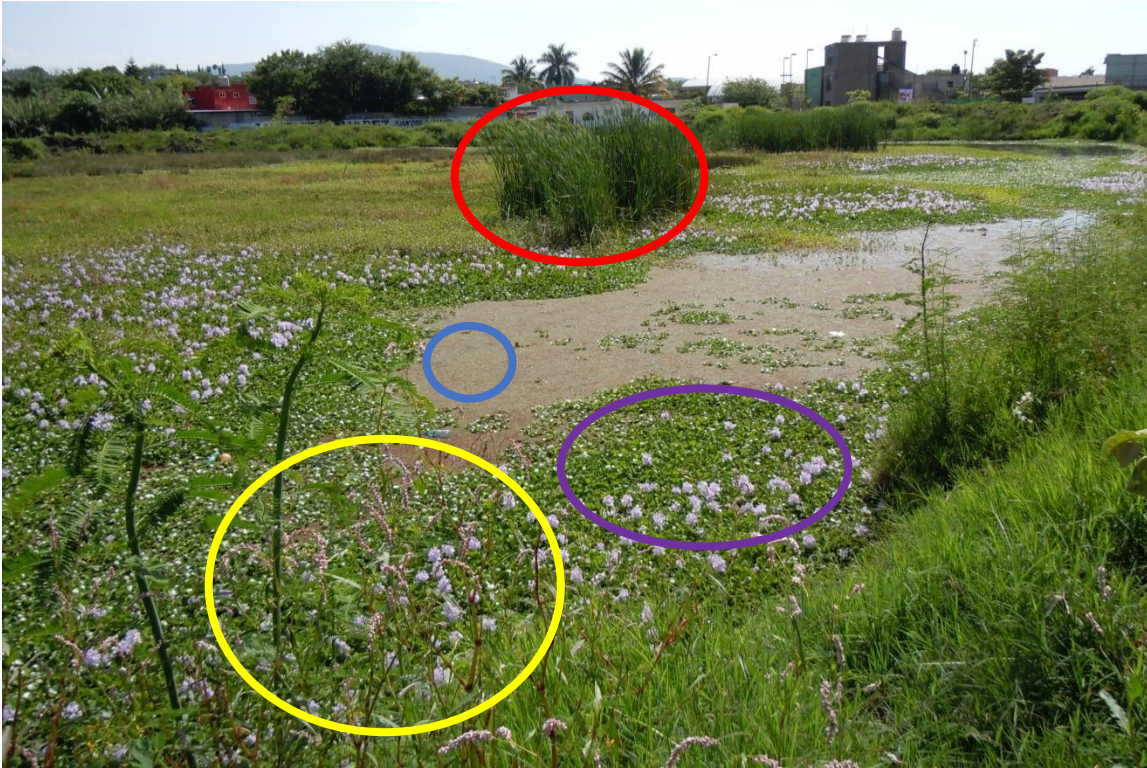


Foto 197. Laguna Seca infestada con *Azolla filiculoides* (círculo azul), *Eichhornia crassipes* (círculo morado), *Polygonum acuminatum* (círculo amarillo), y *Typha latifolia* (círculo rojo)



Foto 198. Laguna Seca infestada con *Azolla filiculoides*



Foto 199. Acercamiento de *Azolla filiculoides*

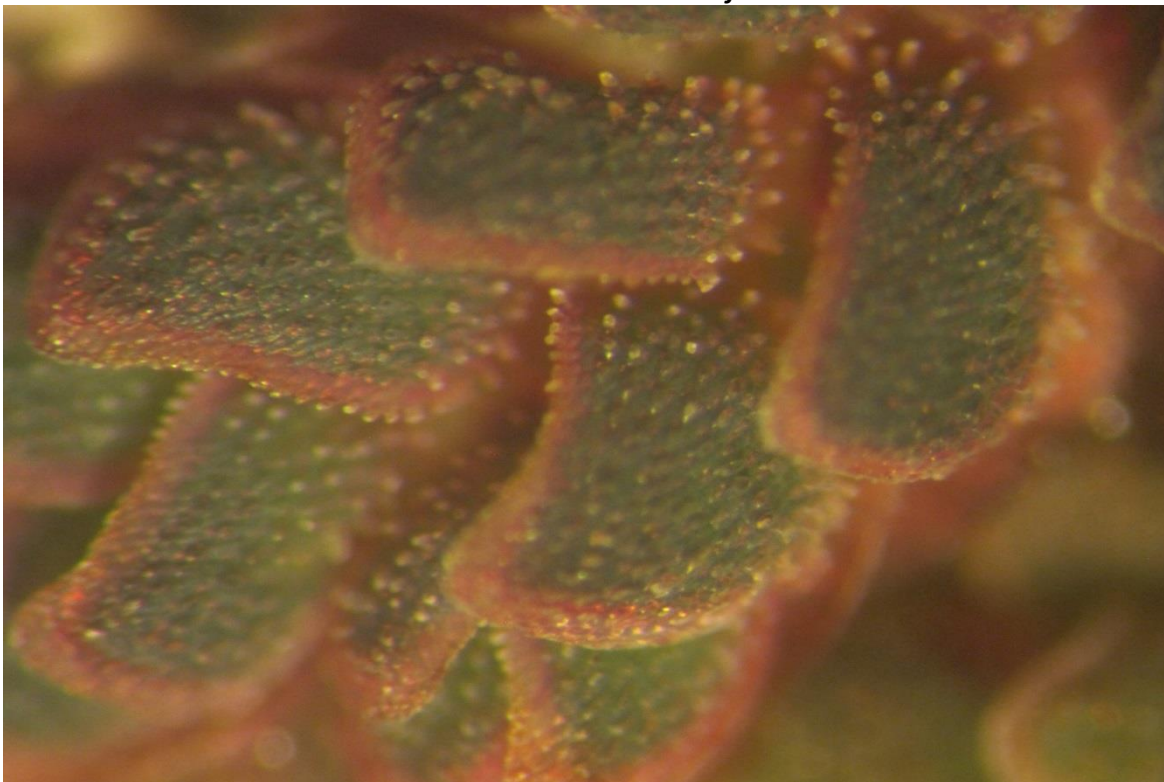


Foto 200. Vellosidades de *Azolla filiculoides*

1.10.5 Lago Contlalco

El Lago Contlalco abarca un área de aproximadamente 5.36 ha. El área se calculó con el programa de Google Earth Pro aplicando la herramienta área del polígono, debido a que no en este caso no se cuenta con información publicada.



Imagen 47. Google 12/11/2017 Lago Contlalco
18°39'19.77"N 99°26'28"O

| Tabla 86. Especies detectadas en el Lago Contlalco | | | | |
|--|---------|----------|--------|----------------|
| Especie detectada | Exótica | Invasora | Nativa | Fecha de mapeo |
| <i>Pistia stratiotes</i> | | X | X | Julio 2016 |

Fuente: Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad (CONABIO) Enciclovida: <http://enciclovida.mx/especies/159985-pistia-stratiotes> y Global Invasive Species Database, 2018: <http://www.iucngisd.org/gisd/search.php>



Foto 201. Lago Contlalco infestado a 90% con *Pistia stratiotes*



Foto 202. Lago Contlalco infestado con *Pistia stratiotes*

1.11 Nuevo León

1.11.1 Presa Cuchillo-Solidaridad

La Presa Cuchillo – Solidaridad abarca un área de aproximadamente 17,550 ha (Hank *et. al.*, 1991).

| Tabla 87. Datos Generales de la Presa Cuchillo-Solidaridad | |
|--|--|
| Nombre oficial | Cuchillo-Solidaridad |
| Nombre común | El Cuchillo |
| Capacidad al NAMO (hm ³) | 1,123,.14 |
| Altura de la cortina (m) | 44.00 |
| Año de terminación | 1994 |
| Región Hidrológica Administrativa | Río Bravo |
| Entidades federativas | Nuevo León |
| Usos | Abastecimiento al público e irrigación |
| Capacidad efectiva (MW) | - |
| Corriente en la que se ubica la presa | Río San Juan |
| Volumen útil 2017 (hm ³) | 816.35 |

Fuente: Atlas del Agua en México. Edición 2018. Comisión Nacional del Agua. http://sina.conagua.gob.mx/publicaciones/AAM_2018.pdf

| Tabla 88. Especies detectadas en la Presa Cuchillo - Solidaridad | | | | |
|--|---------|----------|--------|----------------|
| Especie detectada | Exótica | Invasora | Nativa | Fecha de mapeo |
| Libre de PAEI | - | - | - | Octubre 2018 |

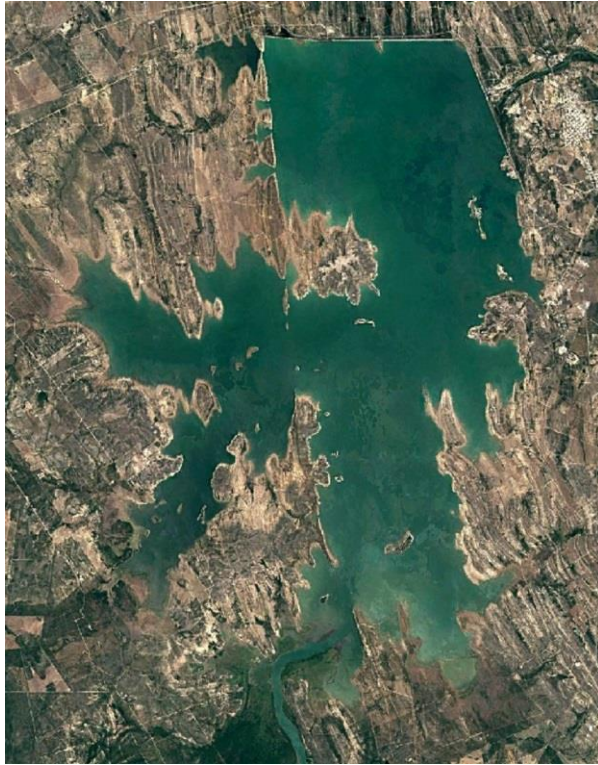


Imagen 48. Google 30/12/2016 Presa Cuchillo – Solidaridad
25°42'31.11"N 99°18'41.79"O



Foto 203. Vista general de la Presa Cuchillo-Solidaridad



Foto 204. Presa Cuchillo libre de plantas acuáticas exóticas invasoras

1.11.2 Presa José López Portillo

La Presa José López Portillo abarca un área de aproximadamente 2,506.01 ha. El área se calculó con el programa de Google Earth Pro aplicando la herramienta área del polígono, debido a que no en este caso no se cuenta con información publicada.

| Tabla 89. Datos generales de la Presa José López Portillo | |
|--|--|
| Nombre oficial | José López Portillo |
| Nombre común | Cerro Prieto |
| Capacidad al NAMO (hm ³) | 300.00 |
| Altura de la cortina (m) | 50.00 |
| Año de terminación | 1984 |
| Región Hidrológica Administrativa | Río Bravo |
| Entidades federativas | Nuevo León |
| Usos | Abastecimiento al público e irrigación |
| Capacidad efectiva (MW) | - |
| Corriente en la que se ubica la presa | Río Pablill y Camacho |
| Volumen útil 2017 (hm ³) | 188.80 |

Fuente: Atlas del Agua en México. Edición 2018. Comisión Nacional del Agua. http://sina.conagua.gob.mx/publicaciones/AAM_2018.pdf

| Tabla 90. Especies detectadas en la Presa José López Portillo | | | | |
|--|---------|----------|--------|----------------|
| Especie detectada | Exótica | Invasora | Nativa | Fecha de mapeo |
| Libre de PAEI | - | - | - | Octubre 2018 |



Imagen 49. Google 07/08/2018 Presa José López Portillo
24°55'13.15"N 99°25'42.93"O



Foto 205. Vista general de Presa José López Portillo



Foto 206. Presa José López Portillo libre de plantas acuáticas exóticas invasoras

1.12 Oaxaca

1.12.1 Presa Miguel de la Madrid Hurtado

La Presa Miguel de la Madrid Hurtado abarca un área de aproximadamente 19,700 ha (Hank *et. al.*, 1991)

| Tabla 91. Datos Generales de la Presa Miguel de la Madrid Hurtado | |
|---|-----------------------------|
| Nombre oficial | Miguel de la Madrid Hurtado |
| Nombre común | Cerro de Oros |
| Capacidad al NAMO (hm ³) | 2,599.91 |
| Altura de la cortina (m) | 70.00 |
| Año de terminación | 1988 |
| Región Hidrológica Administrativa | Golfo Centro |
| Entidades federativas | Oaxaca |
| Usos | Irrigación |
| Capacidad efectiva (MW) | - |
| Corriente en la que se ubica la presa | Río Santo Domingo |
| Volumen útil 2017 (hm ³) | 2,018.70 |

Fuente: Atlas del Agua en México. Edición 2018. Comisión Nacional del Agua. http://sina.conagua.gob.mx/publicaciones/AAM_2018.pdf

| Tabla 92. Especies detectadas en la Presa Miguel de la Madrid Hurtado | | | | |
|---|---------|----------|--------|-----------------|
| Especie detectada | Exótica | Invasora | Nativa | Fecha de mapeo |
| <i>Phragmites australis</i> | | X | X | Septiembre 2015 |

Fuente: Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad (CONABIO) Enciclopedia: <http://enciclovida.mx/especies/173160-phragmites-australis>, Global Invasive Species Database, 2018: <http://www.iucngisd.org/gisd/search.php>

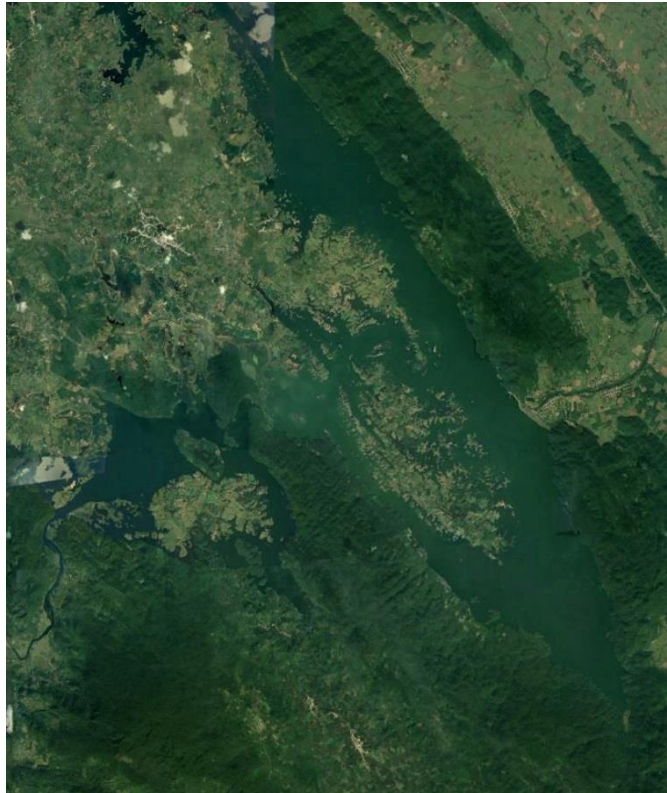


Imagen 50. Google 27/11/2017 Presa Miguel de la Madrid Hurtado
17°59'09.54" N 96°21'09.03" O



Foto 207. Vista General de la Presa Miguel de la Madrid Hurtado



Foto 208. *Phragmites australis* en la Presa Miguel de la Madrid Hurtado

1.12.2 Presa Presidente Miguel Alemán

La Presa Miguel Alemán abarca un área de aproximadamente 5,100 ha (Hank *et. al.*,1991).

| Tabla 93. Datos Generales de la Presa Presidente Miguel Alemán | |
|--|---|
| Nombre oficial | Presidente Miguel Alemán |
| Nombre común | Temascal |
| Capacidad al NAMO (hm ³) | 8,119.10 |
| Altura de la cortina (m) | 76.00 |
| Año de terminación | 1955 |
| Región Hidrológica Administrativa | Golfo Centro |
| Entidades federativas | Oaxaca |
| Usos | Generación de energía eléctrica, irrigación y control de avenidas |
| Capacidad efectiva (MW) | 354 |
| Corriente en la que se ubica la presa | Río Tonto |
| Volumen útil 2017 (hm ³) | 5,714.45 |

Fuente: Atlas del Agua en México. Edición 2018. Comisión Nacional del Agua. http://sina.conagua.gob.mx/publicaciones/AAM_2018.pdf

| Tabla 94. Especies detectadas en la Presa Presidente Miguel Alemán | | | | |
|--|---------|----------|--------|-----------------|
| Especie detectada | Exótica | Invasora | Nativa | Fecha de mapeo |
| <i>Phragmites australis</i> | | X | X | Septiembre 2015 |

Fuente: Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad (CONABIO) Enciclovida: <http://enciclovida.mx/especies/173160-phragmites-australis>, Global Invasive Species Database, 2018: <http://www.iucngisd.org/gisd/search.php>



Imagen 51. Google 30/12/2015. Presa Presidente Miguel Alemán
18°14'29.40" N 96°29'35.77" O



Foto 209. Vista General de la Presa Presidente Miguel Alemán



Foto 210. Infestación de *Phragmites australis*

1.13 Puebla

1.13.1 Presa Manuel Ávila Camacho

La Presa Manuel Ávila Camacho abarca un área de aproximadamente 3,064.50 ha. El área se calculó con el programa de Google Earth Pro aplicando la herramienta área del polígono, debido a que no en este caso no se cuenta con información publicada.

| Tabla 95. Datos Generales de la Presa Manuel Ávila Camacho | |
|--|---------------------------------|
| Nombre oficial | Manuel Ávila Camacho |
| Nombre común | Valsequillo o Balcón del Diablo |
| Capacidad al NAMO (hm ³) | 303.71 |
| Altura de la cortina (m) | 85.00 |
| Año de terminación | 1946 |
| Región Hidrológica Administrativa | Balsas |
| Entidades federativas | Puebla |
| Usos | Irrigación |
| Capacidad efectiva (MW) | - |
| Corriente en la que se ubica la presa | Río Atoyac |
| Volumen útil 2017 (hm ³) | 303.44 |

Fuente: Atlas del Agua en México. Edición 2018. Comisión Nacional del Agua. http://sina.conagua.gob.mx/publicaciones/AAM_2018.pdf

| Tabla 96. Especies detectadas en la Presa Manuel Ávila Camacho | | | | |
|--|---------|----------|--------|----------------|
| Especie detectada | Exótica | Invasora | Nativa | Fecha de mapeo |
| <i>Eichhornia crassipes</i> | X | X | | Octubre 2015 |

Fuente: Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad__(CONABIO) Enciclovida: <http://enciclovida.mx/especies/138239-eichhornia> y Global Invasive Species Database, 2018: <http://www.iucngisd.org/gisd/search.php>

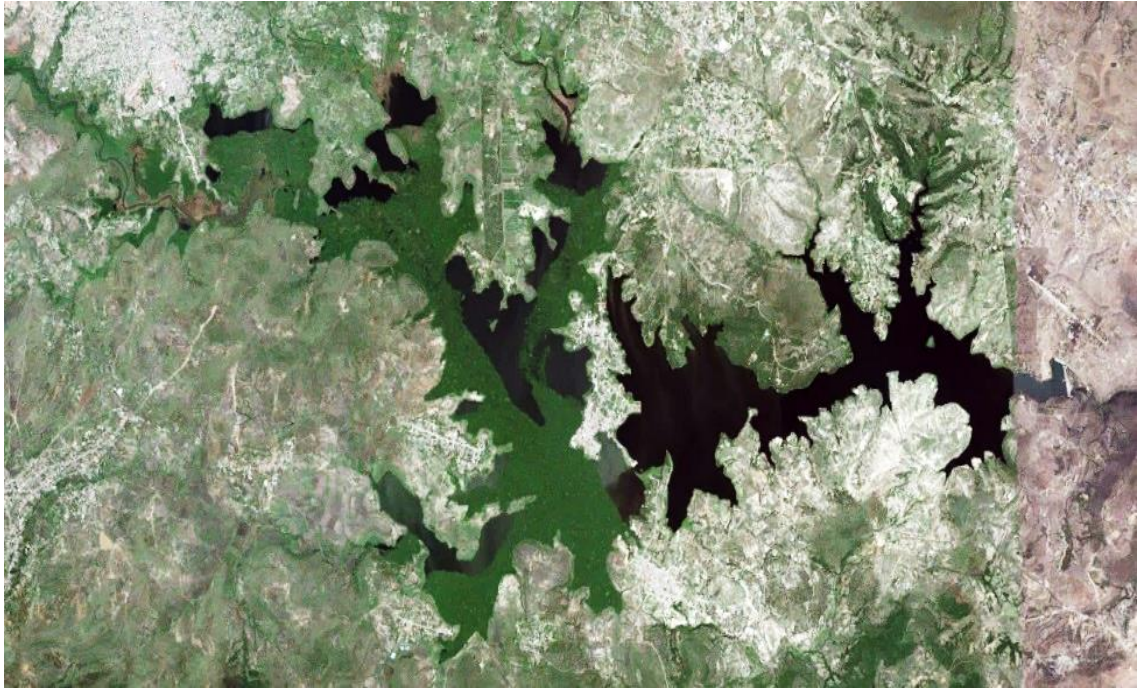


Imagen 52. Google. 14/07/2017 Presa Manuel Ávila Camacho
18°54'26.86"N 98°10'56.93"O



Foto 211. Reten de lirio en la Presa Manuel Ávila Camacho



Foto 212. Infestación de *Eichhornia crassipes* en la Presa Manuel Ávila Camacho



Foto 213. *Eichhornia crassipes*



Foto 214. Acercamiento a *Eichhornia crassipes*

1.14 Querétaro

1.14.1 Presa El Centenario

La Presa El Centenario abarca un área de aproximadamente 241.13 ha. El área se calculó con el programa de Google Earth Pro aplicando la herramienta área del polígono, debido a que no en este caso no se cuenta con información publicada.

| Tabla 97. Información general de la Presa El Centenario | |
|--|---------------|
| Nombre Oficial | El Centenario |
| Nombre común | El Centenario |
| Capacidad al NAMO (hm ³) | 13.76 |
| Altura de la cortina (m) | 13.00 |
| Año de terminación | 1910 |
| Región Hidrológica Administrativa | Golfo Norte |
| Entidades federativas | Querétaro |
| Usos | Irrigación |
| Capacidad efectiva (MW) | - |
| Corriente en la que se ubica la presa | Río San Juan |
| Volumen útil 2017 (hm ³) | 7.48 |

Fuente: Comisión Nacional del Agua. Atlas del Agua en México.
<https://files.conagua.gob.mx/conagua/publicaciones/Publicaciones/AAM2018.pdf>

| Tabla 98. Especies detectadas en la Presa El Centenario | | | | |
|--|---------|----------|--------|----------------|
| Especie detectada | Exótica | Invasora | Nativa | Fecha de mapeo |
| Libre de PAEI | - | - | - | Julio 2019 |



Foto 215. Google. 23/03/2018 Presa El Centenario
20°29'55.57"N 99°54'32.94"O



Foto 216. Vista panorámica de la Presa El Centenario



Foto 217. Acercamiento a la Presa El Centenario



Foto 218. Presa libre PAEI

1.15 Sinaloa

1.15.1 Presa Adolfo López Mateos

La Presa Adolfo López Mateos abarca un área de aproximadamente 12,800 ha (Hank *et. al.*, 1991).

| Tabla 99. Datos Generales de la Presa Adolfo López Mateos | |
|---|--|
| Nombre oficial | Adolfo López Mateos |
| Nombre común | El Humaya o El Varejonal |
| Capacidad al NAMO (hm ³) | 3,086.61 |
| Altura de la cortina (m) | 105.50 |
| Año de terminación | 1964 |
| Región Hidrológica Administrativa | Pacífico Norte |
| Entidades federativas | Sinaloa |
| Usos | Generación de energía eléctrica e irrigación |
| Capacidad efectiva (MW) | 90 |
| Corriente en la que se ubica la presa | Río Humaya |
| Volumen útil 2017 (hm ³) | 1,289.04 |

Fuente: Atlas del Agua en México. Edición 2018. Comisión Nacional del Agua. http://sina.conagua.gob.mx/publicaciones/AAM_2018.pdf

| Tabla 100. Especies detectadas en la Presa Adolfo López Mateos | | | | |
|--|---------|----------|--------|----------------|
| Especie detectada | Exótica | Invasora | Nativa | Fecha de mapeo |
| <i>Eichhornia crassipes</i> | X | X | | Julio 2017 |
| <i>Paspalum repens</i> | | X | X | |
| <i>Lemna minor</i> | | X | X | |
| <i>Polygonum punctatum</i> | | | X | |

Fuente: Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad (CONABIO) Enciclovida: <http://enciclovida.mx/especies> y Global Invasive Species Database, 2018: <http://www.iucngisd.org/gisd/search.php>

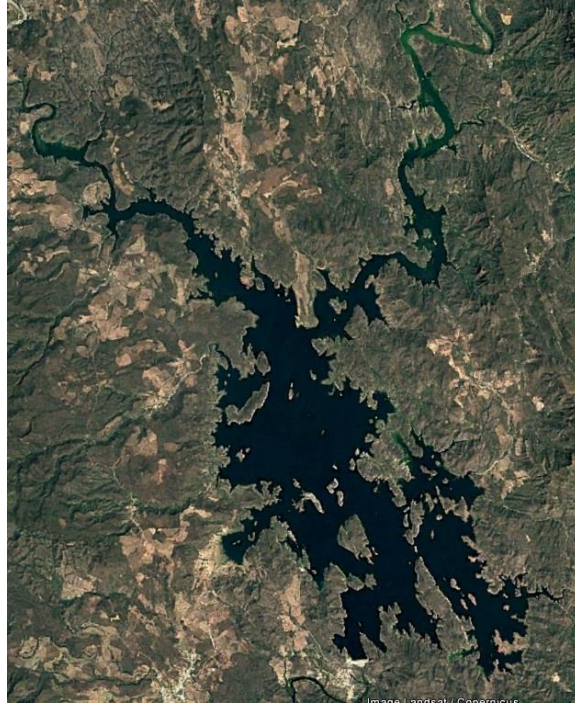


Imagen 53. Google 30/12/2016 Presa Adolfo López Mateos
5°06'03.04"N 107°23'16.76"O



Foto 219. Presa Adolfo López Mateos



Foto 220. Vista general de la presa en las inmediaciones de la cortina



Foto 221. A medida que se encuentra la confluencia del Río Humaya los manchones de *Eichhornia crassipes* son más densos



Foto 222. Se observan numerosas flores de *Eichhornia crassipes*



Foto 223. Asociada a la infestación de *Eichhornia crassipes* se desarrolla *Lemna minor*



Foto 224. Una severa infestación de *Paspalum repens* asociada con *Eichhornia crassipes*



Foto 225. Inflorescencia de *Paspalum repens*



Foto 226. *Polygonum punctatum*



Foto 227. Inflorescencia de *P. punctatum*

1.15.2 Presa Aurelio Benassini Vizcaíno

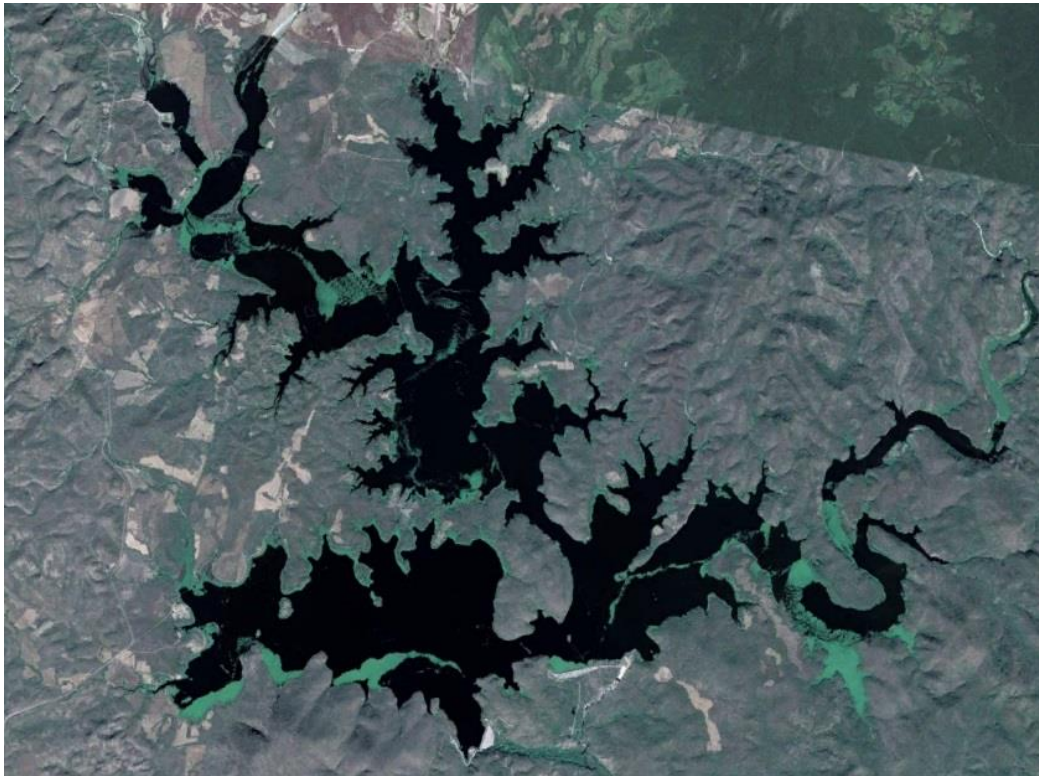
La Presa Aurelio Benassini Vizcaíno abarca un área de aproximadamente 4,719 ha (Hank *et. al.*, 1991).

| Tabla 101. Datos Generales de la Presa Ing. Aurelio Benassini Vizcaíno | |
|---|----------------------------------|
| Nombre oficial | Ing. Aurelio Benassini Vizcaíno |
| Nombre común | El Salto o Elota |
| Capacidad al NAMO (hm ³) | 415.00 |
| Altura de la cortina (m) | 73.00 |
| Año de terminación | 1988 |
| Región Hidrológica Administrativa | Pacífico Norte |
| Entidades federativas | Sinaloa |
| Usos | Irrigación y control de avenidas |
| Capacidad efectiva (MW) | - |
| Corriente en la que se ubica la presa | Río Elota |
| Volumen útil 2017 (hm ³) | 231.92 |

Fuente: Atlas del Agua en México. Edición 2018. Comisión Nacional del Agua. http://sina.conagua.gob.mx/publicaciones/AAM_2018.pdf

| Tabla 102. Especies detectadas en la Presa Ing. Aurelio Benassini Vizcaíno | | | | |
|---|---------|----------|--------|----------------|
| Especie detectada | Exótica | Invasora | Nativa | Fecha de mapeo |
| <i>Eichhornia crassipes</i> | X | X | | Octubre 2015 |
| <i>Lemna minor</i> | | X | X | |

Fuente: Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad (CONABIO) Enciclovida: <http://enciclovida.mx/>, Global Invasive Species Database, 2018. <http://www.iucngisd.org/gisd/search.php>



**Imagen 54. Google 09/01/2015 Presa Ing. Aurelio Benassini Vizcaino
24°07'19.13"N 106°41'44.68"O**



Foto 228. Cortina de la Presa El Salto



Foto 229. Plantas de *Eichhornia crassipes* agrupadas en pequeños machones



Foto 230. *Eichhornia crassipes* cercanos a la desembocadura del Río Elota



Foto 231. Raíces de *Eichhornia crassipes* donde se desarrolla *Lemna minor*



Foto 232. Remanso de agua donde se desarrolla *Lemna minor*



Foto 233. Vista general de la infestación de *Lemna minor*

1.15.3 Presa Ing. Guillermo Blake Aguilar

La Presa Ing. Guillermo Blake Aguilar abarca un área de aproximadamente de 197 ha (Hank *et. al.*, 1991).

| Tabla 103. Datos Generales de la Presa Ing. Guillermo Blake Aguilar | |
|--|----------------------------------|
| Nombre oficial | Ing. Guillermo Blake Aguilar |
| Nombre común | El Sabinal o El Cajón |
| Capacidad al NAMO (hm ³) | 300.60 |
| Altura de la cortina (m) | 81.20 |
| Año de terminación | 1985 |
| Región Hidrológica Administrativa | Pacífico Norte |
| Entidades federativas | Sinaloa |
| Usos | Irrigación y control de avenidas |
| Capacidad efectiva (MW) | - |
| Corriente en la que se ubica la presa | Arroyo Ocoroni |
| Volumen útil 2017 (hm ³) | 92.30 |

Fuente: Atlas del Agua en México. Edición 2018. Comisión Nacional del Agua. http://sina.conagua.gob.mx/publicaciones/AAM_2018.pdf

| Tabla 104. Especies detectadas en la Presa Ing. Guillermo Blake Aguilar | | | | |
|--|---------|----------|--------|-----------------|
| Especie detectada | Exótica | Invasora | Nativa | Fecha de mapeo |
| Libre de PAEI | - | - | - | Septiembre 2018 |



Imagen 55. Google 30/12/2016. Presa Ing. Guillermo Blake Aguilar
26°06'22.26''N 108°19'53.04''O



Foto 234. Presa Ing. Guillermo Blake Aguilar



Foto 235. Presa libre de infestación

En la derivadora Santa Marta sobre el arroyo Ocoroni, Municipio de San Miguel Orrantia, Sinaloa se detectaron: *Eichhornia crassipes*, *Lemna minor*, *Pistia stratiotes*, *Paspalum repens* y *Typha*. El agua de esta derivadora llega de la presa el Sabinal y es la que abastece el distrito de riego 063 cuyos canales de San Miguel y San José están infestados con *Pistia stratiotes*.



Foto 236. Derivadora Santa Marta



Foto 237. Compuertas de la derivadora



Foto 238. Canal infestado con *Pistia stratiotes*



Foto 239. Acercamiento *Pistia stratiotes*



Foto 240. *Typha* spp.



Foto 241. *Paspalum repens* en el canal



Foto 242. Acercamiento *Paspalum repens*



Foto 243. *Lemna minor*

1.15.4 Presa Gustavo Díaz Ordaz

La Presa Gustavo Díaz Ordaz abarca un área de aproximadamente 7,600 ha (Hank *et. al.*, 1991).

| Tabla 105. Datos Generales de la Presa Gustavo Díaz Ordaz | |
|---|--|
| Nombre oficial | Gustavo Díaz Ordaz |
| Nombre común | Bacurato |
| Capacidad al NAMO (hm ³) | 1,859.83 |
| Altura de la cortina (m) | 116.00 |
| Año de terminación | 1981 |
| Región Hidrológica Administrativa | Pacífico Norte |
| Entidades federativas | Sinaloa |
| Usos | Irrigación y generación de energía eléctrica |
| Capacidad efectiva (MW) | 92 |
| Corriente en la que se ubica la presa | Río Sinaloa |
| Volumen útil 2017 (hm ³) | 715.46 |

Fuente: Atlas del Agua en México. Edición 2018. Comisión Nacional del Agua. http://sina.conagua.gob.mx/publicaciones/AAM_2018.pdf

| Tabla 106. Especies detectadas en la Presa Gustavo Díaz Ordaz | | | | |
|---|---------|----------|--------|-----------------|
| Especie detectada | Exótica | Invasora | Nativa | Fecha de mapeo |
| Libre de PAEI | - | - | - | Septiembre 2018 |



Imagen 56. Google 30/12/2016 Presa Gustavo Díaz Ordaz
25°53'09.27''N 107°52'59.39''O



Foto 244. Vista general de la Presa Gustavo Díaz Ordaz



Foto 245. Presa libre de plantas acuáticas

1.15.5 Presa José López Portillo

La Presa José López Portillo abarca un área de aproximadamente 8,972 ha (Hank *et. al.*, 1991).

| Tabla 107. Datos Generales de la Presa José López Portillo | |
|---|--|
| Nombre oficial | José López Portillo |
| Nombre común | El Comedero |
| Capacidad al NAMO (hm ³) | 2,580.19 |
| Altura de la cortina (m) | 136.00 |
| Año de terminación | 1981 |
| Región Hidrológica Administrativa | Pacífico Norte |
| Entidades federativas | Sinaloa |
| Usos | Generación de energía eléctrica e irrigación |
| Capacidad efectiva (MW) | 100 |
| Corriente en la que se ubica la presa | Río San Lorenzo |
| Volumen útil 2017 (hm ³) | 1,798.41 |

Fuente: Atlas del Agua en México. Edición 2018. Comisión Nacional del Agua. http://sina.conagua.gob.mx/publicaciones/AAM_2018.pdf

| Tabla 108. Especies detectadas en la Presa José López Portillo | | | | |
|---|---------|----------|--------|----------------|
| Especie detectada | Exótica | Invasora | Nativa | Fecha de mapeo |
| Libre de PAEI | - | -- | - | Octubre 2017 |



Imagen 57. Google 30/12/2016 Presa José López Portillo
24 37'25.11"N 106 40'02.91" O



Foto 246. Placa de la Presa José López Portillo



Foto 247. Vista general de la Presa José López Portillo

1.15.6 Presa Josefa Ortiz de Domínguez

La Presa Josefa Ortiz de Domínguez abarca un área de aproximadamente 5,800 ha (Hank *et. al.*, 1991).

| Tabla 109. Datos Generales de la Presa Josefa Ortiz de Domínguez | |
|---|---------------------------|
| Nombre oficial | Josefa Ortiz de Domínguez |
| Nombre común | El Sabino |
| Capacidad al NAMO (hm ³) | 595.13 |
| Altura de la cortina (m) | 44.00 |
| Año de terminación | 1967 |
| Región Hidrológica Administrativa | Pacífico Norte |
| Entidades federativas | Sinaloa |
| Usos | Irrigación |
| Capacidad efectiva (MW) | - |
| Corriente en la que se ubica la presa | Río Alamos |
| Volumen útil 2017 (hm ³) | 41.43 |

Fuente: Atlas del Agua en México. Edición 2018. Comisión Nacional del Agua. http://sina.conagua.gob.mx/publicaciones/AAM_2018.pdf

| Tabla 110. Especies detectadas en la Presa Josefa Ortiz de Domínguez | | | | |
|---|---------|----------|--------|-----------------|
| Especie detectada | Exótica | Invasora | Nativa | Fecha de mapeo |
| Libre de PAEI | - | - | - | Septiembre 2018 |



Imagen 58. Google 30/12/2016. Presa Josefa Ortiz de Domínguez
 26°28'41.49" N 108°42'52.62" O



Foto 248. Presa Josefa Ortiz de Domínguez



Foto 249. Vista panorámica de la Presa Josefa Ortiz de Domínguez



Foto 250. Presa Josefa Ortiz de Domínguez libre de plantas acuáticas

1.15.7 Presa Luis Donaldo Colosio

La Presa Luis Donaldo Colosio abarca un área de aproximadamente 4,420.27 ha. El área se calculó con el programa de Google Earth Pro aplicando la herramienta área del polígono, debido a que no en este caso no se cuenta con información publicada.

| Tabla 111. Datos Generales de la Presa Luis Donaldo Colosio | |
|--|--|
| Nombre oficial | Luis Donaldo Colosio |
| Nombre común | Huites |
| Capacidad al NAMO (hm ³) | 2,908.10 |
| Altura de la cortina (m) | 164.75 |
| Año de terminación | 1995 |
| Región Hidrológica Administrativa | Pacífico Norte |
| Entidades federativas | Sinaloa |
| Usos | Generación de energía eléctrica e irrigación |
| Capacidad efectiva (MW) | 422 |
| Corriente en la que se ubica la presa | Río Fuerte |
| Volumen útil 2017 (hm ³) | 1,726.98 |

Fuente: Atlas del Agua en México. Edición 2018. Comisión Nacional del Agua. http://sina.conagua.gob.mx/publicaciones/AAM_2018.pdf

| Tabla 112. Especies detectadas en la Presa Luis Donaldo Colosio | | | | |
|--|---------|----------|--------|-----------------|
| Especie detectada | Exótica | Invasora | Nativa | Fecha de mapeo |
| Libre de PAEI | - | - | - | Septiembre 2018 |



Imagen 59. Google 12/30/2016. Presa Luis Donaldo Colosio
26°53'34.42" N 108°21'40.71" O



Foto 251. Vista Panorámica de la Presa Luis Donaldo Colosio



Foto 252. Presa Luis Donaldo Colosio libre de plantas acuáticas

1.15.8 Presa Miguel Hidalgo y Costilla

La Presa Miguel Hidalgo y Costilla abarca un área de aproximadamente 15,000 ha (Hank *et. al.*, 1991).

| Tabla 113. Datos Generales de la Presa Miguel Hidalgo y Costilla | |
|---|--|
| Nombre oficial | Miguel Hidalgo y Costilla |
| Nombre común | El Mahone |
| Capacidad al NAMO (hm ³) | 2,921.42 |
| Altura de la cortina (m) | 81.00 |
| Año de terminación | 1956 |
| Región Hidrológica Administrativa | Pacífico Norte |
| Entidades federativas | Sinaloa |
| Usos | Generación de energía eléctrica e irrigación |
| Capacidad efectiva (MW) | 422 |
| Corriente en la que se ubica la presa | Río Fuerte |
| Volumen útil 2017 (hm ³) | 1,726.98 |

Fuente: Atlas del Agua en México. Edición 2018. Comisión Nacional del Agua. http://sina.conagua.gob.mx/publicaciones/AAM_2018.pdf

| Tabla 114. Especies detectadas en la Presa Miguel Hidalgo y Costilla | | | | |
|---|---------|----------|--------|-----------------|
| Especie detectada | Exótica | Invasora | Nativa | Fecha de mapeo |
| Libre de PAEI | - | - | - | Septiembre 2018 |



Imagen 60. Google 30/12/2016. Presa Miguel Hidalgo y Costilla
26°32'58.42" N 108°34'14.37" O



Foto 253. Vista panorámica de la Presa Miguel Hidalgo y Costilla



Foto 254. Cortina de la Presa Miguel Hidalgo y Costilla

1.15.9 Presa Sanalona

La Presa Sanalona abarca un área de aproximadamente 5,420 ha. (Hank *et. al.*, 1991).

| Tabla 115. Datos Generales de la Presa Sanalona | |
|---|---|
| Nombre oficial | Sanalona |
| Nombre común | Sanalona |
| Capacidad al NAMO (hm ³) | 673.47 |
| Altura de la cortina (m) | 81.00 |
| Año de terminación | 1948 |
| Región Hidrológica Administrativa | Pacífico Norte |
| Entidades federativas | Sinaloa |
| Usos | Generación de energía eléctrica, irrigación y abastecimiento al público |
| Capacidad efectiva (MW) | 14 |
| Corriente en la que se ubica la presa | Río Tamazula |
| Volumen útil 2017 (hm ³) | 244.92 |

Fuente: Atlas del Agua en México. Edición 2018. Comisión Nacional del Agua. http://sina.conagua.gob.mx/publicaciones/AAM_2018.pdf

| Tabla 116. Especies detectadas en la Presa Sanalona | | | | |
|---|---------|----------|--------|-----------------|
| Especie detectada | Exótica | Invasora | Nativa | Fecha de mapeo |
| <i>Eichhornia crassipes</i> | X | X | | Septiembre 2018 |

Fuente: Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad (CONABIO) Enciclopedia: <http://enciclopedia.mx/especies/138239-eichhornia> y Global Invasive Species Database, 2018: <http://www.iucngisd.org/gisd/search.php>



Imagen 61. Google 30/12/2016 Presa Sanalona
24°48'57.32"N 107°9'2.39"O



Foto 255. Vista general de la Presa Sanalona



Foto 256. Cerca de la cortina se observan algunas plantas de *Eichhornia crassipes*



Foto 257. Algunas plantas de *Eichhornia crassipes* se observaron dispersas en el espejo de agua

1.15.10 Dren Batamote

El Dren Batamote se encontró infestado con *Eichhornia crassipes* y *Typha ssp.*



Foto 258. Dren Batamote infestado con lirio acuático y tule



Foto 259. Remoción del lirio acuático

1.16 Sonora

1.16.1 Presa Adolfo Ruiz Cortines

La Presa Adolfo Ruiz Cortines abarca un área aproximadamente de 7,992 ha (Hank *et. al.*, 1991).

| Tabla 117. Datos Generales de la Presa Adolfo Ruíz Cortines | |
|--|---|
| Nombre oficial | Adolfo Ruíz Cortines |
| Nombre común | Mocúzari |
| Capacidad al NAMO (hm ³) | 950.30 |
| Altura de la cortina (m) | 88.50 |
| Año de terminación | 1955 |
| Región Hidrológica Administrativa | Noroeste |
| Entidades federativas | Sonora |
| Usos | Generación de energía eléctrica, irrigación y abastecimiento al público |
| Capacidad efectiva (MW) | 10 |
| Corriente en la que se ubica la presa | Río Mayo |
| Volumen útil 2017 (hm ³) | 337.21 |

Fuente: Atlas del Agua en México. Edición 2018. Comisión Nacional del Agua. http://sina.conagua.gob.mx/publicaciones/AAM_2018.pdf

| Tabla 118. Especies detectadas en la Adolfo Ruíz Cortines | | | | |
|--|---------|----------|--------|----------------|
| Especie detectada | Exótica | Invasora | Nativa | Fecha de mapeo |
| Libre de PAEI | - | - | - | Febrero 2014 |



**Imagen 62. Google. 18/10/2017 Presa Adolfo Ruíz Cortines.
27°13'30''N 109°06'24''O**



Foto 260. Presa Adolfo Ruíz Cortines (Mocuzari) libre de PAEI

1.16.2 Canales del Distrito de Riego 038 (DR 038)

El canal DR037 se abastece de aguas proveniente la presa Adolfo Ruíz Cortines, numerosas especies se detectaron tales como: *Sagittaria sagittifolia* L., *Hymenocallis sonorensis*, *Stuckenia pectinata*, *Panicum repens*, *Chara*, *Cladophora*, *Hydrodictyon*, *Oedogonium*.

