

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”. 373pp. + 3 anexos. Dra. Maricela Martínez Jiménez. 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 9 son exóticas invasoras, 1 exótica, 27 nativas con comportamiento de invasoras y 5 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. 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.

Liga a las metas de la Estrategia Nacional sobre Especies Invasoras en México:

<http://www.biodiversidad.gob.mx/especies/Invasoras/estrategia.html>

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
2.1 Chiapas	13
2.1.1 Presa Ángel Albino Corzo.....	13
2.1.2 Presa Belisario Domínguez	19
2.1.3 Presa Manuel Moreno Torres.....	22
2.1.4 Presa Netzahualcóyotl.....	27
2.1.5 Ecoparque Los Aluxes	33
2.1.6 Laguna de Catzajá	39
3.1 Chihuahua.....	43
3.1.1 Presa Chihuahua.....	43
3.1.2 Presa Chuvíscar.....	46
3.1.2 Presa El Rejón.....	49
3.1.3 Presa Francisco I. Madero.....	52
4.1 Estado de México	58
4.1.1 Presa Brockman.....	58
4.1.2 Presa Colorines	62
4.1.3 Presa El Mortero.....	66
4.1.4 Presa Ignacio Ramírez.....	69
4.1.5 Presa Ixtapantongo.....	71
4.1.6 Presa José Antonio Álzate	74
4.1.7 Presa La Victoria.....	78
4.1.8 Presa Madín.....	81
4.1.9 Presa Santo Tomás	86
4.1.10 Presa Valle de Bravo.....	93
4.1.11 Presa Villa Victoria.....	96
4.1.12 Laguna de Zumpango	100

5.1 Guanajuato	103
5.1.1 Presa Solís	103
5.1.2 Laguna de Yuriria.....	106
6.1 Guerrero.....	111
6.1.1 Laguna Mitla.....	111
7.1 Hidalgo.....	114
7.1.1 Presa Endhó	114
7.1.2 Presa Requena.....	117
7.1.3 Presa Ing. Fernando Hiriart Balderrama.....	120
8.1 Jalisco	123
8.1.1 Presa Valencia	123
8.1.2 Presa Ing. Santiago Camarena.....	126
8.1.3 Presa Manuel M. Diéguez	129
8.1.4 Lago de Chapala	132
8.1.5 Confluencia de los ríos Zula y Santiago en Jalisco	139
8.1.6 Laguna de Cajititlán.....	142
8.1.7 Laguna de Zapotlán	145
9.1 Michoacán de Ocampo.....	152
9.1.1 Presa El Bosque.....	152
9.1.2 Lago de Cuitzeo	154
9.1.3 Lago de Pátzcuaro.....	161
9.1.4 Lago de Zirahuén.....	169
10.1 Morelos	173
10.1.1 Presa Alzadas	176
10.1.2 Presa El Tilcuate.....	180
10.1.3 Presa Seca.....	182
10.1.4 Laguna Seca	184
10.1.5 Lago Contlalco.....	187
11.1 Nuevo León.....	189
11.1.1 Presa Cuchillo-Solidaridad.....	189
11.1.2 Presa José López Portillo	192
12.1 Oaxaca	195
12.1.1 Presa Miguel de la Madrid Hurtado.....	195
12.1.2 Presa Presidente Miguel Alemán.....	198

13.1 Puebla	201
13.1.1 Presa Manuel Ávila Camacho	201
14.1 Querétaro	205
14.2.2 Presa El Centenario.....	205
15.1 Sinaloa	208
15.1.1 Presa Adolfo López Mateos.....	208
15.1.2 Presa Aurelio Benassini Vizcaíno	214
15.1.3 Presa Ing. Guillermo Blake Aguilar	219
15.1.4 Presa Gustavo Díaz Ordaz	226
15.1.5 Presa José López Portillo	229
15.1.6 Presa Josefa Ortiz de Domínguez.....	232
15.1.7 Presa Luis Donald Colosio	235
15.1.8 Presa Miguel Hidalgo y Costilla.....	238
15.1.9 Presa Sanalona.....	241
15.1.10 Dren Batamote	244
16.1 Sonora	245
16.1.1 Presa Adolfo Ruiz Cortines	245
16.1.2 Canales del Distrito de Riego 038 (DR 038).....	247
17.1 Tamaulipas	255
17.1.1 Presa Internacional Anzaldúas.....	255
17.1.2 Presa Internacional Retamal.....	258
17.1.3 Dren El Morrillo	261
18.1 Tabasco	263
18.1.1 Laguna Pitahaya.....	263
19.1 Tlaxcala	266
19.1.1 Presa El Sol.....	266
19.1.2 Presa La Luna.....	270
19.1.3 Presa San José Atlanga.....	272
2.-ANÁLISIS DE INFORMACIÓN HIDROLÓGICA Y DE CALIDAD DEL AGUA QUE INFLUYE EN LA PROLIFERACION DE PLANTAS ACUATICAS EXÓTICAS INVASORAS	280
2.1 Enfoque Metodológico	282
2.2 Alteraciones hidrológicas	288
2.2.1 Presa Sanalona	288
2.2.2 Presa José López Portillo.....	292

2.2.3 Lago de Cuitzeo	296
2.2.4 Lago de Chapala, Jalisco	299
2.2.5 Presa Malpaso.....	304
2.2.6 Presa Peñitas en El Río Grijalva, Chiapas.....	311
2.3 Calidad del Agua.....	315
2.3.1 Fósforo y Ortofosfatos.....	315
2.3.2 Nitratos	319
2.4 Conclusiones.....	323
4.- Impartición de Curso.....	325
5.-Conclusiones.....	327
6.-Referencias.....	330
Anexo 1. Programa del curso	335
Anexo 2. Lista de participantes	340
Anexo 3. Regiones Hidrológicas Mapeadas	343

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 (Hurtado).....	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	153
Imagen 39. Google 22/07/2017 Lago de Cuitzeo.....	155
Imagen 40. Google 20/03/2017 Lago de Pátzcuaro.....	162
Imagen 41. Google 19/03/2018 Lago de Zirahuén.....	170
Imagen 42. Embalses ubicados en el Estado de Morelos.	175

Imagen 43. Google 12/11/2018 Presa Alzadas	176
Imagen 44. Google 29/11/2017 Presa El Tilcuate.....	180
Imagen 45. Google 12/11/2018 Presa Seca	182
Imagen 46. Google 29/01/2017 Laguna Seca.....	184
Imagen 47. Google 12/11/2017 Lago Contlalco.....	187
Imagen 48. Google 30/12/2016 Presa Cuchillo – Solidaridad.....	190
Imagen 49. Google 07/08/2018 Presa José López Portillo.....	193
Imagen 50. Google 27/11/2017 Presa Miguel de la Madrid Hurtado.....	196
Imagen 51. Google 30/12/2015. Presa Presidente Miguel Alemán.....	199
Imagen 52. Google. 14/07/2017 Presa Manuel Ávila Camacho.....	202
Imagen 53. Google 30/12/2016 Presa Adolfo López Mateos	209
Imagen 54. Google 09/01/2015 Presa Ing. Aurelio Benassini Vizcaino	215
Imagen 55. Google 30/12/2016. Presa Ing. Guillermo Blake Aguilar.....	220
Imagen 56. Google 30/12/2016 Presa Gustavo Díaz Ordaz	227
Imagen 57. Google 30/12/2016 Presa José López Portillo.....	230
Imagen 58. Google 30/12/2016. Presa Josefa Ortiz de Domínguez	233
Imagen 59. Google 12/30/2016. Presa Luis Donald Colosio	236
Imagen 60. Google 30/12/2016. Presa Miguel Hidalgo y Costilla.....	239
Imagen 61. Google 30/12/2016 Presa Sanalona.....	242
Imagen 62. Google. 18/10/2017 Presa Adolfo Ruíz Cortines.....	246
Imagen 63. Canales del Distrito de Riego 038 con problema de plantas acuáticas invasivas	248
Imagen 64. Google. 05/12/2016 Presa Internacional Anzaldúas.....	256
Imagen 65. Google. 05/12/2016 Presa Internacional Retamal.....	259
Imagen 66. Google. 19/05/2017 Laguna Pitahaya	263
Imagen 67. Google 07/08/2017 Presa El Sol	267
Imagen 68. Google 01/08/2017 Presa La Luna	271
Imagen 69. Google 22/05/2015 Presa San José Atlanga.....	273

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 en el Dren con <i>Typha domingensis</i>	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> de 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.....	64
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. Inafestación 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.....	153
Foto 160. Infestación de <i>Eichhornia crassipes</i>	155
Foto 161. Acercamiento a <i>Eichhornia crassipes</i>	156
Foto 162. Infestación de <i>Phragmites australis</i>	156
Foto 163. Acercamiento a <i>Phragmites australis</i>	157
Foto 164. <i>Hydrocotyle ranunculoides</i>	157
Foto 165. <i>Pistia stratiotes</i>	158
Foto 166. <i>Ceratophyllum demersum</i>	158
Foto 167. <i>Stuckenia pectinata</i>	159
Foto 168. <i>Schoenoplectus acutus</i>	159
Foto 169. <i>Scirpus olneyi</i>	160
Foto 170. Remoción de Tule en la ribera del Lago de Pátzcuaro.....	163
Foto 171. Despalotizadora para control de Tule en el Lago Pátzcuaro.....	163
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	164
Foto 173. Infestación de <i>E. crassipes</i>	164
Foto 174. <i>Paspalum repens</i> en asociación con <i>Eichhornia crassipes</i>	165
Foto 175. Infestación de <i>P. australis</i>	165
Foto 176. <i>E. crassipes</i>	166
Foto 177. <i>Typha domingensis</i>	166
Foto 178. <i>Phragmites australis</i>	167
Foto 179. <i>Polygonum acuminatum</i>	167
Foto 180. <i>Nymphaea mexicana</i>	168
Foto 181. <i>N. mexicana</i> y <i>E. crassipes</i>	168
Foto 182. Infestación de <i>Schoenoplectus acutus</i> en el Lago de Zirahuén.....	170
Foto 183. Vista General del Lago de Zirahuén	171
Foto 184. <i>Schoenoplectus acutus</i>	171
Foto 185. <i>Polygonum acuminatum</i>	172
Foto 186. <i>Typha domingensis</i>	172
Foto 187. Infestación con <i>Arundo donax</i> , Río Tembembe, Morelos.	174
Foto 188. Infestación del embalse por <i>Pistia stratiotes</i>	177
Foto 189. Uso irracional de herbicidas que además de ser altamente tóxicos está prohibido su uso.....	177
Foto 190. Vista de floración de <i>Pistia stratiotes</i> en pleno invierno	178
Foto 191. Detalle de flor de <i>P. stratiotes</i>	178
Foto 192. Vista al microscopio de flor de <i>P. stratiotes</i>	179

Foto 193. Presa Tilcuate infestada al 100% con <i>Pistia stratiotes</i>	181
Foto 194. Plantas de <i>Pistia stratiotes</i> infestando la Presa.	181
Foto 195. Presa Seca infestada al 100% con <i>Pistia stratiotes</i> y numerosos manchones de Tule	183
Foto 196. Inflorescencia de <i>Typha domingensis</i>	183
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)	185
Foto 198. Laguna Seca infestada con <i>Azolla filiculoides</i>	185
Foto 199. Acercamiento de <i>Azolla filiculoides</i>	186
Foto 200. Velloosidades de <i>Azolla filiculoides</i>	186
Foto 201. Lago Contlalco infestado a 90% con <i>Pistia stratiotes</i>	188
Foto 202. Lago Contlalco infestado con <i>Pistia stratiotes</i>	188
Foto 203. Vista general de la Presa Cuchillo-Solidaridad.....	191
Foto 204. Presa Cuchillo libre de plantas acuáticas exóticas invasoras.....	191
Foto 205. Vista general de Presa José López Portillo	193
Foto 206. Presa José López Portillo libre de plantas acuáticas exóticas invasoras.....	194
Foto 207. Vista General de la Presa Miguel de la Madrid Hurtado.....	196
Foto 208. <i>Phragmites australis</i> en la Presa Miguel de la Madrid Hurtado	197
Foto 209. Vista General de la Presa Presidente Miguel Alemán.....	199
Foto 210. Infestación de <i>Phragmites australis</i>	200
Foto 211. Reten de lirio en la Presa Manuel Ávila Camacho	202
Foto 212. Infestación de <i>Eichhornia crassipes</i> en la Presa Manuel Ávila Camacho.....	203
Foto 213. <i>Eichhornia crassipes</i>	203
Foto 214. Acercamiento a <i>Eichhornia crassipes</i>	204
Foto 215. Google. 23/03/2018 Presa El Centenario.....	206
Foto 216. Vista panorámica de la Presa El Centenario	206
Foto 217. Acercamiento a la Presa El Centenario	207
Foto 218. Presa libre PAEI	207
Foto 219. Presa Adolfo López Mateos.....	209
Foto 220. Vista general de la presa en las inmediaciones de la cortina	210
Foto 221. A medida que se encuentra la confluencia del Río Humaya los manchones de <i>Eichhornia crassipes</i> son más densos.....	210
Foto 222. Se observan numerosas flores de <i>Eichhornia crassipes</i>	211
Foto 223. Asociada a la infestación de <i>Eichhornia crassipes</i> se desarrolla <i>Lemna minor</i>	211
Foto 224. Una severa infestación de <i>Paspalum repens</i> asociada con <i>Eichhornia crassipes</i>	212
Foto 225. Inflorescencia de <i>Paspalum repens</i>	212
Foto 226. <i>Polygonum punctatum</i>	213
Foto 227. Inflorescencia de <i>P. punctatum</i>	213
Foto 228. Cortina de la Presa El Salto.....	215
Foto 229. Plantas de <i>Eichhornia crassipes</i> agrupadas en pequeños machones	216
Foto 230. <i>Eichhornia crassipes</i> cercanos a la desembocadura del Río Elota	216
Foto 231. Raíces de <i>Eichhornia crassipes</i> donde se desarrolla <i>Lemna minor</i>	217
Foto 232. Remanso de agua donde se desarrolla <i>Lemna minor</i>	217

Foto 233. Vista general de la infestación de <i>Lemna minor</i>	218
Foto 234. Presa Ing. Guillermo Blake Aguilar	220
Foto 235. Presa libre de infestación	221
Foto 236. Derivadora Santa Marta	221
Foto 237. Compuertas de la derivadora	222
Foto 238. Canal infestado con <i>Pistia stratiotes</i>	222
Foto 239. Acercamiento <i>Pistia stratiotes</i>	223
Foto 240. Typha	223
Foto 241. <i>Paspalum repens</i> en el canal	224
Foto 242. Acercamiento <i>Paspalum repens</i>	224
Foto 243. <i>Lemna minor</i>	225
Foto 244. Vista general de la Presa Gustavo Díaz Ordaz	227
Foto 245. Presa libre de plantas acuáticas	228
Foto 246. Placa de la Presa José López Portillo	230
Foto 247. Vista general de la Presa José López Portillo	231
Foto 248. Presa Josefa Ortiz de Domínguez	233
Foto 249. Vista panorámica de la Presa Josefa Ortiz de Domínguez	234
Foto 250. Presa Josefa Ortiz de Domínguez libre de plantas acuáticas	234
Foto 251. Vista Panorámica de la Presa Luis Donald Colosio	236
Foto 252. Presa Luis Donald Colosio libre de plantas acuáticas	237
Foto 253. Vista panorámica de la Presa Miguel Hidalgo y Costilla	239
Foto 254. Cortina de la Presa Miguel Hidalgo y Costilla	240
Foto 255. Vista general de la Presa Sanalona	242
Foto 256. Cerca de la cortina se observan algunas plantas de <i>Eichhornia crassipes</i>	243
Foto 257. Algunas plantas de <i>Eichhornia crassipes</i> se observaron dispersas en el espejo de agua	243
Foto 258. Dren Batamote infestado con lirio acuático y tule	244
Foto 259. Remoción del lirio acuático	244
Foto 260. Presa Adolfo Ruíz Cortines (Mocuzari) libre de PAEI	246
Foto 261. <i>Stuckenia pectinata</i>	248
Foto 262. Distribución de <i>Stuckenia pectinata</i> en borde de canales	249
Foto 263. <i>Hymenocallis sonorensis</i> (Lirio Chino) en canales del DR 038	249
Foto 264. Flor de <i>H. sonorensis</i> . (Lirio Chino)	250
Foto 265. Hoja y flores de <i>Sagittaria latifolia</i> (Sagitaria). Fuente: Atlas of Florida Plants, 2018.	250
Foto 266. Emergencia de <i>S. latifolia</i> (Sagitaria) en sedimentos colectados en el DR 038 ..	251
Foto 267. <i>Panicum repens</i> (Panizo) en canales del DR038	251
Foto 268. Pleuston compuesto principalmente por <i>Hydrodictyon</i>	252
Foto 269. <i>Chara</i> extraída de canal del DR 038	252
Foto 270. Masa de pleuston (lama) compuesta principalmente por <i>Cladophora</i> , extraída de un canal del DR 038	253
Foto 271. Vista microscópica de un ejemplar de <i>Oedogonium</i> germinado recientemente, note las células asimétricas característica de este género	253

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.....	254
Foto 273. Cortina de la Presa Anzaldúas	256
Foto 274. Infestación de <i>Phragmites australis</i>	257
Foto 275. Presa Internacional Retamal	259
Foto 276. <i>Phragmites australis</i> (flecha blanca) y <i>Arundo donax</i> (flecha roja) en la Presa El Retamal.....	260
Foto 277. <i>Phragmites australis</i> en Presa Retamal	260
Foto 278. Dren El Morillo	262
Foto 279. <i>Phragmites australis</i> en Dren El Morillo	262
Foto 280. Vista general de la Laguna de Pithaya.....	264
Foto 281. <i>Salvinia molesta</i>	264
Foto 282. Infestación con <i>Eichhornia crassipes</i>	265
Foto 283. Infestación con <i>Nelumbo nucifera</i>	265
Foto 284. Presencia de <i>Eichhornia crassipes</i> en el canal que llega a la Presa El Sol.....	267
Foto 285. <i>Eichhornia crassipes</i> y <i>Typha latifolia</i> en la Presa El Sol	268
Foto 286. <i>Typha latifolia</i>	268
Foto 287. Presencia de <i>Polygonum acuminatum</i> en la Presa Sol	269
Foto 288. Presa La Luna Tlaxcala intestada con <i>Eichhornia crassipes</i>	271
Foto 289. <i>Polygonum acuminatum</i> en ribera de la presa	273
Foto 290. Manchones de <i>P. acuminatum</i>	274
Foto 291. <i>Schoenoplectus acutus</i> en ribera de la presa.....	274
Foto 292. Vista de <i>Schoenoplectus acutus</i>	275
Foto 293. <i>Potamogeton natans</i>	275
Foto 294. <i>Stuckenia pectinata</i>	276
Foto 295. <i>Polygonum acuminatum</i>	276
Foto 296. <i>Eleocharis montevidensis</i>	277
Foto 297. <i>Hydrocotyle ranunculoides</i>	277
Foto 298. <i>Typha latifolia</i>	278
Foto 299. <i>Nymphoides fallax</i>	278
Foto 300. <i>Hydrodictyon</i>	279
Foto 301. Participantes del curso	326
Foto 302. Sesiones teóricas del curso	326

Índice de figuras

Figura 1. Regiones Hidrológicas Mapeadas para el Proyecto GEF	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	173
Figura 6. Régimen de caudal. Componentes y características. (Modificado de Poff, 1997)	282
Figura 7. Caudales, eventos en el cauce y plantas acuáticas (Modificado de Postel and Richter, 2003)	283
Figura 8. Zonificación de las formas de vida de las plantas acuáticas, subacuáticas y tolerantes (Lot et al, 2015)	284
Figura 9. Objetivos ambientales de las cuencas hidrológicas	286
Figura 10. Proceso metodológico de la NMX-AA-159-SCFI-2012.....	287
Figura 11. Ubicación de la presa y la estación hidrométrica Sanalona II. Fuente: IMTA, 2019	288
Figura 12. Datos diarios de la estación hidrométrica Sanalona II. Fuente: elaboración IMTA, 2019	289
Figura 13. Comparación de dos periodos de datos mensuales estación Sanalona II. Fuente: elaboración IMTA, 2019	290
Figura 14. Alteraciones mensuales de acuerdo con NMX-AA-159-SCFI-2012 de Caudal Ecológico, E.H. Sanalona II. Fuente: elaboración IMTA, 2019.....	291
Figura 15. Ubicación de la presa y la estación hidrométrica Santa Cruz.....	292
Figura 16. Datos diarios de la estación hidrométrica Santa Cruz.....	293
Figura 17. Comparación de dos periodos de los datos mensuales de la estación.....	294
Figura 18. Alteraciones mensuales de acuerdo con NMX-AA-159-SCFI-2012 de Caudal Ecológico, E.H. Santa Cruz. Fuente: elaboración IMTA, 2019	295
Figura 19. Ubicación del lago y la estación hidrométrica El Plan.....	296
Figura 20. Datos diarios de la estación hidrométrica. Fuente: elaboración IMTA, 2019....	297
Figura 21. Comparación de dos periodos de los datos mensuales de la estación El Plan ..	297
Figura 22. Alteraciones mensuales de acuerdo con NMX-AA-159-SCFI-2012 de Caudal Ecológico, E.H. El Plan. Fuente: elaboración IMTA, 2019.....	299
Figura 23. Estaciones Hidrométricas cercanas al Lago de Chapala	300
Figura 24. Alteraciones Hidrológicas para la E.H. Yurécuaro II	301
Figura 25. Alteraciones mensuales de acuerdo con NMX-AA-159-SCFI-2012 de Caudal Ecológico.....	302
Figura 26. Alteraciones Hidrológicas para la Estación Hidrométrica de Corona.....	303
Figura 27. Niveles Históricos del Lago de Chapala	304
Figura 28. Ubicación de la presa y las estaciones hidrométricas Grijalva y Malpaso	305
Figura 29. Datos diarios de la estación hidrométrica Grijalva.....	306
Figura 30. Comparación de dos periodos de los datos mensuales de la estación Grijalva.	307
Figura 31. Alteraciones mensuales de acuerdo con NMX-AA-159-SCFI-2012 de Caudal Ecológico, E.H. Grijalva. Fuente: elaboración IMTA, 2019	308
Figura 32. Datos diarios de la estación hidrométrica Malpaso II	309

Figura 33. Comparación de dos periodos de datos mensuales estación Malpaso II	310
Figura 34. Alteraciones mensuales de acuerdo con NMX-AA-159-SCFI-2012 de Caudal Ecológico, E.H. Malpaso II. Fuente: elaboración IMTA, 2019.....	311
Figura 35. Estaciones hidrométricas cercanas a la Presa	312
Figura 36. Alteraciones hidrológicas para la Estación Hidrométrica Las Peñitas.....	312
Figura 37. Alteraciones mensuales, en la E. H. Las Peñitas.....	314
Figura 38. Registros de Fósforo total de la RNMCA – Conagua Cuitzeo	317
Figura 39. Registros de Ortofosfatos de la RNMCA – Conagua Cuitzeo.....	318
Figura 40. Registros de Fósforo total de la RNMCA – Conagua Humaya	318
Figura 41. Registros Ortofosfatos de la RNMCA – Conagua Humaya	319
Figura 42. Registros de Nitratos de la RNMCA – Conagua Cuitzeo	319
Figura 43. Registros de Nitratos de la RNMCA – Conagua Presa A. López Mateos	320
Figura 44. Valores registrados de Nitratos RNMCA Conagua Presa Sanalona.....	320
Figura 45. Valores registrados de Nitratos RNMCA-Conagua Presa José López Portillo	321
Figura 46. Resultados de N-NO3 de los sitios de monitoreo, 2016.....	322
Figura 47. Resultados de N-NO3 de los sitios de monitoreo, 2016, Lago de Chapala.	322

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. Evaluación de biomasa y densidad del Lirio acuático en la Laguna de Zapotlán	151
Tabla 74. Datos Generales de la Presa El Bosque	152
Tabla 75. Especies detectadas en la Presa El Bosque.....	152
Tabla 76. Datos Generales del Lago de Cuitzeo	154
Tabla 77. Especies detectadas en el Lago de Cuitzeo	154
Tabla 78. Datos Generales del Lago de Pátzcuaro	161
Tabla 79. Especies detectadas en el Lago Pátzcuaro.....	161
Tabla 80. Datos Generales del Lago de Zirahuén	169
Tabla 81. Especies detectadas en el Lago Zirahuén	169
Tabla 82. Datos Generales de Embalses de Morelos	174
Tabla 83. Especies detectadas en la Presa Alzadas	176
Tabla 84. Especies detectadas en la Presa El Tilcuate.....	180
Tabla 85. Especies detectadas en la Presa Seca.....	182

Tabla 86. Especies detectadas en la Laguna Seca	184
Tabla 87. Especies detectadas en el Lago Contlaco	187
Tabla 88. Datos Generales de la Presa Cuchillo-Solidaridad	189
Tabla 89. Especies detectadas en la Presa Cuchillo - Solidaridad	189
Tabla 90. Datos generales de la Presa José López Portillo	192
Tabla 91. Especies detectadas en la Presa José López Portillo	192
Tabla 92. Datos Generales de la Presa Miguel de la Madrid Hurtado	195
Tabla 93. Especies detectadas en la Presa Miguel de la Madrid Hurtado	195
Tabla 94. Datos Generales de la Presa Presidente Miguel Alemán	198
Tabla 95. Especies detectadas en la Presa Presidente Miguel Alemán	198
Tabla 96. Datos Generales de la Presa Manuel Ávila Camacho	201
Tabla 97. Especies detectadas en la Presa Manuel Ávila Camacho	201
Tabla 98. Información general de la Presa El Centenario	205
Tabla 99. Especies detectadas en la Presa El Centenario.....	205
Tabla 100. Datos Generales de la Presa Adolfo López Mateos.....	208
Tabla 101. Especies detectadas en la Presa Adolfo López Mateos.....	208
Tabla 102. Datos Generales de la Presa Ing. Aurelio Benassini Vizcaíno	214
Tabla 103. Especies detectadas en la Presa Ing. Aurelio Benassini Vizcaíno	214
Tabla 104. Datos Generales de la Presa Ing. Guillermo Blake Aguilar	219
Tabla 105. Especies detectadas en la Presa Ing. Guillermo Blake Aguilar	219
Tabla 106. Datos Generales de la Presa Gustavo Díaz Ordaz.....	226
Tabla 107. Especies detectadas en la Presa Gustavo Díaz Ordaz.....	226
Tabla 108. Datos Generales de la Presa José López Portillo	229
Tabla 109. Especies detectadas en la Presa José López Portillo	229
Tabla 110. Datos Generales de la Presa Josefa Ortiz de Domínguez	232
Tabla 111. Especies detectadas en la Presa Josefa Ortiz de Domínguez	232
Tabla 112. Datos Generales de la Presa Luis Donald Colosio.....	235
Tabla 113. Especies detectadas en la Presa Luis Donald Colosio.....	235
Tabla 114. Datos Generales de la Presa Miguel Hidalgo y Costilla	238
Tabla 115. Especies detectadas en la Presa Miguel Hidalgo y Costilla	238
Tabla 116. Datos Generales de la Presa Sanalona	241
Tabla 117. Especies detectadas en la Presa Sanalona.....	241
Tabla 118. Datos Generales de la Presa Adolfo Ruíz Cortines	245
Tabla 119. Especies detectadas en la Adolfo Ruíz Cortines	245
Tabla 120. Datos Generales del Distrito de Riego (DR) 038 Río Mayo.....	247
Tabla 121. Especies detectadas en la Adolfo Ruíz Cortines	247
Tabla 122. Información General Presa Anzaldúas.....	255
Tabla 123. Especies detectadas en la Presa Internacional Anzaldúas	255
Tabla 124. Datos Generales de la Presa Internacional Retamal	258
Tabla 125. Especies detectadas en la Presa Internacional Retamal	258
Tabla 126. Datos Generales del Dren El Morrillo	261
Tabla 127. Especies detectadas en el Dren El Morillo.....	261
Tabla 128. Especies detectadas en la Laguna de Pitahaya.....	263
Tabla 129. Datos Generales de la Presa El Sol.....	266

Tabla 130. Especies detectadas en la Presa El Sol.....	266
Tabla 131. Datos Generales de la Presa La Luna	270
Tabla 132. Especies detectadas en la Presa La Luna	270
Tabla 133. Datos Generales de la Presa San José Atlanga	272
Tabla 134. Especies detectadas en la Presa San José Atlanga	272
Tabla 135. Parámetros hidrológicos del IHA-RVN	285
Tabla 136. Años de registro de la E.H Sanalona II	289
Tabla 137. Percentiles mensuales de la estación hidrométrica Sanalona II. Fuente: elaboración IMTA, 2019	290
Tabla 138. Porcentajes de cumplimiento de acuerdo con NMX-AA-159-SCFI-2012 de Caudal Ecológico en la E.H. Sanalona II. Fuente: elaboración IMTA, 2019	291
Tabla 139. Años de registro de la E.H Santa Cruz.....	293
Tabla 140. Percentiles mensuales de la estación hidrométrica Santa Cruz. Fuente: elaboración IMTA, 2019	294
Tabla 141. Porcentajes de cumplimiento de acuerdo con NMX-AA-159-SCFI-2012 de Caudal Ecológico en la E.H. Santa Cruz. Fuente: elaboración IMTA, 2019	295
Tabla 142. Años de registro de la E.H El Plan	296
Tabla 143. Percentiles mensuales de la estación hidrométrica El Plan	298
Tabla 144. Porcentajes de cumplimiento de acuerdo con NMX-AA-159-SCFI-2012 de Caudal Ecológico en la E.H. El Plan. Fuente: elaboración IMTA, 2019	298
Tabla 145. Percentiles mensuales en periodos antes y después del impacto en la estación hidrométrica de Yurécuaro II.....	300
Tabla 146. Objetivo Ambiental en el tramo Rio Lerma 7 de la NMX-AA-159-SCFI-2012 de Caudal Ecológico.....	301
Tabla 147. Porcentajes de cumplimiento de acuerdo con NMX-AA-159-SCFI-2012 de Caudal Ecológico en el Lago de Chapala.....	302
Tabla 148. Percentiles mensuales en periodos antes y después del impacto Estación Hidrométrica de Corona	303
Tabla 149. Años de registro de las E.H's Malpaso y Grijalva.....	305
Tabla 150. Percentiles mensuales de la estación hidrométrica Grijalva.....	307
Tabla 151. Porcentajes de cumplimiento de acuerdo con NMX-AA-159-SCFI-2012 de Caudal Ecológico en la E.H. Grijalva. Fuente: elaboración IMTA, 2019	308
Tabla 152. Percentiles mensuales de la estación hidrométrica Malpaso II	310
Tabla 153. Alteraciones mensuales de acuerdo con NMX-AA-159-SCFI-2012 de Caudal Ecológico, E.H. Malpaso II.....	311
Tabla 154. Percentiles mensuales en periodos antes y después del impacto Estación Hidrométrica Las Peñitas.....	313
Tabla 155. Objetivo Ambiental de la Cuenca del Río Grijalva, NMX-AA-159-SCFI-2012 de Caudal Ecológico.....	313
Tabla 156. Porcentajes de cumplimiento de acuerdo con NMX-AA-159-SCFI-2012 de Caudal Ecológico en la E. H. Las Peñitas (Chis.).....	314
Tabla 157. Estaciones de calidad del agua analizadas	316
Tabla 158. Criterios de calidad del agua: Niveles máximos en miligramos por litro	317
Tabla 159. Condiciones de alteración en los cuerpos de agua estudiados.....	323

Tabla 160. Regiones Hidrológicas mapeadas 2015-2019.....	343
--	-----

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 9 son exóticas invasoras, 1 exótica, 27 nativas con comportamiento de invasoras y 5 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. 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.

