

PROGRAMA DE MEDIDAS PREVENTIVAS Y DE MITIGACIÓN DE LA SEQUÍA

Consejo de Cuenca Ríos Presidio al San Pedro

Versión 2014



Contenido

INTRODUCCIÓN	13
RESUMEN EJECUTIVO	14
1. CARACTERÍSTICAS GENERALES DE LA SEQUÍA	16
1.1 Conceptos básicos y consideraciones previas	16
1.2 El Programa Nacional Contra la Sequía (PRONACOSE)	18
1.3 Las sequías en el Consejo de Cuenca de los Ríos Presidio al San Pedro	19
1.4 El Programa de Medidas Preventivas y de Mitigación de la Sequía (PMPMS)	20
1.4.1. Objetivo general	20
1.4.2. Objetivos específicos	20
1.4.3. Objetivos operacionales	21
1.4.4. Organización de la ejecución del PMPMS.....	21
1.4.4.3. Responsabilidades	22
1.5 Ámbito de actuación	23
2. CARACTERIZACIÓN DEL CONSEJO DE CUENCA DE LOS RÍOS PRESIDIO AL SAN PEDRO	24
2.1 Marco geográfico	24
2.2 Problemática de los recursos hídricos por sector	31
2.2.1 Problemas transversales o comunes a los sectores	31
2.2.2 Sector agrícola.....	32
2.2.3 Sector público urbano	33
2.2.4. Sector industrial y comercial.....	35
3. ANÁLISIS DE SEQUÍA HISTÓRICA Y SUS IMPACTOS EN EL CONSEJO DE CUENCA DE LOS	

RÍOS PRESIDIO AL SAN PEDRO	36
3.1 Introducción.....	36
3.2 Análisis de las Fases de la Sequía con Base a las Estadísticas del Agua en México	36
3.3 Evaluación de la Sequía Histórica del Periodo de 1978 al 2013, Utilizando el PDSI y sus Impactos	37
3.4 Evaluación de la Sequía Histórica del año 2014, Utilizando el SPI, SDI y sus Impactos	44
3.5 Evaluación de los impactos históricos del periodo de 1978 al 2013 del Consejo de Cuenca de los Ríos Presido al San Pedro	53
4. OFERTA, DEMANDA Y DISPONIBILIDAD DE AGUA EN EL CONSEJO DE CUENCA DE LOS RÍOS PRESIDIO AL SAN PEDRO	54
4.1 Introducción.....	54
4.2 Oferta natural de agua en el Consejo de Cuenca.....	54
4.3 Disponibilidad de agua superficial	55
4.4 Análisis del comportamiento de las presas en escenario de sequia	56
4.4.1 Almacenamiento en las presas	56
4.4.2 Aportaciones a las presas	57
4.4.3 Correlación entre las métricas de las presas e indicadores de sequía	57
4.4.4 Registros de las presas en 2000 y Condiciones de Sequía	58
4.4.5 Registros de las presas en condiciones de sequía en 2001	58
4.4.6 Registros de las presas en Condiciones de Sequía en 2002.....	58
4.4.7 Registros de las presas en Condiciones de Sequía en 2006.....	58
4.4.8 Registros de las presas en Condiciones de Sequía en 2008.....	58
4.4.9 Registros de las presas en Condiciones de Sequía en 2011-2012	59
4.5 Cobertura de agua potable	59

4.5.1 Evolución en la Cobertura del Servicio de Agua Potable	60
4.5.2 Evolución del agua suministrada y desinfectada para consumo humano	61
4.6 Oferta, demanda y disponibilidad de agua subterránea	61
4.7 Demanda	63
4.7.1 Estimación de los valores anuales del REPDA.	63
4.7.2 Usos Consuntivos de Aprovechamientos de Aguas Superficiales en la cuenca de los Ríos Presidio al San Pedro.....	64
4.7.3 Demanda de agua para uso Agrícola.....	66
4.7.4 Demanda de agua para uso público urbano.....	67
4.8 Calidad del Agua	68
4.9 Cambio Climático.....	73
4.10 Medidas Estructurales para Aumentar la Oferta.....	73
5. EVALUACIÓN DE VULNERABILIDAD DE LA SEQUÍA.	74
5.1 Introducción.....	74
5.1.1 Generalidades.....	74
5.1.2 Sistema de Evaluación del Riesgo Extremo de Sequías.....	77
5.1.3 Sistema Super Decisions.....	77
5.2 Conceptos de Adversidad-Vulnerabilidad-Riesgo	77
5.2.1 Adversidad (Sequías)	77
5.2.2 Vulnerabilidad (a las Sequías)	78
5.2.3 Riesgo (de Sequías).....	78
5.3.1 Componentes del Sistema Seres.....	80
5.3.1.1 Ingresos per Cápita (IPC).....	80

5.3.1.2 Vulnerabilidad hídrica (VH)	80
5.3.1.3 Índice de Sequía (IS: PDSI, SPI, etc).....	81
5.3.2 Distribución Geográfica del Riesgo de Sequías	81
5.3.3 El IDRISI Macro Modeler (IMM)	81
5.3.4 El SERES requiere de tres grupos de datos de inicio, que se describen a continuación:	82
5.3.5 El programa IDRISI	82
5.3.6 Cartografía de la Vulnerabilidad a las Sequías	82
5.3.7 Mapas de Riesgos por Sequías	84
5.3.8 Niveles de Riego Extremo de Sequías	85
5.3.9 Determinación de la Vulnerabilidad a las Sequías en el Consejo de Cuenca de los Ríos Presidio al San Pedro.....	86
5.4 Evaluación de la vulnerabilidad a las sequías mediante el sistema <i>Super Decisions</i>	91
5.4.1 Factores para evaluar la vulnerabilidad a la sequía y su clasificación	92
5.4.2 Principales fuentes de información de los factores	94
5.4.3 Ponderación de los factores.....	94
5.4.4 Aplicación del sistema Super Decisions	96
5.4.5 Resultados de la aplicación	96
5.4.5.1 Factores modulados, organizados por cuenca y cálculo de las distintas vulnerabilidades	97
5.4.5.2 Representación geográfica de los resultados.....	99
6. CARACTERIZACIÓN DE LA SEQUÍA EN EL CONSEJO DE CUENCA DE LOS RÍOS PRESIDIO AL SAN PEDRO	¡Error! Marcador no definido.
6.1 Umbrales de sequía.....	105
6.1.1 Intensidad de sequía	106

6.1.2 Precipitación.....	106
6.1.3 Esguerrimiento	107
6.1.4 Niveles en los mantos acuíferos	108
6.1.5 Almacenamiento en las presas	108
6.2 Etapas de la sequía	109
6.3 Evaluación de la Sequía	109
6.3.1 Etapa 1, alerta temprana (azul).....	110
6.3.2 Etapa 2, respuesta (verde)	110
6.3.3 Etapa 3, urgencia (amarillo).....	110
6.3.4 Etapa 4, emergencia (naranja).....	110
6.3.5 Etapa 5, crítica (rojo).....	111
7. MEDIDAS DE MITIGACIÓN.....	114
7.1 Etapa 1	114
7.2 Etapa 2	115
7.3 Etapa 3	116
7.4 Etapa 4	117
7.5 Etapa 5	117
8. MEDIDAS PREVENTIVAS	119
8.1 Medidas preventivas para gestionar la demanda	119
8.1.1 Políticas óptimas de operación de presas	119
8.1.2 Pronóstico de la oferta y demanda y planes de riego	120
8.1.3 Cobrar y pagar por el uso del agua.....	121

8.1.4 Medidas estructurales para gestionar la demanda	122
8.2 Medidas preventivas por sector.....	123
8.2.1 Sector agrícola.....	123
8.2.2 Sector doméstico	124
8.2.3 Sector comercio e industria.....	125
8.2.4 Sector investigación y educación	126
8.3 Medidas preventivas posteriores a la ocurrencia de sequía.....	126
9. MONITOREO, EVALUACIÓN Y ACTUALIZACIÓN DEL PMPMS	128
9.1 Programación y coordinación para realizar el plan de monitoreo, evaluación y actualización ...	129
9.2 Monitoreo del progreso de las medidas preventivas y de mitigación.....	131
9.3 Metodología para evaluar el PMPMS.....	132
9.4 Metodología y calendarización para actualizar el PMPMS.....	136
9.5 Desarrollo de sistemas de monitoreo, evaluación y pronóstico de sequías	137
9.5.1 Importancia del sistema de monitoreo, evaluación y pronóstico de sequías.	137
9.5.2 Identificación de costos y beneficios relativos.....	139
9.6 Metodología para el Desarrollo del Sistema de Monitoreo, Evaluación y Pronóstico de Sequías	140
9.6.1. Principales aspectos metodológicos considerados	140
9.6.2. Sequías hidrológicas.....	149
10. PROGRAMA DE EDUCACIÓN, INVESTIGACIÓN CIENTÍFICA Y DESARROLLO TECNOLÓGICO EN MATERIA DE AGUA	150
10.1 Diseño y evaluación de estrategias para fortalecer el funcionamiento del Consejo de Cuenca y sus organismos operadores de agua potable.....	150
10.2 Modelo de educación ambiental para coadyuvar a la cultura del agua en el ámbito gestión integral de los Recursos Hídricos de las Cuencas de los ríos Presidio al San Pedro.....	152

10.3 Diseño de un programa sectorial de comunicación y motivación efectivo basado en un estudio socioeconómico.....	154
10.4 Modelo para predecir la disponibilidad de agua superficial y subterránea en las cuencas de los ríos Presidio al San Pedro	156
10.5 Diseño de un programa de gestión integral de los recursos hídricos de las cuencas de los ríos Presidio al San Pedro	158
10.6 Estudio de factores de riesgo ambiental de la cuenca de los ríos Presidio al San Pedro mediante un Sistemas de Información Geográfica (SIG).....	161
10.7 Gestión integral de residuos sólidos para mejorar la salud pública de las cuencas de los ríos Presidio al San Pedro	162
10.8 Tecnologías de Diseño y Desarrollo de Bajo Impacto (DDBI) para los sistemas hídricos y cuencas	163
10.9 Optimización de los beneficios de la infraestructura hidráulica en el Consejo de Cuenca de los ríos Presidio al San Pedro	164
10.10 Determinación de escenarios por sequía mediante el análisis multivariado temporal usando redes neuronales en la Cuenca de los Ríos Presidio al San Pedro.....	166
11. PRESUPUESTO, FINANCIAMIENTO Y SEGUIMIENTO.....	168
11.1 Presupuesto operativo.....	168
11.2 Presupuesto Programa de educación, investigación científica y desarrollo tecnológico.	170
11.3 Presupuesto de proyectos de infraestructura	171
11.4 Beneficios.....	172
11.5 Seguimiento de las medidas de prevención de la sequía.....	174
11.5.1 Programa Conservación y Uso de Suelo y Agua, COUSSA	174
11.5.2 Programa para la Construcción y Rehabilitación de Agua Potable y Saneamiento en Zonas Rurales.....	175
12. RECOMENDACIONES Y CONCLUSIONES	177

12.1 Recomendaciones	177
12.2 Conclusiones	178
13. Referencias	180
Apéndices	188
Apéndice A	196
Apéndice B	205
Apéndice C	213
Apéndice D	228
Apéndice E	232
Apéndice F	237
Apéndice G	243
Apéndice H	267
Apéndice I	287
Apéndice J	290
Apéndice K	301
Apéndice L	357
Apéndice M	371
Apéndice N	375

Índice de figuras

Figura 1.1. El ciclo hidro-ilógico (NDMC, 2012).	16
Figura 1.2 Estructura orgánica para la ejecución del PMPMS.	22
Figura 2.1. Entidades federativas y municipios que participan territorialmente en la cuenca.	25
Figura 2.2. Cuencas hidrológicas de los ríos Presidio al San Pedro.	28

Figura 4.1. Agua no contabilizada.....	68
Figura 5.1. Áreas de adversidad, vulnerabilidad y riesgo de sequías	77
Figura 5.2. Esquema de determinación de la vulnerabilidad y riesgo de sequías mediante un Sistema de Información Geográfica.....	79
Figura 5.3.- Diagrama de flujo del IDRISI Macro Modeler (IMM) para la generación de mapas de riesgo extremo de sequías.	82
Figura 5.4. Vulnerabilidad a sequias en función del Ingreso per Cápita (IPC) a nivel municipal. La escala de valores indica: 0 no vulnerable y 100 máxima vulnerabilidad.	83
Figura 5.5 . Vulnerabilidad en áreas con y sin riego para el mes de octubre 2012. Áreas con riego: Escala: 0, no vulnerable (Presas al 100% de su capacidad) y 100, vulnerabilidad máxima (Presas sin agua). Áreas sin riego (temporal): vulnerabilidad 100.	83
Figura 5.6. Vulnerabilidad a las sequias determinada por el índice de Palmer (PDSI) para Mayo 2013. El PDSI se utiliza para establecer un factor de afectación solo en las áreas sin riego (temporal). Escala: PDSI > -0.9, factor = 0, PDSI < -4, factor = 100 y valores proporcionales intermedios para PDSI entre -0.9 y <-4.	84
Figura 5.7. Mapa de riesgos por sequía para las cuencas hidrológicas del OCPN y el mes de Mayo de 2013. Este mapa fue construido mediante la superposición de los mapas de las figuras anteriores en un sistema de información geográfica.....	85
Figura 5.8. Mapa de riesgos por sequía para los municipios del OCPN y el mes de Mayo de 2013.....	86
Figura 5.9 Vulnerabilidad a la sequía en función del Ingreso per Cápita (IPC) a nivel municipal.....	87
Figura 5.10 Vulnerabilidad a la sequía determinada por el índice de Palmer (PDSI) para Mayo 2013.	89
Figura 5.11 Vulnerabilidad hídrica en áreas con y sin riego para el mes de octubre 2012.....	90
Figura 5.12.- Mapa de vulnerabilidad ambiental del Consejo de Cuenca de los ríos Presidio al San Pedro. .	101
Figura 5.13. Mapa de vulnerabilidad económico del Consejo de Cuenca del Presidio al San Pedro	¡Error!
Marcador no definido.	
Figura 5.14. Vulnerabilidad Social del Consejo de Cuenca de los ríos Presidio al San Pedro.	¡Error!
Marcador no definido.	
Figura 5.15. Mapa de Vulnerabilidad Global del Consejo de cuenca de los ríos Presidio al San Pedro. .	¡Error!
Marcador no definido.	
Figura 9.1. Componentes de la gestión del riesgo de desastres (EIRD/ONU, 2009).....	138
Figura 9.2.- Comparación de acciones entre reducción y manejo del riesgo (EIRD/ONU, 2009).	139
Figura 9.3. Portada de apertura del programa SOS.	141
Figura 9.4. Manual del usuario del programa SOS (contenido parcial)	141
Figura 9.5. Ventana emergente y desplegable.	142
Figura 9.6. Selección de los índices de sequía.....	143
Figura 9.7. Selección de mapas de base.	143
Figura 9.8. Selección de la escala de colores para los índices de sequía.	144
Figura 9.9. Mapa del índice de Palmer para el OCPN.....	144
Figura 9.10. Esquema de entradas y salidas en un Perceptron Multicapa.	146

Figura 9.11. Pronóstico del PDSI para El Varejonal y la indicación del valor estimado el mes anterior y el valor real del mes actual. Puede observarse una discrepancia mínima.....	147
Figura 9.12. Anomalías del NDVI para marzo de 2012 expresadas en desviaciones estándares con respecto al valor promedio.	148
Figura 9.13. Variabilidad del SDI para El Varejonal durante 2003 al 2012.....	149

Índice de graficas

Grafica 3.1. Registros de ocurrencia de sequías en las estaciones climatológicas de Durango en el periodo 1978 – 1987.....	38
Grafica 3.2. Registros de ocurrencia de sequías en las estaciones climatológicas de Durango En el periodo 1988 – 1997.....	38
Grafica 3.3. Registros de ocurrencia de sequías en las estaciones climatológicas de Durango en el periodo 1998 – 2007.....	39
Grafica 3.4. Registros de ocurrencia de sequías en las estaciones climatológicas de Durango en el periodo 2008 – 2013.....	39
Grafica 3.5. Registros de ocurrencia de sequías en las estaciones climatológicas de Sinaloa en el periodo 1978 – 1987.....	40
Grafica 3.6. Registros de ocurrencia de sequías en las estaciones climatológicas de Sinaloa en el periodo 1988 – 1997.....	40
Grafica 3.7. Registros de ocurrencia de sequías en las estaciones climatológicas de Sinaloa en el periodo 1998 – 2007.....	40
Grafica 3.8. Registros de ocurrencia de sequías en las estaciones climatológicas de Sinaloa en el periodo 2008 – 2013.....	41
Grafica 3.9. Registros de ocurrencia de sequías en las estaciones climatológicas de Nayarit en el periodo 1978 – 1987.....	41
Grafica 3.10. Registros de ocurrencia de sequías en las estaciones climatológicas de Nayarit en el periodo 1988 - 1997.....	42
Grafica 3.11. Registros de ocurrencia de sequías en las estaciones climatológicas de Nayarit en el periodo 1998 – 2007.....	42
Grafica 3.12. Registros de ocurrencia de sequías en las estaciones climatológicas de Nayarit en el periodo 2008 – 2013.....	43
Grafica 3.13 Registros de ocurrencia de sequías en las estaciones climatológicas de Durango, periodo a 1 mes en 2014.	44
Grafica 3.14 Registros de ocurrencia de sequías en las estaciones climatológicas de Nayarit, periodo a 1 mes en 2014.....	47

Grafica 3.15 Registros de ocurrencia de sequías en las estaciones climatológicas de Durango, periodo a 3 meses en 2014.....	45
Grafica 3.16 Registros de ocurrencia de sequías en las estaciones climatológicas de Nayarit, periodo a 3 meses en 2014.....	48
Grafica 3.17 Registros de ocurrencia de sequías en las estaciones climatológicas de Nayarit, periodo a 6 meses en 2014.....	48
Grafica 3.18 Registros de ocurrencia de sequías en las estaciones climatológicas de Nayarit, periodo a 12 meses en 2014.....	49
Grafica 3.19 Registros de ocurrencia de sequías en las estaciones climatológicas de Durango, periodo a 24 meses en 2014.....	46
Grafica 3.20 Registros de ocurrencia de sequías en las estaciones climatológicas de Nayarit, periodo a 24 meses en 2014.....	50
Grafica 3.21 Registros de ocurrencia de sequías en las estaciones climatológicas de Durango en 2014.....	51
Grafica 3.22 Registros de ocurrencia de sequías en las estaciones climatológicas de Nayarit en 2014.....	52
Grafica 4.1. Volumen anual de usos consuntivos de aguas superficiales por cuenca.....	64
Grafica 4.2. Volumen anual de usos consuntivos de aguas superficiales por cuenca.....	64
Grafica 4.3. Otros usos.....	65
Grafica 11.1. Distribución de la inversión.....	176
Grafica 11.2. Distribución de la población beneficiada.....	176
Grafica 11.3. Población beneficiada con respecto al total de la población.....	176

Índice de tablas

Tabla 1.1. Sequías en el territorio del Consejo de Cuenca de los Ríos Presidio al San Pedro.....	19
Tabla 2.1. Distribución de los municipios en la cuenca de los Ríos Presidio al San Pedro.....	25
Tabla 2.2. Principales características climáticas del Consejo de Cuenca.....	27
Tabla 2.3. Principales características de las cuencas hidrológicas.....	28
Tabla 2.4. Acuíferos en la cuenca de los ríos Presidio al San Pedro.....	29
Tabla 2.5. Presas en la cuenca de los ríos Presidio al San Pedro.....	30
Tabla 3.1. Grado de afectación de la sequía en los Estados del país, en los 4 Grandes Periodos del siglo XX.....	36
Tabla 3.2. Escala para el SPI.....	44
Tabla 4.1. Disponibilidad de agua superficial en la cuenca de los Ríos Presidio al San Pedro.....	55
Tabla 4.2. Almacenamiento promedio anual en las presas del Consejo de Cuenca de 2000-2014.....	56
Tabla 4.3. Almacenamiento en la presas en junio y diciembre de 2000 a 2008.....	59
Tabla 4.4. Almacenamiento en las presas del periodo 2009 a 2014.....	59

Tabla 4.5. Evolución en la cobertura del servicio de agua potable por entidad federativa 1990-2013.....	60
Tabla 4.6. Acuíferos en la Cuenca de los Ríos Presidio al San Pedro publicados en el DOF 2013.	62
Tabla 4.7. Distritos de riego en el Consejo de Cuenca.	65
Tabla 4.8. Volumen de usos Consuntivos.	66
Tabla 4.9. Demanda y eficiencia en los Distritos de Riego.	67
Tabla 4.10. Valores promedio anuales del ICA.....	69
Tabla 5.1. Cambios observados en la consideración de las comunidades sobre la peligrosidad ambiental a lo largo del siglo XX:	76
Tabla 5.2 Vulnerabilidad a la sequía en función del valor relativo del Ingreso per Cápita (IPC) a nivel municipal.	87
Tabla 5.3 Afectación por la sequía utilizando el PDSI de Mayo 2013.	89
Tabla 5.4. Factores identificados inicialmente para evaluar la vulnerabilidad de la sequía.	92
Tabla 5.5. Clasificación de los factores identificados inicialmente para evaluar la sequía.	92
Tabla 5.6. Factores seleccionados para evaluar la vulnerabilidad ante la sequía.	93
Tabla 5.7. Clasificación de factores seleccionados para evaluar la vulnerabilidad ante la sequía.....	94
Tabla 5.8. Subcuencas del Consejo de Cuenca de los Ríos Presidio al San Pedro analizadas.	95
Tabla 5.9. Valores de los factores para evaluar la vulnerabilidad ante la sequía correspondientes a vulnerabilidad ambiental en la Subcuenca La Tapona.	96
Tabla 5.10. Resultados de ponderación mediante el programa Super Decisions, correspondientes a vulnerabilidad ambiental, Subcuenca La Tapona.....	96
Tabla 5.11. Promedio ponderado del grupo de factores “grado de exposición”, correspondientes a vulnerabilidad ambiental, Subcuenca La Tapona.....	96
Tabla 5.12. Valores de vulnerabilidad global de las subcuencas del Consejo de Cuenca de los Ríos Presidio al San Pedro.....	97
Tabla 5.13. Resultados de la vulnerabilidad en las cuencas hidrológicas de los ríos Presidio al San Pedro. ...	98
Tabla 5.14. Vulnerabilidad de los municipios del consejo de cuenca de los ríos Presidio al San Pedro.....	99
Tabla 6.1. Estaciones en el Consejo de Cuenca.....	106
Tabla 6.2. Umbrales por etapa según los indicadores de sequía.....	112
Tabla 6.3. Umbrales del indicador de precipitación.....	113
Tabla 9.1. Indicadores claves de desempeño.....	133
Tabla 11.1. Presupuesto operativo del Consejo de Cuenca.	169
Tabla 11.2. Presupuesto de gastos de establecimiento del Consejo de Cuenca.	169
Tabla 11.3. Programa de educación, investigación científica y desarrollo tecnológico.	170
Tabla 11.4. Resumen de proyectos de infraestructura.	171
Tabla 11.5. Relación de proyectos del Componente y uso sustentable de suelo y agua con recursos devengados al cierre del ejercicio fiscal 2013.....	174
Tabla 11.6. Programa para la Construcción y Rehabilitación de Agua Potable y Saneamiento en Zonas Rurales	175

INTRODUCCIÓN

La sequía supone un desajuste por defecto en el volumen y el ritmo anual de las precipitaciones, de manera que las cantidades que se acumulan en un territorio durante las épocas teóricamente lluviosas del año se reducen de forma significativa, consolidándose así un déficit pluviométrico que se traduce sucesivamente en una merma de volúmenes para el abastecimiento del hombre, sus actividades económicas y el ambiente.³

En las cuencas de los Ríos Presidio al San Pedro, la sequía se presenta cada vez con mayor frecuencia; recientemente, destacan como años críticos 2011, 2012 y 2013.

Atendiendo el llamado del Presidente de la República Mexicana, la Comisión Nacional del Agua, en coordinación con los tres niveles de gobierno y los usuarios del agua, se ha dado a la tarea de elaborar el Programa Nacional Contra la Sequía (PRONACOSE), integrando un Programa de Medidas Preventivas y de Mitigación de la Sequía (PMPMS) en cada uno de los 26 Consejos de Cuenca existentes en el País.

Es así que en el Consejo de Cuenca de los Ríos Presidio al San Pedro, dentro del Organismo de Cuenca Pacífico Norte, se ha elaborado el presente Programa, el cual integra las aportaciones de los representantes de los diferentes usos del agua en el ámbito del Consejo. Este Incluye desde el diagnóstico de la sequía en la región hasta las acciones, presupuesto y formas de organización para atender de manera preventiva los efectos de la sequía.

Se tiene claro que este ejercicio es el segundo paso de un largo camino que tiene que ser recorrido en los próximos años, en el que se privilegie la conjunción de esfuerzos entre el gobierno en sus tres órdenes y la sociedad en su conjunto bajo el compromiso de lograr que los efectos del cambio climático, expresado en este caso por la sequía y su comportamiento actual y futuro, puedan ser prevenidos o mitigados con la ejecución de las acciones que en el propio programa se expresan, las que resulten del estudio de la sequía y las experiencias que resulten de la aplicación y seguimiento de las medidas.

En la presente actualización del documento elaborado en 2013 (*Torrecillas, et al., 2013*), y conservando el material original en apéndices, se hizo un esfuerzo de síntesis, depuración, redacción y reestructuración con el objetivo de mejorar la exposición de un tema tan complejo como lo es la sequía en el Consejo de Cuenca de los Ríos Presidio al San Pedro.

Además, en atención a la directriz nacional establecida por Comisión Nacional del Agua (CONAGUA) para la totalidad de los PMPMS, se aplicó el *software* Super Decisions para evaluar la vulnerabilidad ante la sequía en las cuencas que constituyen el Consejo. El esquema matemático de dicho *software*, Proceso Analítico de Redes, es considerado como apropiado para evaluar aspectos complejos, tales como el de la sequía, que son afectados por un número significativo de factores que se influyen entre ellos en diferentes medidas. En este caso, fueron 11 factores, ocho más que en la versión original usada en 2013.

RESUMEN EJECUTIVO

El objetivo primordial del PMPMS del Consejo de Cuenca de los Ríos Presidio al San Pedro es instrumentar acciones emergentes para prevenir y mitigar los efectos causados por el desabasto de agua en los diferentes sectores usuarios, causados por sequía.

El ámbito territorial del Consejo padece los impactos de la sequía por varias razones:

- *Irregular distribución espacial y temporal de la precipitación.* En las cuencas altas la precipitación varía entre un promedio anual de 339 a 1,489 mm, en las cuencas medias la precipitación oscila de 432 a 1486 mm y en las cuencas bajas se registran anualmente de 739 a 2,303 milímetros. Aunado a la irregular distribución

de la precipitación se observa una temporada de lluvia concentrada por lo general entre junio y octubre, lo que agrava la escasez en el resto de los meses por épocas de sequía que se presentan con un promedio de cuatro años cada década.

- *Bajos niveles de almacenamiento en presas.* La disponibilidad de agua superficial es regulada mediante las presas existentes; sin embargo, se han registrado niveles de almacenamientos críticos, menores al 20 %, en dos años desde 2000 a 2014.
- *Baja eficiencia y recaudación.* El alto consumo en el sector agrícola debido a la amplia extensión de la superficie bajo riego, la baja eficiencia en su uso, la alta morosidad y la falta de tarifas adecuadas por el uso del agua— principalmente en el uso público-urbano—, ocasionan los siguientes problemas:
 - La falta de gestión de la sequía.
 - Poblaciones sin cobertura de agua potable.
 - Escasa cultura del uso adecuado del agua.

Para construir una herramienta de planeación que permita enfrentar de manera preventiva los efectos de la sequía, al seno del Consejo de Cuenca de los ríos Presidio al San Pedro se ha instrumentado un Programa de Medidas Preventivas y de Mitigación de la Sequía para reducir la vulnerabilidad, garantizar el suministro del agua para todos los usuarios establecido en la Ley de Aguas Nacionales y, a largo plazo, asegurar su disponibilidad.

Las medidas preventivas incluyen: la implementación de un sistema de umbrales para definir las etapas de la sequía; elaboración de un Plan Anual para la Gestión de la Sequía, con base en la mejora continua de los sistemas de información meteorológica e hidrológica; elaboración de modelos de la oferta, demanda hídricas y su diferencia que es la disponibilidad; gestión integral de los recursos hídricos; reforzamiento la Cultura del Agua y establecer sistemas integrales para gestionar la infraestructura (*Torrecillas et al., 2009, 2010 y 2013*).

Con respecto a la mitigación, se proponen medidas de respuesta a cada una de las etapas de sequía, que abarcan procesos y sistemas de gestión dirigidos por el Consejo de Cuenca en colaboración con CONAGUA y coordinación intergubernamental; además estrategias para disminuir la demanda y programas para suplementar las fuentes de abastecimiento, principalmente capturando el agua pluvial en su cuenca natural para su aprovechamiento y recarga de los acuíferos.

El Programa de Medidas Preventivas y de Mitigación de la Sequía se ha elaborado con la participación del Consejo de Cuenca, a través de un Grupo Técnico Directivo (GTD), con base en un análisis de las cuencas, en particular su caracterización, la evaluación de vulnerabilidad de la sequía y la disponibilidad del agua en la cuenca (*Torrecillas et al., 2013*).

El uso de la herramienta establecida por la CONAGUA —el *software* Super Decisions—, en conjunto con el aumento de los factores para evaluar la disponibilidad ante la sequía de tres a once, implicó un cambio en la identificación de las zonas más vulnerables en los municipios de Acahoneta, Durango y Santiago de Ixcuintla.

Así mismo, se identificaron avances en la prevención de la sequía, que consisten: en el aumento de la capacidad de almacenamiento (Programa Conservación y Uso de Suelo y Agua, COUSSA); en la construcción de infraestructura de agua potable (Programa para Construcción y Rehabilitación de Sistemas de Agua Potable y Saneamiento en Zonas Rurales, PROSSAPYS); en la gestión de la sequía a través de las reuniones de los integrantes del Consejo de Cuenca y de la operación normal de los programas dirigidos al uso eficiente del agua y la cultura de su buen uso. Queda pendiente el uso sistemático de los indicadores clave de desempeño para monitorear la efectividad del PMPMS y la instrumentación del Programa de Mejora de la Gestión, Cultura y Desarrollo Tecnológico en Materia de Agua, propuesto en el PMPMS como escenario futuro de la gestión de la sequía.

1. CARACTERÍSTICAS GENERALES DE LA SEQUÍA

1.1 Conceptos básicos y consideraciones previas

Una sequía no suele tener un comienzo o final no siempre claramente definido y es difícil de predecir. Tradicionalmente, muchos usuarios de agua han reaccionado a la sequía en la manera representada por el ciclo hidro-ilógico (Figura 1.1).

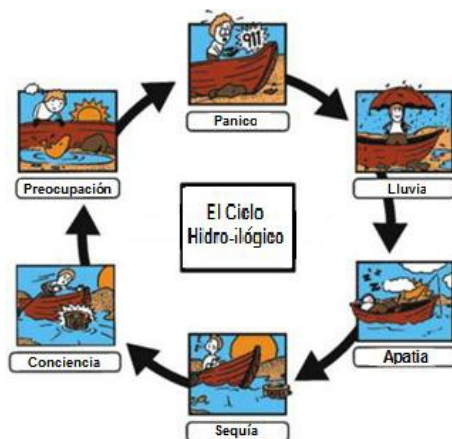


Figura 1.1. El ciclo hidro-ilógico (NDMC, 2012).

Durante los años normales y húmedos, los usuarios del agua son a menudo apáticos a la sequía y no toman medidas para prepararse para afrontar este fenómeno. Cuando la sequía se produce, los usuarios del agua no están suficientemente preparados y a menudo es demasiado tarde para responder a ella. Como resultado, sus efectos potenciales son mucho más severos que si los usuarios del agua hubieran desarrollado por adelantado un programa de prevención y mitigación de la sequía que active una respuesta más oportuna.

El objetivo principal de la planeación para prevención y mitigación de la sequía es preservar los servicios públicos esenciales y minimizar los efectos adversos de un suministro de agua de emergencia en la salud pública y la seguridad, en las actividades económicas, en los recursos ambientales y estilos de vida individuales.

Los programas de prevención y mitigación de sequías eliminan la "crisis" de la respuesta a la sequía, reducen las dificultades causadas por el déficit de agua y aumentan la confianza del público en las acciones adoptadas para hacer frente a la escasez de agua.

La planeación para enfrentar la sequía se basa en los siguientes principios:

- Los periodos de precipitación por debajo del promedio ocurren y son inevitables, por lo tanto, se puede anticipar que la sequía se producirá en un momento en el tiempo, por medio de un sistema de umbrales.
- Las medidas de respuesta propuestas son permisivas, restringidas y determinadas, y los procedimientos de implementación definidos anticipadamente para minimizar o mitigar los riesgos e impactos de la sequía; deben estar contenidas todas y para cada rango desde su inicio (Etapa 1), dentro del PMPMS.

La planeación de la gestión incluye la mitigación de la sequía y la planeación de la respuesta a ésta, principalmente los umbrales para cada etapa y planificación de la demanda con base a varios escenarios de disponibilidad (Torrecillas *et al.*, 2013).

Las cinco etapas se establecen en relación a cinco indicadores: análisis y evaluación a largo plazo del Standardized Precipitation Index (SPI, Índice de Precipitación Estandarizado); el porcentaje de la Precipitación Normal para el periodo de evaluación, el escurrimiento se calcula por medio del Streamflow Drought Index (SDI, Índice Hidrológico de Sequía), el percentil normalizado de los niveles en los mantos acuíferos y el porcentaje de almacenamiento en las presas. El PMPMS describe las acciones para cada etapa.

Las estrategias para la gestión de la demanda están fundamentadas en dos principios:

- No se puede manejar lo que no se entiende. Por eso es de suma importancia conocer a fondo la demanda y los causantes de la demanda para lograr el equilibrio de la oferta y demanda, empezando por la operación de las presas.
- No se aprecia lo que no cuesta. El factor detonante de la demanda se presenta cuando el agua no cuesta o no se paga. En el caso de la ciudad de Nelson en Nueva Zelanda la cobertura universal de medición y la introducción de pago por uso disminuyó la demanda por el 37 % (BEACON, 2008).

La mitigación se refiere a las medidas adoptadas antes de que ocurra una sequía y que reducen el potencial de los impactos de la sequía cuando se produce el evento. Con el involucramiento del Grupo Técnico Directivo se establecieron etapas para las de mitigación:

Etapa 1.Reducción voluntaria de la demanda del 10 %.

Etapa 2.Reducción voluntaria de la demanda del 20 %.

Etapa 3.Reducción obligatoria de la demanda en el sector agrícola del 30 % y voluntaria en los otros sectores del 30 %.

Etapa 4.Reducción obligatoria de la demanda en el sector agrícola del 40 % y voluntaria en los otros sectores del 40 %.

Etapa 5.Reducción obligatoria de la demanda en todos los sectores del 50 %.

1.2 El Programa Nacional Contra la Sequía (PRONACOSE)

El Presidente de la República Mexicana. Lic. Enrique Peña Nieto, el día 10 de enero de 2013 en Zacatecas, Zac., ordenó formular el Programa Nacional Contra la Sequía, PRONACOSE. En el mismo acto instruyó a la Comisión Nacional del Agua (CONAGUA) a diseñar y liderar dicho programa.

Textualmente dijo “una medida que quiero anunciar aquí, en Zacatecas, es la creación de un PRONACOSE, cuyo principal componente será, primero, el alertamiento, y segundo, la actuación temprana para prever, prevenir y actuar oportunamente ante eventuales contingencias climatológicas que vayan a afectar a la población y la productividad del campo. Para este propósito, la CONAGUA, en coordinación con las otras dependencias del Gobierno de la República, tendrá muy claro cuáles son las acciones de carácter preventivo que deberán permitirnos tomar decisiones oportunas, para prevenir y mitigar los efectos de la sequía. Instruyo que la CONAGUA acuerde con las autoridades locales los programas y acciones necesarias para atender condiciones particulares en cada entidad del país”.

El PRONACOSE de México para 2013-2018 tiene un enfoque basado en dos principios:

- Prevención: Estimar recursos, definir acciones y construir organización.
- Mitigación: Reducir afectaciones en las personas, bienes, infraestructura, actividades; y en el medio ambiente.

El PRONACOSE debe mejorar el pronóstico, la alerta temprana, la difusión de información sobre la sequía; la compilación y el análisis de datos hidrométricos, climáticos, y sobre operación de presas de almacenamiento, así como la localización e identificación de las etapas de la sequía.

Al implementarlo, se fomenta la difusión de información sobre sequía para guiar la ejecución de acciones; se exhorta a las dependencias federales, estatales y municipales a coordinarse, incluyendo el ejercicio de los recursos necesarios para tal fin, y se convoca a los diferentes usuarios del agua a involucrarse a través de acciones voluntarias para lograr reducir el uso del agua mediante un aumento de la eficiencia en su manejo.

Además, el PRONACOSE establece la necesidad de generar Programas de Medidas de Prevención y Mitigación de la Sequía, PMPMS, para los 26 consejos de cuenca en el país. En cada uno de ellos se propone conformar un GTD (integrado por autoridades y usuarios del agua) encargado de diseñar e implementar su respectivo PMPMS con base en las características de cada región. Los GTD deben definir puntos detonantes (hechos o factores que desencadenan la sequía) y características de las acciones acordadas con base en la información sobre la evolución de la sequía provista por la CONAGUA. Al comienzo, se espera que el despliegue de diversas

acciones voluntarias genere importantes ahorros del recurso, pero eventualmente, con la colaboración de la sociedad, podrían requerirse acciones obligatorias.

El seguimiento del PRONACOSE se hará a través del Grupo Técnico Directivo (GTD) y una Comisión Intersecretarial conformada por 14 dependencias federales: SEMARNAT, SEGOB, SEDENA, SEMAR, SHCP, SEDESOL, SENER, SE, SAGARPA, SCT, SSA, SEDATU, CFE y CONAGUA así como de un Comité de Expertos que estará a cargo de revisar, informar, enriquecer y apoyar a la Comisión Intersecretarial y al GTD.

Las acciones del PMPMS de cada Consejo de Cuenca deberán diseñarse de forma integral con un enfoque sistémico para reducir la vulnerabilidad.