Distrito de Riego (DR) 038 Río Mayo

| Tabla 119. Datos Generales del Distrito de Riego (DR) 038 Río Mayo | |
|--|---|
| Superficie física | 97,881 ha |
| Superficie regable | 96,951 ha |
| Módulos de riego | 16 |
| Corriente donde se ubica | Río Mayo |
| Usos | Riego |
| Presas cercanas | Adolfo Ruiz Cortines |
| Región Administrativa (CONAGUA) | 2 |
| Operación a cargo | Sociedad de Responsabilidad Limitada (S. de R.L.) |
| Municipios | Navojoa, Etchojoa y Huatabamo |
| Estado | Sonora |

Fuente: IMTA 2014. DIAGNÓSTICO Y EVALUACIÓN DE PROPUESTAS PARA EL CONTROL DE ESPECIES ACUÁTICAS INVASORAS EN EL DR 038, RÍO MAYO SONORA.

| Tabla 120. Especies detectadas en la Adolfo Ruíz Cortines | | | | |
|---|---------|----------|--------|----------------|
| Especie detectada | Exótica | Invasora | Nativa | Fecha de mapeo |
| <i>Sagittaria sagittifolia</i> | X | X | | Febrero 2016 |
| <i>Hymenocallis sonorensis</i> | | X | X | |
| <i>Stuckenia pectinata</i> | | X | X | |
| <i>Panicum repens</i> | X | X | | |
| <i>Chara</i> | | X | X | |
| <i>Cladophora</i> | | X | X | |
| <i>Hydrodictyon</i> | | X | X | |
| <i>Oedogonium</i> | | X | X | |
| <i>Zygnemaceae</i> | | X | X | |

Fuente: Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad (CONABIO) Enciclovida: <http://enciclovida.mx/>, Global Invasive Species Database, 2018. <http://www.iucngisd.org/gisd/search.php>

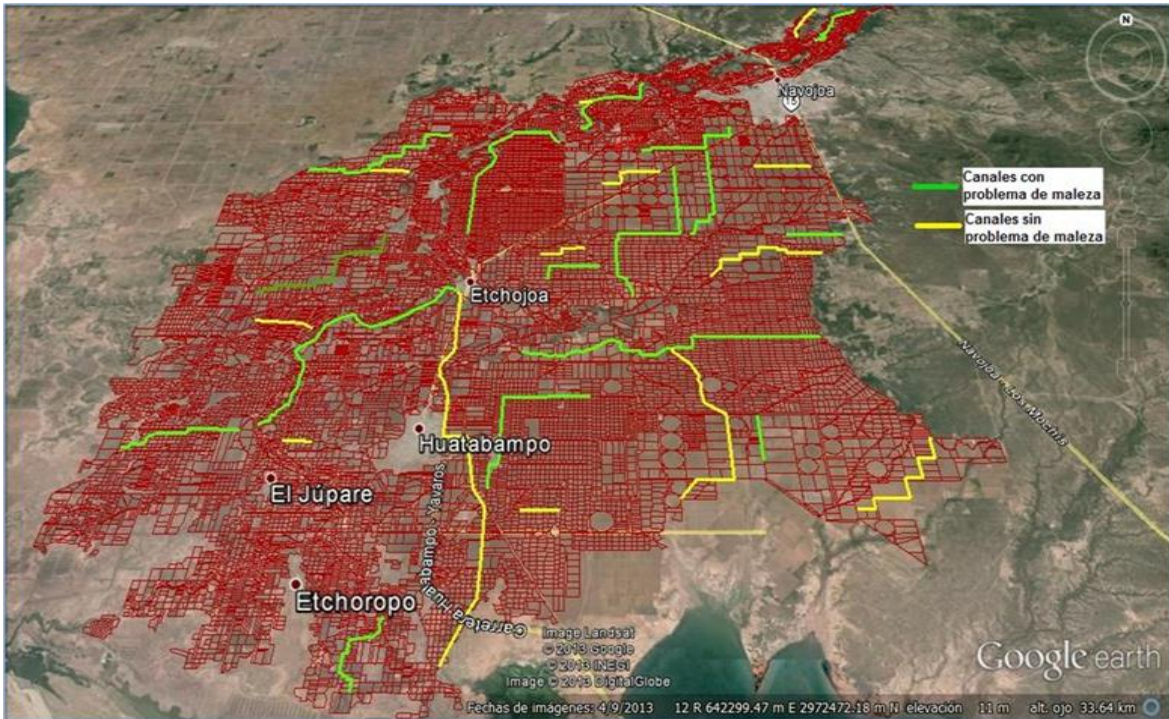


Imagen 63. Canales del Distrito de Riego 038 con problema de plantas acuáticas invasivas
 Fuente: elaborada por el distrito de riego 038 Río Mayo. <http://dr mayo.mx/modulos-de-riego/>



Foto 261. *Stuckenia pectinata*



Foto 262. Distribución de *Stuckenia pectinata* en borde de canales



Foto 263. *Hymenocallis sonorensis* (Lirio Chino) en canales del DR 038



Foto 264. Flor de *H. sonorensis*. (Lirio Chino)



Foto 265. Hoja y flores de *Sagittaria latifolia* (Sagitaria).
Fuente: Atlas of Florida Plants, 2018.



Foto 266. Emergencia de *S. latifolia* (Sagitaria) en sedimentos colectados en el DR 038



Foto 267. *Panicum repens* (Panizo) en canales del DR038.



Foto 268. Pleuston compuesto principalmente por *Hydrodictyon*



Foto 269. *Chara* extraída de canal del DR 038



Foto 270. Masa de pleuston (lama) compuesta principalmente por *Cladophora*, extraída de un canal del DR 038

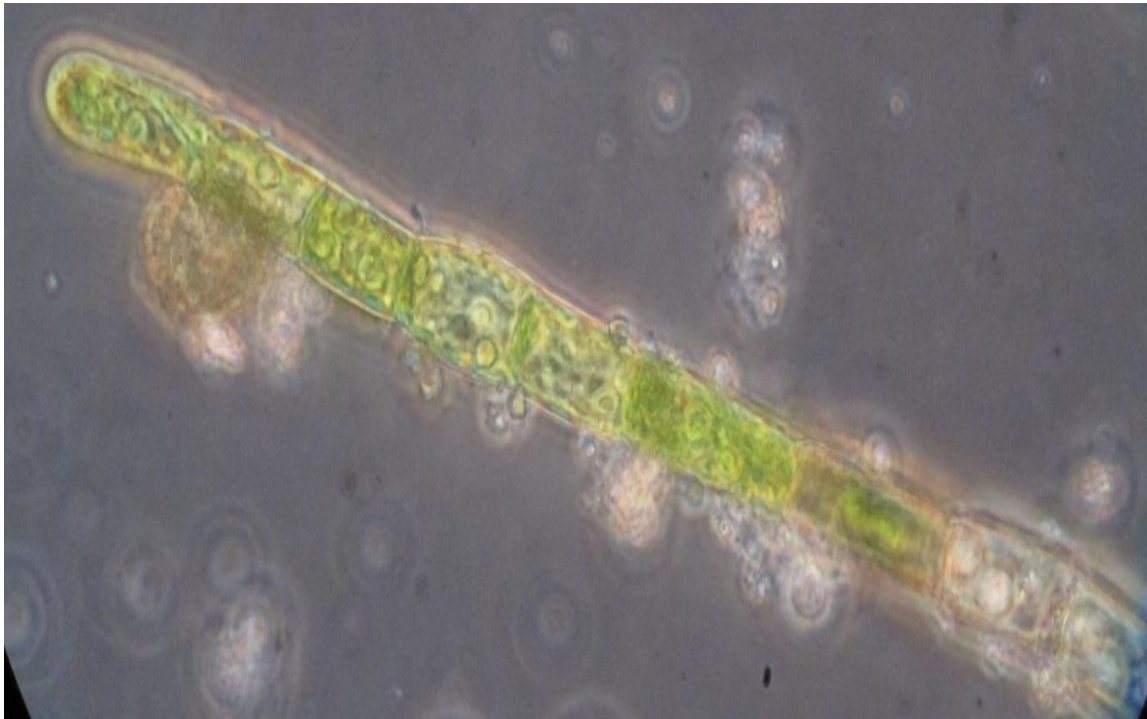


Foto 271. Vista microscópica de un ejemplar de *Oedogonium* germinado recientemente, note las células asimétricas característica de este género

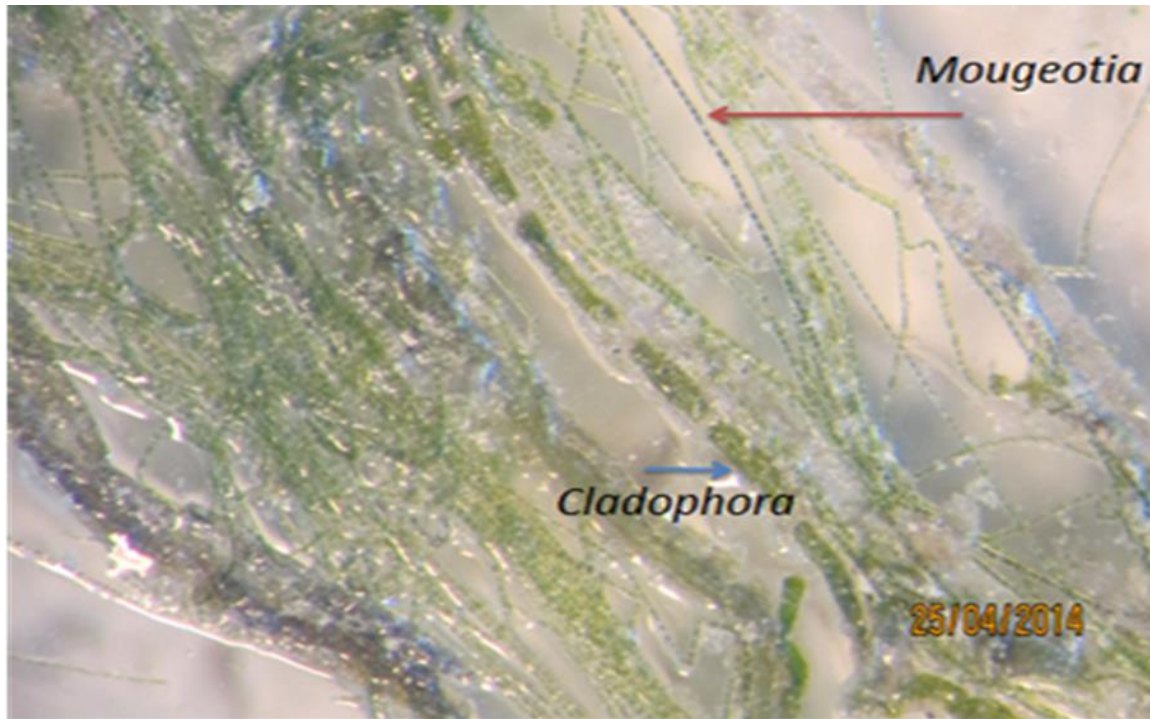


Foto 272. Vista al microscopio de una muestra de lama con ejemplares de *Zygnemaceae*. Notar los diámetros diferentes de los filamentos, la coloración particular de las algas marcadas con nombre

1.17 Tamaulipas

1.17.1 Presa Internacional Anzaldúas

Durante la visita realizada en septiembre de 2016 en la presa Internacional Anzaldúas se encontró infestación de *Arundo donax* y *Phragmites australis*.

| Tabla 121. Información General Presa Anzaldúas | |
|--|-------------------------|
| Nombre oficial | Internacional Anzaldúas |
| Nombre común | Der. Las Anzaldúas |
| Capacidad al NAMO (hm ³) | 17.16 |
| Altura de la cortina (m) | 30.50 |
| Año de terminación | 1959 |
| Región Hidrológica Administrativa | Río Bravo |
| Entidades federativas | Tamaulipas |
| Usos | Riego |
| Capacidad efectiva (MW) | - |
| Corriente en la que se ubica la presa | Río bravo |
| Volumen útil 2017 (hm ³) | - |

Fuente: CONAGUA. Sistema de seguridad de presas. Servicio Meteorológico Estaciones Meteorológicas Automáticas (EMA's) CONAGUA

| Tabla 122. Especies detectadas en la Presa Internacional Anzaldúas | | | | |
|--|---------|----------|--------|-----------------|
| Especie detectada | Exótica | Invasora | Nativa | Fecha de mapeo |
| <i>Arundo donax</i> | X | X | | Septiembre 2016 |
| <i>Phragmites australis</i> | | X | X | |

Fuente: Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad (CONABIO) Enciclovida: <http://enciclovida.mx/>, Global Invasive Species Database, 2018. <http://www.iucngisd.org/gisd/search.php>



Imagen 64. Google. 05/12/2016 Presa Internacional Anzaldúas
26°8'14.77"N 98°20'6.06"O



Foto 273. Cortina de la Presa Anzaldúas



Foto 274. Infestación de *Phragmites australis*

1.17.2 Presa Internacional Retamal

Durante la visita realizada en septiembre de 2016 en la presa Internacional Retamal se encontró infestación de *Arundo donax* y *Phragmites australis*.

| Tabla 123. Datos Generales de la Presa Internacional Retamal | |
|--|-----------------------|
| Nombre oficial | Internacional Retamal |
| Nombre común | Der. El Retamal |
| Capacidad al NAMO (hm ³) | 0.2000 |
| Altura de la cortina (m) | 12.80 |
| Año de terminación | 1972 |
| Región Hidrológica Administrativa | Río Bravo |
| Entidades federativas | Tamaulipas |
| Usos | Control de avenidas |
| Capacidad efectiva (MW) | - |
| Corriente en la que se ubica la presa | Río Bravo |
| Volumen útil 2017 (hm ³) | - |

Fuente: CONAGUA. Sistema de seguridad de presas. Servicio Meteorológico Estaciones Meteorológicas Automáticas (EMA's) CONAGUA

| Tabla 124. Especies detectadas en la Presa Internacional Retamal | | | | |
|--|---------|----------|--------|-----------------|
| Especie detectada | Exótica | Invasora | Nativa | Fecha de mapeo |
| <i>Arundo donax</i> | X | X | | Septiembre 2016 |
| <i>Phragmites australis</i> | | X | X | |

Fuente: Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad (CONABIO) Enciclovida: <http://enciclovida.mx/>, Global Invasive Species Database, 2018: <http://www.iucngisd.org/gisd/search.php>



Imagen 65. Google. 05/12/2016 Presa Internacional Retamal
26°2'7.54"N 98°2'21.53"O



Foto 275. Presa Internacional Retamal

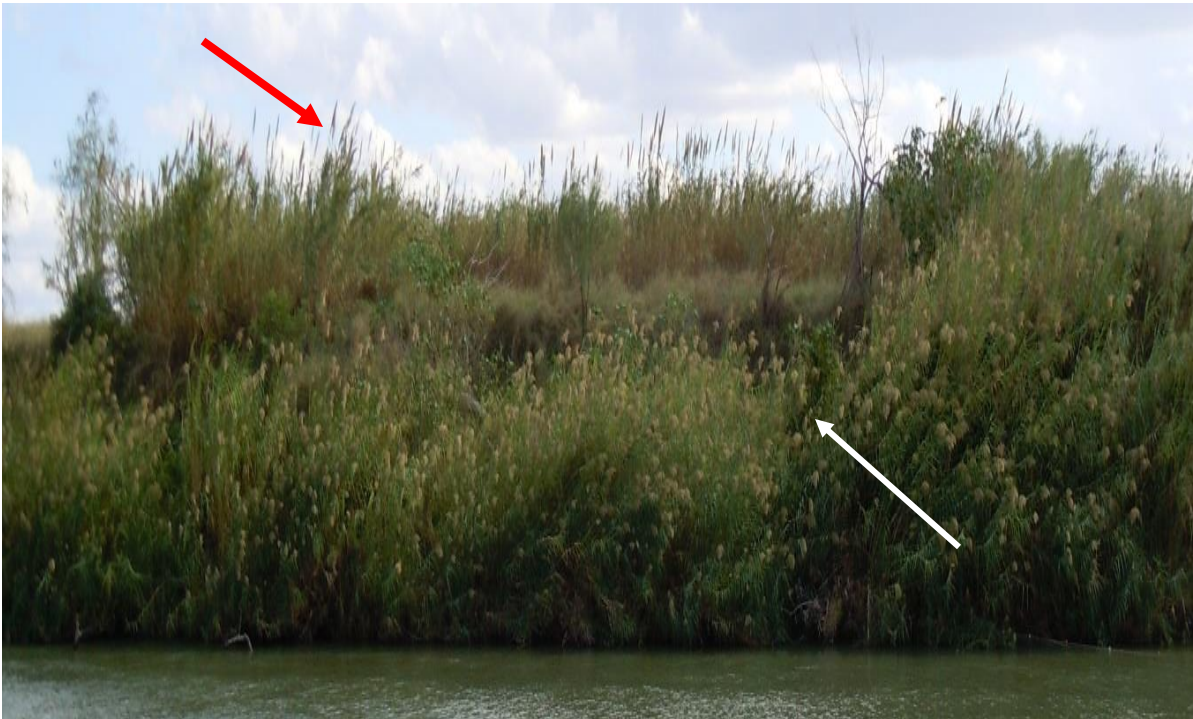


Foto 276. *Phragmites australis* (flecha blanca) y *Arundo donax* (flecha roja) en la Presa El Retamal



Foto 277. *Phragmites australis* en Presa Retamal

1.17.3 Dren El Morrillo

Durante la visita realizada en septiembre de 2016 en el dren El Morrillo se encontró con infestación de *Arundo donax* y *Phragmites australis*.

| Tabla 125. Datos Generales del Dren El Morrillo | |
|---|--|
| Nombre oficial | Dren El Morrillo |
| Extensión (km) | 121 |
| Usos | Derivar aguas salinas de retorno de irrigación al Golfo de México, para prevenir la degradación de la calidad del agua del Río Bravo |
| Operación a cargo | CILA |
| Estado | Tamaulipas |

¹<http://www.cila.gob.mx/publicaciones/2004.pdf>

| Tabla 126. Especies detectadas en el Dren El Morrillo | | | | |
|---|---------|----------|--------|-----------------|
| Especie detectada | Exótica | Invasora | Nativa | Fecha de mapeo |
| <i>Arundo donax</i> | X | X | | Septiembre 2016 |
| <i>Phragmites australis</i> | | X | X | |

Fuente: Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad (CONABIO) Enciclovida: <http://enciclovida.mx/>, Global Invasive Species Database, 2018: <http://www.iucngisd.org/gisd/search.php>



Foto 278. Dren El Morillo



Foto 279. *Phragmites australis* en Dren El Morillo

1.18 Tabasco

1.18.1 Laguna Pitahaya

La Laguna Pitahaya abarca un área de aproximadamente 793.06 ha. El área se calculó con el programa de Google Earth Pro aplicando la herramienta área del polígono, debido a que no en este caso no se cuenta con información publicada.

| Tabla 127. Especies detectadas en la Laguna de Pitahaya | | | | |
|---|---------|----------|--------|----------------|
| Especie detectada | Exótica | Invasora | Nativa | Fecha de mapeo |
| <i>Eichhornia crassipes</i> | X | X | | Junio 2019 |
| <i>Salvinia molesta</i> | X | X | | |
| <i>Nelumbo nucifera</i> | X | X | | |

Fuente: Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad (CONABIO) Enciclovida: <http://enciclovida.mx/>, Global Invasive Species Database, 2018: <http://www.iucngisd.org/gisd/search.php>, Naturalista: https://www.naturalista.mx/listed_taxa/7656203 y Forno IW, 1983. Distribución nativa del complejo *Salvinia auriculata* y claves para la identificación de especies. Botánica acuática, 17 (1): 71-83 y Shen-Miller J: Loto sagrado, los frutos de larga vida de China Antigue. Seed Sci Res. 2002, 12: 131-143



Imagen 66. Google. 19/05/2017 Laguna Pitahaya
17°58'18.67 "N 92°19'55.66"O



Foto 280. Vista general de la Laguna de Pithaya



Foto 281. *Salvinia molesta*



Foto 282. Infestación con *Eichhornia crassipes*



Foto 283. Infestación con *Nelumbo nucifera*

1.19 Tlaxcala

1.19.1 Presa El Sol

La Presa El Sol abarca un área de aproximadamente 38.15 ha. El área se calculó con el programa de Google Earth Pro aplicando la herramienta área del polígono, debido a que no en este caso no se cuenta con información publicada.

| Tabla 128. Datos Generales de la Presa El Sol | |
|---|------------|
| Nombre oficial | El Sol |
| Nombre común | El Sol |
| Capacidad al NAMO (hm ³) | 1.20 |
| Altura de la cortina (m) | 11.00 |
| Año de terminación | 1961 |
| Región Hidrológica Administrativa | Balsas |
| Entidades federativas | Tlaxcala |
| Usos | Irrigación |
| Capacidad efectiva (MW) | - |
| Corriente en la que se ubica la presa | Río Atoyac |
| Volumen útil 2017 (hm ³) | 27.19 |

Fuente: CONAGUA. Sistema de seguridad de presas. Servicio Meteorológico Estaciones Meteorológicas Automáticas (EMA's) CONAGUA

| Tabla 129. Especies detectadas en la Presa El Sol | | | | |
|---|---------|----------|--------|-----------------|
| Especie detectada | Exótica | Invasora | Nativa | Fecha de mapeo |
| <i>Polygonum acuminatum</i> | | X | X | Septiembre 2015 |
| <i>Eichhornia crassipes</i> | X | X | | |
| <i>Typha latifolia</i> | | X | X | |

Fuente: Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad (CONABIO) Enciclovida: <http://enciclovida.mx/especies/138239-eichhornia> y Global Invasive Species Database, 2018. <http://www.iucngisd.org/gisd/search.php>



Imagen 67. Google 07/08/2017 Presa El Sol
19°25'55.68"N 98°19'10.92"O



Foto 284. Presencia de *Eichhornia crassipes* en el canal que llega a la Presa El Sol



Foto 285. *Eichhornia crassipes* y *Typha latifolia* en la Presa El Sol

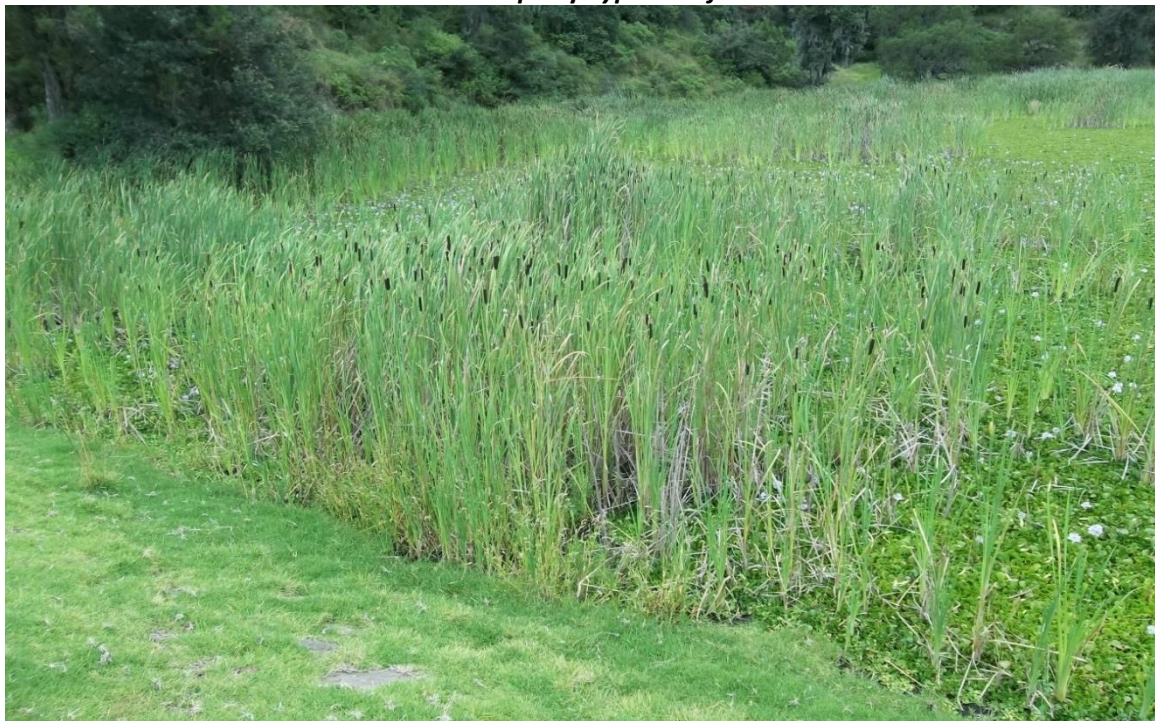


Foto 286. *Typha latifolia*



Foto 287. Presencia de *Polygonum acuminatum* en la Presa Sol

1.19.2 Presa La Luna

La Presa La Luna abarca un área de aproximadamente 17.57 ha. El área se calculó con el programa de Google Earth Pro aplicando la herramienta área del polígono, debido a que no en este caso no se cuenta con información publicada.

| Tabla 130. Datos Generales de la Presa La Luna | |
|--|---------------------------|
| Nombre oficial | La Luna |
| Nombre común | La Luna |
| Capacidad al NAMO (hm ³) | 0.95 |
| Altura de la cortina (m) | 11.00 |
| Año de terminación | 1961 |
| Región Hidrológica Administrativa | Balsas |
| Entidades federativas | Tlaxcala |
| Usos | Irrigación |
| Capacidad efectiva (MW) | - |
| Barranca de la Concepción | Barranca de la Concepción |
| Volumen útil 2017 (hm ³) | - |

Fuente: CONAGUA. Sistema de seguridad de presas. Servicio Meteorológico Estaciones Meteorológicas Automáticas (EMA's) CONAGUA

| Tabla 131. Especies detectadas en la Presa La Luna | | | | |
|--|---------|----------|--------|-----------------|
| Especie detectada | Exótica | Invasora | Nativa | Fecha de mapeo |
| <i>Eichhornia crassipes</i> | X | X | | Septiembre 2015 |

Fuente: Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad (CONABIO) Enciclovida: <http://enciclovida.mx/especies/138239-eichhornia> y Global Invasive Species Database, 2018: <http://www.iucngisd.org/gisd/search.php>



Imagen 68. Google 01/08/2017 Presa La Luna
19°26'12.31"N 98°18'49.08"O



Foto 288. Presa La Luna Tlaxcala infestada con *Eichhornia crassipes*

1.19.3 Presa San José Atlanga

La Presa San José Atlanga abarca un área de aproximadamente 1,097.94 ha. El área se calculó con el programa de Google Earth Pro aplicando la herramienta área del polígono, debido a que no en este caso no se cuenta con información publicada.

| Tabla 132. Datos Generales de la Presa San José Atlanga | |
|---|------------------|
| Nombre oficial | San José Atlanga |
| Nombre común | Atlanga |
| Capacidad al NAMO (hm ³) | 54.50 |
| Altura de la cortina (m) | 24.20 |
| Año de terminación | 1959 |
| Región Hidrológica Administrativa | Balsas |
| Entidades federativas | Tlaxcala |
| Usos | Irrigación |
| Capacidad efectiva (MW) | - |
| Corriente en la que se ubica la presa | Río San Rafael |
| Volumen útil 2017 (hm ³) | 27.19 |

Fuente: Atlas del Agua en México. Edición 2018. Comisión Nacional del Agua. http://sina.conagua.gob.mx/publicaciones/AAM_2018.pdf

| Tabla 133. Especies detectadas en la Presa San José Atlanga | | | | |
|---|---------|----------|--------|----------------|
| Especie detectada | Exótica | Invasora | Nativa | Fecha de mapeo |
| <i>Potamogenton natans</i> | | X | X | Octubre 2016 |
| <i>Hydrodictyon</i> | | X | X | |
| <i>Stuckenia pectinata</i> | | X | X | |
| <i>Polygonum acuminatum</i> | | X | X | |
| <i>Eleocharis montevidensis</i> | X | X | X | |
| <i>Hydrocotyle ranunculoides</i> | | X | X | |
| <i>Typha latifolia</i> | | X | X | |
| <i>Schoenoplectus acutus</i> | | X | X | |

Fuente: Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad (CONABIO) Enciclopedia: <http://enciclovida.mx/>, Global Invasive Species Database, 2018: <http://www.iucngisd.org/gisd/search.php>, European and Mediterranean Plant Protection Organization (EPPO) 2004. EPPO Alert List., Paris, France. http://www.eppo.org/QUARANTINE/Alert_List/alert_list.htm



**Imagen 69. Google 22/05/2015 Presa San José Atlanga
19°33'29.55"N 98°10'49.00"O**



Foto 289. *Polygonum acuminatum* en ribera de la presa



Foto 290. Manchones de *P. acuminatum*



Foto 291. *Schoenoplectus acutus* en ribera de la presa.



Foto 292. Vista de *Schoenoplectus acutus*



Foto 293. *Potamogeton natans*



Foto 294. *Stuckenia pectinata*.



Foto 295. *Polygonum acuminatum*



Foto 296. *Eleocharis montevidensis*.



Foto 297. *Hydrocotyle ranunculoides*



Foto 298. *Typha latifolia*.



Foto 299. *Nymphoides fallax*



Foto 300. *Hydrodictyon*.

2. ANÁLISIS DE INFORMACIÓN HIDROLÓGICA Y DE CALIDAD DEL AGUA QUE INFLUYE EN LA PROLIFERACION DE PLANTAS ACUATICAS EXÓTICAS INVASORAS

Debido a que las plantas acuáticas pueden verse influenciadas por el régimen de caudal, que determina la velocidad de la corriente, la forma del cauce, disponibilidad de sustrato y variabilidad de profundidad, entre otros aspectos de interés para el establecimiento e infestación, en este apartado se analiza cómo el régimen de caudal afecta la presencia y dispersión de plantas acuáticas, ya sea nativas o exóticas (Stromberg *et al.*, 2007; Hershner & Havens, 2008; Frau *et al.*, 2014).

Para este análisis, se utilizaron los datos de las estaciones hidrométricas asociadas a cuerpos de agua de tres regiones hidrológicas mapeadas en el presente estudio (Norte, Centro y Sur). Con estos datos se determinaron las características principales del régimen de caudal de los ríos, o bien volúmenes de entrada y salida de los cuerpos de agua (presas y lagos), analizando la variabilidad en relación con los ciclos estacionales dentro de un ciclo anual, así como la frecuencia y duración de ciclos históricos de años secos y abundantes en precipitación y escurrimientos, señalando períodos extremos de sequía y lluvias.

Estos regímenes pueden haberse conservado casi naturales o menos alterados y pueden ser comparados con las características actuales que presentan los mismos, observándose cambios drásticos o paulatinos. En general, se reconoce que los cambios drásticos están asociados a grandes extracciones, derivaciones o desarrollo de infraestructura hidráulica para almacenamientos, mientras que los segundos se asocian a extracciones constantes de agua superficial o subterránea que van reduciendo el caudal base y afectando el ciclo hidrológico local, así como al cambio de uso del suelo que altera los escurrimientos y la infiltración, que determinan a su vez modificaciones en la composición de la vegetación acuática o riparia.

Por otro lado, también se reconoce que la presencia de plantas acuáticas o riparias, influye a su vez al régimen de caudal ya sea dentro de su ciclo natural, al mantener la humedad y configuración del cauce, o bien alterado por la infestación de plantas invasoras que pueden estar evaporando una mayor cantidad de agua en los ríos o embalses. Aunque estas evaluaciones han sido poco estudiadas (Gordon, 1998; Ramírez-Albores *et al.*, 2019).

Los regímenes de caudal en los ríos varían de acuerdo a las características climatológicas y condiciones de escurrimiento. Así se tienen ríos que presentan un hidrograma anual donde el agua de deshielo en primavera es muy importante para disparar diversos ciclos biológicos, mientras que en otros climas la época de estiaje permite el florecimiento de comunidades biológicas y la estación de lluvias la dispersión de semillas y preparación del cauce para nuevos ciclos (Richter, 1997; Poff *et al.*, 1997; Postel & Richter, 2003; Richter *et al.*, 2013; Richter, 2014).

Por otro lado, dependiendo de la localización dentro de una cuenca, ya sea hacia la cabecera, parte media o desembocadura, las condiciones de escurrimiento varían en términos de la velocidad de la corriente, tiempos de concentración de volúmenes, transporte y depósito de sedimentos, así como en el tipo y disponibilidad de hábitat para distintas especies (Catford, *et al.*, 2011).

Aunque en general, se realizan estudios a nivel estacional o mensual para definir los hidrogramas, se reconoce que el flujo natural de un río varía en escalas de tiempo de horas, días, estaciones y años. De tal forma que contando con 20 o más años de mediciones del caudal se puede reconocer su variabilidad y umbrales en los diferentes períodos de interés a comparar (TNC, 2009; 2011a).

Con relación a las alteraciones horarias, éstas pueden deberse a la presencia de infraestructura, como es el caso de la generación hidroeléctrica de picos, durante la cual el río aguas abajo puede alcanzar valores de la época de lluvias por un número limitado de horas, y después reducirse al mínimo de estiaje. Las alteraciones resultan en impactos sinérgicos y acumulativos a largo plazo que afectan los flujos de nutrientes, la recarga, transporte de sedimentos, disponibilidad y tipos de hábitat y calidad del agua, entre otros (Haith & Shoemaker, 1987).

Por lo anterior, es importante describir el patrón característico del flujo de un río en magnitud, duración y variabilidad que corresponde a su régimen natural, generalmente anual con sus estaciones y variaciones mensuales características, así como inter-anual con alternancia de años secos, medios y lluviosos (Poff, *et al.*, 2010).

Los componentes de un régimen de flujo natural pueden caracterizarse a varios períodos y magnitudes de ocurrencia, por ejemplo: flujos extremadamente altos o bajos, medios, pulsos y su probabilidad de ocurrencia, la cual se obtiene del análisis de series de tiempo. O bien la descarga diaria, mensual, anual promedio. También se pueden caracterizar los años secos, promedio o abundantes (TNC, 2009; 2011a).

El régimen de caudal se reconoce como la variable maestra que por las características de sus componentes (extremos bajos, bajos, pulsos e inundaciones), en términos de: 1) Magnitud; 2) Frecuencia; 3) Duración; 4) Ocurrencia y 5) Tasa de cambio (TNC, 2011b). El régimen de caudal influye en los procesos de: a) Calidad del agua; b) Fuentes y transporte de energía; c) Disponibilidad y calidad del hábitat; d) Interacciones biológicas y d) conectividad a lo largo del río y con otros cuerpos de agua para definir la integridad ecológica de un sistema acuático (Figura 6).

Aunque las estaciones hidrométricas pueden evidenciar ciertas alteraciones en los cuerpos de agua como lagos y embalses, como se indicó anteriormente los registros de niveles en los lagos también pueden ser analizados como series de tiempo cuando están disponibles los datos, así como los balances hidrológicos, ya que pueden presentarse otras entradas como por ejemplo manantiales, como es el caso de los lagos de Chapala y Pátzcuaro (Quintas *et al.*, 2016).

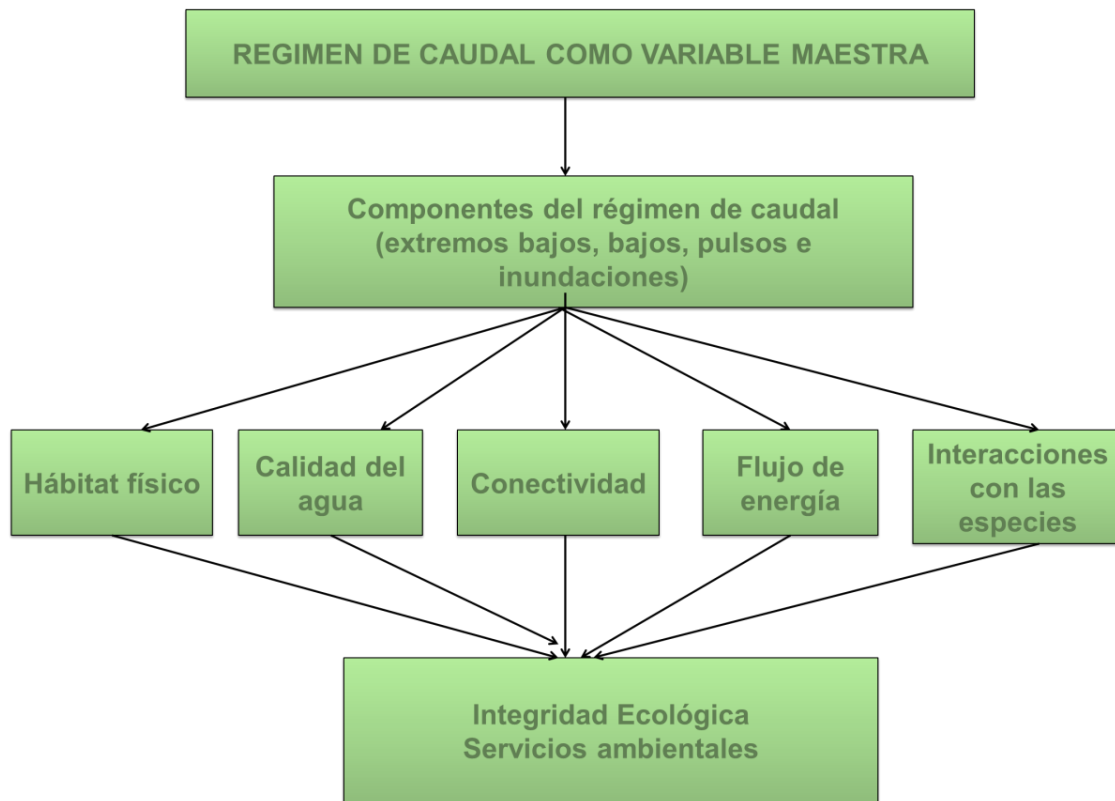


Figura 6. Régimen de caudal. Componentes y características
(Modificado de Poff, 1997)

Los lagos o cuerpos de agua conectados a ríos se ven influenciados por las alteraciones de éstos (principalmente por el aporte de entrada), así como por su propio funcionamiento (evaporación, sedimentación, infiltración, tiempo de residencia, etc.). Tanto estos procesos como las extracciones de los cuerpos de agua, modifican el régimen hacia la salida al mismo río u otra corriente.