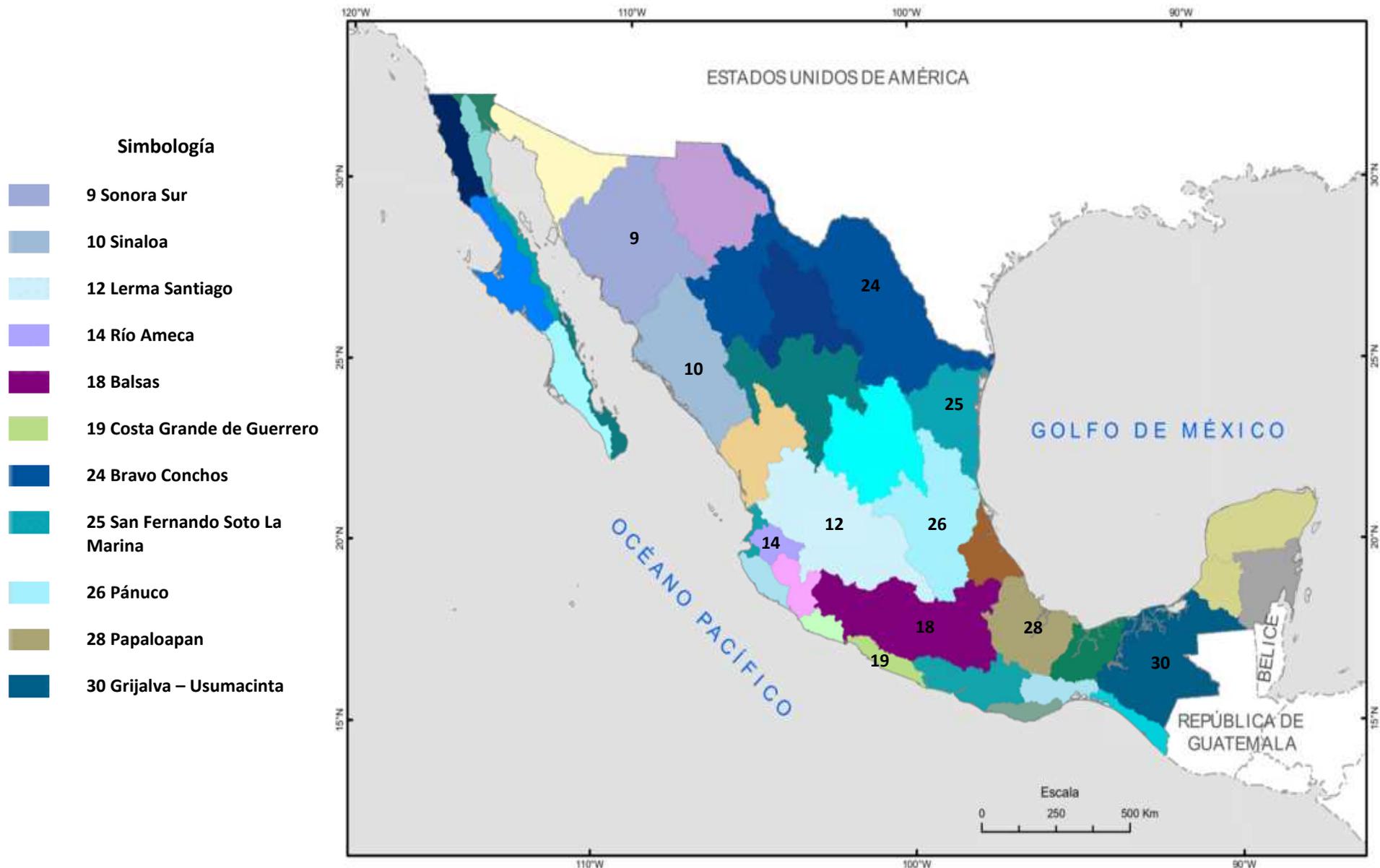


Figura 1. Regiones Hidrológicas Mapeadas para el Proyecto GEF

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

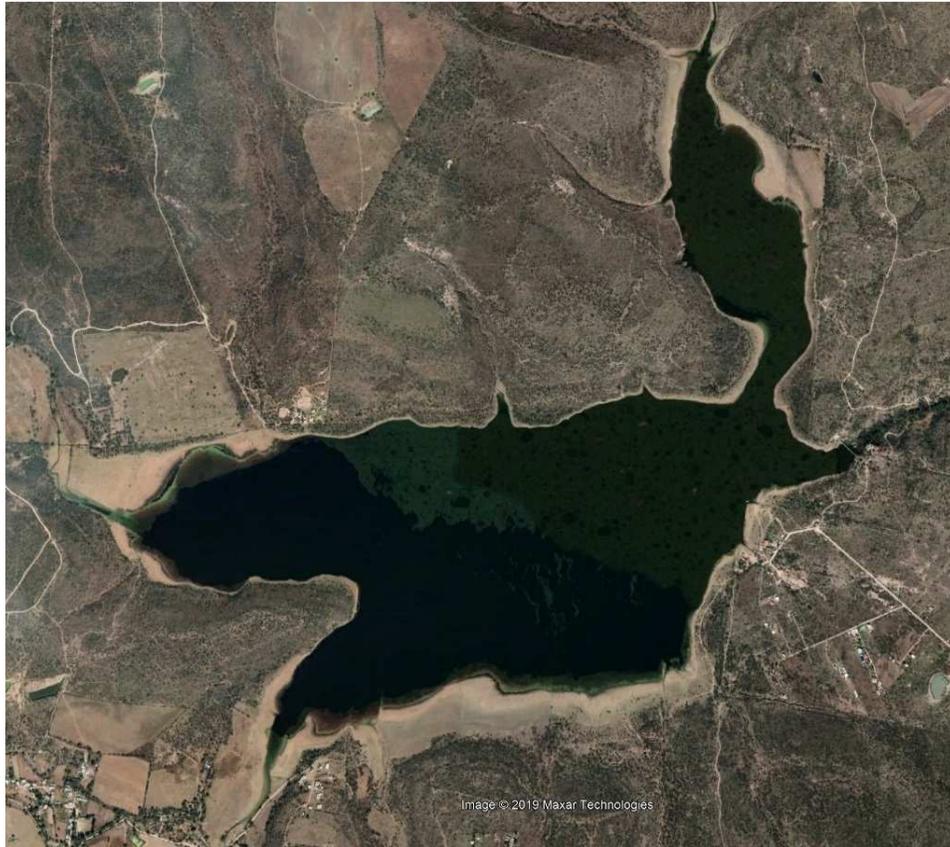
La Presa Abelardo L. Rodríguez abarca un área de aproximadamente 315.83 ha. El área se calculó con el programa de Google Earth Pro aplicando la herramienta área del polígono, debido a que no en este caso no se cuenta con información publicada.

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

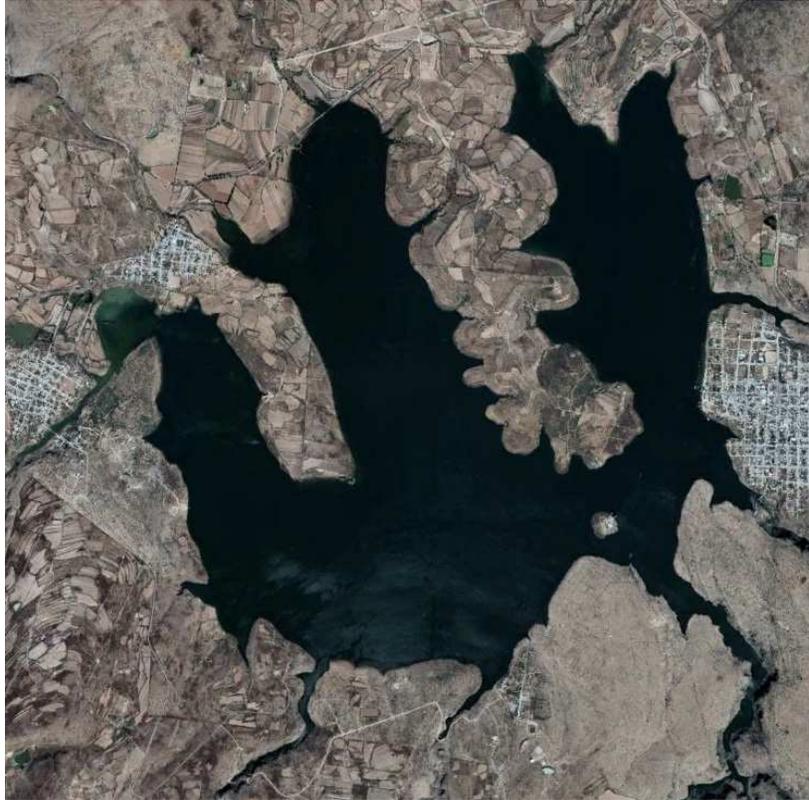
La Presa Plutarco Elías Calles abarca un área de aproximadamente 5,420 ha. El área se calculó con el programa de Google Earth Pro aplicando la herramienta área del polígono, debido a que no en este caso no se cuenta con información publicada.

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*

2.1 Chiapas

2.1.1 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

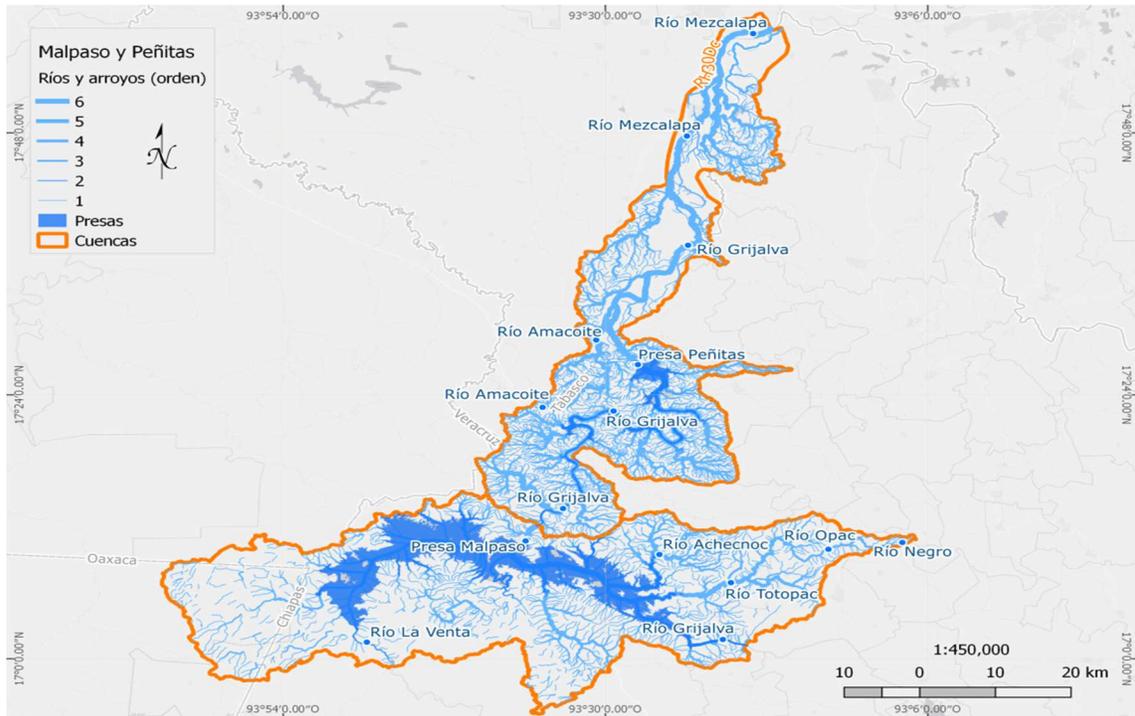


Figura 2. Influyente cuenca Peñitas

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

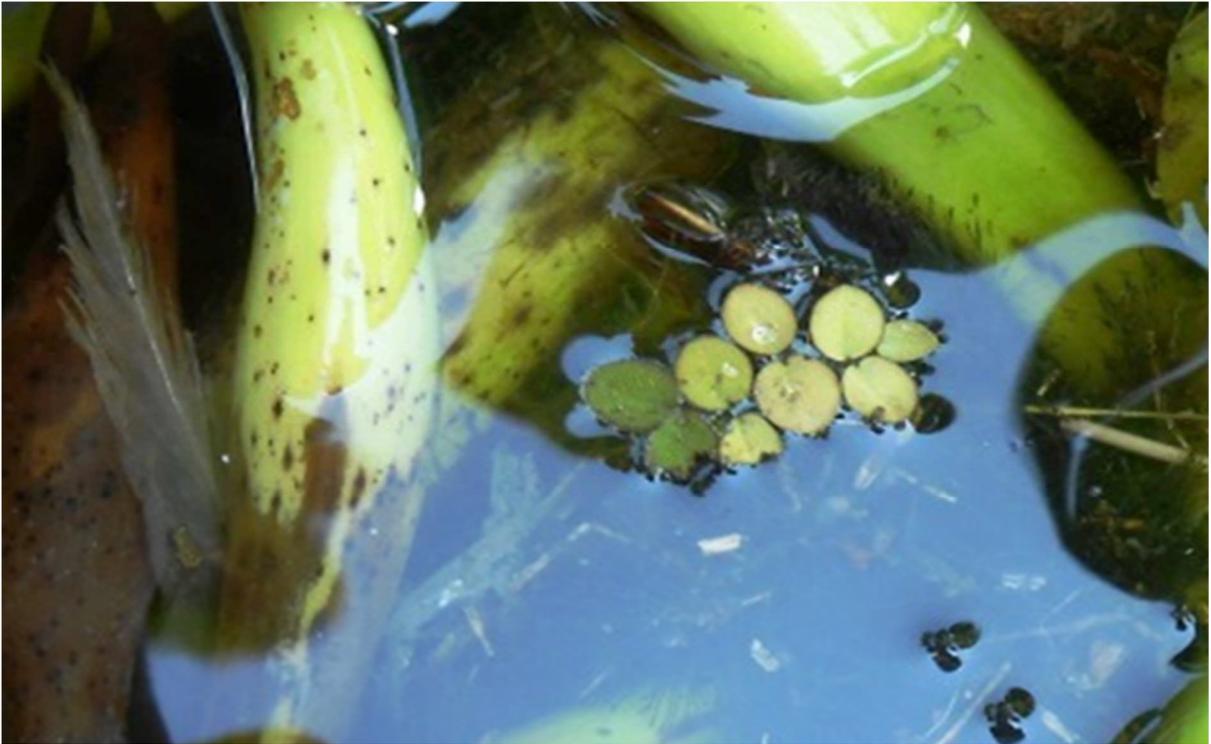


Foto 16. Presencia de *Salvinia molesta* en la Presa Peñitas

2.1.2 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

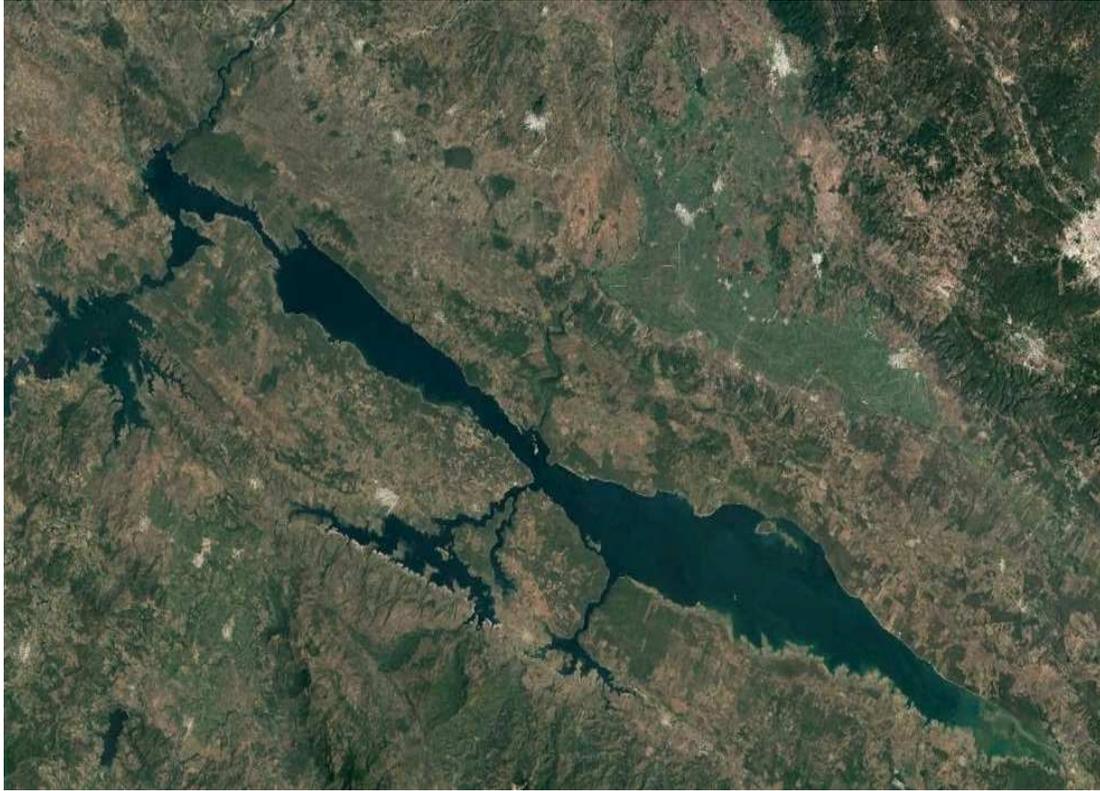


Imagen 4. Google 12/30/2016 Presa Belisario Domínguez
16°24'3.49"N 92°46'44.59"O



Foto 17. Presa Belisario Domínguez libre de PAEI



Foto 18. Cultivo de Tilapia



Foto 19. Infraestructura para el cultivo de Tilapia

2.1.3 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>

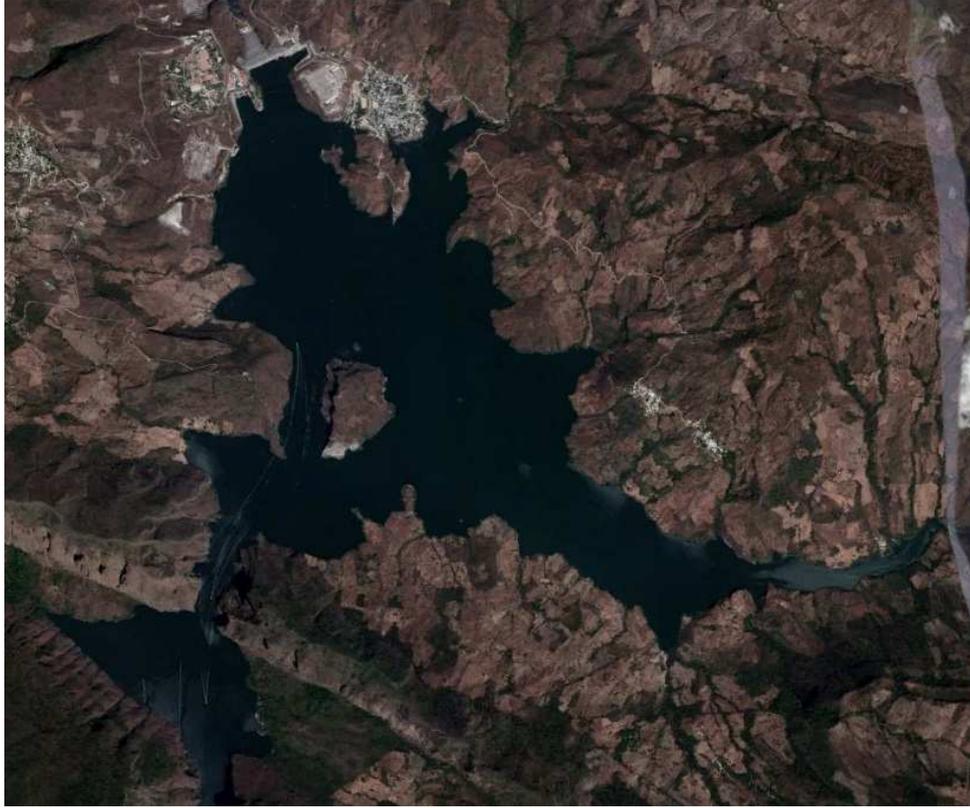


Imagen 5. Google 16/03/2018 Presa Manuel Moreno Torres
16°56'27.05"N 100°93'63.00"O



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*

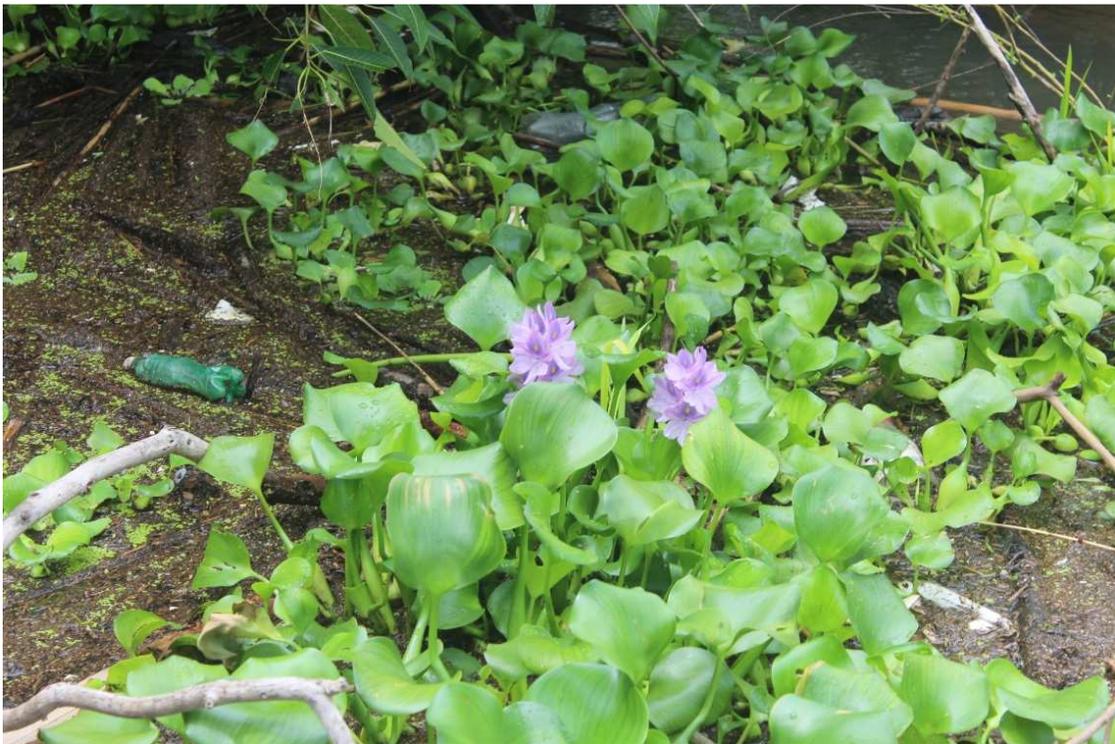


Foto 24. Infestación con *Eichhornia crassipes*



Foto 25. Infestación con *Phragmites australis*

2.1.4 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

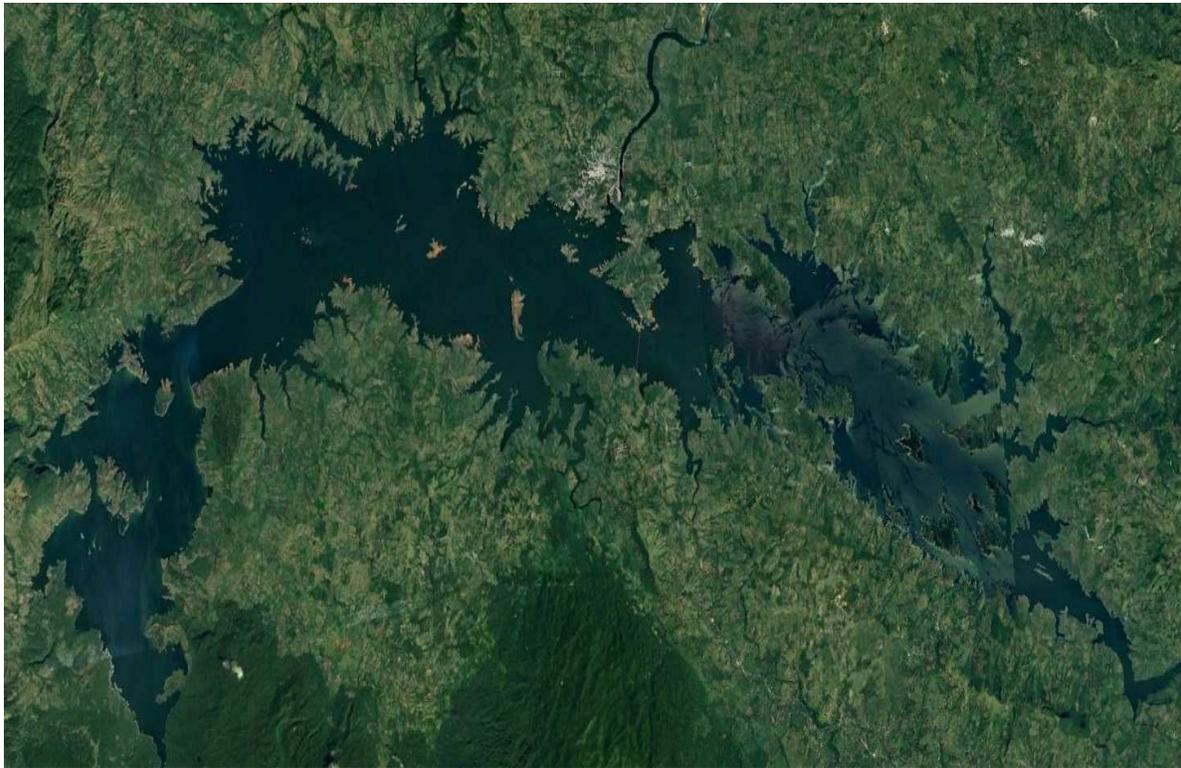


Imagen 6. Google 27/07/2018 Presa Malpaso
 17°10'42.61"N 93°35'54.04"O

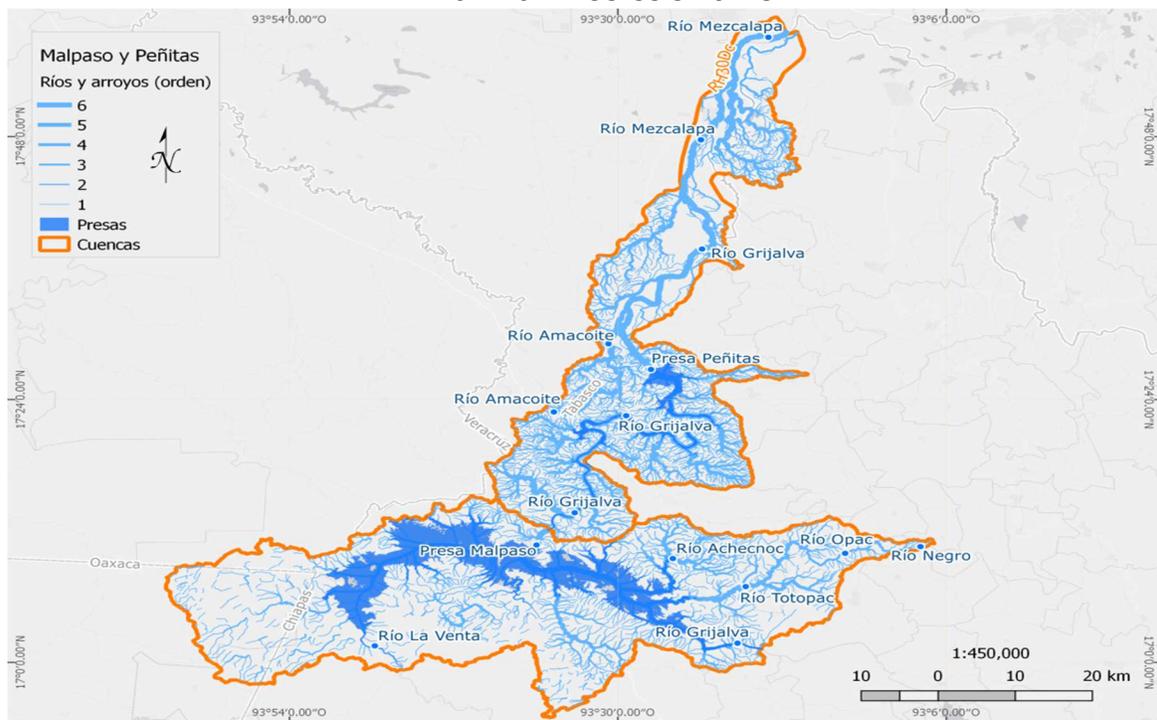


Figura 3. Influyente cuenca Malpaso Peñitas

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>

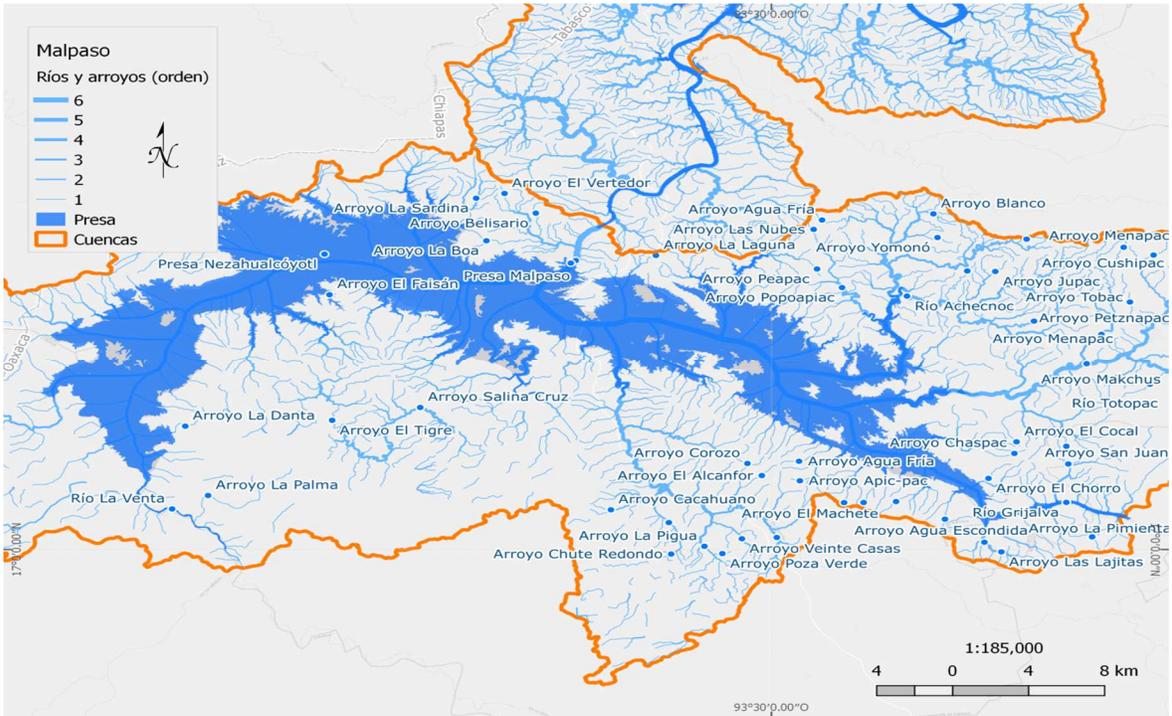


Figura 4. Influyente cuenca Malpaso

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

2.1.5 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 20).