Los Retos son:

- Adopción, por parte de usuarios de agua y dependencias de gobierno, de una nueva cultura y estrategia que englobe prevención, planeación y evaluación de planes de sequía. Esto constituye el principal activo para enfrentar un fenómeno natural recurrente, como en gran parte lo es la sequía.
- Alineamiento de programas de fondos federales, estatales y municipales con las directrices de los planes de sequía para reducir la vulnerabilidad ante sequías.
- El acceso a fondos mundiales de adaptación al cambio climático es como opción para obtener recursos.
- Cambio climático como escenario dentro del que se desarrollan las sequías. El cambio climático es una línea base del plan nacional de desarrollo y marco para un nuevo sistema nacional de protección civil.
- Estrategia de comunicación en sequía. Llevarla al cabo desde el comienzo es fundamental para aceptar las acciones, y evaluar el éxito o la falla del programa.

El principal interés de México es garantizar la permanencia de la planeación y de la implementación a futuro, lograr permanentemente el involucramiento real de la sociedad con el desarrollo y ejecución de las acciones y reducir la vulnerabilidad ante sequías como la piedra angular de la estrategia mexicana para la adaptación al cambio climático, de conformidad con la Ley General de Cambio Climático y la Ley de Aguas Nacionales.

1.3 Las sequías en el Consejo de Cuenca de los Ríos Presidio al San Pedro

De acuerdo con la publicación “Estadísticas del Agua en México edición 2004 “de la CONAGUA, la sequía afectó al territorio del Consejo de Cuenca como se indica en la Tabla 1.1:

Tabla 1.1. Sequías en el territorio del Consejo de Cuenca de los Ríos Presidio al San Pedro.

Estado	Periodo			
	1978-1987	1988-1997	1998-2007	2008-2013

Durango	Moderada	Extrema	Severa	Extrema
Sinaloa	Extrema	Severa	Extrema	Excepcional

De acuerdo con la condición geográfica generalizada, la situación crítica ocurrió en el cuarto periodo. Esto porque combinó la condición máxima, que es la de “excepcional”, con la inmediata inferior (“extrema”). Dicha combinación significó daños económicos, sociales y ambientales mayores en el ámbito del Consejo de Cuenca de los Ríos Presidio al San Pedro.

1.4 El Programa de Medidas Preventivas y de Mitigación de la Sequía (PMPMS)

A pesar de que en general en el territorio del Consejo de Cuenca existe una importante oferta de agua, se presentan periodos de escasez. Esta se debe, por un lado, a precipitaciones pluviales menores de lo normal, y por otro, a un manejo inadecuado de la demanda frente a un escenario futuro de escasez.

Con respecto a las precipitaciones que ocasionan los escurrimientos, estos, en los últimos 72 años, fueron en 37 años menores que el promedio, mientras que en 35 años fueron superiores.

En lo que se refiere al manejo de la demanda, las presas pueden ser un indicador importante, ya que aunque su almacenamiento proviene de los escurrimientos, también depende de las extracciones para satisfacer los diferentes usos del agua. En este sentido, dada la enorme importancia que tiene el agua regulada por las presas en el Consejo de Cuenca es importante establecer políticas óptimas de operación de presas y Realizar pronósticos de la oferta y la demanda. Mientras no se fomente el cobro por el uso del agua, el consumo excesivo persistirá lo que constituye un elemento de riesgo de escasez. El PMPMS propone estrategias para incidir en la gestión de la demanda en dos sentidos: alertamiento ante riesgo de sequías y respuesta temprana cuando se presenta la sequía.

1.4.1. Objetivo general

- Organizar acciones para prevenir y mitigar efectos causados por el desabasto de agua a consecuencia de la sequía en los diferentes sectores de usuarios.

1.4.2. Objetivos específicos

- Asegurar el suministro de agua para uso doméstico (una dotación de entre 100 y 200 litros por habitante por día).

- Garantizar una cantidad de agua responsable para el resto de los sectores usuarios, incluyendo al medio ambiente. Esto de acuerdo con la prioridad entre usos establecida en Ley de Aguas Nacionales y con el principio de equidad entre entidades de un mismo uso.

1.4.3. Objetivos operacionales

- Desarrollar e implementar la planificación, consistente en medidas de prevención y mitigación estructurales y no estructurales frente a situaciones de sequía.
- Establecer un sistema de umbrales, así como mecanismos para monitorearlos y difundirlos continuamente, a efecto de apoyar la toma de decisiones con respecto a la sequía.
- Fortalecer al Consejo de Cuenca con herramientas de gestión que permitan la coordinación eficiente del Programa de Medidas Preventivas y de Mitigación de la Sequía.
- Asegurar la transparencia y la participación pública en la elaboración e implementación del PMPMS.
- Impulsar la cultura de reducir el consumo y aumentar la reutilización del agua entre la población, de forma que las personas se sientan tanto parte del problema de la sequía como parte de la solución.

1.4.4. Organización de la ejecución del PMPMS

1.4.4.1. Estructura orgánica

La gestión de la sequía es una responsabilidad compartida por numerosas entidades y dependencias de todos los niveles y por lo tanto es esencial que se establezca claramente la función de cada uno, al igual que la organización de la respuesta a la sequía intersectorial. La CONAGUA es la responsable para el seguimiento de las condiciones de sequía, y la coordinación de todas las respuestas, pero se recomienda que en el futuro se delegue esta responsabilidad al consejo de cuenca. En la Figura 1.2 se muestra una propuesta de la estructura orgánica para el PMPMS, la cual puede evolucionar a través del tiempo (adaptado de Auckland Región Water Network Operators, 2004 y Torrecillas *et al.*, 2010).

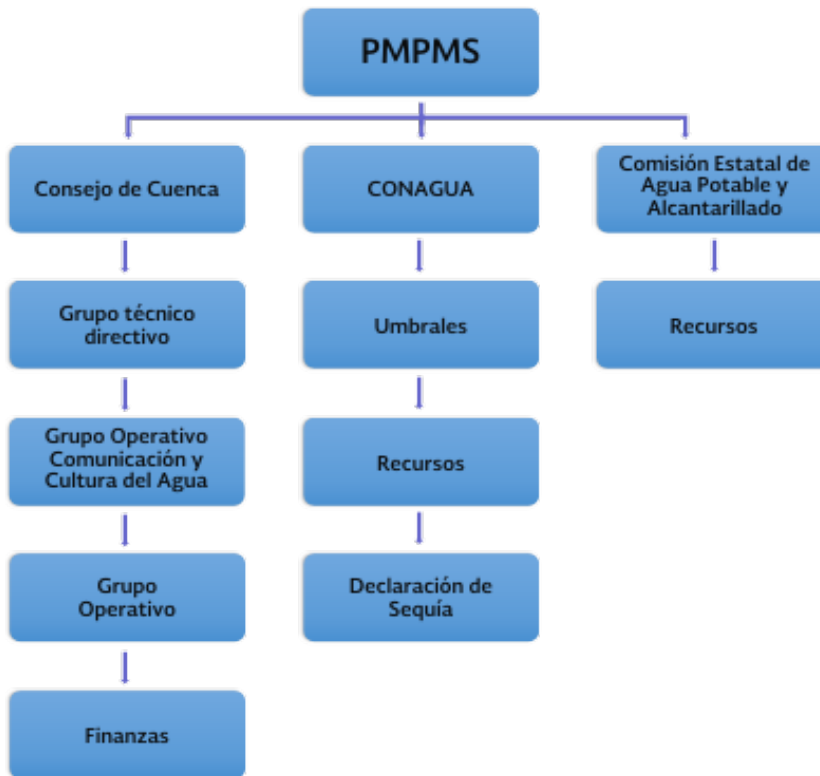


Figura 1.2 Estructura orgánica para la ejecución del PMPMS.

1.4.4.2. Principios de operación

- Promover la coordinación de acciones entre el Gobierno de la República y los Gobiernos de los estados y de los municipios, sin afectar sus facultades en la materia y en el ámbito de sus correspondientes atribuciones. La coordinación de la planeación, realización y administración de las acciones de gestión de los recursos hídricos por cuenca hidrológica o por región hidrológica se llevará a cabo a través de los Consejos de Cuenca, en cuyo seno convergen los tres órdenes de gobierno y participan y asumen compromisos los usuarios, los particulares y las organizaciones de la sociedad, conforme a las disposiciones contenidas en la ley de aguas nacionales y sus reglamentos.
- Fomentar la participación de los usuarios del agua y de los particulares en la realización y administración de las obras y de los servicios hidráulicos.
- Favorecer la descentralización de la gestión de los recursos hídricos conforme al marco jurídico vigente.

1.4.4.3. Responsabilidades

La correcta ejecución del PMPMS requiere de la actuación coordinada del Consejo de Cuenca, así como de los organismos de los tres órdenes de gobierno señalados con sus correspondientes responsabilidades en el apéndice L.

1.5 Ámbito de actuación

El principio esencial del ámbito de operación es el funcionamiento del Consejo de Cuenca como el eje central del PMPMS en asociación con la CONAGUA y la conformación de un GTD, (Apéndice A). Como resultado del taller de Planeación Estratégica, se obtuvo la conformación del GTD del Consejo de Cuenca de los Ríos Presidio al San Pedro, el cual quedó constituido por representantes de dependencias federales, estatales y municipales; usuarios del agua; sociedad organizada y sector educación. El GTD acordó participar en la formulación del PMPMS apoyar en la evaluación, control y seguimiento del mismo, así como lograr su implementación. Se visualizaron buenos resultados en la prevención y mitigación de las sequías en lo particular, e igual de dispositivos ante el cambio climático que amenace la región en lo general.

El enfoque del ámbito de actuación reconoce las diferentes características de las cuencas según su ubicación y las necesidades de los usuarios. Como condición general, en toda la cuenca de los Ríos Presidio al San Pedro se puede observar la carencia de sistemas para la captación de las aguas superficiales.

La cuenca alta se distingue por la baja precipitación y la dependencia de los acuíferos para el suministro de agua causando su sobreexplotación. Dentro de los usuarios destacan el sector agrícola y el público-urbano, del cual se puede diferenciar la alta demanda en la ciudad Victoria de Durango, Durango, y la demanda en poblaciones pequeñas, muchas sin cobertura de agua potable.

Por otro lado, la precipitación en la cuenca media es hasta 100% mayor que el promedio nacional. En esta subcuenca predomina el bajo consumo debido a que las actividades principales son pecuarias y forestales y la población se encuentra en poblaciones menores de 5,000 habitantes con baja cobertura de servicios de agua potable.

En lo que se refiere a la cuenca baja, la precipitación por lo general se aproxima al promedio nacional, pero al ser la zona receptora de los escurrimientos de agua arribas recibe una gran cantidad de las aguas superficiales que no se aprovechan y en ocasiones causan inundaciones. A nivel de subcuenca el consumo es bajo, pero existen algunas localidades con alto consumo para la agricultura, la acuacultura y el consumo público-urbano en la ciudad de Mazatlán, Sinaloa (Torrecillas *et al.*, 2013).

A pesar de las diferentes características de las cuencas, el PMPMS contempla las mismas estrategias para toda la cuenca de los Ríos Presidio al San Pedro, aunque tendrán que ser adaptadas tomando en cuenta las condiciones locales dentro de cada subcuenca. Estas estrategias se denominan:

- “Hacer más con menos”; este el principio fundamental de la conservación del recurso hídrico donde se busca reducir la demanda y reusar el agua permanentemente.
- “Ahorrar agua, ya”, los Módulos de Riego y los Organismos Operadores impartirán medidas para reducir la demanda durante una sequía.

- “*No dejes que el agua se te escape de las manos*”.- Acciones para capturar el agua pluvial y para recargar los acuíferos empezando con tres proyectos demostrativo; uno en la sierra, uno en la parte media y uno en la franja costera (Torrecillas *et al.*, 2013).

2. CARACTERIZACIÓN DEL CONSEJO DE CUENCA DE LOS RÍOS PRESIDIO AL SAN PEDRO

2.1 Marco geográfico

El marco geográfico se presenta de manera detallada en el Apéndice M, mientras que en esta sección, de manera general.

La superficie del Consejo de Cuenca es cercana a los 52 mil kilómetros cuadrados, de los cuales el 60% corresponde al estado de Durango, el 17% a Nayarit, así como el 15% a Sinaloa y solo un 7% a Zacatecas (Figura 2.1). Los municipios pertenecientes al Consejo de Cuenca, así como las elevaciones promedio se muestran en la tabla 2.1.

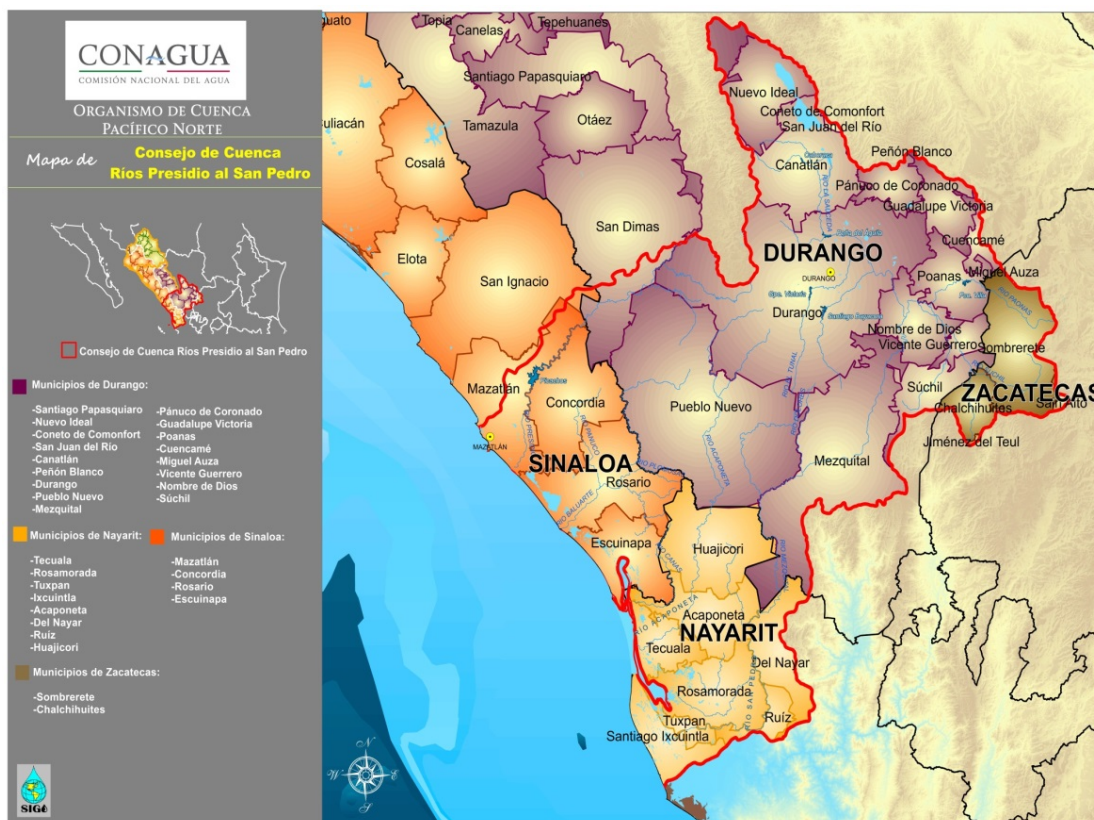


Figura 2.1. Entidades federativas y municipios que participan territorialmente en la cuenca.

Tabla 2.1. Distribución de los municipios en la cuenca de los Ríos Presidio al San Pedro.

Municipio	Cabecera Municipal	Elevación Promedio	Elevación msnm
Cuenca Alta			
Nuevo Ideal, Durango	Nuevo Ideal	1 990	1 800 y 3 300
Canatlán, Durango	Ciudad Canatlán	1 960	1 900 y 3 300
Pánuco de Coronado, Durango	Francisco I. Madero	1 960	1 800 y 3 100
Guadalupe Victoria, Durango	Ciudad Guadalupe Victoria	2 000	1 800 y 3 000
Poanas, Durango	Villa Unión	1 900	800 y 2 700
Vicente Guerrero, Durango	Vicente Guerrero	1 920	800 y 2 800
Sombrerete, Zacatecas	Sombrerete	2 300	1 900 y 3 000

Chalchihuites, Zacatecas	Chalchihuites	2 260	1 900 y 3 000
Durango, Durango	Victoria de Durango	1 880	1 100 y 3 200
Nombre de Dios, Durango	Nombre de Dios	1 730	1 500 y 2 700
Súchil, Durango	Súchil	1 980	1 400 y 3 100
Pueblo Nuevo, Durango	El Salto	2 560	100 y 3 400
Mezquital, Durango	San Francisco del Mezquital	1 400	200 y 3 200
Cuenca Media			
Concordia, Sinaloa	Concordia	120	10 y 2 200
Huajicori, Nayarit	Huajicori	60	100 y 2 100
Acaponeta, Nayarit	Acaponeta	30	0 y 1 900
Cuenca Baja			
Mazatlán, Sinaloa	Mazatlán	10	0 y 2 500
Rosario, Sinaloa	El Rosario	20	0 y 2 100
Escuinapa, Sinaloa	Escuinapa	20	0 y 1 000
Ruíz, Nayarit	Ruíz	20	0 y 1 700
Santiago Ixcuintla, Nayarit	Santiago Ixcuintla	40	0 y 800
Rosamorada, Nayarit	Rosamorada	30	0 y 1 300
Tuxpan, Nayarit	Tuxpan	10	0 y 400
Tecuala, Nayarit	Tecuala	10	0 y 400

Fuente. INEGI 2010a.

Los municipios correspondientes al Consejo de Cuenca son:

- Sinaloa (cuatro municipios): Concordia en la Cuenca Media; Mazatlán, Rosario y Escuinapa en la Cuenca Baja.
- Durango (diez municipios): Nuevo Ideal, Canatlán, Pánuco de Colorado, Guadalupe Victoria, Poanas, Vicente Guerrero, Durango, Nombre de Dios, Súchil, Pueblo Nuevo y Mezquital, todos en la Cuenca Alta.
- Nayarit (siete municipios): Huajicori y Acaponeta, en la Cuenca Media; Ruíz, Santiago Ixcuintla, Rosamorada, Tuxpan y Tecuala, en la Cuenca Baja.
- Zacatecas (dos municipios): Sombrerete y Chalchihuites, ambos en la Cuenca Alta.

Los parteaguas (líneas imaginarias que limitan las cuencas hidrológicas) de mayor elevación (200 a 3,400 metros sobre el nivel medio del mar) están definidos por la Sierra Madre Occidental, de la cual toma el nombre una de las tres provincias fisiográficas en las que se ubica el territorio del Consejo, la Mesa del Centro (0 a 2,200 metros sobre el nivel del mar) donde se genera la escorrentía y la recarga de los acuíferos, y la provincia

fisiográfica de la Llanura Costera del Pacífico que es una zona de planicie en Nayarit y Sinaloa (0 a 2,500 metros sobre el nivel del mar).

El clima en la cuenca varía de acuerdo a su orografía y los factores físicos, como la altitud y su ubicación a ambos lados del Trópico de Cáncer (latitud) el cual además de ser una línea significativa desde el punto de vista térmico, marca también en forma aproximada la franja de transición entre el clima semiárido y semihúmedo, que son determinantes importantes para la distribución climática y la disponibilidad de los recursos hídricos. Es en los meses de julio a octubre cuando se registran los valores de precipitación máximos que representan el 80% de la precipitación media anual (PMA) (CNA 2002 a-1 y SMN 2013). De manera general, se indican los principales en la Tabla 2.2.

Tabla 2.2. Principales características climáticas del Consejo de Cuenca.

Parte del territorio	Descripción	Régimen de lluvias	Temp. Medias, °C	Prec. Media anual, mm
Alta	Templado Subhúmedo	Verano	8.6 a 25.2	452 a 463
Media	Cálido a Templado Frío	Verano	16 a 35	615 a 2 425
Baja	Cálido Subhúmedo	Verano	22 a 28	740 a 1 525

Los principales ecosistemas están divididos por cuenca alta, media y baja; en la cuenca alta, en la zona del valle predominan el huizache, sauz, manzano, perón, durazno, peral, rosas, eucalipto, pinabete, lila moral, trueno, olmo, y en las zonas boscosas los pinos, encinos y robles. En la cuenca media y cuenca baja, en las partes altas de estas predominan los bosques de encino y pino, y en el resto, a excepción de las áreas agrícolas, está cubierto por selva baja caducifolia.

Los recursos naturales de las partes incluyen yacimientos de minerales tales como oro, plata, plomo, cobre, zinc, molibdeno, aluminio, radio, estaño y mercurio; además de rocas calcáreas para la elaboración de cal y cemento. En cuanto a recursos forestales, existe selva baja caducifolia, pino y encino.

El sistema hidrológico del Consejo de Cuenca está constituido por cinco cuencas hidrológicas principales las cuales se resumen en la Figura 2.2 y cuyas características se presentan en la Tabla 2.3.

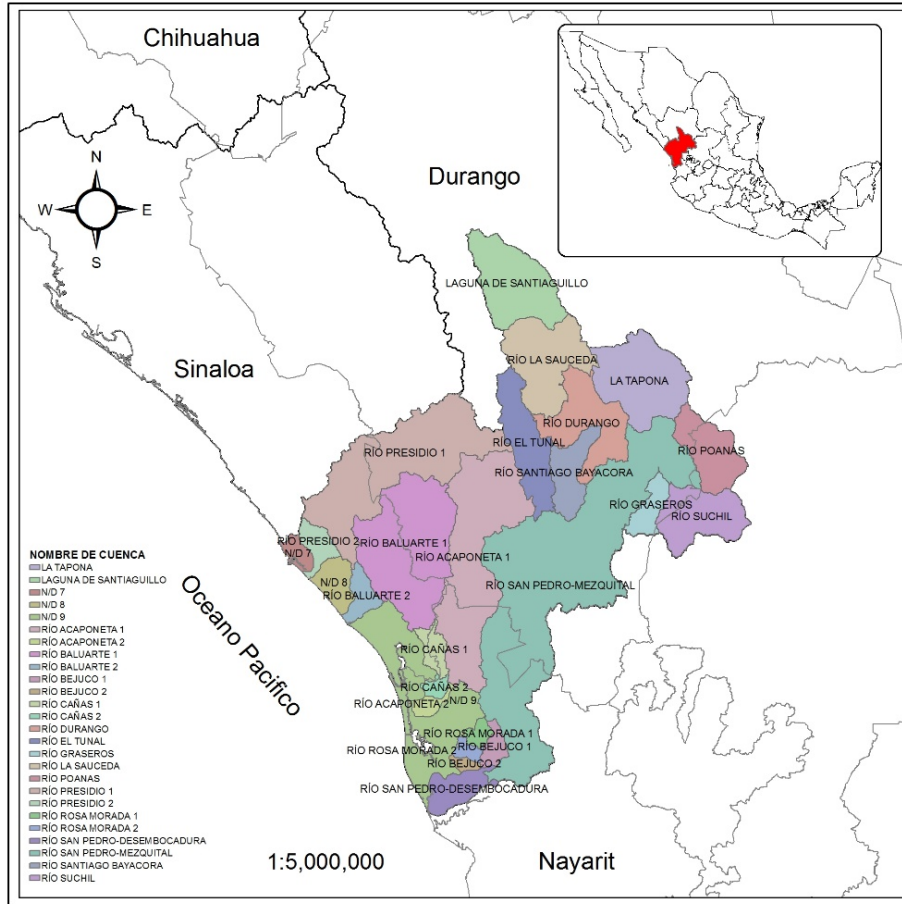


Figura 2.2. Cuencas hidrológicas de los ríos Presidio al San Pedro.

Tabla 2.3. Principales características de las cuencas hidrológicas.

Cuenca	Volumen medio anual de escurrimiento natural (Mm3)	Disponibilidad (Mm3)	Clasificación
Río San Pedro	2616.64	2 316.66	Disponibilidad
Río Presidio	1 083.67	986.73	Disponibilidad
Río Acaponeta	1 433.33	1 405.67	Disponibilidad
Río Baluarte	1 830.28	1 793.3	Disponibilidad
Río Cañas	162.575	1 58.1	Disponibilidad
Total	7 126.495	6 660.46	

Fuente: DOF, 2013.

Respecto a las aguas de subsuelo, en la Cuenca de los Ríos Presidio al San Pedro, se definen quince acuíferos. Del total de los acuíferos, 7 se encuentran sobreexplotados, los cuales son los siguientes: Acuífero Valle de Santiaguillo, Acuífero Valle de Canatlán, Acuífero Vicente Guerrero-Poanas, Acuífero Sabinas, Acuífero Madero-Victoria, Acuífero Valle del Guadiana y Acuífero Río Cañas. Sus características geohidrológicas se indican en la Tabla 2.4.

La Infraestructura hídrica incluye las presas, la Infraestructura de los Distritos de Riego y para la provisión de Servicios de Agua Potable y Alcantarillado.

Las presas en esta cuenca son relativamente pequeñas, suministran el Distrito de Riego 052 estado de Durango y cuentan con una capacidad total de 376.15 millones de metros cúbicos (ver Tabla 2.5).

La cobertura de agua potable es más alto que el promedio nacional del 92.3%, pero inferior a la máxima cobertura del 99% a nivel nacional en Aguascalientes y el Distrito Federal. El promedio estatal de la población con servicio de agua potable a diciembre de 2013 en el estado de Durango es el 96.4%, en Zacatecas es el 96.3%, en Nayarit es el 94% mientras que en Sinaloa la cobertura de agua potable es 97.1% (SEMARNAT, Situación del Subsector Agua Potable, Drenaje y Saneamiento, Edición 2014)

Tabla 2.4. Acuíferos en la cuenca de los ríos Presidio al San Pedro.

Acuífero	Subregión Hidrológica	Recarga Mm ³ /año	Extracción Mm ³ /año	Disponibilidad Mm ³ /año	Condición geohidrológica
Valle de Santiaguillo	Río San Pedro	42.7	60	0.0	Sobreexplotado, déficit de 17.3 Mm ³ /año
Valle de Canatlán	Río San Pedro	40.6	48	0.0	Sobreexplotado, déficit de 7.4 Mm ³ /año
Vicente Guerrero-Poanas	Río San Pedro	87.1	93.2	0.0	Sobreexplotado, déficit de 6.1 Mm ³ /año
Sabinas	Río San Pedro	37.5	36.8	3.1	Subexplotado
Hidalgo	Río San Pedro	7.4	5.1	4.02	Subexplotado
Madero-Victoria	Río San Pedro	21.7	22.6	0.0	Sobreexplotado, déficit de 0.9 Mm ³ /año
Valle del Guadiana	Río San Pedro	127.1	148.3	0.0	Sobreexplotado, déficit de

					21.2 Mm ³ /año
Valle del Mezquital	Río San Pedro	222	137.7	0.88	Disponibilidad
San Pedro-Tuxpan	Río San Pedro	36.1	4.9	16.19	Disponibilidad
Rio Presidio	Río Presidio	97.5	76.6	17.6	Disponibilidad
Valle Acaponeta-Cañas	Río Acaponeta	20	10.6	2.22	Subexplotado
Valle de Escuinapa	Río Acaponeta	12.7	1.8	12.11	Subexplotado
Laguna Agua Grande	Río Acaponeta	45.1	11.9	28.7	Disponibilidad
Rio Baluarte	Río Baluarte	58.9	13.8	34.12	Disponibilidad
Rio Cañas	Río Cañas	15	0.7	0.0	Subexplotado
Total		871.4	672	118.94	

Fuente: DOF, 2013.

Tabla 2.5. Presas en la cuenca de los ríos Presidio al San Pedro.

Nombre Oficial	Nombre Común	Capacidad de conservación (hm ³)	Año de terminación	Usos	Quien opera	Corriente en la que se ubica la presa
Santiago Bayacora	Bayacora	130.5	1988	I,C	DR # 52	Río Santiago Bayacora
General Guadalupe Victoria	El Tunal	90.22	1962	I	DR # 52	Río Tunal
Francisco Villa	El Bosque	78.7	1968	I	DR # 52	Río Poanas
Caboraca	Canoas	45	1926	I	DR # 52	Arroyo Los Mimbres
Peña del Aguila	Peña del Aguila	31.73	1954	I	DR # 52	Río Saucedá
Total		376.15				

Fuente: CONAGUA, atlas de agua en México, edición 2014.

NOTA: Abreviaturas= G: Generación de energía eléctrica, I: Irrigación, A: Uso abastecimiento público, C: Control de avenidas.

2.2 Problemática de los recursos hídricos por sector

2.2.1 Problemas transversales o comunes a los sectores

Los problemas transversales identificados en el Consejo de Cuenca se analizaron a través de la planeación estratégica con el involucramiento del GTD y de un diagnóstico ambiental (Torrecillas *et al.*, 2007, 2013), el cual se describe a continuación:

- Uso ineficiente del recurso agua en agricultura y servicios urbanos
- Carencia de una política pública para la gestión sustentable de las 5 Aguas
- Falta de cultura de cuidado del recurso. Hasta ahora los programas de Cultura del Agua han sido enfocados al sector público urbano, se deben de ampliar e incluir todos los usuarios
- Se necesita actualizar y mejorar la gobernanza del recurso hídrico y coordinación entre los tres niveles de gobierno
- La infraestructura hidráulica deteriorada y la falta de recursos humanos y financieros para su gestión
- Falta de integración del manejo sustentable de las 5 Aguas en los planes de ordenamiento territorial y de desarrollo estatal y municipal
- Consejo de Cuenca sin los recursos necesarios para que funcione como una organización autosuficiente, efectiva y eficaz
- Carencia de tarifas adecuadas que reflejen el costo real del agua (ciclo de vida) y los servicios ambientales para todos los usuarios. Altos niveles de morosidad
- Falta de sistemas y recursos para asegurar el cumplimiento con las leyes y normas
- Carencia de red de monitoreo, sistemas de alerta temprana y planes de contingencia
- Insuficiente información para conocer oportunamente la evolución de los sistemas hidrológicos
- Insuficientes planes para afrontar las sequías
- La sobreexplotación de los acuíferos debido al crecimiento demográfico, actividades productivas y prácticas de explotación, causa en la cuenca alta una disminución en la disponibilidad y afecta la calidad del agua, mientras que en la cuenca baja se presenta el problema de la intrusión de aguas salinas.
- Falta de planificación, evaluación, control y seguimiento en la cuenca alta del Río San Pedro, que aunado a las bajas y escasas precipitaciones que se registran son los factores determinantes que han influido en el incremento de la sobreexplotación de los Acuíferos Valle del Santiaguillo, Valle de Guadiana, Valle de Canatlán, Vicente Guerrero-Poanas y Madero Victoria, en el estado de Durango, lo cual en algunos casos ha propiciado la contaminación natural (con flúor y arsénico) del agua extraída, poniendo en alto riesgo la salud de la población; recientemente se incluyó en esta situación el Acuífero Sabinas, localizado en el estado de Zacatecas.
- Presencia recurrente del fenómeno de la sequía, que aunque las presas principales no han llegado a un nivel bajo crítico, afecta la recarga de los acuíferos y por lo tanto la disponibilidad de las aguas subterráneas.
- Desarrollo económico limitado en la cuenca baja, debido al escaso aprovechamiento del volumen de agua que se registra cada año en las cuencas de los Ríos Baluarte, Cañas, Acaponeta y San Pedro, por la falta de infraestructura para su almacenamiento y utilización.

- Riesgo de inundaciones en la cuenca alta del río San Pedro por la falta de planificación y la reducida capacidad de conducción de los cauces de los Arroyos Acequia Grande, Saucedá, Tunal y Durango; además, persisten los daños a las áreas de riego, a la infraestructura urbana de la ciudad de Durango e incluso a la zona industrial, así como afectación de las vías de comunicación de algunos tramos de la Carretera México-Durango y del Libramiento México-Torreón.
- Presencia recurrente de eventos extremos de precipitación, incluyendo los ciclones, en la parte baja de las cuencas de los Ríos Acaponeta, Presidio, Baluarte y San Pedro, que generan inundaciones en áreas de cultivo, centros de población y vías de comunicación. Las localidades de mayor riesgo de inundación son: Huajicori, Tecuala, San Felipe Aztatán, Rosamorada, Ruiz, Tuxpan y Mezcaltitán, en el estado de Nayarit y Mazatlán en Sinaloa; estos riesgos se deben primordialmente a la falta de planificación y también debido a la insuficiente capacidad de los cauces y la falta de infraestructura de regulación y de protección a las poblaciones.
- Contaminación de las aguas de la parte baja de la cuenca, como consecuencia de los desechos sólidos, aguas residuales sin tratamiento y la contaminación difusa ocasionada por las descargas de retorno agrícola con agroquímicos de las zonas agrícolas contaminadas; entre las zonas costeras afectadas se tienen la Laguna Huizache-Caimanero, en los municipios de Mazatlán y Rosario, en Sinaloa, y en una importante área de las Marismas Nacionales, localizadas en la porción sur de Sinaloa y el norte de Nayarit. En cambio, la calidad del agua en las cuencas media y alta es aceptable
- El deterioro de la calidad del agua superficial en los Ríos Presidio, Baluarte, Acaponeta y San Pedro, es originado por las descargas de agua utilizada en la explotación minera (jales) y, descarga de aguas residuales municipales y de la industria. Con excepción de las ciudades de Mazatlán, Escuinapa y Durango, muchas de las localidades ubicadas en el ámbito de este Consejo de Cuenca, no disponen de infraestructura para el tratamiento de las aguas residuales, y causan altos riesgos a la salud de la población. Se cuenta con un impacto desfavorable en los ecosistemas de los cauces y partes bajas de estos ríos, por las severas restricciones en la producción de camarón y otras especies, que es el sustento económico de los habitantes de las poblaciones costeras.
- Recurrente rezago en la dotación de servicios de agua potable y alcantarillado en las zonas rurales, lo que afecta a las comunidades en los municipios de: Canatlán, Guadalupe Victoria, Mezquital, Nombre de Dios, Pueblo Nuevo, Poanas, Nuevo Ideal y Durango en el estado de Durango; Sombrerete en el estado de Zacatecas; Acaponeta, Huajicori, Rosamorada, Ruíz, Santiago Ixcuintla, Tecuala y Tuxpan en Nayarit; y Concordia, Escuinapa, Mazatlán y Rosario en Sinaloa.

2.2.2 Sector agrícola

Problema principal: escasez de agua para el cultivo.

Causas del problema:

- Deterioro de la cuenca hidrológica.
- Deterioro del suelo.
- Bajo régimen de lluvias.
- Cambio climático.
- Tala no regulada.
- Baja participación del sector gubernamental y de usuarios en la conservación del agua.
- Falta de ejercer la autoridad para el ordenamiento del agua.

- Falta de coordinación gubernamental para toma de decisiones.
- Baja eficiencia en la conducción y distribución del agua.
- No se cuenta con sistemas de riego presurizado.
- Métodos ineficientes de riego.
- Falta de una cultura del uso del agua.
- Escasa rehabilitación y modernización de las áreas agrícolas.
- Falta de pileteo en las áreas de temporal que posibilite la infiltración.
- Falta de nivelación y trazos de riego en zonas agrícolas.
- Resistencia a la reconversión de cultivos.
- Acumulación de la conservación diferida (limpieza) que incrementa el requerimiento de riego.
- Pérdida de capacidad de almacenamiento y conducción de la infraestructura hidráulica.
- Asolvamiento por la erosión.
- Recursos económicos insuficientes.
- Poca capacidad económica de los usuarios.
- Falta de créditos blandos accesibles al productor.
- Reglas de operación de los programas inadecuadas.

Consecuencias del problema:

- Impacto económico: reducción en los hatos ganaderos, bajos rendimientos de los cultivos, reducción de las superficies de siembra y necesidad de subsidios gubernamentales.
- Impacto social: emigración rural, desempleo, inseguridad y conflictos.
- Impacto ambiental: alteraciones en las condiciones climáticas, y deterioro de la cuenca.

2.2.3 Sector público urbano

Problema principal: Falta de abasto en épocas de estiaje (diciembre a junio) y durante temporadas de alta temperatura anualmente.

Causas del problema:

- Insuficientes recursos propios y externos.
- Deficiente administración.
- Falta de cultura de pago.
- Deficiente recaudación.
- Falta de estrategias de cobranza.
- Incumplimiento parcial en el pago de derechos de extracción.
- Falta de recursos propios para la contraparte de participación en programas federales.
- Falta de conocimiento de los diversos programas de apoyo.
- Abatimiento de los mantos freáticos.
- Contaminación de las fuentes de suministro de agua.

- Monitoreo insuficiente.
- Degradación de la calidad por incremento en la concentración de sales minerales.
- Tala inmoderada y cultivos de alta demanda de aguas.
- Falta de sistemas de recarga de los acuíferos.
- Existencia de pozos en desuso.
- Sobreexplotación de los acuíferos.
- Incremento y concentración de la población.
- Ausencia de fuentes alternas (aguas superficiales).
- Falta de sistemas para retención de aguas de lluvia.
- Falta de incentivos para el uso eficiente del agua.
- Falta de sensibilizar a los usuarios.
- Falta de respeto a los volúmenes concesionados.
- Falta de actos de autoridad para hacer cumplir la ley.
- Infraestructura insuficiente e inadecuada.
- Insuficiente inversión.
- Falta de programa de mantenimiento preventivo y correctivo de la infraestructura.
- Falta de Cultura del Agua y carencia de recursos para promover la Cultura del Agua.
- No se le da el valor debido al agua.
- No hay coordinación en acciones.
- Falta de involucramiento de la sociedad en general.
- Desequilibrio de tarifas relacionadas al costo de producción.
- Alta inversión en acarreo de agua en pipas.
- Baja eficiencia en equipos de bombeo.
- Insuficientes fuentes de suministro.
- Priorizaciones de decisiones políticas ante las económicas.
- Falta de continuidad de programas por cambio de administración.
- Es inoperante el periodo de tiempo de los directivos (3 años).
- Falta de continuidad en el personal operativo y técnico.

Consecuencias del problema:

- Impacto económico: incremento en los costos de producción y del servicio, falta de obras nuevas y programas de mantenimiento y disminución en los ingresos.
- Impacto social: escasez de agua en los sistemas de agua potable, deficiencia en el servicio, deterioro en la imagen del organismo operador, disminución de la calidad de vida, riesgos de salud y conflictos sociales.
- Impacto ambiental: disminución del caudal ecológico y contaminación de los acuíferos

2.2.4. Sector industrial y comercial

Problema principal: Insuficiente agua para el sector industrial ante los abatimientos de los acuíferos.