El régimen de variación en los lagos puede establecerse por medio del registro de sus elevaciones a lo largo del año que evidencien aspectos de estacionalidad y condiciones críticas mínimas o máximas en series de tiempo.

Por otro lado, las variaciones en los embalses dependen del uso del agua, ya sea para riego, abastecimiento público o generación de energía, con variaciones estacionales, mensuales, diarias o incluso horarias que pueden afectar a las especies de plantas endémicas y exóticas siendo estas últimas más tolerantes a estos cambios (Catford *et al.* 2011).

2.1 Enfoque Metodológico

Toda vez que el concepto de régimen de caudal sustituyó al de caudal ecológico que consideraba un flujo mínimo a asignar a los ríos para permitir su aprovechamiento para distintos usos, causando asimismo diversas alteraciones, se han desarrollado y aplicado una serie de metodologías que tienen como base el análisis hidrológico. Durante 2007 se hizo hincapié en la importancia del régimen natural y de la conectividad de los ecosistemas dependientes del agua dulce, a ser considerada en las asignaciones o concesiones de agua para los diferentes usos y se estableció una agenda de acción global (Declaración de Brisbane, 2007). A diez años, durante el XX Simposio sobre ríos en la ciudad de Brisbane, Australia, esta declaración fue actualizada, señalando los avances y la necesidad de proteger y restaurar los flujos ambientales y los ecosistemas acuáticos por su biodiversidad, valores intrínsecos y servicios ecosistémicos, incorporando un gran número de temas y acciones emergentes a las políticas y enfoques de los distintos gobiernos (Arthington *et al.*, 2018).

Por lo anterior, es importante señalar que en cada parte de los hidrogramas tipo de cada región, esto es, cuando ocurren las temporadas de mayor o menor caudal, pueden reconocerse o asociarse eventos relacionados con el establecimiento y mantenimiento de las plantas acuáticas exóticas invasoras, por ejemplo épocas de dispersión de semillas, germinación, reproducción, establecimiento, infestación, etc. (Figura 7).



Figura 7. Caudales, eventos en el cauce y plantas acuáticas
(Modificado de Postel & Richter, 2003)

De acuerdo a la fisiología y fenología de las plantas acuáticas, las variaciones temporales del caudal y sobre todo las alteraciones que reduzcan, modifiquen o incrementen los períodos

de estiaje o lluvias pueden favorecer su establecimiento y dispersión, principalmente en las zonas periódica o permanentemente saturadas, inundadas, someras y hasta profundas para las acuáticas estrictas, principalmente las sumergidas (Cirujano *et al.*, 2014). Lot y colaboradores (2015), clasifican las plantas acuáticas en: acuáticas, subacuáticas y tolerantes con formas de vida que comprenden (Figura 8):

1. Hidrófitas enraizadas sumergidas
2. Hidrófitas libre flotadoras
3. Hidrófitas enraizadas de hojas flotantes
4. Hidrófitas enraizadas emergentes

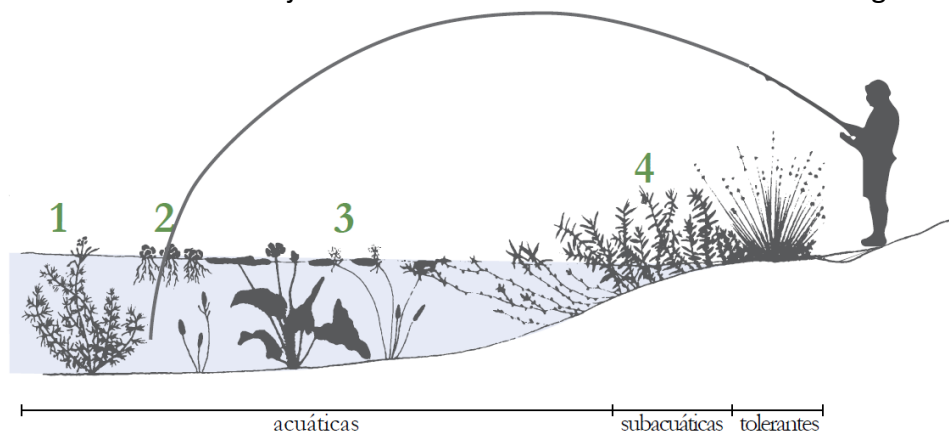


Figura 8. Zonificación de las formas de vida de las plantas acuáticas, subacuáticas y tolerantes
(Lot *et al.*, 2015)

Los cambios en el régimen hidrológico afectan la invasión de especies vegetales a lo largo de los sistemas ribereños y en cuerpos de agua como lagos y embalses (Décamps *et al.*, 1995). Se ha observado que la exposición continua a grandes inundaciones durante varios años, puede reducir la capacidad de las especies nativas para recuperarse, mientras que las especies exóticas logran re-establecerse en un año seco siguiente e invadir el hábitat (Catford *et al.*, 2011). Por otro lado, las PAEI cuentan con diversos mecanismos de propagación (estolones, turiones, semillas, etc.), los cuales son dispersados hacia y dentro de los cuerpos de agua tanto por la corriente como por el viento asegurando de este modo su establecimiento.

Al contar con registros estacionales e históricos sobre las variaciones de la vegetación y comunidades acuáticas, el transporte de sedimentos, nivel de las inundaciones, calidad del agua, tipos de hábitat disponibles, se pueden aplicar métodos hidrobiológicos y holísticos para relacionar los componentes del caudal con las características físicas y biológicas del río o cuerpo de agua, lo que permitirá reconocer los umbrales que favorecen la infestación de plantas acuáticas invasoras.

Para este análisis, se aplicaron métodos hidrométricos, reconocidos internacionalmente por la literatura, como el IHA-RVA de Indicadores de Alteración Hidrológica y Rango de

Variabilidad Natural, desarrollado por un equipo de The Nature Conservancy (TNC 2009; 2011a) IHA-RVN-7.1 basado en el análisis de las series de caudales diarios para determinar la variabilidad intra e inter anual, mensual y diaria, a través de 33 parámetros hidrológicos con influencia en el ecosistema (Tabla 134).

El enfoque en este trabajo ha sido sobre las variaciones mensuales (12 parámetros) para comparar estos resultados con los criterios que utiliza la norma de caudal ecológico publicada en el Diario Oficial de la Federación en 2012 para México NMX-AA-159 SCOFI-2012, la cual amplía los umbrales de variación natural mensual de IHA-RNV del percentil 25 al 10 y del 75 al 90 debido a las diferencias entre las épocas de estiaje y lluvias en el país, así como a las diferencias de caudal entre años muy secos y muy abundantes. La influencia de estos parámetros sobre el ecosistema se señala en la tabla 134.

| Tabla 134. Parámetros hidrológicos del IHA-RVN | | |
|---|--|---|
| Parámetro IHA | Parámetros Hidrológicos | Influencia en el ecosistema |
| Magnitud de las condiciones hidrológicas mensuales | Valor de la media o la mediana para cada mes calendario Caudales bajos y extremadamente bajos Pulsos Inundaciones anuales Inundaciones mayores | <ul style="list-style-type: none"> ▪ Disponibilidad del hábitat para organismos acuáticos ▪ Disponibilidad de humedad del suelo para las plantas ▪ Disponibilidad de agua para los animales terrestres ▪ Influye en la temperatura del agua, los niveles de oxígeno y la fotosíntesis en la columna de agua |

Para aplicar los métodos de la norma, se identifica primero el objetivo ambiental de la corriente, el cual combina la importancia ecológica y presión de uso en un gradiente de mayor a menor disponibilidad de agua y biodiversidad presente. Las combinaciones resultan en objetivos ambientales “A” a “D” asignados a las 757 cuencas que conforman el país (Apéndice 1 de la NMX-AA-159-SCFI-2012) (Figura 9).

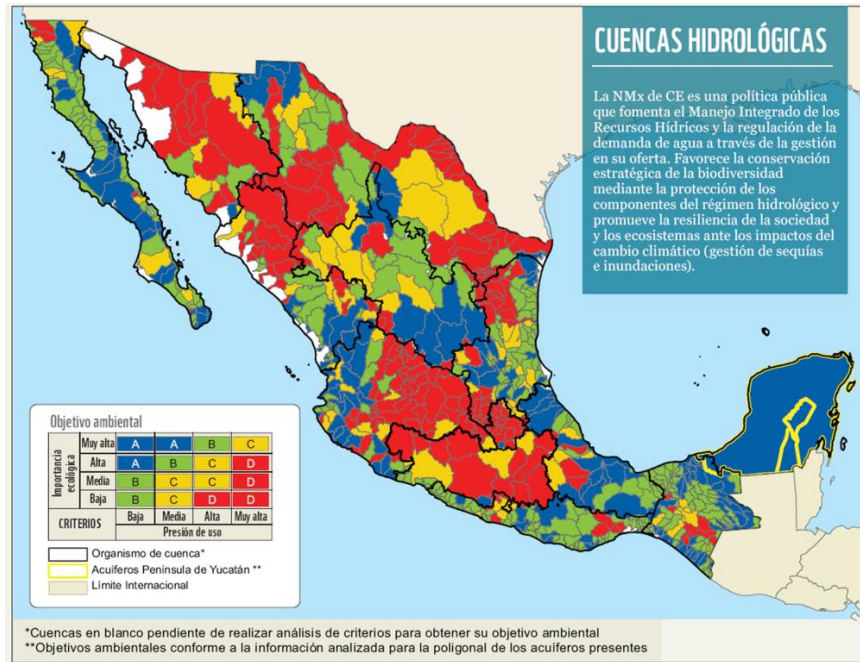


Figura 9. Objetivos ambientales de las cuencas hidrológicas
(WWF et al., 2012)

El proceso metodológico se señala en la figura 10 y se hace más complejo y con mayores requerimientos de información según sea el objetivo ambiental y el alcance de las respuestas a cuestionamientos específicos, tales como: la relación con la infestación de malezas, impactos por presas, etc., así como alteraciones esperadas por la construcción de infraestructura en una cuenca de objetivo ambiental A, que quiere decir que tiene una importancia ecológica alta o muy alta y una presión de uso media o baja.

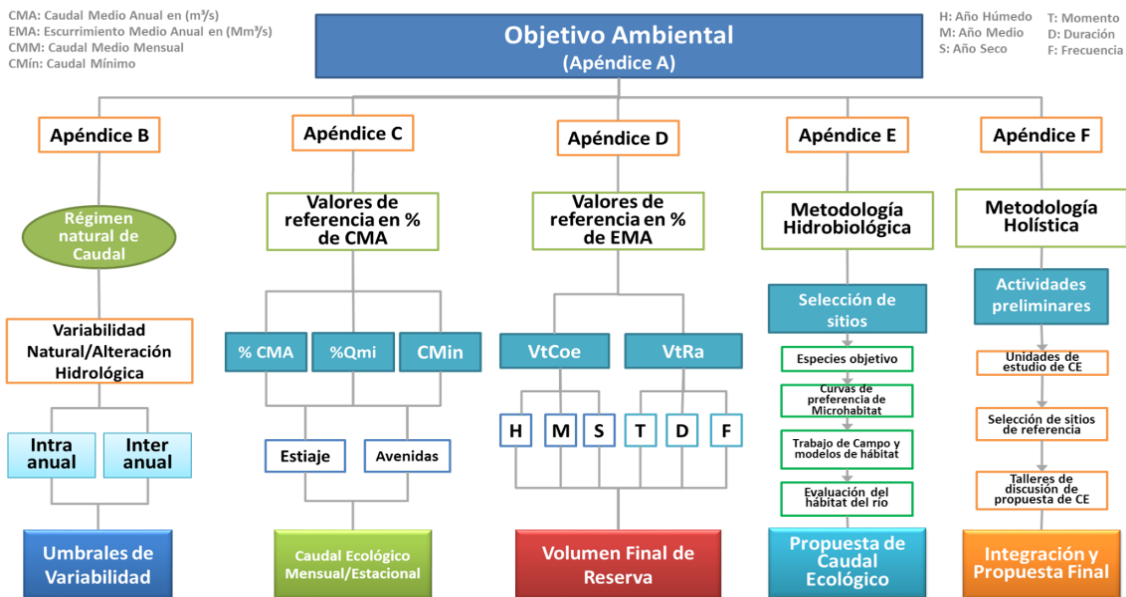


Figura 10. Proceso metodológico de la NMX-AA-159-SCFI-2012
Modificado por Gómez-Balandra et al. 2014

Luego de reconocer el objetivo ambiental, se identifica el nivel de alteración de la cuenca o tramo del río en estudio y su variabilidad inter e intra anual para proceder después a obtener valores o porcentajes de referencia mensuales y estacionales de caudales y volúmenes de escurrimiento.

Con esta información y aplicando el apéndice F de la norma de caudal señalada, se puede calcular una reserva anual de agua para el ambiente, compuesta por un volumen mensual ordinario y uno asociado a tres tipos de avenidas de retorno de interés para las comunidades acuáticas y riparias. Esto es, de un año que asume cubre el canal del cauce, de 1.5 años que cubre las márgenes, favoreciendo la vegetación que las estabiliza y de 5 años, considerando que el alcance de esta inundación mantiene la estructura y funcionamiento de la vegetación riparia.

Bajo este enfoque se han calculado las reservas anuales de agua para el ambiente en diversas cuencas del país que tiene un alto potencial para la conservación, o sea que se encuentran clasificadas con objetivos ambientales A o B. De algunas de estas incluso se han publicado los estudios técnicos y decretado las reservas como es el Río San Pedro, Yaqui y otros ríos agrupados de la región del Papaloapan y Pánuco, entre otros.

En el presente estudio, se determinaron las alteraciones hidrológicas, conforme al apéndice B, en los ríos que alimentan a cuerpos de agua en cada una de las tres regiones hidrológicas del país: Norte (Presas: Adolfo López Mateos, Sanalona, Río Tamazula y Presa José López Portillo, ambas en el estado de Sinaloa); Centro (Lago de Cuitzeo, Michoacán y Lago Chapala, Jalisco); y Sur (Presas Malpaso y Peñitas, río Grijalva, Chiapas). Se presentan los resultados de considerar los umbrales de variación sugeridos por IHA-RVA entre los percentiles 25 y 75, así como los de la norma de caudal ecológico entre los percentiles 10 y 90 de la NMX señalada, entre los que debe ubicarse el 50% de los caudales medios del período de comparación más reciente.

2.2 Alteraciones hidrológicas

2.2.1 Presa Adolfo López Mateos, Río Humaya, Sinaloa

La presa Adolfo López Mateos, regionalmente conocida como “El Varejonal”, cuya capacidad de almacenamiento es de 3,160 millones de metros cúbicos cubriendo una superficie total de 11,320 hectáreas se terminó de construir en 1964, con el objetivo de cubrir las necesidades de riego de alrededor de 126,100 hectáreas y control de avenidas; adicionalmente se utiliza para la pesca comercial y deportiva. Se localiza a 32 kilómetros aproximadamente al norte de la ciudad de Culiacán, en el sitio denominado El Varejonal, sobre el río Humaya, en los municipios de Culiacán y Badiraguato.

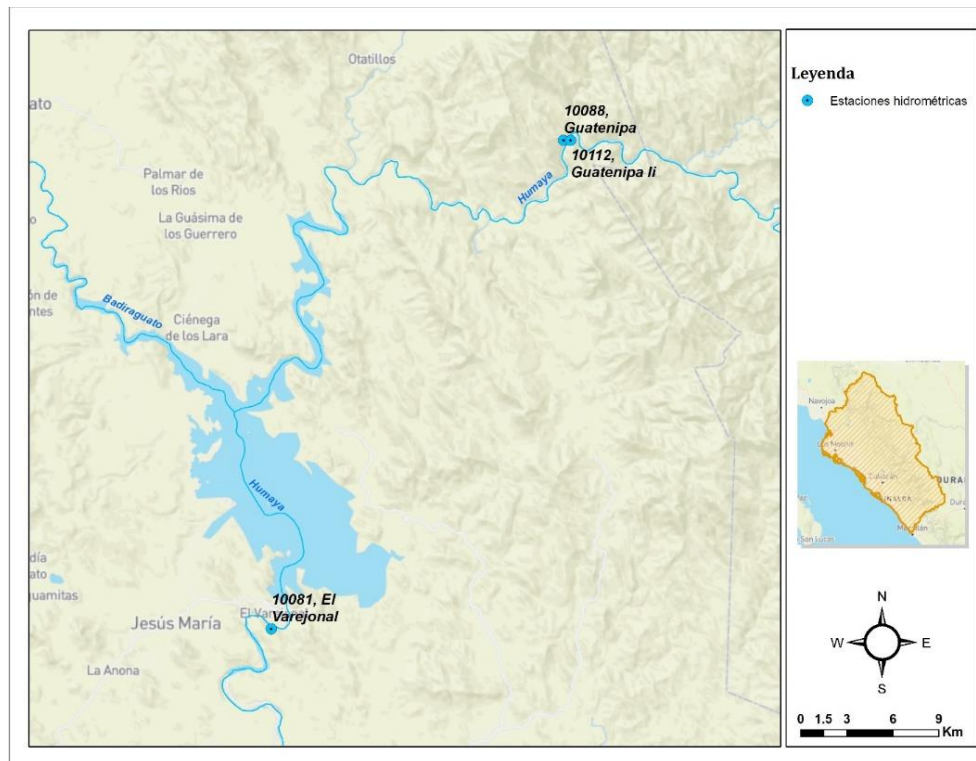


Figura 11. Estaciones Hidrométricas cercanas a la Presa

E.H. Guatenipa

La estación hidrométrica Guatenipa que alimenta a la presa se ubica sobre el río Humaya a aproximadamente 65 km aguas arriba, por lo que se trata de revisar si las alteraciones en la cuenca y hacia la entrada del embalse se reflejan en la serie de tiempo de los datos hidrométricos que va de 1965 a 2014, por lo que se dividió en dos períodos, considerando

que el inicial presentaba menor presión de uso 1965 a 1975. En este caso, solo se observó que los pulsos de caudales altos hacia la época de lluvias se adelantan en el mes de julio en el segundo período, lo cual se considera como variabilidad climática.

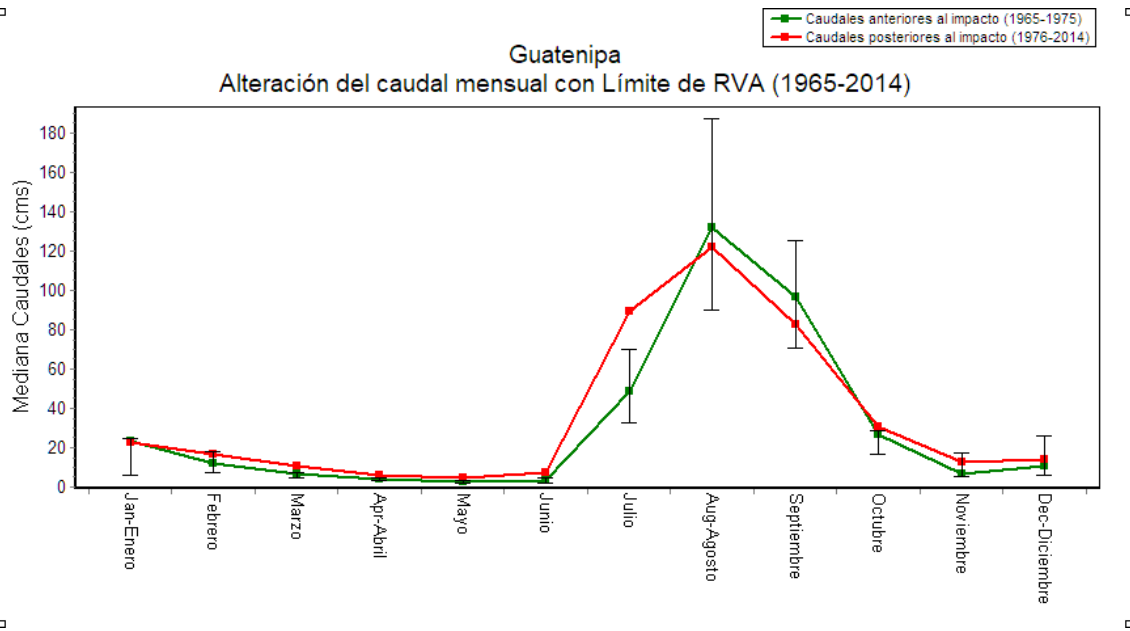


Figura 12. Alteraciones Hidrológicas para la E.H. Guatenipa

En la tabla comparativa de ambos períodos se observa el incremento en los percentiles de julio como se señaló anteriormente.

| Mes/Percentil | 1965-1975 (11 años) | | | | | 1976-2014 (38 años) | | | | |
|---------------|-----------------------|-------|--------|--------|--------|-----------------------|-------|--------|--------|--------|
| | 10% | 25% | 50% | 75% | 90% | 10% | 25% | 50% | 75% | 90% |
| Ene | 3.92 | 5.39 | 22.97 | 27.08 | 46.69 | 3.61 | 6.06 | 22.82 | 35.38 | 93.30 |
| Feb | 3.09 | 3.95 | 11.70 | 20.04 | 76.69 | 2.70 | 6.05 | 16.40 | 28.79 | 72.78 |
| Mar | 2.19 | 3.63 | 6.50 | 9.07 | 61.15 | 2.04 | 4.38 | 10.75 | 23.38 | 38.42 |
| Abr | 1.54 | 2.66 | 3.61 | 4.36 | 11.43 | 2.23 | 2.95 | 5.86 | 18.18 | 26.31 |
| May | 1.29 | 1.82 | 2.33 | 3.14 | 5.39 | 1.66 | 2.30 | 4.58 | 9.17 | 21.18 |
| Jun | 1.30 | 1.77 | 3.22 | 5.03 | 11.84 | 2.02 | 3.56 | 7.53 | 17.74 | 29.22 |
| Jul | 27.73 | 30.52 | 48.64 | 102.00 | 150.10 | 20.90 | 39.10 | 89.36 | 120.10 | 146.90 |
| Ago | 27.18 | 76.54 | 131.80 | 198.10 | 288.00 | 42.10 | 84.67 | 121.70 | 150.40 | 191.10 |
| Sep | 28.06 | 51.07 | 96.13 | 156.10 | 220.40 | 28.06 | 47.95 | 82.68 | 156.30 | 191.90 |
| Oct | 7.35 | 10.44 | 26.51 | 29.33 | 37.40 | 9.16 | 12.44 | 30.26 | 49.47 | 72.17 |
| Nov | 3.76 | 4.69 | 6.70 | 24.70 | 51.62 | 4.13 | 7.28 | 12.43 | 32.72 | 55.29 |
| Dic | 4.14 | 5.38 | 10.58 | 27.76 | 49.57 | 3.81 | 7.03 | 14.15 | 30.23 | 46.88 |

Al aplicar los criterios de la norma de caudal ecológico para la determinación de alteraciones hidrológicas, se tiene que el Objetivo Ambiental de la cuenca es D por su presión de uso muy alta y su importancia ecológica media, esta importancia está dada por la presencia de especies de la norma NOM-059-SEMARNAT-2010 en algún estatus de protección, por la presencia de especies endémicas, sitios Ramsar o bien áreas de importancia para la conservación de las aves AICAs, así como humedales.

| Tabla 136. Objetivo Ambiental de la Cuenca del Río Humaya NMX de Caudal Ecológico | | | | | |
|---|------------------|-----------------------|----------------|------------------------|--------------------|
| RH | Nombre de Cuenca | Importancia Ecológica | Presión de Uso | Estado de Conservación | Objetivo Ambiental |
| 10 | Río Humaya | Media | Muy alta | Deficiente | D |

En la norma de caudal ecológico se amplían los umbrales de alteración debido al efecto que ejercen las temporadas de lluvia y a que muchas corrientes del país presentan valores extremos bajos durante la temporada de estiaje. De esta forma al comparar los dos períodos señalados se tiene que únicamente se considera alterado el mes de diciembre.

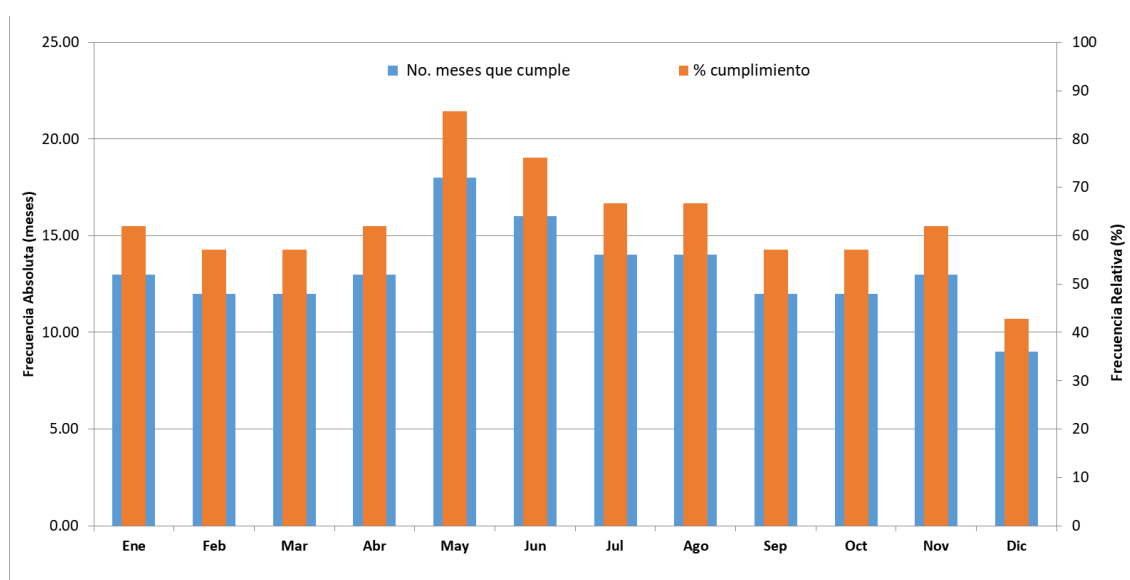


Figura 13. Alteraciones mensuales de acuerdo con NMX de Caudal Ecológico – EH Guatemala

| Tabla 137. Porcentajes de cumplimiento de acuerdo con NMX de Caudal Ecológico– EH Guatenipa | | | | | | | | |
|---|------|---------------|-------|------------------------------------|----------------------|-------------|----------------|-------------|
| Parámetro | P10 | Mediana (P50) | P90 | Q medio actual (m ³ /s) | No. meses que cumple | Total meses | % cumplimiento | Clase |
| Ene | 4.5 | 33.1 | 124.0 | 29.97 | 13.00 | 21 | 61.9 | No Alterada |
| Feb | 3.9 | 19.6 | 145.3 | 27.67 | 12.00 | 21 | 57.1 | No Alterada |
| Mar | 3.5 | 8.6 | 33.1 | 15.52 | 12.00 | 21 | 57.1 | No Alterada |
| Abr | 2.8 | 4.3 | 18.4 | 12.74 | 13.00 | 21 | 61.9 | No Alterada |
| May | 1.9 | 3.1 | 8.0 | 11.08 | 18.00 | 21 | 85.7 | No Alterada |
| Jun | 2.9 | 8.4 | 19.7 | 23.47 | 16.00 | 21 | 76.2 | No Alterada |
| Jul | 33.0 | 65.5 | 150.4 | 98.09 | 14.00 | 21 | 66.7 | No Alterada |
| Ago | 74.0 | 137.9 | 224.4 | 128.05 | 14.00 | 21 | 66.7 | No Alterada |
| Sep | 54.0 | 114.9 | 278.7 | 118.03 | 12.00 | 21 | 57.1 | No Alterada |
| Oct | 11.4 | 33.5 | 153.2 | 37.96 | 12.00 | 21 | 57.1 | No Alterada |
| Nov | 4.7 | 16.9 | 64.5 | 37.36 | 13.00 | 21 | 61.9 | No Alterada |
| Dic | 4.8 | 32.0 | 106.8 | 25.63 | 9.00 | 21 | 42.9 | Alterada |
| Total | | | | | | | 62.7 | No Alterada |

E.H. El Varejonal

Hacia aguas abajo en la estación hidrométrica El Varejonal se observa el efecto del almacenamiento en la época de lluvias por la reducción de los caudales para su aprovechamiento en los meses de estiaje, cuando se incrementan los escurrimientos, por lo que los valores en ambos períodos se presentan fuera de los umbrales para el segundo período 1976-2014. Solamente en los meses de abril, mayo y de octubre a diciembre los caudales se ubican dentro del rango de variabilidad natural sugerido por Richter (percentiles 25 y 75).

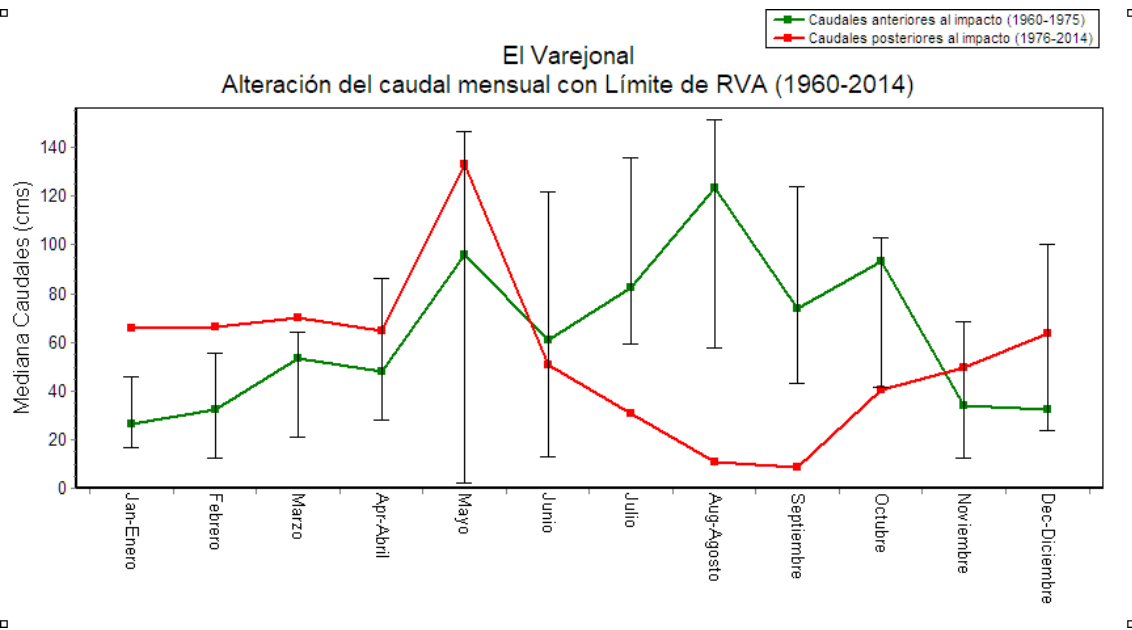


Figura 14. Alteraciones Hidrológicas para la E.H. El Varejonal

Las diferencias entre ambos períodos son muy evidentes y de importante magnitud como se observa en la tabla siguiente por los incrementos en la época de estiaje y disminuciones en la de lluvias. Por lo que es importante reconocer tanto el funcionamiento de la presa, como las políticas de operación de los usuarios (Tabla 138).

| Tabla 138. Percentiles mensuales en periodos antes y después del impacto E.H El Varejonal | | | | | | | | | | |
|--|------------------------------|------------|------------|------------|------------|------------------------------|------------|------------|------------|------------|
| Mes/Percentil | 1960-1975 (16 años) | | | | | 1976-2014 (10 años) | | | | |
| | 10% | 25% | 50% | 75% | 90% | 10% | 25% | 50% | 75% | 90% |
| Ene | 0.07 | 7.33 | 26.40 | 50.90 | 93.45 | 21.88 | 44.17 | 65.87 | 155.20 | 180.00 |
| Feb | 0.15 | 5.79 | 32.26 | 66.05 | 133.40 | 14.79 | 44.61 | 66.48 | 153.00 | 194.00 |
| Mar | 2.01 | 5.70 | 53.45 | 75.51 | 129.90 | 47.03 | 55.10 | 69.94 | 151.10 | 196.40 |
| Abr | 1.39 | 3.68 | 48.14 | 118.50 | 166.00 | 3.03 | 54.13 | 64.44 | 145.30 | 159.90 |
| May | 0.01 | 1.94 | 95.71 | 152.80 | 187.60 | 4.45 | 25.35 | 133.20 | 210.70 | 231.40 |
| Jun | 0.00 | 2.46 | 60.85 | 126.20 | 180.70 | 0.29 | 3.36 | 50.48 | 176.20 | 198.60 |
| Jul | 22.68 | 39.87 | 82.63 | 168.60 | 211.90 | 0.15 | 2.19 | 30.64 | 178.60 | 236.90 |
| Ago | 7.42 | 34.98 | 123.40 | 164.00 | 210.80 | 0.00 | 0.00 | 10.94 | 131.90 | 191.20 |
| Sep | 7.06 | 36.28 | 73.82 | 162.10 | 242.90 | 0.00 | 0.00 | 8.64 | 166.20 | 254.80 |
| Oct | 8.17 | 25.80 | 93.43 | 136.70 | 216.30 | 1.13 | 12.40 | 40.39 | 133.90 | 246.40 |
| Nov | 5.27 | 10.14 | 33.66 | 85.16 | 152.10 | 0.88 | 17.71 | 49.76 | 110.50 | 224.10 |
| Dic | 5.65 | 13.72 | 32.08 | 126.10 | 141.30 | 3.41 | 36.82 | 63.80 | 139.50 | 233.30 |

Como se señaló para la cuenca el Objetivo Ambiental de la cuenca es D por su presión de uso muy alta y su importancia ecológica media, (ver Tabla 136). De esta forma al comparar

los dos períodos señalados, se consideran alterados los meses de junio a septiembre (Figura 15, Tabla 139).

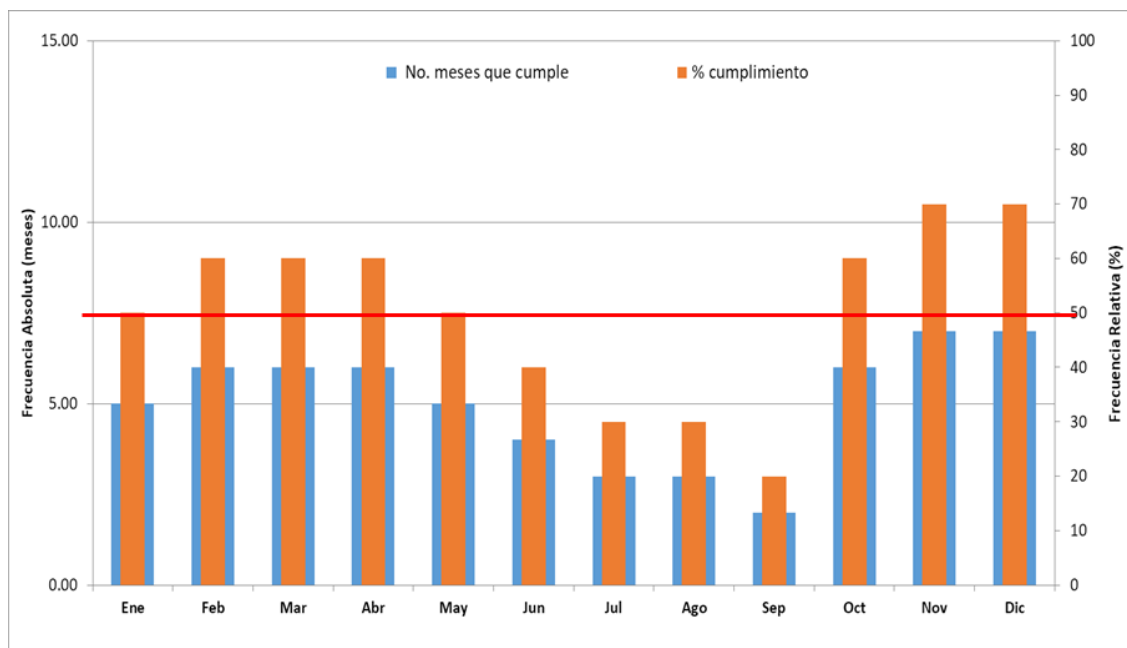


Figura 15. Alteraciones mensuales de acuerdo con NMX de Caudal Ecológico

| Tabla 139. Porcentajes de cumplimiento de acuerdo con NMX de Caudal Ecológico | | | | | | | | |
|---|------|---------------|-------|------------------------------------|----------------------|-------------|----------------|-------------|
| Mes | P10 | Mediana (P50) | P90 | Q medio actual (m ³ /s) | No. meses que cumple | Total meses | % cumplimiento | Clase |
| Ene | 6.2 | 39.6 | 111.8 | 89.73 | 5.00 | 10 | 50.0 | Alterada |
| Feb | 2.7 | 41.8 | 95.0 | 92.45 | 6.00 | 10 | 60.0 | No Alterada |
| Mar | 6.2 | 56.0 | 111.0 | 94.01 | 6.00 | 10 | 60.0 | No Alterada |
| Abr | 2.4 | 48.8 | 149.9 | 83.00 | 6.00 | 10 | 60.0 | No Alterada |
| May | 1.0 | 87.0 | 157.3 | 120.32 | 5.00 | 10 | 50.0 | Alterada |
| Jun | 0.7 | 72.5 | 160.3 | 91.21 | 4.00 | 10 | 40.0 | Alterada |
| Jul | 32.3 | 99.1 | 178.5 | 82.10 | 3.00 | 10 | 30.0 | Alterada |
| Ago | 18.3 | 129.4 | 198.8 | 63.74 | 3.00 | 10 | 30.0 | Alterada |
| Sep | 29.7 | 83.7 | 205.0 | 65.16 | 2.00 | 10 | 20.0 | Alterada |
| Oct | 16.5 | 99.1 | 218.6 | 78.09 | 6.00 | 10 | 60.0 | No Alterada |
| Nov | 8.2 | 40.2 | 128.7 | 87.10 | 7.00 | 10 | 70.0 | No Alterada |
| Dic | 10.9 | 38.8 | 142.6 | 98.38 | 7.00 | 10 | 70.0 | No Alterada |
| Total | | | | | | | 50.0 | Alterada |

2.2.2 Presa Sanalona

E.H. Sanalona II

La presa Sanalona se encuentra en la Región hidrológica número 10, se ubica en el Estado de Sinaloa sobre el río Tamazula que junto con el río Humaya forma parte del río Culiacán. La presa fue puesta en operación en el año 1948 con una capacidad de almacenamiento de 845 Mm³ para irrigar el Valle de Culiacán. Además, cuenta con una central hidroeléctrica que inició operaciones en 1963. El embalse es un lugar de recreación y esparcimiento para los habitantes del centro del estado, donde se efectúan torneos de pesca deportiva y algunas regatas. La estación hidrométrica (E.H.) Sanalona II se encuentra a 1.5 km aguas abajo de cortina de la presa, Figura 16.

En este análisis de los datos hidrométricos que van de 1978 a 2014, se pretende observar el comportamiento indirecto de las descargas del embalse al río. Por ello, la serie de tiempo se dividió en dos períodos, 1978-1991 y 1995-2014, ya que a partir del 91 se encuentra una brecha en la continuidad de los datos, además de considerar el primer periodo como un período de menor presión sobre el recurso agua (Tabla 140). Se observó que los caudales diarios presentan un comportamiento no natural desde el inicio del registro porque se empezaron a medir 30 años después de la construcción de la presa, además se observa la inconsistencia de la información con datos faltantes (Figura 17).