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	Escurremientos 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*

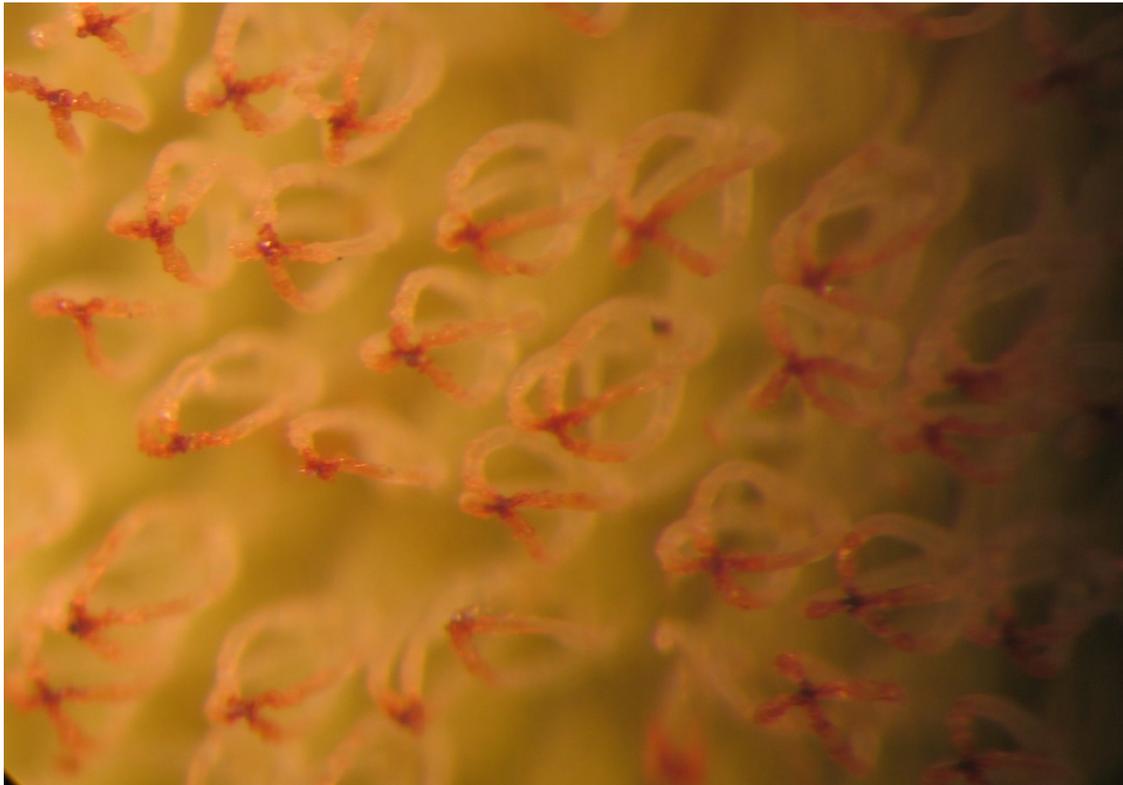


Foto 35. Tricomos (Vellosidades) de *Salvinia molesta* en el haz de las hojas



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



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

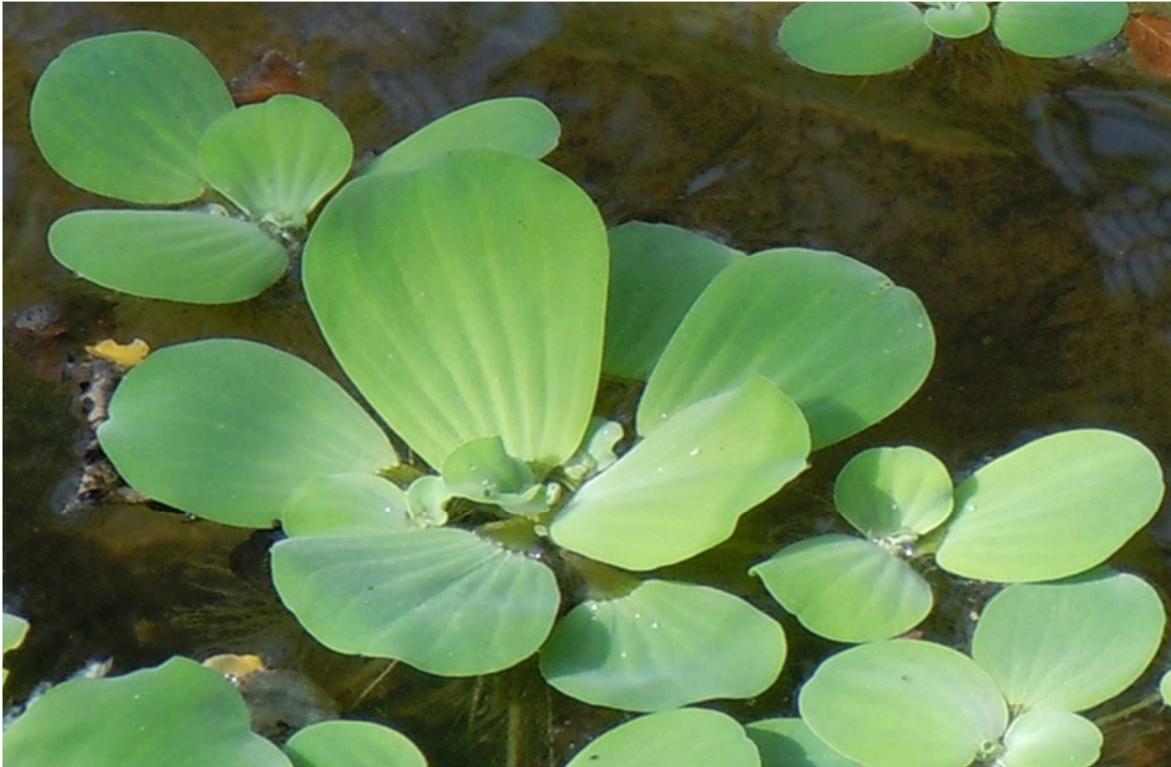


Foto 38. Acercamiento de *Pistia stratiotes* en Ecoparque Aluxes



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

2.1.6 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) Enciclopedia: <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*

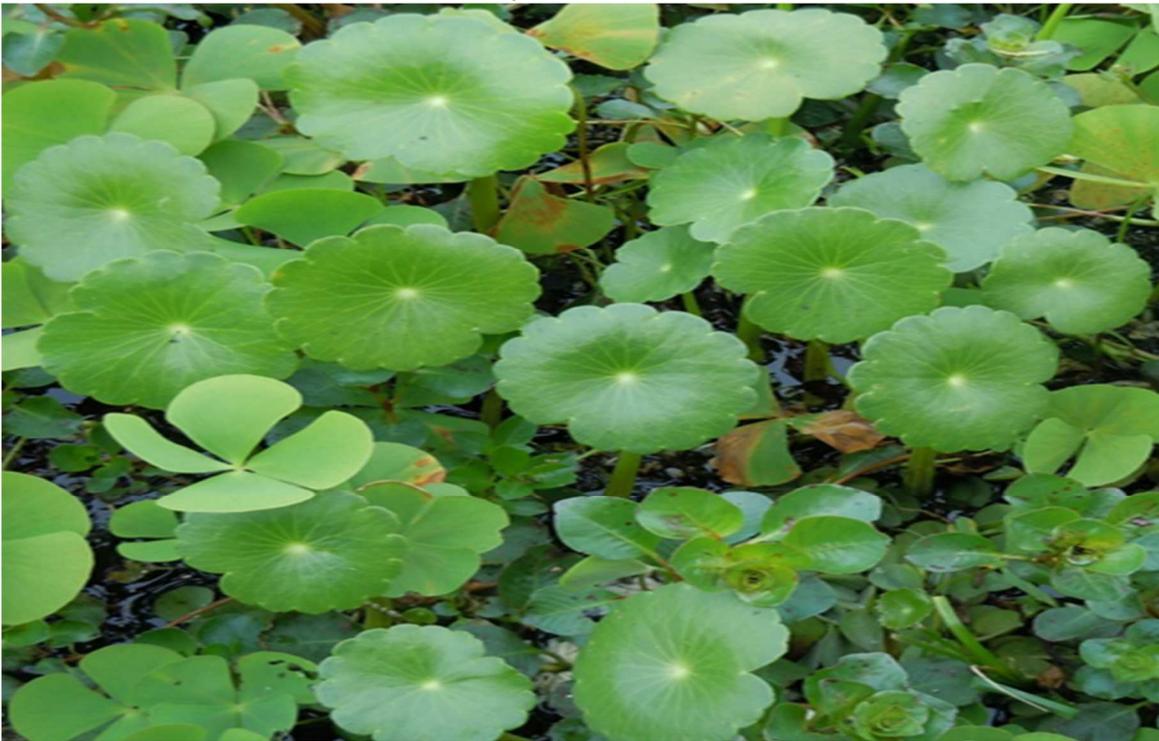


Foto 42. Hojas de *Hydrocotyle ranunculoides*



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

3.1 Chihuahua

3.1.1 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 Chuviscar
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

3.1.2 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	Agosto 2019
<i>Polygonum acuminatum</i>			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*

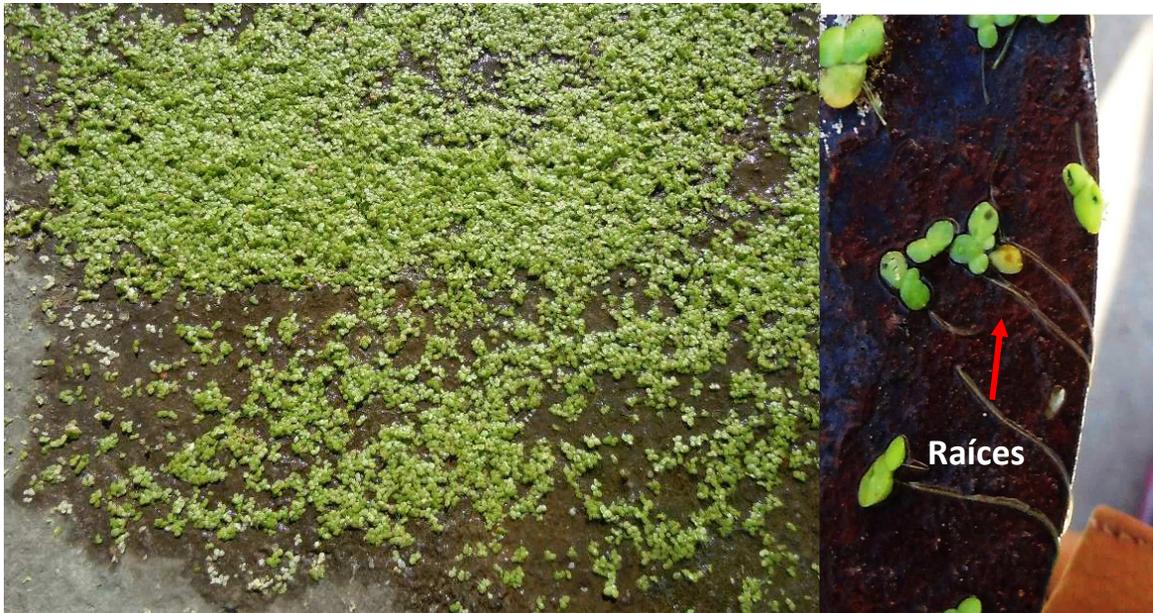


Foto 47. Acercamiento *Lemna minor*



Foto 48. Infestación con *Polygonum acuminatum*

3.1.2 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

3.1.3 Presa Francisco I. Madero

La Presa Francisco I. Madero abarca un área de aproximadamente 3,800 ha (Hank et.al., 1991).

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

En el canal de presa se encontraron *Typha domingensis*, *Arundo donax* y *Tamarix*



Foto 53. Infestación en el Dren con *Typha domingensis*



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*

4.1 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.

4.1.1 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* de 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*

4.1.2 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.

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	

Fuente: Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad (CONABIO) Enciclovida: <http://enciclovida.mx/especies/163790-ipomoea-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>

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.



**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

4.1.3 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 están verdes y en la época de lluvias retoñarán.

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.

4.1.4 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

4.1.5 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*

4.1.6 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	
<i>Eleocharis montevidensis</i>			X	
<i>Polygonum acuminatum</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> 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 Ázate



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



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



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

4.1.7 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

4.1.8 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	
<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} *Polygomon 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

4.1.9 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	

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

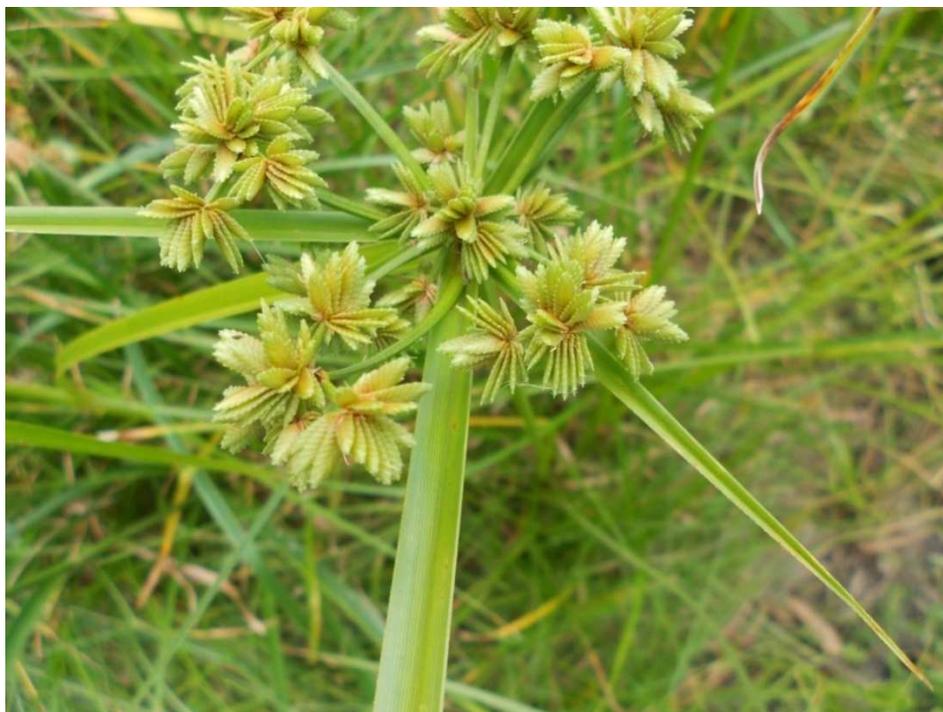


Foto 92. Presencia de *Cyperus eragrostis* en la Presa Santo Tomás



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

4.1.10 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

4.1.11 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	Julio 2015
<i>Hydrocotyle ranunculoides</i>		X	X	
<i>Nuphar lutea</i>			X	
<i>Schoenoplectus acutus</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>, 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

4.1.12 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.

5.1 Guanajuato

5.1.1 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

5.1.2 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*

6.1 Guerrero

6.1.1 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.

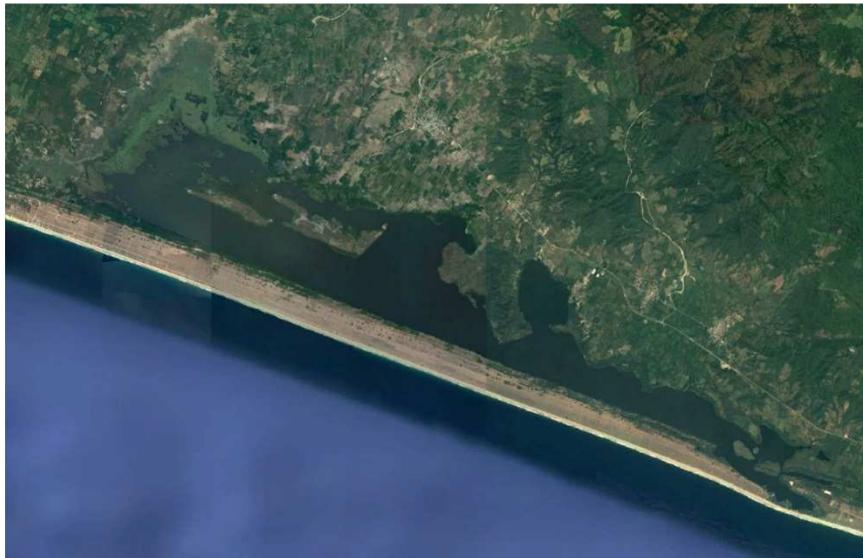


Imagen 28. Google18/11/2017. Laguna Mitla
17°02'48.86''N 100°20'0.11''O



Foto 115. Inafectación 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*

7.1 Hidalgo

7.1.1 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

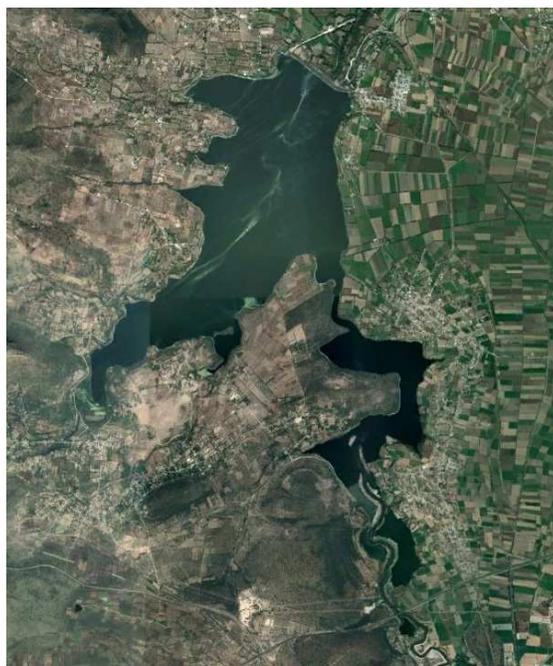


Imagen 29. Google 27/11/2016 Presa Endhó
20°08'16.34''N 99°22'01.75''O



Foto 119. Vista general de la Presa Endhó



Foto 120. Acercamiento a la Presa Endhó



Foto 121. Presa Endhó

7.1.2 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

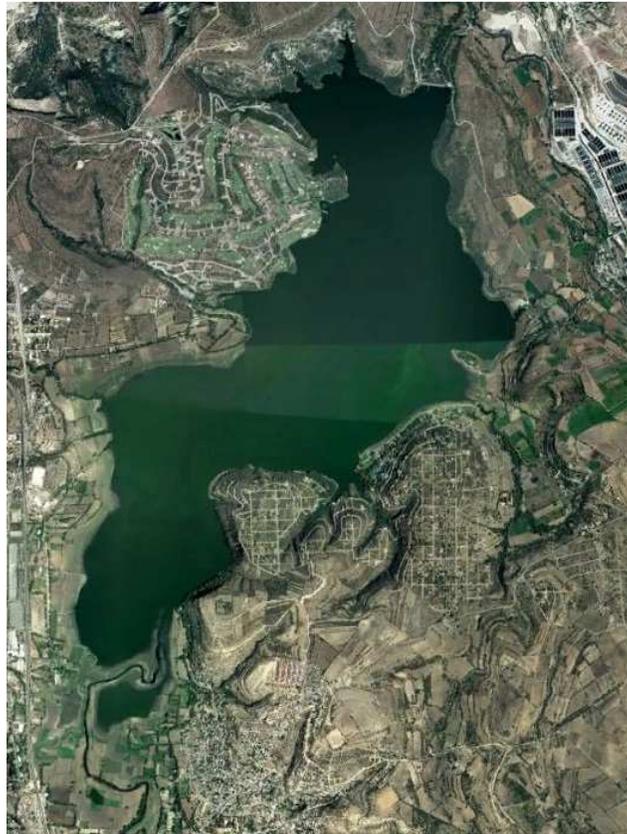


Imagen 30. Google 24/03/2018 Presa Requena
19°56'27.94''N 99°19'30.89''O



Foto 122. Vista panorámica de la Presa Requena



Foto 123. Alrededores de la Presa Requena



Foto 124. Presa Requena libre PAEI

7.1.3 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

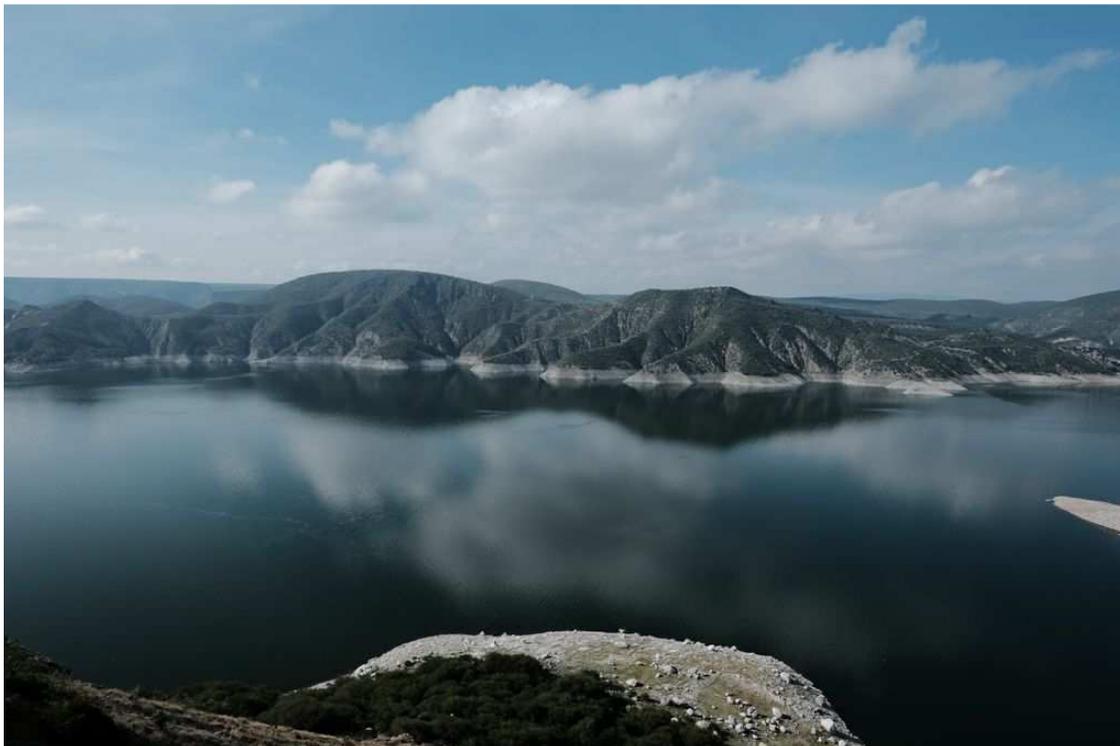


Foto 125. Vista panorámica de la Presa Ing. Fernando Hiriart Balderrama



Foto 126. Presa libre de PAEI

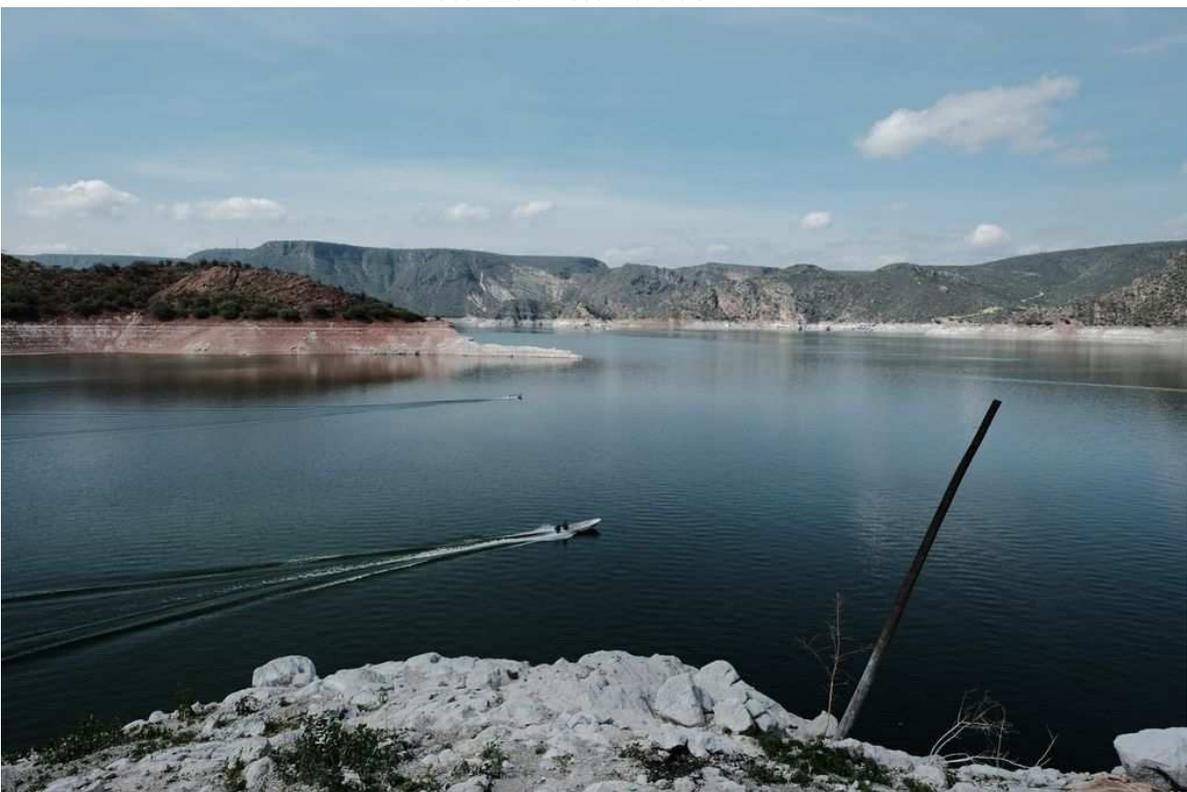


Foto 127. Recorrido en la Presa de Zimapán

8.1 Jalisco

8.1.1 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 (Hurtado)
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

8.1.2 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

8.1.3 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	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*

8.1.4 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	
<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

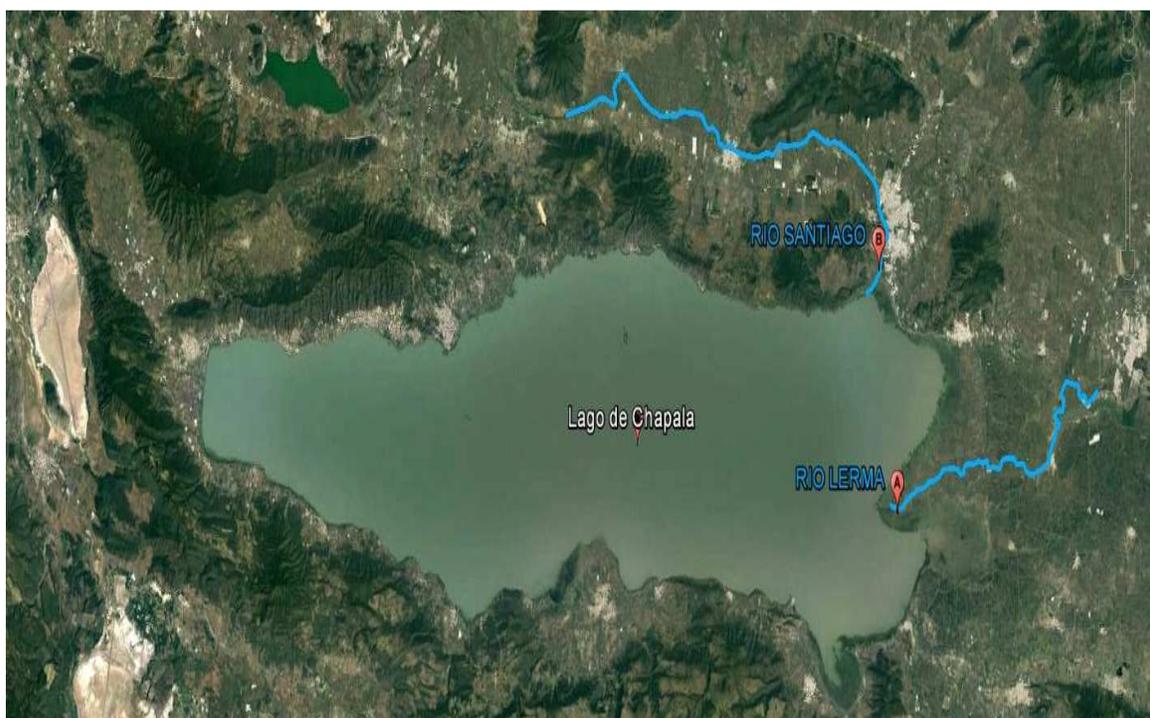


Imagen 35. Google 1/06/2015 Lago de Chapala
20°13'23.56"N 102°58'10.08"O

En la Tabla 100 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

8.1.5 Confluencia de los ríos Zula y Santiago en Jalisco

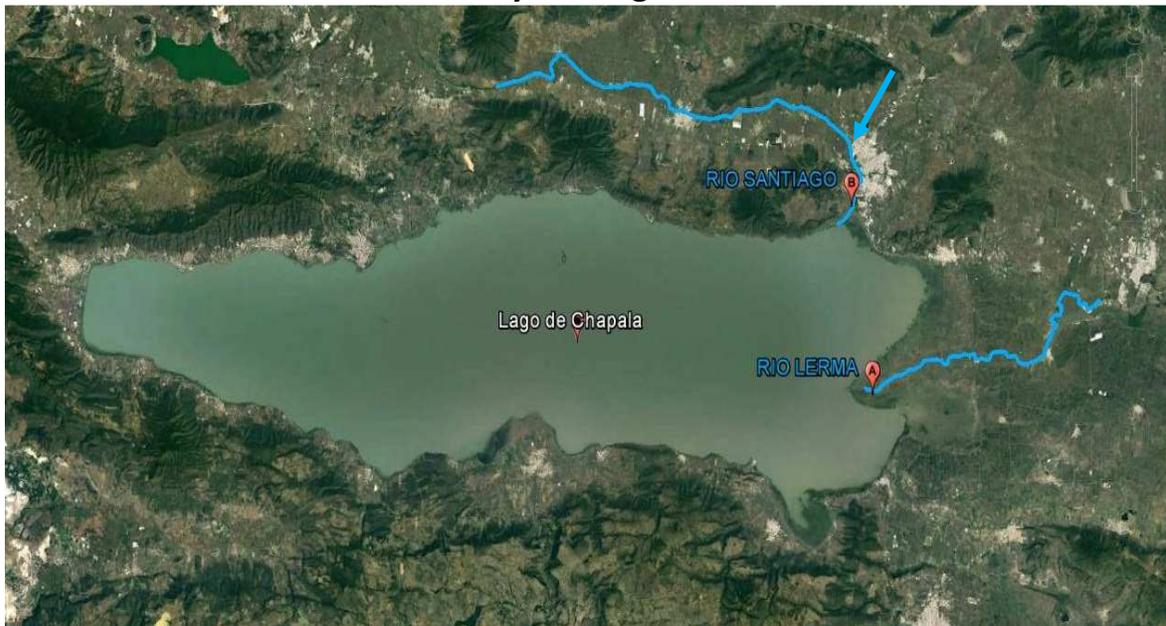


Imagen 36. Google. 1/06/2015 Confluencia de los Ríos Zula y Santiago
20°13'23.56" N, 102°58'10.08" O



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 54 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.

8.1.6 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	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.

8.1.7 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.