Causas del problema:

- Aumento en la vulnerabilidad debido al cambio climático.
- Carencia de la gestión integral de los recursos hídricos.
- No se cuenta con políticas públicas que promuevan el uso racional del agua.
- Difusión deficiente en los medios.
- Se carece de desarrollo tecnológico para el manejo sustentable del agua y recursos naturales.
- El sistema de distribución de agua es deficiente.
- Alto costo por la extracción del recurso agua para el sector industria/comercio comparado con el cero costo para el sector agrícola.
- Existe manejo inadecuado del recurso (fugas, falta de tratamiento de agua residual, carencia de sistemas de reusó).
- Difusión deficiente de las políticas públicas.
- Desconocimiento de los programas existentes para el manejo del agua.
- La disponibilidad de los recursos hídricos disminuye ante el incremento en la demanda del agua.
- Deforestación en la cuenca alta.

Consecuencias del problema:

- Impacto económico: rezago en el crecimiento económico, pérdida de la competitividad, evasión de pagos y elevación del costo de operación para la extracción del agua.
- Impacto social: migración masiva a otras poblaciones, conflictos por el uso del agua entre el sector empresarial y la sociedad civil, incremento de problemas de salud por falta de agua.
- Impacto ambiental: la sobreexplotación debido a la extracción sin control, uso ineficiente de los recursos, erosión, pérdida de suelos y baja recarga de los acuíferos.

3. ANÁLISIS DE SEQUÍA HISTÓRICA Y SUS IMPACTOS EN EL CONSEJO DE CUENCA DE LOS RÍOS PRESIDIO AL SAN PEDRO

3.1 Introducción

Para evaluar los valores del índice de severidad de sequía de Palmer (PDSI, por sus siglas en inglés), en cuanto a intensidad y distribución temporal y espacial se refiere, se analizaron datos del periodo 1978-2013 correspondientes a 15 estaciones climatológicas: Acaponeta, Cucharas, La Estancia, Francisco Villa, Ciudad Guadalupe Victoria, Observatorio Durango, Observatorio Mazatlán, Pajaritos, Rosamorada, El Rosario, Ruiz San Pedro, Santa Bárbara, Santiago Bayacora, Las Tortugas y Siqueros.

Como en el PMPMS se busca la prevención, se consideraron las siguientes fases de sequía: moderada, severa, extrema y excepcional. Además, se consideró la información contenida en la publicación de la CONAGUA *Estadísticas del Agua en México* (2004), el cual define cuatro grandes periodos: el primer periodo de 1948 a 1954, el segundo de 1960 a 1964, el tercero de 1970 a 1978 y el cuarto de 1993 a 1996. Dichos periodos presentaron las fases de sequía de la siguiente manera: S= severa R= Regular N= No afectó y se integraron únicamente los Estados de Sinaloa, Durango y Nayarit que corresponden al Consejo de Cuenca en estudio. La cuantificación de los impactos se fundamentó en *Estadísticas del Agua en México* (CNA 1998, 2003, Y 2004; CONAGUA 2005, 2007, 2008, 2010, 2011 y 2013); y *Conflictos por el Agua* (Becerra et al, INE 2002; INECC, 2005; CNN, 2011; IIEC, 2011; UNAM, 2011); y con el fin de evaluar el periodo de mayor afectación, también se realizó un análisis de los resultados de las fases de la sequía de 1979 al 2013 en cuatro periodos: 1979 a 1988; 1989 a 1998; 1999 al 2008 y 2009 a 2013. El análisis demostró que en los últimos cinco años se incrementó la sequía considerablemente en el Consejo de Cuenca de los Ríos Presidio al San Pedro con relación a los otros periodos (Torrecillas, 2013).

3.2 Análisis de las Fases de la Sequía con Base a las Estadísticas del Agua en México

Según *Estadísticas del Agua en México*, los grados de afectación de las sequías en los cuatro grandes periodos del siglo XX son: primer periodo (1948 a 1954), segundo periodo (1960 a 1964), tercer periodo (1970 a 1978), y cuarto periodo 1993 a 1996, (ver tabla 3.1).

En Durango la sequía fue regular en el primer periodo, y fue de sequía severa en los últimos tres. Sin embargo en Sinaloa y Zacatecas la sequía fue regular en el primer y el tercer periodo, y en el segundo y cuarto periodo la sequía fue severa. Además se presentó sequía regular en el segundo y cuarto periodo en Nayarit (CNA, 2004).

Tabla 3.1. Grado de afectación de la sequía en los Estados del país, en los 4 Grandes Periodos del siglo XX.

Periodo	Primer periodo	Segundo periodo	Tercer Periodo	Cuarto periodo
	1948 a 1954	1960 a 1964	1970 a 1978	1993 a 1996
Durango	R	S	S	S
Sinaloa	R	S	R	S
Nayarit	N	R	N	R
Zacatecas	R	S	R	S

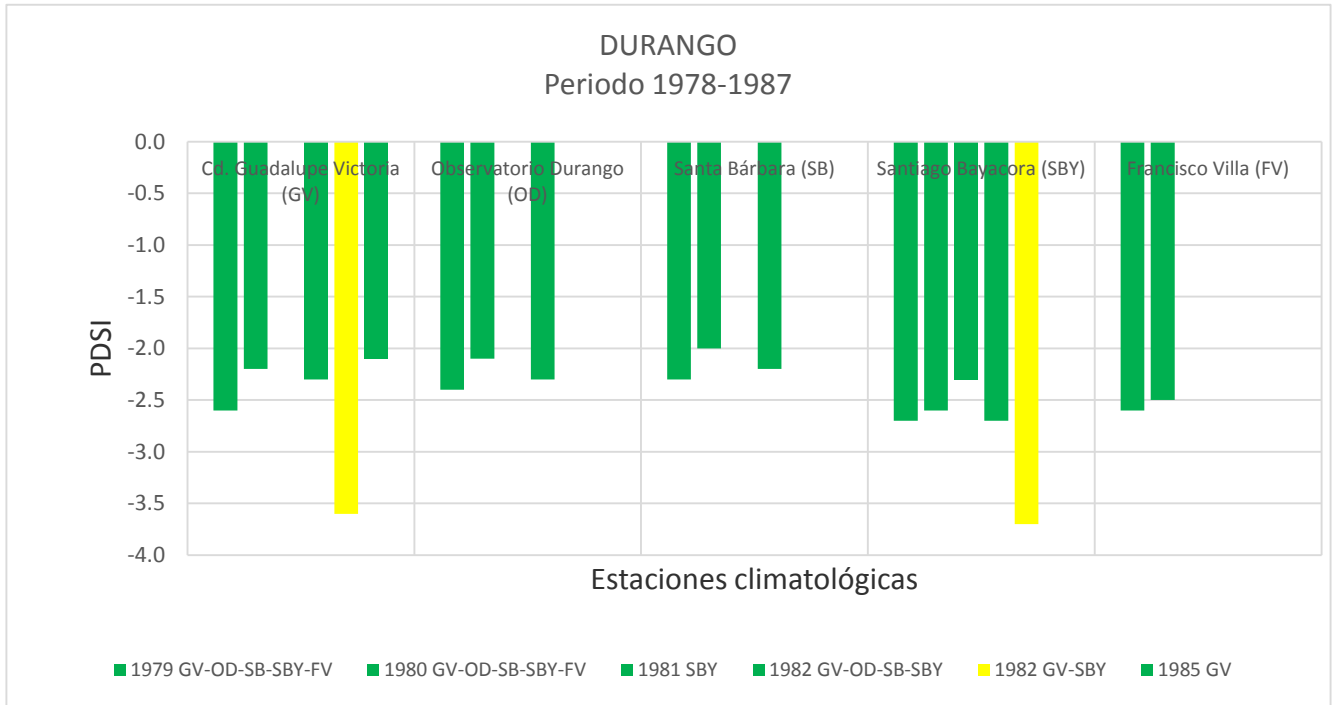
Fuente: CENAPRED, 2001.

3.3 Evaluación de la Sequía Histórica del Periodo de 1978 al 2013, Utilizando el PDSI y sus Impactos

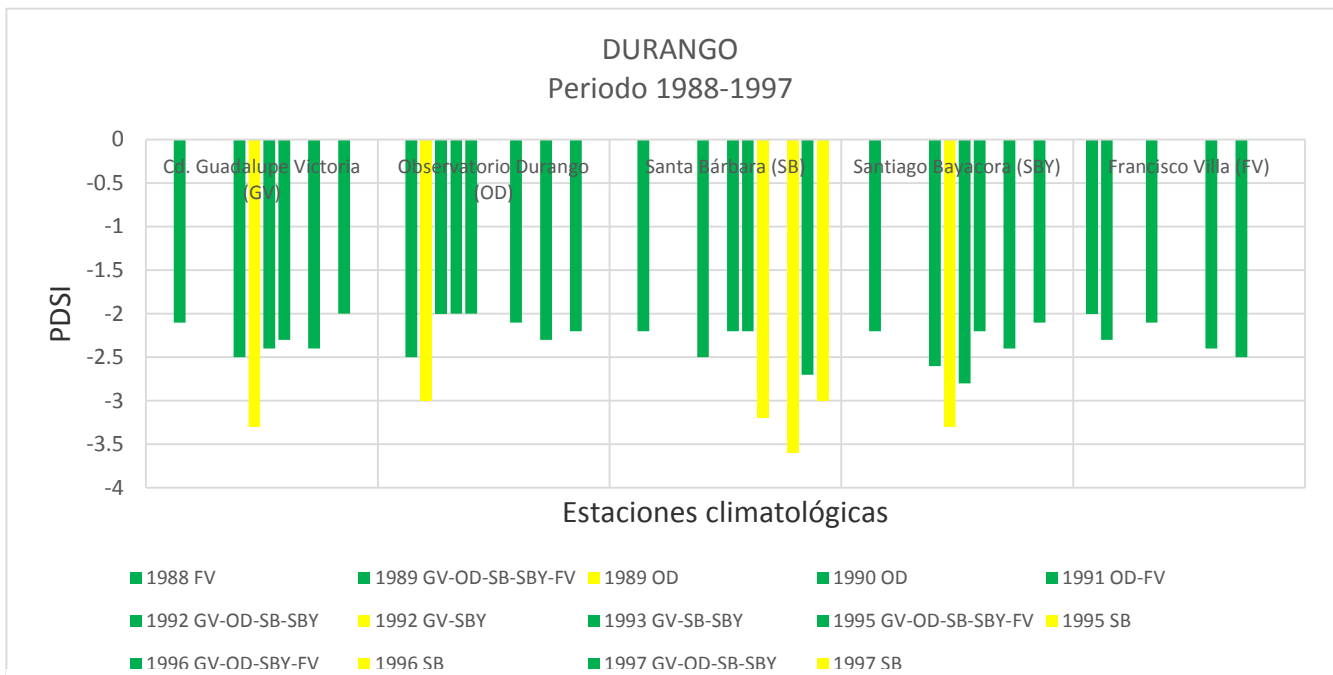
Torrecillas et al., 2013, realizó un análisis del comportamiento de la Sequía de los datos históricos de los registros de ocurrencia del año de 1978-2013 en 15 estaciones climatológicas las cuales se encuentran ubicadas en 3 Estados (Durango, Sinaloa, y Nayarit). En Durango: Cd. Guadalupe Victoria, Francisco Villa, Observatorio Durango, Santa Bárbara y Santiago Bayacora; en Sinaloa: El Rosario, Las Tortugas, Observatorio Mazatlán y Siqueros; y en Nayarit: Acaponeta, Cucharas, La Estancia, Pajaritos, Rosamorada y Ruiz San Pedro.

El análisis resultó en los valores PDSI que señalan las características de ocurrencia de duración, intensidad promedio y la fase de la sequía. Los datos se dividieron en cuatro periodos: primer periodo (1978-1987), segundo periodo (1988-1997), tercer periodo (1998-2007) y cuarto periodo (2008-2013)

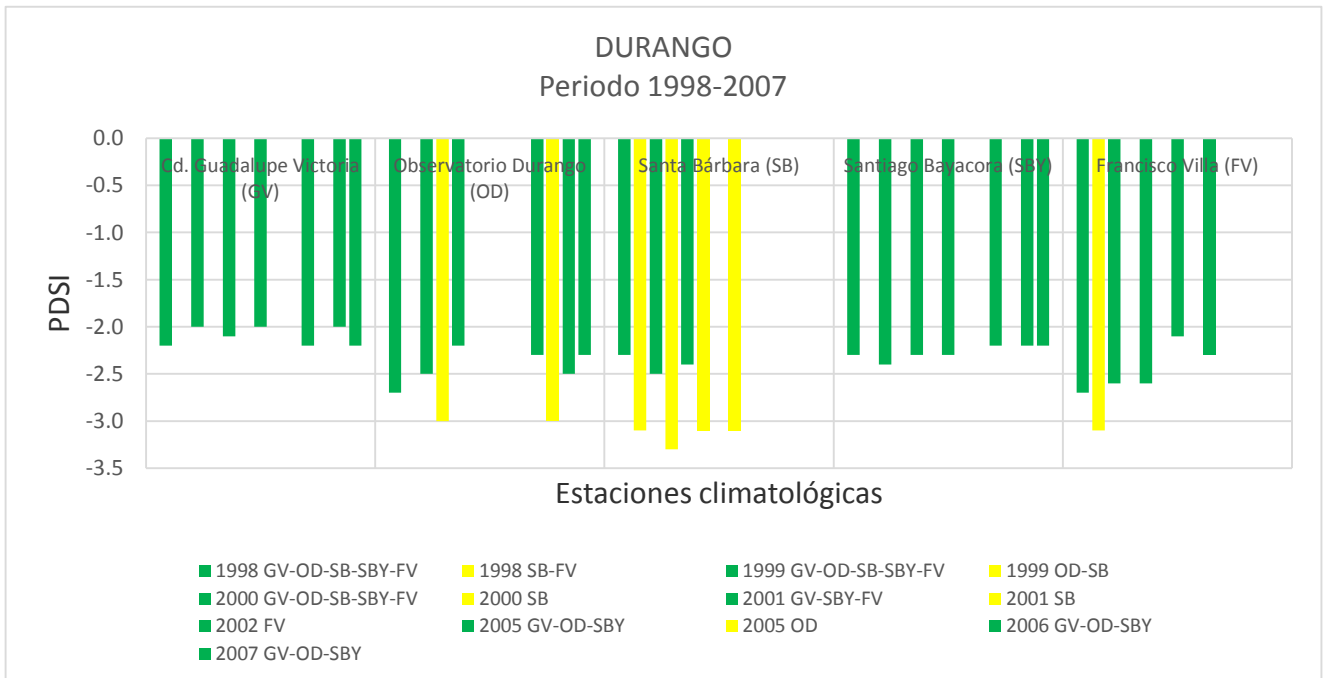
Los resultados de la evaluación de las estaciones climatológicas del estado de Durango, Sinaloa y Nayarit fueron los siguientes:



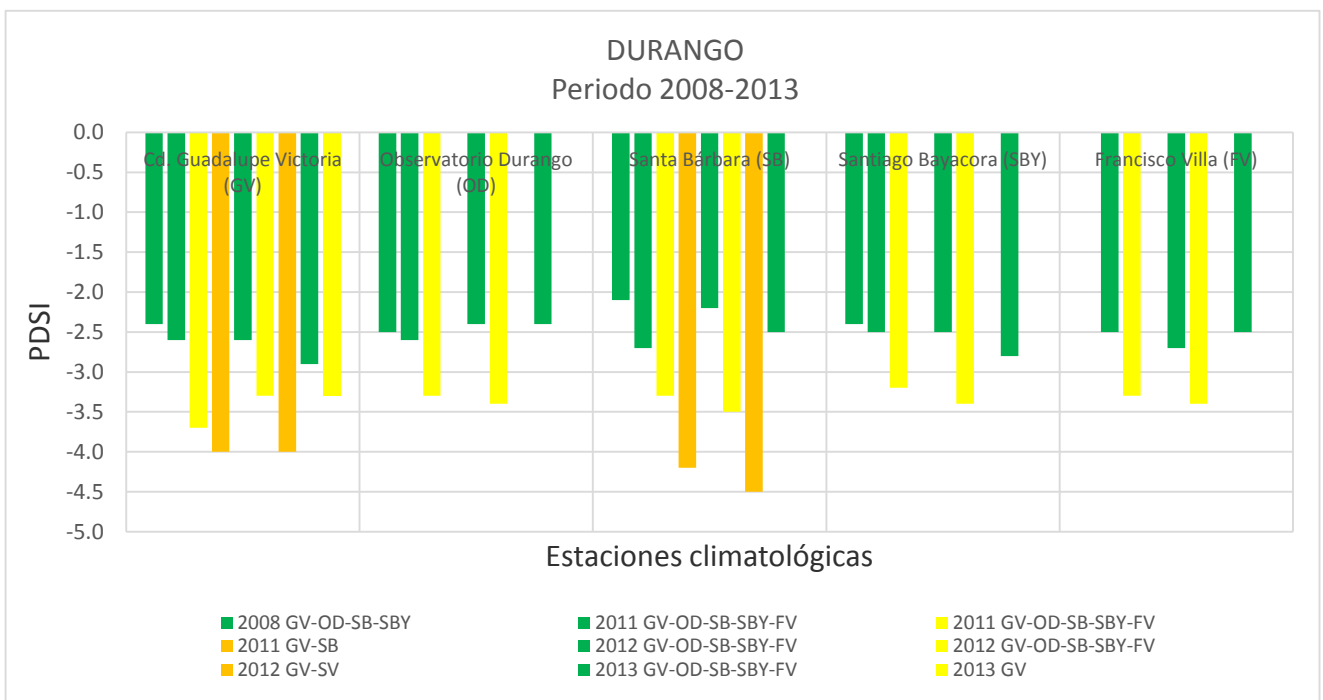
Grafica 3.1. Registros de ocurrencia de sequías en las estaciones climatológicas de Durango en el periodo 1978 – 1987.



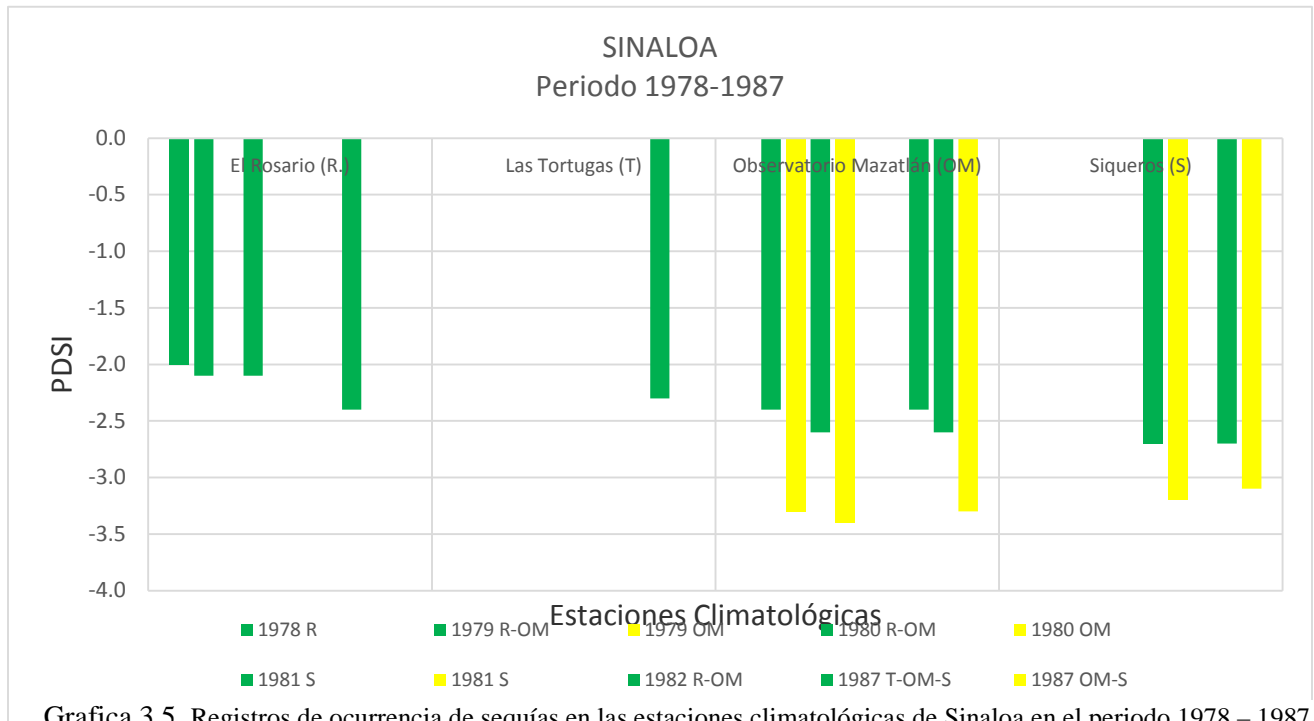
Grafica 3.2. Registros de ocurrencia de sequías en las estaciones climatológicas de Durango En el periodo 1988 – 1997.



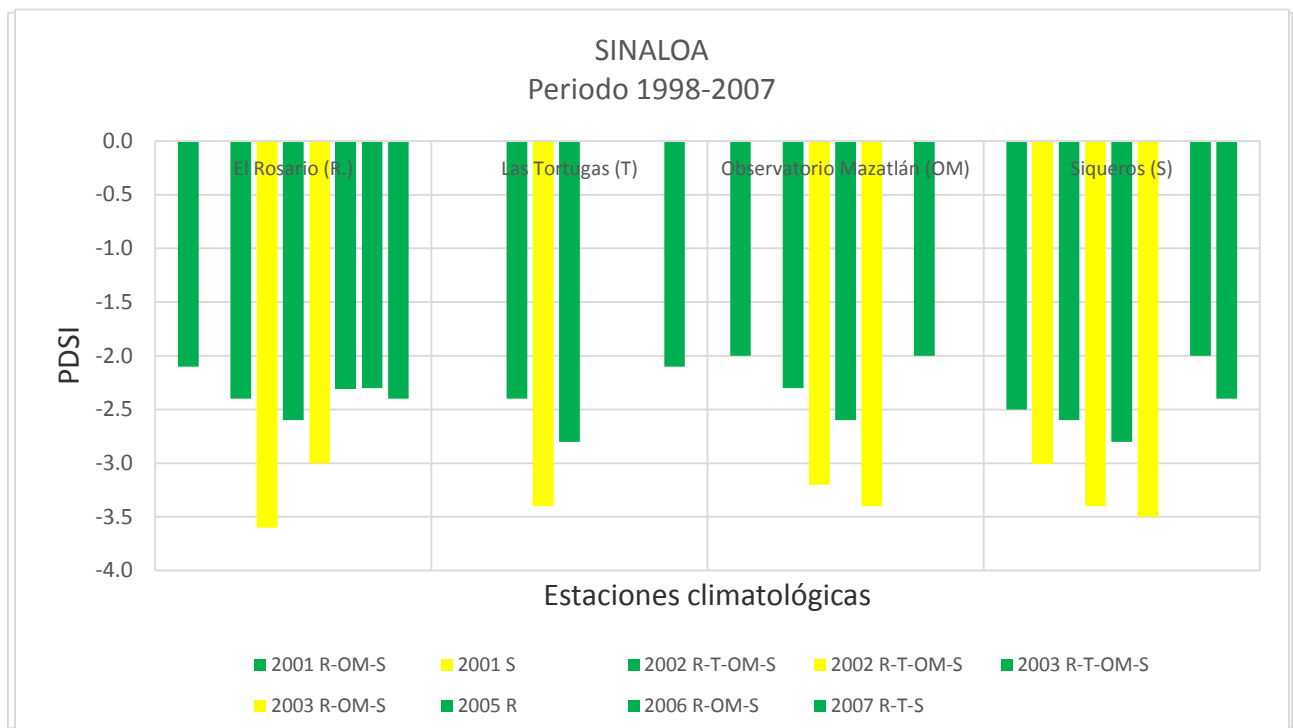
Grafica 3.3. Registros de ocurrencia de sequías en las estaciones climatológicas de Durango en el periodo 1998 – 2007.



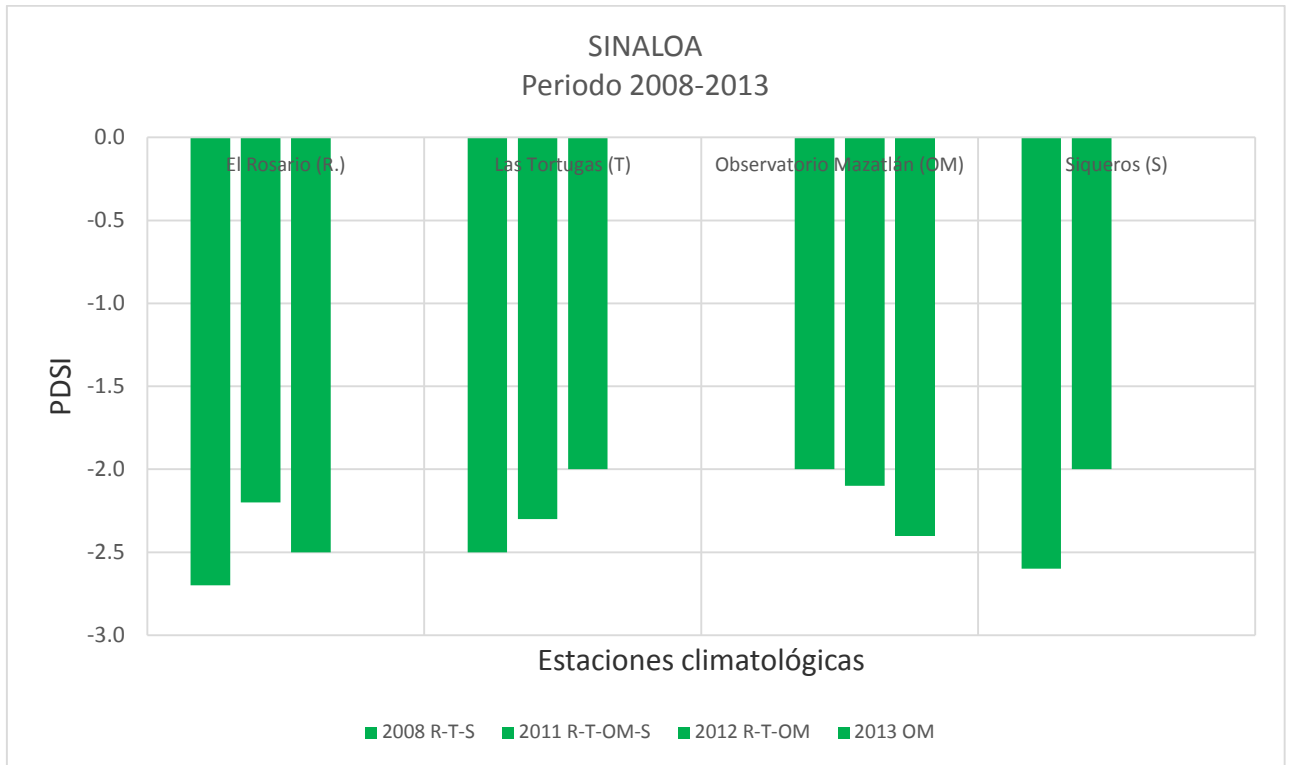
Grafica 3.4. Registros de ocurrencia de sequías en las estaciones climatológicas de Durango en el periodo 2008 – 2013.



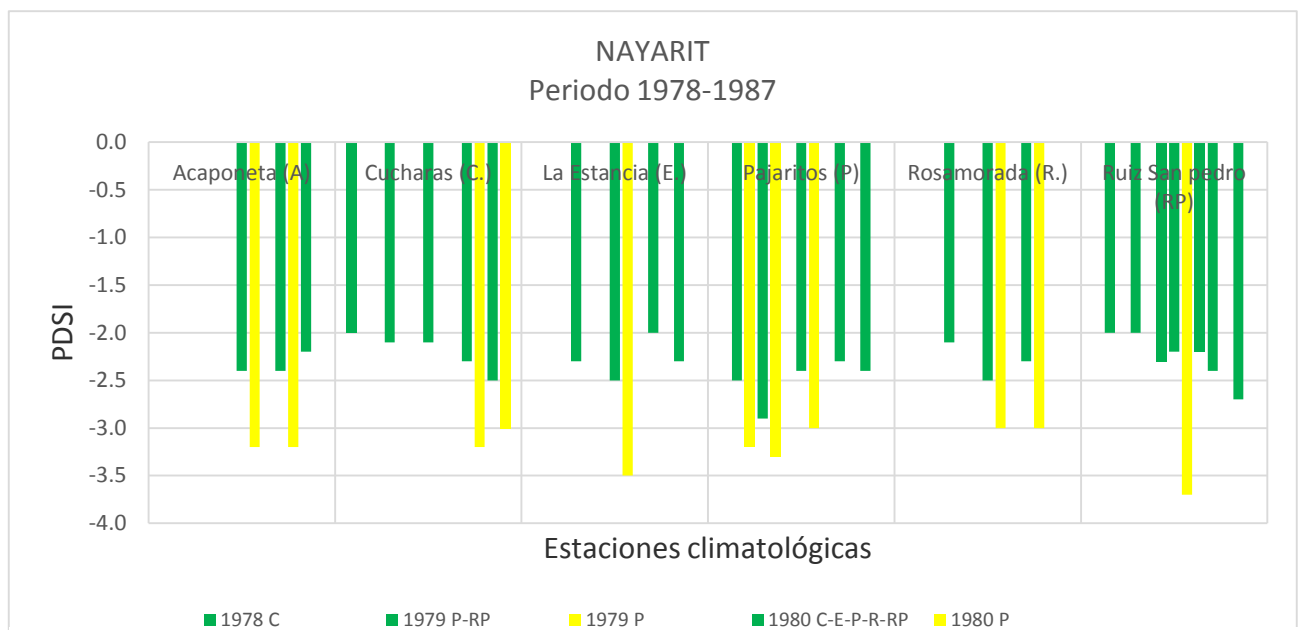
Grafica 3.5. Registros de ocurrencia de sequías en las estaciones climatológicas de Sinaloa en el periodo 1978 – 1987.



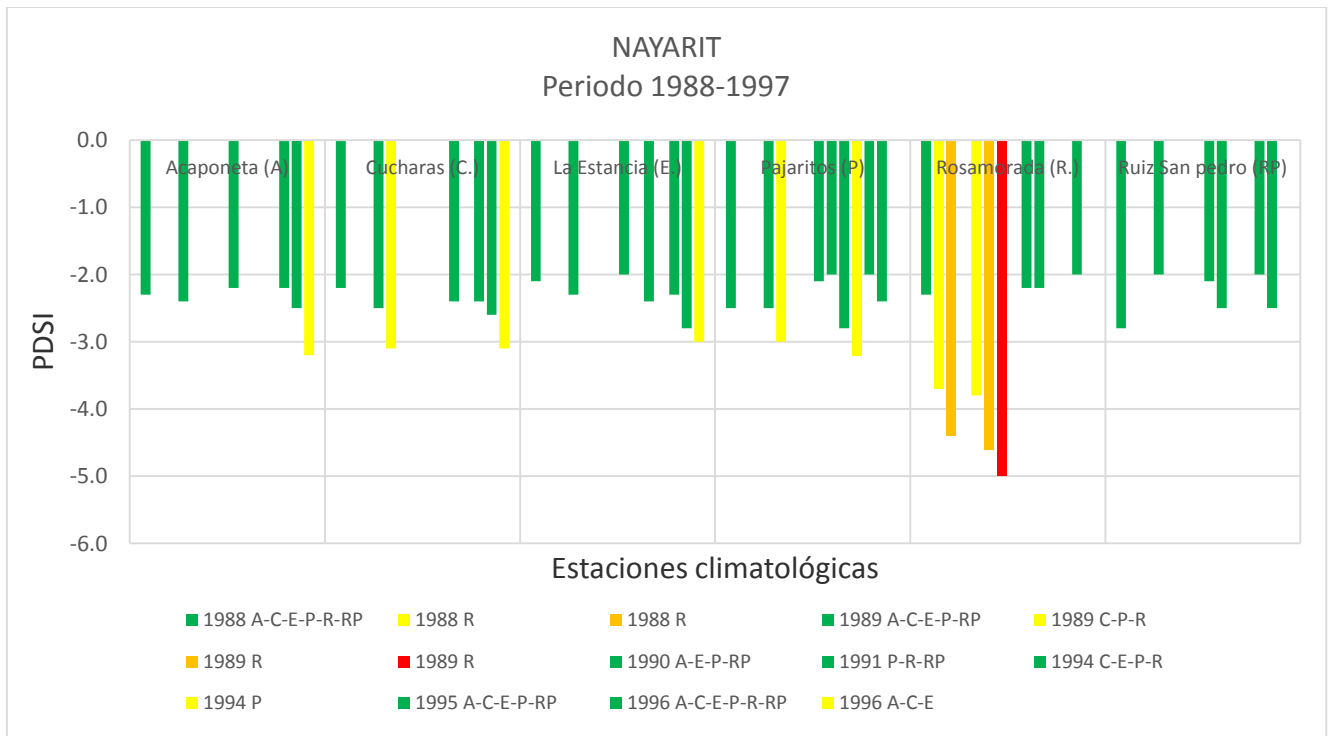
Grafica 3.6. Registros de ocurrencia de sequías en las estaciones climatológicas de Sinaloa en el periodo 1998 – 2007.



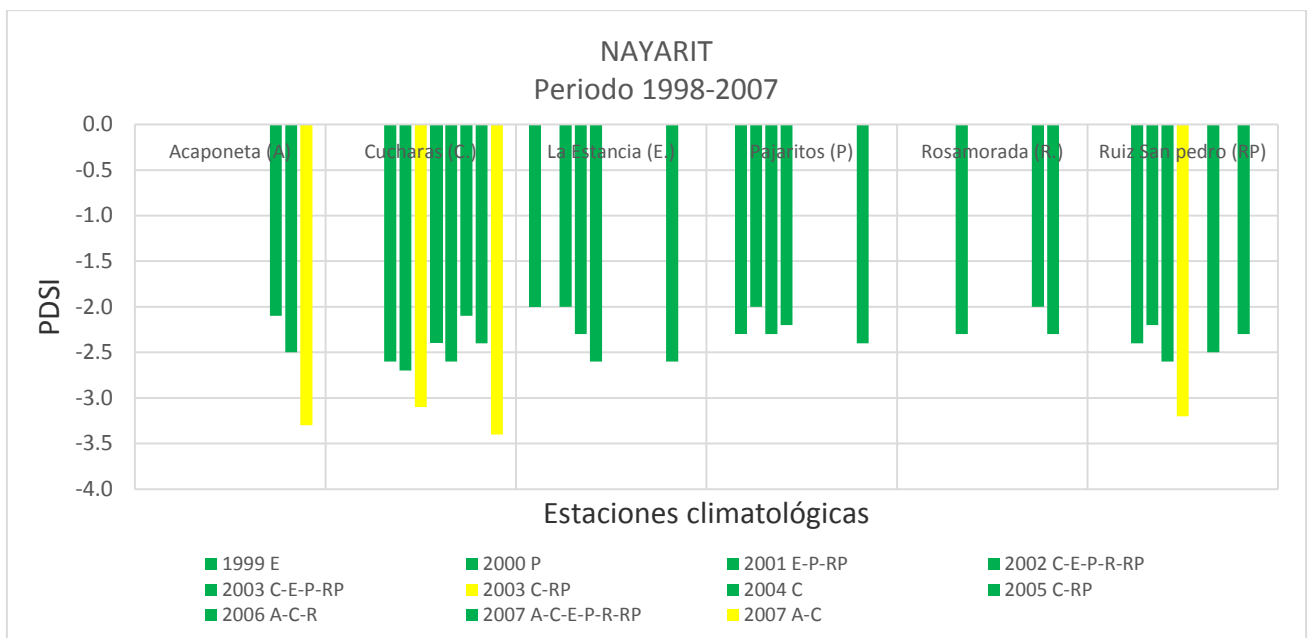
Grafica 3.8. . Registros de ocurrencia de sequías en las estaciones climatológicas de Sinaloa en el periodo 2008 – 2013.



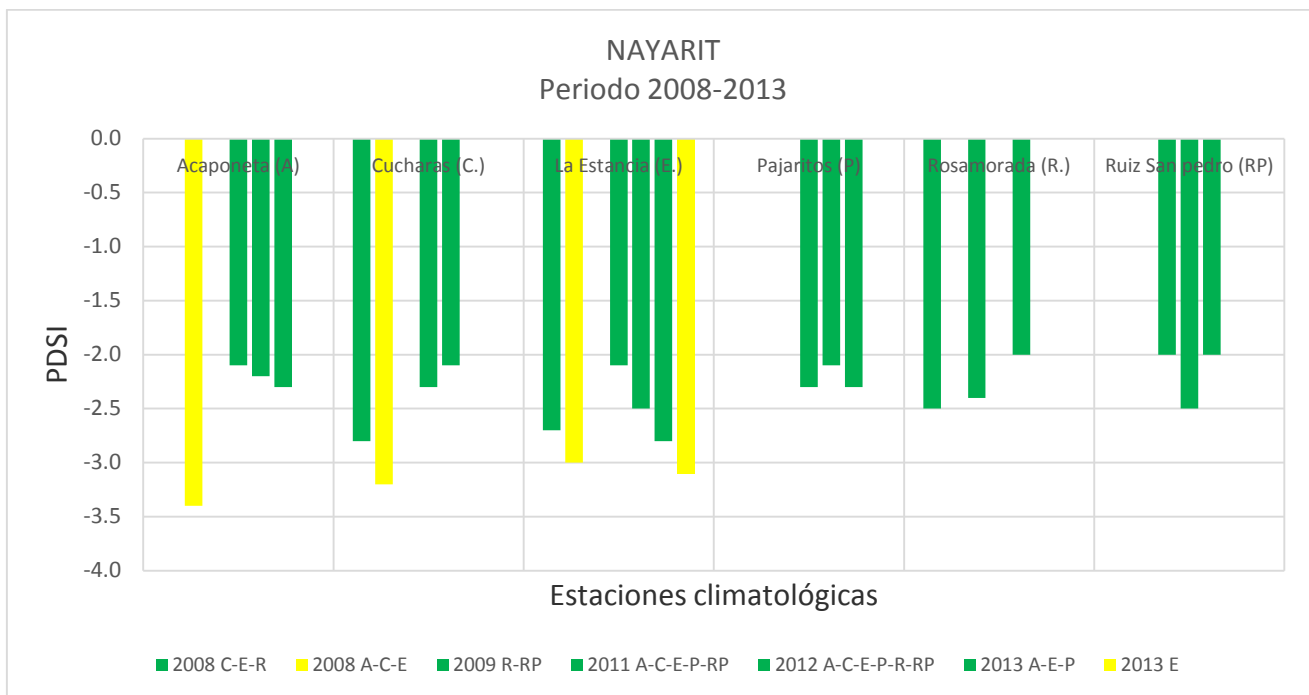
Grafica 3.9. Registros de ocurrencia de sequías en las estaciones climatológicas de Nayarit en el periodo 1978 – 1987.