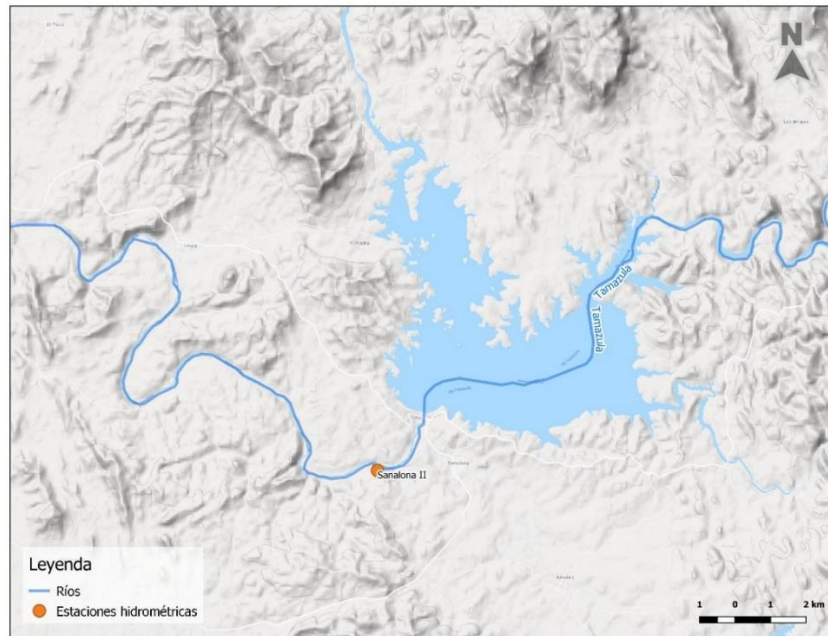


Figura 16. Ubicación de la presa y la estación hidrométrica Sanalona II.

Fuente: elaboración IMTA, 2019

| Tabla 140. Años de registro de la E.H Sanalona II | | | |
|---|-------------|----------------------|---------------------------|
| Clave | Estación | Periodo de registro | Años con datos |
| 10134 | SANALONA II | 1978-1999; 2012-2014 | 26, con 15 años sin datos |

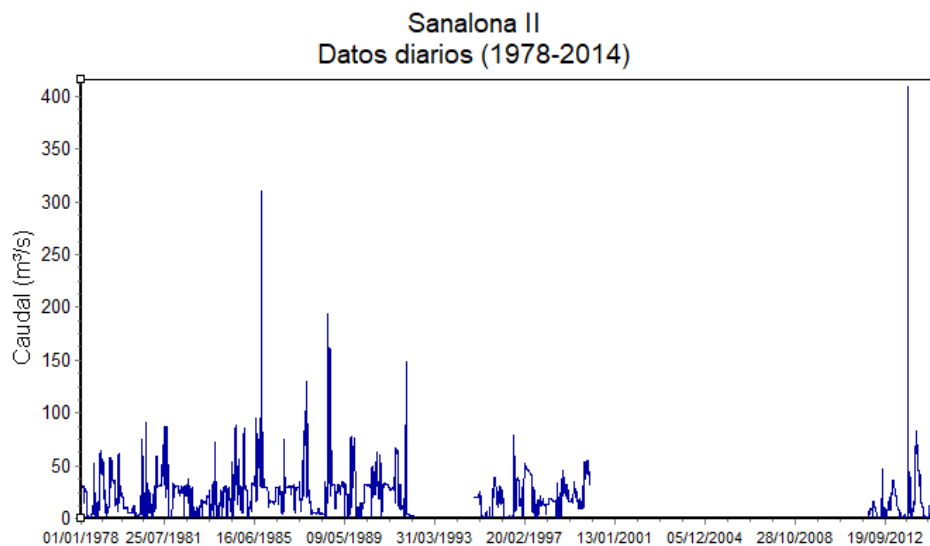


Figura 17. Datos diarios de la estación hidrométrica Sanalona II

Fuente: elaboración IMTA, 2019

En la Figura 18 las líneas negras establecen el rango de variabilidad entre los percentiles 25 y 75 del primer período, observándose que sólo cinco meses (noviembre a marzo) se ubican dentro del rango que mantuvo la descarga de la presa de los años 1978 a 1991. También se observó una disminución en los caudales mensuales del mes de mayo al mes de octubre para el período más reciente.

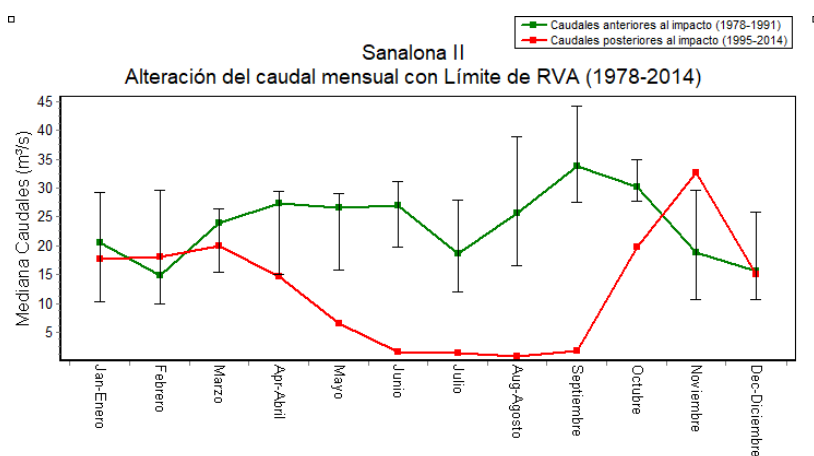


Figura 18. Comparación de dos periodos de datos mensuales estación Sanalona II.

Fuente: elaboración IMTA, 2019

En la tabla 141, la comparativa de ambos períodos muestra un incremento en los caudales en los meses de noviembre a abril, y una disminución en la magnitud de los caudales, sobre todo en los meses de mayo a octubre.

| Tabla 141. Percentiles mensuales de la estación hidrométrica Sanalona II. | | | | | | | | | | |
|--|--|------------|------------|------------|------------|------------------|------------|------------|------------|------------|
| Fuente: elaboración IMTA, 2019 | | | | | | | | | | |
| Mes/Percentil | Percentiles mensuales (m³/s) | | | | | | | | | |
| | 1978-1991 | | | | | 1995-2014 | | | | |
| | 10% | 25% | 50% | 75% | 90% | 10% | 25% | 50% | 75% | 90% |
| Enero | 1.93 | 5.29 | 20.45 | 30.05 | 42.92 | 5.48 | 13.45 | 17.72 | 28.84 | 67.96 |
| Febrero | 5.05 | 5.39 | 14.80 | 30.09 | 31.93 | 9.54 | 13.81 | 18.01 | 34.66 | 69.47 |
| Marzo | 5.17 | 12.24 | 24.00 | 28.34 | 31.26 | 12.93 | 14.59 | 20.00 | 36.46 | 48.78 |
| Abril | 2.39 | 8.92 | 27.37 | 31.17 | 43.36 | 0.00 | 9.09 | 14.64 | 26.93 | 46.26 |
| Mayo | 2.35 | 12.85 | 26.65 | 30.44 | 33.88 | 0.00 | 0.57 | 6.61 | 24.54 | 43.74 |
| Junio | 3.12 | 13.74 | 26.94 | 31.16 | 34.86 | 0.00 | 0.02 | 1.57 | 16.43 | 36.08 |
| Julio | 4.94 | 7.60 | 18.61 | 29.33 | 49.52 | 0.00 | 0.12 | 1.45 | 8.54 | 16.17 |
| Agosto | 8.32 | 14.71 | 25.66 | 46.97 | 65.33 | 0.09 | 0.18 | 0.86 | 9.37 | 12.21 |
| Septiembre | 2.14 | 14.02 | 33.81 | 52.09 | 98.44 | 0.00 | 0.74 | 1.89 | 23.02 | 42.26 |
| Octubre | 3.93 | 17.95 | 30.23 | 44.47 | 70.71 | 6.08 | 11.02 | 19.76 | 37.00 | 52.68 |
| Noviembre | 4.65 | 10.14 | 18.91 | 29.83 | 43.43 | 4.56 | 14.18 | 32.55 | 49.46 | 64.87 |
| Diciembre | 4.53 | 10.05 | 15.58 | 29.50 | 46.95 | 10.08 | 11.78 | 15.09 | 25.09 | 40.06 |

Con relación al análisis de las alteraciones conforme con los umbrales establecidos en la NMX-AA-159-SCFI-2012 de caudal ecológico (percentil 90 como máximo y 10 como mínimo), los meses que no cumplirían la condición de que el 50% de los caudales medios esté dentro del rango de variabilidad natural, esto es percentiles 10 y 90, serían de mayo a septiembre (Tabla 142 y Figura 19).

| Tabla 142. Porcentajes de cumplimiento de acuerdo con NMX-AA-159-SCFI-2012 de Caudal Ecológico en la E.H. Sanalona II | | | | | | | |
|---|---------|---------------|---------|----------------|----------------------|-------------|----------------|
| Fuente: elaboración IMTA, 2019 | | | | | | | |
| Mes | P10 RHN | Mediana (P50) | P90 RHN | Q medio actual | No. meses que cumple | Total meses | % cumplimiento |
| Ene | 5.0 | 21.3 | 30.5 | 29.6 | 5 | 8 | 62.5 |
| Feb | 5.3 | 15.2 | 30.8 | 36.4 | 6 | 8 | 75.0 |
| Mar | 5.9 | 23.0 | 29.8 | 23.8 | 6 | 8 | 75.0 |
| Abr | 5.7 | 24.2 | 38.1 | 15.2 | 6 | 8 | 75.0 |
| May | 4.2 | 25.5 | 31.3 | 4.8 | 2 | 8 | 25.0 |
| Jun | 3.7 | 24.7 | 32.2 | 0.9 | 3 | 8 | 37.5 |
| Jul | 6.9 | 18.1 | 45.5 | 0.5 | 2 | 8 | 25.0 |
| Ago | 11.3 | 33.4 | 57.0 | 1.9 | 1 | 8 | 12.5 |
| Sep | 8.0 | 37.2 | 79.9 | 15.1 | 3 | 8 | 37.5 |
| Oct | 12.0 | 30.3 | 63.0 | 16.0 | 7 | 8 | 87.5 |
| Nov | 9.0 | 21.6 | 36.5 | 25.5 | 5 | 8 | 62.5 |
| Dic | 7.4 | 16.1 | 39.0 | 12.3 | 8 | 8 | 100.0 |
| Total | | | | | | | 56.3 |

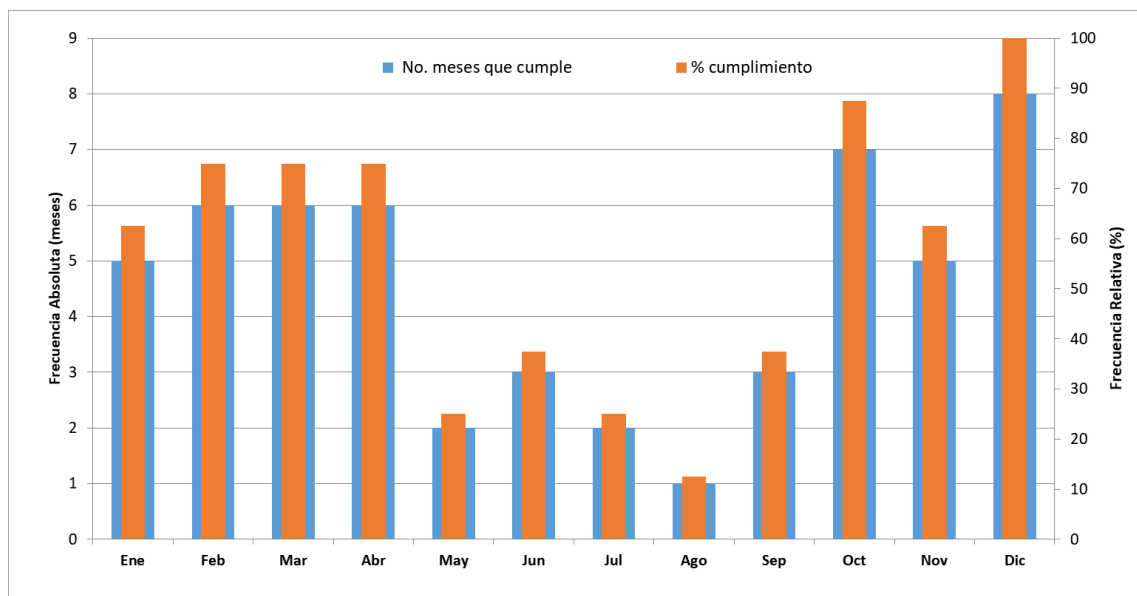


Figura 19. Alteraciones mensuales de acuerdo con NMX-AA-159-SCFI-2012 de Caudal Ecológico, E.H. Sanalona II

Fuente: elaboración IMTA, 2019

Esta reducción de caudales puede asociarse a la extracción de volúmenes en la presa para el riego de cultivos como el maíz con ciclo de siembra en estos meses.

2.2.3 Presa José López Portillo

EH Santa Cruz

La presa José López Portillo se encuentra en la Región hidrológica número 10, también conocida como Presa El Comedero, se ubica sobre el Río San Lorenzo, se construyó con el propósito de captación de agua como medio para el control de avenidas y para utilizarla en riego y generación de energía eléctrica. Fue puesta en operación en 1981, cuenta con una central hidroeléctrica de 100 MW la cual inició operaciones en agosto de 1991, su embalse tiene una capacidad de almacenamiento de aproximadamente 2,250 Mm³. La estación hidrométrica Santa Cruz se encuentra aproximadamente a 30 km aguas abajo de cortina de la presa (Figura 20).

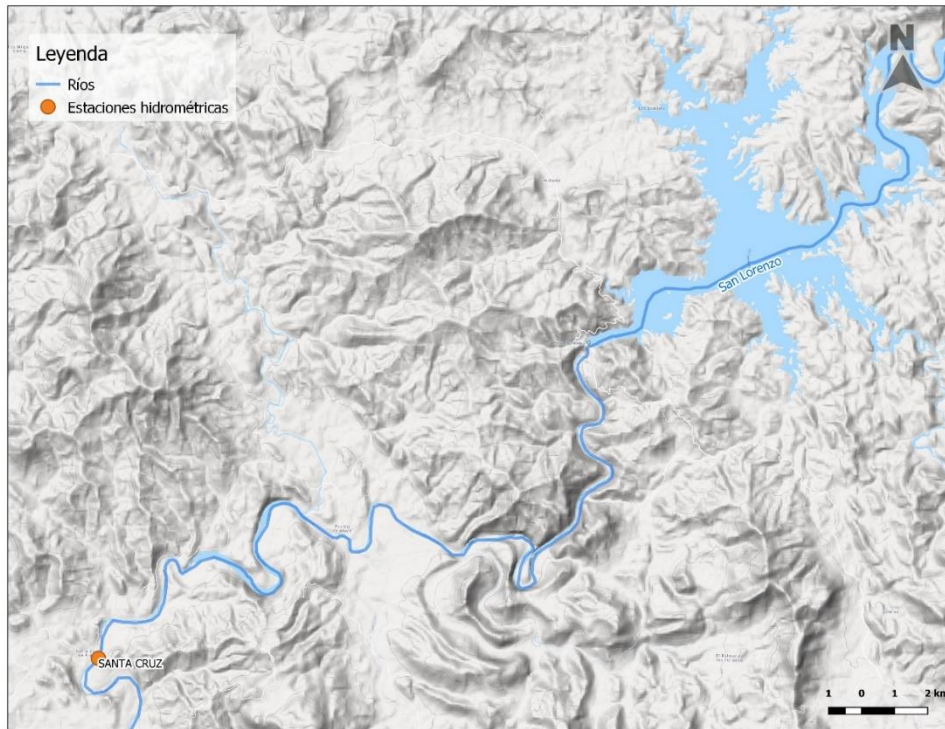


Figura 20. Ubicación de la presa y la estación hidrométrica Santa Cruz

Fuente: elaboración IMTA, 2019

A continuación, se muestra el análisis de la estación hidrométrica (E.H.) y de las alteraciones producidas por la operación de la presa mediante los datos históricos de la E.H que van de 1944 a 2014. Se dividió la serie de datos en dos períodos, 1944-1980 y 1981-2014, ya que es la fecha en la que el régimen cambió por la operación de la presa, Tabla 143.

| Tabla 143. Años de registro de la E.H Santa Cruz | | | |
|--|------------|---------------------|--------------------------|
| Clave | Estación | Periodo de registro | Años con datos |
| 10040 | SANTA CRUZ | 1944-2014 | 70 con 10 años sin datos |

En la Figura 21 se observa claramente la diferencia de los periodos antes y después de la presa (1944-1980, antes y 1981-2014, después), se observa como tanto la magnitud como la frecuencia de los caudales diarios se ha visto afectada por la operación de la presa.

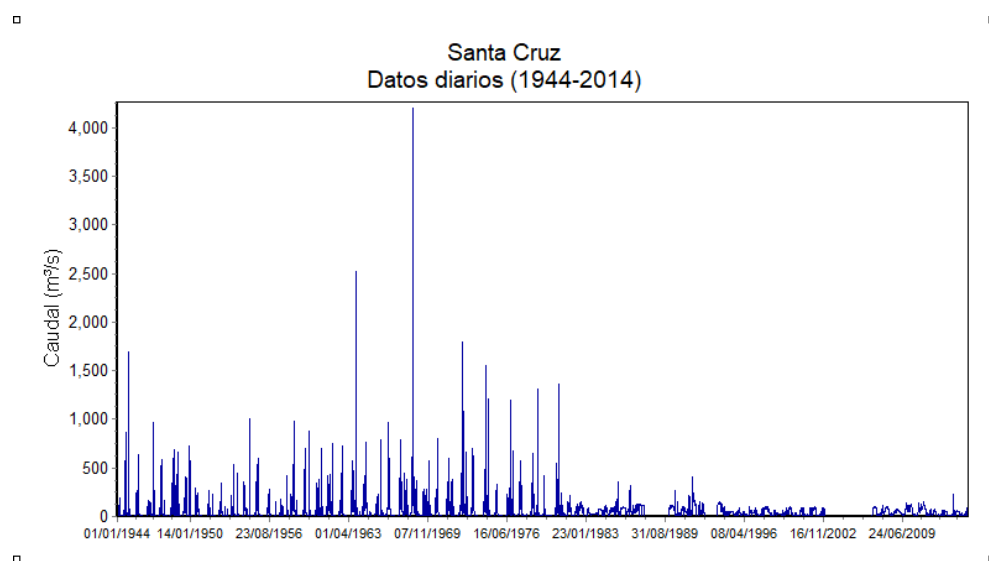


Figura 21. Datos diarios de la estación hidrométrica Santa Cruz.

Fuente: elaboración IMTA, 2019

De la misma forma se observa en la comparación de los datos mensuales que la variabilidad natural se ha visto afectada en la mayoría de los meses, exceptuando octubre, ya que de los otros meses ninguno se encuentra dentro del rango de variabilidad natural establecida por los percentiles 25 y 75 (líneas negras), del periodo anterior al embalse (Figura 22 y Tabla 144).

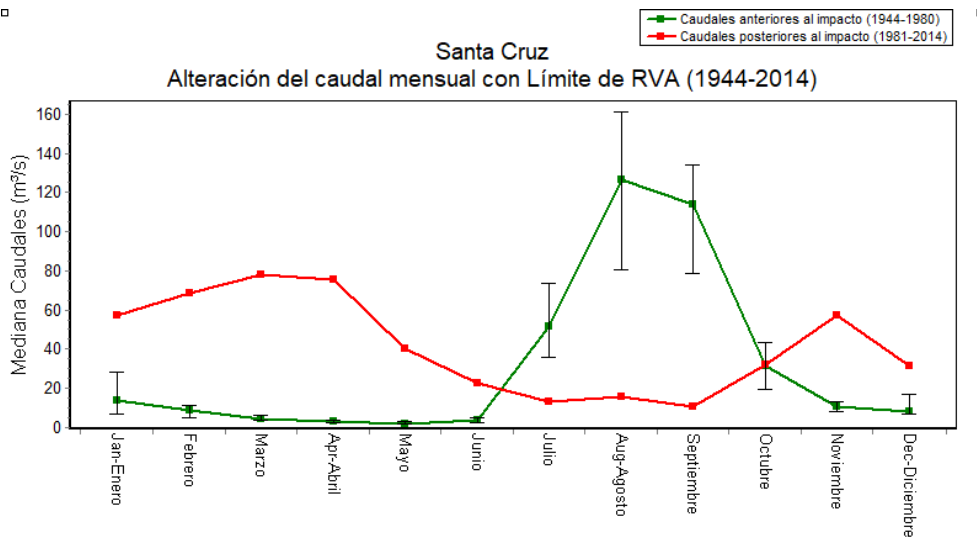


Figura 22. Comparación de dos periodos de los datos mensuales de la estación
 Fuente: elaboración IMTA, 2019

De la comparación de los distintos percentiles mensuales, se observó que por los efectos de la generación, los caudales aguas abajo en el río, se ven incrementados en el segundo período por la operación de la central hidroeléctrica con valores superiores al 100% (Tabla 144). Mientras que las extracciones también reducen los caudales durante la época de lluvias.

| Tabla 144. Percentiles mensuales de la estación hidrométrica Santa Cruz | | | | | | | | | | |
|---|------------------------------|-------|--------|--------|--------|-----------|-------|-------|--------|--------|
| Fuente: elaboración IMTA, 2019 | | | | | | | | | | |
| Mes/Percentil | Percentiles mensuales (m³/s) | | | | | | | | | |
| | 1944-1980 | | | | | 1981-2014 | | | | |
| | 10% | 25% | 50% | 75% | 90% | 10% | 25% | 50% | 75% | 90% |
| Enero | 4.43 | 6.12 | 14.07 | 36.56 | 46.53 | 8.24 | 27.74 | 57.03 | 79.82 | 91.77 |
| Febrero | 3.84 | 4.57 | 8.68 | 14.18 | 38.35 | 15.80 | 43.24 | 68.31 | 89.30 | 110.60 |
| Marzo | 2.77 | 3.37 | 4.71 | 9.05 | 13.72 | 25.87 | 45.25 | 78.11 | 101.10 | 117.80 |
| Abril | 2.10 | 2.46 | 2.97 | 4.31 | 6.21 | 19.23 | 39.12 | 75.71 | 101.10 | 129.10 |
| Mayo | 1.58 | 1.81 | 2.20 | 2.79 | 4.25 | 6.91 | 18.36 | 45.13 | 80.42 | 108.90 |
| Junio | 1.72 | 2.32 | 3.82 | 6.56 | 9.02 | 5.60 | 8.42 | 24.36 | 42.78 | 67.18 |
| Julio | 27.18 | 31.42 | 51.90 | 93.92 | 119.00 | 5.92 | 7.57 | 13.44 | 34.62 | 59.15 |
| Agosto | 53.47 | 66.90 | 126.80 | 196.70 | 291.10 | 3.04 | 5.73 | 15.95 | 52.47 | 98.67 |
| Septiembre | 39.35 | 56.62 | 113.70 | 209.90 | 274.70 | 3.12 | 5.81 | 10.54 | 83.49 | 116.90 |
| Octubre | 7.38 | 16.09 | 31.75 | 45.68 | 74.19 | 11.67 | 26.85 | 32.22 | 81.50 | 108.50 |
| Noviembre | 4.81 | 7.19 | 10.80 | 15.48 | 29.27 | 12.33 | 27.65 | 57.03 | 85.75 | 110.40 |
| Diciembre | 5.20 | 6.09 | 8.36 | 18.78 | 37.94 | 6.52 | 21.23 | 31.39 | 43.28 | 55.64 |

Con relación al análisis de las alteraciones conforme con los umbrales establecidos en la NMX-AA-159-SCFI-2012 de caudal ecológico (percentil 90 como máximo y 10 como mínimo), los meses que no cumplirían la condición de variabilidad natural serían de febrero a septiembre (Tabla 145 y Figura 23).

| Tabla 145. Porcentajes de cumplimiento de acuerdo con NMX-AA-159-SCFI-2012 de Caudal Ecológico en la E.H. Santa Cruz | | | | | | | |
|--|---------|---------------|---------|----------------|----------------------|-------------|----------------|
| Fuente: elaboración IMTA, 2019 | | | | | | | |
| Mes | P10 RHN | Mediana (P50) | P90 RHN | Q medio actual | No. meses que cumple | Total meses | % cumplimiento |
| Ene | 4.8 | 22.0 | 126.5 | 65.0 | 25 | 27 | 92.6 |
| Feb | 4.0 | 9.1 | 46.6 | 77.9 | 8 | 27 | 29.6 |
| Mar | 3.0 | 5.1 | 17.5 | 79.6 | 0 | 27 | 0.0 |
| Abr | 2.3 | 3.2 | 6.2 | 73.3 | 0 | 27 | 0.0 |
| May | 1.7 | 2.3 | 4.3 | 43.5 | 0 | 27 | 0.0 |
| Jun | 2.9 | 7.9 | 16.6 | 29.6 | 8 | 27 | 29.6 |
| Jul | 32.4 | 62.0 | 144.4 | 19.2 | 6 | 27 | 22.2 |
| Ago | 69.3 | 146.9 | 293.5 | 16.6 | 4 | 27 | 14.8 |
| Sep | 51.2 | 148.6 | 284.6 | 16.9 | 7 | 27 | 25.9 |
| Oct | 12.0 | 48.1 | 122.2 | 33.5 | 23 | 27 | 85.2 |
| Nov | 6.4 | 12.1 | 50.3 | 59.4 | 9 | 27 | 33.3 |
| Dic | 5.9 | 19.2 | 75.7 | 40.2 | 23 | 27 | 85.2 |
| Total | | | | | | | 34.9 |

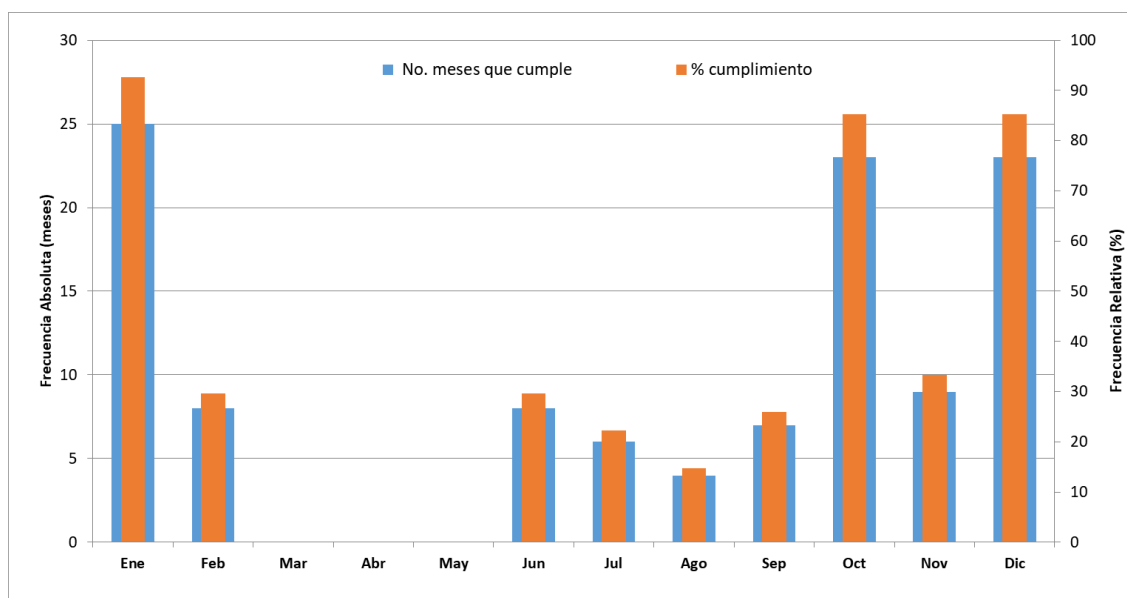


Figura 23. Alteraciones mensuales de acuerdo con NMX-AA-159-SCFI-2012 de Caudal Ecológico, E.H. Santa Cruz

Fuente: elaboración IMTA, 2019

2.2.4 Lago de Chapala, Jalisco

La estación hidrométrica anterior al lago se denomina Yurécuaro II y se ubica sobre el río Lerma aproximadamente 60 km aguas arriba (Figura 24), por lo que se trata de revisar si las alteraciones en la cuenca se reflejan en la serie de tiempo de los datos hidrométricos que va de 1960 a 2011, por lo que se dividió en dos períodos, considerando que el inicial presentaba menor presión de uso 1960 a 1983 (24 años) y 1987 a 2011, se omitieron años que no contaban con registros completos. En esta estación se observó una importante disminución para cada uno de los meses, con los órdenes de magnitud que se señalan en la Tabla 146 y Figura 25, correspondiente a la comparación de los períodos.



Figura 24. Estaciones Hidrométricas cercanas al Lago de Chapala

Fuente: Elaboración IMTA, 2019; con datos del Banco Nacional de Datos de Aguas Superficiales. CONAGUA, 2019

| Tabla 146. Percentiles mensuales en periodos antes y después del impacto en la estación hidrométrica de Yurécuaro II. | | | | | | | | | | |
|---|---------------------|-------|-------|--------|--------|-----------------------|-------|-------|-------|--------|
| Mes/Percentil | 1960-1983 (24 años) | | | | | 1987-2011 (25 años) | | | | |
| | 10% | 25% | 50% | 75% | 90% | 10% | 25% | 50% | 75% | 90% |
| Ene | 0.16 | 0.63 | 4.73 | 9.00 | 15.52 | 0.03 | 0.07 | 0.12 | 0.22 | 8.06 |
| Feb | 0.09 | 0.76 | 3.43 | 5.99 | 17.58 | 0.04 | 0.07 | 0.10 | 0.26 | 11.14 |
| Mar | 0.11 | 0.51 | 2.74 | 7.02 | 16.21 | 0.02 | 0.06 | 0.10 | 0.12 | 0.19 |
| Abr | 0.06 | 0.67 | 3.40 | 5.30 | 11.33 | 0.00 | 0.05 | 0.10 | 0.16 | 0.56 |
| May | 0.04 | 0.71 | 4.25 | 7.39 | 14.45 | 0.01 | 0.07 | 0.09 | 0.17 | 0.96 |
| Jun | 0.13 | 2.61 | 9.67 | 17.22 | 36.16 | 0.03 | 0.07 | 0.66 | 8.69 | 48.08 |
| Jul | 6.87 | 18.62 | 40.96 | 76.24 | 227.40 | 0.16 | 0.65 | 11.57 | 50.59 | 105.70 |
| Ago | 10.67 | 24.55 | 43.79 | 151.40 | 351.60 | 0.10 | 3.02 | 16.19 | 61.53 | 88.04 |
| Sep | 12.54 | 20.83 | 53.60 | 171.30 | 339.00 | 0.16 | 11.33 | 31.95 | 63.36 | 243.40 |
| Oct | 0.25 | 2.85 | 25.71 | 73.98 | 379.60 | 0.10 | 0.46 | 7.47 | 29.42 | 112.30 |
| Nov | 0.16 | 3.26 | 13.80 | 28.82 | 74.05 | 0.07 | 0.59 | 6.03 | 29.81 | 52.00 |
| Dic | 0.21 | 1.78 | 7.31 | 14.50 | 22.73 | 0.04 | 0.11 | 0.73 | 10.94 | 23.73 |

Fuente: elaboración IMTA, 2019

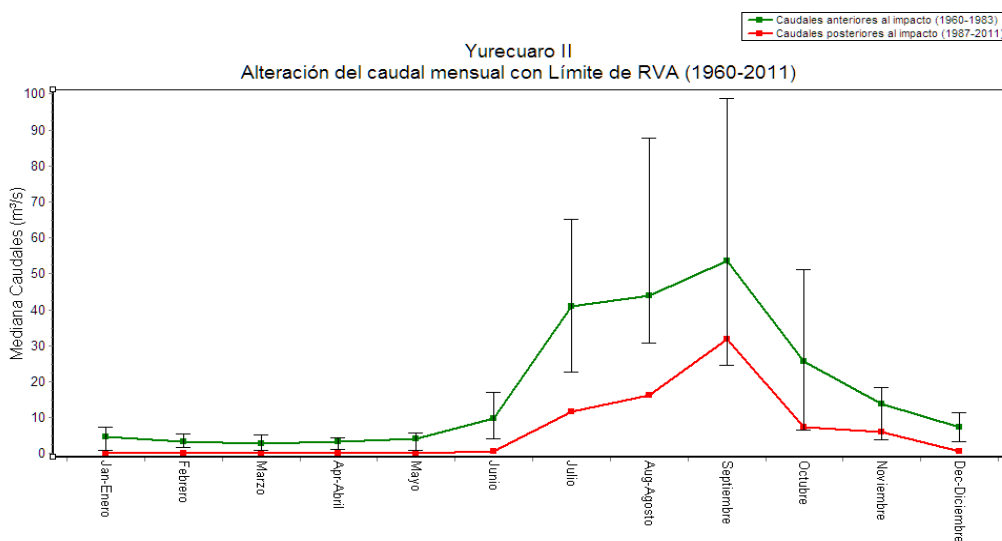


Figura 25. Alteraciones Hidrológicas para la E.H. Yurécuaro II

Fuente: elaboración IMTA, 2019

La variabilidad natural como se ha explicado, comprendida entre los percentiles 25 / 75 Richter IHA, 2009, se cumple en la mayoría de los meses del año con excepción de junio, julio, agosto y diciembre.

Conforme con a la norma de caudal ecológico, el Objetivo Ambiental para esta corriente también es “D”, con estado de conservación deficiente.

| Tabla 147. Objetivo Ambiental en el tramo Río Lerma 7 de la NMX-AA-159-SCFI-2012 de Caudal Ecológico | | | | | |
|--|------------------|-----------------------|----------------|------------------------|--------------------|
| RH | Nombre de Cuenca | Importancia Ecológica | Presión de Uso | Estado de Conservación | Objetivo Ambiental |
| 12 | Río Lerma 7 | Alta | Muy alta | Deficiente | D |

Al comparar los mismos periodos, pero ahora con los percentiles 10 /90, como lo establece dicha norma, se observa que de enero a julio no se cumple la condición de que el caudal medio del 50% de los meses del período actual (25 años) se ubique dentro de los percentiles 10/90 del período previo de referencia (24 años)(Figura 26 y Tabla 148).

De tal forma que el aporte del río Lerma al Lago de Chapala se ha visto disminuido en los últimos 30 años, siendo más evidente en los primeros siete meses del año. Como no se observa un cambio drástico en la serie de tiempo, los cambios pueden deberse al incremento paulatino de las extracciones y disminución del flujo en la corriente.

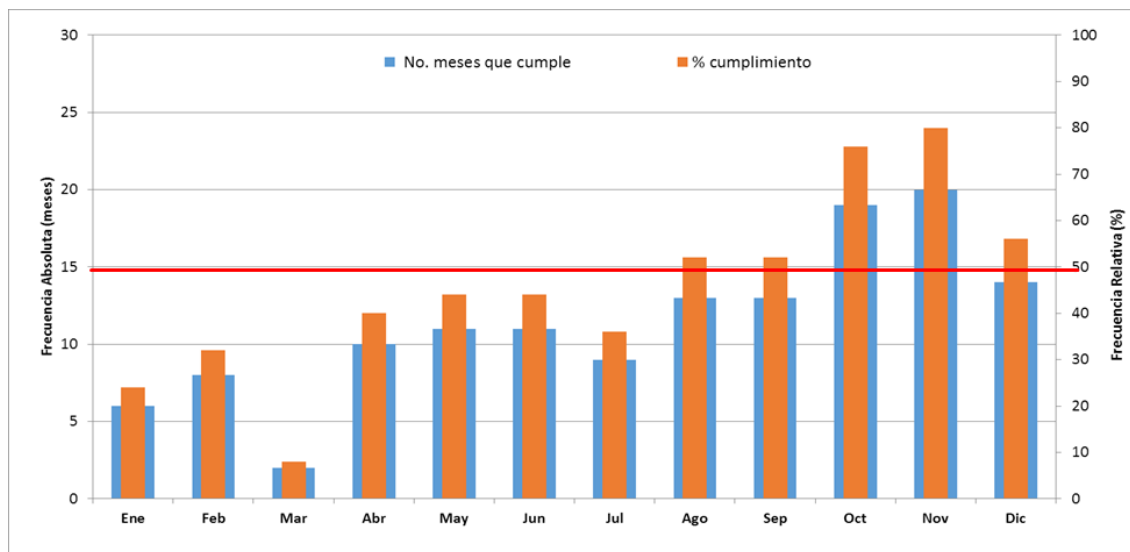


Figura 26. Alteraciones mensuales de acuerdo con NMX-AA-159-SCFI-2012 de Caudal Ecológico.
Fuente: elaboración IMTA, 2019

| Tabla 148. Porcentajes de cumplimiento de acuerdo con NMX-AA-159-SCFI-2012 de Caudal Ecológico en el Lago de Chapala | | | | | | | | |
|--|---------|---------------|---------|----------------|----------------------|-------------|----------------|-----------|
| Fuente: elaboración IMTA, 2019 | | | | | | | | |
| Mes | P10 RHN | Mediana (P50) | P90 RHN | Q medio actual | No. meses que cumple | Total meses | % cumplimiento | Clase |
| Ene | 0.20 | 4.7 | 12.5 | 1.9 | 6 | 25 | 24.0 | No Cumple |
| Feb | 0.13 | 3.4 | 13.6 | 3.3 | 8 | 25 | 32.0 | No Cumple |
| Mar | 0.18 | 2.7 | 12.0 | 0.1 | 2 | 25 | 8.0 | No Cumple |
| Abr | 0.11 | 3.4 | 8.3 | 0.2 | 10 | 25 | 40.0 | No Cumple |
| May | 0.11 | 4.3 | 12.9 | 0.4 | 11 | 25 | 44.0 | No Cumple |
| Jun | 0.22 | 9.7 | 31.6 | 10.1 | 11 | 25 | 44.0 | No Cumple |
| Jul | 13.61 | 41.0 | 222.4 | 40.3 | 9 | 25 | 36.0 | No Cumple |
| Ago | 12.78 | 43.8 | 303.6 | 33.5 | 13 | 25 | 52.0 | Si Cumple |
| Sep | 16.21 | 53.6 | 308.8 | 62.5 | 13 | 25 | 52.0 | Si Cumple |
| Oct | 0.28 | 25.7 | 313.5 | 30.8 | 19 | 25 | 76.0 | Si Cumple |
| Nov | 0.20 | 13.8 | 56.4 | 17.0 | 20 | 25 | 80.0 | Si Cumple |
| Dic | 0.31 | 7.3 | 18.4 | 7.2 | 14 | 25 | 56.0 | Si Cumple |
| Total | | | | | | | 45.3 | No Cumple |

Para la E.H. Corona, ubicada a 45 km aguas abajo del lago, se observan disminuciones generalizadas en todos los meses en importantes órdenes de magnitud en todos los meses entre los dos períodos de comparación. Es importante señalar que, ello puede deberse a la influencia del almacenamiento en el lago, la extracción para abastecimiento de agua potable y la reducida cuenca propia hacia aguas abajo. Además el régimen del río Santiago se encuentra alterado desde su inicio por la presencia de infraestructura como presas, por lo que la corriente no presenta un régimen incluso desde el periodo en que se considera menos alterado de 1927 a 1980 (Figura 27).

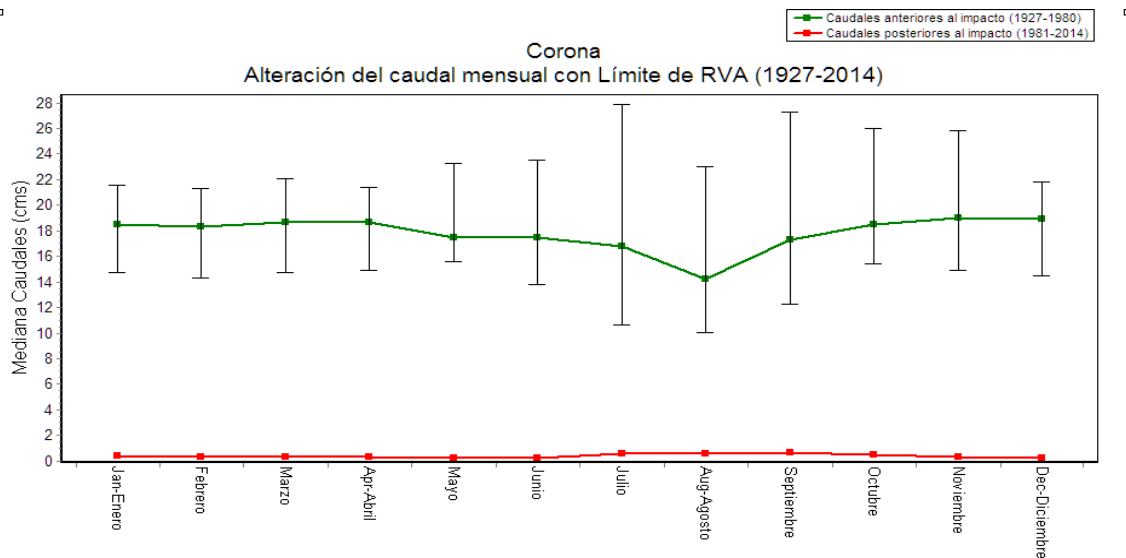


Figura 27. Alteraciones Hidrológicas para la Estación Hidrométrica de Corona

Fuente: elaboración IMTA, 2019

El Lago funciona como una regulación del agua que escurre hacia aguas abajo y la variabilidad estacional se va dando conforme avanza el río y concentra escurrimientos de cuenca propia. Se observa por tanto que han reducido los volúmenes de salida del Lago y se almacenan en las presas aguas abajo.

| Tabla 149. Percentiles mensuales en periodos antes y después del impacto Estación Hidrométrica de Corona. Fuente: elaboración IMTA, 2019 | | | | | | | | | | |
|--|---------------------|-------|-------|-------|--------|---------------------|------|------|------|------|
| Mes/Percentil | 1927-1980 (53 años) | | | | | 1981-2014 (32 años) | | | | |
| | 10% | 25% | 50% | 75% | 90% | 10% | 25% | 50% | 75% | 90% |
| Ene | 10.22 | 13.21 | 18.50 | 26.48 | 83.69 | 0.11 | 0.23 | 0.38 | 0.87 | 2.81 |
| Feb | 10.90 | 13.26 | 18.29 | 25.91 | 84.11 | 0.07 | 0.20 | 0.31 | 0.58 | 2.81 |
| Mar | 10.21 | 13.00 | 18.69 | 29.52 | 81.59 | 0.10 | 0.18 | 0.33 | 0.57 | 2.81 |
| Abr | 10.05 | 13.24 | 18.63 | 24.76 | 82.76 | 0.08 | 0.21 | 0.29 | 1.09 | 2.81 |
| May | 9.72 | 13.46 | 17.50 | 33.34 | 70.27 | 0.11 | 0.18 | 0.26 | 0.51 | 2.80 |
| Jun | 6.97 | 12.17 | 17.44 | 39.42 | 63.66 | 0.09 | 0.20 | 0.25 | 0.59 | 2.80 |
| Jul | 4.11 | 8.20 | 16.77 | 58.82 | 107.50 | 0.15 | 0.21 | 0.54 | 1.84 | 2.82 |
| Ago | 2.68 | 8.23 | 14.19 | 31.16 | 123.80 | 0.15 | 0.29 | 0.59 | 1.90 | 2.82 |
| Sep | 7.10 | 9.91 | 17.29 | 40.31 | 195.60 | 0.18 | 0.27 | 0.62 | 2.55 | 2.81 |
| Oct | 9.56 | 13.33 | 18.52 | 54.07 | 206.20 | 0.13 | 0.22 | 0.46 | 1.42 | 2.81 |
| Nov | 8.49 | 13.16 | 19.00 | 30.63 | 157.20 | 0.07 | 0.16 | 0.32 | 1.05 | 2.81 |
| Dic | 9.32 | 13.01 | 18.92 | 27.98 | 93.18 | 0.10 | 0.15 | 0.24 | 1.42 | 2.81 |

Por lo tanto, al comparar dos períodos asumiendo que en el más temprano existía menor presión de uso (extracciones) e infraestructura (presas y derivaciones), se observa que se

además de la disminución en la aporte del río Lerma, los volúmenes del Lago de Chapala se han mantenido bajos durante periodos largos (Figura 28).