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	Rio 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	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) Enciclopedia <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

Tabla 73. Evaluación de biomasa y densidad del Lirio acuático en la Laguna de Zapotlán				
Sitios	Kg/ m²	Núm. Plantas	Altura (cm)	Brotos
1	33	90	43	6
2	34	85	52	5
3	40	74	56	4
4	40	82	66	6
5	36	96	55	6
6	38	95	56	5
7	25	98	65	6
8	26	87	68	7

9.1 Michoacán de Ocampo

9.1.1 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 74. 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 75. 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

9.1.2 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 76. 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 77. 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	
<i>Scirpus olneyi</i>			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*

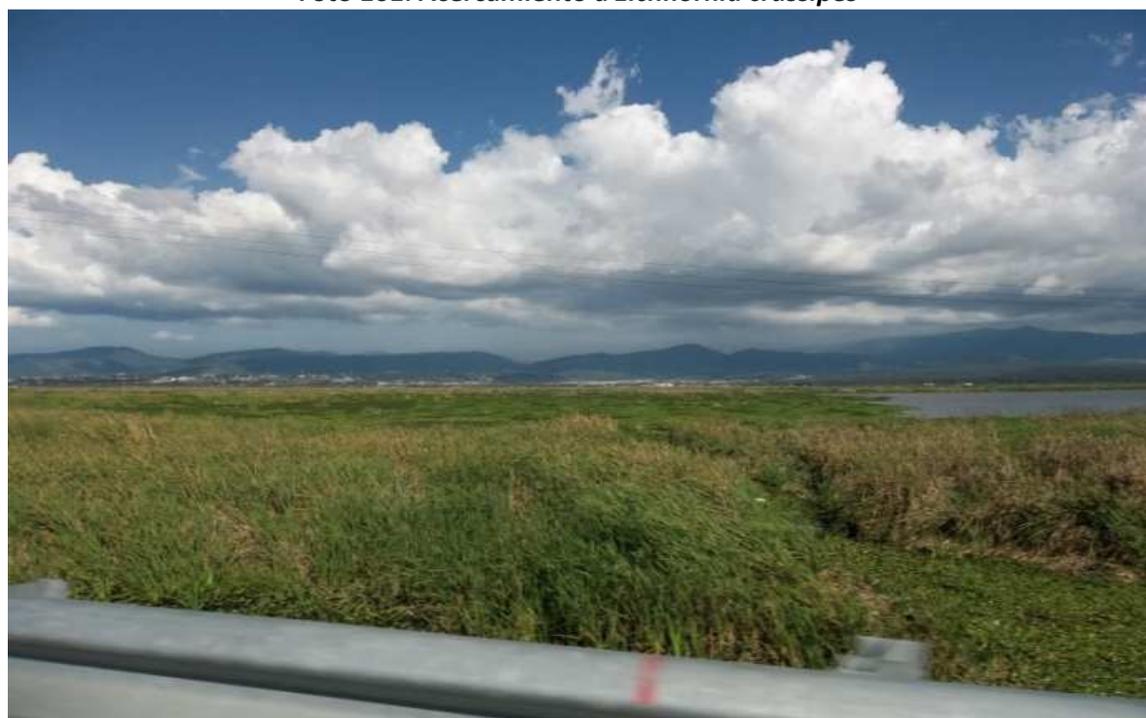


Foto 162. Infestación de *Phragmites australis*



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*

9.1.3 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 78. 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 79. 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	
<i>Phragmites australis</i>		X	X	
<i>Typha domingensis</i>		X	X	
<i>Paspalum repens</i>			X	
<i>Nymphaea mexicana</i>			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, 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. *E. crassipes*



Foto 177. *Typha domingensis*



Foto 178. *Phragmites australis*



Foto 179. *Polygonum acuminatum*

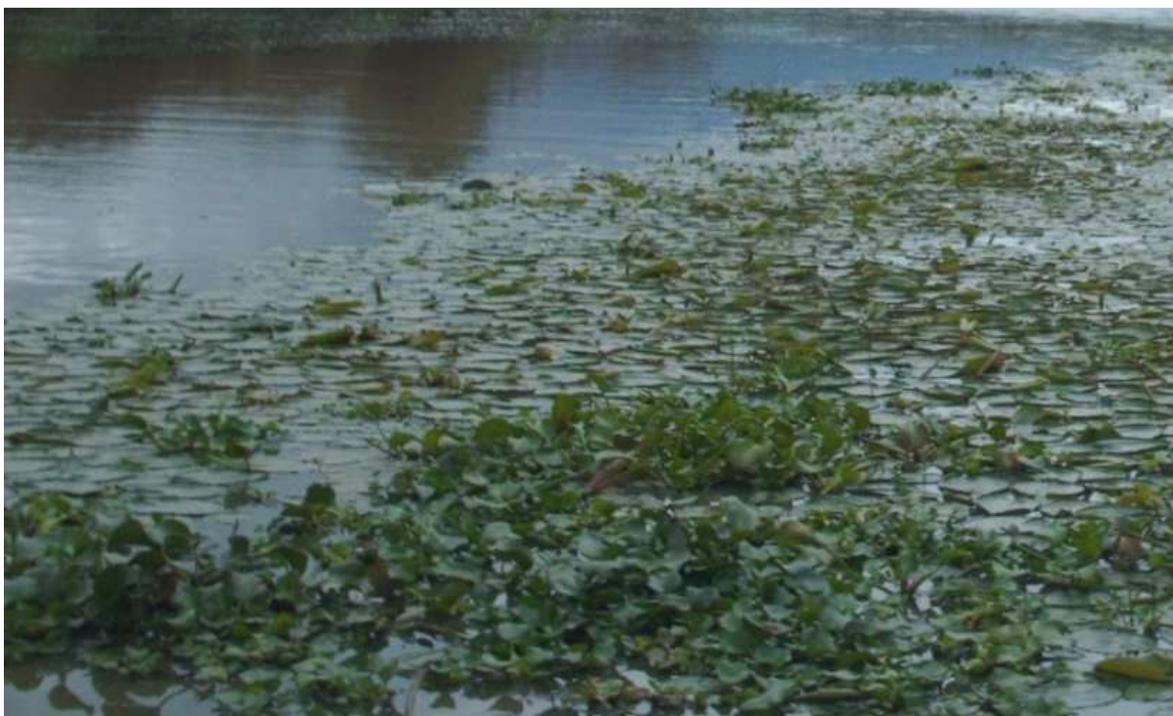


Foto 180. *Nymphaea mexicana*

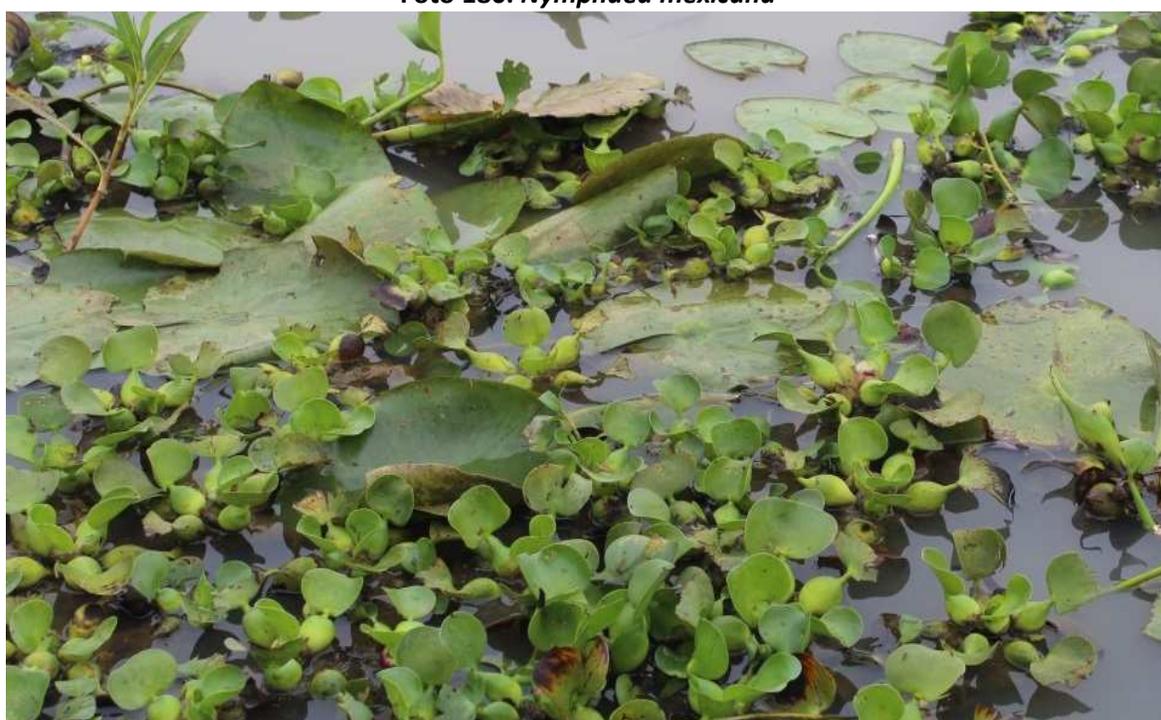


Foto 181. *N. mexicana* y *E. crassipes*

9.1.4 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 80. 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 81. 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*

10.1 Morelos

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

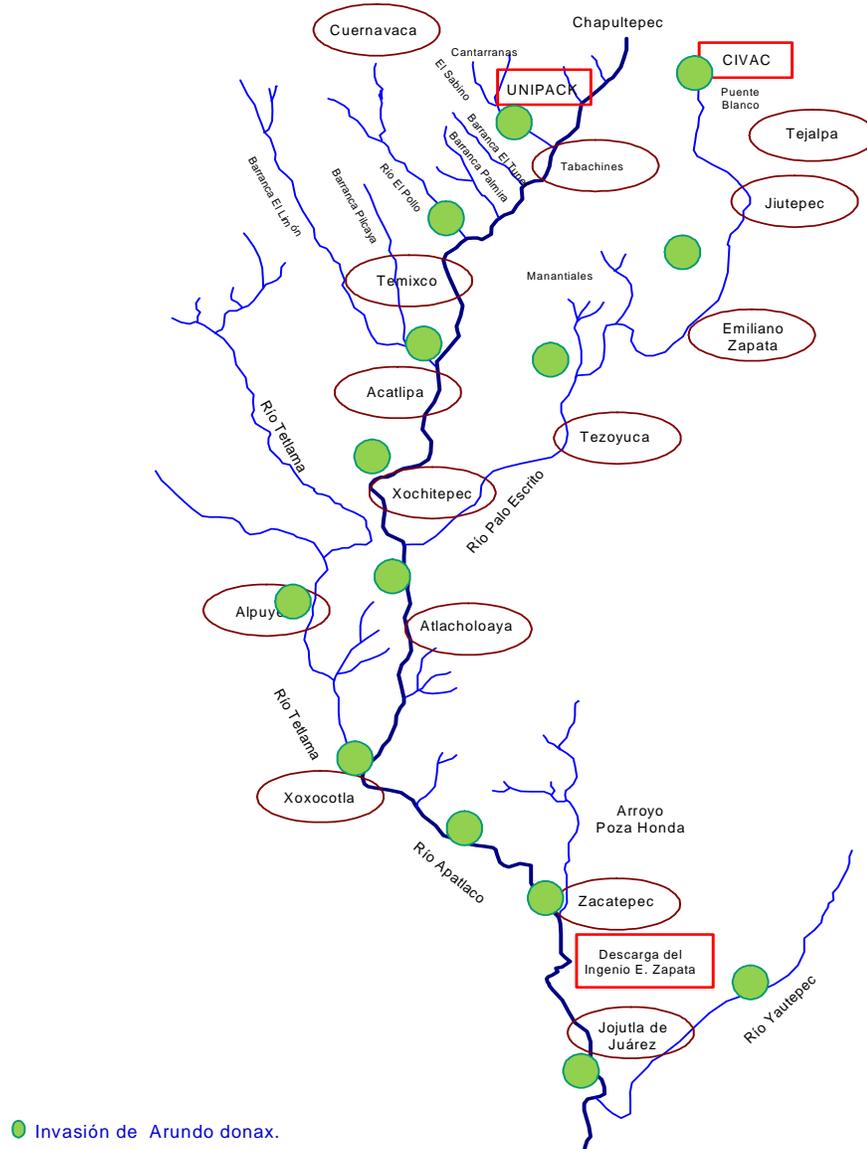


Figura 5. Invasión de *A. donax* en las cuencas del Estado de Morelos
Fuente: elaboración IMTA, 2018



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

Tabla 82. 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

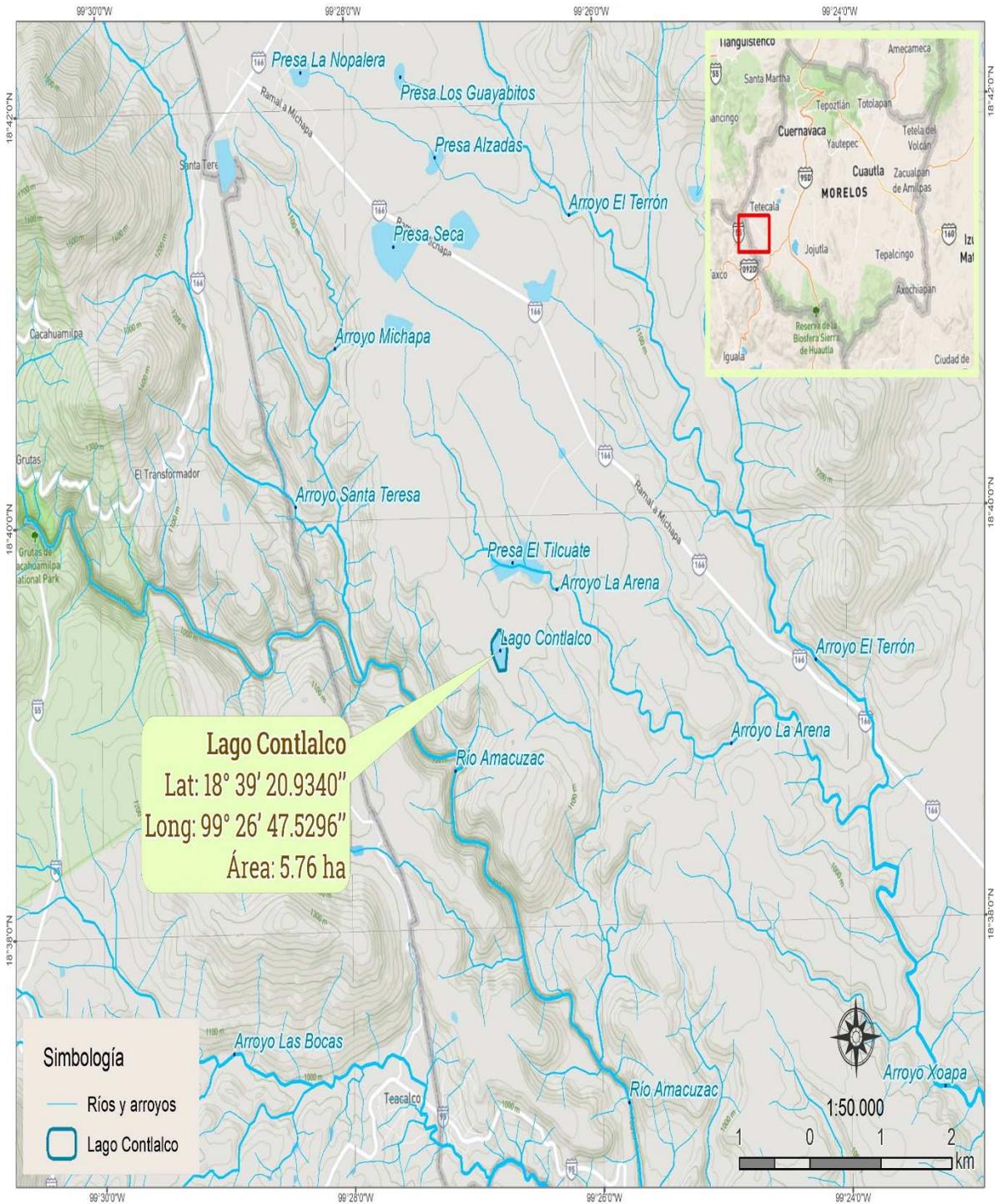


Imagen 42. Embalses ubicados en el Estado de Morelos.
 Fuente: Estadística del Agua en México, 2016.
http://201.116.60.25/publicaciones/eam_2016.pdf

10.1.1 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 83. 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*.

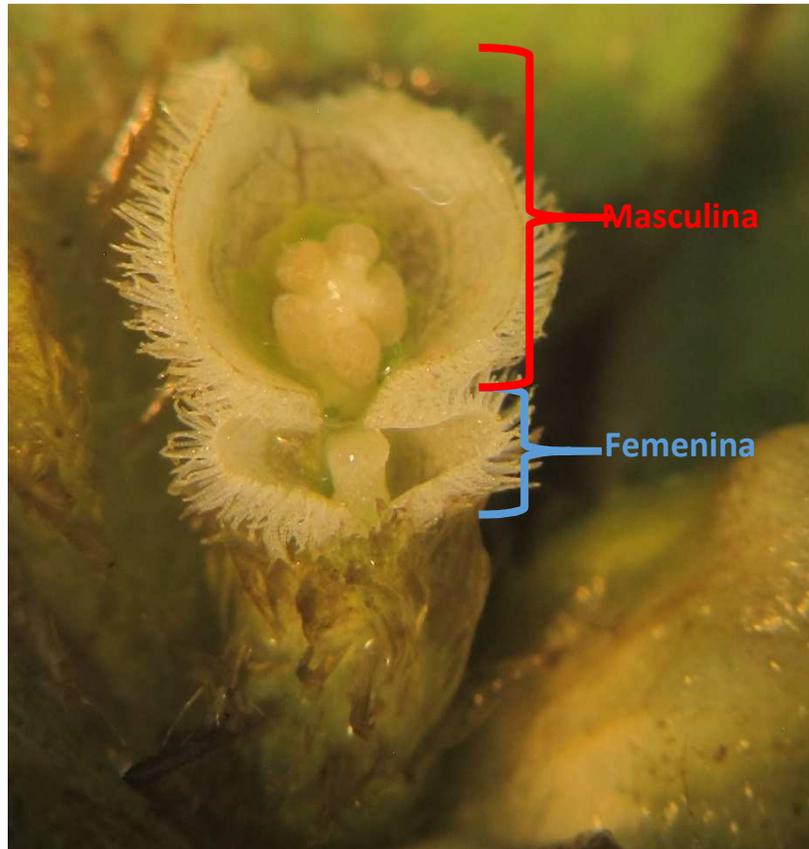


Foto 192. Vista al microscopio de flor de *P. stratiotes*

10.1.2 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 84. 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.

10.1.3 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 85. 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*

10.1.4 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.

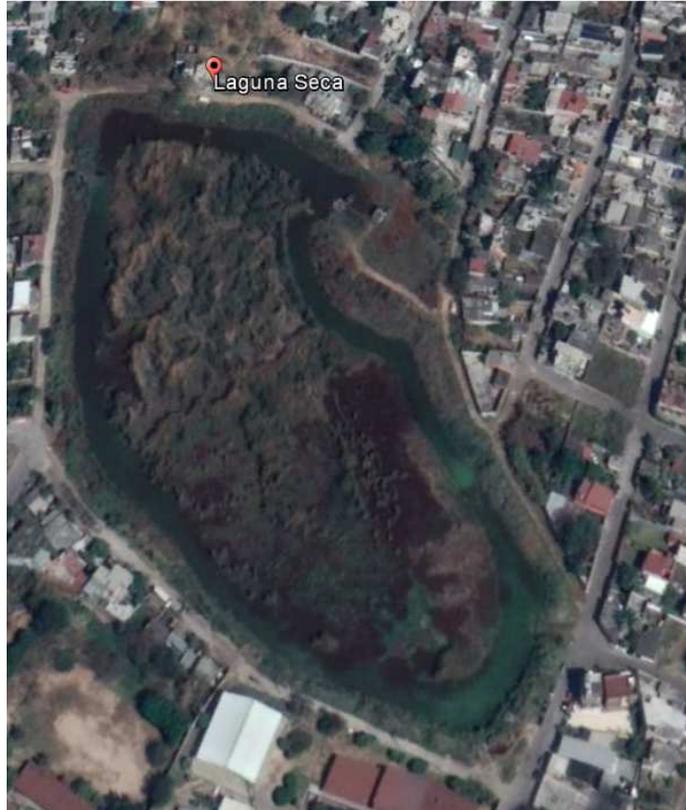


Imagen 46. Google 29/01/2017 Laguna Seca
 18°54'27.79"N 99°09'59.37"O

Tabla 86. 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	
<i>Typha latifolia</i>		X	X	
<i>Azolla filiculoides</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> 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*

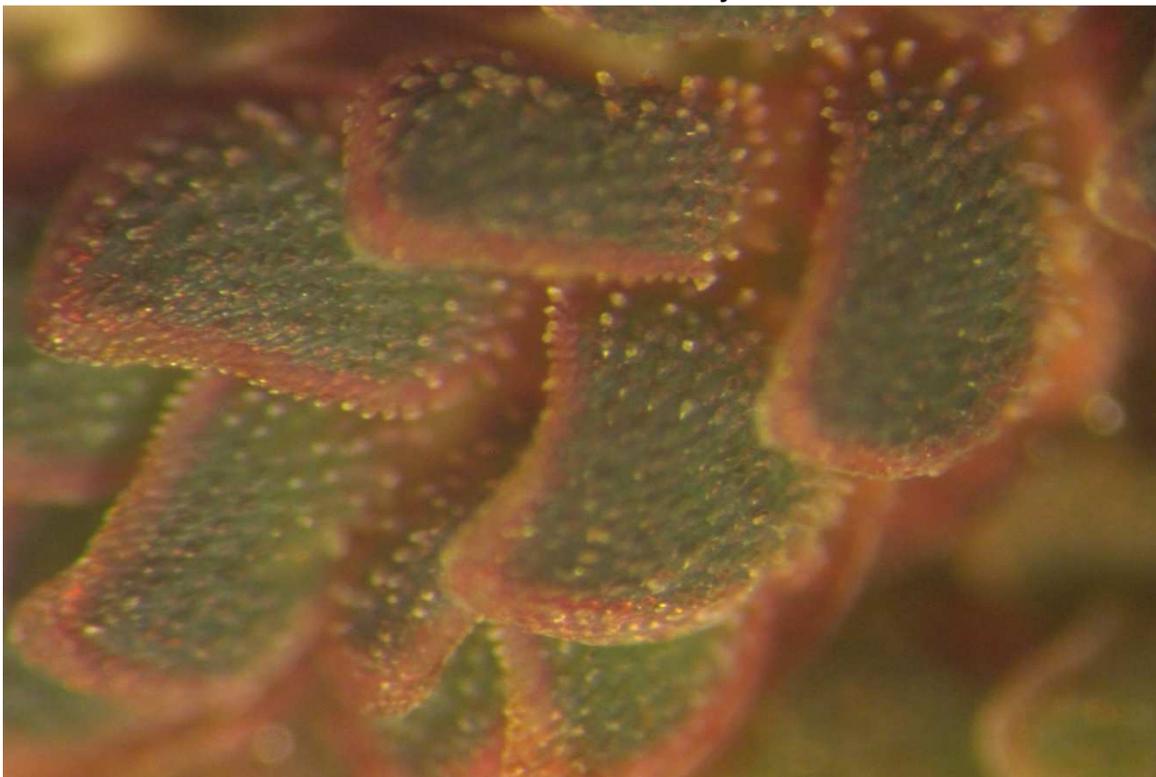


Foto 200. Vellosidades de *Azolla filiculoides*

10.1.5 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 87. 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*

11.1 Nuevo León

11.1.1 Presa Cuchillo-Solidaridad

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

Tabla 88. 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 89. Especies detectadas en la Presa Cuchillo - Solidaridad				
Especie detectada	Exótica	Invasora	Nativa	Fecha de mapeo
Libre de PAEI	-	-	-	Octubre 2018

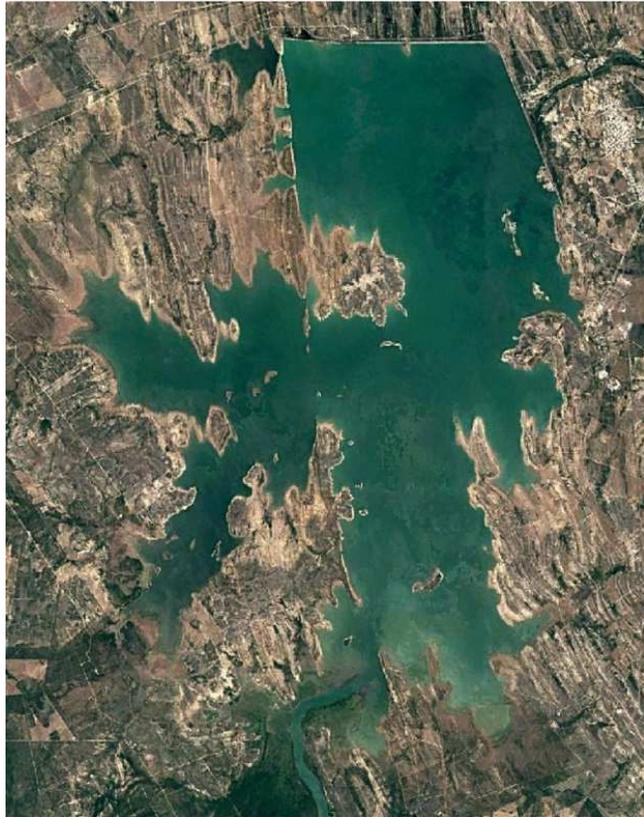


Imagen 48. Google 30/12/2016 Presa Cuchillo – Solidaridad
25°42'31.11"N 99°18'41.79"O



Foto 203. Vista general de la Presa Cuchillo-Solidaridad



Foto 204. Presa Cuchillo libre de plantas acuáticas exóticas invasoras

11.1.2 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 90. 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 91. Especies detectadas en la Presa José López Portillo				
Especie detectada	Exótica	Invasora	Nativa	Fecha de mapeo
Libre de PAEI	-	-	-	Octubre 2018

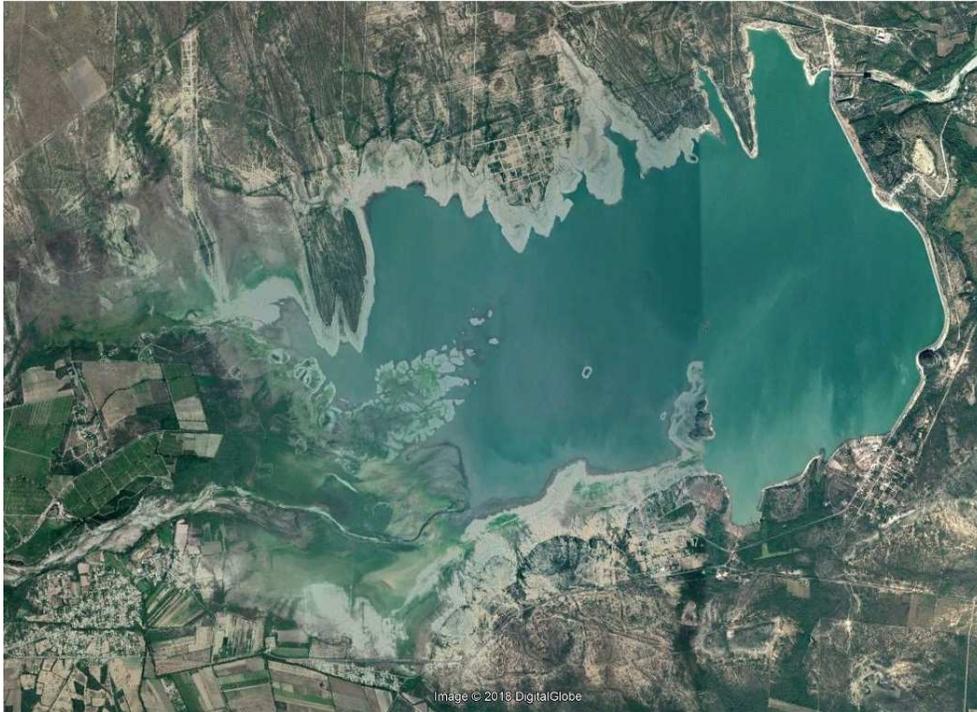


Imagen 49. Google 07/08/2018 Presa José López Portillo
24°55'13.15''N 99°25'42.93''O



Foto 205. Vista general de Presa José López Portillo



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

12.1 Oaxaca

12.1.1 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 92. 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 93. 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) Enciclovida: <http://enciclovida.mx/especies/173160-phragmites-australis>, Global Invasive Species Database, 2018: <http://www.iucngisd.org/gisd/search.php>

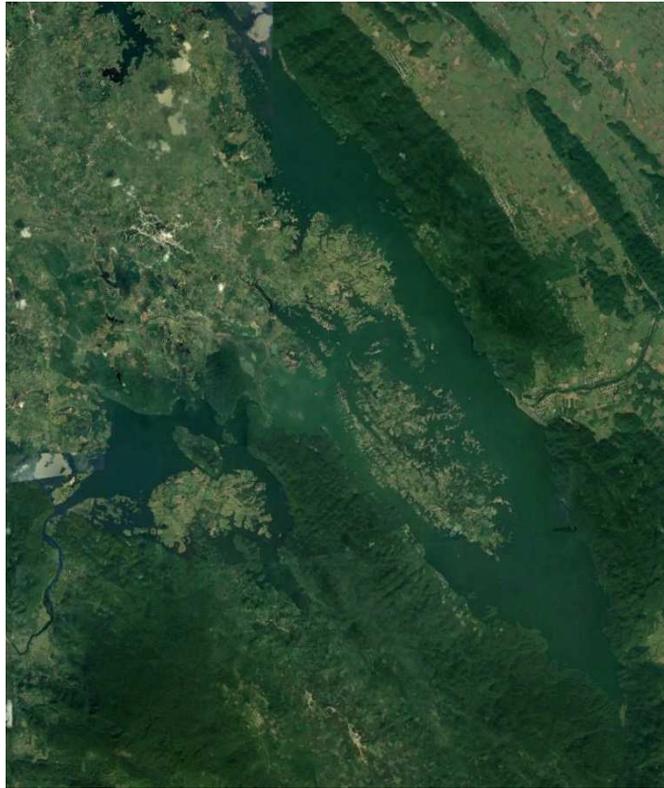


Imagen 50. Google 27/11/2017 Presa Miguel de la Madrid Hurtado
17°59'09.54" N 96°21'09.03" O



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



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

12.1.2 Presa Presidente Miguel Alemán

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

Tabla 94. 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 95. 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*

13.1 Puebla

13.1.1 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 96. 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 97. 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) Enciclopedia: <http://enciclovida.mx/especies/138239-eichhornia> y Global Invasive Species Database, 2018: <http://www.iucngisd.org/gisd/search.php>