Grafica 3.10. Registros de ocurrencia de sequías en las estaciones climatológicas de Nayarit en el periodo 1988 - 1997



Grafica 3.11. Registros de ocurrencia de sequías en las estaciones climatológicas de Nayarit en el periodo 1998 – 2007.



Grafica 3.12. Registros de ocurrencia de sequías en las estaciones climatológicas de Nayarit en el periodo 2008 – 2013.

Las gráficas 3.1 a la 3.4 muestran que en el estado de Durango existió sequía severa en el primero, segundo y tercer periodo intensificándose a sequía extrema en el cuarto período. Sin embargo en Sinaloa se presentó sequía severa en los primeros tres periodos y sequia moderada en el último periodo. Además en Nayarit se presentó sequía excepcional en el segundo periodo y sequía severa en el primer, tercero y cuarto periodo. Así la situación más crítica se presentó en el 2011, lo que causo el mayor impacto económico, social y ambiental en el Consejo de Cuenca de los Ríos Presidio al San Pedro. Ver Tablas G-1 al G-33 del Apéndice G.

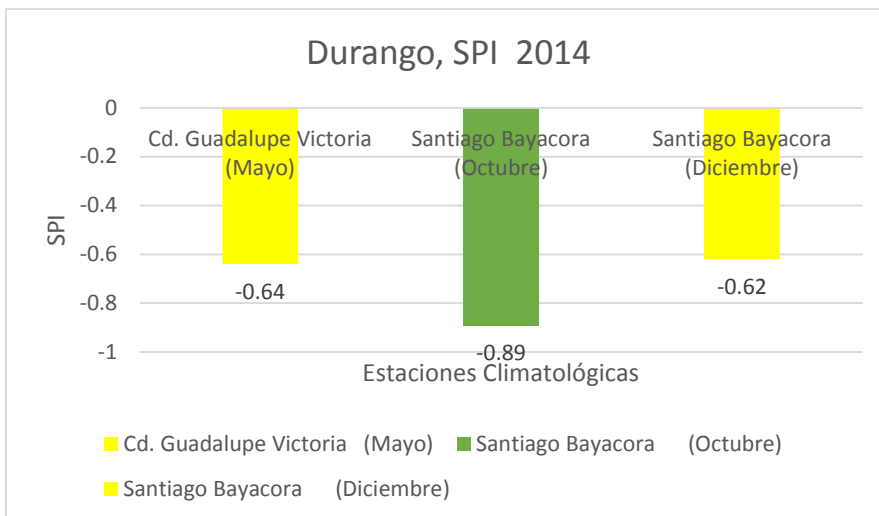
Debido a que en el Estado de Zacatecas no se encontró ninguna estación meteorológica no se pudo analizar el PDSI.

3.4 Evaluación de la Sequía Histórica del año 2014, Utilizando el SPI, SDI y sus Impactos.

El análisis de la sequía histórica en 2014 se realizó con base en la escala de valores del índice de Precipitación Estandarizada (SPI) contenidos en la tabla 3.2. Dentro del territorio del Consejo de Cuenca del Presidio al San Pedro y en los registros que corresponden al estado de Durango, se obtuvo que en las estaciones climatológicas Victoria y Santiago Bayacora para los meses de mayo y diciembre, el indicador resultó ligeramente seco y en Santiago Bayacora moderadamente seco para el mes de octubre, por lo que las afectaciones por disminución en el régimen pluviométrico en esa zona no fueron apreciables, ya que el agua para uso público urbano proviene de acuíferos y la zona agrícola de dicha zona se abastece de agua proveniente de las plantas de tratamiento de la ciudad de Durango, incluso cuando no existen sequías. La grafica 3.13 muestra los valores del SPI para para las estaciones anteriormente mencionadas y con duración de un mes.

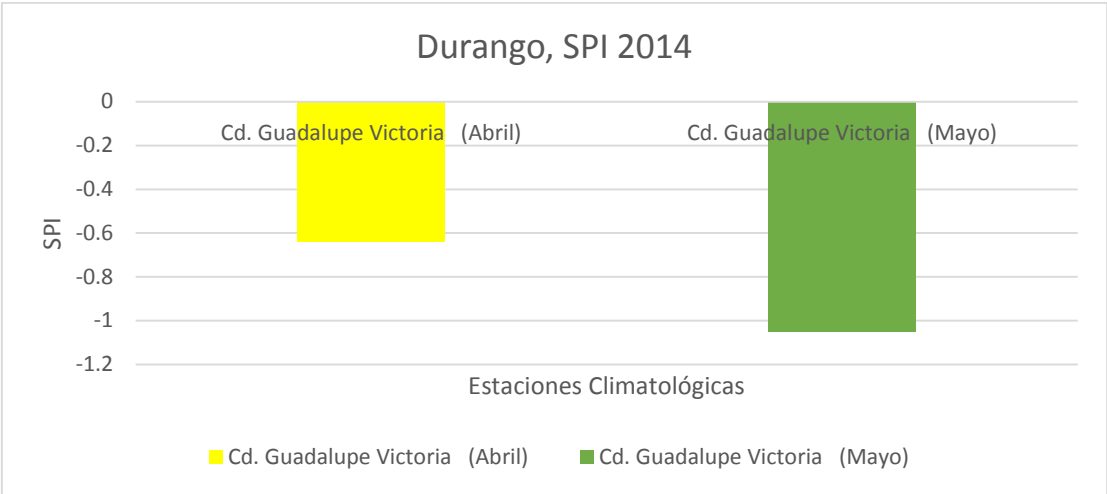
Tabla 3.2. Escala para el SPI

Valor de SPI	Condición
de -0.79 a -0.51	Ligeramente seco
de -1.29 a -0.80	Moderadamente seco
de -1.59 a -1.30	Muy seco
de -1.99 a -1.60	Extremadamente seco



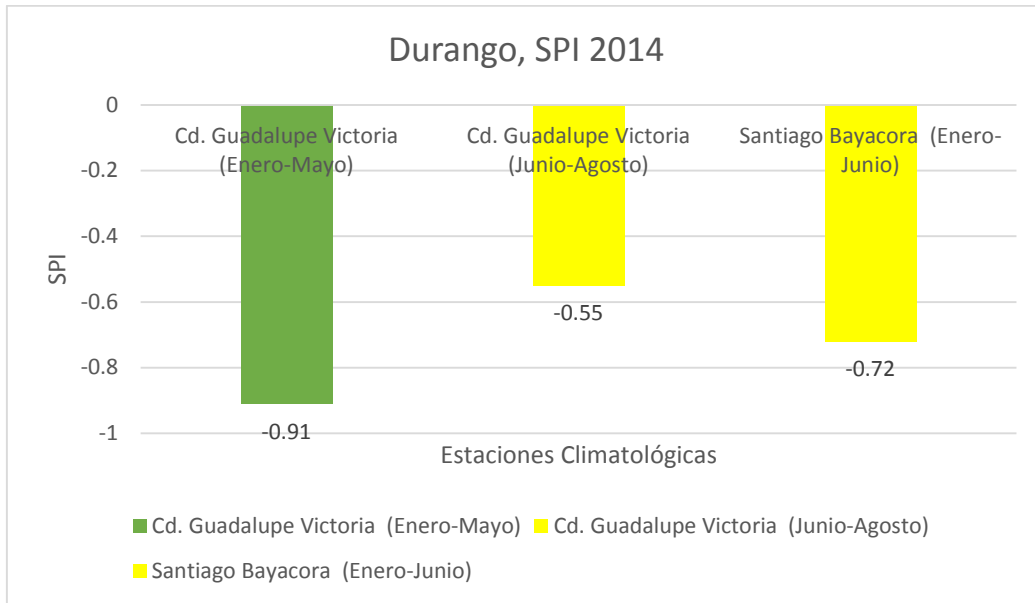
Grafica 3.13 Registros de ocurrencia de sequías en las estaciones climatológicas de Durango, período a 1 mes en 2014.

El SPI a tres meses aplicado en las estaciones climatológicas de Durango resultó que el indicador para Abril en la estación Guadalupe Victoria fue Ligeramente Seco, pero para mayo fue Moderadamente Seco. Esta situación permite deducir que la zona de estudio en 2014 tuvo sequías ligeras que afectaron ligeramente la disponibilidad hidráulica por lo que los usos consuntivos tuvieron que ser ajustados para adecuarse a los volúmenes almacenados. La gráfica 3.14 muestra los resultados del indicador de sequías.



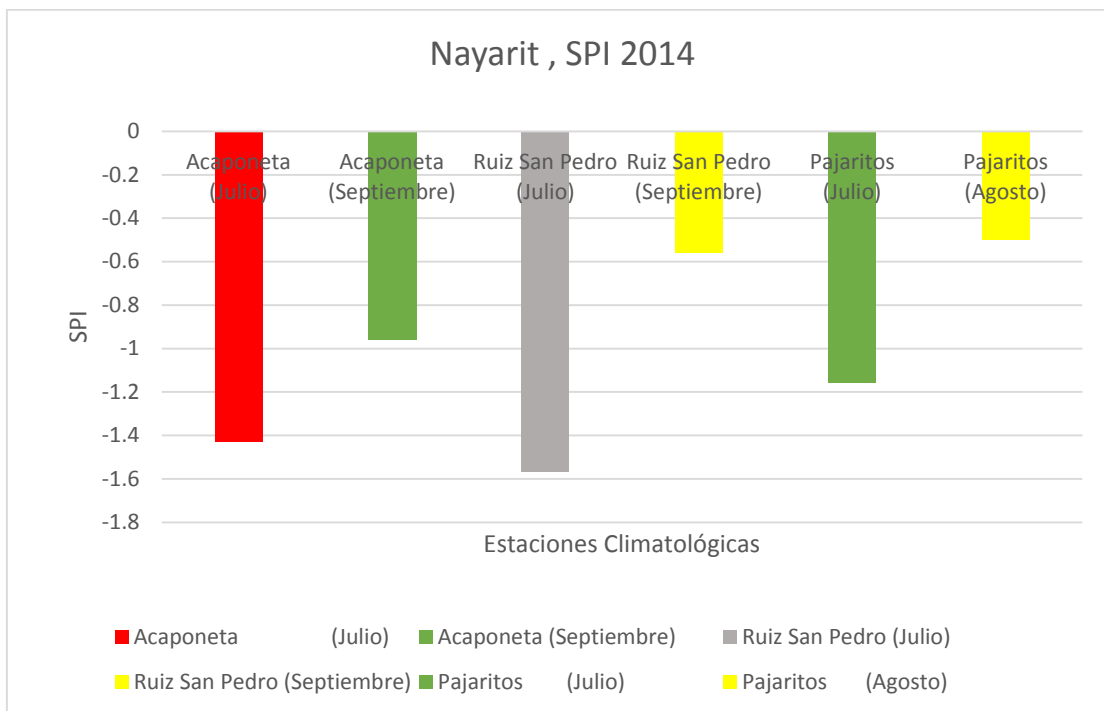
Grafica 3.14 Registros de ocurrencia de sequías en las estaciones climatológicas de Durango, periodo a 3 meses en 2014.

Para el período de 24 meses correspondientes a 2014, el SPI para las estaciones Guadalupe Victoria y Santiago Bayacora resultó con la categoría de ligeramente seco para los meses de agosto y junio respectivamente y moderadamente seco para la estación Guadalupe Victoria para el período de enero a mayo. Esto indica que las afectaciones por sequía fueron ligeras y que con estrategias de reducción voluntaria del consumo de agua, reparación de fugas y disminución de riegos fueron suficientes para atenuarla. La gráfica 3.15 describe los resultados del SPI a 24 meses.



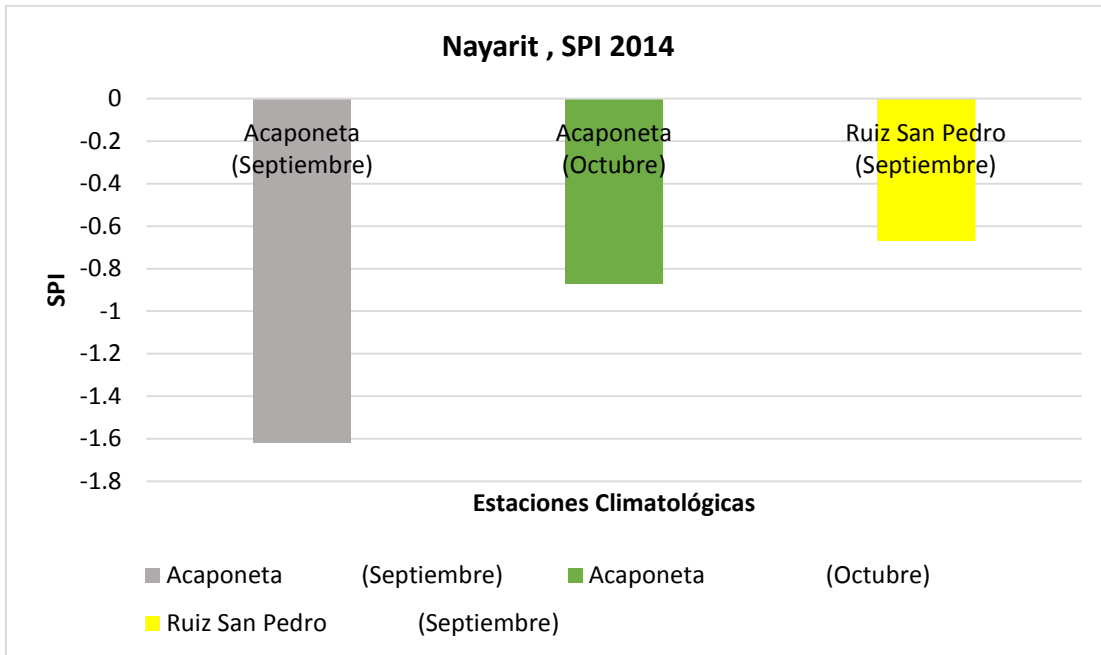
Grafica 3.145 Registros de ocurrencia de sequías en las estaciones climatológicas de Durango, periodo a 24 meses en 2014.

Con referencia al análisis de la sequía histórica para el estado de Nayarit, el SPI de 2014 aplicado a 1 mes en la estación Acaponeta resultó moderadamente seco el mes de septiembre y muy seco el mes de julio, en la estación Ruiz San Pedro y Pajaritos el indicador fue ligeramente seco para los meses de agosto y septiembre y para el mes de julio la estación Ruiz San Pedro extremadamente seco. Con base en los resultados y al área de influencia de las tres estaciones se deduce que se tuvo disminución del régimen pluviométrico afectando negativamente los escurrimientos superficiales y recarga de acuíferos de la zona. La gráfica 3.16 presenta los resultados del SPI de las tres estaciones.



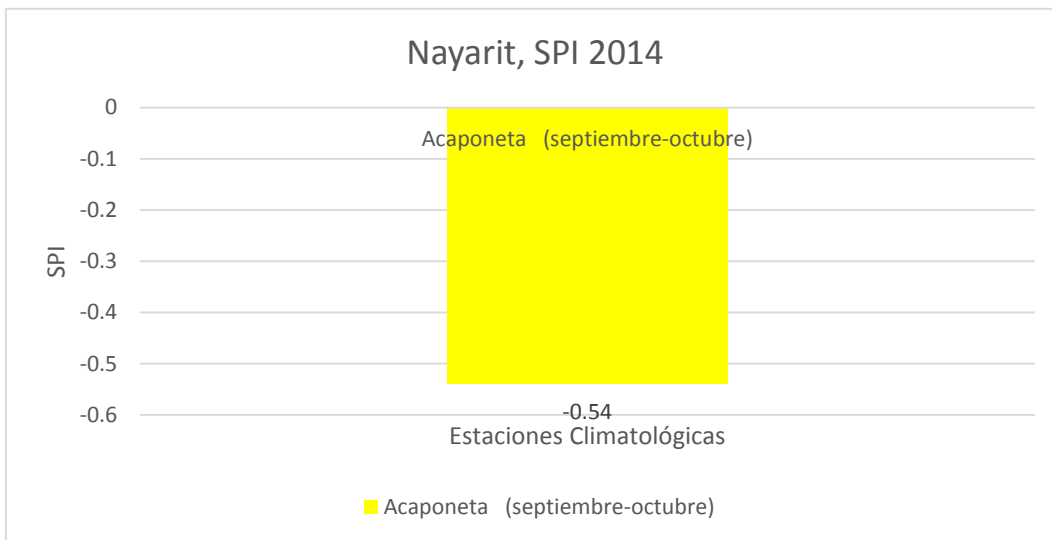
Grafica 3.156 Registros de ocurrencia de sequías en las estaciones climatológicas de Nayarit, periodo a 1 mes en 2014.

El SPI a tres meses aplicado a las estaciones de Nayarit resultó que el indicador para octubre en la estación Acaponeta fue Moderadamente Seco, pero para septiembre fue Extremadamente Seco y en la estación Ruiz San Pedro fue ligeramente seco. Esta situación permite argumentar que la zona de estudio en 2014 tuvo sequías que afectaron la disponibilidad hidráulica por lo que los usos consuntivos tuvieron que ser optimizados para adecuarse a los volúmenes almacenados. La gráfica 3.17 muestra los resultados del indicador de sequías.



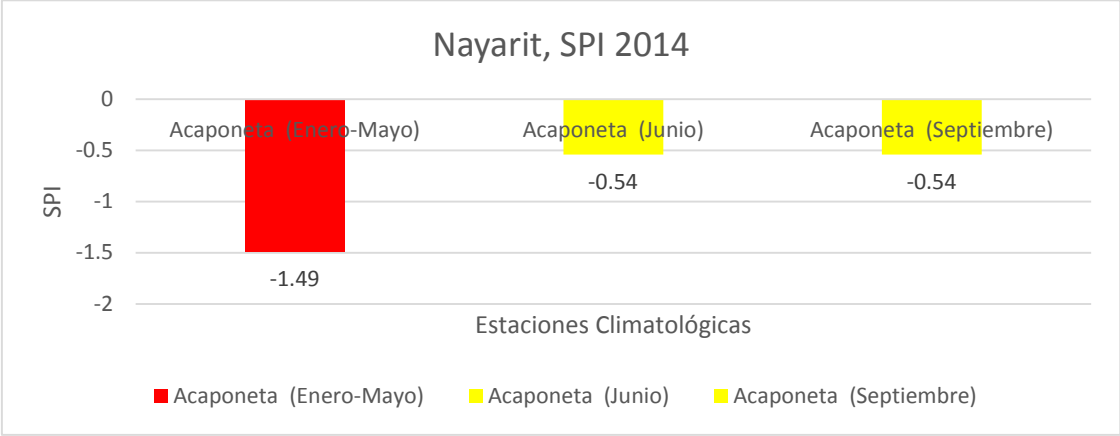
Grafica 3.167 Registros de ocurrencia de sequías en las estaciones climatológicas de Nayarit, periodo a 3 meses en 2014.

Con referencia al análisis de la sequía histórica para el estado de Nayarit, se tiene que el SPI para el período de seis meses de la estación Acaponeta resultó Ligeramente Seco y cercano al límite inferior, por lo que los impactos ocasionados por disminución de las lluvias no fueron apreciables. La gráfica 3.18 muestra el resultado obtenido del indicador para la estación Acaponeta.



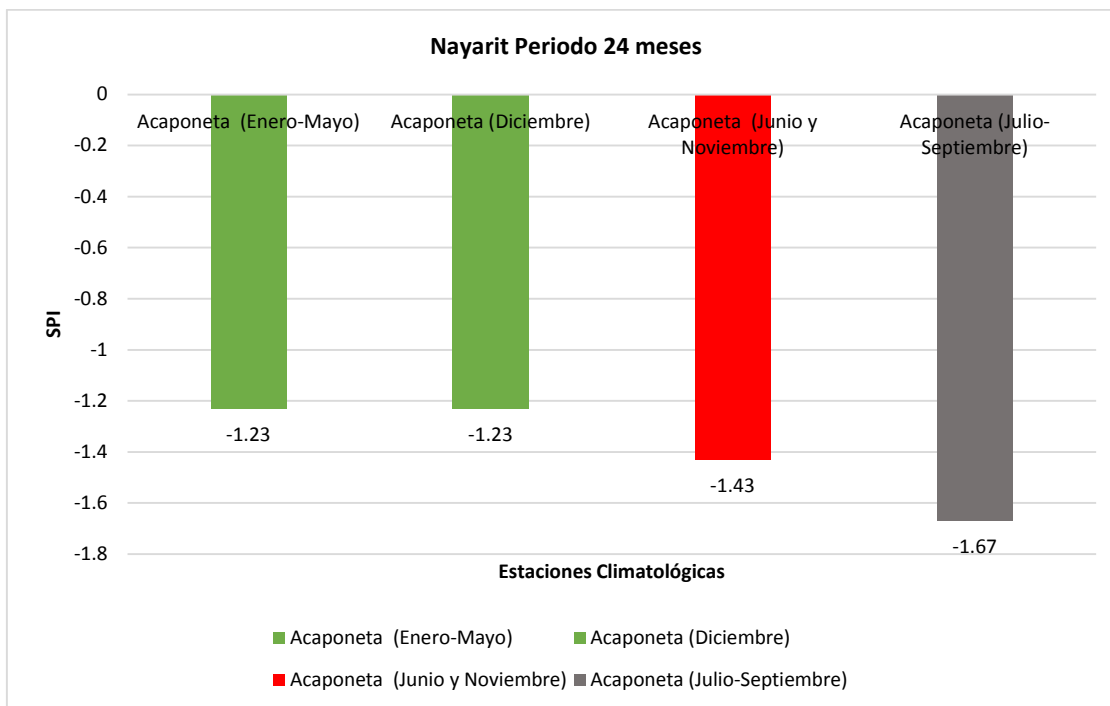
Grafica 3.178 Registros de ocurrencia de sequías en las estaciones climatológicas de Nayarit, periodo a 6 meses en 2014.

Para el período de 12 meses del SPI en la estación Acajoneta del estado de Nayarit se encontró que en los meses de junio y septiembre el indicador resultó ligeramente seco pero en el período de enero a mayo fue muy seco. Con base en lo anterior se interpreta que en la zona de influencia de la estación Acajoneta en los primeros 5 meses de 2014 hubo escasez de agua. La gráfica 3.19 muestra los valores del SPI para 12 meses.



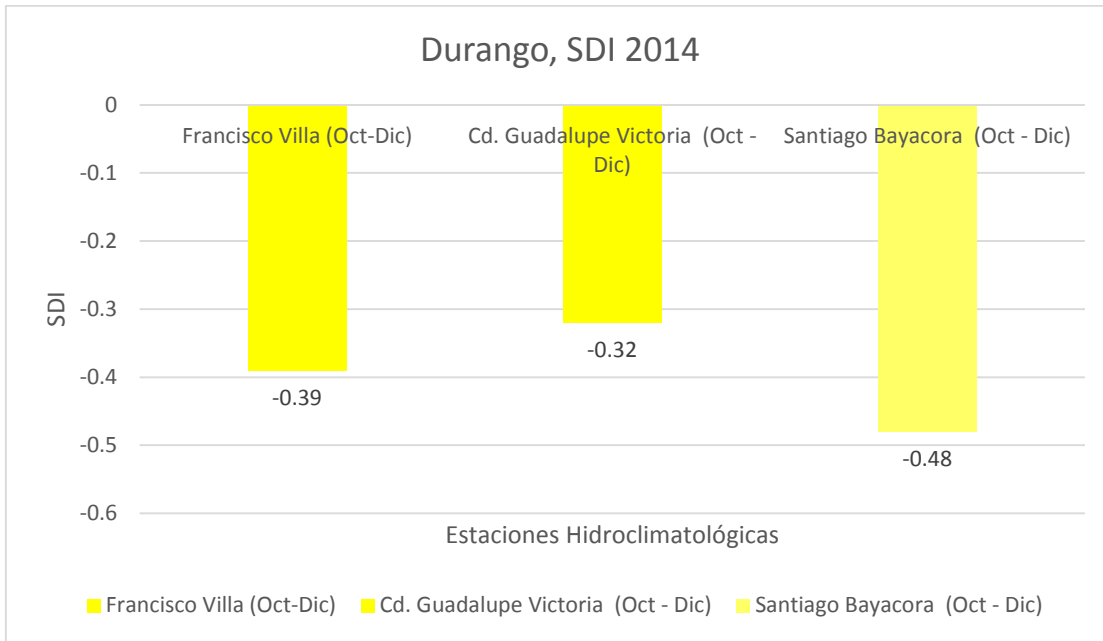
Grafica 3.19 Registros de ocurrencia de sequías en las estaciones climatológicas de Nayarit, periodo a 12 meses en 2014.

En el periodo de 24 meses del SPI en la estación Acajoneta del estado de Nayarit resulto con indicadores de Moderadamente Seco para enero, mayo y diciembre, Muy Seco los meses de junio y noviembre y Extremadamente Seco julio y septiembre. Lo anterior permite inferir que la zona de influencia de la estación tuvo estrés hídrico durante siete meses del año, por lo que la recarga de acuíferos y el escurrimiento superficial sufrieron impactos negativos. La gráfica 3.20 describe los resultados obtenidos.



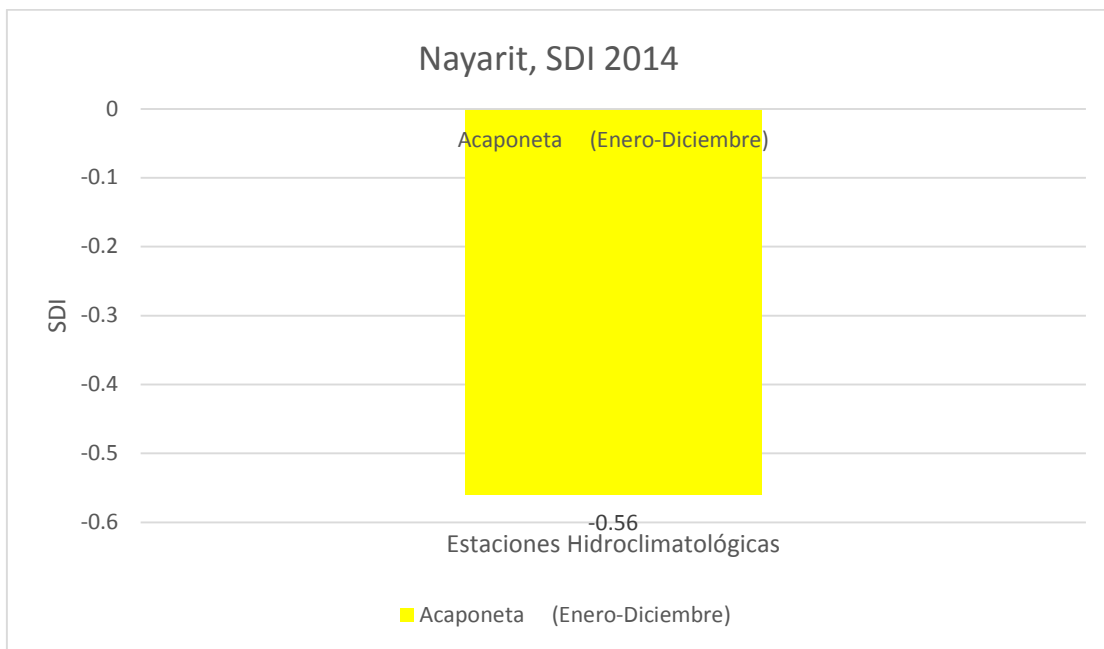
Grafica 3.20 Registros de ocurrencia de sequías en las estaciones climatológicas de Nayarit, periodo a 24 meses en 2014.

Otro indicador para evaluar la intensidad de la sequía lo constituye el Índice por Sequía Hidrológica (SDI) referido a las deficiencias en la disponibilidad del agua tanto superficial como subterránea. En 2014 las estaciones Francisco Villa, Guadalupe Victoria y Santiago Bayacora del estado de Durango, reportan una Sequía Suave para los meses de octubre a diciembre. La situación anterior ocasionó una reducción leve de la disponibilidad de agua superficial y subterránea que en el uso público urbano no se registró afectación y en el uso agrícola se completó la demanda con los efluentes de las aguas tratadas de la ciudad de Durango. La gráfica 3.21 describe los resultados del SDI para 2014.



Grafica 3.18 Registros de ocurrencia de sequías en las estaciones Hidroclimáticas de Durango en 2014.

Para la aplicación del SDI para las estaciones hidrométricas del estado de Nayarit, en 2014 se obtuvo que la estación Acajoneta tuvo una Sequía Suave para el período de enero a diciembre. Lo anterior ocasionó una leve disminución de la disponibilidad hídrica en la zona de influencia sin registrar impactos significativos en la reducción del área de riego o de cambios en los patrones de cultivos. La gráfica 3.22 describe los resultados para 2014 de la estación Acajoneta.



Grafica 3.19 Registros de ocurrencia de sequías en las estaciones Hidroclimáticas de Nayarit en 2014.

Con base a los índices de Precipitación Estandarizada y el de Sequía hidrológica calculados en 2014 el territorio del Consejo de Cuenca de los ríos Presidio al San Pedro sufrió los embates de las sequías, la variación espacial del fenómeno fue determinada en un inicio por el SPI a un mes, para Durango la variación fue la de Ligeramente Seco a Moderadamente Seco en los meses de mayo, octubre y diciembre, para Nayarit el fenómeno incrementó su impacto de Ligeramente Seco a Extremadamente Seco en tres estaciones climatológicas y en los meses de julio, agosto y septiembre; para las estaciones ubicadas en Sinaloa el indicador de sequía para un mes no detectó valores que indiquen la presencia del fenómeno.

El SPI para tres meses en el territorio de la cuenca en estudio resultó ligeramente seco a moderadamente seco para una estación de Durango correspondiente a los meses de abril y mayo. Para el estado de Nayarit se incrementó el fenómeno de ligeramente seco a extremadamente seco para los meses de septiembre a octubre. En las estaciones de Sinaloa no se detectó la ocurrencia de sequías.

El SPI para 9 meses reporta una sequía ligeramente seca para el estado de Nayarit, Durango y Sinaloa no registraron la presencia de sequías.

El Índice de Precipitación Estandarizada a 12 meses en la región de estudio determinó una variación de la sequía de Ligeramente Seca a una Muy Seca para los meses de enero, mayo, junio, septiembre y agosto para Nayarit y Durango, al procesar las estaciones de Sinaloa resultan sin la presencia de sequías.

Cuando se amplía la aplicación del SPI para dos años en el territorio de las cuencas del Presidio al San Pedro, la escala de sequías en Durango varía de Ligeramente Seco a Moderadamente Seco en los meses de enero, mayo, junio y agosto. En Nayarit la intensidad de la sequía es de Moderadamente Seco a Muy Seco para los meses de enero, mayo, junio, noviembre y diciembre. Las estaciones de Sinaloa no presentan la presencia de

sequías. La Tabla G 34 del anexo G resume la escala de sequías para 2014 en las cuencas pertenecientes al Consejo de Cuenca del Presidio al San Pedro.

Con base al Índice de Sequía Hidrológica (SDI) en el territorio de las cuencas en estudio, resultaron dos estaciones hidrométricas con Sequía Ligera en los meses de octubre, noviembre y diciembre para el estado de Durango y de Sequía Ligera desde enero a diciembre para Nayarit. La tabla G 35 del anexo G muestra los resultados obtenidos.

3.5 Evaluación de los impactos históricos del periodo de 1978 al 2013 del Consejo de Cuenca de los Ríos Presidio al San Pedro

En el 2013, Torrecillas *et al.*, realizaron un análisis de los impactos históricos de la sequía más importantes en el Consejo de Cuenca de los Ríos Presidio al San Pedro.

A partir de 1993 la zona norte del país es la que ha resentido más severamente el periodo de sequía. Ante la falta de agua se dejó de sembrar medio millón de hectáreas de riego (INE, 2002). Según *Estadísticas del Agua en México*, los daños por sequía entre 1988 y 1994 fueron de 35 559 hectáreas en la ganadería del estado de Sinaloa. (CNA, 2006).

En 2002, el Instituto Nacional de Ecología (INE) informó que alrededor de 150 000 hectáreas de cultivo dejarían de sembrarse durante el ciclo agrícola otoño-invierno a consecuencia de la escasez de agua en las presas del Estado de Sinaloa. La falta de lluvias provocó que esa temporada sólo se concediera permiso para la mitad de lo estimado y que la Secretaría de Gobernación, declaró zona de desastre a Sinaloa a causa de la aguda sequía, (INE, 2002).

En 2003, según la publicación *Estadísticas del Agua en México*, la Región Hidrológica Administrativa III Pacífico Norte tuvo un grado de presión promedio de 33%, que se clasifica como media-fuerte (20%-40%). Estas son estimaciones realizadas por la Gerencia de Planeación Hidráulica, con base en la disponibilidad y extracciones de agua y el procedimiento de evaluación que marca la Comisión para el Desarrollo Sustentable de la ONU en su publicación *Evaluación General de los Recursos de Agua Dulce del Mundo 1997* (CNA, 2003).

En el 2004, se informa que en el país se utilizó el 15% del volumen medio de disponibilidad natural de agua. Sin embargo, en la porción norte se utiliza más del 40% de la disponibilidad natural. La ONU consideró que era una fuerte presión sobre el recurso hídrico y determina que la Región Hidrológica Administrativa III Pacífico Norte tiene un grado de presión del 40% (CONAGUA, 2005).

Por su parte, el Servicio Meteorológico Nacional (SMN) señaló a mayo de 2007 como el trigésimo séptimo mes más seco desde 1941. La temperatura máxima promedio fue de 32.2 °C. Las temperaturas máximas promedio se extendieron sobre el noroeste de Sonora y los estados de la cordillera de la Sierra Madre Oriental, afectando el noreste de Sinaloa y una porción del lado oeste de Durango. Condiciones de sequía extrema (D3) y severa (D2) se expandieron en el noroeste y oeste de México durante mayo en respuesta a las condiciones de sequía persistente que se desarrollaron en noviembre del mismo año. Las temperaturas por arriba de lo normal en esta

región agravaron las condiciones de sequía, a pesar de que los niveles de reserva permanecen más altos que los años anteriores al 2006 (CONAGUA, 2008).

En Sinaloa, en 2011 el impacto de la sequía fue aminorado por las reservas de agua que se tenían almacenadas en sus presas. Aun así, se realizó un programa de siembras conservador que estableció 568 000 hectáreas, cerca de 100 mil hectáreas menos de un programa normal, que incluye tradicionalmente 650 000 hectáreas. Los cultivos más demandantes de agua, como maíz, sufrieron una disminución en superficie, cercana al 30 %, pues de 430 000 hectáreas que se programaban en esta ocasión, sólo se autorizaron 304 405 hectáreas (*El Debate*, 2013).

4. OFERTA, DEMANDA Y DISPONIBILIDAD DE AGUA EN EL CONSEJO DE CUENCA DE LOS RÍOS PRESIDIO AL SAN PEDRO

4.1 Introducción

El análisis de la sequía histórica en el Consejo de Cuenca de los Ríos Presidio al San Pedro demuestra que en los últimos veinte años se han presentado condiciones que obligaron a apoyar a la población con medidas tales como el suministro de agua con pipas o ayuda financiera en el caso de los agricultores.

En este apartado se presenta una correlación entre los indicadores de la oferta, la demanda y la disponibilidad del recurso hídrico según sus características en las cuencas; no obstante, toma en cuenta otros factores que, aun habiendo oferta de agua suficiente, reducen su disponibilidad, como son la baja eficiencia y el desperdicio en el consumo.

Debido a que la información existente no siempre está detallada lo suficiente para evaluar el suministro de agua a los diferentes sectores de la sociedad durante los periodos de sequía identificados, se han analizado indicadores para correlacionar los cambios en la oferta y así presentar indicadores del impacto de la sequía. Además, se necesita considerar los diferentes sistemas de suministro de agua según la localidad en la cuenca, tal como se explica a continuación.

4.2 Oferta natural de agua en el Consejo de Cuenca

Los recursos hídricos en el Consejo de cuenca incluyen tanto el agua superficial como la subterránea. La primera está constituida por los escurrimientos de los Ríos: San Pedro, Presidio, Acaponeta, Baluarte y Cañas, así como los importantes arroyos de Rosa Morada y Bejuco en el estado de Nayarit; mientras que el agua subterránea incluye 15 acuíferos: Valle de Santiaguillo, Valle de Canatlán, Vicente Guerrero, Poanas, Valle del Guadiana, Madero-Victoria y Valle del Mezquital en la parte sureste del estado de Durango, ; Sabinas e Hidalgo, en el estado de Zacatecas;; Valle

Acaponeta-Cañas y San Pedro-Tuxpan, en el estado de Nayarit y ; Río Presidio, Valle de Escuinapa, Laguna Agua Grande, Río Baluarte y Río Cañas, en la parte sur del estado de Sinaloa. Siete de estos acuíferos se encuentran sobreexplotados.

De manera general, se puede calcular la oferta natural total anual de agua superficial en el territorio del Consejo. Considerando que el área de la cuenca es 52 334 km² y asumiendo un coeficiente de escurrimiento de 0.15 con una precipitación promedio anual de 700 mm, el caudal anual generado es 7850 millones de metros cúbicos al año.

Este cálculo se puede comparar con el análisis de la CONAGUA del escurrimiento natural deducido de 7238.59 Mm³ al año. Aun en condiciones críticas de sequía, cuando la precipitación podría ser el 50 % de lo normal se generarían 3925 Mm³ al año, suficiente para abastecer a 53.77 millones de usuarios, asumiendo un consumo sustentable de 200 litros por persona por día.