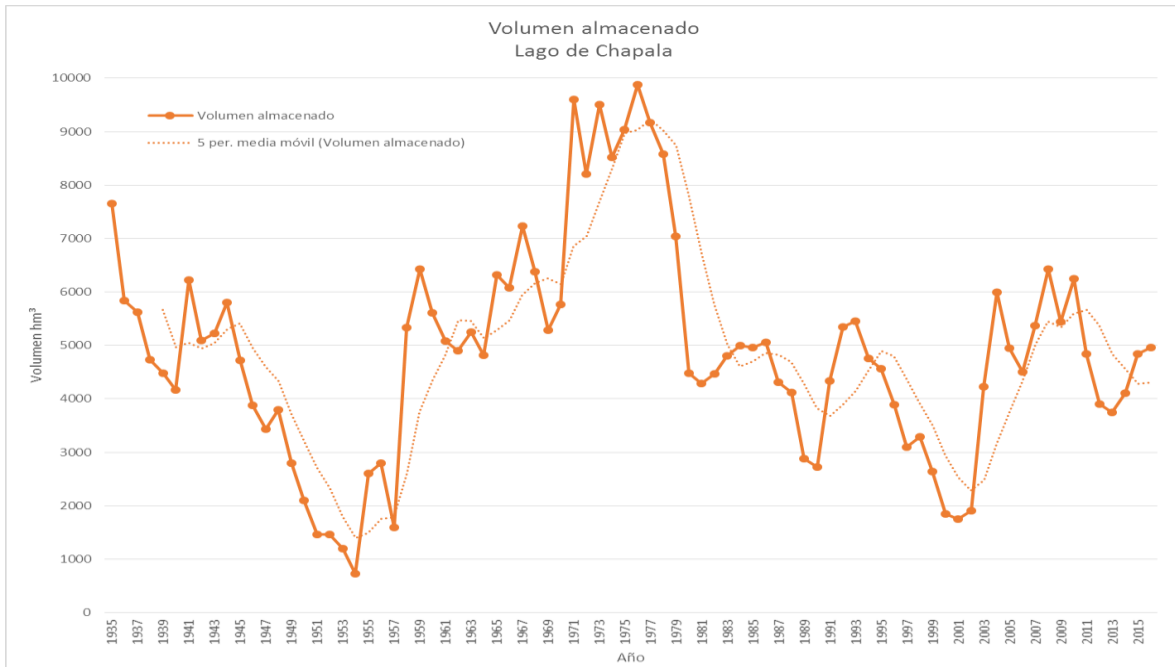


Figura 28. Niveles Históricos del Lago de Chapala

Fuente: CONAGUA y CEA Jalisco, 2015

<https://www.ceajalisco.gob.mx/contenido/chapala/>

<https://www.gob.mx/conagua>

Asimismo, al disminuir también en la salida de agua hacia el río Santiago, se reconocen importantes períodos de estrés en el lago, por lo que no se exporta agua y se mantienen bajos niveles y mayores períodos de tiempo de residencia del agua en el lago.

Los niveles en el Lago al aplicar la media móvil de 10 años, reducen el período en el que aparece como nivel alto de 21 años a 8 años, representando una condición baja y constante en el lago (Figura 28).

2.2.5 Lago de Cuitzeo

E.H. El Plan

El Lago de Cuitzeo se encuentra en la Región hidrológica número 12 Lerma-Santiago, es el segundo lago con mayor superficie en el país después del Lago de Chapala. La estación hidrométrica El Plan, se encuentra sobre el cauce rectificado del Río Grande de Morelia que desemboca sobre el Lago de Cuitzeo, a 15 km aproximadamente antes de la entrada al lago (Figura 29).

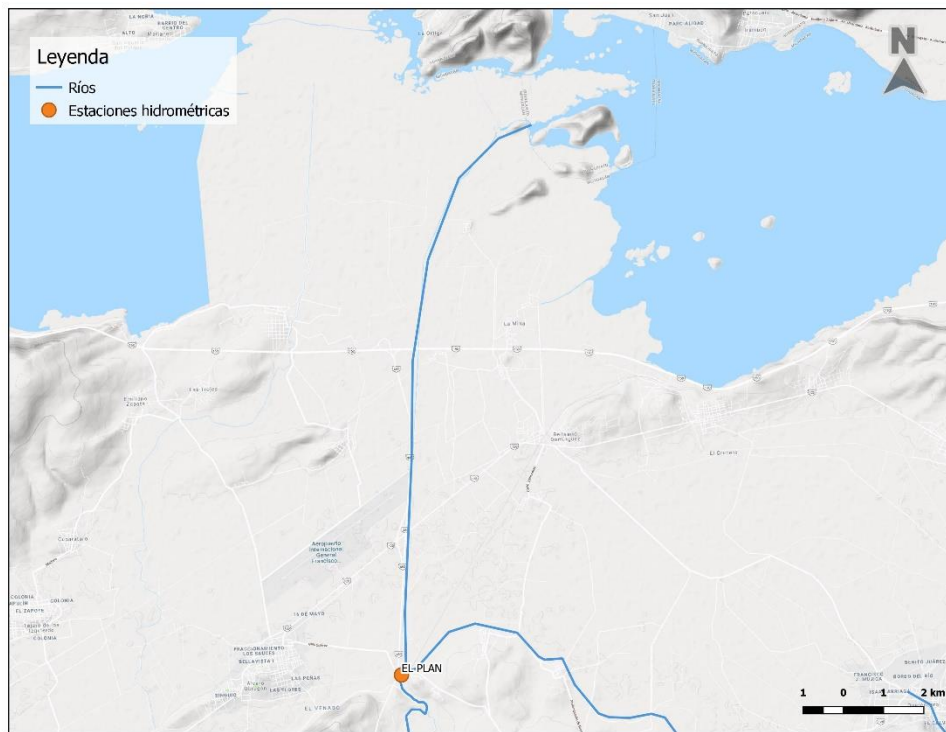


Figura 29. Ubicación del lago y la estación hidrométrica El Plan

Fuente: elaboración IMTA, 2019

La estación hidrométrica cuenta con 58 años de registro que van de 1957 a 2014 (Tabla 150).

| Tabla 150. Años de registro de la E.H El Plan | | | |
|---|----------|-----------------|------------------|
| Clave | Estación | Periodo de años | Años de registro |
| 12588 | El Plan | 1957-2014 | 58 |

Los datos diarios reflejan un comportamiento similar en todos los años de registro con excepción de un evento que supera los 300 m³/s en el año 1975. Como se observa existe un vacío de información entre los años 2007-2012 (Figura 30).

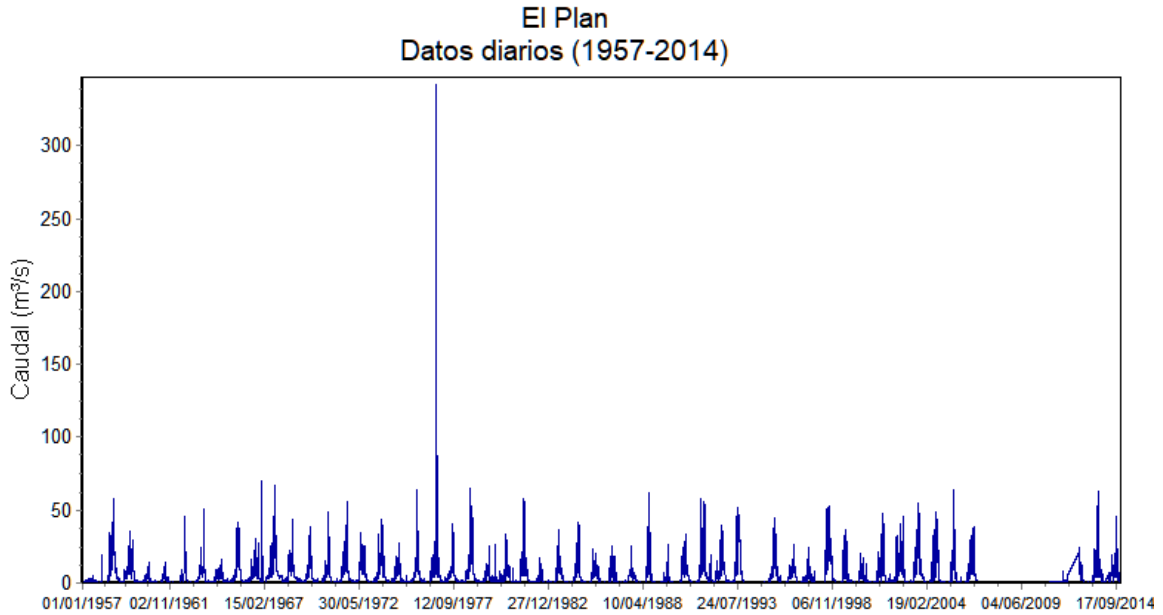


Figura 30. Datos diarios de la estación hidrométrica
Fuente: elaboración IMTA, 2019

Los años de registro se dividieron en dos periodos (1957-1984 y 1985-2014) para compararlos y determinar si existe una modificación al régimen natural, lo cual, en la comparación de datos mensuales mostró que no hay alteraciones significativas en el periodo actual de los datos, ya que la mayoría de los meses (con excepción del mes de enero) cumplen con la variabilidad natural determinada por los percentiles 25 y 75 (Figura 31 y Tabla 151).

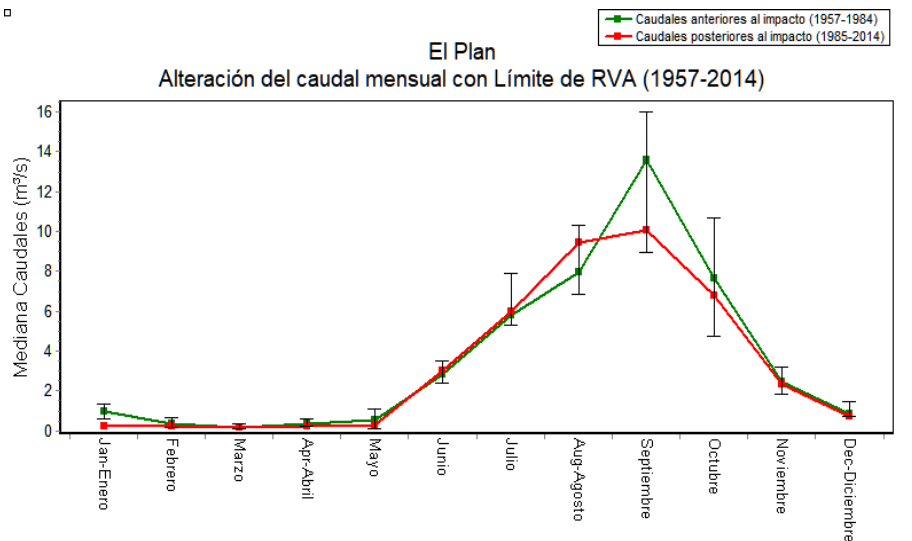


Figura 31. Comparación de dos periodos de los datos mensuales de la estación El Plan.
Fuente: elaboración IMTA, 2019

| Tabla 151. Percentiles mensuales de la estación hidrométrica El Plan | | | | | | | | | | |
|---|---|------------|------------|------------|------------|------------------|------------|------------|------------|------------|
| Mes | Medianas mensuales (m³/s) | | | | | | | | | |
| | 1957-1984 | | | | | 1985-2014 | | | | |
| | 10% | 25% | 50% | 75% | 90% | 10% | 25% | 50% | 75% | 90% |
| Enero | 0.19 | 0.44 | 0.98 | 1.57 | 2.36 | 0.00 | 0.06 | 0.20 | 0.45 | 2.44 |
| Febrero | 0.01 | 0.16 | 0.36 | 0.84 | 1.83 | 0.00 | 0.04 | 0.19 | 0.48 | 2.98 |
| Marzo | 0.00 | 0.08 | 0.17 | 0.45 | 1.00 | 0.00 | 0.04 | 0.18 | 0.37 | 1.75 |
| Abril | 0.00 | 0.12 | 0.32 | 0.80 | 1.84 | 0.00 | 0.12 | 0.20 | 0.51 | 2.65 |
| Mayo | 0.00 | 0.06 | 0.51 | 1.18 | 2.97 | 0.00 | 0.09 | 0.26 | 0.74 | 1.81 |
| Junio | 0.76 | 1.91 | 2.80 | 4.00 | 5.69 | 0.64 | 1.88 | 3.03 | 6.35 | 10.83 |
| Julio | 2.91 | 4.40 | 5.81 | 9.51 | 12.16 | 2.84 | 4.62 | 6.00 | 11.17 | 12.76 |
| Agosto | 3.37 | 6.59 | 7.98 | 12.04 | 14.66 | 3.85 | 6.37 | 9.44 | 14.89 | 19.52 |
| Septiembre | 1.68 | 8.21 | 13.60 | 19.30 | 26.33 | 1.24 | 6.11 | 10.05 | 15.91 | 32.29 |
| Octubre | 0.70 | 3.84 | 7.67 | 13.98 | 23.41 | 1.74 | 2.71 | 6.81 | 10.32 | 18.55 |
| Noviembre | 0.02 | 1.44 | 2.42 | 3.68 | 7.88 | 0.39 | 1.08 | 2.31 | 4.37 | 9.40 |
| Diciembre | 0.00 | 0.44 | 0.84 | 1.82 | 3.20 | 0.09 | 0.34 | 0.70 | 1.26 | 3.06 |

Con relación al análisis de las alteraciones conforme con los umbrales establecidos en la NMX-AA-159-SCFI-2012 de caudal ecológico (percentil 90 como máximo y 10 como mínimo), todos los meses cumplen esta condición de variabilidad natural (Tabla 152 y Figura 32).

| Tabla 152. Porcentajes de cumplimiento de acuerdo con NMX-AA-159-SCFI-2012 de Caudal Ecológico en la E.H. El Plan. | | | | | | | |
|---|----------------|----------------------|----------------|-----------------------|-------------------------|--------------------|-----------------------|
| Fuente: elaboración IMTA, 2019 | | | | | | | |
| Mes | P10 RHN | Mediana (P50) | P90 RHN | Q medio actual | Meses que cumple | Total meses | % cumplimiento |
| Ene | 28.2 | 1.2 | 3.0 | 0.8 | 10 | 24 | 41.7 |
| Feb | 22.7 | 0.5 | 1.4 | 0.8 | 13 | 24 | 54.2 |
| Mar | 19.3 | 0.3 | 0.8 | 0.7 | 20 | 24 | 83.3 |
| Abr | 17.4 | 0.5 | 1.7 | 1.0 | 18 | 24 | 75.0 |
| May | 16.6 | 0.9 | 2.7 | 1.3 | 19 | 24 | 79.2 |
| Jun | 21.9 | 2.8 | 5.9 | 5.3 | 12 | 24 | 50.0 |
| Jul | 56.8 | 6.7 | 12.5 | 9.3 | 17 | 24 | 70.8 |
| Ago | 94.6 | 10.3 | 15.0 | 12.9 | 16 | 24 | 66.7 |
| Sep | 131.1 | 15.5 | 24.0 | 15.4 | 18 | 24 | 75.0 |
| Oct | 101.3 | 9.3 | 23.1 | 8.8 | 22 | 24 | 91.7 |
| Nov | 57.8 | 2.6 | 7.5 | 3.7 | 19 | 24 | 79.2 |
| Dic | 39.7 | 1.0 | 3.0 | 1.1 | 23 | 24 | 95.8 |
| Total | | | | | | | 71.9 |

Como esta estación hidrométrica se ubica a la entrada del Lago Cuitzeo el análisis indica que el aporte a este cuerpo de agua se ha mantenido dentro de un rango de variabilidad natural, por lo que las pérdidas en su volumen escurrido pueden deberse a extracciones y otros usos aguas arriba del lago.

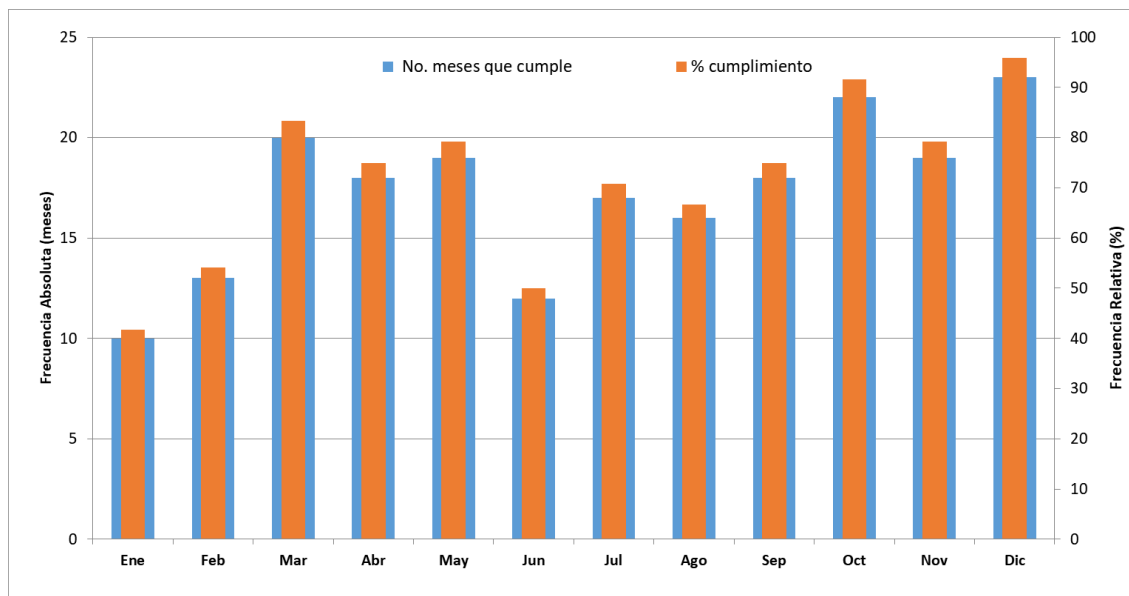


Figura 32. Alteraciones mensuales de acuerdo con NMX-AA-159-SCFI-2012 de Caudal Ecológico, E.H. El Plan

Fuente: elaboración IMTA, 2019

2.2.6 Presa Malpaso

La Presa Malpaso (Nezahualcóyotl), se encuentra ubicada en el cauce del Río Grijalva en el estado de Chiapas, cuenta con una central hidroeléctrica que tiene una capacidad instalada de 1,080 MW. Fue la primera presa sobre este río y se construyó entre 1958 y 1966, su embalse tiene una capacidad de almacenamiento de 9,605 Hm³ en una superficie aproximada de 110 km².

El río Grijalva tiene sus orígenes en Guatemala estando la mayor parte de sus afluentes dentro del territorio mexicano, se le une el río de la Venta en donde sus aguas son almacenadas en la presa Malpaso.

Aguas abajo de la presa y al entrar a la planicie costera recibe los afluentes Sayula, Pichucalco, Chilapa, Chilapilla, para descargar finalmente junto con el río Usumacinta en la Barra Frontera en el Golfo de México.

Se identificaron dos estaciones hidrométricas sobre el río Grijalva: la E.H. Grijalva y la E.H. Malpaso II, aguas arriba y aguas abajo respectivamente, con las cuales se realizó el análisis del comportamiento del flujo de alimentación y salida de caudales del embalse. En la Tabla 153, se muestran los años de registros de las estaciones hidrométricas y en la Figura 33 se observa la ubicación de dichas estaciones con respecto a la presa.

| Tabla 153. Años de registro de las E.H's Malpaso y Grijalva | | | |
|---|------------|-----------------|------------------|
| Clave | Estación | Periodo de años | Años de registro |
| 30098 | GRIJALVA | 1965-2003 | 39 |
| 30076 | MALPASO II | 1959-1982 | 24 |

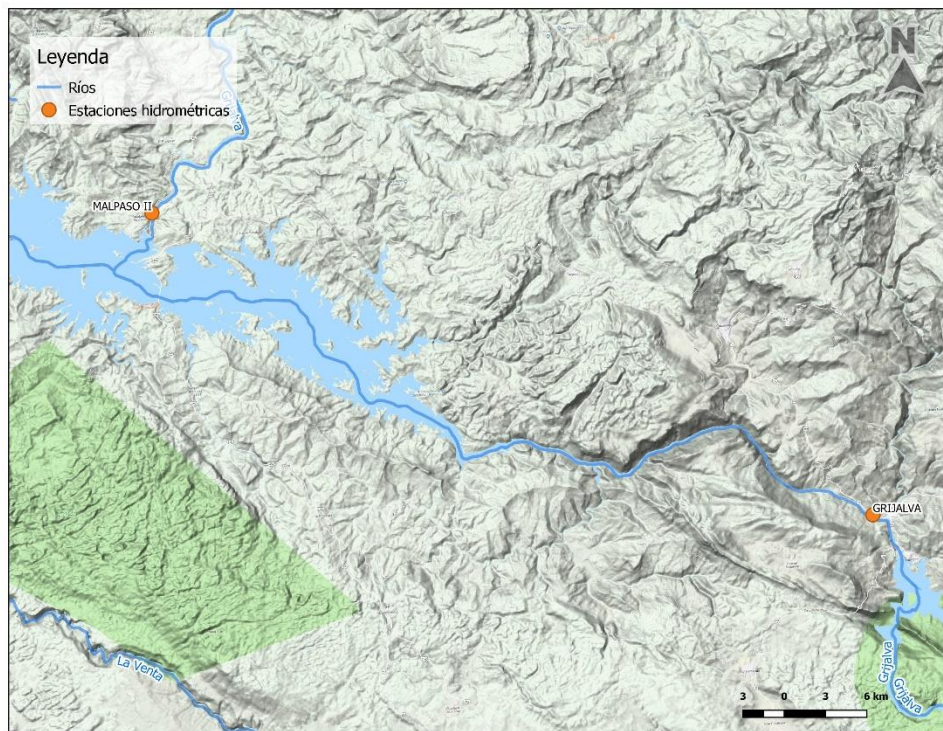


Figura 33. Ubicación de la presa y las estaciones hidrométricas Grijalva y Malpaso
Fuente: elaboración IMTA, 2019

EH Grijalva

La estación hidrométrica Grijalva se ubica a un kilómetro al oeste del poblado Chicoasén y a cinco kilómetros aguas abajo de la confluencia del río Hondo, el objetivo de la estación fue determinar las aportaciones del río Grijalva a la presa Malpaso, que se regularon con la construcción de la presa Chicoasén.

Los datos diarios de la estación Grijalva, muestran claramente el efecto de la presa Chicoasén, la cual se encuentra a 3 km de distancia de la estación hidrométrica. Esta presa comenzó su construcción en el año 1974 y entro en operación en 1981, por lo que a partir de este período se puede observar cómo cambian en frecuencia y magnitud los valores de caudal diarios, aunque también se alcanzan a observar que algunos picos altos se mantienen en ciertos años (Figura 34).

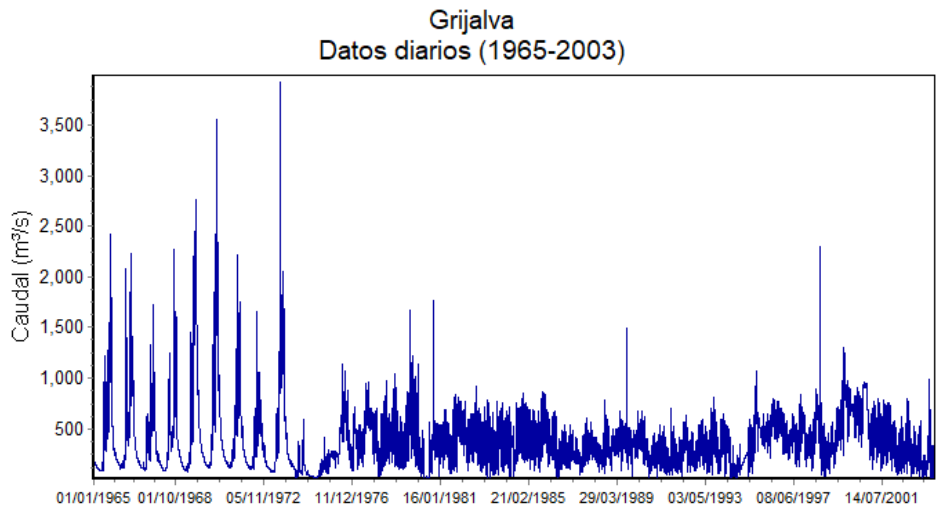


Figura 34. Datos diarios de la estación hidrométrica Grijalva
 Fuente: elaboración IMTA, 2019

Los datos mensuales de igual forma, muestran la diferencia entre el periodo anterior y posterior a la construcción y operación de la presa Chicoasén y se observa que prácticamente ningún mes cumple con la variabilidad que mantuvo el río antes de la construcción de la presa Chicoasén y el efecto acumulado de la presa Angostura que inició su operación en 1976. Por lo que hasta el año 1973 la variabilidad se mantuvo natural o menos perturbada entre los percentiles 25 y 75. La Figura 35 muestra que se ha perdido la variabilidad en esa sección del río por la regulación de los embalses, mientras que la Tabla 154 marca importantes incrementos de caudal en los meses de estiaje y reducción en los de lluvia por el control de las avenidas.

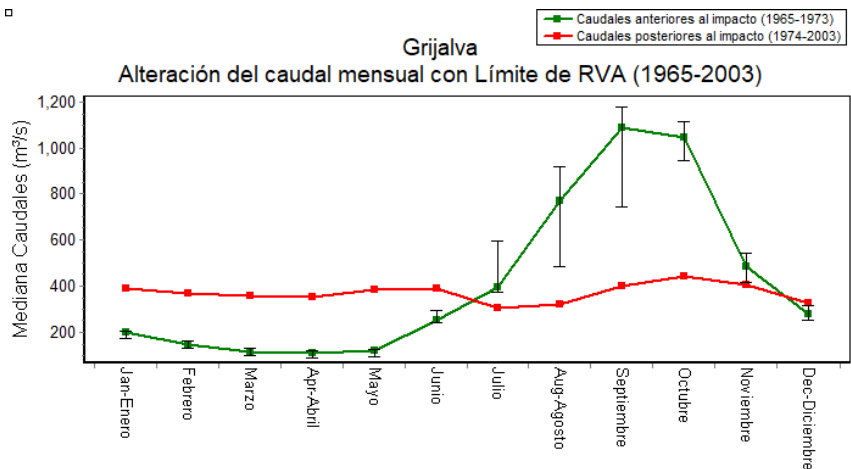


Figura 35. Comparación de dos periodos de los datos mensuales de la estación Grijalva
 Fuente: elaboración IMTA, 2019

| Tabla 154. Percentiles mensuales de la estación hidrométrica Grijalva | | | | | | | | | | |
|---|--|-------|--------|--------|--------|-----------|-------|-------|-------|-------|
| Mes | Medianas mensuales (m ³ /s) | | | | | | | | | |
| | 1965-1973 | | | | | 1974-2003 | | | | |
| | 10% | 25% | 50% | 75% | 90% | 10% | 25% | 50% | 75% | 90% |
| Enero | 130.9 | 166.4 | 198.0 | 218.1 | 244.3 | 148.1 | 263.1 | 388.1 | 511.5 | 641.1 |
| Febrero | 105.4 | 130.6 | 145.3 | 169.1 | 193.0 | 150.1 | 240.3 | 371.2 | 476.3 | 570.1 |
| Marzo | 77.5 | 96.1 | 115.7 | 141.4 | 151.4 | 136.1 | 249.9 | 358.9 | 471.9 | 553.3 |
| Abril | 76.6 | 86.4 | 107.4 | 123.5 | 130.6 | 192.5 | 242.9 | 351.8 | 425.0 | 549.0 |
| Mayo | 78.7 | 90.1 | 120.5 | 131.3 | 135.0 | 48.2 | 259.8 | 382.7 | 459.3 | 502.8 |
| Junio | 216.3 | 240.8 | 250.2 | 357.6 | 459.0 | 63.6 | 262.5 | 388.2 | 477.6 | 540.7 |
| Julio | 277.5 | 333.5 | 393.1 | 657.5 | 830.3 | 112.2 | 173.3 | 306.9 | 503.4 | 687.0 |
| Agosto | 341.7 | 451.8 | 769.1 | 1038.0 | 1396.0 | 103.2 | 216.0 | 320.4 | 551.9 | 723.0 |
| Septiembre | 555.4 | 595.6 | 1086.0 | 1576.0 | 2004.0 | 190.2 | 276.9 | 398.6 | 638.0 | 874.0 |
| Octubre | 445.4 | 879.1 | 1046.0 | 1290.0 | 1474.0 | 113.7 | 263.9 | 444.8 | 524.5 | 824.3 |
| Noviembre | 271.3 | 375.9 | 485.1 | 569.8 | 593.2 | 85.5 | 269.5 | 408.0 | 637.8 | 753.2 |
| Diciembre | 177.5 | 234.2 | 276.7 | 338.6 | 363.8 | 155.1 | 223.5 | 324.0 | 517.8 | 660.2 |

Con relación al análisis de las alteraciones conforme con los umbrales establecidos en la NMX-AA-159-SCFI-2012 de caudal ecológico (percentil 90 como máximo y 10 como mínimo), solamente el mes de junio cumple esta condición de variabilidad natural (Tabla 155 y Figura 36).

| Tabla 155. Porcentajes de cumplimiento de acuerdo con NMX-AA-159-SCFI-2012 de Caudal Ecológico en la E.H. Grijalva. | | | | | | | |
|---|---------|---------------|---------|----------------|----------------------|-------------|----------------|
| Fuente: elaboración IMTA, 2019 | | | | | | | |
| Mes | P10 RHN | Mediana (P50) | P90 RHN | Q medio actual | No. meses que cumple | Total meses | % cumplimiento |
| Ene | 158.18 | 198.4 | 235.2 | 386.2 | 3.00 | 30 | 10.0 |
| Feb | 125.44 | 148.2 | 178.1 | 361.0 | 3.00 | 30 | 10.0 |
| Mar | 94.018 | 117.7 | 149.2 | 355.8 | 1.00 | 30 | 3.3 |
| Abr | 83.332 | 108.1 | 124.7 | 342.6 | 1.00 | 30 | 3.3 |
| May | 93.583 | 124.3 | 139.1 | 353.3 | 0.00 | 30 | 0.0 |
| Jun | 271.69 | 336.0 | 491.2 | 351.9 | 15.00 | 30 | 50.0 |
| Jul | 370.93 | 505.2 | 770.8 | 348.5 | 12.00 | 30 | 40.0 |
| Ago | 452.13 | 759.5 | 1399.5 | 367.6 | 8.00 | 30 | 26.7 |
| Sep | 595.27 | 1076.2 | 2021.0 | 462.9 | 7.00 | 30 | 23.3 |
| Oct | 856.35 | 1139.0 | 1440.4 | 443.7 | 2.00 | 30 | 6.7 |
| Nov | 359.74 | 503.0 | 618.4 | 414.1 | 11.00 | 30 | 36.7 |
| Dic | 213.29 | 281.9 | 364.7 | 353.2 | 11.00 | 30 | 36.7 |
| Total | | | | | | | 20.6 |

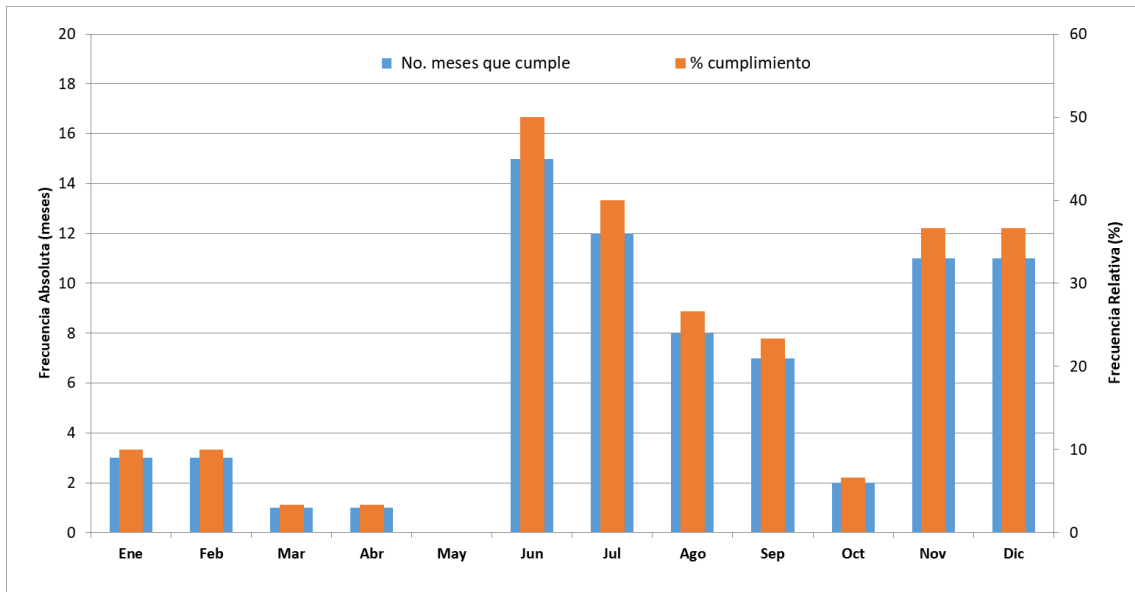


Figura 36. Alteraciones mensuales de acuerdo con NMX-AA-159-SCFI-2012 de Caudal Ecológico, E.H. Grijalva

Fuente: elaboración IMTA, 2019

EH Malpaso II

La estación hidrométrica Malpaso II se localiza sobre el río Grijalva en el municipio de Tecpatán en el estado de Chiapas, aproximadamente a 3 km aguas abajo de la cortina de la Presa, su objetivo es conocer las salidas totales de la Presa Malpaso.

El gráfico de datos diarios de la EH Malpaso, muestra los efectos de la presa sobre la corriente del río Grijalva, ya que se construyó en el periodo de 1959-1966 y es el periodo donde se observa en la gráfica un comportamiento irregular en el hidrograma, además de eso, se observa también otro efecto que causó la construcción y operación de la presa Chicoasén en el año de 1974 y su operación a partir de 1981, así que en esta serie de datos se pueden distinguir dos eventos que modificaron el caudal del río Grijalva en este sitio de medición (Figura 37).

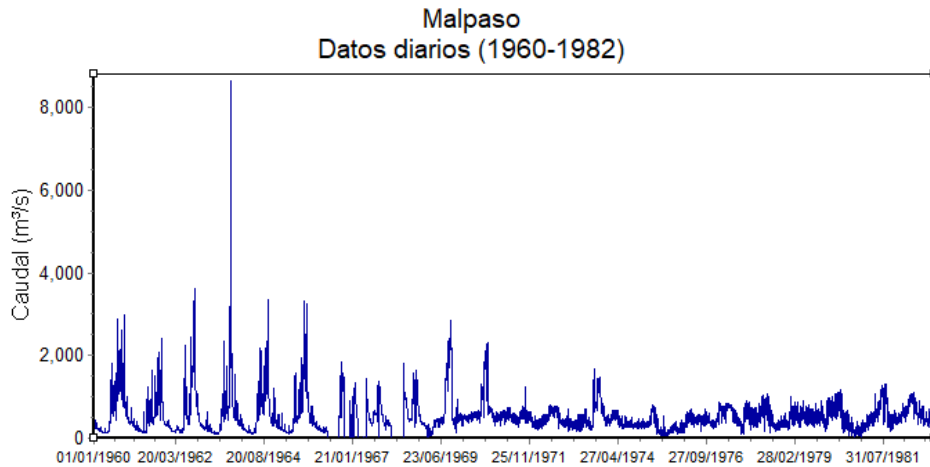


Figura 37. Datos diarios de la estación hidrométrica Malpaso II

Fuente: elaboración IMTA, 2019

En la comparación de dos periodos, antes y después de la presa Malpaso (1960-1965 y 1966-1982), se observan los mismos efectos que en la estación Grijalva, ya que de igual forma se ha perdido la variabilidad natural ya que en su mayoría no cumplen con los umbrales de variabilidad determinados por los percentiles 25 y 75 (Figura 38 y Tabla 156).