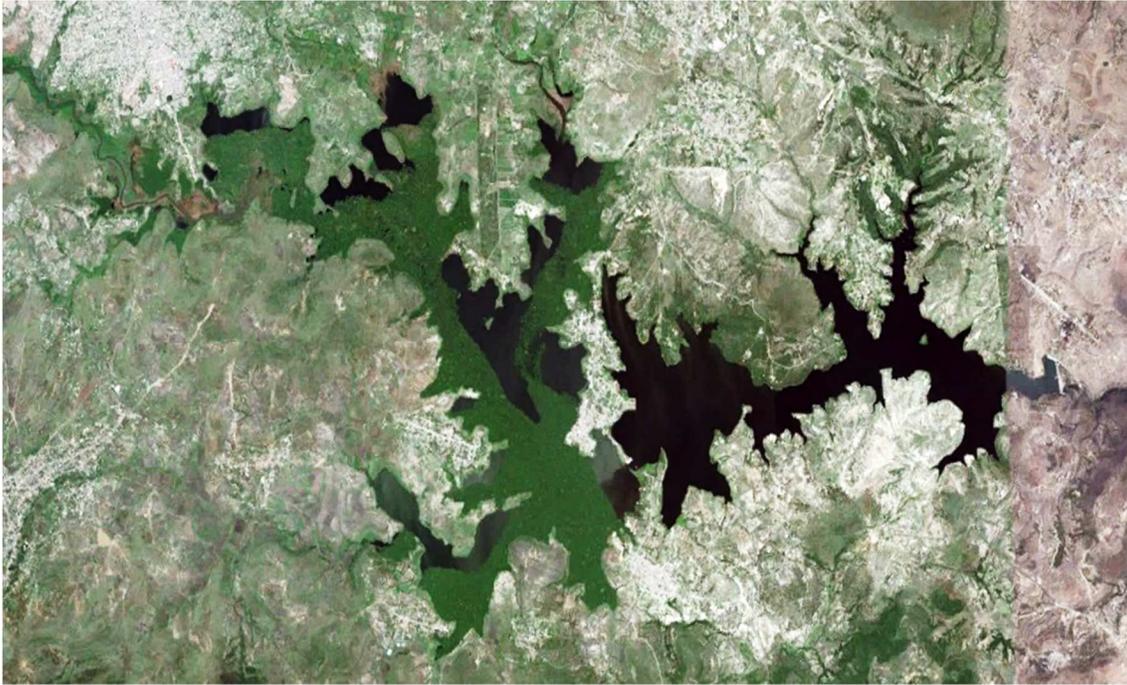


Imagen 52. Google. 14/07/2017 Presa Manuel Ávila Camacho
18°54'26.86"N 98°10'56.93"O



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*

14.1 Querétaro

14.2.2 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 98. 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 99. 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

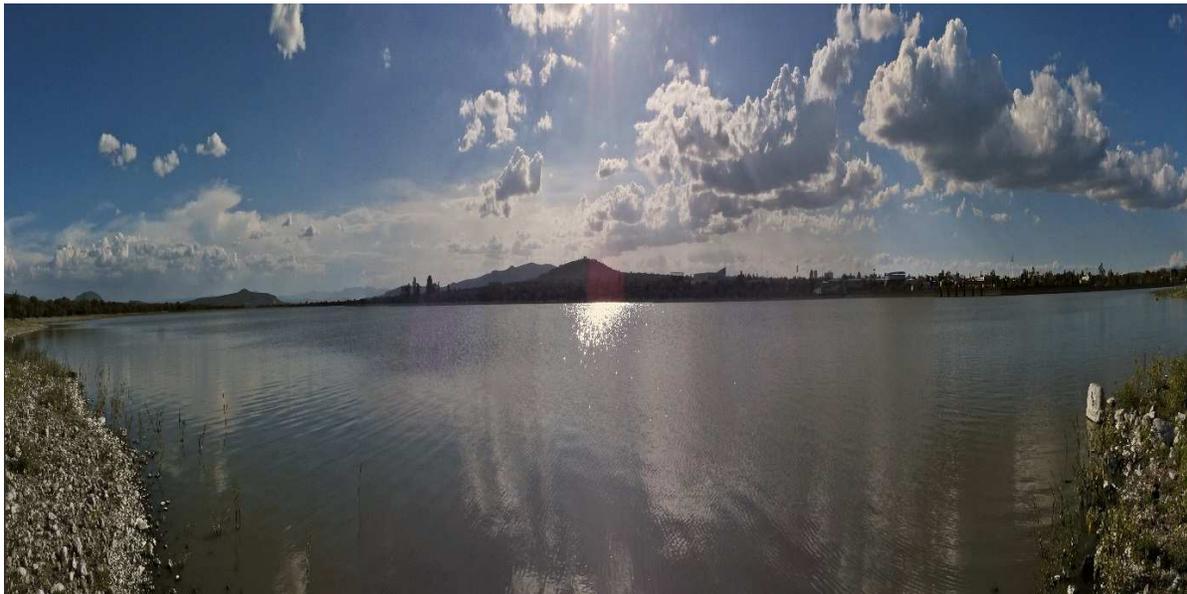


Foto 216. Vista panorámica de la Presa El Centenario



Foto 217. Acercamiento a la Presa El Centenario



Foto 218. Presa libre PAEI

15.1 Sinaloa

15.1.1 Presa Adolfo López Mateos

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

Tabla 100. 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 101. 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>

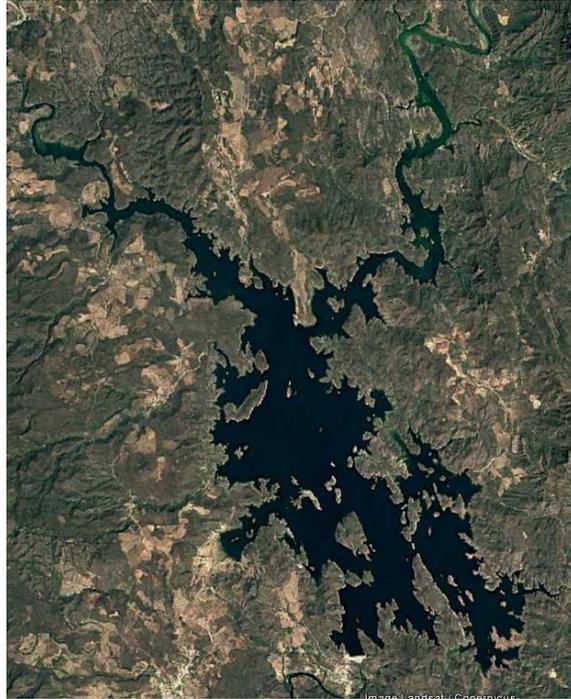


Imagen 53. Google 30/12/2016 Presa Adolfo López Mateos
5°06'03.04"N 107°23'16.76"O



Foto 219. Presa Adolfo López Mateos



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

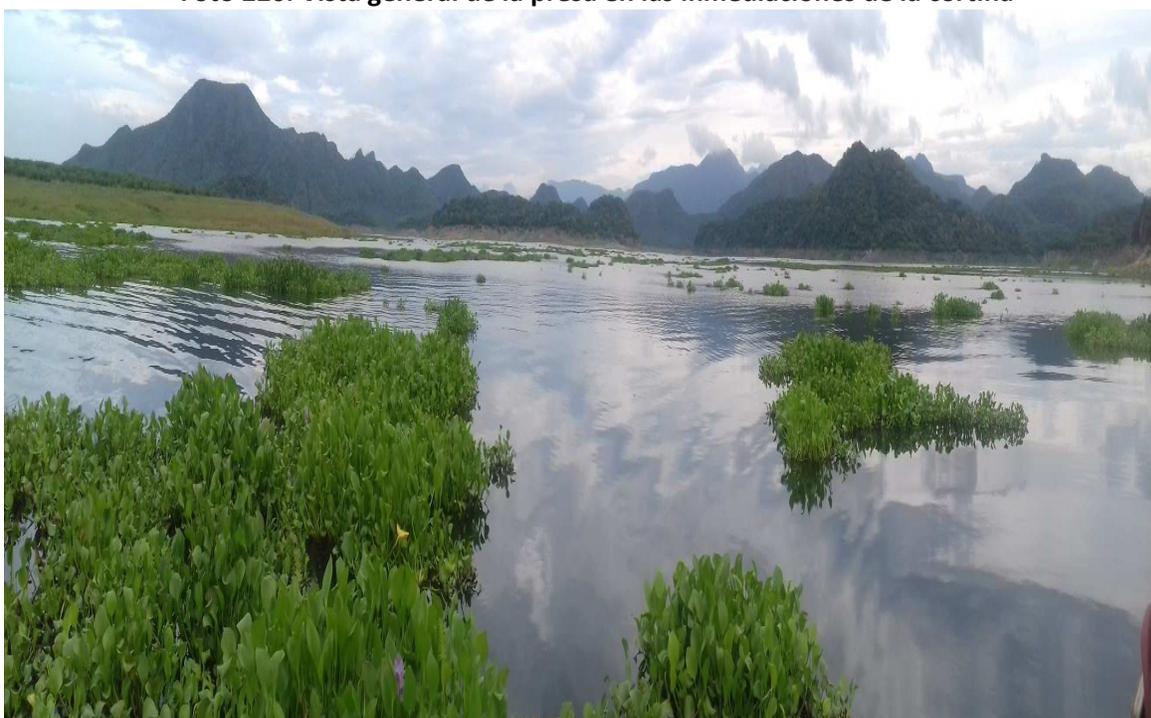


Foto 221. A medida que se encuentra la confluencia del Río Humaya los manchones de *Eichhornia crassipes* son más densos



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*

15.1.2 Presa Aurelio Benassini Vizcaíno

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

Tabla 102. 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 103. 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	

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>



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*

15.1.3 Presa Ing. Guillermo Blake Aguilar

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

Tabla 104. 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 105. 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



Foto 241. *Paspalum repens* en el canal



Foto 242. Acercamiento *Paspalum repens*



Foto 243. *Lemna minor*

15.1.4 Presa Gustavo Díaz Ordaz

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

Tabla 106. 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 107. 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

15.1.5 Presa José López Portillo

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

Tabla 108. 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 109. 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

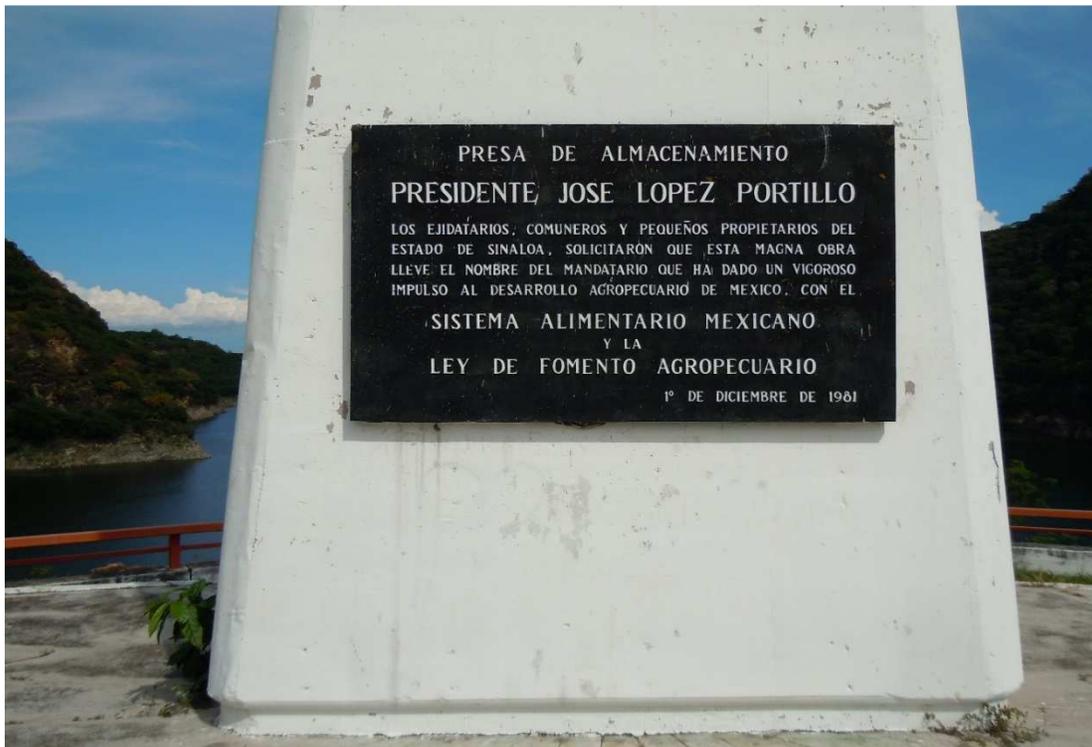


Foto 246. Placa de la Presa José López Portillo



Foto 247. Vista general de la Presa José López Portillo

15.1.6 Presa Josefa Ortiz de Domínguez

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

Tabla 110. 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 111. 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
 $26^{\circ}28'41.49''$ N $108^{\circ}42'52.62''$ 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

15.1.7 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 112. 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 113. 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

15.1.8 Presa Miguel Hidalgo y Costilla

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

Tabla 114. 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 115. 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

15.1.9 Presa Sanalona

La Presa Sanalona abarca un área de aproximadamente 5,420 ha.

Tabla 116. 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 117. 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) Enciclovida: <http://enciclovida.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

15.1.10 Dren Batamote

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



Foto 258. Dren Batamote infestado con lirio acuático y tule



Foto 259. Remoción del lirio acuático

16.1 Sonora

16.1.1 Presa Adolfo Ruiz Cortines

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

Tabla 118. 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 119. 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

16.1.2 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 120. 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 121. 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	
<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>

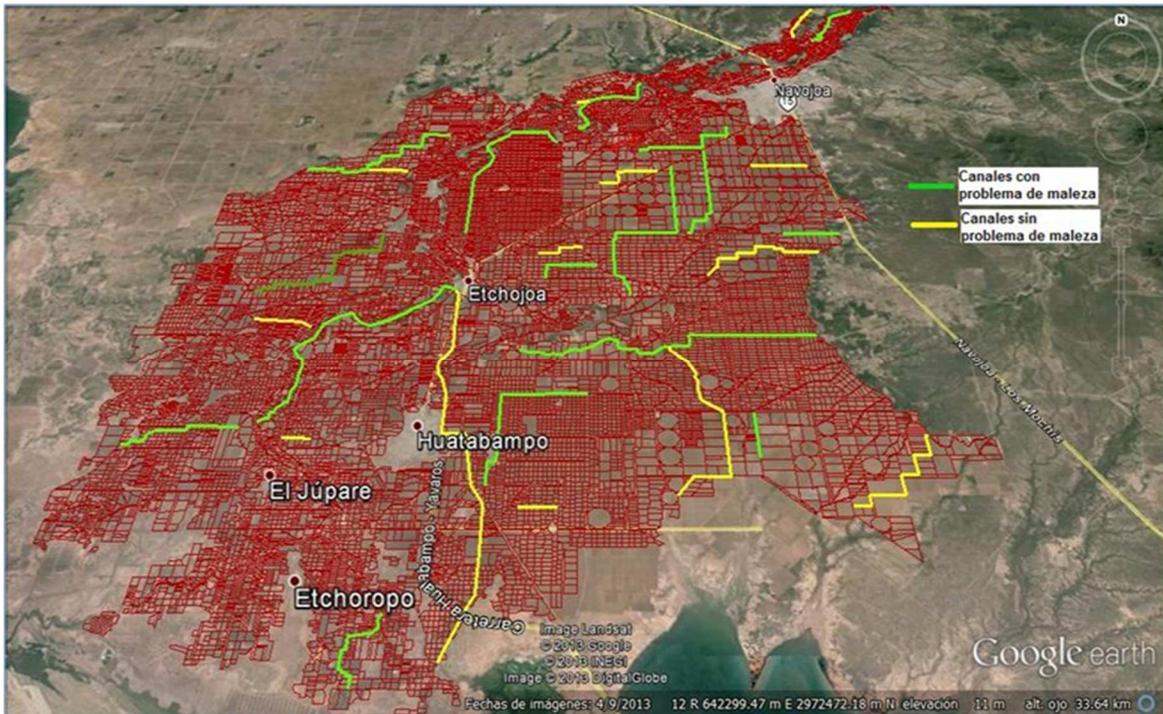


Imagen 63. Canales del Distrito de Riego 038 con problema de plantas acuáticas invasivas
 Fuente: elaborada por el distrito de riego 038 Río Mayo. <http://dr mayo.mx/modulos-de-riego/>



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

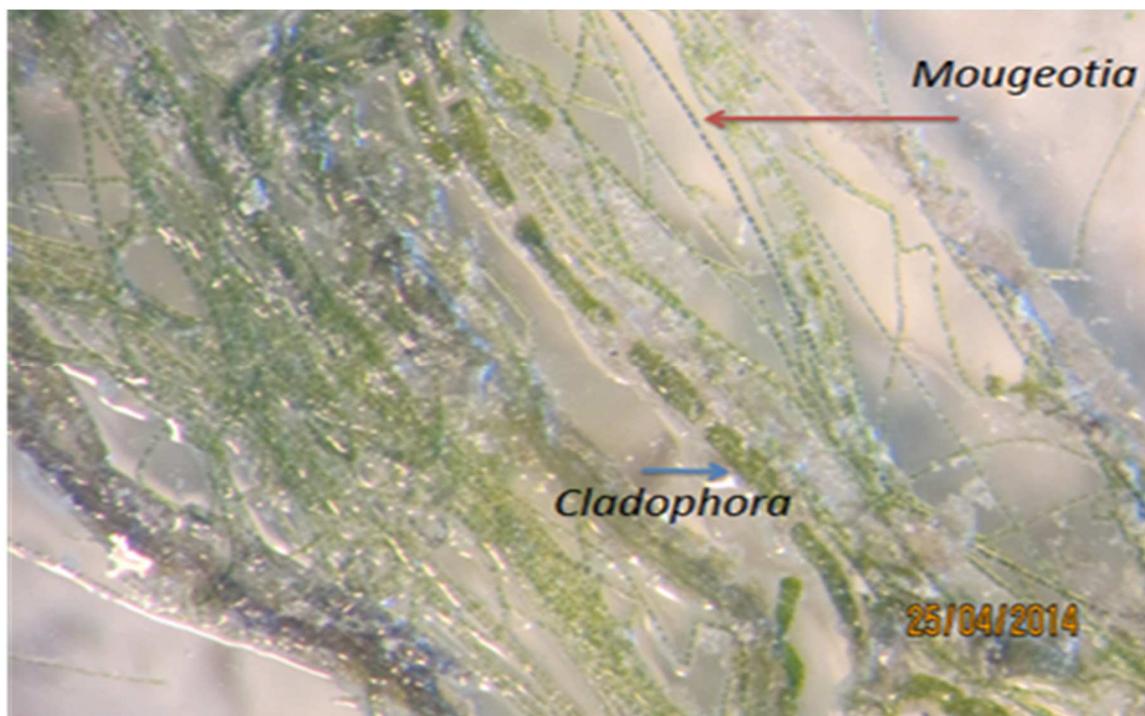


Foto 272. Vista al microscopio de una muestra de lama con ejemplares de *Zygnemaceae*. Notar los diámetros diferentes de los filamentos, la coloración particular de las algas marcadas con nombre

17.1 Tamaulipas

17.1.1 Presa Internacional Anzaldúas

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

Tabla 122. 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 123. 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>

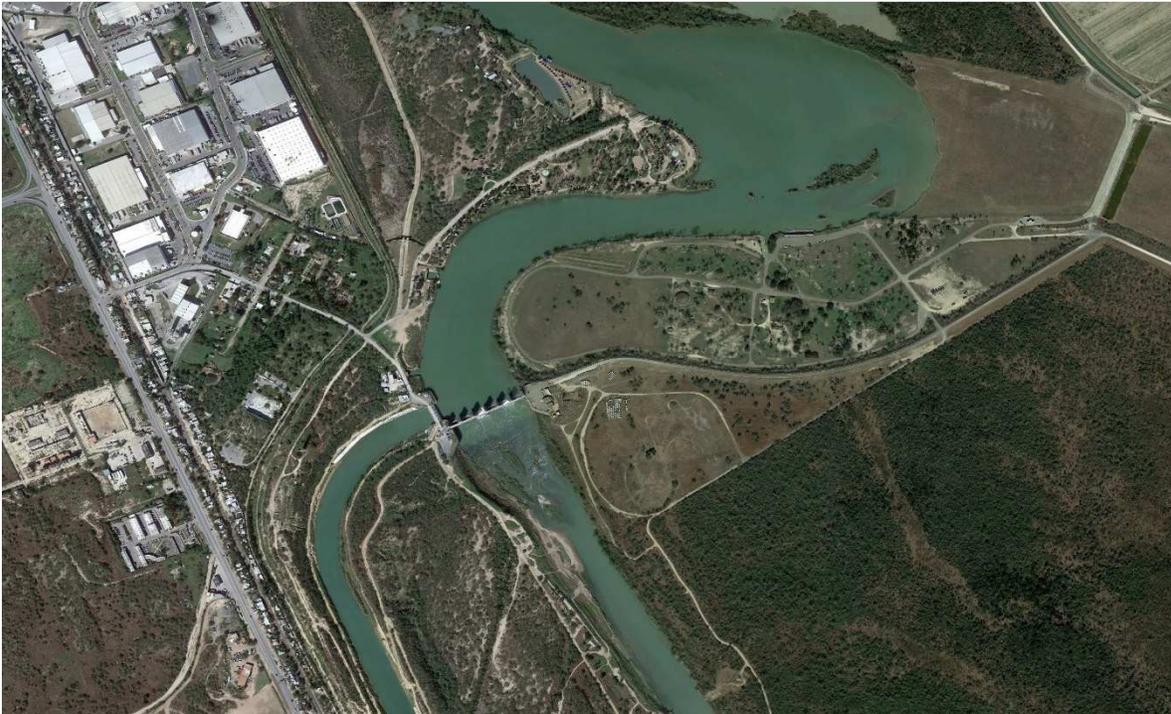


Imagen 64. Google. 05/12/2016 Presa Internacional Anzaldúas
26°8'14.77"N 98°20'6.06"O



Foto 273. Cortina de la Presa Anzaldúas



Foto 274. Infestación de *Phragmites australis*

17.1.2 Presa Internacional Retamal

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

Tabla 124. 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 125. 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

17.1.3 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 126. 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 127. 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) Enciclopedia: <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

18.1 Tabasco

18.1.1 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 128. 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			

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 Antigua. 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

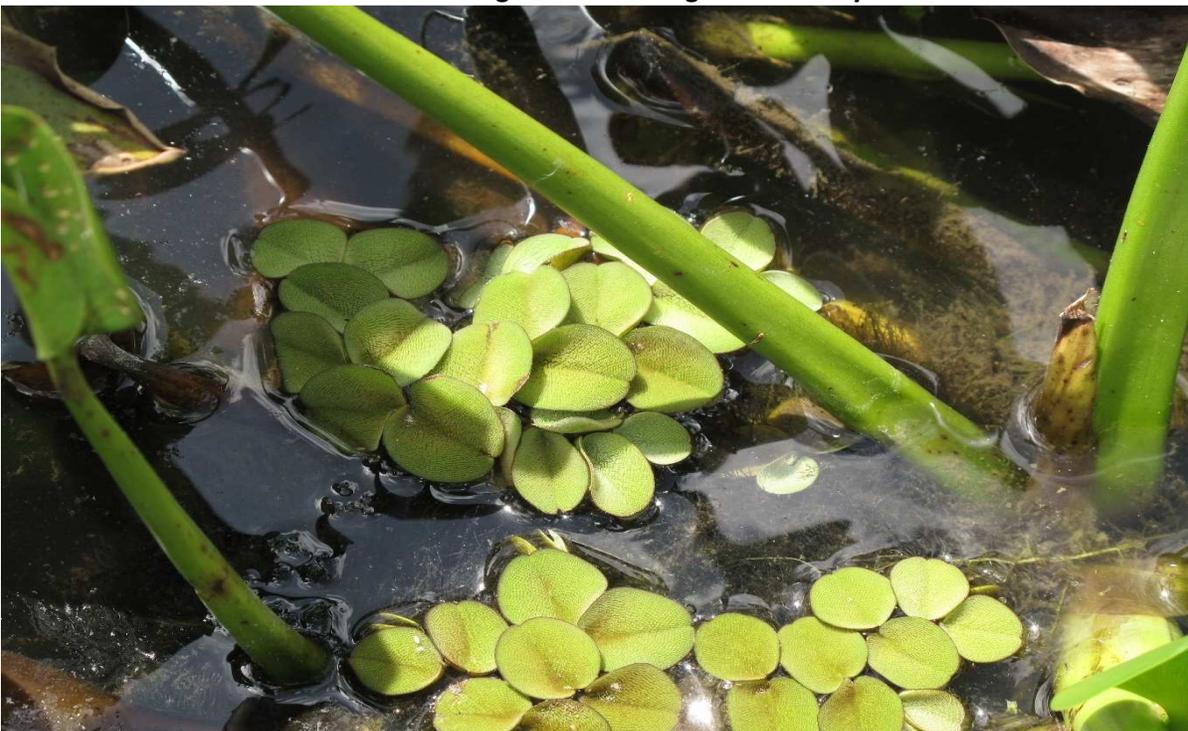


Foto 281. *Salvinia molesta*



Foto 282. Infestación con *Eichhornia crassipes*



Foto 283. Infestación con *Nelumbo nucifera*

19.1 Tlaxcala

19.1.1 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 129. 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 130. Especies detectadas en la Presa El Sol				
Especie detectada	Exótica	Invasora	Nativa	Fecha de mapeo
<i>Polygonum acuminatum</i>			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

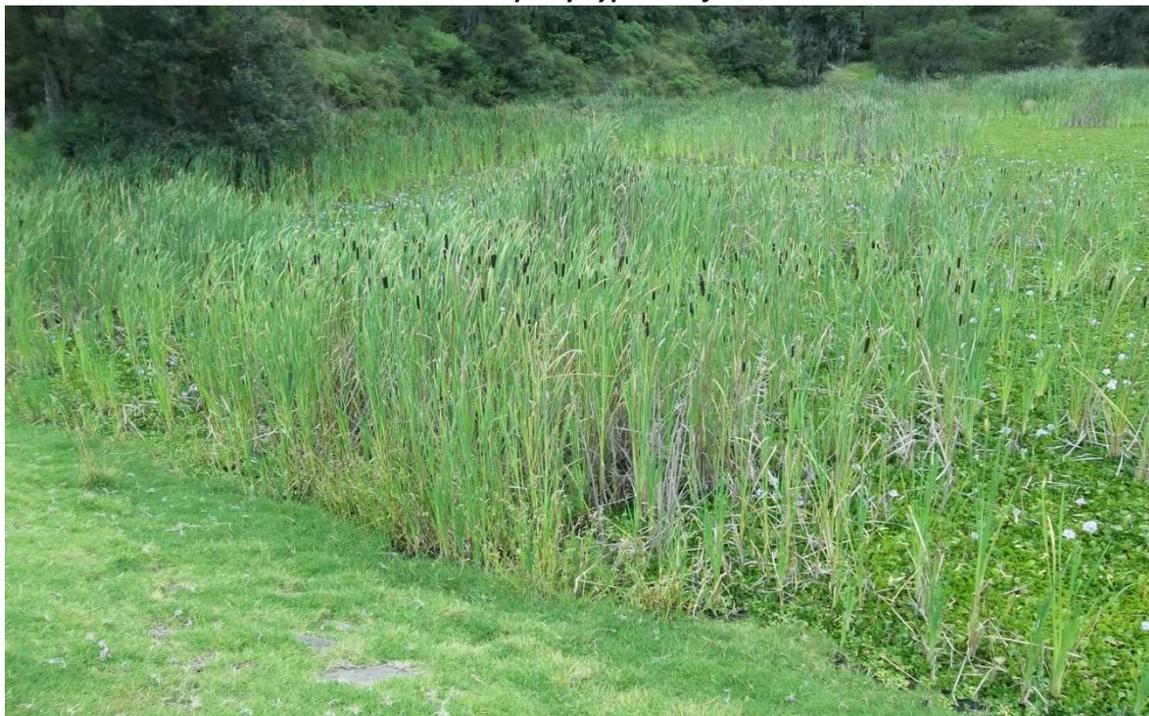


Foto 286. *Typha latifolia*



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

19.1.2 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 131. 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 132. 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>

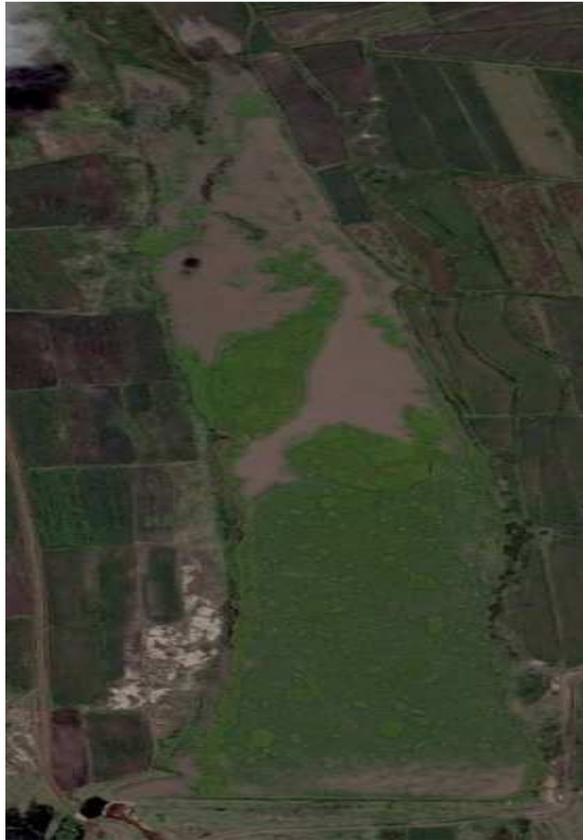


Imagen 68. Google 01/08/2017 Presa La Luna
19°26'12.31"N 98°18'49.08"O



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

19.1.3 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 133. 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 134. Especies detectadas en la Presa San José Atlanga				
Especie detectada	Exótica	Invasora	Nativa	Fecha de mapeo
<i>Potamogenton natans</i>			X	Octubre 2016
<i>Hydrodictyon</i>		X	X	
<i>Stuckenia pectinata</i>		X	X	
<i>Polygonum acuminatum</i>			X	
<i>Eleocharis montevidensis</i>	X	X		
<i>Hydrocotyle ranunculoides</i>		X	X	
<i>Typha latifolia</i>		X	X	
<i>Schoenoplectus acutus</i>			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, 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 a, 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 determinan las características principales del régimen de caudal de los ríos, o bien volúmenes de entrada y salida de los cuerpos de agua, analizando la variabilidad en relación con los ciclos estacionales y extremos dentro de un ciclo anual, así como la frecuencia y duración de ciclos 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, 1997; Postel and Richter, 2003; Richter et al., 2013; Richter, 2014)

Por otro lado, dependiendo de la localización dentro de una cuenca, esto es 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 y 2011).

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 y 2011).

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. 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).