Sin embargo, se presentan síntomas de sequía debido a que el recurso no se aprovecha y en vez de captarlo cerca de su fuente se deja fluir aguas abajo hasta que se captura en las presas, recarga los acuíferos o descarga al mar. Por lo tanto se debe de captar esta agua en la cuenca alta y media por medio de las tecnologías de bajo impacto, tales como: humedales, pozos secos, aljibes, jardines de lluvia y cunetas bilógicas, entre otras. Además, esta es una solución idónea para las comunidades pequeñas y marginadas que probablemente nunca van a tener los recursos para construir, mantener y operar los sistemas de agua tradicionales.

4.3 Disponibilidad de agua superficial

Los escurrimientos de agua superficial en el Consejo de Cuenca están íntimamente ligados a la ocurrencia de la lluvia según las dos temporadas: la de verano, que comienza en julio y termina en octubre en todas las cuencas; y las de invierno, que abarca el periodo comprendido entre diciembre y enero que presenta generalmente se presentan más en la parte media/baja de la cuenca. Entre una y otra temporada de lluvias se dan periodos de estiaje, uno en noviembre y otro de febrero a junio.

Cabe señalar que la mayor parte del escurrimiento se capta en cinco presas, por lo que para entender la dinámica del uso del agua en el Consejo es imprescindible analizar la información histórica del funcionamiento de vasos (aportaciones, extracciones, almacenamiento, precipitación y evaporación). Con ello se busca conocer si la sequía ha tenido algún impacto en la disponibilidad del agua superficial. El resultado de los estudios de disponibilidad promedio en la cuenca se muestra en la Tabla 4.1.

Tabla 4.1. Disponibilidad de agua superficial en la cuenca de los Ríos Presidio al San Pedro.

Cuenca	Volumen medio anual de escurrimiento natural (Mm ³)	Disponibilidad (Mm ³)	Clasificación
Río San Pedro	2 616.64	2 316.66	Disponibilidad
Río Presidio	1 083.67	986.73	Disponibilidad
Río Acaponeta	1 433.33	1 405.67	Disponibilidad

Río Baluarte	1 830.28	1 793.3	Disponibilidad
Río Cañas	162.575	158.1	Disponibilidad
Total cuenca	7126.395	6 660.46	

Fuente: DOF 2013

En la cuenca Rio San Pedro, el volumen medio anual de escurrimiento natural es 2749.56 Mm³. En cuanto al Rio Presidio el volumen medio anual de escurrimiento natural es 1083.67 Mm³, mientras que en la cuenca Rio Acaponeta el volumen medio anual de escurrimiento natural es de 1433.33 Mm³, por su parte, en la cuenca Rio Baluarte, el volumen medio anual de escurrimiento natural es de 1830.28 Mm³ y la cuenca del Rio Cañas, el volumen medio anual de escurrimiento natural es de 162.575 Mm³.

4.4 Análisis del comportamiento de las presas en escenario de sequía

4.4.1 Almacenamiento en las presas

Si bien el conocimiento de la disponibilidad natural de agua es esencial para una correcta gestión del recurso en situaciones de sequía en cualquier cuenca, en aquellas cuyas corrientes principales están reguladas por presas el análisis del comportamiento del agua almacenada en ellas es determinante.

Con base en lo anterior, se evaluó el almacenamiento promedio anual en las cinco principales presas en los últimos 13 años para analizar si existe una correlación entre la sequía y el nivel de almacenamiento (ver Tabla 4.2). Los resultados demuestran situaciones frecuentes en las que los niveles de las presas van sistemáticamente a la baja en años recientes, aun cuando las precipitaciones no cambian significativamente. Así, la disminución en la disponibilidad es en gran medida un reflejo del manejo que se hace del recurso en la cuenca y sobre el que se debe incidir como medida de prevención de la sequía (Tabla H-1 del Apéndice H).

El análisis de los almacenamientos promedio puede ocultar situaciones de escasez cuando las presas alcanzan un nivel crítico (menor de 20% del almacenamiento) al fin de temporada de estiaje, por lo que también se analizó el almacenamiento al 1 de junio (Ver Tabla H-2 y H-3 de Apéndice H, CONAGUA, 2013b).

Tabla 4.2. Almacenamiento promedio anual en las presas del Consejo de Cuenca de 2000-2014.

Presa	Almacenamiento promedio (Mm ³)	Porcentaje anual representa %	Periodo	Situaciones críticas al 1 de junio
-------	--	-------------------------------	---------	------------------------------------

Santiago Bayacora	84.53	84.27	2000-2014	El almacenamiento promedio anual más bajo se registró en 2001, con un promedio del 24.88% de su volumen de conservación.
Guadalupe Victoria	61.46	75.87	2000-2014	El almacenamiento promedio anual más bajo se registró en 2001, con un promedio del 49.70 % de su volumen de conservación
Francisco Villa	53.66	68.19	2000-2014	El almacenamiento promedio anual mínimo del 41.86% se registró en 2001
Caboraca	29.95	66.55	2000-2014	Solo alcanzó un almacenamiento crítico (que se define menor al 20 por ciento) en 2012 cuando se registró el 17.66% de su capacidad
Peña Del Águila	21.09	66.02	2000-2014	El almacenamiento promedio anual más bajo fue 25.74% en 2011

Fuente: CONAGUA, 2014.

4.4.2 Aportaciones a las presas

Con el propósito de establecer el vínculo que existe entre las condiciones meteorológicas y el manejo de las presas, se analizaron los registros diarios de la información climatológica para las presas, al igual que el almacenamiento diario, las aportaciones, extracciones, variaciones de temperatura, precipitación y la correlación con los indicadores de sequía (Tabla H-4 del Apéndice H).

Los cambios en la temperatura tienen impacto en el balance hídrico regional, pues afectan la evapotranspiración y, según la precipitación, variará la disponibilidad de agua. Se puede observar la gran variabilidad en las aportaciones como resultado de la relación entre precipitación y nivel de almacenamiento en las presas. La precipitación es importante para determinar la disponibilidad del recurso almacenado, pero existe un desacoplamiento en ciertos periodos, resultado del manejo del agua que, aunado a la variabilidad de la precipitación, llevó a una rápida disminución en los niveles de las presas en las últimas dos décadas. En la Tabla H-4 del Apéndice H, se puede observar que en total la aportación anual es mayor que la extracción anual, pero por año es menor en 2005 y 2011.

4.4.3 Correlación entre las métricas de las presas e indicadores de sequía

Las estaciones climatológicas utilizadas para el análisis de los índices de PDSI y su correlación con el almacenamiento y las aportaciones de las presas para esta cuenca, fueron: Acajoneta, Cucharas, La Estancia, Francisco Villa, Ciudad Guadalupe Victoria, Observatorio Durango, Pajaritos, Rosamorada, El Rosario, Ruiz (San Pedro), Santa Bárbara, Santiago Bayacora, Las Tortuga y Siqueros . Además, se consultó la información disponible en la página *web* de North American Drought Monitor (Monitoreo de la Sequía de Norteamérica) para complementar el análisis.

A continuación se presenta los menores almacenamientos en las presas, correspondientes a los años con sequía, para el periodo 2000-2013, que son: 2000, 2001, 2002, 2006, 2008 y 2012 (CONAGUA, 2013a).

4.4.4 Registros de las presas en 2000 y Condiciones de Sequía

En el año 2000, las presas alcanzaron un nivel del 37.3% al 1 de junio, con un almacenamiento de 125.7 Mm³ y para el 1 de diciembre de 2000 disponían de un volumen almacenado de 162.1 millones de metros cúbicos, es decir, el 48.1% de su capacidad. Los índices de sequía indican una sequía extrema de corta duración de enero a abril, aunque empezó en octubre de 1999, por lo tanto se puede concluir que la sequía afectó levemente el nivel de las presas (ver Tabla G-21 del Apéndice G) (CONAGUA, 2013a).

4.4.5 Registros de las presas en condiciones de sequía en 2001

A principios del año 2000 se presentó una sequía severa; en el caso de la estación Santa Bárbara, la sequía comenzó en septiembre de 2000 y duró hasta febrero de 2001, o sea duró cinco meses. Debido al impacto de la sequía, el almacenamiento de las presas, al 1 de junio de 2001 es del 31.70%, es decir, de 106.80 millones de metros cúbicos y apenas se recuperaron para el 1 de diciembre de 2001, cuando las presas disponían de un volumen almacenado de 132.2 millones de metros cúbicos, es decir, el 39.23% de su capacidad (Tabla G-22 del Apéndice G) (CONAGUA, 2013a).

4.4.6 Registros de las presas en Condiciones de Sequía en 2002

Las presas apenas empezaban a recuperarse de la sequía de 2001, cuando se presentó otra sequía en 2002. El impacto de esta fue que las presas alcanzaron el nivel promedio más bajo registrado en la cuenca del 28.35% al 1 de junio de 2002, con un almacenamiento de 95.5 millones de metros cúbicos; no obstante, las presas se recuperaron para el 1 de diciembre de 2002 cuando las presas disponían de un volumen almacenado de 312.2 millones de metros cúbicos, o el 92.65% de su capacidad. Se puede explicar el comportamiento de las presas analizando la precipitación en la presa Peña del Águila, la cual fue 578.9 milímetros para el periodo junio a octubre de 2002, que es el 30.41% mayor que la precipitación normal para el mismo periodo de 443.9 mm y 4.68% mayor que la precipitación normal anual de 553 mm (ver Tabla G-23 del Apéndice G) (CONAGUA, 2013a).

4.4.7 Registros de las presas en Condiciones de Sequía en 2006

En 2006 se presentó una sequía severa/extrema de relativamente corta duración. Por lo que se ve, no afectó las presas significativamente, probablemente por presentarse en la temporada de estiaje y además las presas disponían de buena capacidad al 1 de diciembre de 2005 con el 81.39%, o sea, existía agua de reserva que es exactamente el propósito de las presas; las presas alcanzaron el 52.09% al 1 de junio y terminaron el año casi llenas con el 92.65% al 1 de diciembre de 2006 (ver Tabla G-27 del Apéndice G) (CONAGUA, 2013a).

4.4.8 Registros de las presas en Condiciones de Sequía en 2008

Al principio de 2008, se presentó una sequía severa/extrema de relativamente corta duración, seguida por unos meses de alta precipitación registrándose 863.4 mm en la presa Peña del Águila, 829.2 mm en la presa Guadalupe Victoria y 820.4 milímetros en la presa Santiago Bayacora, que representa una precipitación del

56% mayor que la precipitación media anual normalizada. Por lo tanto, la sequía no impactó el almacenamiento en las presas, al 1 de junio registraban el 54.63% de su capacidad mientras que al 1 de diciembre de 2008 superaban su capacidad de conservación (Tabla G-29 del Apéndice G) (CONAGUA, 2013a).

Tabla 4.3. Almacenamiento en la presas en junio y diciembre de 2000 a 2008

Año	Almacenamiento al 1 de junio %	Almacenamiento al 1 de diciembre %
2000	37.31	48.1
2001	31.7	39.23
2002	28.35	96.65
2006	52.1	88.33
2008	54.8	101.81

Fuente: CONAGUA, 2013b

4.4.9 Registros de las presas en Condiciones de Sequía en 2011-2012

La información climatológica del año 2012, presenta condiciones de sequía leve por un largo plazo (tabla G-34 del Apéndice G), que afectó una gran parte del territorio del Consejo. Las presas llegaron al 46.18% al 1 de junio de 2012 y 53.5% a junio de 2013 (Tabla 4.4).

Tabla 4.4. Almacenamiento en las presas del periodo 2009 a 2014.

Año	Almacenamiento al 1 de junio %	Almacenamiento al 1 de diciembre %
2009	71.9	97.21
2010	74.4	104.9
2011	72	55.66
2012	46.18	67.89
2013	53.5	111.91
2014	90.45	111

Fuente: CONAGUA, 2014

4.5 Cobertura de agua potable

En la cuenca alta/media, según datos registrados en CONAPO (2013b), los ocupantes de viviendas sin agua entubada por municipio en el estado de Durango, son: el 3.27% en Canatlán, el 1.39% en Durango, el 2.72% en Guadalupe Victoria, el 68.05% en Mezquital, el 6.41% en Nuevo Ideal, el 1.99% en Nombre de Dios, el 2.75% en Panuco de Coronado, el 0.32% en Poanas, el 21.29% en Pueblo Nuevo, el 4.53% en SÚchil y el 0.73% en Vicente Guerrero; mientras que en Zacatecas, en el municipio de Chalchihuites el 6.24% y en el municipio de Sombrerete el 7.26% de los ocupantes en viviendas no disponen de agua entubada (CONAPO, 2013b).

En lo que se refiere a la cuenca media/ baja, los ocupantes de viviendas sin agua entubada por municipio en el estado de Nayarit, son: el 6.25% en Acaponeta, el 24.62% en Huajicori, el 7.17% en Rosamorada, el 7.87% en Ruíz, el 24.63% en Santiago Ixcuintla, el 12.97% en Tecuala, el 17.05% en Tuxpan.

Los ocupantes de viviendas sin agua entubada en la cuenca baja por municipio en el estado de Sinaloa, son: el 10.01% en Concordia, el 10.70% en Escuinapa, el 1.15% en Mazatlán y el 7.22% en Rosario (CONAPO, 2013b).

4.5.1 Evolución en la Cobertura del Servicio de Agua Potable

En 1990, el nivel más bajo de cobertura del servicio de agua potable a nivel estatal en la cuenca era 74.8% en Zacatecas y para el 2011 se logró dotar de dicho servicio a un mayor número de la población, elevando su nivel de vida, con cobertura del 95.5% en Durango, del 95% en Zacatecas, del 94.5% en Nayarit y el 95.5% en Sinaloa (pero como se mencionó previamente no se logró este nivel en toda la cuenca); mientras que a diciembre de 2011, se registró una cobertura promedio nacional de agua potable del 91.6%. La sequía no ha afectado la evolución en la cobertura del servicio de agua potable, como se demuestra en la Tabla 4.5 (SEMARNAT, 2012).

Tabla 4.5. Evolución en la cobertura del servicio de agua potable por entidad federativa 1990-2013.

Estado	Durango		Zacatecas		Nayarit		Sinaloa	
	Con	Sin	Con	Sin	Con	Sin	Con	Sin
Año/Unidad	%	%	%	%	%	%	%	%
1990	84.6	15.4	74.8	25.2	83.4	16.6	79.8	20.2
1995	89.6	10.4	82.7	17.3	86.7	13.3	88	12
2000	91.6	8.4	88	12	89.6	10.4	91.8	8.2
2005	90.9	9.1	92.8	7.2	91.4	8.6	93.1	6.9
2010	94.9	5.1	95	5	93.1	6.9	94.9	5.1
2011	95.5	4.5	95	5	94.5	5.5	95.5	4.5
2012	96.3	3.7	96.4	3.6	91.7	8.3	96.5	3.5
2013	96.8	3.2	96.3	3.7	94	6	97.1	2.9

Fuente: SEMARNAT, “situación del subsector agua potable, alcantarillado y saneamiento”, 2013.

4.5.2 Evolución del agua suministrada y desinfectada para consumo humano

En la publicación *Estadísticas de los Organismos Operadores* en relación al suministro y potabilización de agua, a nivel estatal, muestra que en todos los estados en la cuenca, la cantidad de agua suministrada y desinfectada para consumo humano muestra un incremento pequeño para el periodo 2000 a 2013. No se pudieron localizar estadísticas previas. Igualmente, se puede concluir que la sequía no ha afectado la producción de las plantas potabilizadoras (Tabla H-5 del APENDICE H). Cabe aclarar que a nivel estatal la cantidad de agua tratada es menor en Durango, por la razón de que se utiliza agua subterránea para el suministro público urbano, la cual no necesita tratamiento en muchas instancias (SEMARNAT, 2012).

4.6 Oferta, demanda y disponibilidad de agua subterránea

Respecto al uso agrícola en distritos de riego, por mucho el principal del Consejo, la más importante fuente de suministro es el agua superficial; sólo cuando se registran bajos almacenamientos en las presas por efecto de sequías, se utiliza con intensidad el agua subterránea para cubrir en parte el déficit de agua para riego.

De acuerdo con los estudios teóricos, siete de los 15 acuíferos están sobreexplotados, tal como se expone en el apartado que a continuación examina los usos consuntivos en la cuenca.

La disponibilidad de agua superficial ha disminuido intermitentemente por efectos de sequías recurrentes, así como por el aumento considerable de la demanda, dando lugar a que el agua subterránea se convierta en uno de los principales recursos para el desarrollo del sector hídrico en el Consejo, lo que ha provocado que se intensifique su extracción.

El aumento de la demanda se ha tenido que satisfacer incrementando el número de obras para extraer aguas subterráneas, sin tener una contabilidad adecuada de ellas. Para mejorar su administración, es necesario actualizar el inventario de pozos y determinar con mayor precisión su distribución y volúmenes de extracción por usos.

Es importante señalar que los principales usuarios de aguas subterráneas son: los módulos de riego, Los propietarios de pozos particulares de uso agrícola y los organismos operadores de agua potable de los principales centros de población y tienen asignado el resto del volumen concesionado en los acuíferos, aunque existen otros aprovechamientos para diversos usos, que se encuentran irregulares y en proceso de trámite para su correspondiente concesión (SPIC, 2010).

De acuerdo con los estudios, los acuíferos: Valle de Santiaguillo, Valle de Canatlán, Vicente Guerrero – Poanas, Madero – Victoria, y Valle del Guadiana, muestran un déficit en su disponibilidad, que van desde 0.9 Mm³ al año para el Acuífero Madero – Victoria, hasta 21.2 Mm³ al año en el Acuífero Valle del Guadiana. El resto tienen volúmenes disponibles que son (en millones de metros cúbicos al año): Sabinas 3.1; Hidalgo 4.02; Valle del Mezquital 0.88; San Pedro – Tuxpan 16.19; Río Presidio 17.6 y Valle Acaponeta – Cañas 2.22 (Tabla 4.6).

No se ha localizado información sobre el impacto actual de la sequía en los acuíferos. La sequía impacta la disponibilidad de los acuíferos al reducir la recarga natural; además también existen problemas de contaminación que potencialmente disminuyen su disponibilidad, tales como:

- Descenso de los niveles piezométricos con lo que disminuye la aportación a los cursos fluviales y a los manantiales
- Reducción de la recarga a los acuíferos alterando su balance hídrico y por tanto la disponibilidad
- Incremento del riesgo de intrusión marina por disminución de las descargas al mar y el mantenimiento o incremento de las explotaciones.
- Salinización de terrenos agrícolas, producidos principalmente por los retornos de riego que han ocasionado una elevación de los niveles freáticos someros del agua subterránea.

Tabla 4.6. Acuíferos en la Cuenca de los Ríos Presidio al San Pedro publicados en el DOF 2013.

Acuífero	Subregión Hidrológica	Recarga Mm ³ /año	Extracción Mm ³ /año	Disponibilidad Mm ³ /año	Condición Geohidrológica
Valle de Santiago	Río San Pedro	42.7	60	0.0	Sobreexplotado, déficit de 17.3 Mm ³ /año
Valle de Canatlán	Río San Pedro	40.6	48	0.0	Sobreexplotado, déficit de 7.4 Mm ³ /año
Vicente Guerrero-Poanas	Río San Pedro	87.1	93.2	0.0	Sobreexplotado, déficit de 6.1 Mm ³ /año
Sabinas	Río San Pedro	37.5	36.8	3.1	Subexplotado
Hidalgo	Río San Pedro	7.4	5.1	4.02	Subexplotado
Madero-Victoria	Río San Pedro	21.7	22.6	0.0	Sobreexplotado, déficit de 0.9 Mm ³ /año
Valle del Guadiana	Río San Pedro	127.1	148.3	0.0	Sobreexplotado, déficit de 21.2 Mm ³ /año
Valle del Mezquital	Río San Pedro	222	137.7	0.88	Disponibilidad
San Pedro-Tuxpan	Río San Pedro	36.1	4.9	16.19	Disponibilidad
Río Presidio	Río Presidio	97.5	76.6	17.6	Disponibilidad
Valle Acaponeta-Cañas	Río Acaponeta	20	10.6	2.22	Subexplotado
Valle de Escuinapa	Río Acaponeta	12.7	1.8	12.11	Subexplotado
Laguna Agua Grande	Río Acaponeta	45.1	11.9	28.7	Disponibilidad

Río Baluarte	Río Baluarte	58.9	13.8	34.12	Disponibilidad
Río Cañas	Río Cañas	15	0.7	0.0	Subexplotado
Total		871.4	672	118.94	

Fuente: DOF, 2013.

- Incremento del contenido de sales en la franja costera, debido a los efectos generados por los intercambios iónicos de evaporitas y material predominantemente arcilloso, y a la baja resistividad de estratos poco profundos.
- Contaminación producida por la actividad industrial, urbana, agrícola y natural, siendo las principales causas: las descargas industriales y de centros urbanos, retornos de riego, drenes, la ambiental, por contacto y la intrusión salina.
- Existen afectaciones puntuales por coliformes, salinidad y en menor proporción por otros tipos de contaminantes, entre ellos los agroquímicos, el flúor y el arsénico (adaptado de los estudios de disponibilidad correspondientes al DOF (2009).

4.7 Demanda

No existe la información para analizar el impacto de la sequía con respecto a la demanda, probablemente debido a la falta de estrategias y medidas para responder ante dicha situación. No obstante, con base al análisis de la información cualitativa, se puede llegar a la conclusión de que hasta ahora, las medidas para reducir la demanda en tiempos de sequía son puramente reactivas y por lo tanto no se puede establecer la relación entre la sequía y la demanda de una manera sistemática. Además, prácticamente no existen estudios de la demanda real, de sus determinantes y factores impulsores a nivel global o por sector de usuarios. Sin embargo, es importante entender los factores que influyen en la demanda para elaborar medidas preventivas y a largo plazo para la gestión de la demanda. Por eso, en este apartado se ofrece información de la demanda teórica y estadísticas que demuestran que la sequía es solo un factor que influye en la demanda, pero no tan determinante como la falta de la gestión sustentable del recurso que causa la sequía hídrica.

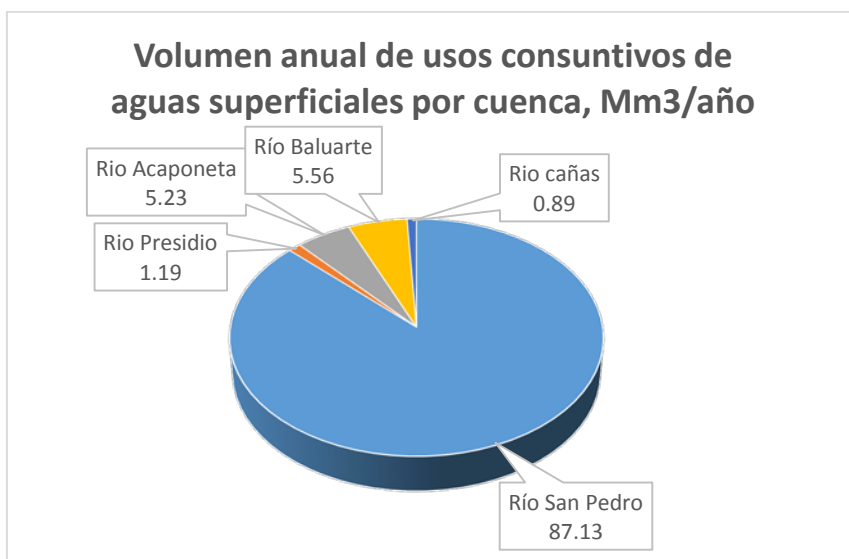
4.7.1 Estimación de los valores anuales del REPDA.

Los valores concesionados en el REPDA para las agua superficiales, se calcularon con base de un balance de registros proporcionado por el Organismo de Cuenca Pacífico Norte de la CONAGUA en junio de 2013, mientras que para las aguas del subsuelo, los valores publicados en este documento, se obtuvieron de los volúmenes concesionados de agua subterránea con fecha de corte, en el Registro Público de Derechos de Agua, al 30 de septiembre de 2008, publicados en el Diario Oficial de la Federación el 28 de agosto de 2009.

4.7.2 Usos Consuntivos de Aprovechamientos de Aguas Superficiales en la cuenca de los Ríos Presidio al San Pedro.

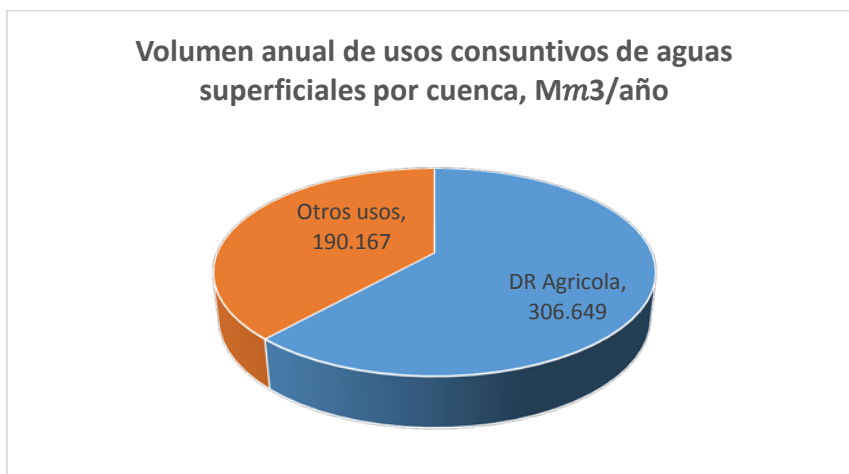
Los usos consuntivos de aprovechamiento de aguas superficiales predominan en el Consejo de Cuenca, por lo que las consideraciones de la sequía deben basarse en su análisis.

Dichos volúmenes, por usuario y por cuenca, se muestran en la Tabla H-6 del Apéndice H a partir de la cual se generan las gráficas siguientes:

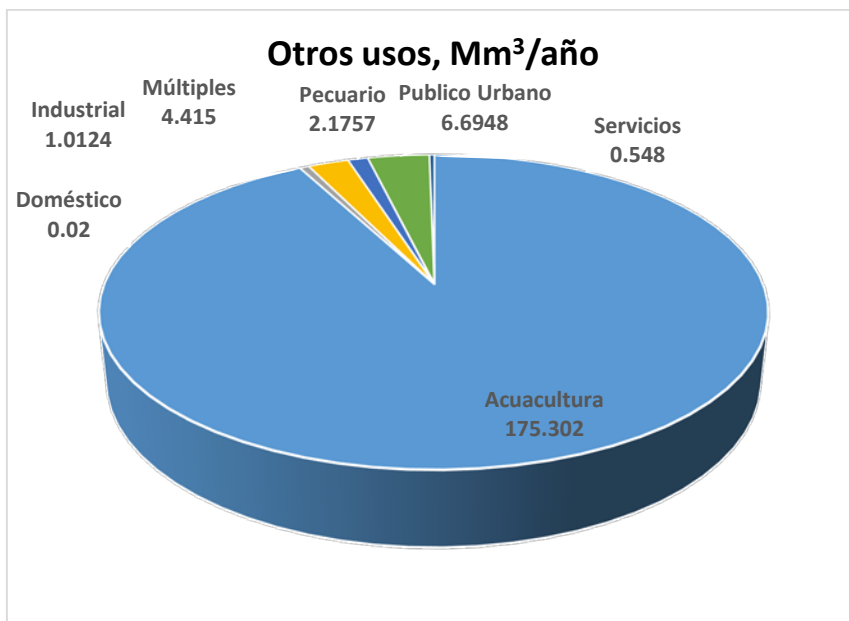


Grafica 4.1. Volumen anual de usos consuntivos de aguas superficiales por cuenca

La presencia de los distritos de riego explica la predominancia de las cuencas de los ríos San Pedro, Presidio, Acaponeta, Baluarte y Cañas en los usos consuntivos.



Grafica 4.2. Volumen anual de usos consuntivos de aguas superficiales por cuenca



Grafica 4.3. Otros usos

Después del uso agrícola, el uso público urbano es el más importante entre los otros usos consuntivos.

Los distritos de riego consumen la mayor parte del agua en el Consejo; están organizados en módulos de riego, cuya distribución por distrito, presa y cuenca se muestra en la Tabla 4.7

Tabla 4.7. Distritos de riego en el Consejo de Cuenca.

Distrito de riego	Presas	Cuenca	Modulos
No. 052 estado de Durango	Guadalupe Victoria, Santiago Bayacora, Peña del Águila, Francisco Villa y Caboraca	Río San Pedro	5
No. 043 estado de Nayarit	dos plantas de bombeo, 59 pozos profundos y dos presas derivadoras	Ríos Ameca, Santiago y San Pedro	4
No. 111 Presidio	dos plantas de bombeo, 18 pozos profundos, dos presas derivadoras y seis diques	Ríos Presidio y Baluarte	1

El volumen total de usos consuntivos de aguas superficiales es de 496.817 Millones de metros cúbicos. Su distribución por cuenca se presenta en la Tabla 4.8:

Tabla 4.8. Volumen de usos Consuntivos.

Cuenca/subcuenca	Volumen anual, Mm ³ /año
San Pedro	432.899
Presidio	5.904
Acaponeta	25.966
Baluarte	27.604
Cañas	4.4441
Total	496.817

El detalle de la distribución se muestra en las Tablas H-7 a la H-13 del Apéndice H.

4.7.3 Demanda de agua para uso Agrícola

La acuacultura en la cuenca baja y la agricultura en la cuenca alta representan el 98.32 % de los usos en la cuenca del Río San Pedro.

En las cuencas alta y baja, la presión para cubrir las demandas de agua ha aumentado, sobre todo en el sector agrícola, debido a que no se ha alcanzado el nivel óptimo respecto a la eficiencia en el uso y manejo del agua, tanto en los sistemas de distribución como a nivel parcelario, lo que ocasiona: baja productividad agrícola, limitaciones al desarrollo socioeconómico del área, impactos negativos en los sistemas ecológicos y los consecuentes conflictos por el agua entre los usuarios. La eficiencia global del uso del agua en la agricultura es inferior al 40%, es decir, se estima que más del 60% del agua aplicada al riego se traduce en pérdidas del recurso (Tabla 4.9)

Es necesario: modernizar y tecnificar zonas agrícolas, incentivar el reusó del agua, promover la reconversión de cultivos de acuerdo a la disponibilidad del recurso, ajustar las concesiones de riego a la disponibilidad de agua en la región, y dar el mantenimiento adecuado a la infraestructura de riego (desde las presas hasta los puntos de entrega a los usuarios y fortalecer a las organizaciones de usuarios) (CONAGUA, 2009).

Se puede establecer un indicador indirecto del impacto de la sequía en la demanda en el sector agrícola, por medio del análisis de la producción para el Distrito de Riego 111 Baluarte-Presidio en los años 2006 y 2008, cuando se presentaron condiciones de sequía. Aunque, no se puede observar una correlación entre la sequía y la superficie cosechada, el valor de la cosecha disminuyó el 20 por ciento en 2008 comparado con el 2006, posiblemente debido a la sequía; ver Tabla H-19 y H-20 del Apéndice H (CONAGUA, 2010b).

Tabla 4.9. Demanda y eficiencia en los Distritos de Riego.

Distrito de Riego	Superficie Física (ha)	Superficie Cultivada (ha)	Lamina bruta (cm)	Volumen Distribuido (hm3)	Eficiencia (%)	Lamina neta (cm)
111 Río Presidio	2 589.5	3 302	115.6	29.9265	48.5	56.066
052 Estado de Durango	12 430.8	13 892	97.2	120.7971	44.7	43.4484
043 Estado de Nayarit	31 540.7	45 464	174.9	551.6768	37	64.713

Fuente: Estadísticas agrícolas de los distritos de riego, CONAGUA 2012-2013.

4.7.4 Demanda de agua para uso público urbano

El uso del agua para el sector público urbano representa sólo el 17% del uso consuntivo en el Consejo de Cuenca.

La dotación de litros por habitante por día, se calcula con el total del agua producida en el año dividida entre el número de habitantes y entre los 365 días del año. La mayor dotación observada es la población de Santiago Ixcuintla, Nayarit con 499 litros por habitante al día, y la menor es la de Tuxpan, Nayarit con 153 litros diarios por habitante (SEMARNAT, 2012).

El agua no contabilizada (ANC, Figura 11) es el porcentaje del volumen de agua no facturado (volumen producido menos volumen facturado) con relación al volumen producido en el año. En Victoria de Durango, Durango, el agua no contabilizada es el 50%, mientras que en Santiago Ixcuintla, Nayarit es el 33%, pero a pesar de ser el más bajo en la cuenca presenta un alto nivel, lo cual es un factor determinante en la demanda de agua en el sector Público-Urbano, pues refleja que el costo del agua no se recupera y por lo tanto no hay incentivas económicas para reducir la demanda (ver Tabla H-21 del Apéndice H) (SEMARNAT, 2012).

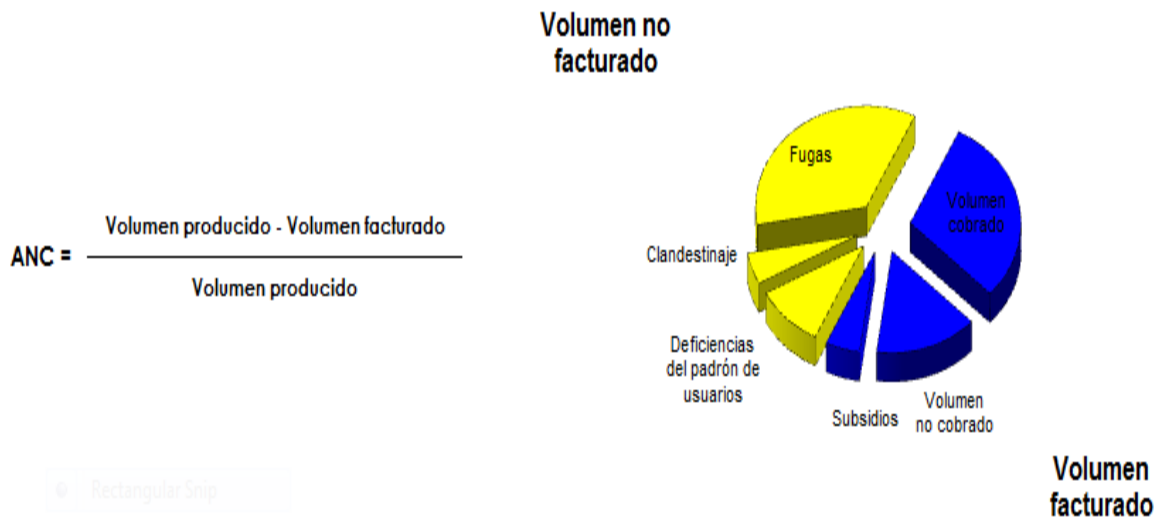


Figura 4.0.1. Agua no contabilizada

4.8 Calidad del Agua

El análisis de calidad del agua se basó en los valores del Índice de Calidad del Agua (ICA). Este es un número entre 0 y 100, que permite conocer, de primera intención, el grado de contaminación de un cuerpo de agua, entre más cercano a 100 sea el valor del ICA, la calidad del agua será mejor. Los parámetros que se utilizan para calcular el ICA son: oxígeno disuelto, pH, conductividad eléctrica, nitratos, DBO5, fosfatos, nitrógeno amoniacal, bacterias coliformes totales y fecales, cloruros, dureza total, grasas y aceites, sólidos disueltos totales, turbiedad, detergentes, alcalinidad total, color y sólidos suspendidos totales.

Con el objetivo de analizar la influencia de la sequía en la calidad del agua, se revisó el periodo 1999-2011 en virtud de la disponibilidad de registros del ICA. En el territorio del Consejo de Cuenca se monitorea en las estaciones: Chametla, El Walamo, Aguas debajo del Rosario. Los valores del ICA se muestran en la Tabla 4.10.

Los valores entre 50 y 69 son equivalentes a poca contaminación, mientras que los valores 70 y 84 corresponden a calidad del agua aceptable, mayor de 85 representa agua de excelente calidad. El agua con ICA de 50 al 69 debe de ser potabilizada para el consumo humano, es utilizable en la mayoría de cultivos, presenta el límite para peces muy sensitivos, no requiere tratamiento para la mayoría de industrias de operación normal pero se deben restringir los deportes de inmersión evitando que se ingiera dada la posibilidad de presencia de bacterias.

La sequía severa/extrema en la cuenca se presentó en los periodos de 1998 al 2007 y de 2008 al 2013. Se puede observar una disminución en la calidad del agua en 2000, 2001 y 2002 en El Walamo; en 2001 la calidad del agua fue inferior en la estación aguas abajo de la descarga de El Rosario; en la misma estación, se puede observar otra disminución en la calidad del agua en 2006, aunque en 2009 se observó una fuerte disminución

que indica contaminación del agua. Por lo tanto se puede concluir que la calidad del agua evaluada con los parámetros del ICA fue afectada moderadamente por la sequía.

Tabla 4.10. Valores promedio anuales del ICA

Año	Estación y valor del ICA		
	Chametla	El Walamo	Aguas abajo de la descarga de El Rosario
1999	69	61	66
2000	71	54	65
2001	74	58	59
2002	69	58	69
2003	70	62	70
2004	77	63	64
2005	73	64	61
2006	68	67	56
2007	78.34	65.12	58.34
2008	73.62	68.49	60.42
2009	70.41	70.53	52.94
2010	70.23	67.67	65.24
2011	72.49	64.2	63.53
Media	72.00	63.31	62.38

Fuente: CONAGUA, 2013.

Cabe aclarar que el ICA no evalúa todos los parámetros de contaminación puntual y difusa debido a: la agricultura intensiva, las actividades pecuarias, la camaronicultura, las actividades industriales, las descargas directas de plantas de tratamiento de aguas residuales y el desarrollo urbano. Estas fuentes generan metales pesados, causan contaminación química y microbiológica y la eutroficación de los recursos hídricos de la cuenca. Además, la disminución del volumen de agua de los ríos debido a la extracción para uso agrícola disminuye el caudal ecológico y su capacidad de dilución y purificación.

Los estudios conducidos por varios autores (Galindo-Reyes, 2000; Osuna *et al.*, 2002 y Torrecillas *et al.*, 2007), coinciden en que la contaminación por plaguicidas es el principal problema de contaminación química que enfrentan las cuencas de los ríos Colorado, Yaqui, Mayo, Fuerte, Sinaloa, Culiacán y San Pedro Mezquital.

En cuanto la calidad del agua en los acuíferos, se revisaron los informes técnicos elaborados en 2002 y 2008, de los cuales se presenta un resumen a continuación, tan solo para los ocho acuíferos (de los quince en la cuenca) donde se ha detectado contaminación de las aguas subterráneas.