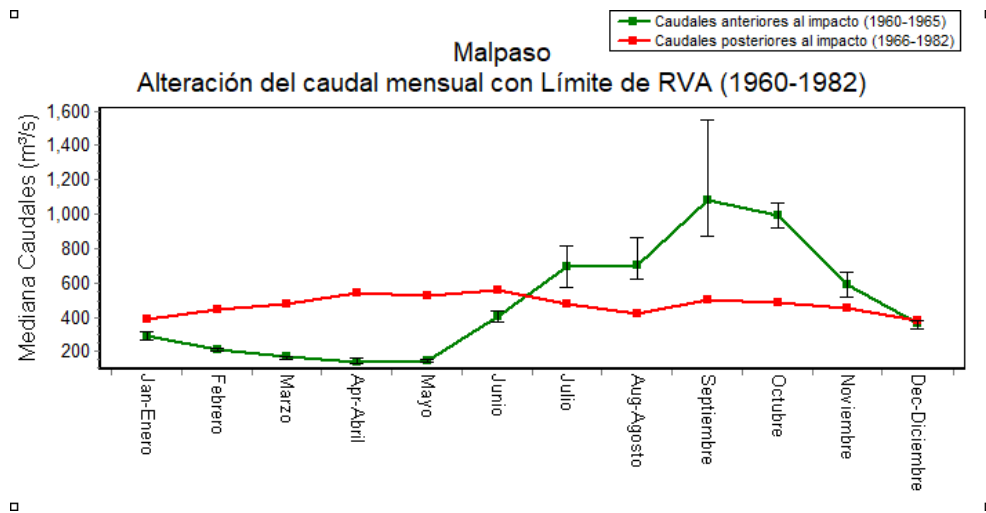


Figura 38. Comparación de dos periodos de datos mensuales estación Malpaso II

Fuente: elaboración IMTA, 2019

| Tabla 156. Percentiles mensuales de la estación hidrométrica Malpaso II | | | | | | | | | | |
|--|--|------------|------------|------------|------------|------------------|------------|------------|------------|------------|
| Mes | Medianas mensuales (m ³ /s) | | | | | | | | | |
| | 1960-1965 | | | | | 1966-1982 | | | | |
| | 10% | 25% | 50% | 75% | 90% | 10% | 25% | 50% | 75% | 90% |
| Enero | 234.4 | 252.9 | 293.3 | 339.1 | 378.8 | 244.4 | 331.0 | 391.1 | 499.9 | 547.2 |
| Febrero | 188.8 | 198.0 | 208.4 | 241.0 | 269.2 | 242.9 | 293.2 | 447.7 | 624.5 | 842.3 |
| Marzo | 154.9 | 155.7 | 168.5 | 182.1 | 199.4 | 117.4 | 380.1 | 475.2 | 611.6 | 736.5 |
| Abril | 121.6 | 126.9 | 140.8 | 186.5 | 216.0 | 11.3 | 339.7 | 542.3 | 721.9 | 861.6 |
| Mayo | 116.0 | 131.0 | 145.1 | 153.4 | 163.5 | 12.3 | 406.1 | 528.8 | 708.6 | 969.0 |
| Junio | 214.4 | 318.5 | 403.1 | 485.6 | 589.0 | 8.0 | 376.3 | 557.4 | 749.1 | 832.1 |
| Julio | 484.7 | 541.1 | 697.5 | 937.7 | 1249.0 | 134.1 | 326.0 | 480.5 | 610.7 | 954.5 |
| Agosto | 498.7 | 571.4 | 700.0 | 939.5 | 969.1 | 90.0 | 300.0 | 424.6 | 687.9 | 1210.0 |
| Septiembre | 658.5 | 808.1 | 1084.0 | 1722.0 | 1849.0 | 172.6 | 306.1 | 502.0 | 813.6 | 1881.0 |
| Octubre | 808.1 | 884.9 | 989.9 | 1290.0 | 1929.0 | 188.8 | 316.3 | 486.2 | 1191.0 | 1608.0 |
| Noviembre | 378.0 | 477.6 | 587.3 | 714.7 | 832.0 | 135.7 | 329.7 | 449.8 | 650.3 | 793.7 |
| Diciembre | 276.9 | 308.5 | 368.1 | 392.4 | 410.5 | 103.6 | 318.8 | 378.4 | 510.0 | 580.6 |

Con relación al análisis de las alteraciones conforme con los umbrales establecidos en la NMX-AA-159-SCFI-2012 de caudal ecológico (percentil 90 como máximo y 10 como mínimo), esta condición de variabilidad natural comparativamente solo se cumple en el mes de diciembre (Tabla 157 y Figura 39).

| Tabla 157. Alteraciones mensuales de acuerdo con NMX-AA-159-SCFI-2012 de Caudal Ecológico, E.H. Malpaso II. | | | | | | | |
|---|---------|---------------|---------|----------------|------------------|-------------|----------------|
| Fuente: elaboración IMTA, 2019 | | | | | | | |
| Mes | P10 RHN | Mediana (P50) | P90 RHN | Q medio actual | Meses que cumple | Total meses | % cumplimiento |
| Ene | 271.2 | 311.5 | 372.3 | 411.9 | 3 | 17 | 17.6 |
| Feb | 208.2 | 221.4 | 268.5 | 456.4 | 3 | 17 | 17.6 |
| Mar | 157.9 | 172.6 | 206.2 | 455.9 | 1 | 17 | 5.9 |
| Abr | 129.1 | 151.1 | 198.6 | 501.1 | 1 | 17 | 5.9 |
| May | 131.1 | 152.0 | 172.7 | 511.6 | 1 | 17 | 5.9 |
| Jun | 329.7 | 496.0 | 595.2 | 534.6 | 7 | 17 | 41.2 |
| Jul | 625.0 | 812.0 | 1125.1 | 493.8 | 3 | 17 | 17.6 |
| Ago | 707.3 | 797.8 | 1013.8 | 508.4 | 2 | 17 | 11.8 |
| Sep | 900.8 | 1537.3 | 2042.5 | 676.7 | 2 | 17 | 11.8 |
| Oct | 1023.2 | 1186.7 | 1635.4 | 726.8 | 6 | 17 | 35.3 |
| Nov | 460.0 | 667.0 | 944.8 | 499.4 | 7 | 17 | 41.2 |
| Dic | 302.7 | 412.1 | 465.8 | 387.1 | 9 | 17 | 52.9 |
| Total | | | | | | | 22.1 |

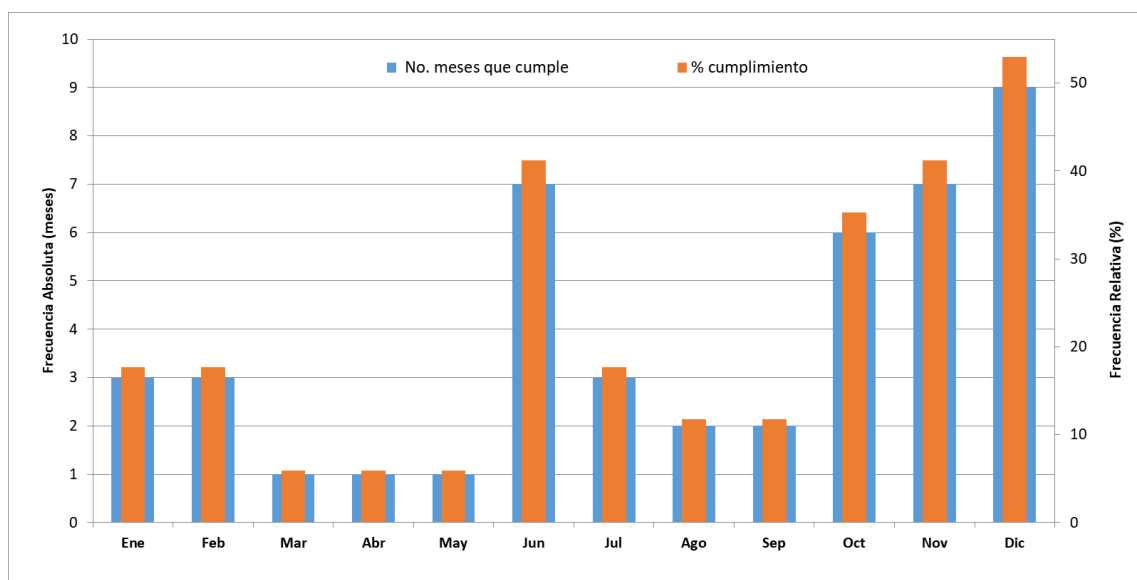


Figura 39. Alteraciones mensuales de acuerdo con NMX-AA-159-SCFI-2012 de Caudal Ecológico, E.H. Malpaso II

Fuente: elaboración IMTA, 2019

2.2.7 Presa Peñitas en El Río Grijalva, Chiapas

La estación hidrométrica Peñitas, ubicada aguas abajo de la presa del mismo nombre que se construyó entre 1984 y 1987, señala para el período inicial, sin presa, pero siendo una corriente regulada 72 km aguas arriba por la presa Malpaso, un hidrograma estacional por el efecto de la acumulación de cuenca propia (Figura 40). Sin embargo, para el período alterado por la construcción de la presa (1986 a 2011), el hidrograma señala incrementos en estiaje por efecto de la generación de energía registradas como caudales diarios, así como disminuciones en lluvias por el almacenamiento (Figura 41 y Tabla 158).

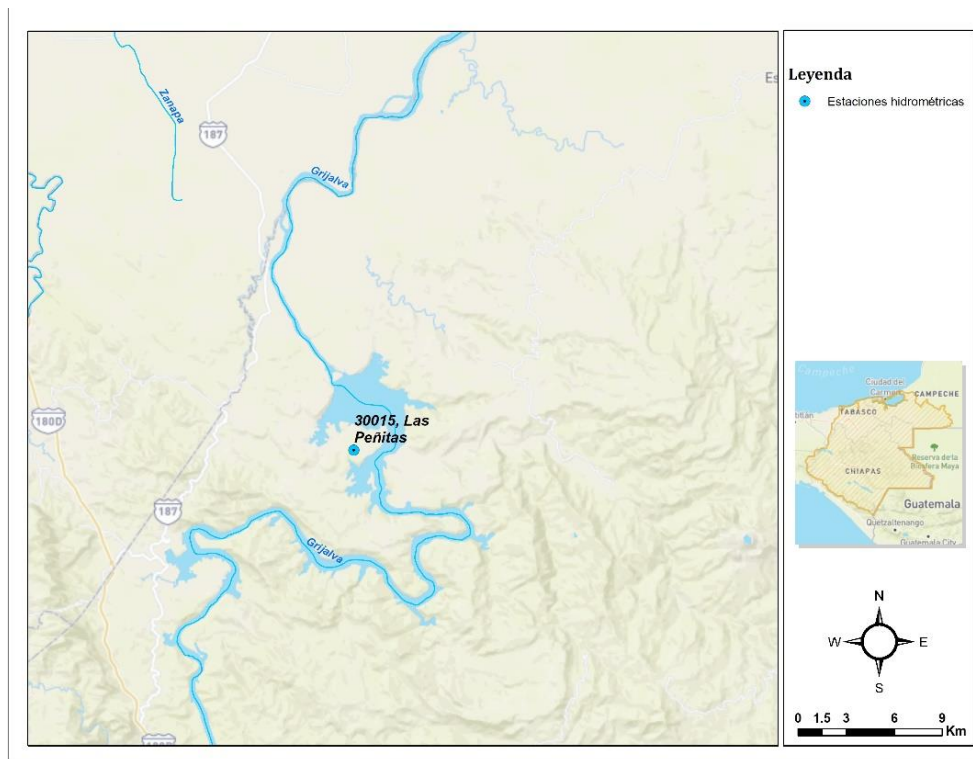


Figura 40. Estaciones hidrométricas cercanas a la Presa
Fuente: elaboración IMTA, 2019; con datos de CONAGUA, 2019.

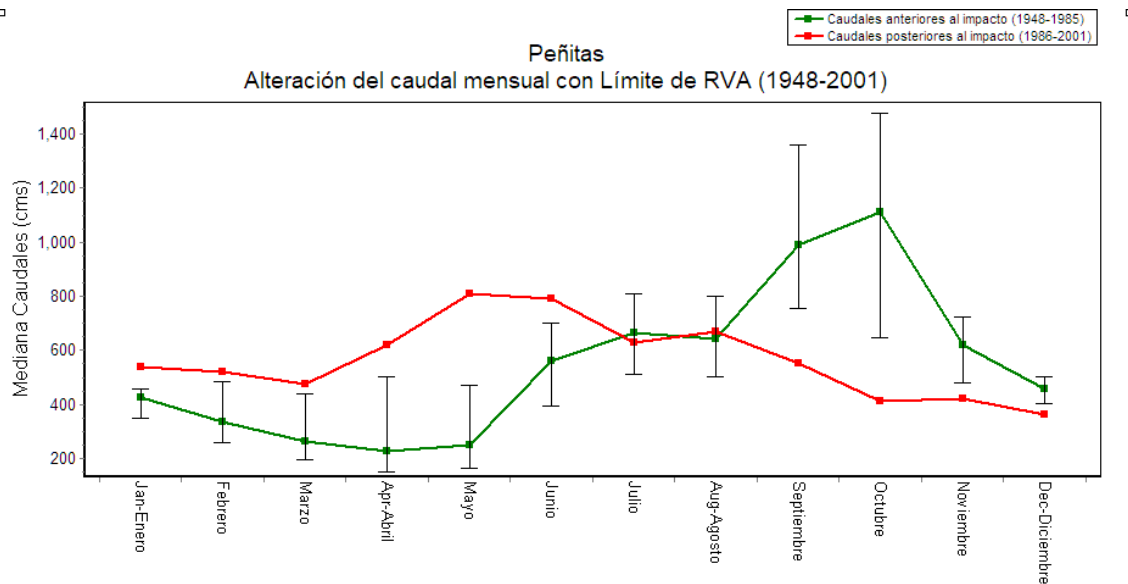


Figura 41. Alteraciones hidrológicas para la Estación Hidrométrica Las Peñitas
Fuente: Fuente: elaboración IMTA, 2019.

| Tabla 158. Percentiles mensuales en periodos antes y después del impacto Estación Hidrométrica Las Peñitas. | | | | | | | | | | |
|---|---------------------|--------|---------|---------|---------|-----------------------|--------|--------|---------|---------|
| Fuente: elaboración IMTA, 2019 | | | | | | | | | | |
| Mes/Percentil | 1948-1985 (38 años) | | | | | 1986-2001 (15 años) | | | | |
| | 10% | 25% | 50% | 75% | 90% | 10% | 25% | 50% | 75% | 90% |
| Ene | 267.30 | 323.00 | 425.50 | 505.30 | 580.40 | 226.90 | 380.60 | 539.70 | 768.00 | 1033.00 |
| Feb | 213.30 | 243.00 | 334.00 | 528.90 | 801.50 | 221.00 | 271.20 | 519.90 | 625.40 | 850.30 |
| Mar | 161.30 | 178.00 | 262.70 | 517.80 | 675.70 | 322.30 | 354.00 | 475.40 | 601.40 | 946.70 |
| Abr | 118.80 | 142.20 | 227.60 | 589.00 | 819.90 | 373.30 | 470.30 | 620.80 | 767.60 | 991.60 |
| May | 115.00 | 151.20 | 249.30 | 589.40 | 887.90 | 460.80 | 623.00 | 810.10 | 981.00 | 1106.00 |
| Jun | 215.20 | 331.60 | 559.00 | 797.50 | 920.20 | 356.60 | 673.40 | 792.40 | 941.70 | 1078.00 |
| Jul | 324.90 | 474.20 | 665.00 | 930.40 | 1285.00 | 404.80 | 513.60 | 627.70 | 885.10 | 1324.00 |
| Ago | 312.30 | 463.00 | 640.40 | 863.30 | 1149.00 | 356.00 | 525.90 | 667.10 | 1043.00 | 1198.00 |
| Sep | 390.20 | 694.80 | 990.20 | 1733.00 | 2353.00 | 288.50 | 363.00 | 550.80 | 939.10 | 1172.00 |
| Oct | 440.70 | 497.90 | 1109.00 | 1574.00 | 2298.00 | 213.60 | 346.50 | 413.90 | 675.90 | 1326.00 |
| Nov | 323.40 | 443.10 | 617.50 | 790.70 | 915.20 | 253.40 | 280.30 | 420.10 | 582.10 | 1075.00 |
| Dic | 252.80 | 365.90 | 456.10 | 512.50 | 719.60 | 226.20 | 270.50 | 361.90 | 611.60 | 730.30 |

En esta cuenca el Objetivo Ambiental también es D por la presión de uso muy alta, aunque deba corroborarse la importancia ecológica ya afectada por otros embalses.

| Tabla 159. Objetivo Ambiental de la Cuenca del Río Grijalva, NMX-AA-159-SCFI-2012 de Caudal Ecológico | | | | | |
|---|------------------|-----------------------|----------------|------------------------|--------------------|
| RH | Nombre de Cuenca | Importancia Ecológica | Presión de Uso | Estado de Conservación | Objetivo Ambiental |
| 30 | Presa Peñitas | Baja | Muy alta | Deficiente | D |

De la comparación de dos períodos con los percentiles de la norma de caudal ecológico 10/90 se observa que aunque las variaciones de los volúmenes entre los meses no son muy marcadas por la regulación que ejercen las presas aguas arriba, así como por la baja variabilidad climática con períodos de lluvia y humedad casi constantes en esta región durante el año, las alteraciones se presentan principalmente en meses de estiaje como son abril, octubre y noviembre, así como en junio cuando se marca el inicio de los pulsos de la temporada de lluvias (Figura 42 y Tabla 160).

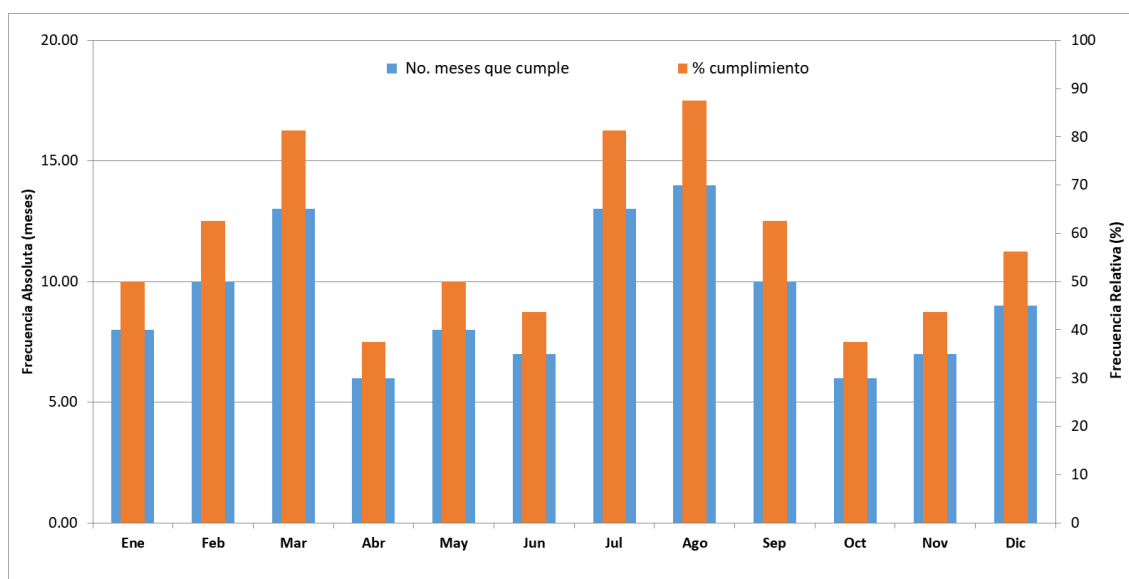


Figura 42. Alteraciones mensuales, en la E. H. Las Peñitas.

Fuente: elaboración IMTA, 2019

Tabla 160. Porcentajes de cumplimiento de acuerdo con NMX-AA-159-SCFI-2012 de Caudal Ecológico en la E. H. Las Peñitas (Chis.)

Fuente: elaboración IMTA, 2019

| Mes | P10 | Mediana (P50) | P90 | Q medio actual (m ³ /s) | No. meses que cumple | Total meses | % cumplimiento | Clase |
|---------------|-------|---------------|--------|------------------------------------|----------------------|-------------|----------------|-------------|
| Ene | 309.5 | 428.5 | 614.7 | 576.14 | 8.00 | 16 | 50.0 | Alterada |
| Feb | 227.5 | 354.9 | 700.4 | 525.54 | 10.00 | 16 | 62.5 | No Alterada |
| Mar | 170.2 | 303.3 | 660.7 | 517.73 | 13.00 | 16 | 81.3 | No Alterada |
| Abr | 127.2 | 232.6 | 777.2 | 654.88 | 6.00 | 16 | 37.5 | Alterada |
| May | 125.3 | 279.6 | 813.5 | 774.25 | 8.00 | 16 | 50.0 | Alterada |
| Jun | 245.7 | 603.5 | 873.7 | 800.54 | 7.00 | 16 | 43.8 | Alterada |
| Jul | 381.9 | 715.8 | 1286.3 | 740.58 | 13.00 | 16 | 81.3 | No Alterada |
| Ago | 349.3 | 695.3 | 1188.9 | 741.85 | 14.00 | 16 | 87.5 | No Alterada |
| Sep | 503.8 | 1079.7 | 2427.7 | 656.72 | 10.00 | 16 | 62.5 | No Alterada |
| Oct | 523.4 | 1314.7 | 2133.1 | 627.51 | 6.00 | 16 | 37.5 | Alterada |
| Nov | 397.1 | 709.1 | 1156.4 | 517.88 | 7.00 | 16 | 43.8 | Alterada |
| Dic | 297.8 | 518.4 | 732.1 | 460.53 | 9.00 | 16 | 56.3 | No Alterada |
| Total mensual | | | | | | | 57.8 | No Alterada |

2.3 Calidad del Agua

La investigación sobre la relación de la calidad del agua y la presencia, florecimiento o infestación de acuáticas exóticas invasoras, así como el papel de éstas en la remoción o concentración de contaminantes ha sido ampliamente estudiada (Villamagna & Murphy, 2010; Wang *et al.*, 2012).

Por lo anterior, se reconoce internacionalmente que el aporte de nutrientes, principalmente nitrógeno y fósforo contribuyen a la eutrofización de los cuerpos de agua (Khan & Ansari, 2005); y que estas condiciones favorecen tanto los florecimientos algales, así como las infestaciones de plantas acuáticas invasoras flotantes, sumergidas y enraizadas (You *et al.*, 2014; Fleming & Dibble, 2015).

Con respecto a sus efectos sobre la calidad del agua, se ha publicado que los tapetes densos de lirio reducen la productividad de fitoplancton y concentraciones de oxígeno disuelto, al evitar la transferencia de oxígeno del aire a la superficie del agua y al bloquear la luz utilizada para la fotosíntesis por el fitoplancton y la vegetación sumergida (Perna & Burrows, 2005). También pueden resultar en tasas de sedimentación por la estructura radicular de las plantas y de evapotranspiración elevada en las hojas (Santos *et al.*, 2011).

Por otro lado, se ha encontrado que el lirio acuático estabiliza los niveles de pH y la temperatura dentro de los sistemas lóticos, aumentando la mezcla dentro de la columna de agua y posiblemente evitando la estratificación (Giraldo & Garzón, 2002); además de adsorber metales pesados (Tiwari *et al.*, 2007), contaminantes orgánicos y nutrientes de la columna de agua (Martelo & Borrego, 2012).

Con el propósito de analizar la información sobre nitratos y fosfatos que constituyen los principales nutrientes (Quirós, 2003; Kennedy *et al.*, 2009) que promueven la infestación de PAEI, se analizaron los datos disponibles de la Red de Monitoreo de la Calidad del Agua (RNMCA) de la Conagua de 2012-2018, obtenidos en: <http://sina.conagua.gob.mx> y solicitándolos a la gerencia correspondiente. Las estaciones analizadas se muestran en la Tabla 161.

| Tabla 161. Estaciones de calidad del agua analizadas | | |
|---|--------------------------------------|-----------------|
| CLAVE SITIO | NOMBRE DEL SITIO | CUENCA |
| OCPNO4488 | Presa Adolfo López Mateos 1 | Río Humaya |
| OCPNO4487 | Presa Adolfo López Mateos 2 | Río Humaya |
| OCPNO4486 | Presa Adolfo López Mateos 3 | Río Humaya |
| OCPNO4489 | Presa Adolfo López Mateos 4 | Río Humaya |
| OCPNO4483 | Presa Sanalona 1 | Río Tamazula |
| OCPNO4580 | Presa José López Portillo 1 | Río San Lorenzo |
| OCPNO4581 | Presa José López Portillo 2 | Río San Lorenzo |
| OCPNO4582 | Presa José López Portillo 3 | Río San Lorenzo |
| OCPNO4583 | Presa José López Portillo 4 | Río San Lorenzo |
| OCPNO4584 | Presa José López Portillo 5 | Río San Lorenzo |
| OCLSP3784 | Lago de Chapala Estación Lacustre 01 | Lago de Chapala |
| OCLSP3855M1 | Lago de Chapala Estación Lacustre 02 | Lago de Chapala |
| OCLSP3854M1 | Lago de Chapala Estación Lacustre 03 | Lago de Chapala |
| OCLSP3852M1 | Lago de Chapala Estación Lacustre 04 | Lago de Chapala |
| OCLSP3791M1 | Lago de Chapala Estación Lacustre 05 | Lago de Chapala |
| OCLSP3790 | Lago de Chapala Estación Lacustre 06 | Lago de Chapala |
| OCLSP3788 | Lago de Chapala Estación Lacustre 07 | Lago de Chapala |
| OCLSP3786 | Lago de Chapala Estación Lacustre 08 | Lago de Chapala |
| OCLSP3794M1 | Lago de Chapala Estación Lacustre 10 | Lago de Chapala |
| OCLSP3843M1 | Lago de Chapala Estación Lacustre 11 | Lago de Chapala |
| OCLSP3844M1 | Lago de Chapala Estación Lacustre 12 | Lago de Chapala |
| OCLSP3846 | Lago de Chapala Estación Lacustre 13 | Lago de Chapala |
| OCLSP3848M1 | Lago de Chapala Estación Lacustre 14 | Lago de Chapala |
| OCLSP3849M1 | Lago de Chapala Estación Lacustre 15 | Lago de Chapala |
| OCLSP3798M1 | Lago de Chapala Estación Lacustre 16 | Lago de Chapala |
| OCLSP3797M1 | Lago de Chapala Estación Lacustre 17 | Lago de Chapala |
| OCLSP3800 | Lago de Chapala Estación Lacustre 20 | Lago de Chapala |
| OCLSP3801M1 | Lago de Chapala Estación Lacustre 21 | Lago de Chapala |
| OCLSP3803M1 | Lago de Chapala Estación Lacustre 22 | Lago de Chapala |
| OCLSP3847M1 | Lago de Chapala Estación Lacustre 23 | Lago de Chapala |
| OCLSP3806M1 | Lago de Chapala Estación Lacustre 24 | Lago de Chapala |
| OCLSP3807M1 | Lago de Chapala Estación Lacustre 25 | Lago de Chapala |
| OCLSP3835M1 | Lago de Chapala Estación Lacustre 26 | Lago de Chapala |
| OCLSP3836M1 | Lago de Chapala Estación Lacustre 27 | Lago de Chapala |
| OCLSP3802 | Lago de Chapala Estación Lacustre 28 | Lago de Chapala |
| DLMIC1738 | Cuitzeo Estación Queréndaro | Lago de Cuitzeo |
| DLMIC1742 | Lago de Cuitzeo 11 | Lago de Cuitzeo |
| DLMIC1743 | Lago de Cuitzeo 9 | Lago de Cuitzeo |
| DLMIC1746 | Lago de Cuitzeo 7 | Lago de Cuitzeo |
| DLMIC1786 | Cuitzeo Mariano Escobedo | Lago de Cuitzeo |
| DLMIC1791 | Cuitzeo Frente Cuitzeo | Lago de Cuitzeo |
| DLMIC1792 | Lago De Cuitzeo 8 | Lago de Cuitzeo |
| DLMIC1813 | Cuitzeo Chehuayo | Lago de Cuitzeo |
| DLMIC1815 | Cuitzeo La Ortiga | Lago de Cuitzeo |
| OCFSU3008 | Presa Nezahualcoyotl 1 (Mapaso) | Río Grijalva |
| OCFSU3007 | Presa Nezahualcoyotl 2 (Malpaso) | Río Grijalva |
| OCFSU3002 | Presa Nezahualcoyotl 3 (Malpaso) | Río Grijalva |
| OCFSU3142 | Presa Peñitas 1 | Río Grijalva |

| Tabla 161. Estaciones de calidad del agua analizadas | | |
|--|------------------|--------------|
| CLAVE SITIO | NOMBRE DEL SITIO | CUENCA |
| OCFSU3067 | Presa Peñitas 2 | Río Grijalva |
| OCFSU3143 | Presa Peñitas 3 | Río Grijalva |

2.3.1 Fosfatos

Se analizaron los datos disponibles para los parámetros de fosfatos de las estaciones ubicadas en los embalses en las cuencas de los ríos Humaya y Tamazula en el estado de Sinaloa, los lagos centrales (Chapala y Cuitzeo) y en dos presas del sistema Grijalva (Peñitas y Malpaso).

Los registros se compararon con los criterios ecológicos de calidad del agua, publicados en el Diario Oficial de la Federación en 1989). En estos criterios se establece un límite para abastecimiento de agua potable de 0.1 mg/L y se resalta en una nota que: “los fosfatos totales medidos como fósforo, no deberán exceder de 0.05 mg/L en influentes a lagos o embalses, ni de 0.025 mg/L dentro del lago o embalse para prevenir el desarrollo de especies biológicas indeseables y para controlar la eutrofización acelerada.

Para el caso de ríos y arroyos se permitirán concentraciones hasta de 0.1 mg/L. Este límite corresponde al límite superior de la EPA para uso en riego, mientras que para agua potable y valores en lagos no contaminados sería de 0.010 mg/L. A nivel de una condición de referencia regional se señala una concentración de 0.033 mg/L. (EPA, 2000).

En el caso de las presas en el estado de Sinaloa, tanto el embalse de la presa Adolfo López Mateos sobre el río Humaya con cuatro estaciones, como la presa Sanalona en el río Tamazula, con una estación (OCPNO4483), graficada al final de la serie, que pertenecen a la misma cuenca, exhibieron valores superiores al criterio ecológico de prevención de la eutrofización de 0.025 mg/L (Figura 43). Se puede observar que ésta condición también se presenta en las cinco estaciones de la Presa José López Portillo, Figura 44.

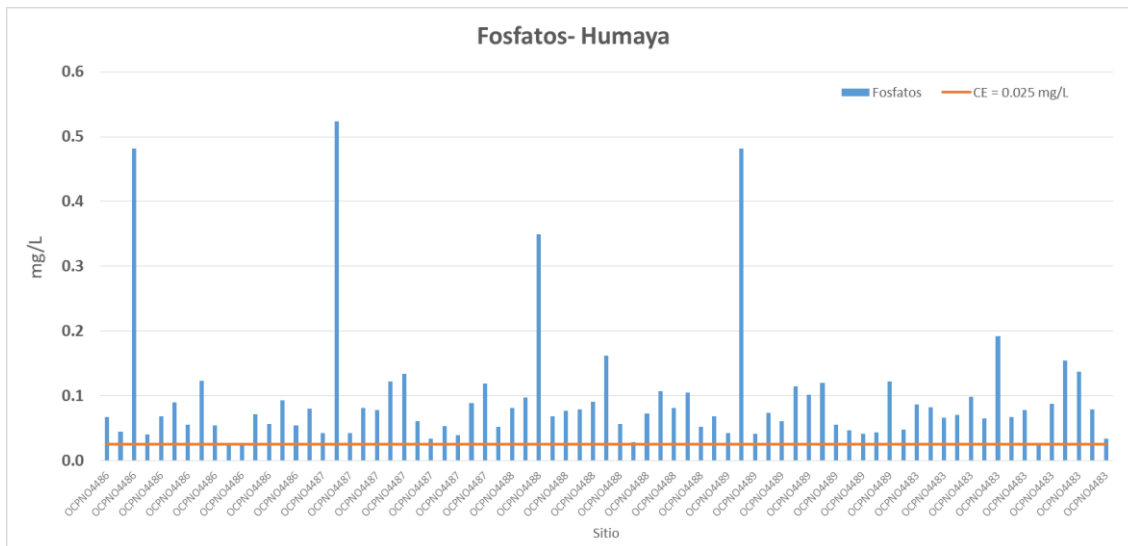


Figura 43. Registros de Fósforo total de la RNMCA – Presas Adolfo López Mateos y Sanalona

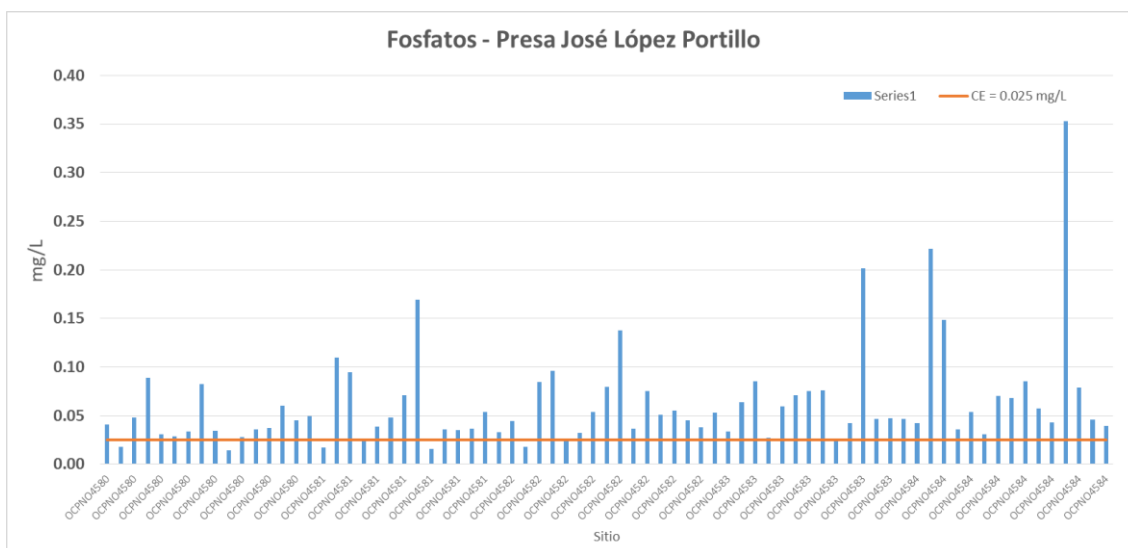


Figura 44. Registros de Fósforo total de la RNMCA – Presa José López Portillo

Para el lago de Chapala con un mayor número de estaciones de monitoreo (Figura 45), los registros señalan concentraciones por arriba del límite señalado, indicando que las concentraciones de fosfatos pueden estar favoreciendo la eutrofización de este cuerpo de agua (Figura 46). Los valores fueron incluso superiores a los criterios para los influentes a lagos o embalses (0.050 mg/L) y para los ríos (0.1mg/L).

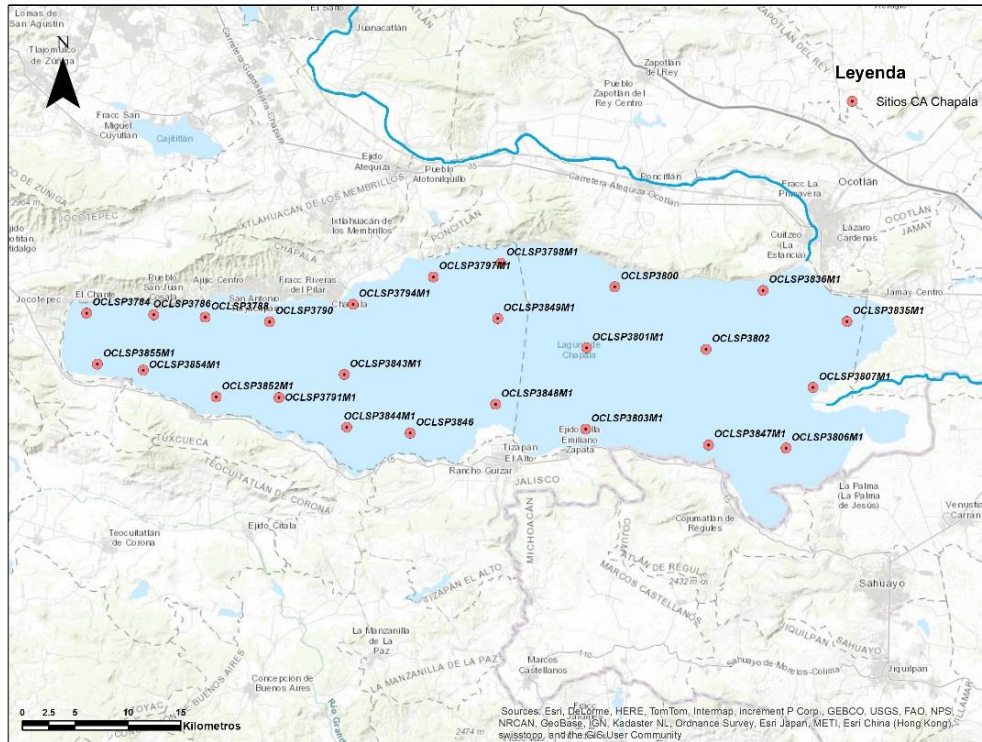


Figura 45. Ubicación de los sitios de Monitoreo en el Lago de Chapala

Fuente: Red Nacional de Monitoreo de la Calidad del Agua CONAGUA, 2016 <https://datos.gob.mx/busca/dataset/red-nacional-de-monitoreo-de-la-calidad-de-las-aguas-nacionales>

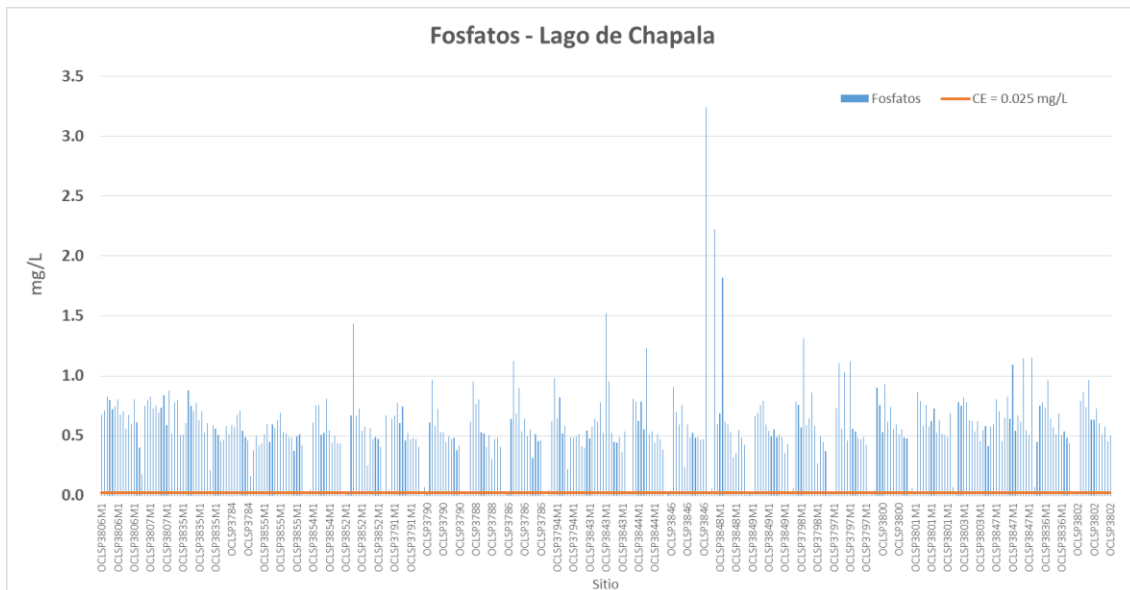


Figura 46. Registros fósforo total de la RNMCA – Lago de Chapala

Para el Lago Cuitzeo se observa que también todos los registros fueron superiores al criterio ecológico aplicado de 0.025 mg/L dentro del lago o embalse, Figura 47.

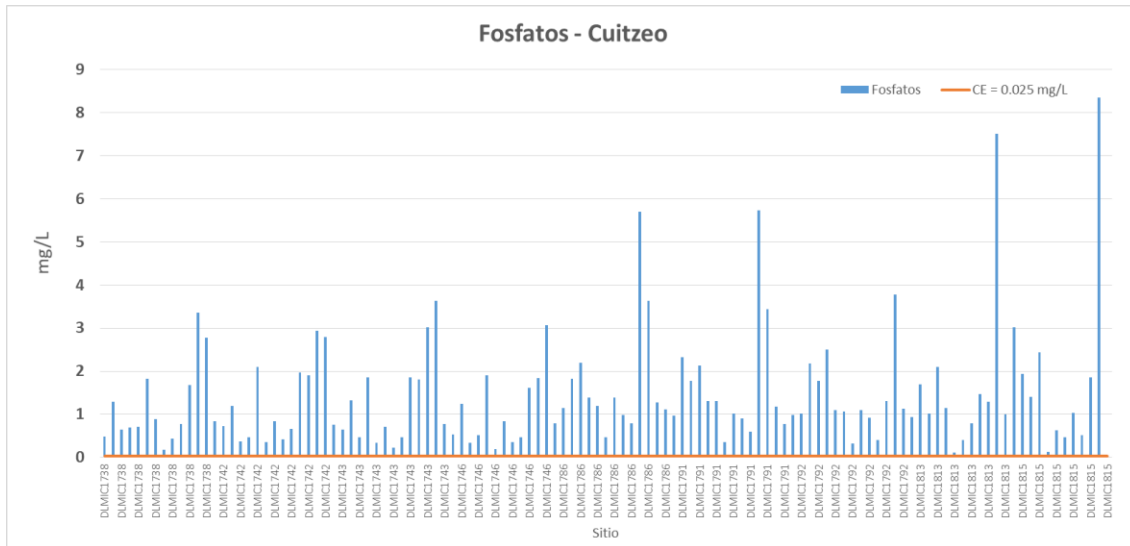


Figura 47. Registros de Fosfatos de la RNMCA – Lago de Cuitzeo

En la presa Malpaso se presentan iguales condiciones que en los cuerpos de agua anteriores, con concentraciones superiores al límite señalado para evitar los efectos de la infestación de plantas invasoras, Figura 48.

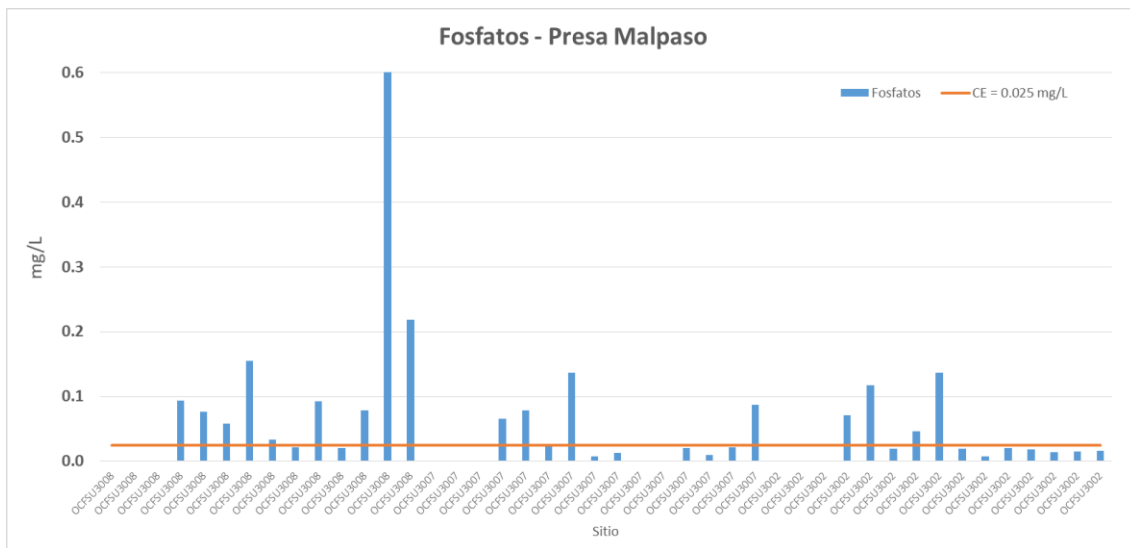


Figura 48. Registros fosfatos de la RNMCA – Presa Malpaso

2.3.2 Nitratos

El ión nitrato se forma por la oxidación completa de iones de amonio en el suelo o agua por acción de microorganismos, mientras que el ión nitrito es un producto intermedio de este proceso de nitrificación. Las plantas en crecimiento asimilan el nitrato o iones de amonio para convertirlos en proteínas, por lo que es un nutriente de interés para el establecimiento de las plantas acuáticas exóticas invasoras (EPA, 2000). Algunos estudios de meso-cosmos han demostrado que concentraciones de 1.0 mg/L de $\text{NO}_3\text{-N}$ pueden incrementar la tasa de crecimiento de especies como *Hydrilla verticillata* (Kenedy et al, 2009).