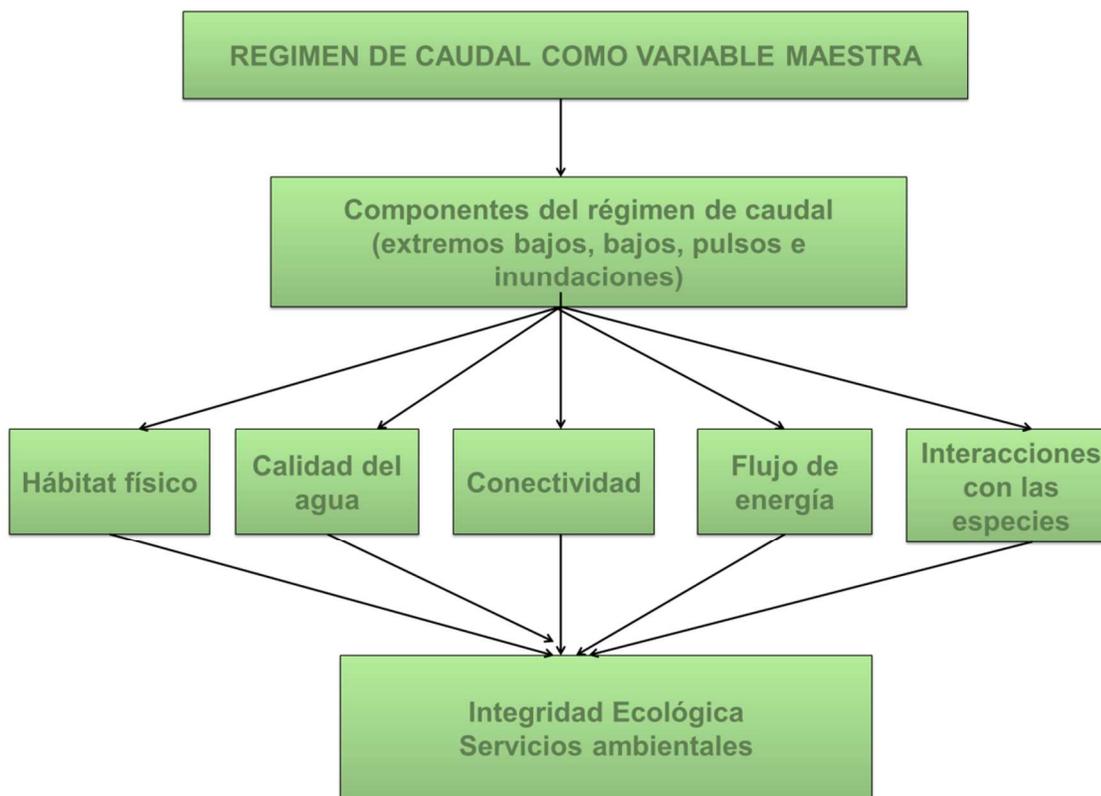


Figura 6. Régimen de caudal. Componentes y características. (Modificado de Poff, 1997)

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 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 esta últimas más resistentes 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 como 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. (Declaración de Brisbane 2007)

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 and 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 saturada, inundada, somera y hasta profunda 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

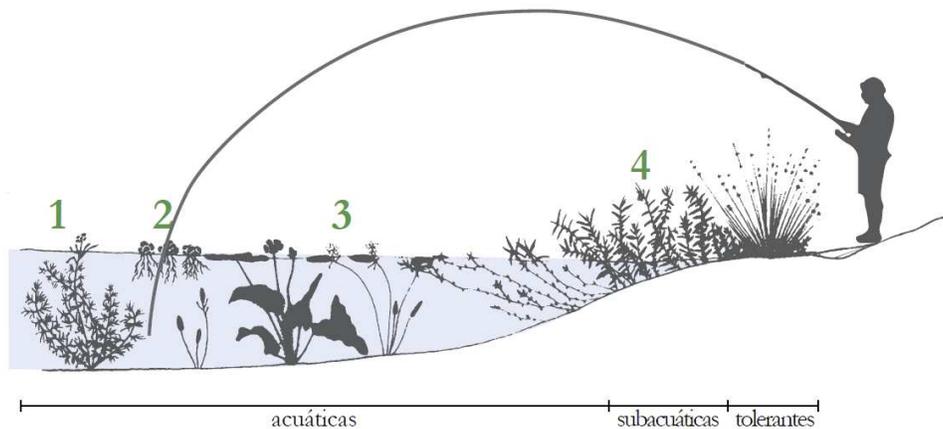


Figura 8. Zonificación de las formas de vida de las plantas acuáticas, subacuáticas y tolerantes (Lot et al, 2015)

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. 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 reestablecerse 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.

El 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 TNC (The Nature Conservancy 2009 y 2011) 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 13535).

Tabla 135. 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

El enfoque en este trabajo ha sido sobre las variaciones mensuales 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 de IHA-RNV del percentil 25 al 10 y del 75 al 90 debido a las diferencias entre las épocas de estiaje en el país, así como a las diferencias de caudal entre años muy secos y muy abundantes.

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 9).

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 (ver figura 9).

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.

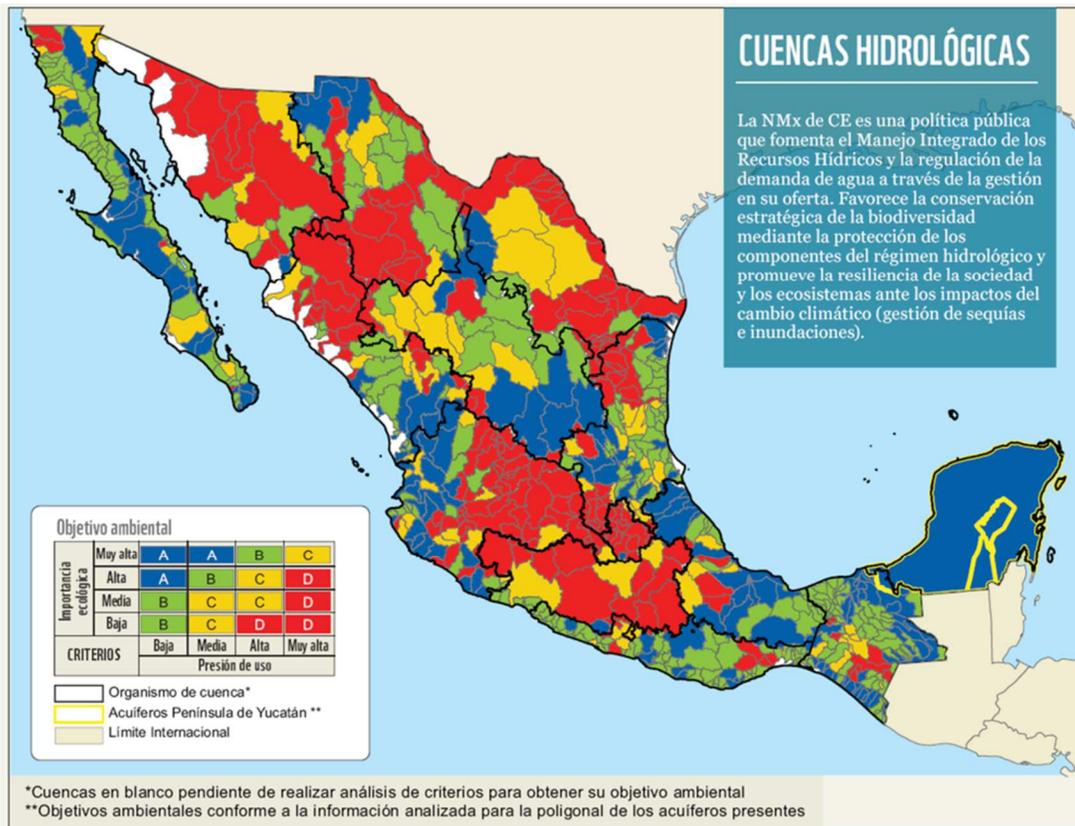


Figura 9. Objetivos ambientales de las cuencas hidrológicas

Con esta información y aplicando el apéndice F 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 una 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.

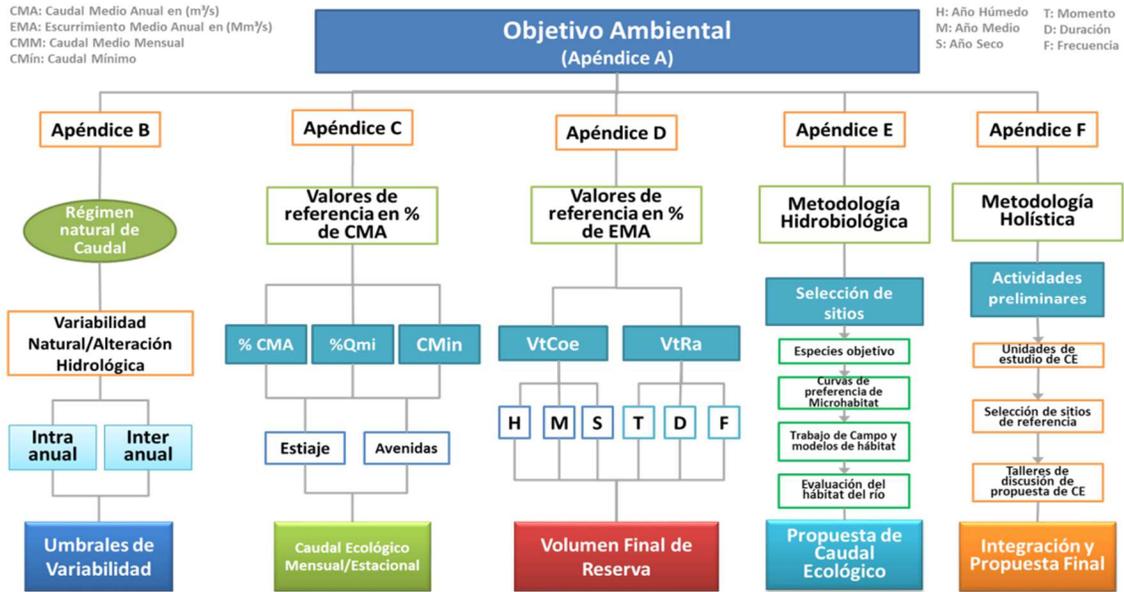


Figura 10. Proceso metodológico de la NMX-AA-159-SCFI-2012

En el presente estudio, se determinaron las alteraciones hidrológicas, conforme al apéndice B, en los ríos que alimentan a cuerpos de agua en tres regiones hidrológicas del país: Norte (Presa 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 de caudal señalada.

2.2 Alteraciones hidrológicas

2.2.1 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 11.

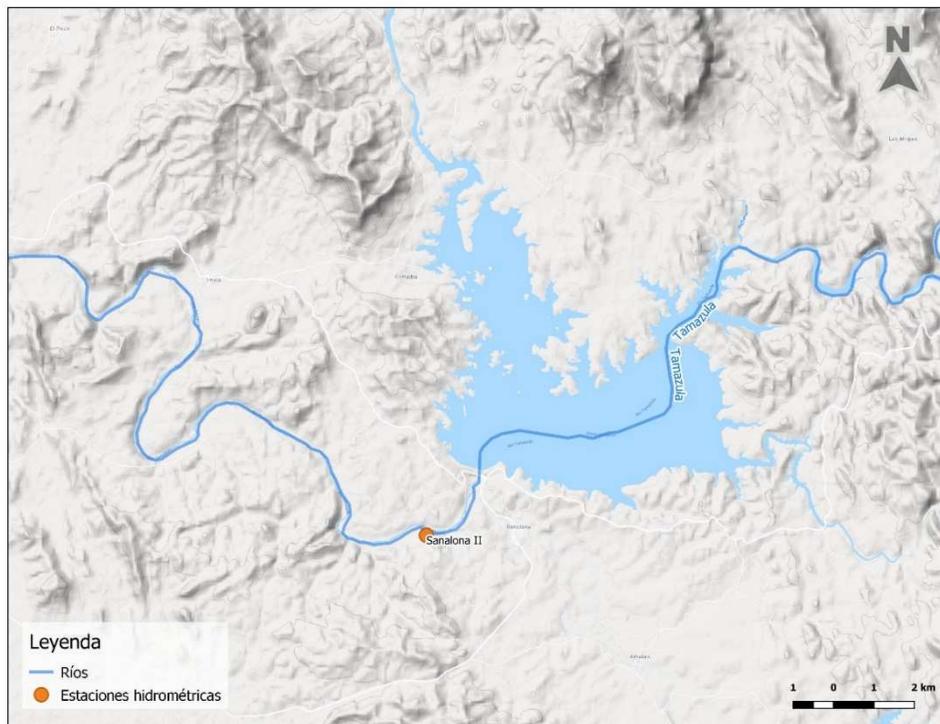


Figura 11. Ubicación de la presa y la estación hidrométrica Sanalona II. Fuente: IMTA, 2019

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 y por lo tanto la dinámica del embalse. 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 136. Se observó que los caudales diarios presentan un comportamiento no natural ya que se empezaron a medir los caudales 30 años después de la construcción de la presa, además se observa la inconsistencia de la información con datos faltantes, Figura 12.

Tabla 136. Años de registro de la E.H Sanalona II			
Clave	Estación	Periodo de años	Años de registro
10134	SANALONA II	1978-1999; 2012-2014	26

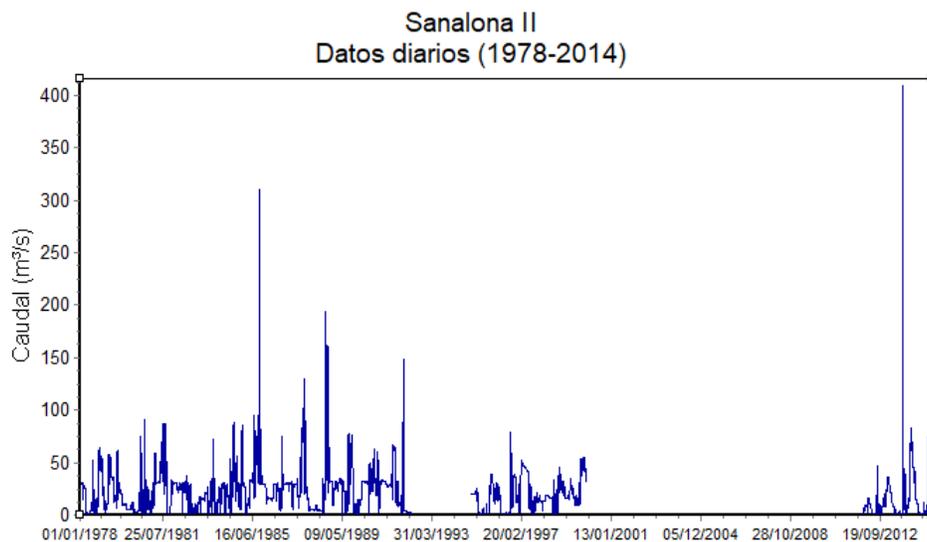


Figura 12. Datos diarios de la estación hidrométrica Sanalona II. Fuente: elaboración IMTA, 2019

Para el análisis mensual de dos periodos, se observó una disminución en los caudales mensuales del mes de mayo al mes de octubre. En la Figura 13 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.

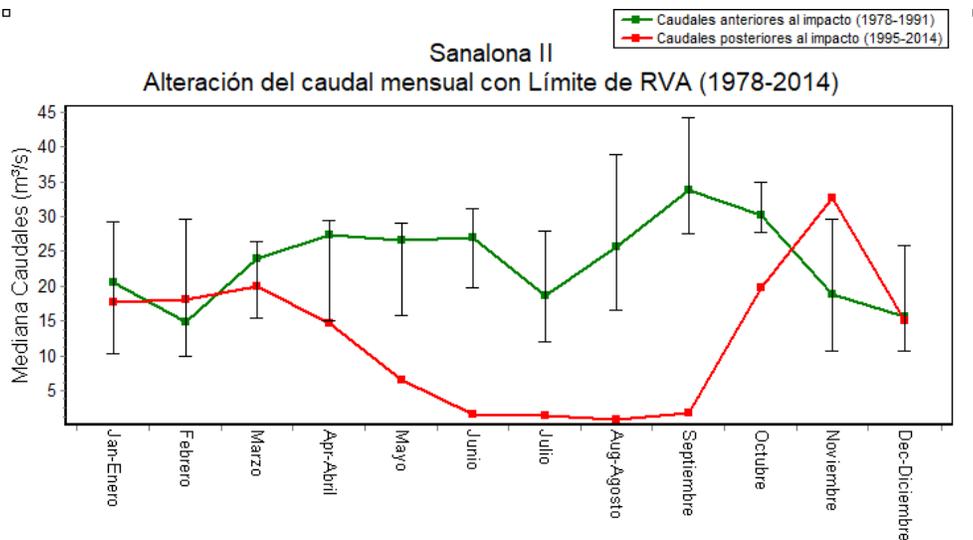


Figura 13. Comparación de dos periodos de datos mensuales estación Sanalona II. Fuente: elaboración IMTA, 2019

En la Tabla 137, la comparativa de ambos períodos muestra un incremento en los caudales en los meses de Octubre a Abril y una disminución en la magnitud de los caudales, sobre todo en los meses de mayo a septiembre.

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 esta condición de variabilidad natural serían de mayo a septiembre. (Tabla 138 y Figura 14)

Tabla 138. 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

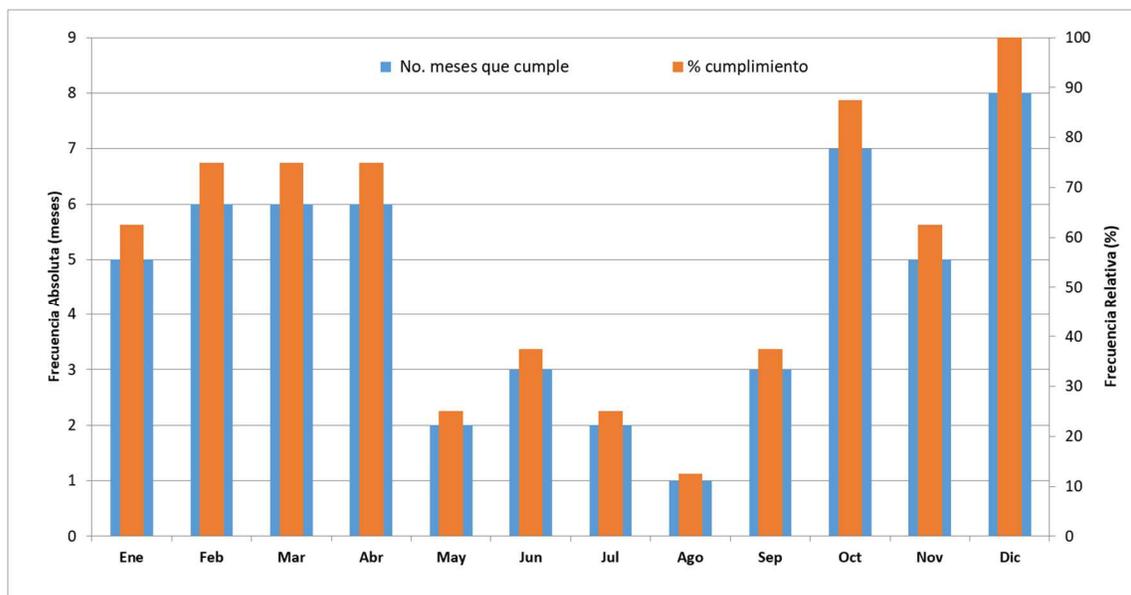


Figura 14. Alteraciones mensuales de acuerdo con NMX-AA-159-SCFI-2012 de Caudal Ecológico, E.H. Sanalona II. Fuente: elaboración IMTA, 2019

2.2.2 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 inicio operaciones en agosto de 1991, su embalse tiene una capacidad de almacenamiento de aproximadamente 2,250 millones de metros cúbicos de agua. La estación hidrométrica Santa Cruz se encuentra aproximadamente a 30 km aguas abajo de cortina de la presa, Figura 15.

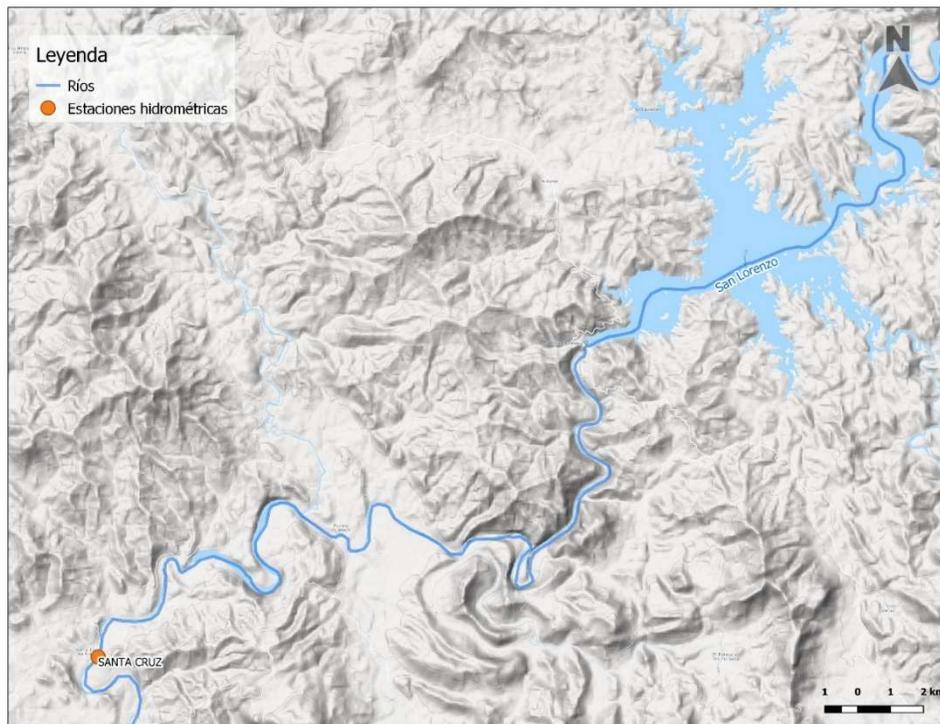


Figura 15. Ubicación de la presa y la estación hidrométrica Santa Cruz

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 139.

Tabla 139. Años de registro de la E.H Santa Cruz			
Clave	Estación	Periodo de años	Años de registro
10040	SANTA CRUZ	1944-2014	70

En la Figura 16 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.

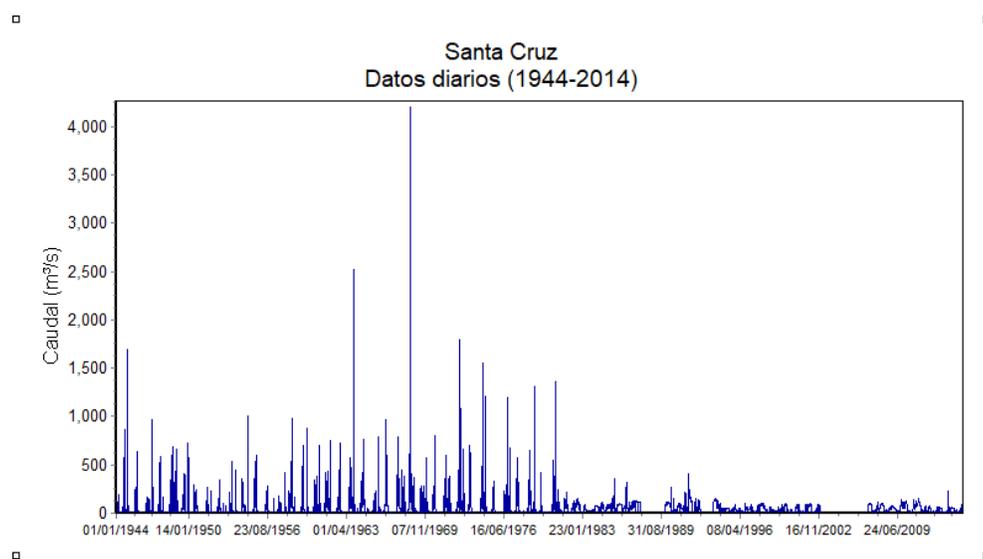


Figura 16. Datos diarios de la estación hidrométrica Santa Cruz.

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 17 y Tabla 140.

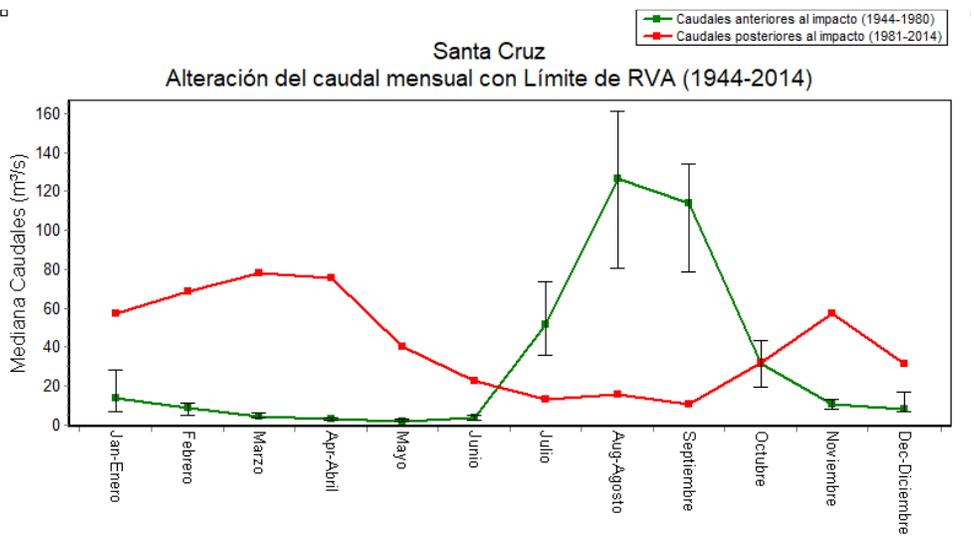


Figura 17. Comparación de dos periodos de los datos mensuales de la estación
Fuente: elaboración IMTA, 2019

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 periodo por la operación de la central hidroeléctrica con valores superiores al 100% (Tabla 140).

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 esta condición de variabilidad natural serían de febrero a septiembre. (Tabla 141 y Figura 18).

Tabla 141. 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

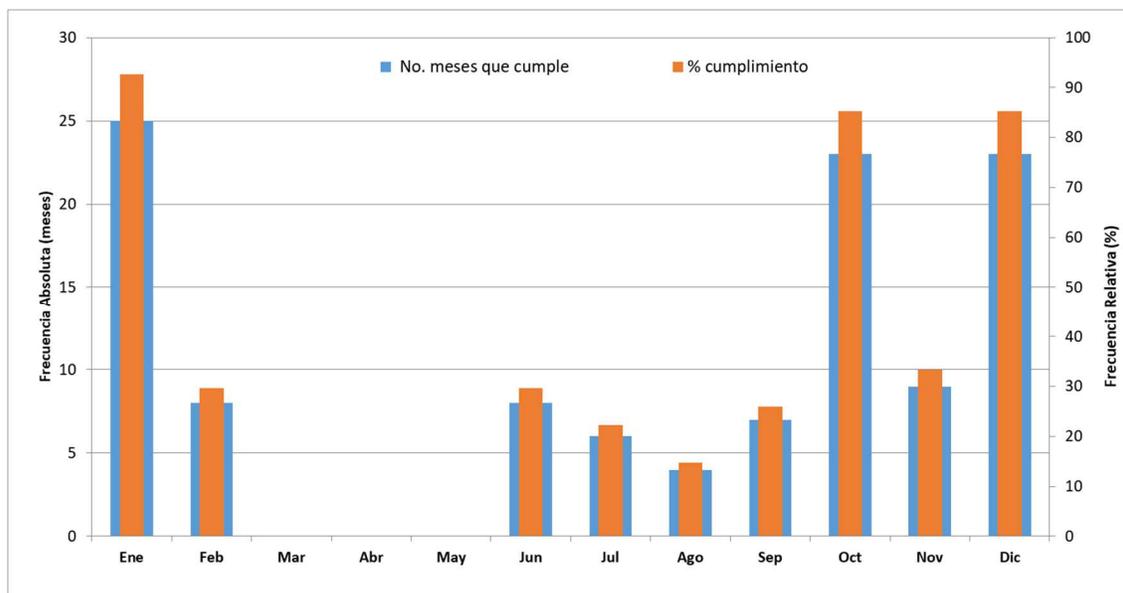


Figura 18. Alteraciones mensuales de acuerdo con NMX-AA-159-SCFI-2012 de Caudal Ecológico, E.H. Santa Cruz. Fuente: elaboración IMTA, 2019

2.2.3 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 19.

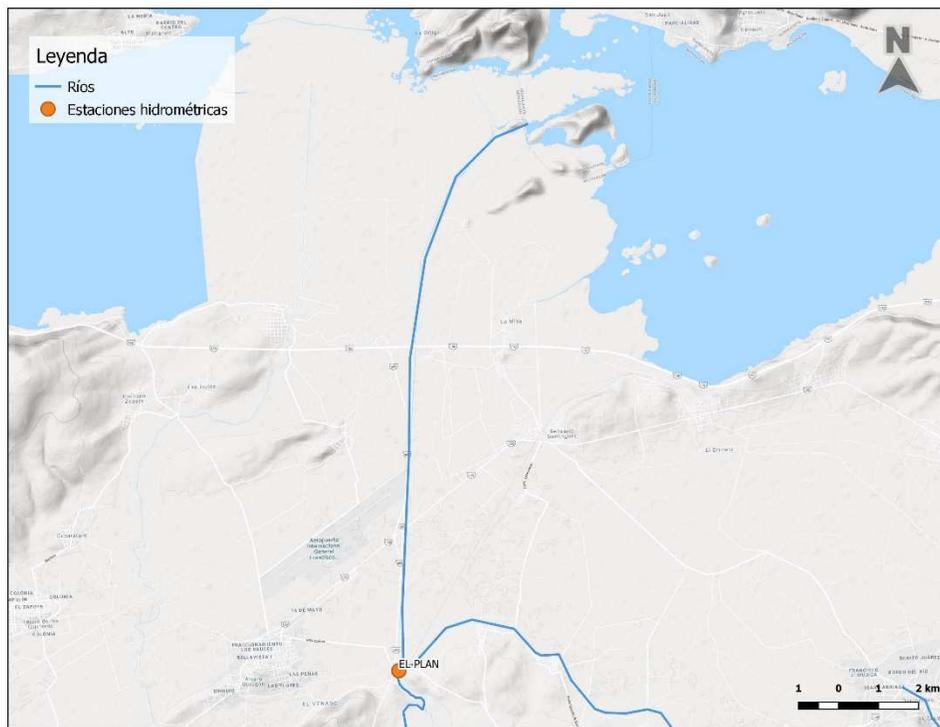


Figura 19. Ubicación del lago y la estación hidrométrica El Plan

Fuente: elaboración IMTA, 2019

La estación hidrométrica cuenta con 58 años de registro que van de 1957 a 2014, Tabla 142

Tabla 142. 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 y un aumento en la magnitud en los años 2005-2011, Figura 20.

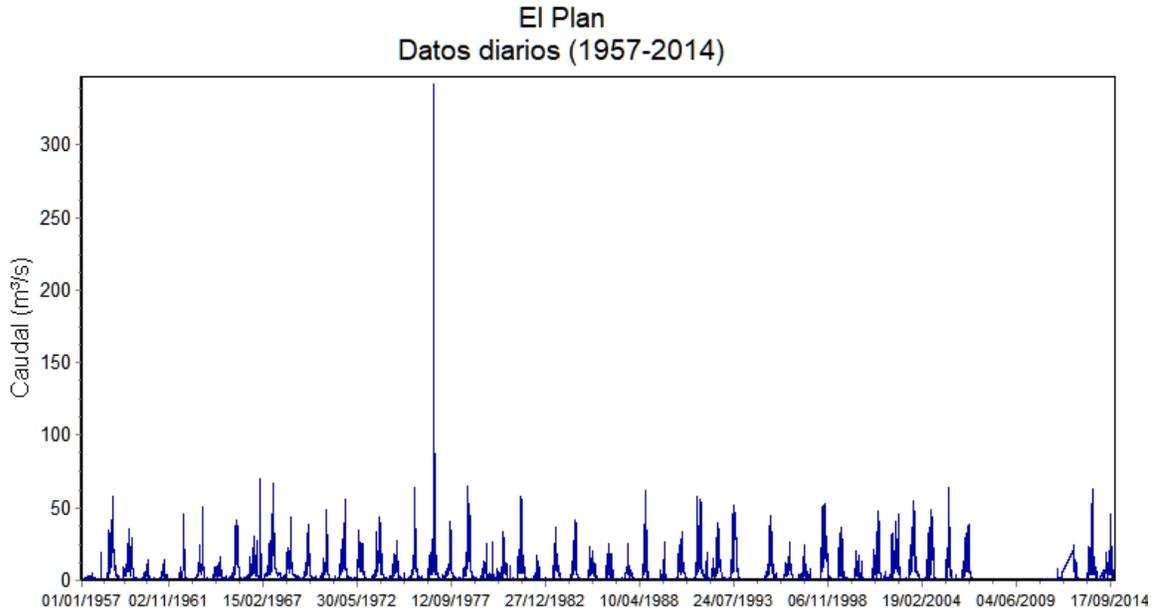


Figura 20. Datos diarios de la estación hidrométrica. Fuente: elaboración IMTA, 2019

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 21 y Tabla 143

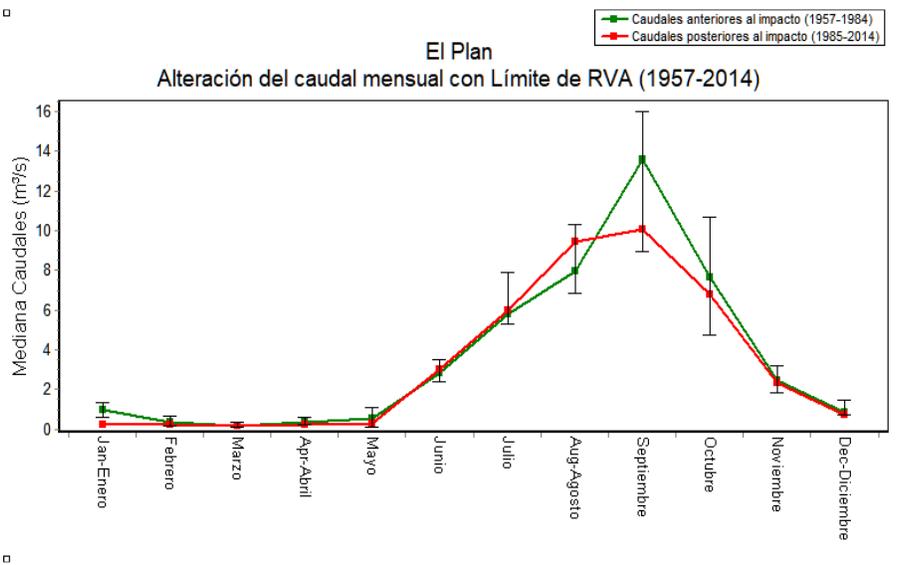


Figura 21. Comparación de dos periodos de los datos mensuales de la estación El Plan

Tabla 143. Percentiles mensuales de la estación hidrométrica El Plan										
Mes	Medianas mensuales (m ³ /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 144 y Figura 22)

Tabla 144. 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



Figura 22. Alteraciones mensuales de acuerdo con NMX-AA-159-SCFI-2012 de Caudal Ecológico, E.H. El Plan. 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 23), 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 145 y Figura 24, correspondiente a la comparación de los períodos.