En una gran parte del acuífero del Valle Vicente Guerrero-Poanas, los valores de flúor están fuera de los límites, tanto para fuentes de abastecimiento de agua potable, como para uso en riego agrícola, ya que se encuentran valores de 0.3 a 4.6 mg/l, predominando las concentraciones entre 1 y 2.5 mg/l; esto, se puede atribuir probablemente a la formación geológica de esta zona, ya que el flúor tiene su origen en la disolución de la fluorita o en aguas de origen magmático. Otro de los parámetros que también está fuera de norma para uso como agua potable son los Nitratos con concentraciones de hasta 13.1 mg/l, esto se podría atribuir a: la contaminación dispersa como son las zonas agrícolas, ya que algunos cultivos provocan la producción de Nitrógeno-, así como, a los plaguicidas y herbicidas que contienen altas cantidades de Nitrógeno. Con excepción de estos parámetros, todos los demás están dentro de los límites que establecen los Criterios Ecológicos de Calidad de Agua (CNA, 2002c).

En el Acuífero Valle del Guadiana se observa que los contaminantes principales registrados en las aguas subterráneas de la ciudad de Durango son el Flúor y el Arsénico, determinados desde la década de 1980, en estudios tanto geológicos, como de calidad del agua que se han realizado en el valle.

Dentro de las actividades más contaminantes al subsuelo por parte de las poblaciones rurales, destacan:

- Las fosas sépticas, que aportan contaminantes orgánicos y microorganismos, que representan una disposición directa al subsuelo y una posible contaminación por infiltración;
- El manejo de agroquímicos que contaminan los acuíferos, debido a la persistencia de estos productos en el subsuelo;
- La contaminación de los cauces, ha sido un problema que en el valle se ha agudizado conforme pasa el tiempo, básicamente por el incremento en los volúmenes de las aguas residuales. Los de mayor

interés, debido a que cruzan la ciudad, son: Arroyo Acequia Grande, Arroyo Seco y el río Saucedá – Durango; y

- La falta de tratamiento de las aguas residuales de algunas poblaciones (CNA, 2002e).

Con respecto a la calidad química del agua en el Acuífero San Pedro-Tuxpan, tomando en cuenta los resultados de los análisis fisicoquímicos; se puede determinar que el agua subterránea es de muy buena calidad ya que la concentración de Sólidos Totales Disueltos (STD) varía de 200 a 600 ppm, que la hacen apta para el consumo humano. Sin embargo, no se descarta la posible contaminación antropogénica debido a la existencia de niveles freáticos someros en las zonas aledañas a los núcleos de población. Con respecto a la calidad biológica del agua, se detectó la presencia de Coliformes Totales y Fecales, en casi todos los aprovechamientos que abastecen a las poblaciones, sólo los correspondientes a H. Batallón de San Blas, Tuxpan, Sentispac, Gavilán Grande, y Santiago Ixcuintla están exentos de la presencia de estos contaminantes (CONAGUA, 2008g).

En el Acuífero Río Presidio, en el área de abastecimiento de agua subterránea para el servicio público urbano de la ciudad de Mazatlán, Sinaloa, se cuenta con agua de buena calidad, los resultados obtenidos en las muestras analizadas recientemente, indican que estas varían de 82 a 394 ppm de STD, mientras que los valores máximos se presentan cercanos a la línea de costa, con 606 y 806 ppm de STD, a excepción de una obra en la que se manifiesta una concentración del orden de 1800 ppm de STD, que se atribuye a situaciones de alteración local de la calidad del agua, considerando que de no tomarse medidas correctivas oportunas, el riesgo de intrusión salina sea inevitable. Los tipos de contaminación más comunes, son: los producidos por la actividad industrial, urbana, agrícola y natural, mientras que las principales causas son generadas por las descargas de los centros de población, retornos de riego, drenes, la ambiental, por contacto, evaporitas y la intrusión salina; determinando que los diferentes servicios que conlleva la utilización de las aguas subterráneas son afectados en forma puntual por coliformes en algunos casos, por salinidad y en menor proporción por otros tipos de contaminantes, entre los que se encuentran principalmente los agroquímicos. Otro tipo de contaminación que es importante controlar, es la aplicación de agroquímicos (lo cual es limitado), por lo que es necesario promover el uso racional y contar con los sitios adecuados para el confinamiento y disposición de los envases contenedores y residuos de estos productos (CNA, 2002f).

Con respecto a la calidad química del agua en el Acuífero Valle Acaponeta-Cañas, la concentración de sólidos totales disueltos varía entre 500 y 1400 ppm. Las concentraciones correspondientes al rango de 500 a 1000 ppm presentadas entre Tecuala y Acaponeta, siguen la trayectoria del río Acaponeta, lo cual puede deberse a una recarga al acuífero por parte de éste. Las concentraciones se incrementan hacia el NE-SW y posiblemente se deban a una intrusión salina por las mareas debido a la cercanía del mar (CNA, 2002h). Cabe aclarar, que el límite de sólidos totales disueltos para fuentes de abastecimiento de agua potable es 1000 ppm, por lo tanto, se necesita tratamiento para el consumo humano donde excedan este valor.

En el Acuífero Valle de Escuinapa se observó que en general las muestras de agua subterránea, desde el punto de vista físico-químico, se encuentran dentro de los límites permisibles, establecidos por la Secretaría de Salud

en la Norma Oficial Mexicana NOM-1275SA1- 1994; pero no en el microbiológico, debido a que se llegaron a presentar coliformes tanto totales 1100 NPM/100 mg/l, como fecales con 9 NPM/100 mg/l. Desde el punto de vista de agua potable, se ha concluido que según las muestras a las que se les realizó los análisis, el agua debe ser sometida a algún tipo de tratamiento para su potabilización para eliminar patógenos y que pueda ser utilizada para consumo humano. Para el uso de abrevadero, se considera que las aguas presentan una calidad satisfactoria. Respecto a al uso agrícola, se observó que gran parte de las muestras analizadas están condicionadas a un porcentaje de sodio y fierro, aunque se considera que pueden utilizarse en el uso agrícola; asimismo, se observó que en otras muestras se encuentran condicionadas a un porcentaje de sodio y cloruros, lo que las hace sensibles a algunos cultivos, por lo cual deben tomarse las medidas pertinentes en cada caso y para cultivos específicos. La calidad del agua es buena en la mayor parte del acuífero, sin embargo existen riesgos de incrementar la salinidad en el agua subterránea, si no se toman en cuenta algunas recomendaciones, tales como: evitar la extracción de agua subterránea que induzca efectos de intrusión salina, construcción de pozos y/o norias cercanas a las líneas de costa, así como evitar abatimientos generalizados de los niveles estáticos del acuífero, entre otros (CONAGUA, 2008f).

Se observó en el Acuífero Laguna Agua Grande la existencia de muestras, que desde el punto de vista físico-químico, sobrepasan las normas establecidas por la Secretaría de Salud; principalmente, el del potencial hidrógeno en el cual se llegaron a detectar valores mayores a 9, así como altas concentraciones de manganeso con valores de 0.27 mg/l; el resto, en general se encuentra dentro de los límites permisibles. Por otra parte, microbiológicamente la mayoría de las muestras sobrepasa las normas debido a que llegaron a presentar tanto coliformes totales como fecales. Respecto al uso para agua potable, de acuerdo los resultados obtenidos de las aguas muestreadas, las aguas subterráneas que se utilicen para suministro de agua potable deberán ser previamente tratadas, para lo cual se requiere efectuar desinfecciones y en algunos casos una desmineralización. Se puede decir que para el uso de abrevadero en algunos casos el agua subterránea es de buena calidad, sin embargo, para otros casos se requieren de tratamientos previos a su uso, por lo cual se debe efectuar un estudio específico en cada caso que se requiera. Para el uso agrícola, una gran parte de las aguas muestreadas que resultaron de reciente infiltración, están condicionadas a un porcentaje de sodio y fierro; así como también, se encuentran algunas aguas muestreadas condicionadas a un porcentaje de sodio y cloruros que las hace sensibles a ciertos cultivos, por lo que se deben realizar en cada caso que se requiera un análisis según los cultivos a desarrollar. Conviene señalar que debido a que el acuífero Laguna Agua Grande es costero, sus niveles de agua muy someros y en algunas porciones se observan incipientes conos de abatimiento con elevaciones bajo el nivel del mar, existe el riesgo de inducir fácilmente la intrusión marina a este acuífero, al llevar a cabo un incremento en su explotación, por lo que es necesario vigilar constantemente la variación de sus niveles estáticos y de la calidad del agua subterránea (CONAGUA, 2008h).

En relación a la calidad del agua en el Acuífero Rio Cañas, aunque se cuenta con escasos datos procedentes de análisis físicoquímicos, en los recorridos piezométricos realizados por la administración se ha obtenido información para determinar la concentración de Sólidos Totales Disueltos (STD), en las diferentes obras de aguas subterráneas. De sus resultados se desprende que el agua subterránea es de buena a excelente calidad, ya

que las concentraciones de STD varían de 200 a 600 ppm, por lo que se considera que es apta para todo uso, cumpliendo con las normas de calidad establecidas para consumo humano. Sin embargo, no se descarta la posible contaminación antropogénica, debido a la profundidad somera a la que se encuentra el nivel freático en los aprovechamientos cercanos a los núcleos de población (CONAGUA, 2008d).

Aunque no existe información específica sobre el impacto de la sequía en la calidad del agua, se puede deducir que al disminuir la cantidad de agua aumenta también la concentración de los contaminantes en los cuerpos de agua que ya están contaminados. En la valuación de la calidad del agua en la Laguna De Yuriria, Guanajuato, México, para dos épocas 2005, y 2009-2010, se detectó una sequía extrema en el segundo periodo de estudio, lo que contribuyó a la concentración de los nutrientes y otros factores como los sólidos suspendidos que aportan los tributarios (Espinal Carreón, T *et al.*, 2013).

4.9 Cambio Climático

Los estudios del Panel Intergubernamental del Cambio Climático (IPCC) y otros estudios, indican un incremento de la temperatura promedio de entre 2 y 4 grados centígrados hacia el año 2050, con un posible descenso en las precipitaciones de entre 10 y 15 %, principalmente para la mitad norte del país (IPCC, 2007; Zermeñol, 2008). Estas predicciones implican, por lo tanto, más emergencias por ciclones y tormentas tropicales y una mayor incidencia de sequías extremas o prolongadas. Este nuevo contexto climático tenderá entonces, por una parte, a disminuir la disponibilidad del agua y, por otro, a incrementar la demanda de agua y de energía eléctrica.

Ante esta perspectiva, el suministro de agua tiene necesariamente que cambiar y desarrollarse hacia modelos cada vez más sofisticados y demandantes de información y desempeño. El reto hidráulico que enfrenta esta cuenca en la actualidad requiere de un cambio en el paradigma de la gestión de las 5 Aguas.

4.10 Medidas Estructurales para Aumentar la Oferta

- Abasto de agua potable en pipas y envasada.
- Bombeo de agua en las tomas altas de los canales.
- Captación de agua de lluvia en las parcelas, aljibes y humedales.
- Rehabilitación de Pozos Profundos y Plantas de Bombeo.
- Aprovechamiento de las Aguas Residuales Tratadas para riego por medio de humedales artificiales.
- Recarga de Acuíferos.
- Obras y Prácticas de Conservación de Suelo y Agua Apoyadas con el Componente de Conservación y Uso Sustentable de Suelo y Agua (COUSSA) de la (SAGARPA, 2013) que considera: ollas de agua, jagüeyes, presas de cortinas de tierra, presas de concreto, tinas ciegas, presas de gaviones, presas filtrantes, presas de mampostería, galerías filtrantes, líneas de conducción, obras de excedencias, obras de toma y presas derivadoras.

- Desarrollo y Diseño de Bajo Impacto (DDBI).

5. EVALUACIÓN DE VULNERABILIDAD DE LA SEQUÍA.

5.1 Introducción

5.1.1 Generalidades

La sequía supone un desajuste, por defecto, en el volumen y el ritmo anual de las precipitaciones de manera que las cantidades que se acumulan en un territorio durante las épocas teóricamente lluviosas del año se reducen de forma significativa, consolidándose así un déficit pluviométrico que se traduce sucesivamente en una merma de volúmenes para el abastecimiento del hombre y sus actividades económicas. Este desajuste no presenta, sin embargo un intervalo fijo de aparición.

La vulnerabilidad de la sociedad a la sequía puede definirse como “la susceptibilidad al impacto producido por la extrema deficiencia hídrica exacerbada por condiciones estructurales y socio-económicas”. La vulnerabilidad a las sequías está definida por: la intensidad y tipo de sequía, la geografía de la zona afectada, las características de las estructuras hídricas existentes, la condición del ecosistema, el grado de preparación para el enfrentamiento de la situación de deficiencia hídrica por la población, la capacidad económica de la comunidad

y de los gobiernos locales, así como por la capacidad de recuperación (resiliencia) en el más breve tiempo posible.

El concepto de riesgo, el diccionario de la Real Academia Española indica que “riesgo” procede del italiano *risico* o *rischio*, y éste del árabe clásico, *rizq*, que significa “lo que depara la providencia”. De un modo u otro, subyace la idea de que el riesgo supone el desarrollo de una nueva situación y, generalmente, una ruptura con lo anterior que abre un nuevo escenario de incertidumbre.

Los últimos decenios del siglo pasado, fueron pródigos en la manifestación de episodios naturales de rango extraordinario de funestas consecuencias para la población mundial. Se ha creado la impresión de una mayor ocurrencia –todavía por comprobar- de eventos excepcionales, cuando lo realmente ocurrido es el incremento de la exposición de las poblaciones del mundo a los peligros naturales. Los umbrales de tolerancia ante los riesgos de la naturaleza han disminuido por el propio crecimiento y la ocupación intensiva del territorio. Se invaden espacios con riesgo bajo la premisa del desarrollo colectivo permitiendo que los grupos sociales se tornen vulnerables a la más mínima manifestación de las fuerzas de la naturaleza.

El estudio de los riesgos naturales, entre ellos las sequías, se ha convertido en un tema de moda, de amplia repercusión social y enorme aprovechamiento para la difusión de noticias en los medios de comunicación.

En la balanza del riesgo natural, el fiel se ha ido inclinando durante la segunda mitad del siglo XX hacia el lado de la acción del hombre, y ello porque se ha producido un cambio en la percepción social de los riesgos naturales; se ha pasado de la adaptación de las poblaciones a un ambiente, al intento de sometimiento de ese ambiente por parte del hombre, de manera que, cuando tiene lugar un peligro natural, se genera como un hecho negativo una contrariedad que la naturaleza ha querido poner en el camino del desarrollo humano.

Por otra parte, es posible observar que el cambio en la percepción de los fenómenos naturales extraordinarios se produce en las sociedades desarrolladas con el incremento del nivel de vida. Las sociedades creen que el aumento de las posibilidades económicas y de la mejora en los conocimientos científicos y técnicos otorga salvaguarda plena ante los peligros naturales. De ahí, que los daños asociados a uno de ellos se estima provocado por una naturaleza problemática; sin caer en cuenta, de que justamente la búsqueda del progreso colectivo no suele respetar las reglas de la naturaleza. Así, por ejemplo, en la consideración del riesgo de sequía, y considerando el aumento del nivel de vida, las sociedades desarrolladas han pasado de la austeridad en el gasto de agua al despilfarro, de la adaptación al catastrofismo (Morales, Olcina y Rico, 2000).

En 1986, la publicación del trabajo *Risk Society: Towards a New Modernity* del sociólogo alemán Ulrich Beck, marca el inicio de la aparición de una serie de ensayos del mismo autor y de otros sociólogos, sobre la “Sociedad del Riesgo”. Puede señalarse que esta obra inaugura la llamada “sociología del riesgo” que había tenido antecedentes en otras obras, pero que encuentra a partir de ahora un armazón teórico definitivo.

La teoría de la sociedad del riesgo, se basa en el hecho de que el riesgo es consustancial a las sociedades industriales o post-industriales contemporáneas. De manera que, hay una relación estrecha entre desarrollo y riesgo, y más aún, el mundo actual globalizado, es por definición un mundo de riesgo. La sociedad del riesgo es un

estadio de la sociedad moderna en el que la producción de riesgos políticos, ecológicos e individuales está, cada vez más, fuera del control de las instituciones encargadas de garantizar la seguridad de la sociedad.

Tabla 5.1. Cambios observados en la consideración de las comunidades sobre la peligrosidad ambiental a lo largo del siglo XX:

PERÍODO	ACTITUD ANTE EL RIESGO
Hasta los años 60	-Respeto al ambiente y su dinámica. -Adaptación del hombre y sus actividades a las condiciones de la naturaleza
Décadas de los años 60 a 80	-Ruptura de la dinámica natural por parte del hombre. -Actitud de superioridad del hombre frente al ambiente: “si el hombre puede llegar a la Luna, cómo no va a poder dominar a la naturaleza”. -Aparición de graves situaciones de contaminación ambiental (aire y agua) en el mundo occidental.
Décadas de los años 80 a 2000	-Reconocimiento del deterioro ambiental causado por el hombre -Llamamiento, desde la racionalidad científica, a la adopción de medidas de reducción de desastres compatibles con el ambiente. -Adopción de medidas de ordenación racional de usos en el territorio.
Décadas de los años 2000 al presente	- Generación de políticas y acciones de prevención y mitigación de las adversidades naturales a nivel mundial, nacional y local

Puede afirmarse que ningún territorio, ni ninguna sociedad escapan al riesgo. Según Beck, se puede asegurar que al riesgo no escapa ni el mundo de la carencia ni el de la abundancia. La expresión: “la miseria es jerárquica, el “smog democrático” resume la globalización del concepto de riesgo.

Si existe una sociedad del riesgo, es porque en la Tierra hay áreas con peligros naturales y seres humanos que viven cerca de o directamente en ellas, transformando así el ambiente en territorios de riesgo. Programa de Medidas Preventivas y de Mitigación de la Sequía (PMPMS).

Desde la publicación de sus ideas primeras sobre la sociedad del riesgo, Ulrich Beck ha seguido profundizando en este concepto. Como un fruto de ello ha sido la edición, en 1999, de una nueva versión de sus ideas en el ensayo “La sociedad del riesgo global”. Cuantos menos riesgos se reconozcan públicamente, más riesgos se producen. La sociedad del riesgo debe ser una sociedad bien informada. El ocultamiento de información sobre el riesgo genera más problemas, es decir, se incrementa la vulnerabilidad en los grupos sociales sometidos a un peligro potencial.

5.1.2 Sistema de Evaluación del Riesgo Extremo de Sequías.

Para evaluar la vulnerabilidad a la sequía, en la primera versión del PMPMS (Torrecillas Núñez, *et al.*, 2013) se aplicó el Sistema de Evaluación del Riesgo Extremo de Sequías (SERES; Ravelo, 2012), que se basa en un sistema de información geográfica llamado IDRISI Selva, el cual utiliza capas de información biofísica, socioeconómica y estructural para obtener una cartografía de riesgos de sequía. Ésta se muestra más adelante a nivel Organismo de Cuenca Pacífico Norte.

5.1.3 Sistema Super Decisions

En la actualización del presente PMPMS, se aplicó el software “*Super Decisions*” para la estimación de la vulnerabilidad a la sequía, el cual fue establecido como herramienta de norma a nivel nacional para actualizar los PMPMS de cada uno de los consejos de cuenca.

Super Decisions es una automatización del procedimiento matemático llamado Proceso Analítico de Redes, desarrollado por Thomas Saaty, profesor de la Universidad de Pittsburgh, quien se inspiró en el problema de la toma de decisiones sobre el comercio de armas que ocurría en su tiempo. Los resultados de la aplicación de este *software* al territorio del Consejo de Cuenca de los Ríos Presidio al San Pedro se muestran más adelante.

5.2 Conceptos de Adversidad-Vulnerabilidad-Riesgo

La identificación de la “región-riesgo” (Figura 5.1) corresponde a una unidad de análisis territorial de dimensiones variables que identifica el carácter vulnerable de una población ante un episodio de sequía extrema y sus implicaciones en el devenir de esa comunidad, como el rasgo más sobresaliente –o uno de ellos- de un medio geográfico. Existen ejemplos mundiales de espacios geográficos de riesgo –a diversa escala- donde el elemento clave de su interpretación territorial es, justamente, la frecuente aparición de sequías que quiebran el desarrollo normal de una sociedad.



Figura 5.1. Áreas de adversidad, vulnerabilidad y riesgo de sequías

5.2.1 Adversidad (Sequías)

Puede definirse como la ocurrencia de un evento meteorológico (sequía), en espacio y tiempo determinados y con suficiente intensidad como para producir daños.

5.2.2 Vulnerabilidad (a las Sequías)

Es el grado de sensibilidad y/o fragilidad por la exposición a la sequía, generalmente asociado a un valor ambiental, social y económico.

5.2.3 Riesgo (de Sequías)

Es la condición resultante de la simultaneidad de ocurrencia de sequías y presencia de la vulnerabilidad a las sequías en un momento y espacio determinado. La adversidad y la vulnerabilidad son condiciones variables temporal y espacialmente, por lo cual el riesgo existe cuando se produce la simultaneidad de ambas condiciones. El proceso puede cuantificarse de la siguiente forma:

$$\text{RIESGO DE SEQUIAS} = \text{OCURRENCIA DE SEQUÍAS} \times \text{VULNERABILIDAD}$$

Los niveles de riesgo de sequías pueden expresarse en valores absolutos o relativos. Una expresión común es indicar el riesgo en porcentaje, donde cero es ausencia de riesgo y 100 es riesgo máximo.

La percepción del riesgo natural de la sequía ha evolucionado en relación con la transformación económica y la modificación de los hábitos de vida y de consumo ocurridos en los últimos cincuenta años en la sociedad. En la actualidad, la sequía preocupa por lo que implica de reducción de recursos de agua disponibles para el campo y la ciudad. La atención hacia este episodio natural se reduce a la parte hidrológica del mismo, puesto que en el agua se sustenta la actividad económica del país, de ahí que su falta se considere un hecho catastrófico (Morales, Olcina y Rico, 2000). El aumento desmesurado de las demandas y una poca eficaz planificación de los recursos hídricos, está en el origen de este modo de entender un hecho natural. Poco importa conocer que este evento natural es un rasgo propio de sus condiciones climáticas y escaso interés merece la investigación de las causas últimas de dichos episodios con ánimo de ofrecer unos patrones de comportamiento de la atmósfera, durante secuencias de sequía que permitan avanzar en la predicción de sus causas y prevención de sus consecuencias y en la puesta en marcha de iniciativas por parte de los mandatarios, encaminadas a promover la riqueza agrícola mediante la transformación de tierras de secano a regadío, a fin de aminorar los efectos de una coyuntural escasez de precipitaciones.

A ello se une el cambio en la percepción del fenómeno de las sequías que se ha producido a partir de fines de los años noventa. En efecto, la secuencia seca de 1997-98, de consecuencias económicas importantes en numerosas regiones del país, marca el cambio de la tradicional adaptación de la sociedad a la reducción de lluvias a su consideración como secuencia catastrófica que se ha consolidado en los episodios más recientes de los años 2011, 2012 y 2013. Desde entonces, la atención prioritaria en los estudios de sequías ha ido encaminada a los aspectos de sus gravosas consecuencias para las actividades económicas y de las posibles soluciones frente al déficit coyuntural de aguas para los distintos usos. Una menor atención ha merecido los análisis de las causas, evolución y particularidades de las sequías desde el punto de vista físico – climático- que, sin embargo, están en el origen primogénico de estos eventos.

Debe considerarse que la sequía comienza siempre como fenómeno atmosférico y va manifestando sus efectos, de modo gradual, en la reducción de recursos hídricos disponibles (sequía hidrológica), en la mengua de

cosechas (sequía agrícola) y en el desabastecimiento en el suministro de los espacios urbanos (sequía urbana). Sin embargo, la sequía aún a factores físicos y humanos en una secuencia temporal más o menos prolongada que provoca consecuencias distintas en virtud del espacio geográfico afectado. En la actualidad, son los aspectos humanos los que tienen un peso mayor en la valoración de este fenómeno natural hasta el punto de motivar su propia aparición debido a que la demanda agrícola, urbana e hidroeléctrica de agua ha provocado una alteración del umbral de sequía. Actualmente, no es necesaria una brusca reducción de lluvias para que se disparen las alertas por falta de recursos para mantener las actividades económicas con normalidad.

En la consideración de la sequía, conforme ha aumentado el nivel de vida, la sociedad ha pasado de la austeridad en el gasto de agua al despilfarro, de la adaptación al catastrofismo, sólo corregible con una buena y adecuada utilización de los recursos disponibles y, en situaciones específicas de déficit estructural, aumentándolos mediante trasvases y desalinización, siempre y cuando la posibilidad de disponer de estos nuevos volúmenes de agua no justifique despilfarros futuros (Morales, Olcina y Rico, 2000).

5.3 Evaluación de la vulnerabilidad a la sequía mediante el Sistema de Evaluación del Riesgo Extremo de Sequías (SERES)

En la primera versión del PMPMS del Consejo de Cueva de los Ríos Presidio al San Pedro se utilizó el Sistema de Evaluación del Riesgo Extremo de Sequías (Ravelo, 2012 y Torrecillas *et al.*, 2013). Este Sistema fue desarrollado sobre una plataforma informática denominada IDRISI Selva considerada un Sistema de Información Geográfica (SIG) con capacidad para el análisis digital de imágenes. A continuación se presenta un diagrama (Figura 5.2) donde se identifican las capas de información para obtener la cartografía de riesgos de sequía basados en datos biofísicos, socio-económicos y estructurales.

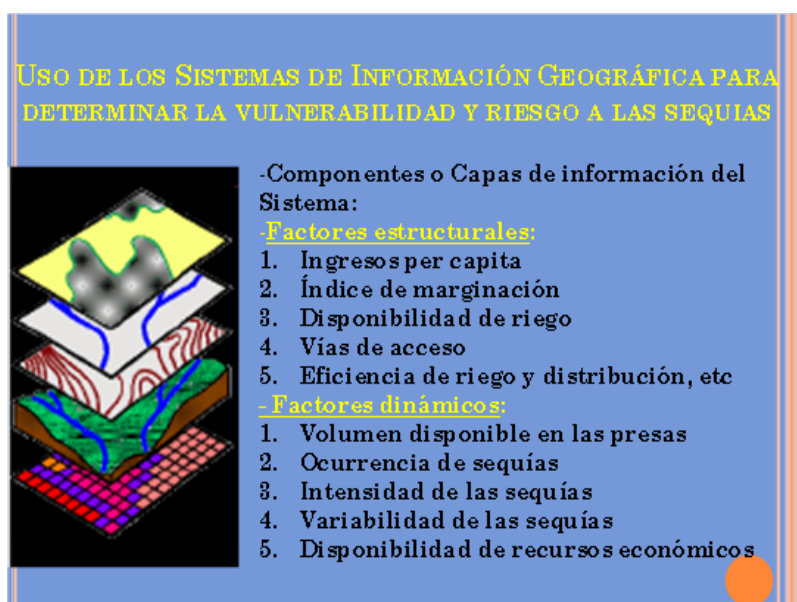


Figura 5.2. Esquema de determinación de la vulnerabilidad y riesgo de sequías mediante un Sistema de Información Geográfica.

Uno de los roles fundamentales de los SIG es el desarrollo, prueba y utilización de modelos (modelos de adecuación, modelos de erosión del suelo, modelos del crecimiento urbano, etc.). El programa IDRISI ofrece un extenso juego de herramientas para la modelación, dando lugar a un amplio rango de niveles de experiencia. La más importante es llamada IDRISI Macro Modeler (IMM), que consiste en un ambiente modelador gráfico con gran facilidad de uso. El calculador de imágenes provee una entrada de ecuación rápida con una interface para una modelación simple que usa capas SIG. La tercer utilidad es un lenguaje de escritura (.iml) macro (macro scripting lenguaje) que se utiliza en numerosas aplicaciones.

El riesgo de sequías puede expresarse con la siguiente ecuación:

$$\text{Riesgo de Sequías} = (\text{IPC} + \text{VH}) \times \text{IS} \quad (1)$$

Donde:

IPC es Vulnerabilidad según el Ingreso per Cápita a nivel municipal.

VH es Vulnerabilidad Hidrológica y

IS es el Índice de Sequía (de Palmer, SPI, etc.)

5.3.1 Componentes del Sistema SERES

5.3.1.1 Ingresos per Cápita (IPC)

El IPC es un indicador indirecto de la capacidad económica del municipio para poseer infraestructuras o realizar acciones que reduzcan la vulnerabilidad a las sequías. La vulnerabilidad estaría inversamente relacionada al IPC, es decir que los municipios con mayores ingresos per cápita serían menos vulnerables y viceversa. La escala de IPC para la vulnerabilidad fue determinada mediante la proporcionalidad entre los valores extremos de IPC, asignando el valor 100 (máxima vulnerabilidad) al municipio con el monto más bajo y 0 (no vulnerable) al municipio con el valor más alto.

5.3.1.2 Vulnerabilidad hídrica (VH)

La VH se refiere a la vulnerabilidad según la disponibilidad de agua para las actividades económicas. El riego a través de las estructuras ad hoc y las reservas de agua en las presas contribuyen a reducir la vulnerabilidad a las sequías. Contrariamente, las áreas de temporal poseen una alta vulnerabilidad dado que dependen exclusivamente de la provisión de agua por las precipitaciones. La vulnerabilidad hidrológica fue determinada para áreas con y sin riego para cada mes. La escala para área con riego es: 0, sin vulnerabilidad cuando las presas se encuentran al 100% de su capacidad y 100, vulnerabilidad máxima cuando las presas se encuentran sin agua. El valor de la vulnerabilidad se determina para cada distrito e indica el porcentaje de agua disponible en las presas de ese distrito. En áreas de temporal la vulnerabilidad es siempre máxima (100), dado que

dependen exclusivamente de las lluvias. En ambas áreas (con y sin riego) la vulnerabilidad es afectada factorialmente por la ocurrencia o no de sequías.

5.3.1.3 Índice de Sequía (IS: PDSI, SPI, etc)

El IS es un índice de sequía determinado. En este análisis se utilizará el índice de severidad de sequía de Palmer (PDSI) que es un indicador de la ocurrencia de sequías en términos de intensidad y distribución temporal y espacial. Se lo utiliza para establecer un factor o multiplicador de afectación en las áreas con y sin riego y en los municipios según su correspondiente IPC (Ecuación 1). Considerando que los valores negativos del PDSI se usan para indicar la presencia de sequías (valores negativos elevados indican sequías más intensas) se ha establecido una escala entre 0 y 1, donde 0 señala que no hay ocurrencia de sequía y 1 hay una sequía extrema. Así, la escala utilizada es la siguiente: para un $PDSI > -0.9$, el factor es igual a 0, para un $PDSI < -4$, el factor es igual a 1 y luego se establecen valores proporcionales intermedios para PDSI entre -0.9 y <-4 .

5.3.2 Distribución Geográfica del Riesgo de Sequías

La zonificación y modelización del riesgo bajo entorno SIG Idrisi Selva, se estableció por medio de la creación de un IMM que contempla el uso de las siguientes variables: índices de sequía de Palmer (PDSI), ingreso per cápita por municipio, volumen de reserva de las presas, zonas con y sin riego. Otras variables pueden ser incorporadas posteriormente a medida que se encuentren disponibles (Ejemplo: eficiencia de riego, número de pozos en explotación, volumen medio de extracción, índices de pobreza, infraestructura, etc.)

Se consideraron como variables mensuales dinámicas al PDSI y a las reservas hídricas de las presas y como variables estáticas o estructurales a los ingresos per cápita y zonas con y sin riego con vulnerabilidades diferentes.

La cuantificación de la sequía se determinó a través del uso del Sistema Operativo de Sequías (SOS) en forma mensual para toda la región de estudio, el cual genera un modelo cartográfico para su representación geográfica.

Los montos de ingresos per cápita a nivel de municipio fueron extraídos de las estadísticas del INEGI (2012).

Las zonas con y sin riego así como las reservas mensuales de las presas fueron provistas por el OCPN.

5.3.3 El IDRISI Macro Modeler (IMM)

Fue creado mediante un módulo del IDRISI Selva que permite establecer la secuencia de funciones mediante indicadores de flujos para el procesamiento de los datos de entrada (variables estáticas y dinámicas). La operación del IMM genera mapas intermedios permanentes como capas de información de cada una de las variables estáticas y dinámicas. La superposición de las capas en una operación de productos permite la obtención de la zonificación de los riesgos de sequía a nivel de municipio. La Figura 3 expresa la secuencia del procesamiento del IMM, bajo el entorno gráfico de pasos múltiples, que incluye conversión de archivos vectoriales a raster, asignación automática de valores, operaciones matemáticas entre mapas y reclasificación de categorías para el procedimiento interconectado dinámico (Ravelo, 2012 y Torrecillas *et al.*, 2013).

La composición del mapa final de riesgo de sequías se realiza con el utilitario Composer que permite superponer distintas capas vectoriales de (municipios, cuencas, etc.) para establecer el riesgo de sequías en distintos ámbitos geográficos. De esta forma es posible identificar el nivel de riesgo por municipios, cuencas, etc. según los objetivos del evaluador.

5.3.4 El SERES requiere de tres grupos de datos de inicio, que se describen a continuación:

- Tres archivos vectoriales de tipo polígono: el límite de los municipios del estado, las zonas con y sin riego y la distribución de las estaciones meteorológicas.
- Un archivo de atributos de valor referente a la disponibilidad de agua en las presas.
- Dos archivos raster: Uno que contengan los valores del índice de sequía de Palmer para el mes en estudio y otro con los valores de ingresos per cápita nivel de municipio.

5.3.5 El programa IDRISI

El programa IDRISI dispone de un modelador que automatiza el proceso de generación del mapa de riesgo extremo de sequías para el OCPN. La Figura 5.3 presenta el diagrama de flujo del modelador del SERES.

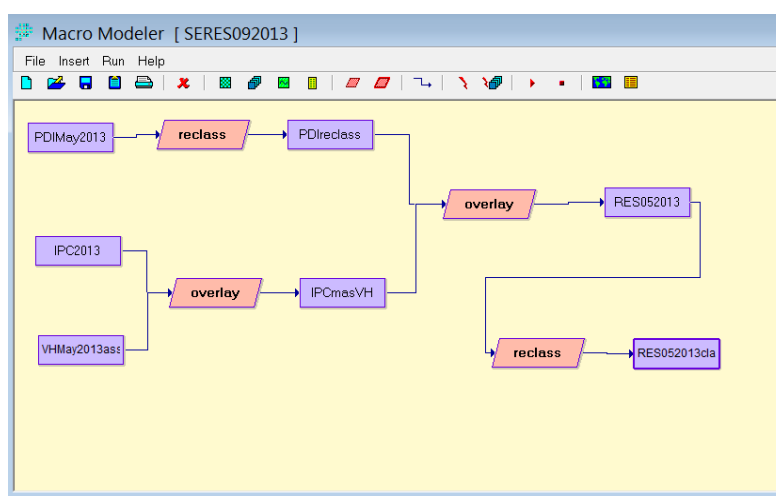


Figura 5.3.- Diagrama de flujo del IDRISI Macro Modeler (IMM) para la generación de mapas de riesgo extremo de sequías.

5.3.6 de la Vulnerabilidad a las Sequías

Cartografía

En las figuras 5.4, 5.5 y 5.6, se ilustran las distintas capas de información obtenidas mediante el sistema de información geográfica y que se usaran para generar el mapa con los niveles de riesgo de sequía a nivel de municipio utilizando la ecuación 1 (Ravelo, 2012 y Torrecillas *et al.*, 2013).

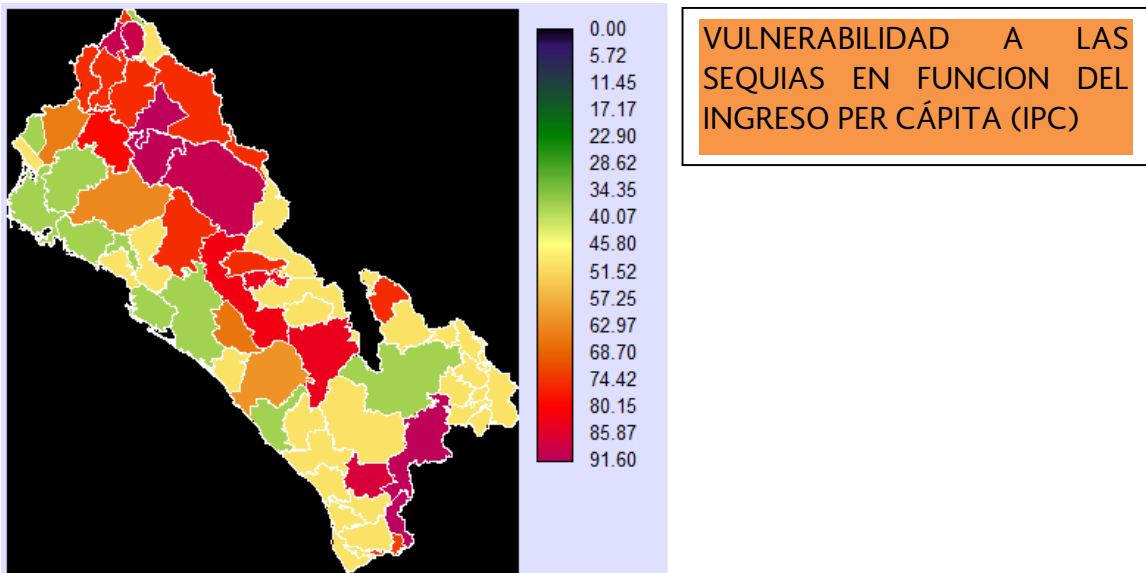


Figura 5.4. Vulnerabilidad a sequias en función del Ingreso per Cápita (IPC) a nivel municipal. La escala de valores indica: 0 no vulnerable y 100 máxima vulnerabilidad.