Para los cuerpos de agua analizados, los datos disponibles de nitratos corresponden solamente a 2016. El límite más estricto en los criterios ecológicos de calidad del agua pertenece al abastecimiento público y es de 5 mg/l, mientras que para uso pecuario es de hasta 90 mg/L. Para la EPA el criterio de 10 mg/L se relaciona fundamentalmente al abastecimiento, uso doméstico y salud pública.

De esta forma aunque se analizaron los datos de cada muestreo se observó que los resultados fueron bajos comparados con los criterios señalados para las presas Adolfo López Mateos, Sanalona y López Portillo en el norte del país (Figuras 49-51).

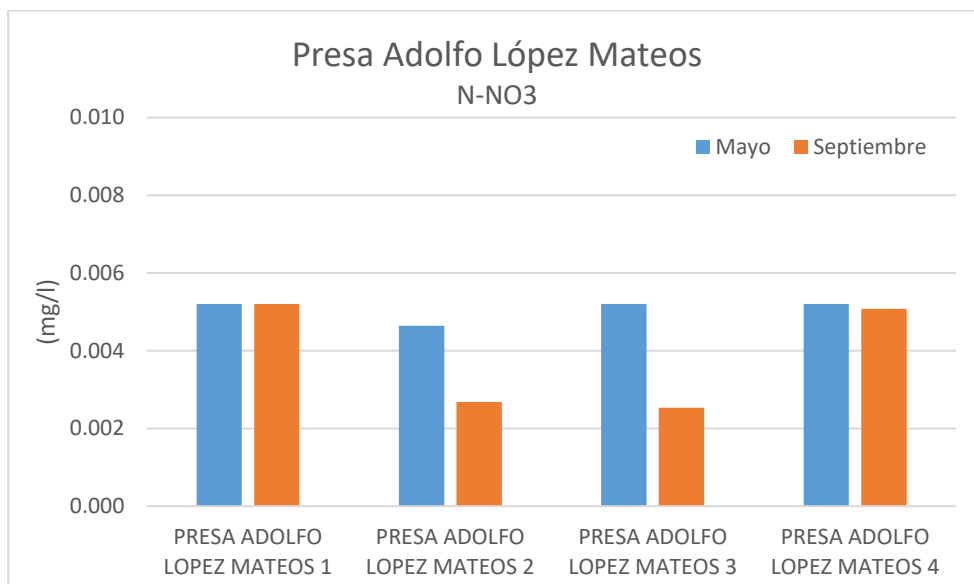


Figura 49. Registros de Nitratos de la RNMCA –Presa A. López Mateos

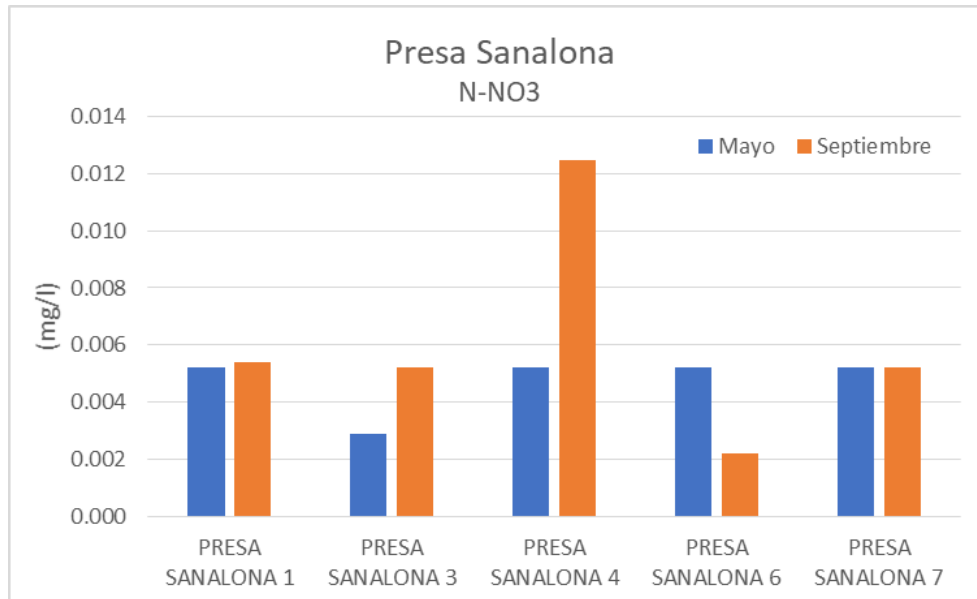


Figura 50. Valores registrados de Nitratos RNMCA Presa Sanalona.

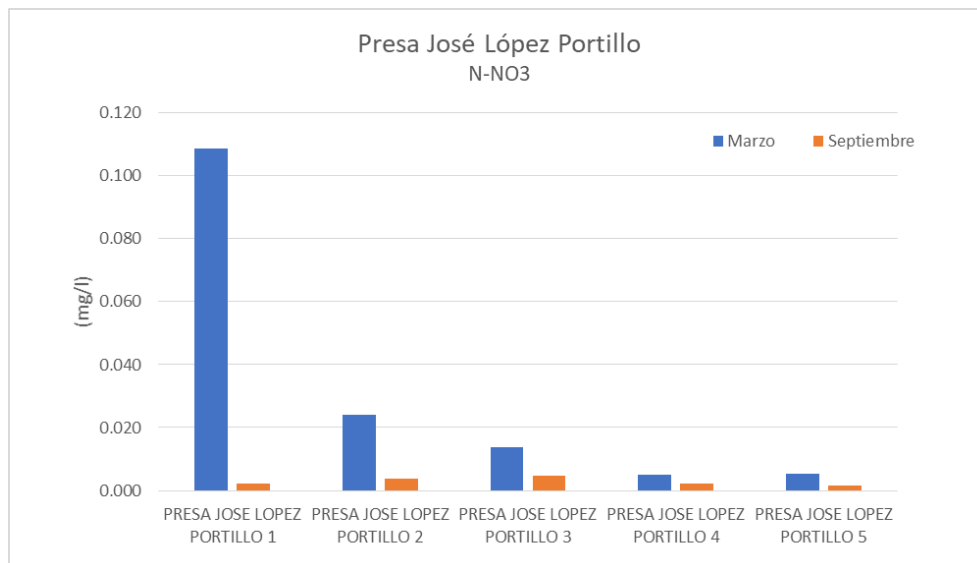


Figura 51. Valores registrados de Nitratos RNMCA Presa José López Portillo

Con relación a los lagos Chapala y Cuitzeo en el centro del país, de los datos disponibles, se observó que, las concentraciones medidas de nitratos en el lago se consideran superiores en relación con otros cuerpos de agua analizados, ya que alcanzan valores mayores a 2 mg/L. En el Lago de Chapala se observan importantes incrementos hacia los meses de lluvias y acarreo de fuentes difusas en la cuenca, Figura 52 y Figura 53. Horne y Goldman, 1994, señalan que el Lago Clear en California, se considera eutrófico y alcanza valores de nitratos hasta 0.6 mg/L en invierno.

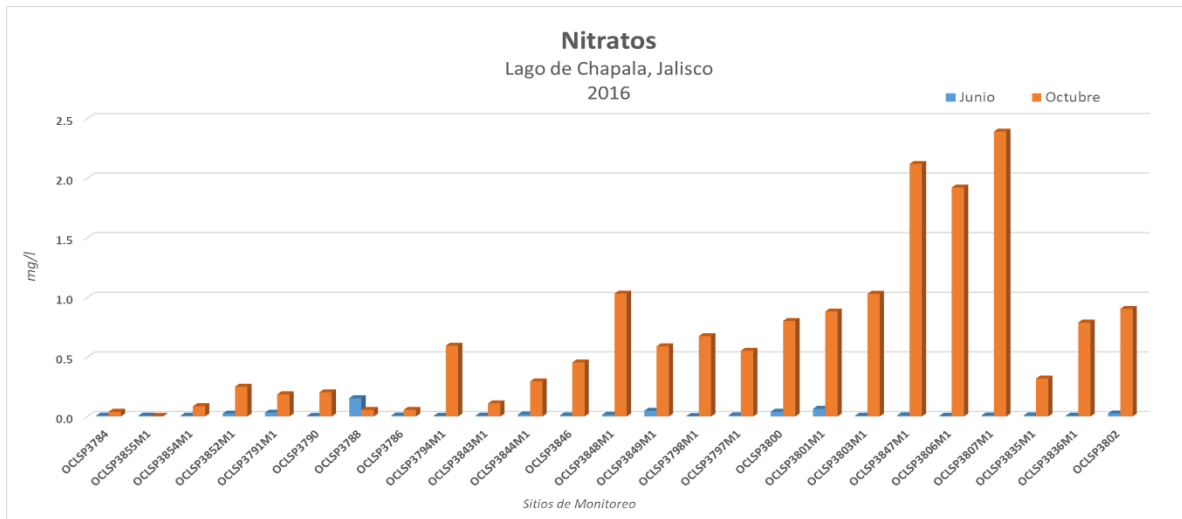


Figura 52. Resultados de N-NO₃ de los sitios de monitoreo, 2016, Lago de Chapala.

Fuente: Datos obtenidos de la estación hidrométrica de CONAGUA. Elaboración Propia, IMTA, 2019

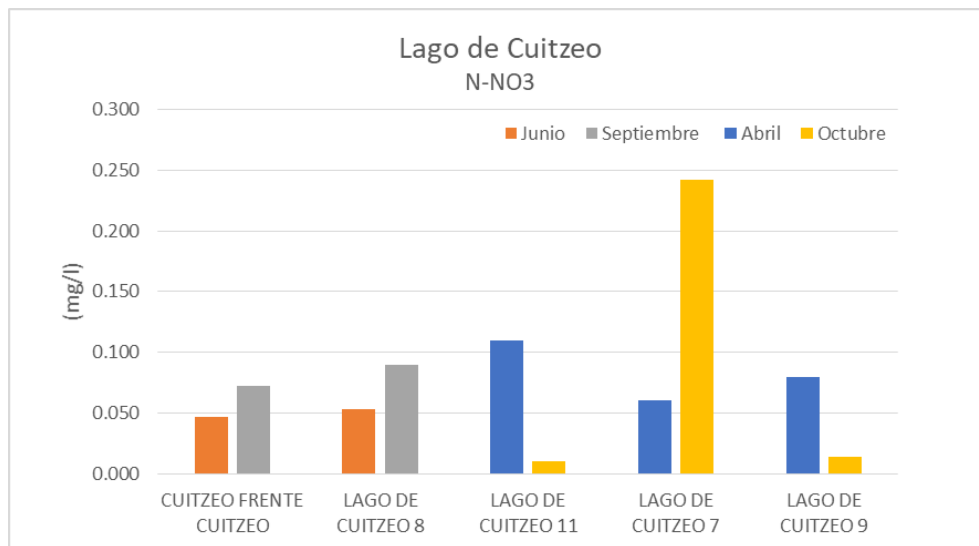


Figura 53. Registros de Nitratos de la RNMCA – Conagua Cuitzeo

En las presas Malpaso y Peñitas, los datos indican concentraciones de nitratos que van desde 0.010 a 0.220 mg/L, que resultan por debajo de los criterios y límites señalados de 1.0, 5.0 y 10 mg/L relacionados respectivamente con el crecimiento de plantas acuáticas, abastecimiento público y salud humana, Figura 54 y Figura 55.

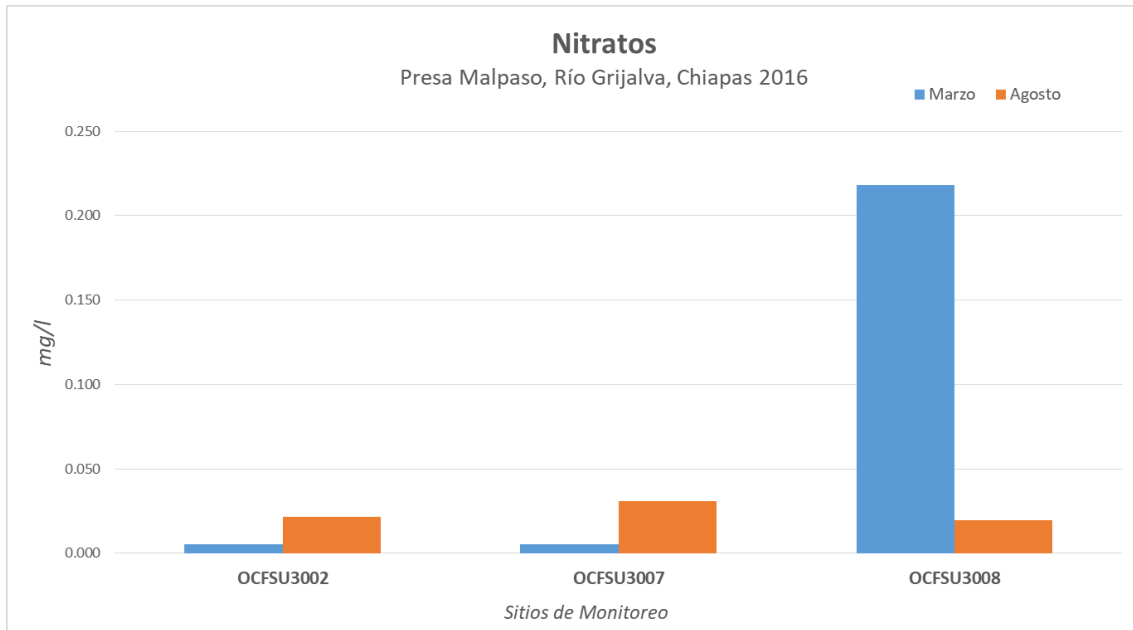


Figura 54. Resultados de N-NO₃ de los sitios de monitoreo, 2016- Presa Malpaso

Fuente: Datos obtenidos de la RNMCA de CONAGUA 2016.

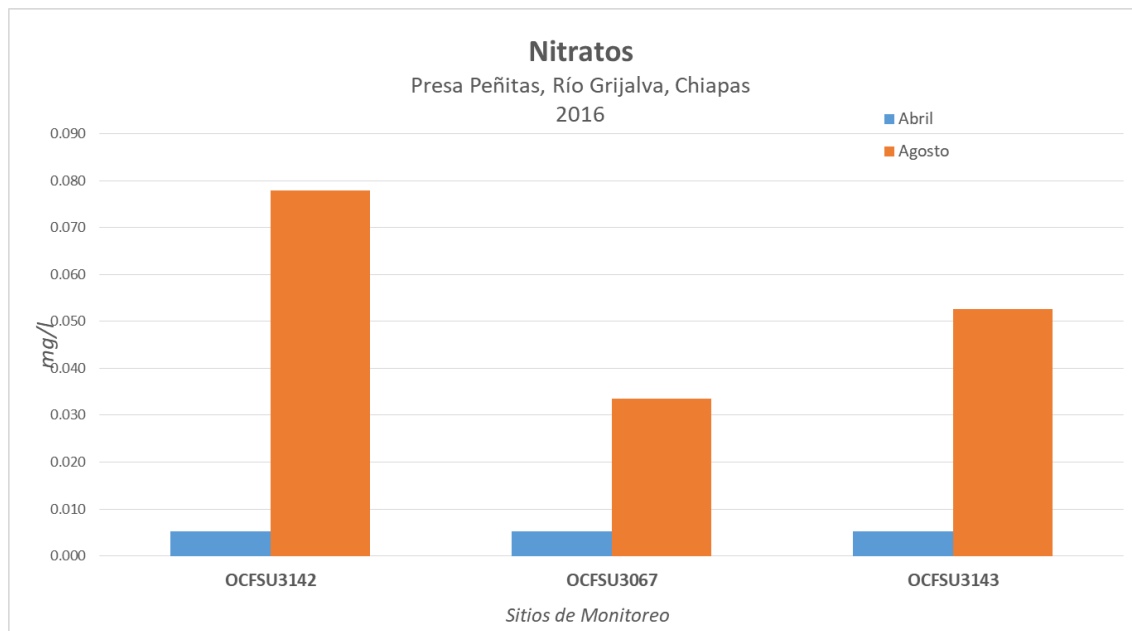


Figura 55. Resultados de N-NO₃ de los sitios de monitoreo, 2016- Presa Peñitas

Fuente: Datos obtenidos de la RNMCA de CONAGUA 2016.

2.4 Conclusiones

Conforme con la información disponible, fue posible analizar cuerpos de agua de cada una de las regiones del país (Norte, Centro y Sur). Los resultados señalan que en la Presa Adolfo López Mateos en el río Humaya con estaciones hidrométricas aguas arriba y abajo del embalse, el régimen natural se mantiene a la entrada del embalse con variaciones estacionales bien diferenciadas, lo que representaría un aporte de materiales y dinámica de las plantas acuáticas regular, mientras que aguas abajo el régimen se ha alterado por el funcionamiento y las extracciones en la presa, por lo que hacia aguas abajo las plantas acuáticas tolerantes pueden establecerse sobre las nativas que requieren de dicha variabilidad estacional.

En las otras dos presas, se contaba solamente con estaciones hidrométricas aguas abajo de los embalses, por lo que las alteraciones hidrológicas mostraron los efectos de la construcción y operación de los embalses en los hidrogramas históricos, de tal forma que los períodos posteriores a su construcción y operación presentan cambios significativos que afectan a las asociaciones vegetales cíclicas y permanentes que se establecen bajo regímenes estacionales, favoreciendo a las especies tolerantes que pueden establecerse por reducción de volúmenes en el cauce en la época de lluvias e incrementos del volumen y zonas de inundación durante el estiaje. Además de que la dispersión de las plantas nativas se va limitando año con año hacia las planicies de inundación y aguas abajo (Tabla 158).

De la presa únicamente para riego la reducción de volúmenes se debe a las extracciones para los ciclos agrícolas y por el almacenamiento en los embalses para los siguientes ciclos de cultivo. Mientras que la equipada para la generación de energía ha incrementado de forma permanente los flujos durante la época de estiaje.

Para los Lagos de la región central Chapala y Cuitzeo, los volúmenes de entrada se han visto disminuidos por las extracciones en los ríos aguas arriba, como lo señala la comparación de dos períodos de registro de las estaciones hidrométricas con datos disponibles. Aunque que para el primero, con una estación hidrométrica aguas abajo los volúmenes provenientes del Lago Chapala se han reducido fuertemente también por la extracción de agua en el lago para abastecimiento de la ciudad de Guadalajara, por efecto de la evaporación, períodos largos de sequía y en algunos años por la presencia de PAEI. Estos períodos de reducción de volúmenes además de concentrar los nutrientes y contaminantes representan un hábitat propicio y estancado para la infestación de PAEI.

Para los dos embalses de la región Sur, el incremento de volúmenes en la época de estiaje se asocia a la regulación del sistema de embalses en cascada para la generación de energía diaria aguas abajo de las presas. Tanto estos volúmenes como la carga de sedimentos finos suspendidos resultan en una uniformidad de hábitat que puede ser propicio para el florecimiento e infestación de plantas acuáticas exóticas invasoras, ya que muchas plantas nativas no serán tolerantes a cambios tan frecuentes (Tabla 162).

En todos estos sistemas los fosfatos resultaron los nutrientes que determinan la condición de enriquecimiento de nutrientes, ya que los nitratos se registraron en bajas concentraciones por la Red de Monitoreo de la Calidad del Agua de la Conagua (Tabla 162).

| Tabla 162. Condiciones de alteración en los cuerpos de agua estudiados | | | | |
|---|-------------------------------------|---|--|--|
| Cuerpo de agua | Uso | Localización de la estación hidrométrica | Alteración hidrológica | Condición de Calidad del agua CECA-1989 Fosfatos 0.025 mg/L Nitratos 5 mg/L |
| Presa Sanalona | Riego y generación | 1.5 km aguas abajo | Disminución del caudal de salida de Abril a Octubre por efecto de almacenamiento y riego. | Enriquecimiento de fosfatos Concentraciones bajas de nitratos |
| Presa López Portillo | Riego y generación | 30 km aguas abajo | Incremento de caudal en meses de estiaje por generación y disminución en época de lluvias por almacenamiento | Enriquecimiento de fosfatos Concentraciones bajas de nitratos |
| Lago de Chapala | Recreación y abastecimiento público | 60 km aguas arriba | Segundo período por debajo de umbrales con importante reducción de volúmenes | Enriquecimiento de fosfatos Concentraciones bajas de nitratos |
| Lago de Chapala | Recreación y abastecimiento público | 45 km aguas abajo | Segundo período muy por debajo de umbrales con crítica reducción de volúmenes | Enriquecimiento de fosfatos Concentraciones bajas de nitratos |
| Lago de Cuitzeo | Recreación | 15 km aguas arriba del lago | Ambos periodos dentro de umbrales pero con disminución de volúmenes en el segundo período | Enriquecimiento de fosfatos Concentraciones bajas de nitratos |
| Presa Malpaso | Generación de energía | Aguas arriba | Uniformización de volúmenes incrementados en estiaje y reducidos en lluvias por regulación aguas arriba de presas en cascada | Enriquecimiento de fosfatos Concentraciones bajas de nitratos |
| Peñitas | Generación de energía | Aguas abajo | Uniformización de volúmenes incrementados en estiaje y reducidos en lluvias por regulación aguas arriba de presas en cascada | Enriquecimiento de fosfatos Concentraciones bajas de nitratos |

Por otro lado, en la parte de entrada a embalses y en la descarga de estos nuevamente al río, se favorece el depósito de un tipo específico de sustrato (en la cola de los embalses de gruesos a finos, conforme aumenta su profundidad, mientras que aguas abajo, tanto del volumen turbinado como de los excedentes se depositan en el lecho del río, casi únicamente

materiales finos de la columna de agua. Por otro lado, los embalses presentan condiciones de baja variabilidad en sus parámetros fisicoquímicos, sobre todo cuando los tiempos de residencia son mayores, como en el caso de centrales hidroeléctricas y embalses profundos, resultando en una mayor permanencia del agua y de las PAEI que además con tasas de reproducción alta llegan a infestar grandes superficies.

Los embalses para riego resultan más dinámicos porque movilizan los volúmenes de agua más frecuentemente, tanto en sus canales laterales como al sobrepasar la cortina durante la época de lluvias (cuando son relativamente bajas), conectándolos incluso hacia aguas abajo y transportando materiales, sedimentos e incluso las plantas y tapetes PAEI. Por lo que la infestación y dispersión de PAIE puede quedar estancada en los grandes embalses y movilizarse aguas abajo y hacia los canales de riego laterales y secundarios.

La reducción de los picos de avenida promueve que se debiliten las comunidades ribereñas nativas, al reducirse los ciclos de aporte de nutrientes a las planicies de inundación, así como los ciclos de producción y dispersión de semillas, por lo que las plantas exóticas invasoras más tolerantes llegan a establecerse. La permanencia de estas plantas, permite que se forme nuevo sustrato para mantener e incrementar su propagación e infestación. Estas condiciones además de invadir los cuerpos de agua, permiten que las plantas aumenten la evapotranspiración en los embalses y otros cuerpos de agua.

Por lo anterior y para reconocer la dinámica de infestación y etapas potenciales de manejo y control, se requiere reconocer la dinámica o manejo de volúmenes en los embalses (políticas de operación) y ríos, asociándolas con observaciones o mediciones cuantitativas de la presencia de PAEI.

Adicionalmente, estas condiciones hidrológicas, sobre todo aguas debajo de los embalses mantienen condiciones estables incrementando la temperatura y concentraciones de nutrientes, además de reducir el oxígeno disuelto, que afectan a comunidades vegetales nativas o naturales y favorecen la presencia de plantas más tolerantes.

Una vez comprendidas las alteraciones hidrológicas, es importante diseñar un seguimiento específico de la dinámica de la infestación de las PAEI, incluyendo el monitoreo de las variables de calidad del agua fuertemente correlacionadas con la eutrofización e infestación de PAEI, ya reportadas en la literatura.

Con relación a las concentraciones altas de fosfatos en general se ha reportado que se asocian a la re-suspensión de los sedimentos, así como al enriquecimiento por el fitoplancton en los embalses, mientras que las concentraciones bajas de nitratos podrían estar relacionadas con los tiempos de residencia del agua. Por otro lado, se ha observado que el fósforo generalmente se considera el principal nutriente que limita el crecimiento de algas en los lagos, y que el crecimiento de algas puede verse limitado por nitrógeno en el agua dulce.

3.- Impartición de Curso

Del 19 al 23 de septiembre de 2016, en instalaciones del IMTA se impartió el curso ***“Problemática Que Ocasionan Las Plantas Acuáticas Exóticas Invasoras Y Estrategias De Control”***, la asistencia fue de 20 personas de diferentes dependencias gubernamentales que enfrentan la problemática de PAEI. El curso consistió en sesiones teóricas y prácticas de los temas vistos para lo cual se realizaron ejercicios en aula, así como sesiones en los laboratorios del IMTA. Se realizó una salida de campo donde se visitó un cuerpo de agua infestado con diferentes especies de plantas acuáticas exóticas invasoras, cada participante identificó cada especie, así como la problemática que la origina en el sitio. En el anexo 1 se describe el programa del curso.



Foto 301. Participantes del curso



Foto 302. Sesiones teóricas del curso

4.-Conclusiones

En el período de julio 2015 a agosto de 2019 se realizó un mapeo de plantas exóticas invasoras en los principales cuerpos de agua del país. Se mapearon 71 cuerpos de agua pertenecientes a 11 regiones hidrológicas ubicadas en 19 estados de la República Mexicana.

En estos cuerpos de agua, 10 especies fueron clasificadas como plantas acuáticas exóticas invasoras (PAEI): *Arundo donax*, *Eichhornia crassipes*, *Egeria densa*, *Hydrilla verticillata*, *Myriophyllum aquaticum*, *Nelumbo nucifera*, *Panicum repens*, *Sagittaria sagittifolia*, *Salvinia molesta* y *Tamarix ramosissima*.

Veintiocho fueron clasificadas como nativas con comportamiento invasivo: *Azolla filiculoides*, *Ceratophyllum demersum*, *Cyperus eragrostis*, *Cyperus strigosus*, *Eleocharis montevidensis*, *Hydrocotyle ranunculoides*, *Hymenocallis sonorensis*, *Ludwigia peploides*, *Lemna minor*, *Najas marina*, *Nuphar lutea*, *Nymphaea mexicana*, *Paspalum repens*, *Phragmites australis*, *Pistia stratiotes*, *Potamogeton natans*, *Polygonum acuminatum*, *Schoenoplectus acutus*, *Scirpus olneyi*, *Stukenia pectinata*, *Typha domingensis*, *Thypha latifolia*, *Verbena bonariensis*, *Chara*, *Cladophora*, *Hydrodictyon*, *Oedogonium*, *Mougeotia*.

Cuatro fueron calificadas como nativas: *Ipomea squamosa*, *Polygonum punctatum*, *Pontederia cordata* y *Nymphoides fallax*.

Cabe remarcar que, de acuerdo con observaciones realizadas por el IMTA, en los embalses donde en un primer año se observa una infestación de lirio, en los años subsecuentes se observa la proliferación de *Pistia stratiotes* (lechuga de agua) llegando a cubrir completamente el espejo de agua. Con relación a esta especie, la información recabada señala que la floración de esta especie se da en verano. Sin embargo, en el mapeo realizado en el presente proyecto se observó que la planta florece también en invierno, particularmente de noviembre de 2017 a febrero de 2018 se registraron temperaturas muy bajas (max 21°C y mínima 8°C), atípicas en la región de Morelos y esta especie produjo flores bajo esas condiciones de temperaturas tan bajas. Este cambio en la producción multianual de flores representa un aumento del banco de semillas que constituyen la fuente de futuras reinfestaciones y por lo tanto un peligro para la disponibilidad del recurso agua.

De 71 cuerpos de agua mapeados, solo en 22 presas no se detectaron plantas acuáticas las cuales se ubican en Chiapas (Netzahualcóyotl y Belisario Domínguez), Chihuahua (Chihuahua, El Rejón y Francisco I. Madero), Estado de México (Ignacio Ramírez y Laguna de Zumpango), Guanajuato (Solís), Hidalgo (Ing. Fernando Hiriart Balderrama, Endhó y Requena), Michoacán de Ocampo (El Bosque), Nuevo León (Cuchillo-Solidaridad y José López Portillo), Querétaro (El Centenario), Sinaloa (Ing. Guillermo Blake Aguilar, Gustavo Díaz Ordaz, José López Portillo, Josefa Ortiz de Domínguez, Luis Donald Colosio, Miguel Hidalgo y Costilla) y Sonora (Adolfo Ruíz Cortines). Cabe remarcar que estos cuerpos de agua presentan condiciones diferentes a los demás, tales como que son embalses muy profundos y las plantas flotantes no han podido colonizarlos; alejados de ciudades y/o zonas agrícolas por lo que no reciben nutrientes provenientes de las aguas residuales agrícolas, urbanas y/o

industriales y que propician el desarrollo de PAEI; no son zonas turísticas y/o recreativas y al estar tan alejados nadie ha llevado alguna especie invasora (Presas José López Portillo, Adolfo Ruiz Cortines, Belisario Domínguez, Ignacio Ramírez).

Por el contrario, en los embalses donde se detectó una gran infestación de PAEI, se observa que en muchos se vierten aguas crudas de las zonas urbanas. Estas aguas contienen una gran cantidad de nutrientes provenientes de detergentes, jabones, materia orgánica, insecticidas etc., lo que constituye el aporte de requerimientos para el desarrollo de plantas acuáticas. Al haber gran infestación por plantas acuáticas, una de las actividades que se ve directamente afectada es la producción pesquera, de tal forma que los ribereños cambian su ocupación de pesqueros por la de agricultores, lo que conlleva un aumento de la contaminación de los embalses por el uso de fertilizantes y pesticidas. Tal situación se observa en los Lagos de Chapala, de Pátzcuaro y de Cuitzeo, donde la grave infestación del espejo de agua por plantas como el lirio y/o Tule, han disminuido notablemente el área inundada azolvando el embalse por efecto de gran acumulación de materia orgánica fruto de la descomposición de todo el material vegetal creando amplias zonas que aprovechan los ribereños para el cultivo y/o para nuevos asentamientos.

Aunado a esto, los poblados cercanos a las presas y/o lagos, carecen de drenaje usando fosas sépticas lo que representa un gran aporte de nutrientes y contaminantes tanto para las aguas superficiales como las subterráneas y por consiguiente una gran proliferación y dispersión de PAEI.

Por otro lado, en las diferentes reuniones que el IMTA sostuvo con personal de la Comisión Nacional del Agua, de las Comisiones Estatales de Agua, así como en los municipios, se constató la falta de información sobre la problemática que representa la presencia de PAEI y, por ende, casi no existen programas, ni a nivel federal ni estatal, que atiendan esta situación. En algunas zonas, la única opción que se ha tomado para el control de plantas terrestres y acuáticas, tales como carrizos, tulares, lirio acuático, pino salado, entre otras, es el uso de herbicidas con consecuencias ambientales desastrosas. Más de 200 evidencias científicas de los problemas a la salud y al medio ambiente por el uso de herbicidas, han sido establecidas en diversos estudios. Al respecto, la Organización Mundial de la Salud (OMS) manifestó que existe evidencia científica suficiente sobre los efectos cancerígenos de herbicidas como el glifosato y su relación directa con la inducción de daño cromosómico en mamíferos y en el material genético de los humanos (Guilherme *et al.*, 2012; Guyton *et al.*, 2015). Diversos autores han establecido los peligros asociados al uso de herbicidas en cultivos agrícolas, así como para el control de malezas en los bordes de ríos y lagos (Steinrücken & Amrhein, 1980; Perkins *et al.*, 2000; Soso *et al.*, 2007). Schinasi y León (2014) demostraron que la exposición de los agricultores al glifosato está directamente relacionada al desarrollo del linfoma de no-Hodgkin. Antoniou *et al.* (2012), Todd *et al.* 2006 así como Paz-y-Miño *et al.* (2007), reportan el efecto teratogénico en el desarrollo embrionario en humanos expuestos a aplicaciones de glifosato. En relación al deterioro al medio ambiente por el uso de este herbicida, no hay que olvidar que el promedio de vida de un herbicida va de 55 días hasta 3 años. Este tiempo de vida depende de múltiples factores, por lo que es de esperar que al menos durante una parte de este periodo, el herbicida afecte la biota del sitio

donde se aplicó (Ratcliff *et al.*, 2006). Al respecto Benbrook (1991) detectó cambios morfológicos en *Fusarium oxisporum* y *Rhizobium* sp. después de 24 h de aplicación de glifosato (*Rhizobium* es un organismo que confiere fertilidad natural a los suelos). Zelaya *et al.* (2007) reportan la resistencia que desarrollan las malezas que pretende controlar y dicha resistencia se extiende a otras especies. Es decir, no solo ya no controla la maleza si no que las demás malezas se hacen resistentes al herbicida. Dada la evidencia científica con la que actualmente se cuenta, es importante señalar que el uso del glifosato pone en riesgo la integridad de las comunidades biológicas de la misma forma que lo hicieron en el pasado toda la gama de plaguicidas de los cuales se comprobó su letalidad y que ahora son prohibidos. Por fortuna, México cuenta con especialistas en manejo integrado de plantas donde el uso de maquinaria especializada, agentes de control biológico específicos y el conocimiento de cuándo y cómo controlar cada especie, puede asegurar un manejo eficiente de estas especies sin deteriorar al medio ambiente. Dado que el presente proyecto está enmarcado en el sector medio ambiente, es importante señalar la importancia de encontrar métodos de control de plantas invasoras que no conlleven deterioro del medio tales como los herbicidas y remplazarlos con otros que aseguran un manejo sostenible y sustentable y los que, por fortuna cuenta nuestro país.

En relación con el análisis hidrológico, se identificaron condiciones de entrada, permanencia y salida de las presas y sus embalses que favorecen la dispersión e infestación de las PAEI, tales como las alteraciones asociadas a la reducción de los caudales en época de lluvia por el rango de control de avenidas que tiene cada embalse, que reduce también la planicie de inundación y afectan el establecimiento cíclico de las comunidades vegetales nativas. Asimismo, el incremento de volúmenes en la época de estiaje por la generación de energía o ciclos de riego, afectan la producción y dispersión posterior de las semillas, favoreciendo también el establecimiento de PAEI. Las alteraciones se asociaron principalmente con las extracciones de volúmenes para riego, así como el funcionamiento de las presas para la generación de energía hidroeléctrica, ya fuera por una presa individual o dentro de un sistema de cascada como el del río Grijalva. Para los lagos centrales los flujos de entrada en general han mantenido un régimen hidrológico regular, mientras que hacia la salida se reconocieron efectos asociados a las grandes extracciones, períodos extensos de años secos reducciones de volúmenes por evaporación o presencia de PAEI.

Las condiciones alteradas señaladas, mantienen un hábitat menos diverso para diferentes especies o asociaciones de plantas y repercuten también en parámetros como la temperatura y concentraciones de nutrientes, además de reducir el oxígeno disuelto, que afectan a comunidades vegetales nativas o naturales y favorecen la presencia de plantas más tolerantes.

5.-Referencias

Achiorno, C. L. & Villalobos de Ferrari L. 2008. Toxicity herbicide glyphosate to *Chordodes nobilli* (*Gordiida Nematomorpha*). *Chemosphere*. 71 (10): 1816-1822

Antoniou, N.M., Habib, M., Howard, C.V., Jennings, R.C., Leifert C., Nodari, R.O., Robinson, C.R., & Fagan J. 2012. Teratogenic Effects of Glyphosate-Based Herbicides: Divergence of Regulatory Decisions from Scientific Evidence. *Journal of Environmental & Analytical Toxicology*. 16: 472.

Barret, S. C. H. & Forno, I. W. 1982. Style morph distribution in new world populations of *Eichhornia crassipes* (Mart.) Solms-Laubach (water hyacinth). *Aquatic Botany*., 13: 299-306.
Brisbane. 2007. Desclaración de Brisbane. Fecha de actualización: 06 de marzo del 2018.
<http://studylib.es/doc/5556371/the-brisbane-declaration>.

Benbrook, C. M. 1991. What we know, don't know and need to know about pesticide residues in food: Tweedy BG, Dishburger HJ, Ballantine LG, McCarthy J, (Ed). Pesticide residues and food safety: a harvest of viewpoints. Washington DC: American Chemical Society. 360p. ISBN: 978-084-1218-89-5.

Catford, J. A., Downes, B. J., Gippel, C. J., & Vesk, P. A. 2011. Flow regulation reduces native plant cover and facilitates exotic invasion in riparian wetlands. *Journal of Applied Ecology*, 48(2), 432-442.

Cirujano Bracamonte, S., Meco Molina, A., García Murillo, P. & Chirino Argenta, M. 2014. Flora acuática española. Hidrófitas vasculares. Real Jardín Botánico, CSIC, Madrid.

Comisión Nacional del Agua (CONAGUA). 2015. Sistema de seguridad de presas. Servicio Meteorológico. Estaciones Meteorológicas Automáticas (EMA's). Fecha de actualización: 11 de mayo del 2015. <http://smn.cna.gob.mx/es/emas>

Comisión Nacional del Agua (CONAGUA). 2016. Atlas del Agua en México. Fecha de actualización: 01 de octubre del 2016. http://201.116.60.25/publicaciones/AAM_2016.pdf

Comisión Nacional del Agua (CONAGUA). Red Nacional de Monitoreo de la Calidad de las Aguas Nacionales. Fecha de actualización: 25 de mayo 2017.
<https://datos.gob.mx/busca/dataset/red-nacional-de-monitoreo-de-la-calidad-de-las-aguas-nacionales>

Décamps, H., Planty - Tabacchi, A. M., & Tabacchi, E. 1995. Changes in the hydrological regime and invasions by plant species along riparian systems of the Adour River, France. *Regulated Rivers: Research & Management*, 11(1), 23-33.

Declaración de Brisbane. 2007. Los Caudales Ecológicos son Esenciales para la Salud de los Ecosistemas de Agua Dulce y el Bienestar Humano. Consultada en <http://studylib.es/doc/5556371/the-brisbane-declaration.06/03/2018>.

Fleming JP. & Dibble ED. 2015. Ecological mechanisms of invasion success in aquatic macrophytes. *Hydrobiología* 746: 23–37

Frau, D., Ondiviela Eizaguirre, B., Galván Arbeiza, C., & Juanes de la Peña, J. A. 2014. The role of the hydrodynamic regime in the distribution of the invasive shrub *Baccharis halimifolia* (Compositae) in Oyambre Estuary (Cantabria, Spain). *Limnetica* 33 (1): 1-12

Funke, T., Han, H., Healy-Fried, M. L., Fischer, M., & Schönbrunn, E. 2006. Molecular basis for the herbicide resistance of Roundup Ready crops. *Proceedings of the National Academy of Sciences*. 103(35): 13010-13015.

Giraldo, E., & Garzon, A. 2002. The potential for water hyacinth to improve the quality of Bogota River water in the Muña Reservoir: comparison with the performance of waste stabilization ponds. *Water Science and Technology*, 45(1), 103-110

Gómez-Balandra M.A., Del Pilar Saldaña-Fabela M., Martínez-Jiménez M. 2014. The Mexican environmental flow standard: scope, application and implementation. *Journal of Environmental Protection* 5:71.

Gopal, B. 1987. *Water Hyacinth: Aquatic Plant*. Elsevier Science Publishers, B. V. Amsterdam, The Netherlands. 471p. ISBN: 978-970-9000-46-7.

Guilherme, S., Santos, M. A., Barroso, C., Gaivão, I., Pacheco, M. 2012. Differential genotoxicity of Roundup(R) formulation and its constituents in blood cells of fish (*Anguilla anguilla*): considerations on chemicals interactions and DNA damaging mechanisms. *Ecotoxicology* 21(5): 1381-1390.

Guyton, Z. K., Loomis, D., Grosse, Y., El Ghissassi, F., Benbrahim-Tallaa, L., Guha, N., Scocciati, C., Mattock, H. & Straif, K. 2015. Carcinogenicity of tetrachlorvinphos, parathion, malathion, diazinon, and glyphosate. *Lancet Oncology*. 16 (5): 490-1.

Gordon, D. R. 1998. Effects of invasive, non-indigenous plant species on ecosystem processes: lessons from Florida. *Ecological Applications*, 8(4), 975-989.

Hank, G.C., Gonzalez, V. F. & Ramos, V.C. 1991. México: Grandes presas. Secretaria de Agricultura y Recursos hidráulicos- Comisión Nacional del Agua.

Haith, D. A., & Shoemaker, L. L. 1987. Generalized Watershed Loading Functions for Stream Flow Nutrients 1. *JAWRA Journal of the American Water Resources Association*, 23(3), 471-478.

Hershner, C., & Havens, K. J. 2008. Managing invasive aquatic plants in a changing system: strategic consideration of ecosystem services. *Conservation Biology*, 22(3), 544-550.