Figura 23. Estaciones Hidrométricas cercanas al Lago de Chapala
 Fuente: Banco Nacional de Datos de Aguas Superficiales. CONAGUA, 2016

Tabla 145. 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

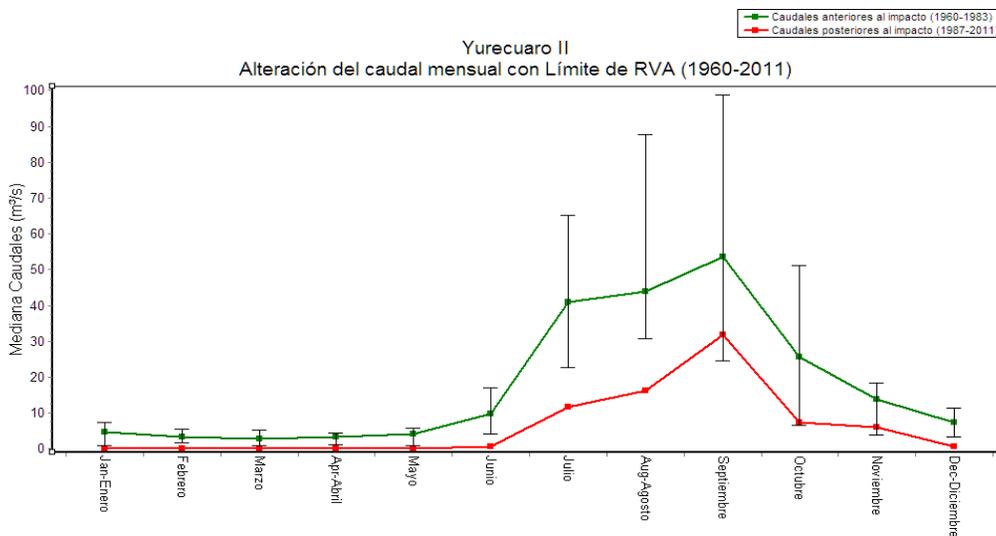


Figura 24. Alteraciones Hidrológicas para la E.H. Yurécuaro II

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 146. 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),Tabla 147 y Figura 25.

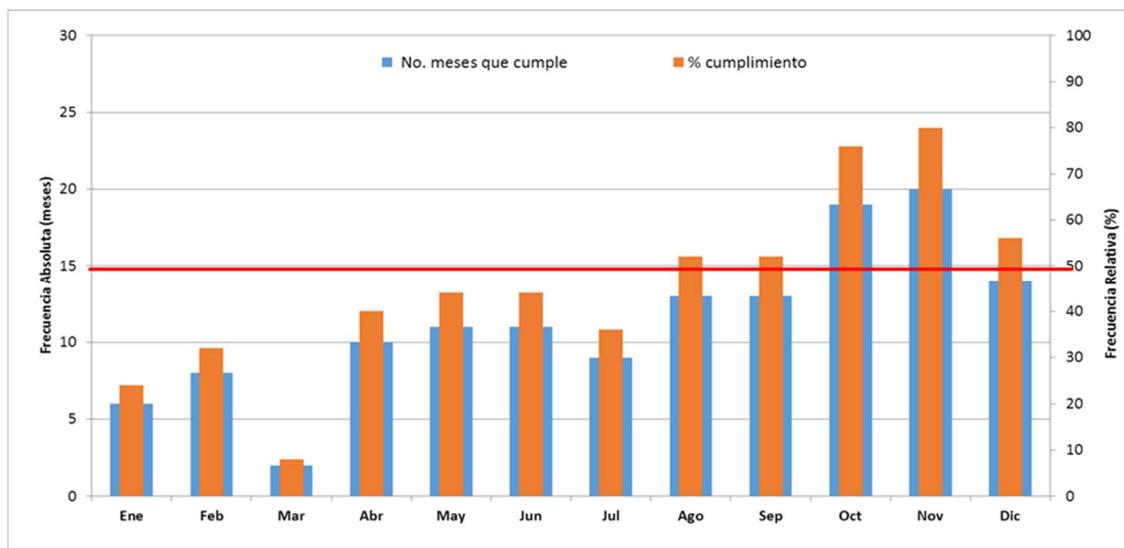


Figura 25. Alteraciones mensuales de acuerdo con NMX-AA-159-SCFI-2012 de Caudal Ecológico.
Fuente: elaboración IMTA, 2019

Tabla 147. Porcentajes de cumplimiento de acuerdo con NMX-AA-159-SCFI-2012 de Caudal Ecológico en el Lago de Chapala									
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	

Fuente: elaboración IMTA, 2019

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, y la reducida cuenca propia hacia aguas abajo, además de la presencia de infraestructura como presas, la corriente no presenta un régimen

incluso desde el periodo que se considera menos alterado de 1927 a 1980, considerándose que el régimen del río Santiago se encuentra alterado desde su inicio, Figura 26.

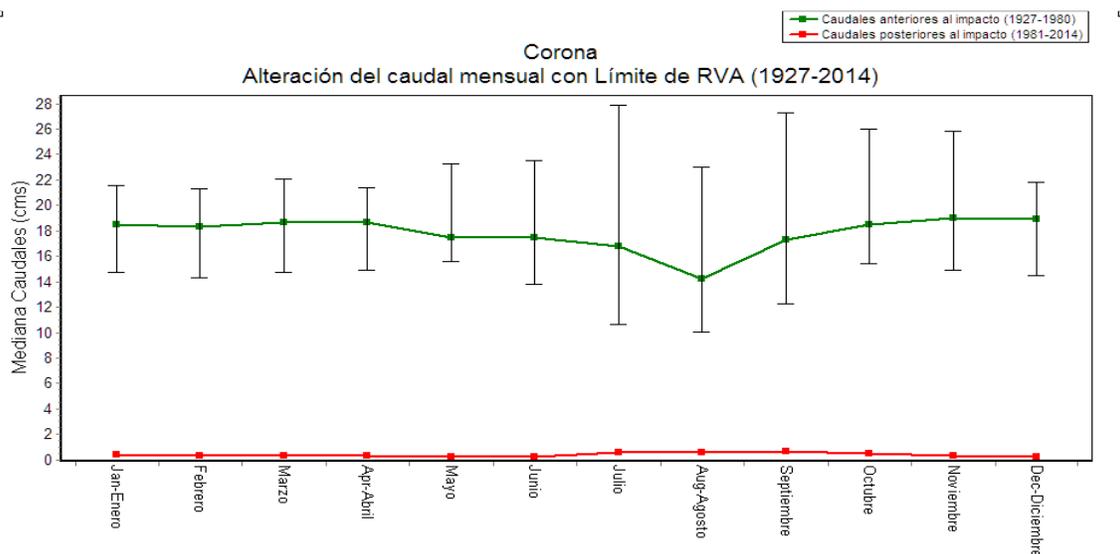


Figura 26. Alteraciones Hidrológicas para la Estación Hidrométrica de Corona

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.

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

Fuente: elaboración IMTA, 2019

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 ha disminuido el caudal que aporta el río Lerma al Lago de Chapala.

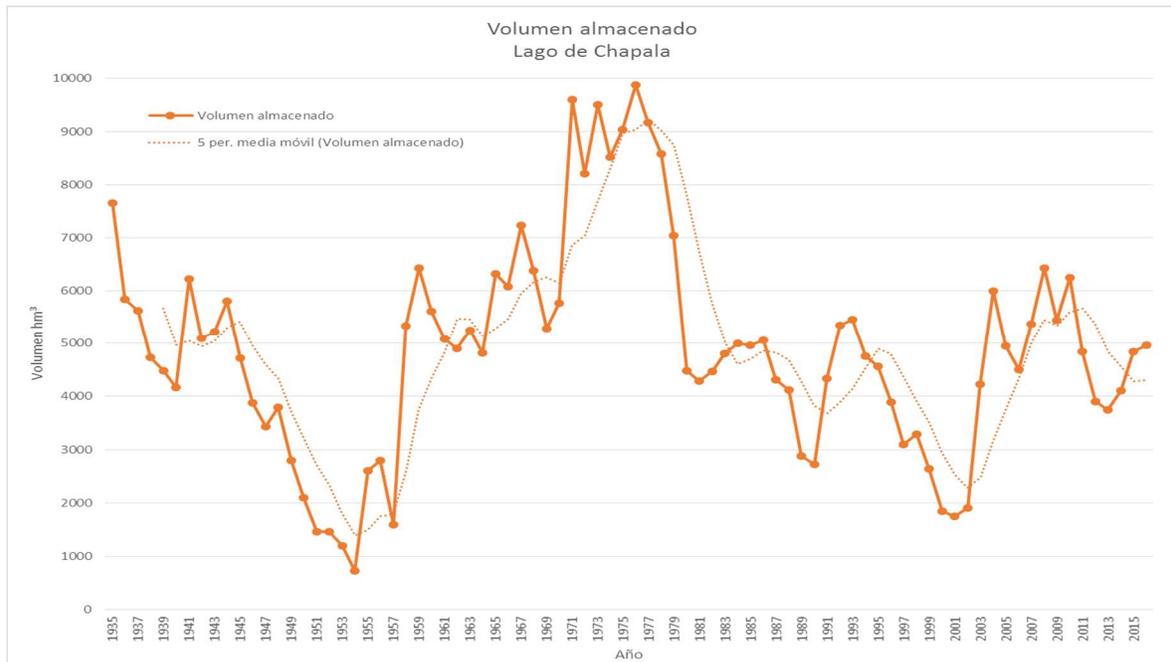


Figura 27. Niveles Históricos del Lago de Chapala

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 más constante en el lago (Figura 27).

2.2.5 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 149 se muestran los años de registros de las estaciones hidrométricas y en la Figura 28 se observa la ubicación de dichas estaciones con respecto a la presa.

Tabla 149. 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

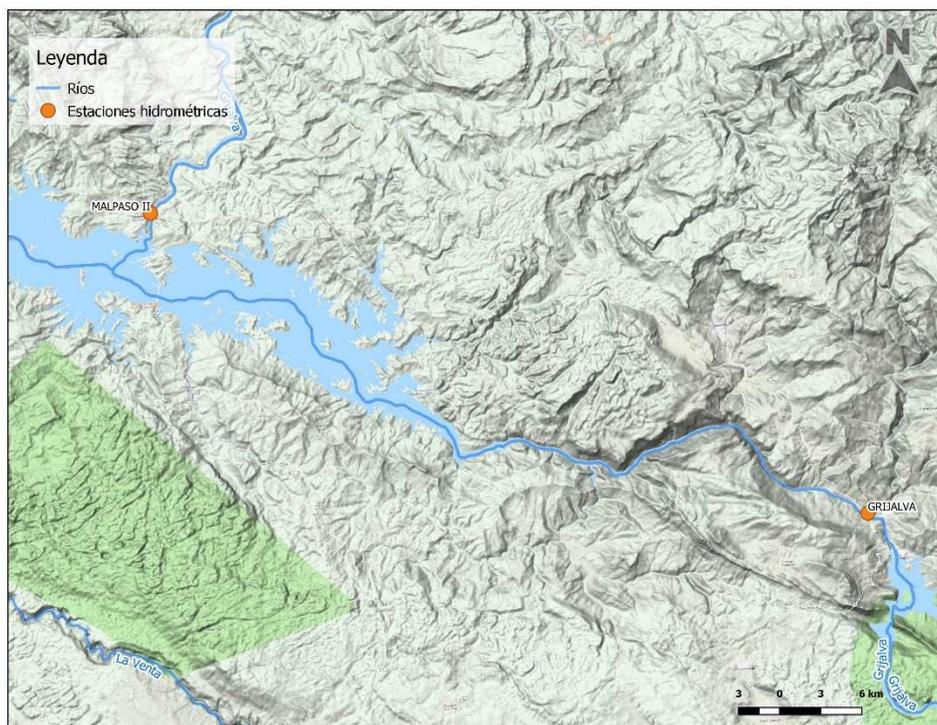


Figura 28. Ubicación de la presa y las estaciones hidrométricas Grijalva y Malpaso

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 es 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 29.

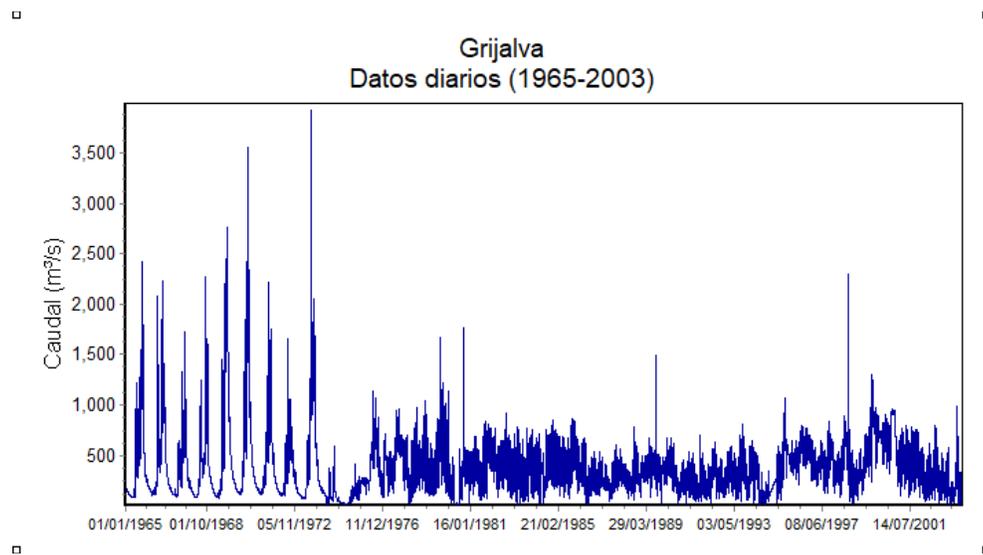


Figura 29. Datos diarios de la estación hidrométrica Grijalva.

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 30 muestra que se ha perdido la variabilidad en esa sección del río por la regulación de los embalses, mientras que la Tabla 150 marca importantes incrementos de caudal en los meses de estiaje y reducción en los de lluvia por el control de las avenidas.

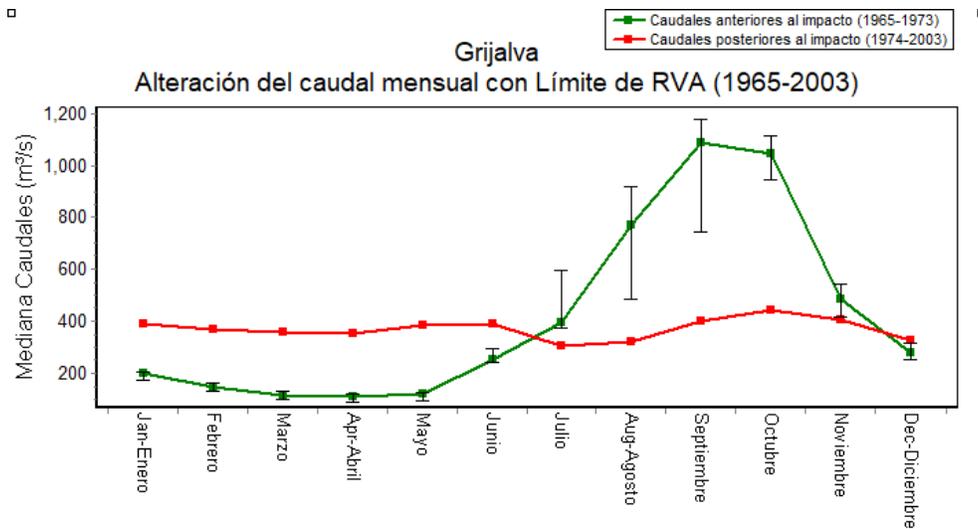


Figura 30. Comparación de dos periodos de los datos mensuales de la estación Grijalva

Tabla 150. 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 151 y Figura 31)

Tabla 151. 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

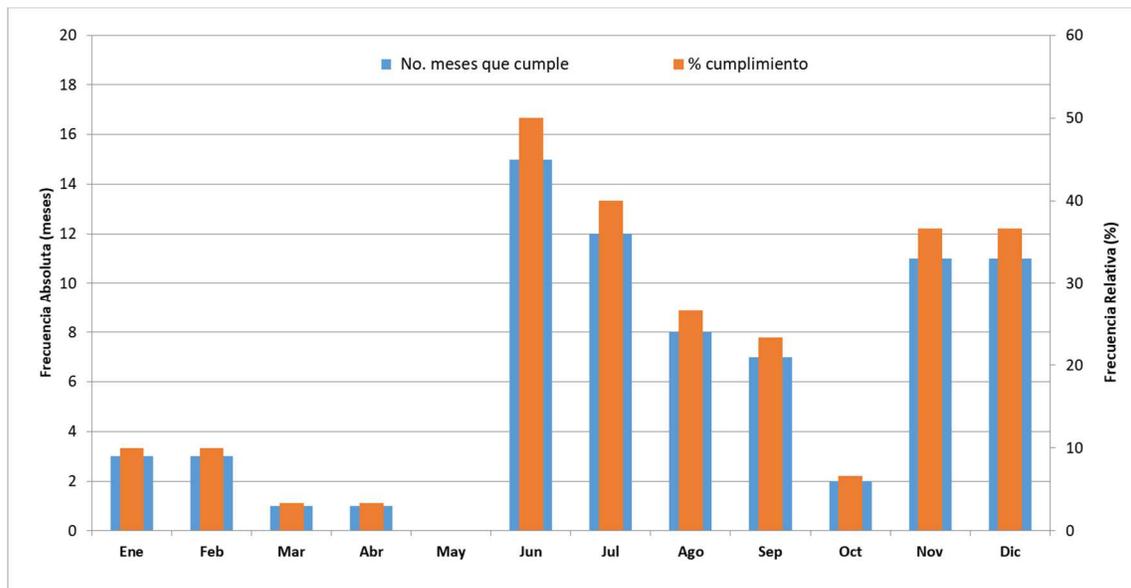


Figura 31. Alteraciones mensuales de acuerdo con NMX-AA-159-SCFI-2012 de Caudal Ecológico, E.H. Grijalva. Fuente: elaboración IMTA, 2019

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.

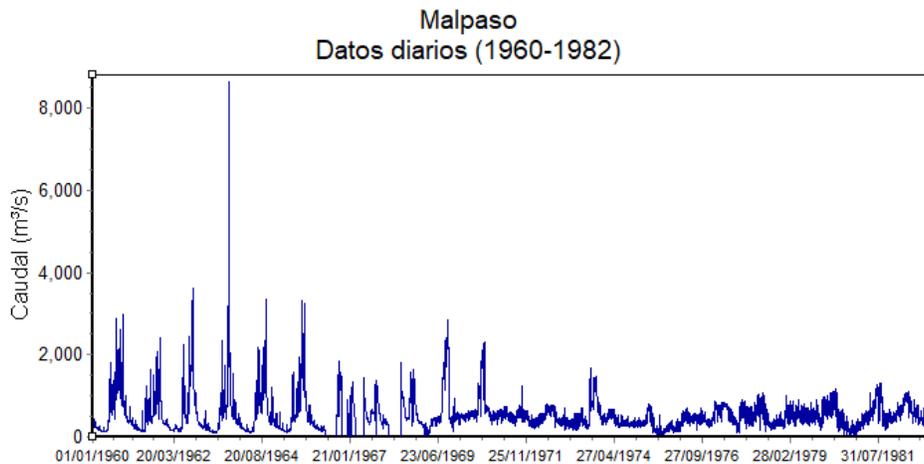


Figura 32. Datos diarios de la estación hidrométrica Malpaso II

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 32.

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 33 y Tabla 152.

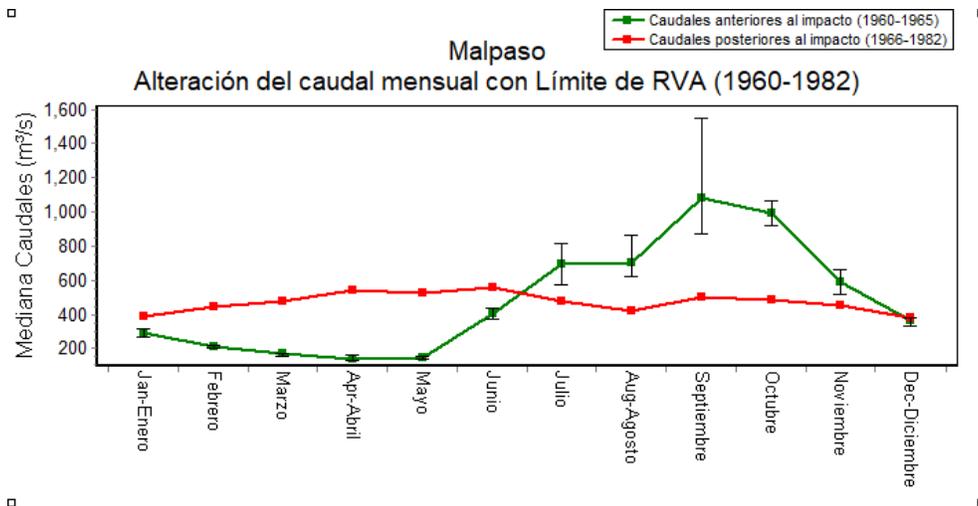


Figura 33. Comparación de dos periodos de datos mensuales estación Malpaso II

Tabla 152. 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 153 y Figura 34)

Tabla 153. Alteraciones mensuales de acuerdo con NMX-AA-159-SCFI-2012 de Caudal Ecológico, E.H. Malpaso II								
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	

Fuente: elaboración IMTA, 2019

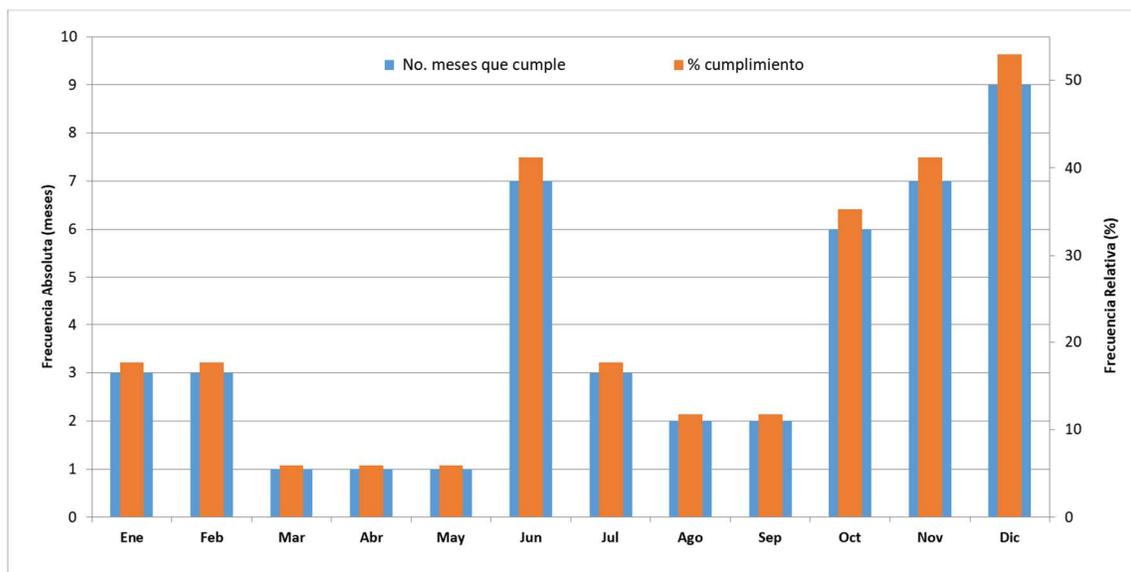


Figura 34. Alteraciones mensuales de acuerdo con NMX-AA-159-SCFI-2012 de Caudal Ecológico, E.H. Malpaso II. Fuente: elaboración IMTA, 2019

2.2.6 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 35. 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 36 y Tabla 154.

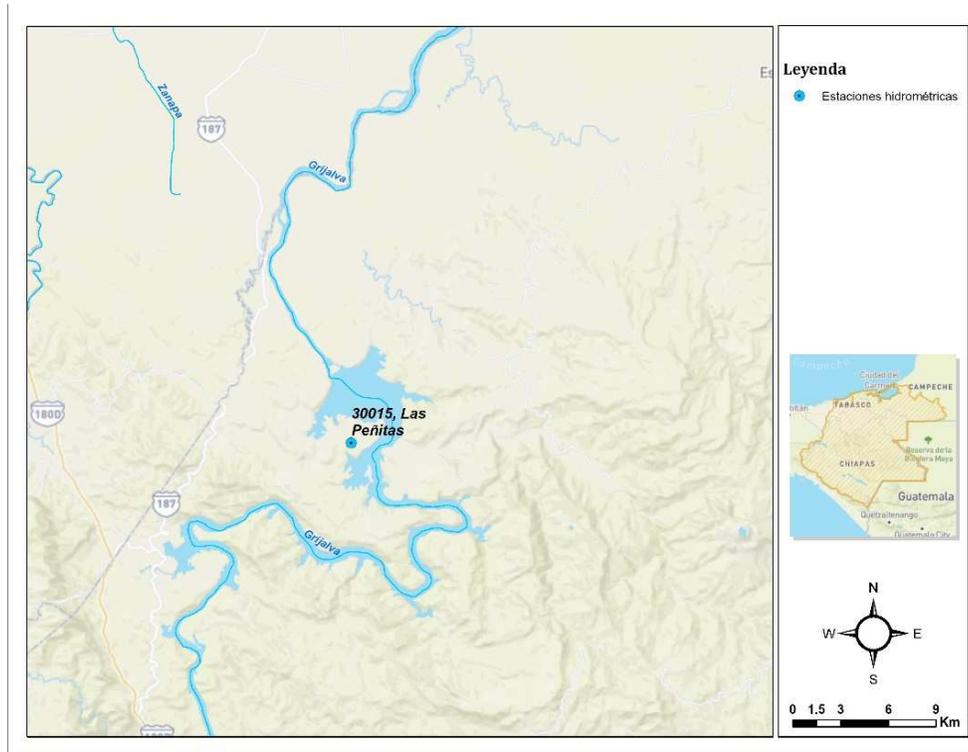


Figura 35. Estaciones hidrométricas cercanas a la Presa
Fuente: CONAGUA, 2016.

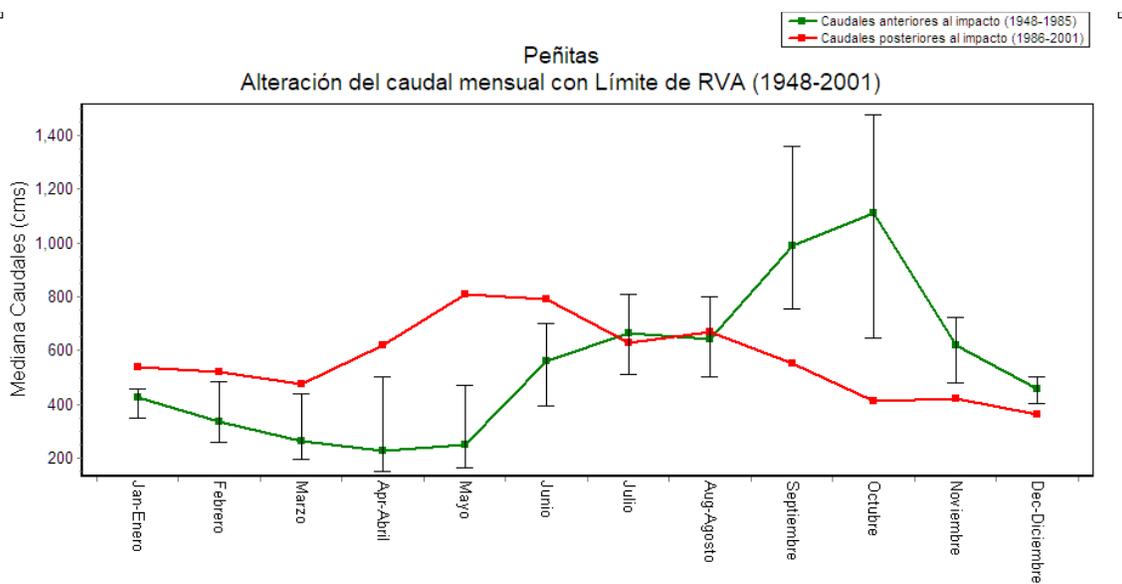


Figura 36. Alteraciones hidrológicas para la Estación Hidrométrica Las Peñas
Fuente: Datos obtenidos de la estación hidrométrica de CONAGUA, 2016.

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

Fuente: elaboración IMTA, 2019

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.

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 constantes 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 37 y Tabla 156.