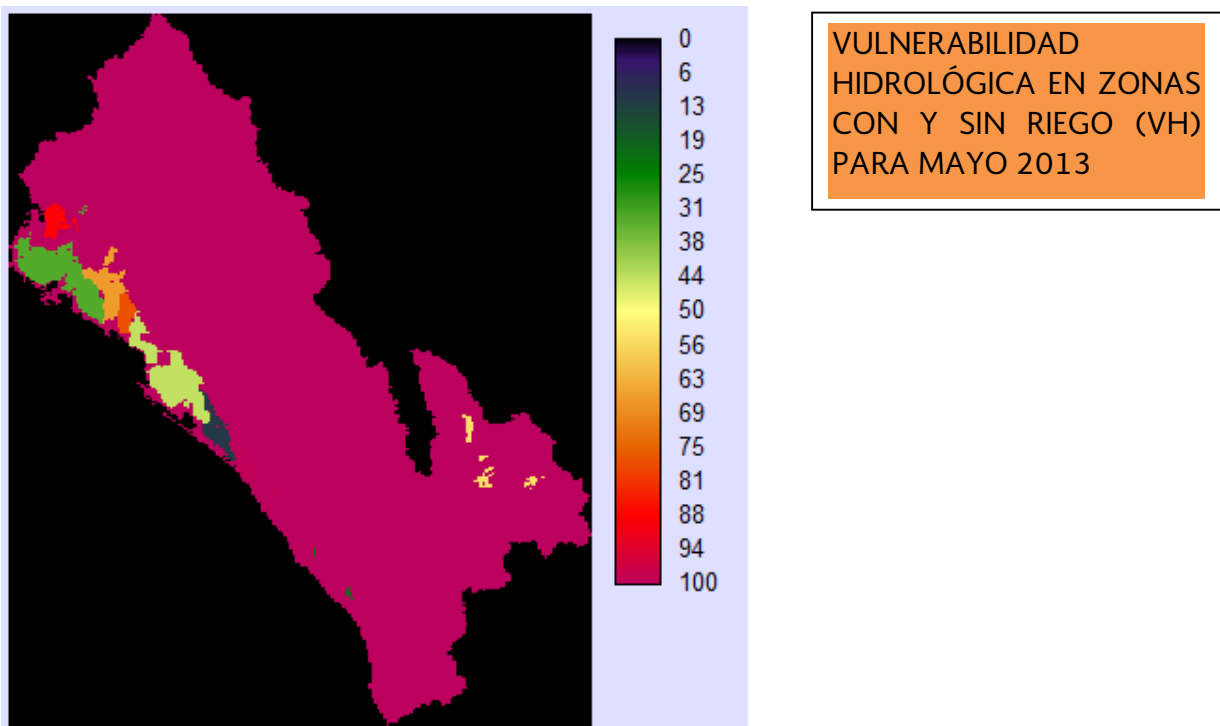


Figura 5.5 . Vulnerabilidad en áreas con y sin riego para el mes de octubre 2012. Áreas con riego: Escala: 0, no vulnerable (Presas al 100% de su capacidad) y 100, vulnerabilidad máxima (Presas sin agua). Áreas sin riego (temporal): vulnerabilidad 100.

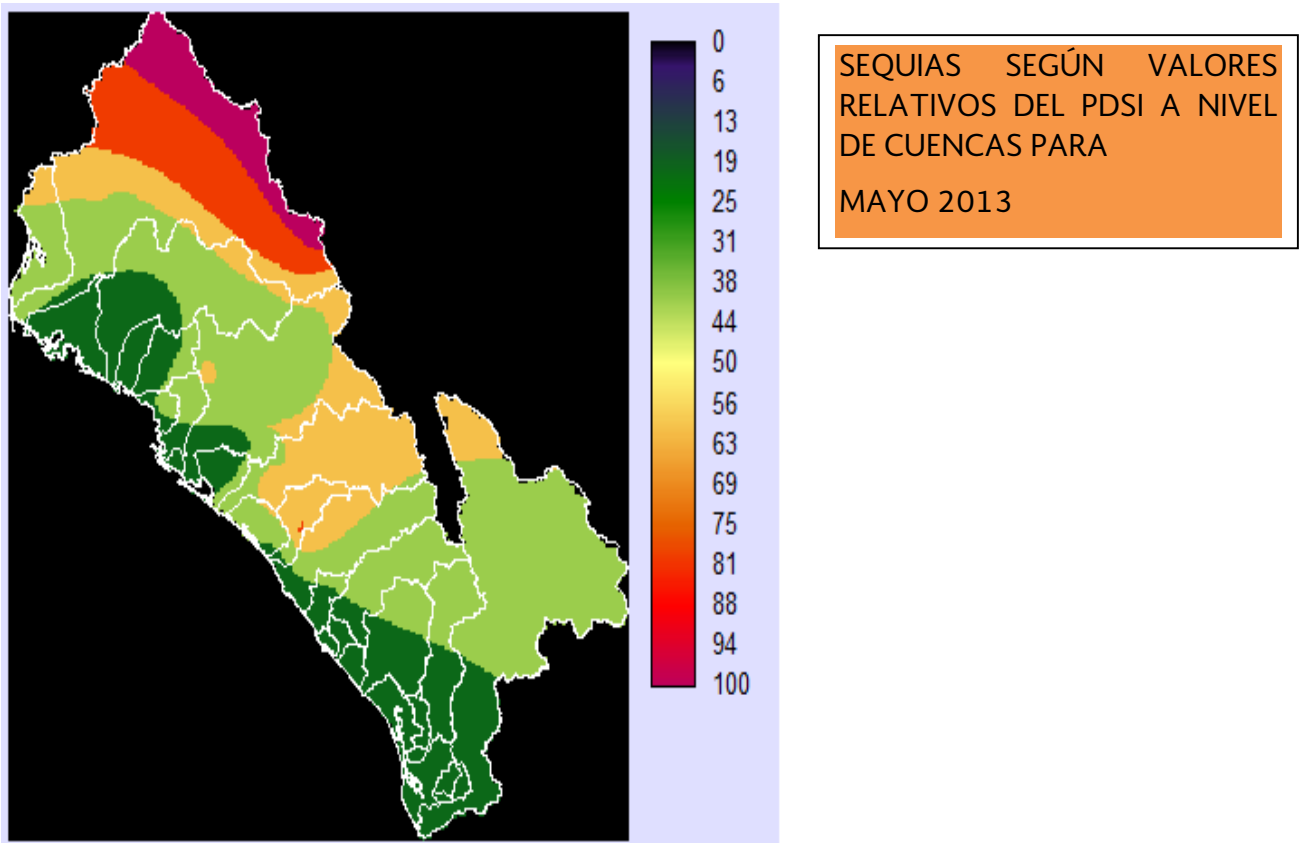


Figura 5.6. Vulnerabilidad a las sequías determinada por el índice de Palmer (PDSI) para Mayo 2013. El PDSI se utiliza para establecer un factor de afectación solo en las áreas sin riego (temporal). Escala: PDSI > -0.9, factor = 0, PDSI < -4, factor = 100 y valores proporcionales intermedios para PDSI entre -0.9 y <-4.

5.3.7 Mapas de Riesgos por Sequías

El modelo de riesgo extremo de sequías (SERES) resultante de aplicar la Ecuación 1, permite identificar aquellas áreas expuestas al mayor riesgo de sequías en función de su vulnerabilidad. El riesgo extremo puede ser establecido a nivel de cuencas hidrológicas o de municipio según las necesidades de establecer las medidas de mitigación y respuesta a esos niveles de riesgo. Dado que las sequías tienen una variabilidad espacial y temporal, es decir, que su intensidad y distribución geográfica varía en cada mes y región por lo cual el SERES debe ser utilizado periódicamente en ese intervalo de tiempo (Ravelo, 2012 y Torrecillas *et al.*, 2013).

5.3.8 Niveles de Riesgo Extremo de Sequías

NIVELES DE RIESGO EXTREMO DE SEQUIAS

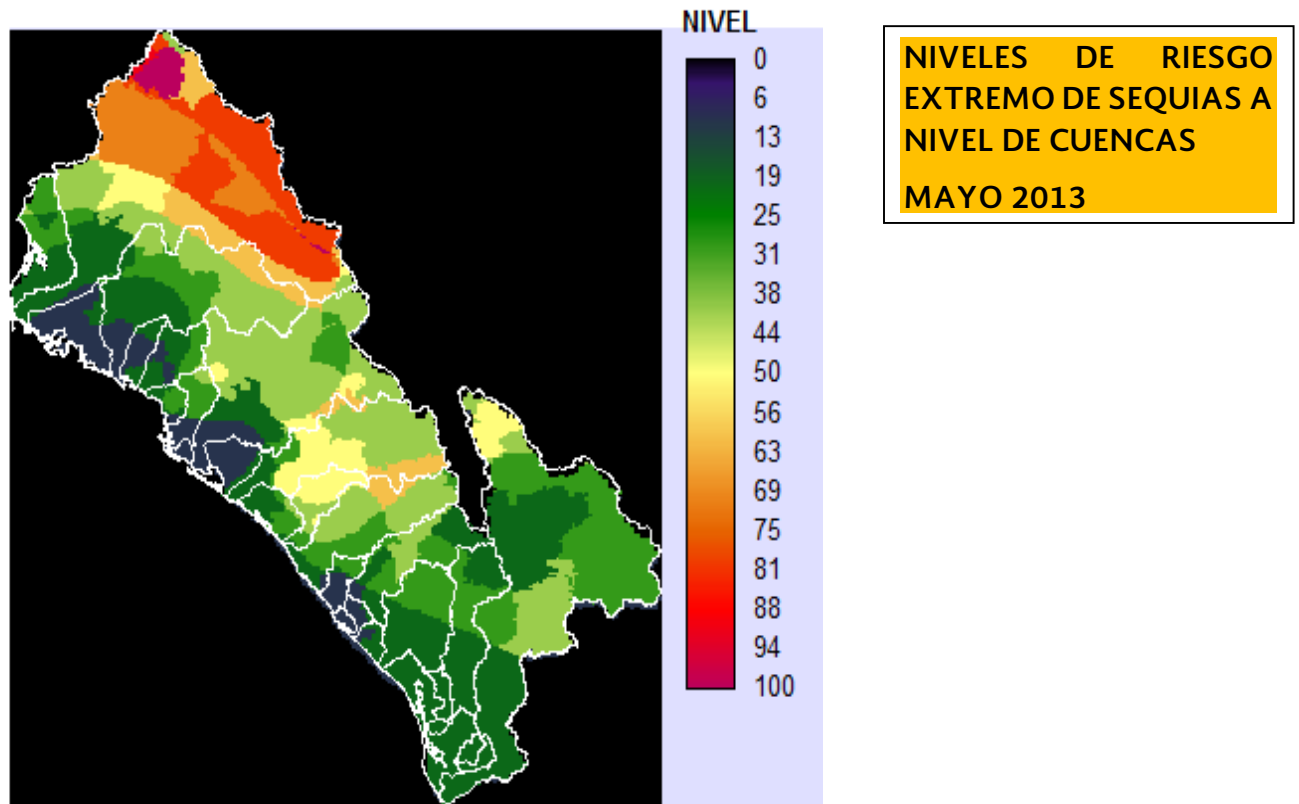


Figura 5.7. Mapa de riesgos por sequía para las cuencas hidrológicas del OCPN y el mes de Mayo de 2013. Este mapa fue construido mediante la superposición de los mapas de las figuras anteriores en un sistema de información geográfica.

El análisis de la Figura 5.7 permite identificar las áreas con mayores riesgos de sequía a nivel de las cuencas de las regiones hidrológicas 10 y 11 del OCPN. En la Región Hidrológica 10, el riesgo disminuye desde las partes altas de las cuencas hacia las partes bajas, donde los niveles de riesgo son bajos. La ocurrencia de sequías en las partes altas redundará en menores aportes hídricos a las presas. En la Región Hidrológica 11, los niveles de riesgo son relativamente bajos durante el mes de mayo de 2013 (Ravelo, 2012 y Torrecillas *et al.*, 2013).

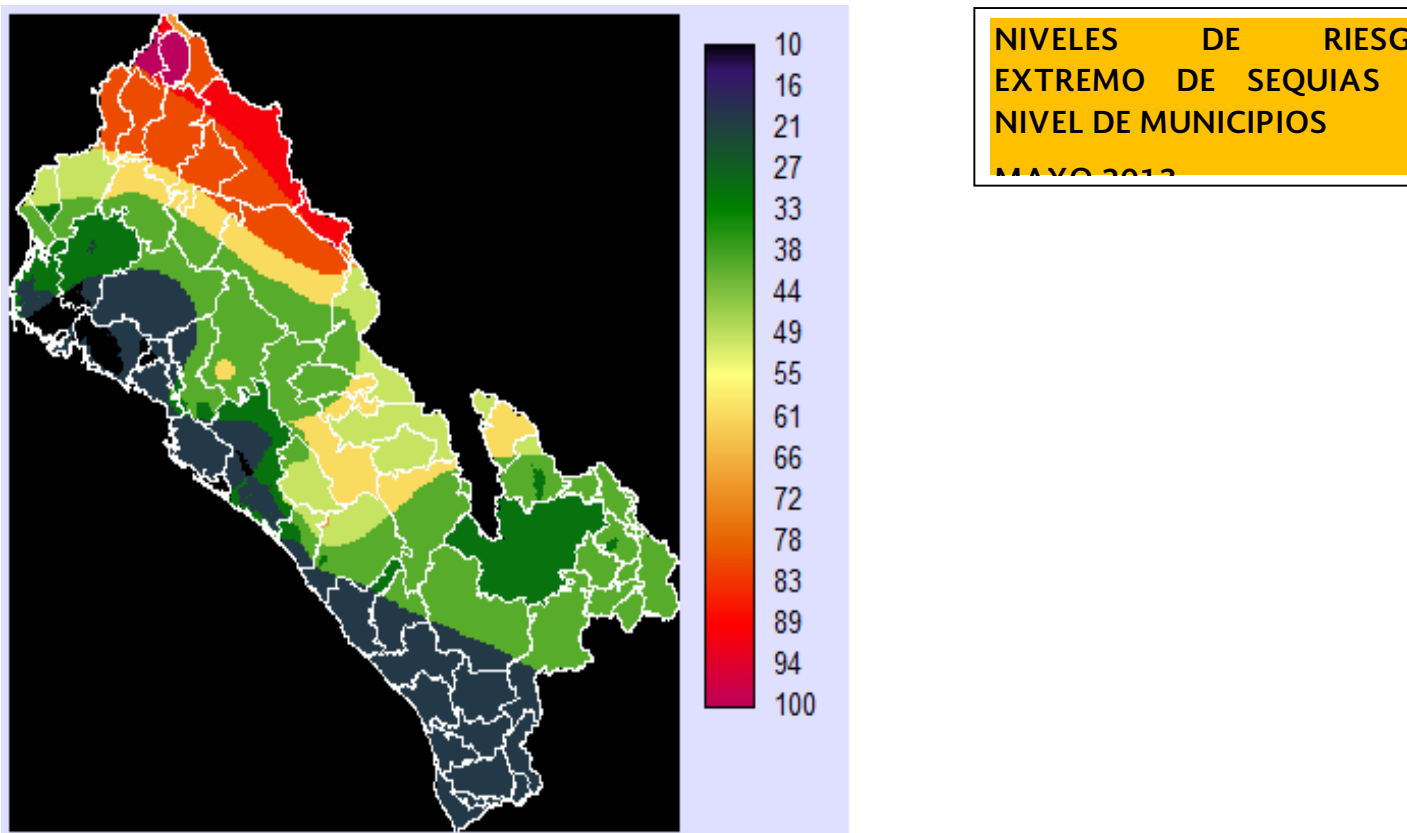


Figura 5.8. Mapa de riesgos por sequía para los municipios del OCPN y el mes de Mayo de 2013.

La Figura 5.8 presenta el nivel de riesgo a nivel de los municipios en el OCPN. El SERES permite identificar a los municipios que poseen los riesgos más elevados con la ocurrencia de sequía en el mes de mayo de 2013. Los mecanismos de mitigación pueden ser orientados más eficientemente hacia esos municipios y así reducir el impacto negativo de las sequías. Dado que el riesgo es una situación variable con el tiempo, el sistema de evaluación debe ser aplicado periódicamente de forma de disponer de información actualizada para la gestión del riesgo.

5.3.9 Determinación de la Vulnerabilidad a las Sequías en el Consejo de Cuenca de los Ríos Presidio al San Pedro.

Las siguientes figuras 5.9 a 5.11 ilustran sobre las distintas capas de información obtenidas mediante el sistema de información geográfica, que se usaran para generar el mapa con los niveles de riesgo de sequía a nivel de municipio (Ravelo, 2012 y Torrecillas *et al.*, 2013).

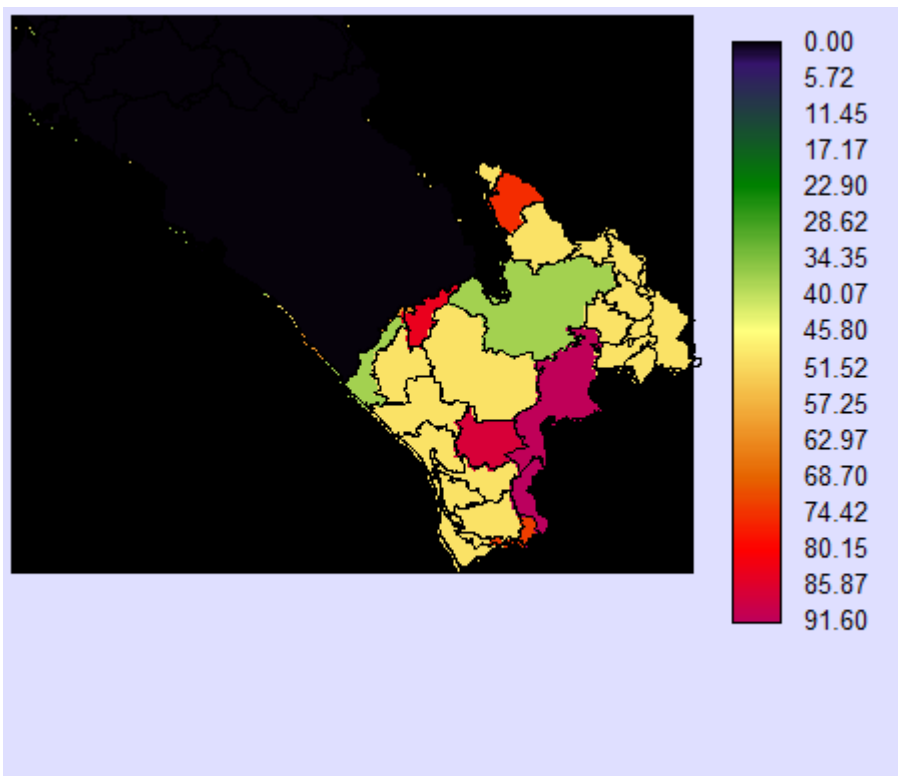


Figura 5.9 Vulnerabilidad a la sequía en función del Ingreso per Cápita (IPC) a nivel municipal.

La escala de valores indica: 0 no vulnerable y 100 máxima vulnerabilidad.

Tabla 5.2 Vulnerabilidad a la sequía en función del valor relativo del Ingreso per Cápita (IPC) a nivel municipal.

#	Municipio	Estado	Valor Relativo IPC
1	Panuco de Coronado	Durango	50
2	Guadalupe Victoria	Durango	50
3	Durango	Durango	37.5
4	Poanas	Durango	50
5	Sombrerete	Zacatecas	50
6	Nombre de Dios	Durango	50
7	Pueblo Nuevo	Durango	50
8	Mazatlán	Sinaloa	37

9	Vicente Guerrero	Durango	50
10	Mezquital	Durango	91
11	Concordia	Sinaloa	50
12	Suchil	Durango	50
13	Chalchihuites	Zacatecas	50
14	Rosario	Sinaloa	50
15	Huajicori	Nayarit	87
16	Escuinapa	Sinaloa	50
17	Acaponeta	Nayarit	50
18	Tecuala	Nayarit	50
19	Rosamorada	Nayarit	50
20	Santiago Ixcuintla	Nayarit	50
21	Ruiz	Nayarit	73
22	Tuxpan	Nayarit	50
23	Nuevo Ideal	Durango	75
24	Canatlán	Durango	50

La Figura 5.9 demuestra que los municipios de Huajicori del Estado de Durango, Ruiz y Nuevo Ideal del Estado de Nayarit su factor se encuentra entre 70 y 100% por lo que se comportan entre los más altos grados de vulnerabilidad, siendo estos los de menor Ingreso per Cápita como se observa en la Tabla 5.2. Los demás municipios poseen un menor grado de vulnerabilidad ya que se encuentran por debajo del 70 %.

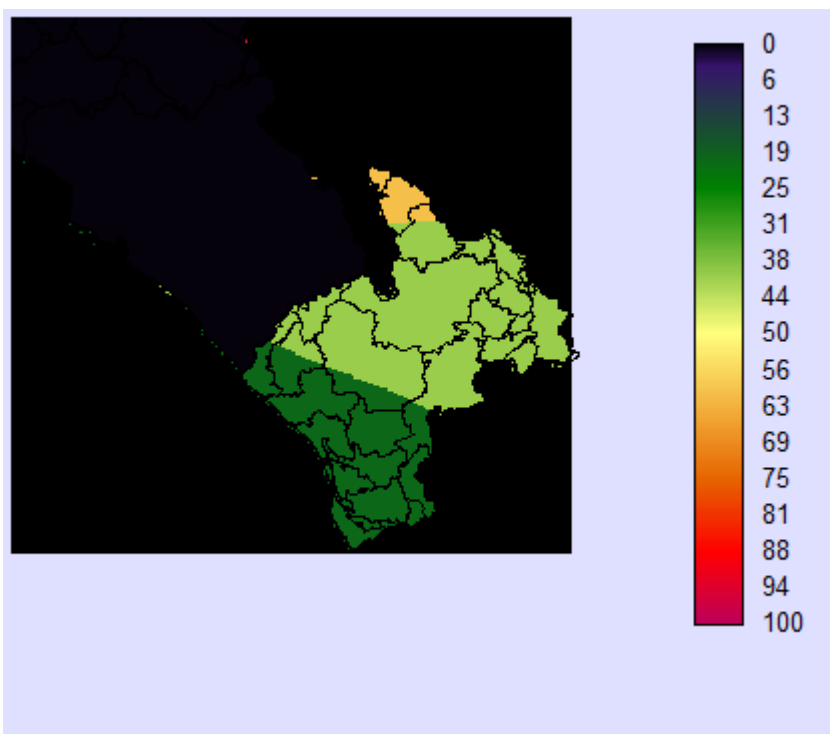


Figura 5.10 Vulnerabilidad a la sequía determinada por el índice de Palmer (PDSI) para Mayo 2013.

El PDSI se utiliza para establecer un factor de afectación en las áreas sin riego (temporal) según la siguiente escala: cuando el PDSI es superior a -0.9 el factor es igual a 0 y si el PDSI es inferior a -4, el factor es igual a 100. Los valores del PDSI entre -0.9 y <-4 tienen un factor de afectación determinado proporcionalmente entre 0 y 100. Esto significa, por ejemplo, que si el PDSI es superior a -0.9 (ausencia de sequía o sequía ligera), el riesgo es nulo independientemente de la vulnerabilidades que posea la región. Por otro lado, si el PDSI es inferior a -4.0 (sequía severa o extrema), el riesgo es total dependiendo de las vulnerabilidades regionales (IPC, VH, etc.)

Tabla 5.3 Afectación por la sequía utilizando el PDSI de Mayo 2013.

Estación	Municipio, Estado	PDSI	Factor de Afectación
Acaponeta	Acaponeta, Nayarit	-2.3	45
Francisco Villa	Poanas, Durango	-2.5	52
Observatorio Dgo.	Durango, Durango	-2.4	48

Observatorio Mazatlán	Mazatlán, Sinaloa	-2.4	48
Pajaritos	Acaponeta, Nayarit	-2.3	45
Santa Barbara	Durango, Durango	-2.5	52
Stgo. Bayacora	Durango, Durango	-2.8	61
La Estancia	Huajicori, Nayarit	-3.1	71
Cd. Guadalupe Victoria	Guadalupe Victoria, Durango	-3.3	77

Como se observa en la Figura 5.10, los municipios de Huajicori, Nayarit y Guadalupe Victoria, Durango se encuentran con un factor entre 70 y 100% por lo que tiene un grado alto de vulnerabilidad, sin embargo el grado es menor para los demás municipios de Durango, Nayarit y Sinaloa (Tabla 5.3).

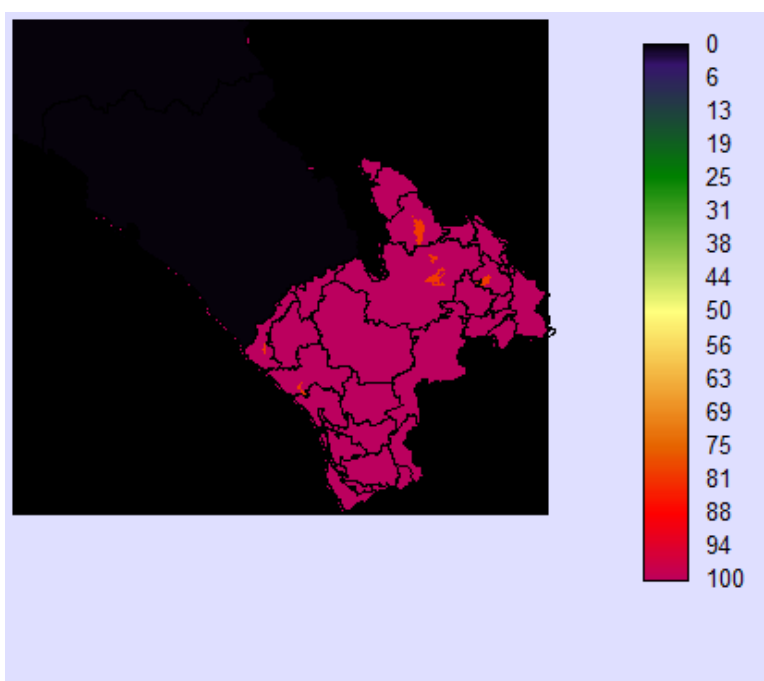


Figura 5.11 Vulnerabilidad hídrica en áreas con y sin riego para el mes de octubre 2012.

La vulnerabilidad hídrica fue establecida según el siguiente criterio: En las áreas con riego la vulnerabilidad es nula (0) cuando las presas se encuentran al 100% de su capacidad y se establece una vulnerabilidad máxima (100) cuando las presas se encuentran sin agua. El porcentaje de llenado de las presas se utiliza para establecer la vulnerabilidad hídrica. Las áreas sin riego (temporal) poseen una vulnerabilidad máxima (100).

Como se demuestra en la Figura 5.11, los Distritos de Riego ubicados en los municipios de Canatlán, Durango y Poanas son menos vulnerables que las áreas de temporal a los efectos de sequía debido a que disponen de agua, siempre que se cuente con suficiente almacenamiento en las presas para garantizar el riego. Las áreas de temporal son sumamente vulnerables a la sequía debido a que dependen totalmente de la precipitación para el

cultivo. Sin embargo, en ocasiones cuando las presas se encuentren por debajo de un 20% de su capacidad, los Distritos de Riego serán más vulnerables en el Consejo de Cuenca de los Ríos Presidio al San Pedro, aunque no se han registrado almacenamientos inferiores al 20% en los últimos trece años. Por lo tanto, es de suma importancia establecer una política para mantener las presas por arriba del 20% de su capacidad y así asegurar la producción agrícola en los Distritos de Riego. Debido a la presencia recurrente de la sequía en la cuenca, es de suma importancia impartir medidas de captación y conservación del agua para disminuir la vulnerabilidad del sector agrícola, tanto para las áreas de temporal como para los distritos de riego (Ravelo, 2012 y Torrecillas *et al.*, 2013).

5.4 Evaluación de la vulnerabilidad a las sequías mediante el sistema *Super Decisions*

En la actualización del PMPMS se evaluó la vulnerabilidad de las sequías mediante el software *Super Decisions*. Éste utiliza la técnica denominada “Proceso Analítico de Redes” (Analytic Network Process, ANP), cuyo fin es tomar decisiones sobre un objetivo, en este caso la vulnerabilidad a las sequías de una zona geográfica, con dependencia y retroalimentación entre elementos, en este caso, la información biofísica, socioeconómica y estructural que influye en la vulnerabilidad a la sequía.

ANP es una extensión de otra técnica llamada “Proceso Analítico de Jerarquías” (Analytic Hierarchy Process, AHP) para tomar decisiones, que consiste en dividir un problema en sus elementos de decisión, ordenarlos en una estructura jerárquica, determinar la importancia relativa entre pares de elementos y sintetizar los resultados.

Con AHP el proceso es de arriba hacia abajo. En cambio, con ANP existe retroalimentación entre elementos de diferentes niveles de jerarquía, así como entre elementos del mismo nivel de tal forma que los elementos se organizan en redes de nodos y grupos de nodos.

Para quienes toman decisiones, el Proceso Analítico de Redes es el esquema más completo disponible para el análisis de decisiones sociales, gubernamentales y corporativas. Permite incluir todos los factores y criterios, tangibles e intangibles que influyan en tomar la mejor decisión.

El Proceso Analítico de Redes permite tanto la interacción como la retroalimentación dentro de bloques de elementos (dependencia interna) y entre bloques de elementos (dependencia externa). Esta retroalimentación refleja de mejor manera los efectos complejos de interacción en la sociedad humana, especialmente cuando están presentes el riesgo y la incertidumbre.

Los modelos de Proceso Analítico de Redes tienen tres partes: la primera es un criterio estratégico en términos de cuál decisión es evaluada de acuerdo con sus ventajas en beneficios, oportunidades, costos y riesgo. Cada ventaja provee criterios de control para la segunda parte de la decisión y con cada criterio de control existe asociada una red de influencias que determina las prioridades de las alternativas de decisión para ese criterio de control. Las prioridades de las ventajas y de los criterios de control son entonces usados, en la tercer parte, para sintetizar las prioridades de las alternativas para obtener mejor respuesta final. El proceso analítico redes ha

sido aplicado a una gran variedad de decisiones: de mercado, médicas, políticas, militares, sociales, así como pronóstico, simulación de situaciones actuales y pasadas y muchos otros tipos de decisiones. Su precisión en los pronósticos es impresionante en aplicaciones que se han hecho sobre tendencias económicas, deportes y otros eventos para los cuales el resultado ha sido conocido posteriormente.

5.4.1 Factores para evaluar la vulnerabilidad a la sequía y su clasificación

Con el objetivo de conocer la vulnerabilidad de la sequía en las cuencas del Consejo, es decir, identificar aquellas que son más susceptibles a estar en peligro ante la amenaza de las sequías, se identificaron inicialmente 19 factores que se indican a continuación, de acuerdo con una clasificación propuesta para mejorar su análisis.

Tabla 5.4. Factores identificados inicialmente para evaluar la vulnerabilidad de la sequía.

(f-1a). Grado de presión sobre el recurso hídrico (oferta/demanda)
(f-1b). Grado de explotación en los acuíferos
(f-2a). Densidad de población al año 2010
(f-2b). PIB <i>per cápita</i> al año 2010
(f-2c). Valor de la producción del sector agrícola (riego y temporal)
(f-3a). Índice de Desarrollo Humano (IDH)
(f-3b). Disponibilidad natural <i>per cápita</i> de aguas superficiales
(f-3c). Disponibilidad natural <i>per cápita</i> de aguas subterráneas
(f-3d). Volumen de agua residual tratada (%)
(f-4a). Población económicamente activa (PEA) desocupada (%)
(f-4b). Población en condiciones de pobreza moderada y extrema (%)
(f-4c). Índice de Marginación Social
(f-5a). Degradación del suelo (% de área)
(f-5b). Erosión (% de área)
(f-5c). Deforestación (% de área forestal)
(f-6a). Cobertura vegetal natural (% de área)
(f-6b). Áreas naturales protegidas ((% de área)
(f-6c). Sitios RAMSAR (% de área)
(f-6d). Índice de calidad del agua

Tabla 5.5. Clasificación de los factores identificados inicialmente para evaluar la sequía.

Nombre	Grado de exposición	Sensibilidad	Capacidad de adaptación
Vulnerabilidad económica	f-1a	f-2a	f-3a
	f-1b	f-2b	f-3b
		f-2c	f-3c
			f-3d
Vulnerabilidad social	f-1a	f-4a	f-3a
	f-1b	f-4b	f-3b
		f-4c	f-3c
			f-3d
Vulnerabilidad ambiental	f-1a	f-5a	f-6a
	f-1b	f-5b	f-6b
		f-5c	f-6c
			f-6d
Vulnerabilidad Global	f-1a	f-2a	f-3a
	f-1b	f-2b	f-3b
		f-2c	f-3c
		f-4a	f-3d
		f-4b	f-6a
		f-4c	f-6b
		f-5a	f-6c
		f-5b	f-6d
	f-5c		

No obstante, después de un análisis y depuración de la información, se seleccionaron 11 factores, en virtud de ser los más representativos y contar con la información en las distintas fuentes revisadas. Estos son:

Tabla 5.6. Factores seleccionados para evaluar la vulnerabilidad ante la sequía.

(f-1a). Grado de presión sobre el recurso hídrico (oferta/demanda)
(f-1b). Grado de explotación en los acuíferos.
(f-2a). Densidad de población al año 2010.
(f-2b). Valor de la producción del sector agrícola (riego y temporal)
(f-3a). Disponibilidad natural <i>per cápita</i> de aguas superficiales.
(f-3b). Disponibilidad natural <i>per cápita</i> de aguas subterráneas.

(f-4a). Población económicamente activa (PEA) desocupada (%).
(f-5a). Deforestación (% de área forestal)
(f-6a). Cobertura vegetal natural (% de área)
(f-6b). Áreas naturales protegidas (% de área)
(f-6c). Índice de marginación.

Tabla 5.7. Clasificación de factores seleccionados para evaluar la vulnerabilidad ante la sequía.

Nombre	Grado de exposición, GE	Sensibilidad	Capacidad de adaptación
Vulnerabilidad económica	f-1a	f-2a	f-3a
	f-1b	f-2b	f-3b
		f-4a	
Vulnerabilidad social	f-1a	f-6c	f-3a
	f-1b		f-3b
Vulnerabilidad ambiental	f-1a	f-5a	f-6 a
	f-1b		f-6b
Vulnerabilidad Global	f-1a	f-2a	f-3a
	f-1b	f-2b	f-3b
		f-4a	f-6a
		f-5a	f-6b

5.4.2 Principales fuentes de información de los factores

Las fuentes de información para asignar valores a los factores son las publicaciones impresas y electrónicas de CONAPO, SAGARPA y SEMARNAT, especialmente los registros del Organismo de Cuenca Pacífico Norte de CONAGUA.

Dichas fuentes fueron consultadas a través de las publicaciones mencionadas, así como de entrevistas con funcionarios de dichas dependencias a cargo de la información.

5.4.3 Ponderación de los factores

A pesar de que el criterio de Proceso Analítico por Redes admite el uso de factores subjetivos, basados solamente en la apreciación, como factores objetivos, basados en datos medibles, en la evaluación de la vulnerabilidad ante la sequía del Consejo sólo se utilizó estos últimos.

Se determinó el valor de cada factor para evaluar la vulnerabilidad ante la sequía para cada una de las subcuencas del Consejo. Las subcuencas analizadas son:

Tabla 5.8. Subcuencas del Consejo de Cuenca de los Ríos Presidio al San Pedro analizadas.

Subcuenca
La Tapona
Laguna de Santiaguillo
Río Acaponeta 1
Río Acaponeta 2
Río Baluarte 1
Río Baluarte 2
Río Cañas 1
Río Cañas 2
Río Durango
Río El Tunal
Río Graseros
Río La Saucedá
Río Poanas
Río Presidio 1
Río Presidio 2
Río San Pedro-Desembocadura
Río San Pedro-Mezquital
Río Santiago Bayacora
Río Súchil

Por economía de exposición, se muestra como ejemplo, los valores calculados de una de las subcuencas, la de La Tapona, y uno de los tres criterios de vulnerabilidad, el ambiental. Los otros son vulnerabilidad social y vulnerabilidad económica.

Tabla 5.9. Valores de los factores para evaluar la vulnerabilidad ante la sequía correspondientes a vulnerabilidad ambiental en la Subcuenca La Tapona.

VULNERABILIDAD AMBIENTAL					
Subcuenca hidrológica	Ge		Se	Ca	
	f-1a	f-1b	f-5^a	f-6a	f-6b
La Tapona	0.16	0.29	0.38	0.61	0.10

Para la misma subcuenca se determinaron los valores de los factores correspondientes a vulnerabilidad social y económica.

5.4.4 Aplicación del sistema Super Decisions

Para ejecutar el programa Super Decisions, para cada una de las subcuencas se dan de alta los factores, así como sus ponderaciones o pesos específicos iniciales de cada factor respecto a los otros.

El programa, mediante la aplicación matemática de combinación de matrices denominada Proceso Analítico de Redes, combina la influencia de cada factor con respecto a los otros con los que tiene relación.

5.4.5 Resultados de la aplicación

Siguiendo con el ejemplo, los resultados para la Subcuenca La Tapona en cuanto a vulnerabilidad ambiental son:

Tabla 5.10. Resultados de ponderación mediante el programa Super Decisions, correspondientes a vulnerabilidad ambiental, Subcuenca La Tapona.

PONDERACIÓN RESULTADO DE SUPER DECISIONS				
VULNERABILIDAD AMBIENTAL				
P_{f-1a}	P_{f-1b}	P_{f-5a}	P_{f-6a}	P_{f-6b}
0.09375	0.28125	0.25	0.28125	0.09375

Fuera del programa, en hojas de cálculo, se obtienen los promedios ponderados de cada uno de los grupos de factores. Por ejemplo, para los factores f-1a y f-1b, agrupados en “Grado de Exposición”, GE, se tiene:

Tabla 5.11. Promedio ponderado del grupo de factores “grado de exposición”, correspondientes a vulnerabilidad ambiental, Subcuenca La Tapona.

Ge		Promedio ponderado (Ge)
Peso_{SD}* f-1a	Peso_{SD}* f-1b	

0.02	0.08	0.26
------	------	------

Lo mismo se efectúa para los grupos “Sensibilidad”, Se, y “Capacidad de Adaptación”, Ca, de vulnerabilidad ambiental y la totalidad de los factores de vulnerabilidad económica y social.

5.4.5.1 Factores modulados, organizados por cuenca y cálculo de las distintas vulnerabilidades

Los resultados de la ponderación para cada tipo de vulnerabilidad se muestran en la Tabla 5.11, en la que se asignó la misma importancia (peso específico) a cada tipo de vulnerabilidad ($1/3=0.33$) para obtener la vulnerabilidad global.