Hernández, H. F. & B. M. E. Pérez. 1995. El vuelo del mosquito: un debate sobre mosquitos. *Avance y Perspectiva*. Órgano de difusión del Centro de Investigación y de Estudios Avanzados del IPN. 14: 5-15.

Huerto, D.R.I. 2014. "Control de malezas acuáticas y recuperación de especies emblemáticas". México. Instituto Mexicano de Tecnología del Agua. 40 p.

Huerto, D. R. I., Alonso, E. E.P., Mijangos, C. M. A., Martínez, J. M., Vargas, V. S. & Ortiz, P. C. F. 2012. "Manejo Integral para el control de malezas acuáticas, especies invasoras y remoción de sedimentos en apoyo a la recuperación de especies emblemáticas y mejora de la calidad del agua en el lago". México. Instituto Mexicano de Tecnología del Agua. 40 p.

Khan, F. A., & Ansari, A. A. 2005. Eutrophication: an ecological vision. *The botanical review*, 71(4), 449-482.

Lot, A., Olvera, M., Flores, C., Díaz, A., Esparza, E., & Mora, Z. 2015. Guía ilustrada de campo: plantas indicadoras de humedales. México: UNAM.

Martelo, J., & Borrero, J. A. L. 2012. Macrófitas flotantes en el tratamiento de aguas residuales: una revisión del estado del arte. *Ingeniería y ciencia*, 8(15), 221-243.

Norma Mexicana NMX-AA-000-SCFI-2012. Que establece el procedimiento para la determinación del caudal ecológico en cuencas hidrológicas. (D.O.F. 20 septiembre 2012).

Norma Mexicana NMX-AA-159- SCFI-2012. Procedimiento para la determinación del caudal ecológico en cuencas hidrológicas (D.O.F. 20 septiembre 2012).

Norma Oficial Mexicana NOM-059-SEMARNAT-2010. Protección ambiental-Especies nativas de México de flora y fauna silvestres-Categorías de riesgo y especificaciones para su inclusión, exclusión o cambio-Lista de especies en riesgo (D.O.F. 30 diciembre 2012).

Paz-y-Miño, C., Sánchez, M., Arévalo, M., Muñoz, M., Wittte, T., Oleas de la Carrera, G., & Leone, P. 2007. Evaluation of DNA damage in an Ecuadorian population exposed to glyphosate. *Genetics and Molecular Biology*. 30 (2): 456-460.

Perkins, P. J, Boermans, H.J. & Stephenson, G.R. 2000. Toxicity of glyphosate and triclopyr using the frog embryo teratogenesis assay – *Xenopus*. *Environmental Toxicology and Chemistry*. 2000. 19(4): 940-945.

Perna C. & Burrows D. 2005. Improved dissolved oxygen status following removal of exotic weed mats in important fish habitat lagoons of the tropical Burdekin River floodplain, Australia. *Marine Pollution Bulletin*, 51, 138–148

Poff, L. N., Allan, J.D., Bain, B. M., Karr, R. J., Prestegard, L. K., Richter, D. B., Sparks, E. R. & Stromberg C. J. 1997. The Natural Flow Regime. *BioScience*, 47 (11): 769-784.

Poff, N. L., Richter, B. D., Arthington, A. H., Bunn, S. E., Naiman, R. J., Kendy, E., Acreman, M., Apse, C, Bledsoe, P.B. Freeman C. M. Henriksen, Jacobsin B.R. Knnen, G. Merritt M. D. O'keeffe H. J. Olden, Rogers K, Tharme E. R. & Warner A. 2010. The ecological limits of hydrologic alteration (ELOHA): a new framework for developing regional environmental flow standards. *Freshwater Biology*. 55(1): 147-170.

Postel, S. & Richter, B. 2003. Rivers for life: managing water for people and nature. Washington, DC.: Island Press. ISBN: 978-155-9634-44-1.

Ramos-Durón F.J, Quiroz-Flores A.J, Ramírez-García Armora J.P & Lot-Helgueras A. 2004. Manual de Hidrobotánica. Muestreo y Análisis de la Vegetación Acuática. AGT. Editor, S.A. 158 p. ISBN: 978-968-463-123-6.

Ratcliff, A., Busse, M. & Shestack, C. 2006. Change in microbial community structure following herbicide (glyphosate) addition to forest soil. *Applied Soil Ecology*. 34 (2-3): 114-124.

Quintas, I., Gómez-Balandra, M. A., & Vervoort, W. 2016. Rain variability and population growth to explain historical levels of the Patzcuaro Lake in Mexico. *Journal of Water Resource and Protection*, 8(2).

Quirós, R. 2003. The relationship between nitrate and ammonia concentrations in the pelagic zone of lakes. *Limnetica*, 22(1-2), 37-50.

Ramírez-Albores, J. E., Badano, E. I., Flores, J., Flores-Flores, J. L., & Yáñez-Espinosa, L. 2019. Scientific literature on invasive alien species in a megadiverse country: advances and challenges in Mexico. *NeoBiota*, 48, 113.

Richter Brian D. 1997. How much water does a river need? *Freshwater Biology*, 37.

Richter, B. D., Baumgartner, J. V., Braun, D. P., & Powell, J. 1998. A spatial assessment of hydrologic alteration within a river network. *Regulated Rivers: Research & Management*, 14(4), 329-340.

Richter, B. D., Abell, D., Bacha, E., Brauman, K., Calos, S., Cohn, A., Disla, C., O'Brien, S. F., Hodges, D., Kaiser, S., Loughran, M., Mestre, C., Reardon, M., Siegfried, E 2013. Tapped out: How can cities secure their water future? *Water Policy Journal* 15(3): 335–363. doi: 10.2166/wp.2013.105.

Richter B. 2014. *Chasing Water: A Guide for Moving from Scarcity to Sustainability*. Washington, DC: Island Press. ISBN: 9781610915380. Richter BD, Abell D, Bacha E, Brauman KA, Calos S, et al. 2013. Tapped out: How can cities secure their water future? *Water Policy Journal* 15(3): 335–363.

Santos, M. J., Anderson, L. W., & Ustin, S. L. 2011. Effects of invasive species on plant communities: an example using submersed aquatic plants at the regional scale. *Biological Invasions*, 13(2), 443-457.

Soso, A. B., Barcellos, L. J., Ranzani-Paiva, M. J., Kreutz, L. C., Quevedo, R. M., Anziliero, D., Lima, M., Silva, L. B., Ritter, F., Bedin, A. C. & Finco, J. A. 2007. Chronic exposure to sub-lethal concentration of a glyphosate-based herbicide alters hormone profiles and affects reproduction of female Jundiá (*Rhamdia quelen*). *Environmental Toxicology and Pharmacology*, 23(3): 308-133.

Steinrücken, H.C. & Amrhein N. 1980. The herbicide glyphosate is a potent inhibitor of 5-enolpyruvyl-shikimic acid-3-phosphate synthase. *Biochemical Biophysical Research Communications*, 94 (4):1207–1212.

Stromberg, J. C., Lite, S. J., Marler, R., Paradzick, C., Shafroth, P. B., Shorrock, D. & White, M. S. 2007. Altered stream-flow regimes and invasive plant species: the Tamarix case. *Global Ecology and Biogeography*, 16(3), 381-393.

The Nature Conservancy (TNC). 2009. Manual de usuario de Indicadores de alteración hidrológica, Versión 7.1. Fecha de actualización: 25 agosto del 2011. <https://www.conservationgateway.org/Files/Pages/indicadores-de-alteraci%C3%B3n.aspx>

The Nature Conservancy (TNC). 2011a. Paquete de Cómputo: Indicadores de Alteración Hidrológica

The Nature Conservancy (TNC). 2011b. Agua Dulce-Manteniendo el caudal ambiental en los ríos. Fecha de actualización: 20 de marzo del 2018. <http://espanol.tnc.org/habitats/aguadulce/flujorios.html>

Tiwari, S., Dixit, S., & Verma, N. 2007. An effective means of biofiltration of heavy metal contaminated water bodies using aquatic weed *Eichhornia crassipes*. *Environmental monitoring and assessment*, 129(1-3), 253-256.

Villamagna, A. M., & Murphy, B. R. 2010. Ecological and socio-economic impacts of invasive water hyacinth (*Eichhornia crassipes*): a review. *Freshwater biology*, 55(2), 282-298.

Wang, Z., Zhang, Z., Zhang, J., Zhang, Y., Liu, H., & Yan, S. 2012. Large-scale utilization of water hyacinth for nutrient removal in Lake Dianchi in China: the effects on the water quality, macrozoobenthos and zooplankton. *Chemosphere*, 89(10), 1255-1261.

Wunderlin, R. P., Hansen, B.F., Franck A. R., and Essig F. B. 2018. Atlas of Florida Plants. Institute for Systematic Botany, University of South Florida, Tampa.

WWF, Fundación Río Arronte, CONAGUA. 2012. Norma mexicana de caudal ecológico - Una política pública para la gestión del agua a través de la conservación del régimen hidrológico. Mexico, D.F.

You WH, Yu D, Xie D. 2014. Responses of the invasive aquatic plant water hyacinth to altered nutrient levels under experimental warming in China. *Aquatic Botany* 119: 51–56

Zelaya, I.A., Owen, M. D. & VanGessel M.J. 2007. Transfer of the resistance to the glyphosate in hybridization tries in *Conyza* (Asteraceae) *American Journal of Botany* .94 (4):660-673.

Anexo 1. Programa del curso

CURSO TALLER

“PROBLEMÁTICA QUE OCASIONAN LAS PLANTAS ACUÁTICAS EXÓTICAS INVASORAS Y ESTRATEGIAS DE CONTROL”

JIUTEPEC MORELOS, MÉXICO

PROGRAMA DE TRABAJO

Lunes 19 de septiembre

CITA: Sala de Reuniones de la Coordinación de Tratamiento y Calidad del agua. IMTA

8:00- 08:30

Registro de participantes

8:30-9:00

Bienvenida al curso

Representante PNUD

Representante CONABIO

Dra. Maricarmen Espinosa Bouchot. IMTA

Dra. Maricela Martínez. IMTA

Presentación de los Ponentes

Presentación del Programa de Trabajo

Foto de Grupo

9:00- 9:30

Presentación de la Estrategia Nacional de Especies Invasoras

M.C Jordi Parpal (CONABIO)

9:30-10:30

Principales plantas acuáticas exóticas invasoras (PAEI) y

Causas de la introducción y proliferación de estas especies

Dra Maricela Martínez. IMTA

10:30-10:45

RECESO

10:45-12:30 Uso de Imágenes de satélite en el mapeo de plantas acuáticas exóticas invasoras (PAEI)

Introducción general a sensores remotos y SIG

Tipos de sensores, plataformas y características

Pre y procesos convencionales: correcciones, realces, ajustes, composición en color

Índices de vegetación

Software convencional

Dr. Alfredo Amador García. Universidad Michoacana

12:30-13:00 Ejercicio para estimación de superficie de hidrófitas invasoras con subescenas SPOT 2015 en el Lago de Pátzcuaro, Mich.

Despliegue de bandas

Dr. Alfredo Amador García. Universidad Michoacana

13:00-14:00

COMIDA

14:00-18:00 Ejercicio para interpretación de Imágenes de Satélite: estimación de superficie de hidrófitas invasoras con subescenas SPOT 2015 en el Lago de Pátzcuaro, Mich.

14:00-15:00

Ajustes de histograma y composiciones en color

Composición en falso color en infrarrojo

15:00-15:30

Cálculo de un Índice de Vegetación Normalizado (NDVI)

Dr. Alfredo Amador García. Universidad Michoacana

15:30-15:45

RECESO

15:45-16:45

Estimación de superficies en IDRISI y mediante digitalización en QGis.

16:45-17:00

RECESO

17:00-18:00

Fuentes online y referencias de consulta para más información

Conclusiones

Dr. Alfredo Amador García. Universidad Michoacana

Martes 20 de septiembre

9:00-10:30 Definición, historia del control biológico y procedimientos a seguir en un programa de control biológico de PAEI

Dra. Maricela Martínez Jiménez. IMTA.

10.30-12.00 Importancia de la Taxonomía en el control de PAEI

Ejercicio de clasificación taxonómica

Dra. Maricela Martínez Jiménez. IMTA.

12:00-13:00 Análisis de Riesgo: una herramienta en la prevención de PAEI

Dra. Maricela Martínez Jiménez. IMTA.

13:00-14:30

COMIDA

14:30-15:45 Evolución de los conceptos de Régimen de Variabilidad Natural (RVN)
y

Caudal Ecológico, relacionados a la proliferación de PAEI

Clasificación e indicadores de alteraciones hidrológicas

que influyan en el establecimiento y la dispersión de PAEI

Dra. María Antonieta Gómez Balandra. IMTA

15:45-16:00

RECESO

16:00-18:00 Ejemplos de los efectos de las alteraciones hidrológicas en la dispersión y propagación de las PAEI.

Criterios ecohidrológicos de la pérdida de la estructura y función de comunidades acuáticas por presencia de especies invasoras

Aplicación de conceptos y criterios en un estudio de caso

Dra. María Antonieta Gómez Balandra. IMTA

MIÉRCOLES 21 de SEPTIEMBRE

9:00-10:00 Compuestos de Aguas residuales urbanas, agrícolas e industriales que inciden en la proliferación de PAEI

10:00-11:00 Monitoreo de parámetros de campo que influyen la proliferación de

PAEI

- 11:00-11:15** **RECESO**
- 12:00-13:00** Metodología de muestreo (práctica en laboratorio y campo)
M.C. Norma Ramírez Salinas. IMTA
- 13:00-14:00** **COMIDA**
- 14:30-15:30** Uso de Insectos y Hongos para el Control de Plantas Acuáticas Exóticas
Dra. Maricela Martínez Jiménez. IMTA.
- 15:30-16:00** Presentación del del Video: “Especies Exóticas Invasoras “
Dra Maricela Martínez. IMTA
- 16:45-17:00** **RECESO**
- 17:00-18:00** Control mecánico y Químico: ventajas y desventajas
Dra. Maricela Martínez Jiménez. IMTA.

JUEVES 22DE SEPTIEMBRE

- 9:00-13:00** Práctica campo: Identificación en campo de PAEI.
Técnicas de Monitoreo
Dra Maricela Martínez. IMTA
- 13:14:30** **COMIDA IMTA**
- 14:30-18:00** Práctica en laboratorio
Manejo de Insectos
Manejo de Fitopatógenos
Dra Maricela Martínez. IMTA

VIERNES 23DE SEPTIEMBRE

- 9:00-12:00** Trabajo en Grupos: Utilización de las Herramientas Aprendidas para
Establecer la estructura de un Programa de Control de **PAEI**
Dra Maricela Martínez. IMTA
- 12:00-12:15** **RECESO**
- 12:15-13:00** Presentación de los Programas Desarrollados

Dra Maricela Martínez. IMTA

13:00-14:30 COMIDA

14:30-16:30

Continuación Presentación de Programas

Dra Maricela Martínez. IMTA

16:30-16:45

RECESO

16:45-17:30

Comentarios y Conclusiones

Dra Maricela Martínez. IMTA

17:30-18:00

Clausura del Curso y Entrega de Diplomas

Dra Maricela Martínez. IMTA

Anexo 2. Regiones Hidrológicas Mapeadas

Tabla 163. Regiones Hidrológicas mapeadas 2015-2019

| Estado | Región CONAGUA | Región hidrológica | Cuenca | Ríos | Presa | Nombre local | Coordenadas | Fecha de mapeo | Especies detectadas | Exótica | Invasora | Nativa | |
|----------------|------------------------------|-------------------------|-------------------------------|-----------------------------------|--|-----------------------------|--------------------------------------|------------------------------------|-----------------------------|----------------------------------|----------|--------|---|
| Aguascalientes | VIII Lerma-Santiago-Pacífico | 12 Lerma-Santiago | Presa El Niágara | Morcinique | Abelardo L. Rodríguez | - | 21°54'44.78" N 102° 26'44" O | Abril 2018 | <i>Eichhornia crassipes</i> | X | X | | |
| | | | Presa Calles | Santiago | Plutarco Elías Calles | Calles | | 22°12'32.98" N 102° 03'25.46" O | Abril 2018 | <i>Hydrilla verticillata</i> | X | X | |
| Chiapas | XI Frontera Sur | 30 Grijalva-Usumancinta | Presa Peñitas | Grijalva | Ángel Albino Corzo | Peñitas | 17°26'41.84" N 93°27'23.44" O | Agosto 2017 | <i>Eichhornia crassipes</i> | X | X | | |
| | | | | | | | | Agosto 2017 | <i>Salvinia molesta</i> | X | X | | |
| | | | Presa La Angostura | | Belisario Domínguez | La Angostura | 16°24'3.49" N 92°46'44.59" O | Julio 2019 | NO SE OBSERVARON PAEI | | | | |
| | | | | | | | | Julio 2019 | <i>Eichhornia crassipes</i> | X | X | | |
| | | | Río Grijalva-Tuxtla Gutiérrez | | Manuel Moreno Torres | Chicoasén | 16°56'27.05" N 100° 93° 6'3.00" O | Julio 2019 | <i>Phragmites australis</i> | | X | X | |
| | | | | | | | | Julio 2019 | <i>Pistia stratiotes</i> | | X | X | |
| | | | Presa Netzahualcóyotl | | Netzahualcóyotl | Malpaso | 17°10'42.61" N 93°35'54.04" O | Agosto 2017 | NO SE OBSERVARON PAEI | | | | |
| | | | | | | | | Enero 2016 | <i>Salvinia molesta</i> | X | X | | |
| | | | Río Grijalva | | Río Chico y arroyos tintadillo y chico | Laguna de Catazajá | Laguna de Catazajá | 17°44'00" N 92°01'00" O | Enero 2016 | <i>Eichhornia crassipes</i> | X | X | |
| | | | | | | | | | Enero 2016 | <i>Hydrocotyle ranunculoides</i> | | X | X |
| Enero 2016 | <i>Eichhornia crassipes</i> | X | | X | | | | | | | | | |
| Enero 2016 | <i>Pistia stratiotes</i> | | | X | | | | | X | | | | |
| Río Grijalva | Grijalva | Ecoparque Los Aluxes | Ecoparque Los Aluxes | 17° 29'56.09" N 92°00'53.64" O | Enero 2016 | <i>Salvinia molesta</i> | X | X | | | | | |
| | | | | | Enero 2016 | <i>Pontederia cordata</i> | | | X | | | | |
| | | | | | Enero 2016 | <i>Eichhornia crassipes</i> | X | X | | | | | |
| | | | | | Enero 2016 | <i>Pistia stratiotes</i> | | X | X | | | | |
| Chihuahua | VI Río Bravo | 24 Bravo-Conchos | Río Chuvíscar | Chuvíscar | Chihuahua | Chihuahua | 28°36'46.79" N 106°10'37.21" O | Agosto 2019 | NO SE OBSERVARON PAEI | | | | |
| | | | Río Conchos 3 | | Chuvíscar | - | 28° 35'59.80" N 106° 96'57.43" O | Agosto 2019 | <i>Polygonum acuminatum</i> | | X | X | |
| | | | Río Conchos 3 | Arroyo El Rejón | El Rejón | El Rejón | 28° 36'46.79" N 106° 07'48.04" O | Agosto 2019 | NO SE OBSERVARON PAEI | | | | |
| | | | Río San Pedro | San Pedro | Francisco I. Madero | Las Vírgenes | 28° 05'25.49" N 105° 45'59.29" O | Agosto 2019 | NO SE OBSERVARON PAEI | | | | |

Tabla 163. Continuación Regiones Hidrológicas mapeadas 2015-2019

| Estado | Región CONAGUA | Región hidrológica | Cuenca | Ríos | Presa | Nombre local | Coordenadas | Fecha de mapeo | Especies detectadas | Exótica | Invasora | Nativa |
|-----------------------------|------------------------------|--------------------|---------------------------------|-------------------------|-----------------------------|-------------------------------|------------------------------------|----------------------------------|---------------------------------|---------|----------|--------|
| Estado de México | VIII Lerma Santiago Pacífico | 12 Lerma-Santiago | Río Lerma 3 | Arroyo El Buey | Brockman | Brockman | 19°45'59.74''N 100°08'36.27''O | Febrero 2016 | <i>Egeria densa</i> | X | X | |
| | IV Balsas | 18 Balsas | Río Cutzamala | Tuxpan y Zitácuaro | Colorines | Colorines | 19°10'19.61"N 100°13'14.98"O | Julio 2015 | <i>Ipomoea squamosa</i> | | | X |
| | | | | | | | | | <i>Eichhornia crassipes</i> | X | X | |
| | | | | | | | | | <i>Polygonum acuminatum</i> | | X | X |
| | VIII Lerma Santiago Pacífico | 12 Lerma-Santiago | Río Lerma 3 | Arroyo San Nicolás | El Mortero | Mortero | 19°48'31.20" N 100°07'07.35" O | Febrero 2016 | <i>Eichhornia crassipes</i> | X | X | |
| | | | Río La Gavia | La Gavia | Ignacio Ramírez | Ignacio Ramírez | 19°26'45.52"N 100°48'10.16"O | Julio 2015 | NO SE OBSERVARON PAEI | | | |
| | IV Balsas | 18 Balsas | Río Cutzamala | Río Tilostoc | Ixtapatongo | Ixtapatongo | 19°10'36.40"N 100°15'7.38"O | Julio 2015 | <i>Eichhornia crassipes</i> | X | X | |
| | VIII Lerma Santiago Pacífico | 12 Lerma-Santiago | Río Lerma 1 | Lerma | José Antonio Álzate | San Bernabé | 19°26'52.16"N 99°39'15.50"O | Julio 2015 | <i>Ludwigia peploides</i> | | X | X |
| | | | | | | | | | <i>Eichhornia crassipes</i> | X | X | |
| | | | | | | | | | <i>Potamogeton natans</i> | | X | X |
| | | | | | | | | | <i>Eleocharis montevidensis</i> | | X | X |
| | | | Río Lerma 3 | Arroyo La Victoria | La Victoria | Victoria | 19°46'24.25"N 100°8'40.58"O | Febrero 2016 | <i>Egeria densa</i> | X | X | |
| | XIII Valle de México | 26 Pánuco | Ciudad de México | El Sifón y Tlalnepantla | Madín | Madín | 19°31'53.61"N 100°99'16"10.30"O | Octubre 2016 | <i>Typha latifolia</i> | | X | X |
| | | | | | | | | | <i>Polygonum acuminatum</i> | | X | X |
| | | | | | | | | | <i>Hydrocotyle ranunculoide</i> | | X | X |
| | | | | | | | | | <i>Eichhornia crassipes</i> | X | X | |
| | IV Balsas | 18 Balsas | Río Cutzamala | Tilostoc | Santo Tomás | Tilostoc | 19°10'16.64"N 100°18'18.81"O | Julio 2015 | <i>Thypha domingensis</i> | | X | X |
| <i>Typha latifolia</i> | | | | | | | | | | X | X | |
| <i>Eichhornia crassipes</i> | | | | | | | | | X | X | | |
| <i>Phragmites australis</i> | | | | | | | | | | X | X | |
| <i>Verbena bonariensis</i> | | | | | | | | | | X | X | |
| <i>Cyperus strigosus</i> | | | | | | | | | | X | X | |
| <i>Cyperus eragrostis</i> | | | | | X | X | | | | | | |
| San José o Malacatepec | | | | Villa Victoria | Villa Victoria | 19°28'0.29"N 100°0'12.83"O | Julio 2015 | <i>Polygonum acuminatum</i> | | X | X | |
| | | | | | | | | <i>Hydrocotyle ranunculoides</i> | | X | X | |
| | <i>Nuphar lutea</i> | | X | | | | | X | | | | |
| Valle de Bravo | Valle de Bravo | Valle de Bravo | 19°11'37.0" N 100°09'00.8" O | Julio 2015 | <i>Eichhornia crassipes</i> | X | X | | | | | |
| XIII Valle de México | 26 Pánuco | Ciudad de México | Tula | Laguna de Zumpango | - | 19°47'06.09''N 99°07'54.23''O | Julio 2019 | NO SE OBSERVARON PAEI | | | | |

Tabla 163. Continuación Regiones Hidrológicas mapeadas 2015-2019

| Estado | Región CONAGUA | Región hidrológica | Cuenca | Ríos | Presa | Nombre local | Coordenadas | Fecha de mapeo | Especies detectadas | Exótica | Invasora | Nativa |
|------------|--------------------------------|-----------------------------|-----------------------|------------------|----------------------------------|-------------------|---------------------------------------|----------------|---|---------|----------|--------|
| Guanajuato | V Lerma-Santiago-Pacífico | 12 Lerma-Santiago | Río Lerma 3 | Lerma | Solís | Solís | 20° 3'33.13"N 100°37'31.43"O | Noviembre 2015 | NO SE OBSERVARON PAEI | | | |
| | | | Laguna de Yuridia | | Laguna de Yuriria | Laguna Yuriria | 20°14'52.43"N 101° 7'39.60"O | Noviembre 2015 | <i>Phragmites australis</i> | | X | X |
| | | | | | | | | | <i>Myriophyllum aquaticum</i> | X | X | |
| | | | | | | | | | <i>Eichhornia crassipes</i> | X | X | |
| Guerrero | V Pacífico Sur | 19 Costa de Guerrero Grande | Arroyo Caculta | - | Laguna Mitla | - | 17°02'48.86" N 100°20'01.11" O | Febrero 2019 | <i>Salvinia molesta</i> | X | X | |
| | | | | | | | | | <i>Eichhornia crassipes</i> | X | X | |
| | | | | | | | | | <i>Phragmites australis</i> | | X | X |
| | | | | | | | | | <i>Najas marina</i> | | X | X |
| Hidalgo | XIII Aguas del Valle de México | 26 Pánuco | Presa Endhó | Tula | Endhó | Endhó | 20° 08' 16.34" N 99° 22' 01.75" O | Julio 2019 | NO SE OBSERVARON PAEI | | | |
| | IX Golfo Norte | | Embalse Zimapán | Moctezuma | Ing. Fernando Hiriart Balderrama | Zimapán | 20° 39' 15.63" N 99° 30' 50.42" O | Julio 2019 | | | | |
| | XIII Aguas del Valle de México | | Presa Requena | Tepeji | Requena | Requena | 19°56' 27.94" N 99° 19' 30.89" O | Julio 2019 | | | | |
| Jalisco | VIII Lerma-Santiago-Pacífico | 14 Río Ameca | Salado | Ameca | Ing. Santiago Camarena | La Vega | 20°38'34.93" N 103° 51' 02.20" O | Noviembre 2016 | <i>Eichhornia crassipes</i> | X | X | |
| | | | Laguna Villa Corona A | | La Valencia | Hurtado | 20°29'3.44" N 103°39'19.20" O | Octubre 2016 | <i>Eichhornia crassipes</i> <i>Pistia stratiotes</i> | X | X | X |
| | | 12 Lerma-Santiago | Presa Santa Rosa | Santiago | Manuel M. Diéguez | Santa Rosa | 20° 53' 55.54" N 103° 39' 59.34" O | Octubre 2016 | <i>Lemna minor</i> | | X | X |
| | | | Río Santiago 1 | Santiago y Ameca | Laguna de Cajititlán | Laguna Cajititlán | 20°24' 57.33" N 103° 19' 47.47" O | Octubre 2016 | <i>Schoenoplectus acutus</i> | | X | X |
| | | | Río Lerma 7 | Lerma | Lago de Chapala | Lago Chapala | 20° 13' 23.56" N 102° 58' 10.08" O | Julio 2016 | <i>Pistia stratiotes</i> | | X | X |
| | | | | | | | | | <i>Hydrocotyle ranunculoide</i> | | X | X |
| | | | | | | | | | <i>Schoenoplectus acutus</i> | | X | X |
| | | | | | | | | | <i>Myriophyllum aquaticum</i> | X | X | |
| | | | Laguna de Zapotlán | Atoyac | Laguna de Zapotlán | Laguna Zapotlán | 19° 45' 39.21" N 103° 28' 48.98" O | Octubre 2016 | <i>Eichhornia crassipes</i> | X | X | |
| | | | | | | | | | <i>Thypha domingensis</i> | | X | X |
| | | | | | | | | | <i>Schoenoplectus acutus</i> | | X | X |

Tabla 163. Continuación Regiones Hidrológicas mapeadas 2015-2019

| Estado | Región CONAGUA | Región hidrológica | Cuenca | Ríos | Presa | Nombre local | Coordenadas | Fecha de mapeo | Especies detectadas | Exótica | Invasora | Nativa |
|------------------------------|------------------------------|--------------------|---------------------------------------|-----------------|-----------------------------|---------------|---------------------------------------|-----------------|-----------------------------------|---------|----------|--------|
| Michoacán | IV Balsas | 18 Balsas | Cutzamala | Zitácuaro | El Bosque | El Bosque | 19° 22' 49.75" N 100° 24' 16.16" O | Julio 2014 | NO SE OBSERVARON PAEI | | | |
| | VIII Lerma-Santiago-Pacífico | 12 Lerma-Santiago | Río Lerma | Lerma | Lago de Cuitzeo | Lago Cuitzeo | 19° 56' 39.27" N 101° 04' 18.85" O | Septiembre 2015 | <i>Eichhornia crassipes</i> | X | X | |
| | | | | | | | | | <i>Phragmites australis</i> | | X | X |
| | | | | | | | | | <i>Hydrocotyle ranunculooides</i> | | X | X |
| | | | | | | | | | <i>Pistia stratiotes</i> | | X | X |
| | | | | | | | | | <i>Ceratophyllum demersum</i> | | X | X |
| | | | | | | | | | <i>Stuckenia pectinata</i> | | X | X |
| | | | | | | | | | <i>Schoenoplectus acutus</i> | | X | X |
| | Lago Pátzcuaro | Lago Pátzcuaro | 19° 36' 41.13" N 101° 37' 05.59" O | Septiembre 2015 | <i>Eichhornia crassipes</i> | X | X | | | | | |
| | | | | | <i>Polygonum acuminatum</i> | | X | X | | | | |
| | | | | | <i>Phragmites australis</i> | | X | X | | | | |
| | | | | | <i>Typha domingensis</i> | | X | X | | | | |
| | | | | | <i>Paspalum repens</i> | | X | X | | | | |
| | | | | | <i>Nymphaea mexicana</i> | | X | X | | | | |
| | IV Balsas | 18 Balsas | Zirahuén | La Palma | Lago de Zirahuén | Lago Zirahuén | 19° 21' 14" N 101° 30' 33" O | Octubre 2015 | <i>Polygonum acuminatum</i> | | X | X |
| <i>Typha domingensis</i> | | | | | | | | | | X | X | |
| <i>Schoenoplectus acutus</i> | | | | | | | | | | X | X | |

Tabla 163. Continuación Regiones Hidrológicas mapeadas 2015-2019

| Estado | Región CONAGUA | Región hidrológica | Cuenca | Ríos | Presa | Nombre local | Coordenadas | Fecha de mapeo | Especies detectadas | Exótica | Invasora | Nativa |
|------------|----------------|--------------------------------|-------------------|-------------------|-----------------------------|---------------|------------------------------------|-----------------|--|---------|----------|--------|
| Morelos | IV Balsas | 18 Balsas | Balsas | Amacuzac | Alzadas | Alzadas | 18°39'46.11" N 99°26'37.70" O | Enero 2018 | <i>Pistia stratiotes</i> | | X | X |
| | | | | | Seca | Seca | 18°39'46.11" N 99°26'37.70" O | Enero 2018 | <i>Typha domingensis</i> <i>Pistia stratiotes</i> | | X | X |
| | | | | | Tilcuate | - | 18° 29'46.11" N 99°26'37.70" O | Julio 2016 | <i>Pistia stratiotes</i> | | X | X |
| | | | | | Lago Contlaco | Lago Contlaco | 18°39'19.77" N 99°26'28" O | Enero 2018 | <i>Pistia stratiotes</i> | | X | X |
| | | | | | Laguna seca | - | 18°54'27.79" N 99° 09'59.37" O | Julio 2016 | <i>Eichhornia crassipes</i> <i>Polygonum acuminatum</i> <i>Typha latifolia</i> <i>Azolla filiculoides</i> | X | X | X |
| | | | | | Yautepec-Atoyac y Amacuzac | - | - | Julio 2016 | <i>Arundo donax</i> | X | X | |
| | | | | | | | | | | | | |
| Nuevo León | VI Río Bravo | 24 Bravo-Conchos | Río San Juan 1 | San Juan | Cuchillo-Solidaridad | El Cuchillo | 25°42'31.11" N 99°26'37.70" O | Octubre 2018 | NO SE OBSERVARON PAEI | | | |
| | | 25 San Fernando-Soto La Marina | Río Pabillo 2 | Pabillo y Camacho | José López Portillo | Cerro Prieto | 24°55'13.15" N 99°25'42.93" O | Octubre 2018 | | | | |
| Oaxaca | X Golfo Centro | 28 Papaloapan | Río Santo Domingo | Santo Domingo | Miguel de la Madrid Hurtado | Cerro de oro | 17° 59'09.54" N 96°21'09.03" O | Septiembre 2015 | <i>Phragmites australis</i> | | X | X |
| | | | Río Tonto | Tonto | Presidente Miguel Alemán | Temascal | 18°14'29.40" N 96°29'35.77" O | Septiembre 2015 | <i>Phragmites australis</i> | | X | X |
| Puebla | IV Balsas | 18 Balsas | Río Alto Atoyac | Atoyac | Manuel Ávila Camacho | Valsequillo | 18°54'26.86" N 98°10'56.93" O | Octubre 2015 | <i>Eichhornia crassipes</i> | X | X | |
| Querétaro | Golfo Norte | 26 Pánuco | Río San Juan 1 | San Juan | El Centenario | - | 20° 29'55.57" N 99° 54'32.94" O | Julio 2019 | NO SE OBSERVARON PAEI | | | |

Tabla 163. Continuación Regiones Hidrológicas mapeadas 2015-2019

| Estado | Región CONAGUA | Región hidrológica | Cuenca | Ríos | Presa | Nombre local | Coordenadas | Fecha de mapeo | Especies detectadas | Exótica | Invasora | Nativa |
|--------------------|--------------------|--------------------|---|----------------------------------|-------------------------------|--------------------------------|-----------------------------------|--------------------|--|---------|----------|--------|
| Sinaloa | III Pacífico Norte | 10 Sinaloa | Humaya | Humaya | Adolfo López Mateos | El Humaya | 25°07'59.81" N 107°23'34.26" O | Julio 2017 | <i>Paspalum repens</i> | | X | X |
| | | | | | | | | | <i>Eichhornia crassipes</i> | X | X | |
| | | | | | | | | | <i>Lemna minor</i> | | X | X |
| | | | | | | | | | <i>Polygonum punctatum</i> | | | X |
| | | | Río Elota 1- Río Piaxtla, Río Quelite | Elota | Aurelio Benassini Vizcaino | El Salto | 24°09'07.75"N 106°42'01.61"O | Octubre 2015 | <i>Eichhornia crassipes</i> | X | X | |
| | | | | | | | | | <i>Lemna minor</i> | | X | X |
| | | | Arroyo Ocoroni | Arroyo Ocoroni | Guillermo Blake Aguilar | El Sabinal | 26°06'22.26" N 108°19'53.04" O | Septiembre 2018 | NO SE OBSERVARON PAEI. Sin embargo en la derivadora se encontró: <i>Eichhornia crassipes</i> , <i>Lemna minor</i> , <i>Pistia stratiotes</i> , <i>Paspalum repens</i> y <i>Typha</i> | | | |
| | | | Río San Lorenzo 1 | San Lorenzo | José López Portillo | El Comedero | 24°35'09.78" N 106°44'19.31" O | Octubre 2017 | NO SE OBSERVARON PAEI | | | |
| | | | Río Fuerte 2 | Arroyo Álamos | Josefa Ortiz de Domínguez | El Sabino | 26°28'41.49" N 108°42'52.62" O | Septiembre 2018 | | | | |
| | | | Río Fuerte 1 | El Fuerte | Luis Donaldo Colosio | Huites | 26°53'34.42" N 108°21'40.71" O | Septiembre 2018 | | | | |
| | | | Río Sinaloa 1 | Sinaloa | Lic. Gustavo Díaz Ordaz | Bacurato | 25°53'09.27" N 107°52'59.39" O | Septiembre 2018 | | | | |
| | | | Río Fuerte 2 | Fuerte | Miguel Hidalgo y Costilla | El Mahone | 26°32'58.42" N 108°34'14.37" O | Septiembre 2018 | | | | |
| Río Culiacán | Tamazula y Tomo | Sanalona | Sanalona | 24° 51'15.87" N 107° 05'39.61" O | Octubre 2017 | <i>Eichhornia crassipes</i> | X | X | | | | |
| | | Dren Batamote | - | 24°82'29.30" N 107° 57'54.00" O | | <i>Eichhornia crassipes</i> | X | X | | | | |
| | | | | | | <i>Typha latifolia</i> | | X | X | | | |
| Sonora | II Noroeste | 09 Sonora Sur | Río mayo 2 | Humaya | Adolfo Ruíz Cortines | Mocuzari | 27°13'30" N 109°06'24" O | Febrero 2014 | NO SE OBSERVARON PAEI | | | |
| | | | Río Mayo | Mayo | Distrito de Riego (DR) 038 | Distrito de Riego 038 Río Mayo | 27°13'19.07" N 109°06'39.51" O | Febrero 2016 | <i>Sagittaria sagittifolia</i> | X | X | |
| | | | | | | | | | <i>Hymenocallis sonorensis</i> | | X | X |
| | | | | | | | | | <i>Stuckenia pectinata</i> | | X | X |
| | | | | | | | | | <i>Panicum repens</i> | X | X | |
| | | | | | | | | | <i>Chara</i> | | X | X |
| | | | | | | | | | <i>Cladophora</i> | | X | X |
| | | | | | | | | | <i>Hydrodictyon</i> | | X | X |
| | | | | | | | | | <i>Oedogonium</i> | | X | X |
| <i>Zygnemaceae</i> | | X | X | | | | | | | | | |

Tabla 163. Continuación Regiones Hidrológicas mapeadas 2015-2019

| Estado | Región CONAGUA | Región hidrológica | Cuenca | Ríos | Presa | Nombre local | Coordenadas | Fecha de mapeo | Especies detectadas | Exótica | Invasora | Nativa | | | |
|------------|-----------------|------------------------|-----------------|------------------|-----------------------|-------------------------------|-------------------------------|-----------------|-----------------------------|-------------------------------|-----------------|----------------------------------|---|---|---|
| Tamaulipas | IX Golfo Norte | 24 Bravo-Conchos | Río Bravo 12 | Bravo 12 | Der. Las Anzandúas | Anzandúas | 26°8'14.77" N 98°20'6.06" O | Septiembre 2016 | <i>Phragmites australis</i> | | X | X | | | |
| | | | | | | | | | <i>Arundo donax</i> | X | X | | | | |
| | | | Río Bravo 13 | Bravo 13 | El Retamal | El Retamal | 26°02'07.54" N 98°02'21.53" O | Septiembre 2016 | <i>Phragmites australis</i> | | X | X | | | |
| | | | | | | | | | <i>Arundo donax</i> | X | X | | | | |
| | | | | | Dren El Morillo | Dren El Morillo | 26°04'02.50" N 98°08'11.42" O | Septiembre 2016 | <i>Phragmites australis</i> | | X | X | | | |
| | | | | | | | | | <i>Arundo donax</i> | X | X | | | | |
| Tabasco | XI Frontera Sur | 30 Grijalva-Usumacinta | Bravo - Conchos | Chilapa | Laguna Pitahaya | - | 17°58'18.67" N 92°19'55.66" O | Junio 2019 | <i>Eichhornia crassipes</i> | X | X | | | | |
| | | | | | | | | | <i>Salvinia molesta</i> | X | X | | | | |
| | | | | | | | | | <i>Nelumbo nucifera</i> | X | | | | | |
| Tlaxcala | IV Balsas | 18 Balsas | Río Alto Atoyac | Atoyac | El Sol | El Sol | 19°25'55.68" N 98°19'10.92" O | Septiembre 2015 | <i>Polygonum acuminatum</i> | | X | X | | | |
| | | | | | | | | | <i>Eichhornia crassipes</i> | X | X | | | | |
| | | | | | | | | | <i>Typha latifolia</i> | | X | X | | | |
| | | | Zahuapan | San José Atlanga | Atlanga, Atlangatepec | 19°33'29.55" N 98°10'49.00" O | Barranca de la Concepción | La Luna | La Luna | 19°26'12.31" N 98°18'49.08" O | Septiembre 2015 | <i>Eichhornia crassipes</i> | X | X | |
| | | | | | | | | | | | | <i>Potamogeton natans</i> | X | X | |
| | | | | | | | | | | | | <i>Hydrodictyon</i> | | X | X |
| | | | | | | | | | | | | <i>Stuckenia pectinata</i> | | X | X |
| | | | | | | | | | | | | <i>Polygonum acuminatum</i> | | X | X |
| | | | | | | | | | | | | <i>Eleocharis montevidensis</i> | | | X |
| | | | | | | | | | | | | <i>Hydrocotyle ranunculoides</i> | | X | X |
| | | | | | | | | | | | | <i>Typha latifolia</i> | | X | X |
| | | | | | | | | | | | | <i>Schoenoplectus acutus</i> | | | X |
| | | | | | | | | | | | | <i>Nymphoides fallax</i> | | | X |