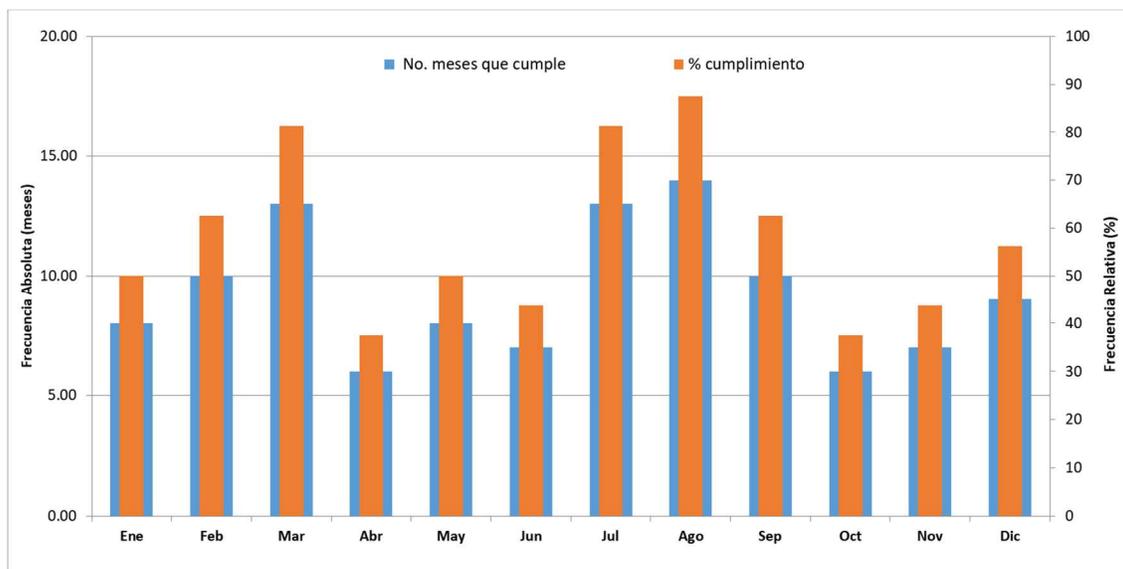


Figura 37. Alteraciones mensuales, en la E. H. Las Peñitas.

Fuente: Datos obtenidos de la estación hidrométrica de CONAGUA, 2016.

Tabla 156. Porcentajes de cumplimiento de acuerdo con NMX-AA-159-SCFI-2012 de Caudal Ecológico en la E. H. Las Peñitas (Chis.)								
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

Fuente: elaboración IMTA, 2019

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., 2012).

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, Dixit & Verma, 2007), contaminantes orgánicos y nutrientes de la columna de agua (Martelo & Borrego, 2012).

Con el propósito de analizar la información sobre los principales nutrientes 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. Además, se ha considerado un análisis preliminar de parámetros asociados a la presencia de PAI, como son los nutrimentos, obteniéndose los datos de la Red Nacional de Monitoreo de Calidad del Agua, de la Conagua, obtenidos en: <http://sina.conagua.gob.mx>

2.3.1 Fósforo y Ortofosfatos

Se analizaron los datos disponibles para los parámetros de Fósforo Total y Ortofosfatos de las estaciones ubicadas en el Lago de Cuitzeo y en los embalses en las cuencas de los ríos Humaya y Tamazula en el estado de Sinaloa. Las estaciones analizadas se muestran en la Tabla 157.

Los registros se compararon con los criterios ecológicos de calidad del agua, publicados desde 1989 pero modificados en la publicación del Sistema Nacional de Información Ambiental y Recursos Naturales de la SEMARNAT (2008 con fecha de última publicación en línea 20 de febrero de 2019 http://dgeiawf.semarnat.gob.mx:8080/ibi_apps/WFServlet?IBIF_ex=D3_R_AGUA04_01&IB

[IC_user=dgeia_mce&IBIC_pass=dgeia_mce](#)). El límite utilizado principalmente fue para la protección de la vida acuática en agua dulce, Tabla 158.

Tabla 157. Estaciones de calidad del agua analizadas		
CLAVE SITIO	NOMBRE DEL SITIO	CUENCA
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
OCPNO4486	Presa Adolfo López Mateos 3	Río Humaya
OCPNO4487	Presa Adolfo López Mateos 2	Río Humaya
OCPNO4488	Presa Adolfo López Mateos 1	Río Humaya
OCPNO4489	Presa Adolfo López Mateos 4	Río Humaya
OCPNO4483	Presa Sanalona 1	Río Tamazula
OCFSU3142	Presa Peñitas 1	Río Grijalva
OCFSU3067	Presa Peñitas 2	Río Grijalva
OCFSU3143	Presa Peñitas 3	Río Grijalva
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

Tabla 158. Criterios de calidad del agua: Niveles máximos en miligramos por litro					
Parámetro	Fuente de abastecimiento de agua potable	Recreativo con contacto primario	Riego agrícola	Pecuario	Protección de la vida acuática
Fosfatos (como PO ₄)	0.1	6	6	6	5

Fuente: Elaborado por Semarnat, Comisión Nacional del Agua (2008), con base en: Secretaría de Desarrollo Urbano y Ecología, «Criterios Ecológicos de Calidad del Agua CE-CCA-001/89», Diario Oficial de la Federación, Miércoles 13 de diciembre de 1989.

También se tomó en cuenta la nota relativa a que los fosfatos totales, medidos como fósforo, no deberán exceder de 0.05 mg/ en influentes a lagos o embalses ni de 0.025 mg/ dentro del lago o embalse, para prevenir el desarrollo de especies biológicas indeseables y para controlar la eutrofización acelerada.

De esta forma en el Lago Cuitzeo se observa que todos los registros fueron superiores al criterio ecológico aplicado.

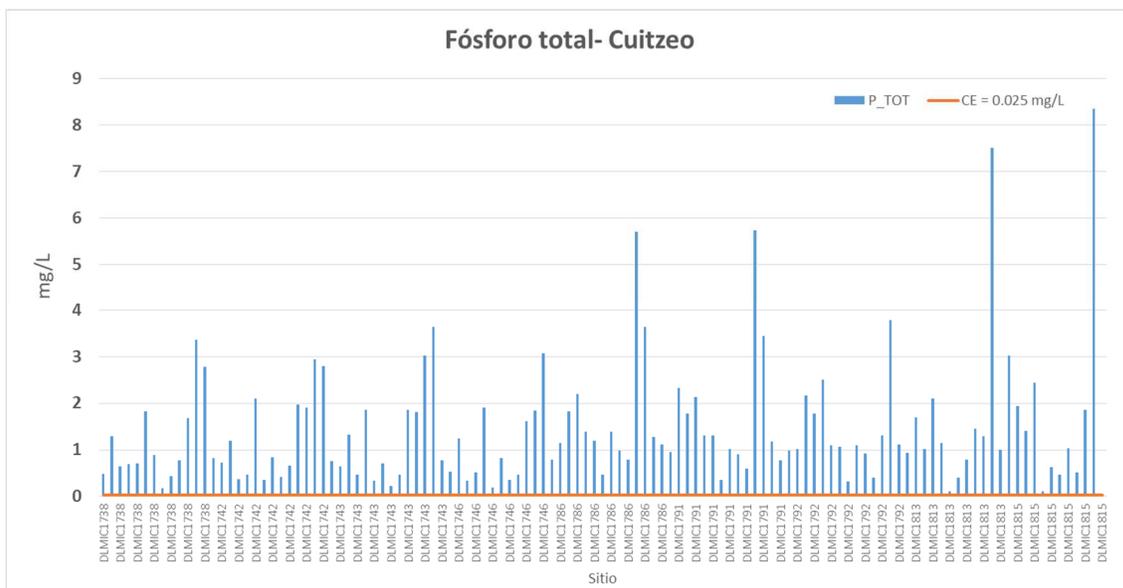


Figura 38. Registros de Fósforo total de la RNMCA – Conagua Cuitzeo

Para los Ortofosfatos, 25 registros de un total de 120 fueron superiores al criterio más alto de 6 mg/L, teniendo por tanto algunas restricciones para todos los usos señalados en la gráfica. Quince registros están por debajo de 6 mg/L para riego agrícola y por encima de 5 mg/L que representa el límite para la protección de la vida acuática. Por tanto 80 registros se ubicaron aptos para ambos usos descritos pero no para el abastecimiento público.

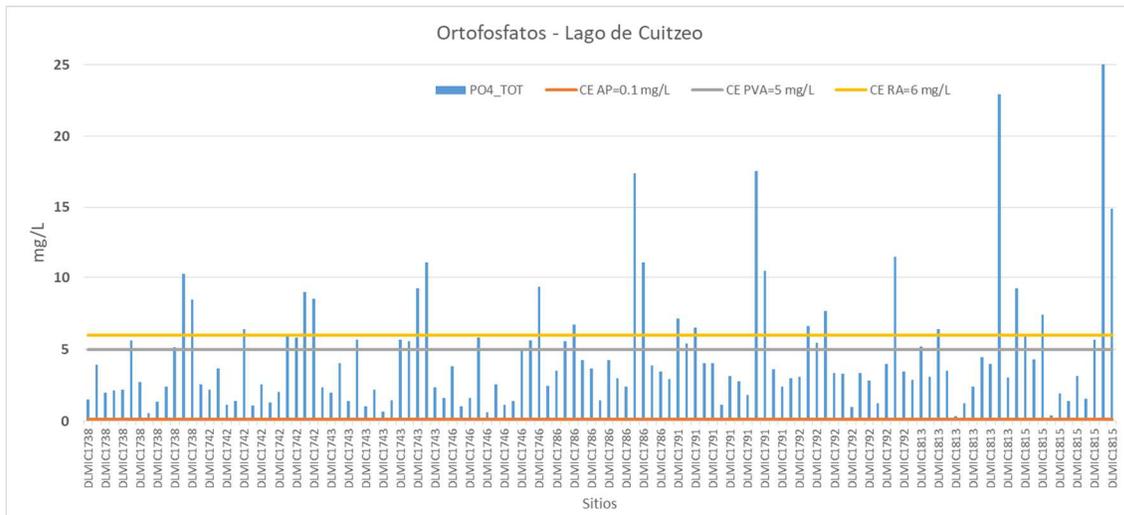


Figura 39. Registros de Ortofosfatos de la RNMCA – Conagua Cuitzeo

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 Sanalona en el río Tamazula, con una estación (OCPNO4483) exhibieron valores superiores al criterio ecológico de prevención de la eutrofización de 0.025 mg/L.

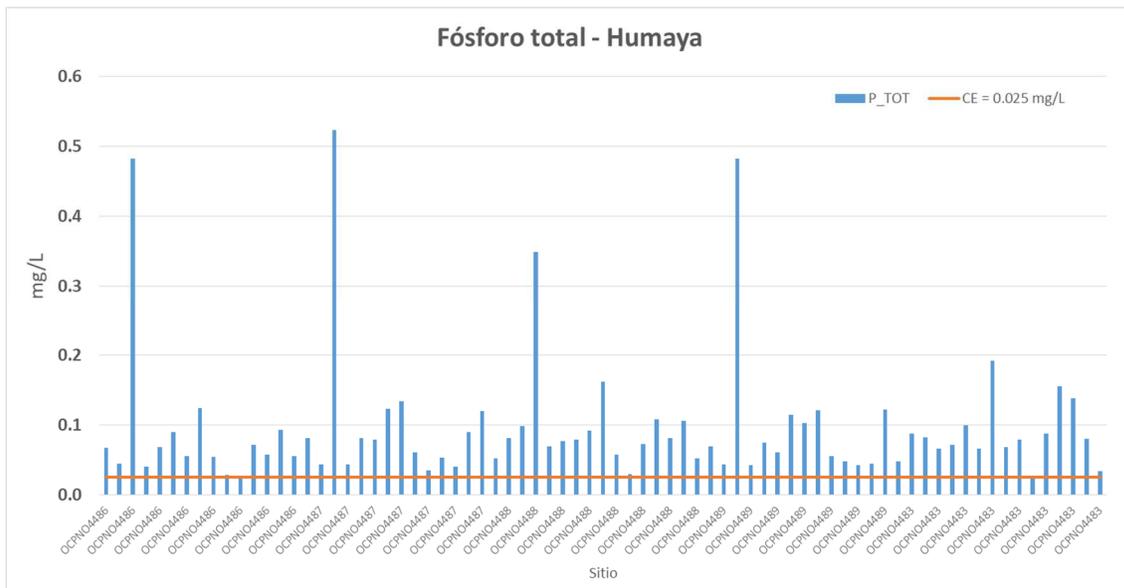


Figura 40. Registros de Fósforo total de la RNMCA – Conagua Humaya

Con relación a los ortofosfatos, durante el periodo de monitoreo señalado de 2012 a 2018, el total de registros de 75 fue inferior a los criterios para protección de la vida acuática y riego agrícola; mientras que solamente tres registros de la presa Adolfo López Mateos fueron inferiores al CE para abastecimiento público y solamente uno para la presa Sanalona.

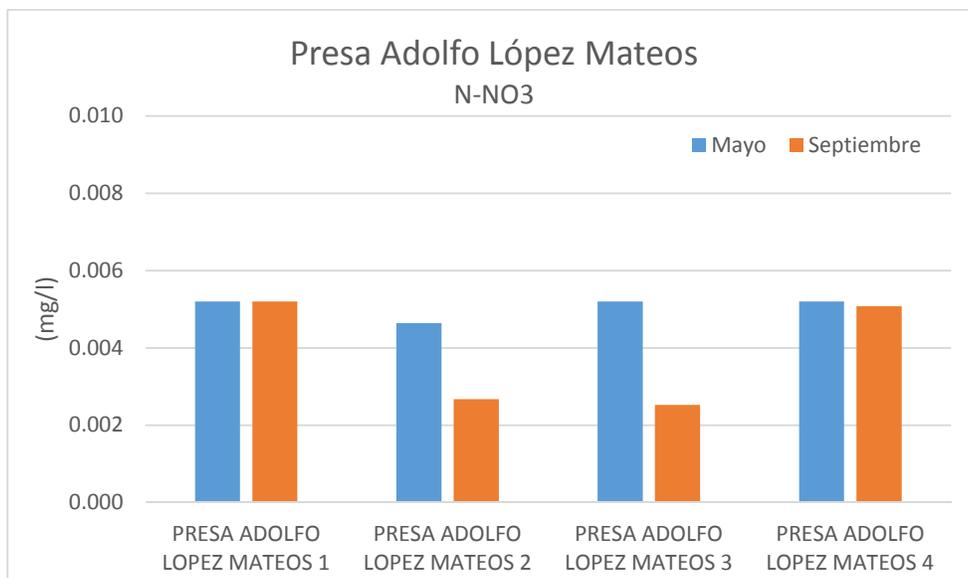


Figura 43. Registros de Nitratos de la RNMCA – Conagua Presa A. López Mateos

De los registros de calidad del agua en el embalse, obtenidos de la Red Nacional de Monitoreo de la Calidad del Agua Superficial de Conagua del año 2016, se obtuvieron los nitratos, los cuales resultaron estables y en concentraciones inferiores de 2 mg/l que se considera un valor aceptable ya que la concentración máxima permisible de N-NO₃ en agua de consumo es de 10 mg/L, de acuerdo con lo establecido por la norma mexicana, NOM-127-SSA1-1994, Figura 44.

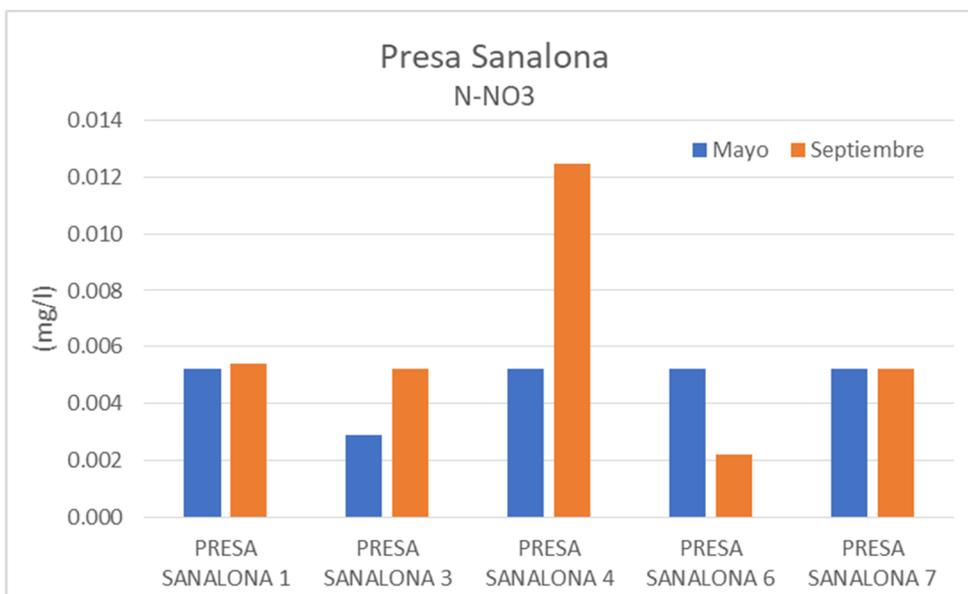


Figura 44. Valores registrados de Nitratos RNMCA Conagua Presa Sanalona.

A pesar de que los límites resultan muy superiores 5 – 6 mg/l a las concentraciones que resultaron en el monitoreo de nitratos (0.002 a 1.29 mg/l), los valores dependen tanto de la condición trófica de los embalses como de la dinámica de las distintas formas de nitrógeno y fósforo.

De los registros de calidad del agua en el embalse, se obtuvieron los nitratos de la Red Nacional de Monitoreo de la Calidad del Agua Superficial de Conagua del año 2016 y de los meses de marzo y septiembre, en cinco sitios de monitoreo, los cuales tienen concentraciones inferiores de 2 mg/l que se considera un valor aceptable con respecto a la concentración máxima permisible de N-NO₃ en agua de consumo humano, NOM-127-SSA1-1994, Figura 45.

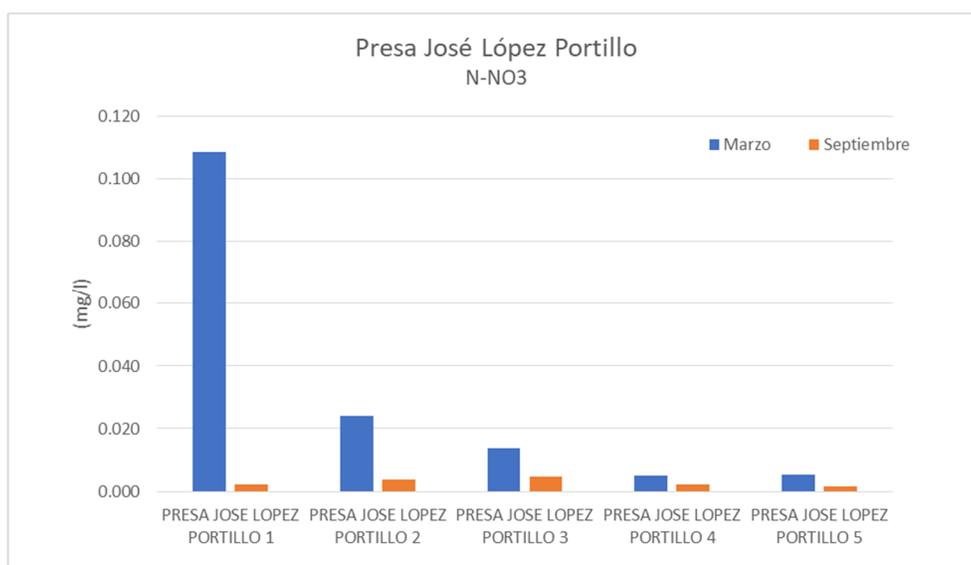


Figura 45. Valores registrados de Nitratos RNMCA-Conagua Presa José López Portillo

En la presa Peñitas, debido a los grandes volúmenes, la dilución de los nitratos resulta en concentraciones muy inferiores comparadas con los otros cuerpos de agua analizados.

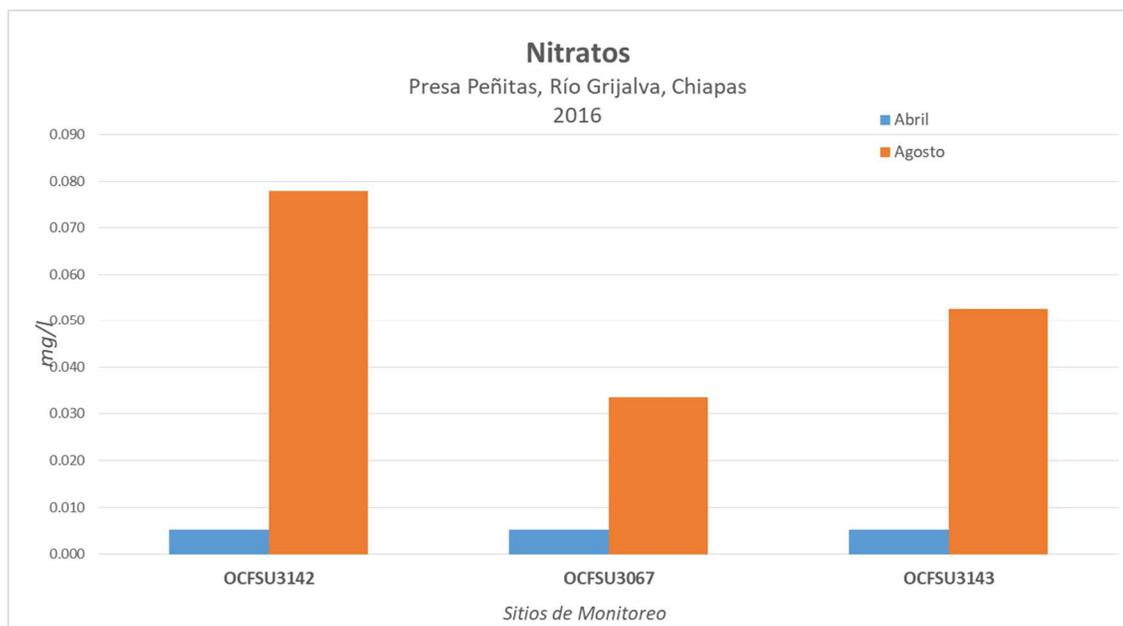


Figura 46. Resultados de N-NO₃ de los sitios de monitoreo, 2016

Fuente: Datos obtenidos de la RNMCA de CONAGUA 2016.

Con relación a Chapala, de los datos disponibles (Tabla 157), se observó que durante el ciclo del nitrógeno, las concentraciones medidas de nitratos en el lago se consideran bajas, con importantes incrementos hacia los meses de lluvias y acarreo de fuentes difusas en la cuenca, Figura 47.

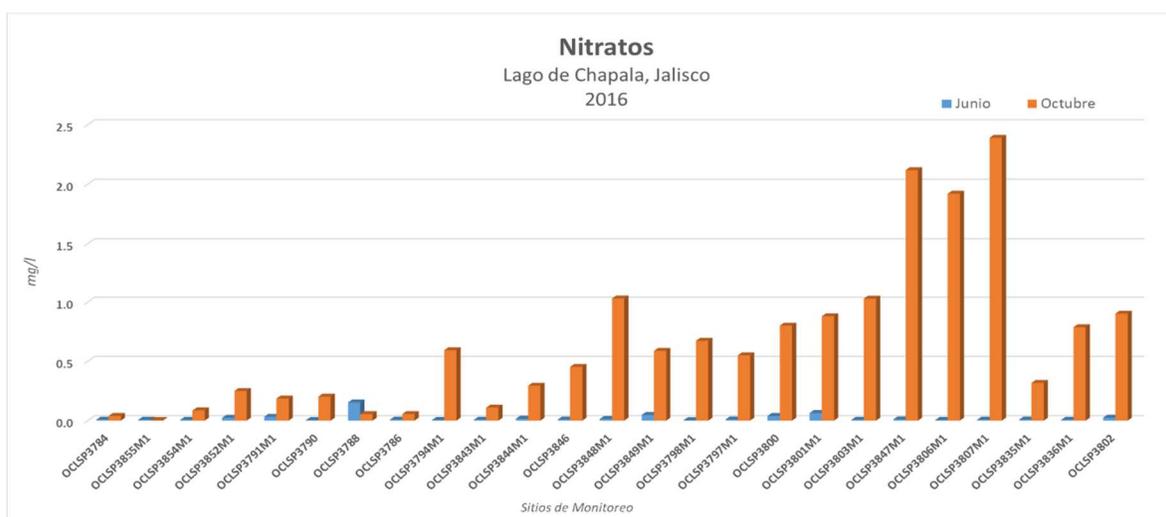


Figura 47. Resultados de N-NO₃ de los sitios de monitoreo, 2016, Lago de Chapala.

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

2.4 Conclusiones

Conforme con la información disponible, los resultados señalan que los cuerpos de agua estudiados exhiben alteraciones hidrológicas principalmente por la reducción de volúmenes ya sea para el almacenamiento en embalses o bien por el efecto de extracción en los lagos. El incremento de volúmenes en la época de estiaje se asocia a la generación de energía diaria aguas debajo de los embalses, ambas condiciones resultan en una uniformidad de hábitat que puede resultar propicio para el florecimiento e infestación de plantas acuáticas exóticas invasoras (Tabla 159).

Tabla 159. 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	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 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

Dicha uniformidad del hábitat en la parte de entrada a embalses y en la descarga de estos nuevamente al río, promueven el depósito de un tipo específico de sustrato (arriba gruesos a finos, conforme aumenta la profundidad del embalse y debajo de finos de la descarga 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, mientras que embalses dinámicos para riego movilizan más frecuentemente los volúmenes de agua, incluso conectándolos al sobrepasar las avenidas por sobre las cortinas y por lo tanto también los tapetes o grupos de PAEI.

La reducción de los picos de avenida promueve que se debiliten las comunidades ribereñas nativas, al reducirse los ciclos de producción y dispersión de semillas, por lo que las plantas exóticas invasoras más tolerantes llegan a establecerse. Su permanencia permite que se forme nuevo sustrato para 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 y ríos, asociándolas con observaciones, o mediciones cuantitativas de la presencia de PAEI's

Adicionalmente, estas condiciones hidrológicas, sobre todo aguas debajo de los embalses mantienen condiciones estables incrementando la temperatura y concentraciones de nutrientes, además de reduciendo 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.

4.- Impartición de Curso

Del 19 al 23 de septiembre, en instalaciones del IMTA se impartió el curso ***“Problemática Que Ocasianan 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 y en el anexo 2 se encuentra la lista de participantes.



Foto 301. Participantes del curso



Foto 302. Sesiones teóricas del curso

5.-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, 9 especies fueron clasificadas como plantas acuáticas exóticas invasoras: *Arundo donax*, *Eichhornia crassipes*, *Egeria densa*, *Hydrilla verticillata*, *Myriophyllum aquaticum*, *Panicum repens*, *Sagittaria sagittifolia*, *Salvinia molesta* y *Tamarix ramosissima*.

Veintisiete 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*, *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 acuminatum*, *Polygonum punctatum*, *Pontederia cordata* y *Nymphoides fallax*. Una fue clasificada como exótica *Nelumbo nuficera* de la cual no se encontró información de su estatus, aunque en el sitio detectado (Laguna Pitahaya, Tabasco), se observa invadiendo por completo el espejo de agua.

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 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 (Netzahualcáyotl 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 Donaldo Colosio, Miguel Hidalgo y Costilla), 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 (Guilhermes, et al, 2012; Guyton et al, 2015). Steinrücken y Amrhein, 1980; Perkins *et al.*, 2000; Soso *et al.*, 2007, establecieron el peligro del uso de herbicidas en cultivos agrícolas, así como para el control de malezas en los bordes de ríos y lagos. 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), Tood et al. 2006 así como Paz 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 (Ratclif *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). y Zalaya *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 cuando y como 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 preocupación de los que contribuimos a la preservación de nuestras especies no recomendamos el uso de agentes que la ponen en peligro.

En relación con el análisis hidrológico, se inició el análisis para determinar la variabilidad en relación con los ciclos estacionales y extremos dentro de un ciclo anual, así como la frecuencia y duración de ciclos de años secos y abundantes en precipitación y escurrimientos, señalando periodos extremos de sequía y lluvias. Con estos datos se realizará un análisis de su influencia en las infestaciones de plantas acuáticas exóticas invasoras en los cuerpos de agua del país, los resultados se mostrarán en el informe correspondiente a 2018.

6.-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). 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).

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

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., Scoccianti, C., Mattock, H. & Straif, K. (2015) Carcinogenicity of tetrachlorvinphos, parathion, malathion, diazinon, and glyphosate. *Lancet Oncology*. 2015. 1-2

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. & Ortíz, 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. DOF 20/09/2012.

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.

Postel, S. & Richter, B. 2003. Rivers for life: managing water for people and nature. Washington, DC.: Island Press. ISBN: 978-155-9634-44-1.

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. Knen, 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.

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).

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 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. 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. doi: 10.2166/wp.2013.105.

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.

Todd, F., Huijong, H, Martha, L., Healy-Fried, Markus, F., & Ernst S. 2006. Molecular basis for the herbicide resistance of Roundup Ready crops. *Proceedings of the National Academy of Sciences*. 103(35): 13010-13015.

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.

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 22 DE 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 23 DE 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 3. Regiones Hidrológicas Mapeadas

Tabla 160. 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		
								<i>Salvinia molesta</i>	X	X			
			<i>Pistia stratiotes</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			
			Río Grijalva-Tuxtla Gutiérrez	Manuel Moreno Torres	Chicoasén	16°56'27.05" N 100° 93° 6'3.00" O	Julio 2019	<i>Eichhornia crassipes</i>	X	X			
							<i>Phragmites australis</i>		X	X			
			<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			
			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>Salvinia molesta</i>	X	X		
								<i>Eichhornia crassipes</i>	X	X			
<i>Hydrocotyle ranunculoides</i>		X		X									
Grijalva	Ecoparque Los Aluxes	Ecoparque Los Aluxes		17° 29'56.09" N 92°00'53.64" O	Enero 2016	<i>Eichhornia crassipes</i>	X	X					
			<i>Pistia stratiotes</i>			X	X						
<i>Salvinia molesta</i>	X	X											
<i>Pontederia cordata</i>			X										
Chihuahua	VI Río Bravo	24 Bravo-Conchos	Río Chuviscar	Chuviscar	Chihuahua	Chihuahua	28°36'46.79" N 106°10'37.21" O	Agosto 2019	NO SE OBSERVARON PAEI				
			Río Conchos 3		Chuviscar	-	28° 35'59.80" N 106° 96'57.43" O	Agosto 2019	<i>Polygonum acuminatum</i>			X	
				Arroyo El Rejón	El Rejón	El Rejón	28° 36'46.79" N 106° 07'48.04" O	Agosto 2019	<i>Lemna minor</i>		X	X	
			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 212. 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	
	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	
			<i>Polygonum acuminatum</i>			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	
									<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
										<i>Hydrocotyle ranunculoides</i>		X	X
							<i>Nuphar lutea</i>		X	X			
							<i>Schoenoplectus acutus</i>		X	X			
		Valle de Bravo	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 212. 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	
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>Eichhornia crassipes</i>	X	X	
									<i>Salvinia molesta</i>	X	X	
									<i>Eichhornia crassipes</i>	X	X	
									<i>Phragmites australis</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>	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" 0" 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 212. 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 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
	Lago Pátzcuaro	Lago Pátzcuaro	19°36'41.13" N 101°37'05.59" O	Septiembre 2015	<i>Scirpus olneyi</i>		X	X				
					<i>Eichhornia crassipes</i>	X	X					
					<i>Polygonum acuminatum</i>			X				
					<i>Phragmites australis</i>		X	X				
					<i>Typha domingensis</i>		X	X				
<i>Paspalum repens</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>Nymphaea mexicana</i>		X	X	
								<i>Polygonum acuminatum</i>			X	
								<i>Typha domingensis</i>		X	X	
								<i>Schoenoplectus acutus</i>		X	X	

Tabla 212. 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>		X	X
									<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>	X	X	
									<i>Polygonum acuminatum</i>			X
<i>Typha latifolia</i>		X	X									
Yautepec-Atoyac y Amacuzac	-	-	Julio 2016	<i>Azolla filiculoides</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 Pablillo 2	Pablillo 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 212. 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
									<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
			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 212. 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
									<i>Eichhornia crassipes</i>	X	X	
									<i>Typha latifolia</i>		X	X
				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
			Zahuapan	San José Atlanga	Atlanga, Atlangatepec	19°33'29.55" N 98°10'49.00" O	Octubre 2016	<i>Stuckenia pectinata</i>				
								<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									