Finalmente, mediante la ecuación siguiente, se obtienen los valores finales normalizados con respecto a al rango de los mismos. Los resultados se muestran en la Tabla 5.12

Tabla 5.12. Valores de vulnerabilidad global de las subcuencas del Consejo de Cuenca de los Ríos Presidio al San Pedro.





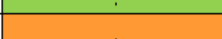










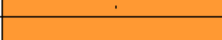


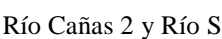
Cuenca_hidrologica	Peso $SD * V_{amb}$ iental	Peso $SD * V_{social}$	Peso $SD * V_{económica}$	$V_{ambiental} + V_{social} + V_{económica}$ VGlobal
La Tapona	0.14	0.24	0.31	0.69
Laguna de Santiaguillo	0.17	0.16	0.22	0.56
Río Acaponeta 1	0.01	0.24	0.21	0.47
Río Acaponeta 2	0.32	0.23	0.33	0.88
Río Baluarte 1	0.01	0.15	0.10	0.27
Río Baluarte 2	0.17	0.18	0.21	0.56
Río Cañas 1	0.03	0.00	0.00	0.03
Río Cañas 2	0.33	0.20	0.33	0.87
Río Durango	0.09	0.16	0.31	0.55
Río El Tunal	0.02	0.12	0.12	0.25
Río Graseros	0.06	0.27	0.24	0.57
Río La Saucedá	0.09	0.21	0.22	0.52
Río Poanas	0.20	0.20	0.18	0.57
Río Presidio 1	0.00	0.20	0.14	0.34
Río Presidio 2	0.18	0.17	0.17	0.52
Río San Pedro- Desembocadura	0.17	0.23	0.26	0.66

Río San Pedro-Mezquital	0.05	0.32	0.25	0.62
Río Santiago Bayacora	0.04	0.33	0.21	0.58
Río Suchil	0.10	0.25	0.20	0.55

Para cada factor:

$$Z_j^{normalizada} = (z_j - z_{min}) / (z_{max} - z_{min})$$

Tabla 5.13. Resultados de la vulnerabilidad en las cuencas hidrológicas de los ríos Presidio al San Pedro.

Cuenca_hid	NORMALIZADO	Clave vulnerabilidad global	
		Nombre	Color
La Tapona	0.7714	Muy alta	
Laguna de Santiaguillo	0.6195	Alta	
Río Acaponeta 1	0.5125	Media	
Río Acaponeta 2	1	Muy alta	
Río Baluarte 1	0.2806	Baja	
Río Baluarte 2	0.624	Alta	
Río Cañas 1	0	Muy baja	
Río Cañas 2	0.978	Muy alta	
Río Durango	0.6111	Alta	
Río El Tunal	0.265	Baja	
Río Graseros	0.6364	Alta	
Río La Saucedá	0.5705	Media	
Río Poanas	0.6334	Alta	
Río Presidio 1	0.3608	Baja	
Río Presidio 2	0.5803	Media	
Río San Pedro-Desembocadura	0.7409	Muy alta	
Río San Pedro-Mezquital	0.692	Alta	
Río Santiago Bayacora	0.651	Alta	
Río Suchil	0.6059	Alta	

Las subcuencas con la mayor vulnerabilidad son: La Tapona, Río Acaponeta 2, Río Cañas 2 y Río San Pedro-Desembocadura 2. Las primeras corresponden a las zonas con mayores presiones por el uso del agua en el sector agrícola, así como densidad de la población. En ellas se registran los mayores valores de vulnerabilidad ambiental y económica.

Los resultados de la Tabla 5.13 sirvieron de base para sobreponer el mapa de municipios del consejo de cuenca, los resultados se muestran en la Tabla 5.14 con las variables Ambiental, Económica, Social y Global.

A los resultados obtenidos por subcuencas con el Super Decisions se le sobrepuso el mapa con los municipios y se definió la vulnerabilidad para dicha área geográfica (ver Tabla 5.14).

Tabla 5.14. Vulnerabilidad de los municipios del Consejo de Cuenca de los ríos Presidio al San Pedro.

CC. RIO PRESIDIO AL RIO SAN PEDRO								
Municipio	Vulnerabilidad							
	color	Ambiental	color	Económica	color	Social	color	Global
Acaponeta	3	Media	2	Baja	3	Media	3	Media
Canatlán	2	Baja	4	Alta	3	Media	3	Media
Chalchiuites	3	Media	3	Media	3	Media	3	Media
Concordia	2	Baja	3	Media	4	Alta	3	Media
Durango	1	Muy baja	3	Media	4	Alta	3	Media
Mezquital	5	Muy alta	4	Alta	5	Muy alta	5	Muy alta
Nombre de Dios	3	Media	3	Media	3	Media	3	Media
Nuevo Ideal	3	Media	3	Media	4	Alta	3	Media
Pueblo Nuevo	2	Baja	3	Media	4	Alta	3	Media
Rosario	3	Media	5	Muy alta	2	Baja	3	Media
Santiago Ixcuintla	4	Alta	3	Media	3	Media	3	Media
Sombrerete	3	Media	3	Media	3	Media	3	Media
Pánuco de Coronado	4	Alta	3	Media	3	Media	3	Media
Guadalupe Victoria	2	Baja	3	Media	5	Muy alta	3	Media
Poanas	2	Baja	3	Media	3	Media	3	Media
Vicente Guerrero	3	Media	3	Media	3	Media	3	Media
Suchil	3	Media	4	Alta	3	Media	3	Media
Huajicori	5	Muy alta	5	Muy alta	5	Muy alta	5	Muy alta
Mazatlán	3	Media	3	Media	3	Media	3	Media
Escuinapa	3	Media	3	Media	4	Alta	3	Media
Ruíz	4	Alta	5	Muy alta	4	Alta	4	Alta
Rosamorada	3	Media	3	Media	4	Alta	3	Media
Tuxpan	3	Media	3	Media	2	Baja	3	Media
Tecuala	3	Media	3	Media	2	Baja	3	Media

5.4.5.2 Representación geográfica de los resultados

En forma espacial, los resultados se muestran geográficamente en los mapas de las Figuras 5.12, 5.13, 5.14 y 5.15.

Para la vulnerabilidad ambiental por municipio del área de estudio, Mezquital y Huajicori son los más vulnerables debido al grado de presión hídrica ejercida por las 18 325 hectáreas de riego que poseen y a la influencia de más de 43 083 has de temporal en cuyo manejo se tiene pérdidas de suelo y disminución de recarga de acuíferos. En cambio los municipios de Pueblo Nuevo, Durango, Canatlán, Guadalupe Victoria, Poanas y Concordia tienen vulnerabilidad ambiental de baja a muy baja. La Figura 5.12 describe la vulnerabilidad ambiental.

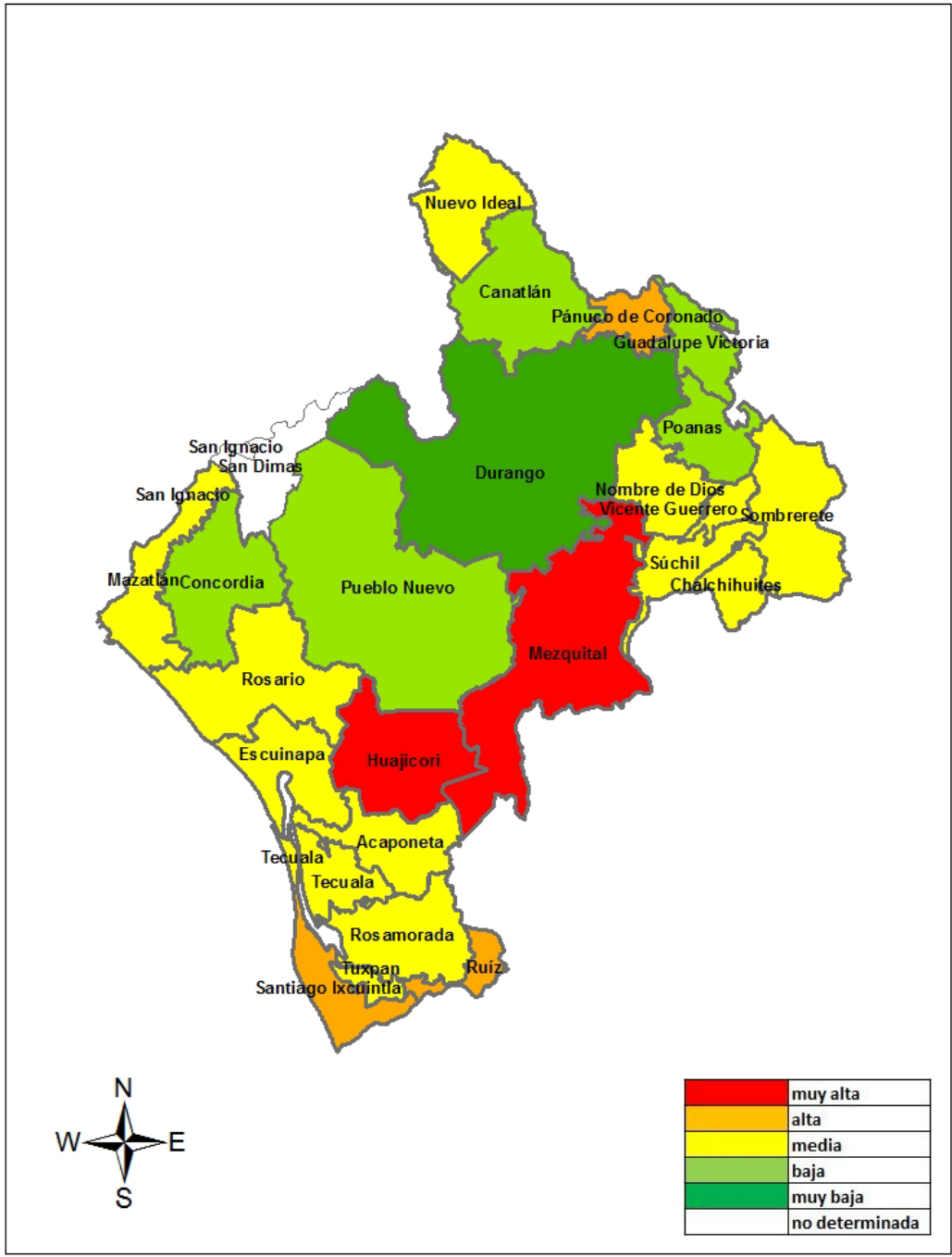


Figura 5.12.- Mapa de vulnerabilidad ambiental del Consejo de Cuenca de los ríos Presidio al San Pedro.

En relación a la vulnerabilidad económica en la zona de estudio, los resultados muestran que tres municipios tienen alta vulnerabilidad, ellos son: Rosario, Huajicori, y Ruiz; y el de menor vulnerabilidad económica resultó ser Acaponeta en vulnerabilidad baja; los demás municipios quedaron en el rango de media a alta. De los factores de mayor peso que han influido en este

resultado es el valor de la producción en el sector agrícola de riego y temporal ya que esta área contiene las mayor cantidad de superficie agrícola, el factor anterior se relaciona directamente con la Población Económicamente Activa que se ve reducida por la disminución de los precios base de los productos agrícolas. También la vulnerabilidad alta esta relacionada en menor medida con el grado de presión entre oferta y demanda de agua y la disminución de los niveles freáticos. La figura 5.13 describe la vulnerabilidad económica.

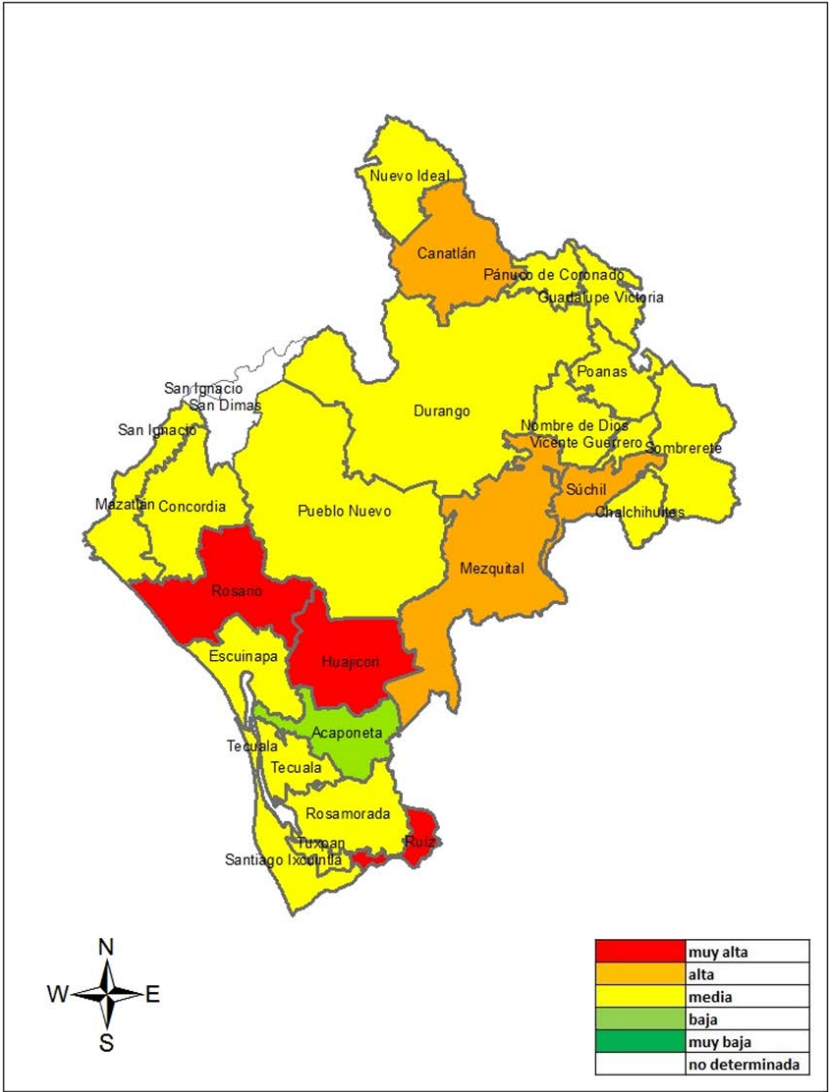


Figura 5.13. Mapa de vulnerabilidad económica del Consejo de Cuenca del Presidio al San Pedro.

En relación a la vulnerabilidad social en la zona de estudio, los resultados muestran que tres municipios tienen muy alta vulnerabilidad, ellos son: Guadalupe Victoria, Mezquital y Huajicori; 7 de alta vulnerabilidad: Nuevo Ideal, Durango, Pueblo Nuevo, Concordia, Escuinapa, Rosa Morada y Ruiz. Los factores de mayor peso que han influido en este resultado es el Índice de

Marginación de los asentamientos humanos de esta área por el mayor número de habitantes y un número no determinado de personas dependen del agua superficial para realizar sus actividades domésticas y productivas, por ello, el factor Disponibilidad Natural de Agua ocupa el segundo en importancia. También la Vulnerabilidad Alta de los municipios arriba mencionados esta relacionada con el grado de presión entre oferta y demanda de agua y con la disminución de los niveles freáticos. La figura 5.14 describe la vulnerabilidad Social.

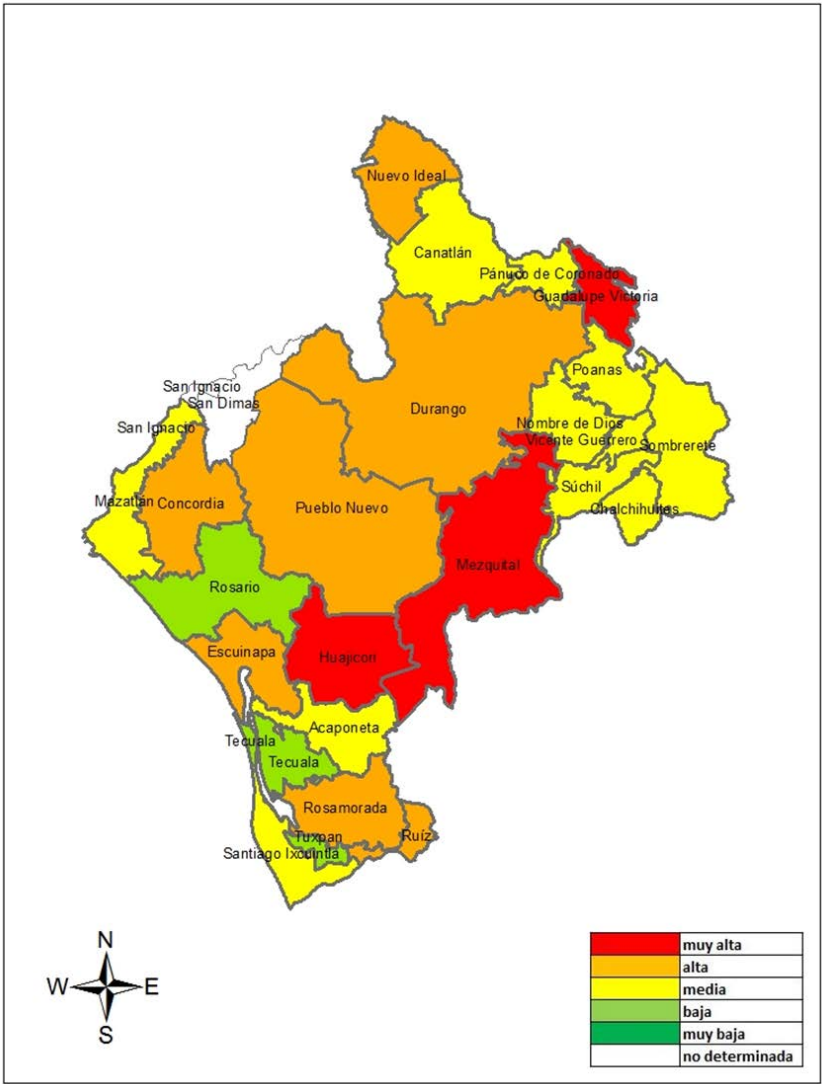


Figura 5.14. Mapa de vulnerabilidad social del Consejo de Cuenca del Presidio al San Pedro. Al combinarse los resultados de las tres vulnerabilidades se genera una Vulnerabilidad Global que permite ubicar en el espacio municipal zonas prioritarias que deben establecer un plan de manejo de la sequía para reducirla o mitigarla. Los municipios con Muy Alta Vulnerabilidad son: Mezquital y Huajicori; Alta Vulnerabilidad el municipio de Ruiz; el resto de los municipios, entre

ellos Durango, son de Vulnerabilidad Global Media. La Figura 5.15 muestra la variabilidad espacial de la Vulnerabilidad Global a la Sequía en la región de estudio.

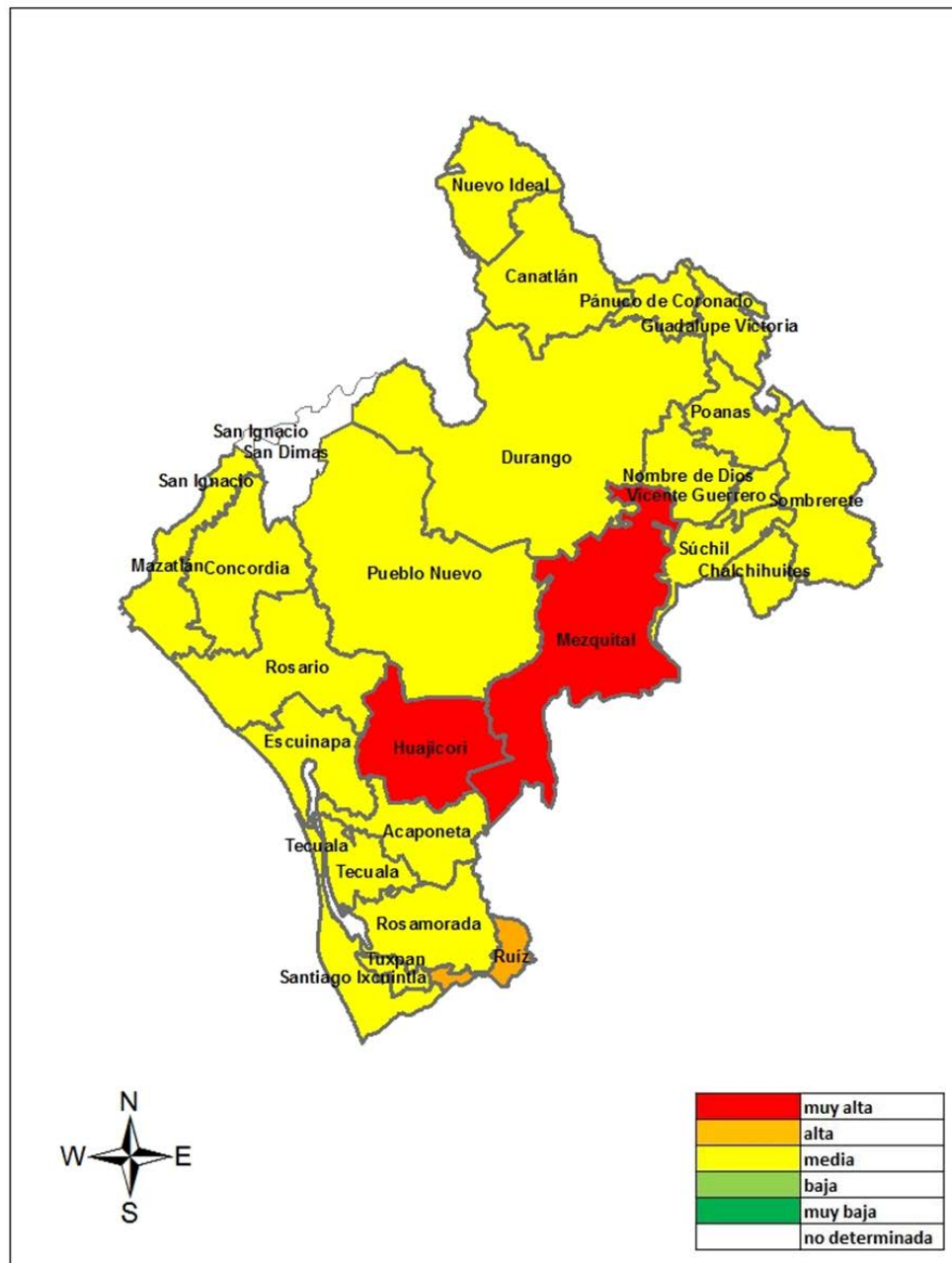


Fig. 5.15. Mapa de Vulnerabilidad Global del Consejo de cuenca de los ríos Presidio al San Pedro.

6. CARACTERIZACIÓN DE LA SEQUÍA EN EL CONSEJO DE CUENCA DE LOS RÍOS PRESIDIO AL SAN PEDRO

6.1 Umbrales de sequía

Torrecillas et al., (2013) y el involucramiento del Grupo Técnico Directivo del Consejo de Cuenca, proponen que los indicadores para determinar las etapas de evolución de la sequía, los cuales implican medidas preventivas y de mitigación apropiadas para cada etapa. Se determinan con base en la información disponible, como se indica a continuación.

La CONAGUA actualiza información diaria sobre presas (volumen de almacenamiento, aportación, extracción, evaporación, precipitación) y temperaturas máximas y mínimas en 15 estaciones. Para reforzar la calidad de esta información es de suma importancia validar la veracidad de la misma, así como disponer un registro diario de las transferencias entre presas en que se establezca la razón de dicho movimiento y quien es el usuario al que se destina el agua. Los volúmenes utilizados para generar energía eléctrica por parte de la Comisión Federal de Electricidad (CFE) no deben sumarse a los usos que implican un consumo de agua. Además es necesario documentar sucesos anormales que afecten los volúmenes almacenados y la duración del evento.

Los indicadores, que identifican los rangos de intensidad de sequía, sirven para definir acciones apropiadas para cada rango, con base en los acuerdos de los usuarios del Consejo de Cuenca. La CONAGUA es la Dependencia encargada de difundir la información sobre los indicadores en el momento en que se presenten las condiciones hidrometeorológicas tipificadas como sequía.

Para la selección de los indicadores de sequía se ha tenido en cuenta la disponibilidad y agilidad de actualización de los datos, que condiciona la periodicidad de la evaluación de cada etapa. Con base en lo anterior, se seleccionaron los siguientes indicadores:

1. Determinación de la intensidad de sequía.
2. Precipitación.
3. Escurrimiento.
4. Niveles en los mantos acuíferos.
5. Almacenamiento en las presas.

Los indicadores serán evaluados comparando los valores actuales con los valores hidrometeorológicos promedio en el periodo de evaluación. Las etapas de sequía serán clasificadas de acuerdo con valores de referencia de los indicadores (los umbrales) tal como se explica a continuación y se muestran en las Tablas 6.2 y 6.3. Para declarar la etapa de sequía se utilizará el promedio de cada indicador por entidad federativa representada en el Consejo de Cuenca.

Finalmente, según los recursos lo permitan, se recomienda adoptar un procedimiento automatizado con la información disponible por medio de un Sistema de Información Geográfica (SIG) accesible por internet para asegurar la calidad y visibilidad de la información. Igualmente se recomienda que a través del tiempo se impulse

un sistema automatizado para medir la demanda por los usuarios, pues es una herramienta esencial para la gestión del agua.

6.1.1 Intensidad de sequía

Para establecer la intensidad de sequía se utiliza el Standardized Precipitation Index (SPI, Índice de Precipitación Estandarizado). Este clasifica la intensidad de sequía de acuerdo con el North American Drought Monitor (NADM): anormalmente seco (D0), sequía moderada (D1), sequía severa (D2), sequía extrema (D3), y sequía excepcional (D4).

6.1.2 Precipitación

El índice de precipitación se evalúa cada mes mediante la comparación de la precipitación mensual con los valores de precipitación mensual promedio disponibles del Servicio Meteorológico Nacional, o la que se obtenga con la información proporcionada por el OCPN. Este valor de referencia se define como la precipitación media mensual en un periodo de al menos treinta años por estación climatológica seleccionada. Se hacen comparaciones para cada una de dichas estaciones en las cuencas de los ríos Presido al San Pedro. El valor del indicador de precipitación se determina según el porcentaje del valor normal de precipitación para cada estación calculado por plazos desde los últimos tres a doce meses.

La precipitación se evalúa en las estaciones que se presentan en la Tabla 6.1

Si existe un déficit de precipitación fuera del rango normal, los registros de precipitación seguirán marcando este déficit hasta que se alcance una condición normal. El déficit de precipitación se presenta como una disminución en la disponibilidad de los recursos hídricos según avanza el año, por lo tanto las etapas de sequía serán diferentes según los porcentajes de normalidad de la precipitación en la fecha de la evaluación. Ver Tabla 6.2 para los umbrales de sequía en relación a la precipitación.

Tabla 6.1. Estaciones en el Consejo de Cuenca.

Estado	Estación	Municipio
Durango	Narciso Mendoza	Poanas
	San Bartolo	Canatlán
	Guadalupe Victoria	Guadalupe Victoria
	Santa Bárbara	Durango
	Santiago Bayacora	
	Observatorio Durango	
	Peña del Águila	
	San Bartolo	
El Pueblito		
Zacatecas	Chalchihuites	Chalchihuites
Nayarit	Cucharas	Huajicori

	La Estancia	
	Pajaritos	Acaponeta
	Acaponeta	
	Rosamorada	Rosamorada
	San Pedro	Ruiz
Sinaloa	Las Tortugas	Rosario
	Rosario	
	Siqueros	
	Observatorio Mazatlán	Mazatlán

6.1.3 Esguerrimiento

El Esguerrimiento representa el gasto natural en los ríos. Se mide en la estación hidrométrica ubicada como punto de control a la salida de la cuenca. El umbral del esguerrimiento se calcula por medio del Streamflow Drought Index (SDI, Índice Hidrológico de Sequía), valor resultante del análisis de los registros de gasto en ríos.

El SDI será monitoreado en las siguientes estaciones hidrométricas:

- Presa Peña Del Águila, en la Subcuenca Río La Saucedá del Río San Pedro.
- Presa General Guadalupe Victoria, en la Subcuenca Río Tunal del Río San Pedro.
- Presa Santiago Bayacora, en la Subcuenca Río Santiago Bayacora del Río San Pedro.
- Presa Francisco Villa, en la Subcuenca Río Poanas del Río San Pedro.
- Estación hidrométrica Vicente Guerrero, en la Subcuenca Río Súchil del Río San Pedro.
- Estación hidrométrica San Pedro, en la Subcuenca Río San Pedro (Mezquital) del Río San Pedro.
- Estación hidrométrica a la desembocadura de la Subcuenca Río San Pedro (Desembocadura del Río San Pedro).
- Estación hidrométrica Siqueros, en la Subcuenca Río Presidio 1 del Río Presidio.
- Estación hidrométrica a la desembocadura de la Subcuenca Río Presidio 3 del Río Presidio.
- Estación hidrométrica Baluarte, en la Subcuenca Río Baluarte 1 del Río Baluarte.
- Estación hidrométrica a la desembocadura de la Subcuenca Río Baluarte 2 del Río Baluarte.
- Estación hidrométrica La Ballona, en la Subcuenca Río Cañas 1 del Río Cañas.
- Estación hidrométrica a la desembocadura de la Subcuenca Río Cañas 2 del Río Cañas.
- Estación hidrométrica Acaponeta, en la Subcuenca Río Acaponeta 1 del Río Acaponeta.
- Estación hidrométrica a la desembocadura de la Subcuenca Río Acaponeta 2 del Río Acaponeta.

6.1.4 Niveles en los mantos acuíferos

Los niveles estáticos de agua subterránea en los pozos (piloto) representativos para cada acuífero se utilizarán para el seguimiento de los niveles en los acuíferos. Los niveles mensuales se comparan con los valores equivalentes al vigésimo quinto, decimo, y el quinto percentil de los registros históricos. La selección de los puntos de monitoreo tiene que tomar en cuenta que los pozos se encuentren fuera de la zona de riego, para que no tengan la influencia de los retornos de riego, lo cual oculta el efecto real de la sequía.

Los niveles en los acuíferos se medirán en varios puntos de monitoreo, que varían según el tamaño del acuífero:

- Acuífero Valle de Santiaguillo, 4 puntos: 2 en la cuenca alta y 2 en la cuenca baja.
- Acuífero Valle de Canatlán, 4 puntos: 2 en la cuenca alta y 2 en la cuenca baja.
- Acuífero Vicente Guerrero-Poanas, 4 puntos: 2 en la cuenca alta y 2 en la cuenca baja.
- Acuífero Sabinas, 2 puntos: 1 en la cuenca alta y 1 en la cuenca baja.
- Acuífero Hidalgo, 2 puntos: 1 en la cuenca alta y 1 en la cuenca baja.
- Acuífero Madero-Victoria, 4 puntos: 2 en la cuenca alta y 2 en la cuenca baja.
- Acuífero Valle del Guadiana, 4 puntos: 2 en la cuenca alta y 2 en la cuenca baja.
- Acuífero Valle del Mezquital, 2 puntos: 1 en la cuenca alta y 1 en la cuenca baja.
- Acuífero San Pedro-Tuxpan, 2 puntos: 1 en la cuenca alta y 1 en la cuenca baja.
- Acuífero Río Presidio, 2 puntos: 1 en la cuenca alta y 1 en la cuenca baja.
- Acuífero Valle Acaponeta-Cañas, 4 puntos: 2 en la cuenca alta y 2 en la cuenca baja.
- Acuífero Valle de Escuinapa, 1 punto.
- Acuífero Laguna Agua Grande, 2 puntos: 1 en la cuenca alta y 1 en la cuenca baja.
- Acuífero Río Baluarte, 2 puntos: 1 en la cuenca alta y 1 en la cuenca baja.
- Acuífero Río Cañas, 6 puntos: 2 en la cuenca alta, 2 en la cuenca media y 2 en la cuenca baja.

La selección de los puntos de monitoreo será determinada por el OCPN de la CONAGUA.

6.1.5 Almacenamiento en las presas

Debido a que la temporada de estiaje termina en junio, el momento más crítico para el almacenamiento es el inicio del verano.

La evaluación mensual del nivel de almacenamiento en las presas de Durango se realiza en:

- Presa Santiago Bayacora, ubicada en el Río Santiago Bayacora.
- Presa General Guadalupe Victoria, ubicada en el Río El Cajón.
- Presa Francisco Villa, ubicada en el Río Poanas.
- Presa San Bartolo, ubicada en la Laguna de San Bartolo.
- Presa Peña del Águila, ubicada en el Río Saucedá.

Además se evaluará el almacenamiento en la Presa Picachos en la cuenca del Río Presidio en Sinaloa.

6.2 Etapas de la sequía

Los umbrales se presentan en las Tablas 6.2 y 6.3. Según sus valores se definen las etapas de la sequía, lo que da paso a comunicar el estado actual a los usuarios y la población, así como tomar decisiones de manera oportuna (Torrecillas et al., 2013). Las etapas son las siguientes:

- Etapa 1, Alerta Temprana. Anormalmente Seco (D0): Se trata de una condición de sequedad, no es un grado de sequía. Se presenta antes de que inicie o después de que termine un periodo de sequía. Cuando ocurre antes del inicio de la sequía debido a la sequedad de corto plazo, hay retraso de la siembra de cultivos anuales, limitado crecimiento de los cultivos o pastos y riesgo de incendios por arriba del promedio. Cuando sucede al concluir la sequía, existe un déficit persistente de agua, pastos o cultivos no recuperados completamente. Se recomienda una reducción voluntaria de la demanda a menos de 10 %.
- Etapa 2, Respuesta. Sequía moderada (D1): Se da cuando se presentan algunos daños a los cultivos y pastos, alto riesgo de incendios, niveles bajos en arroyos, embalses y pozos y escasez de agua. Se requiere restringir el uso de agua de manera voluntaria y reducir la demanda el 20 %.
- Etapa 3, Urgencia. Sequía severa (D2): Existe en el momento que se dan probables pérdidas en cultivos o pastos, muy alto riesgo de incendios y la escasez de agua es común. Se imponen medidas voluntarias y algunas restricciones de uso del agua para reducir la demanda un 30 %. Se prepara un Plan de Contingencia específico a la situación en la cuenca.
- Etapa 4, Emergencia. Sequía extrema (D3): Se dan mayores pérdidas en cultivos o pastos, peligro extremo de incendio y condiciones de escasez de agua. Las restricciones de uso de agua son obligatorias con el objetivo de reducir la demanda un 40 %. Se activa el Plan de Contingencia específico a la situación en la cuenca.
- Etapa 5, Crítica. Sequía excepcional (D4): Se presentan pérdidas excepcionales y generalizadas de los cultivos o pastos, riesgo de incendio excepcional, escasez de agua en los embalses, arroyos y pozos, se crean situaciones de emergencia debido a la ausencia de agua. Las restricciones de uso de agua son obligatorias con el objetivo de reducir la demanda un 50 %. Se activa el Plan de Contingencia específico a la situación en la cuenca. Se declara un estado de emergencia.

6.3 Evaluación de la Sequía

Con el involucramiento del GTD se implementaron 5 etapas para la definición de las condiciones e índices de sequía. Los indicadores de sequía serán monitoreados de manera continua durante todo el año, y según el estado de la sequía se determinará la respuesta para un plazo de tiempo variable de acuerdo a la etapa de sequía (véase Tablas 6.2 y 6.3). La frecuencia de la evaluación se incrementará si la sequía se intensifica (Torrecillas *et al.*, 2013) como se indica a continuación:

- Etapa 1 - Mensual
- Etapa 2 - Mensual

- Etapa 3 - Quincenal
- Etapa 4 - Semanal
- Etapa 5 - Semanal o según sea necesario

La CONAGUA debe de preparar un informe según la etapa de sequía (desde mensual a semanal) y distribuirlo a: las dependencias de los tres niveles de gobierno, los consejos de cuenca, los organismos operadores, los distritos y módulos de riego, las asociaciones civiles y los medios de comunicación; también debe publicar la información en la página web.

Los umbrales de los indicadores que definen cada etapa se establecen con base en un análisis de las fases progresivas de ocurrencia de sequía, tal como se describe a continuación.

6.3.1 Etapa 1, alerta temprana (azul)

El SPI está en la fase de anormalmente seco. Las presas están al 80 % o más.

6.3.2 Etapa 2, respuesta (verde)

El SPI está en la fase de sequía moderada.

No más de un indicador fuera de la gama normal según estos criterios:

- La precipitación excede el porcentaje de la precipitación normal para el periodo de tiempo en la Tabla 6.2.
- El escurrimiento de los ríos y arroyos está por encima del 25 percentil normalizado.
- Los niveles freáticos están por encima del 25 percentil normalizado.
- El nivel de almacenamiento de las presas en la cuenca es menor al 80 %.

6.3.3 Etapa 3, urgencia (amarillo)

El SPI está en la fase de sequía severa.

Al menos dos indicadores cumplen las siguientes condiciones:

- Los niveles de precipitación están en o por debajo del porcentaje de la precipitación normal para el periodo de tiempo en la Tabla 6.2.
- El escurrimiento de los ríos y arroyos está entre el 10 y 25 percentil normalizado.
- Los niveles freáticos se sitúan entre el 10 y 25 percentil normalizado.
- El nivel de almacenamiento de las presas en la cuenca es menor al 65 %.

6.3.4 Etapa 4, emergencia (naranja)

El SPI está en la fase de sequía extrema.

Al menos dos indicadores cumplen las siguientes condiciones:

- Los niveles de precipitación están en o por debajo del porcentaje de la precipitación normal para el periodo de tiempo en la Tabla 6.2.
- El escurrimiento de los ríos y arroyos está entre el 5 y 10 percentil normalizado.
- Los niveles freáticos se sitúan entre el 5 y 10 percentil normalizado.
- El nivel de almacenamiento de las presas en la cuenca es menor al 40 %.

6.3.5 Etapa 5, crítica (rojo)

El SPI está en la fase de sequía excepcional.

Al menos dos indicadores cumplen las siguientes condiciones:

- Los niveles de precipitación están en o por debajo del porcentaje de la precipitación normal para el periodo de tiempo en la Tabla 6.2.
- El escurrimiento de los ríos y arroyos es menor al 5 percentil normalizado.
- Los niveles freáticos se sitúan por debajo del 5 percentil normalizado.
- El nivel de almacenamiento de las presas en la cuenca es menor al 20 %.

Tabla 6.2. Umbrales por etapa según los indicadores de sequía.

Etapa	Indicadores de sequía				
	Índice de Precipitación Estandarizado(SPI)	Porcentaje de la Precipitación Normal para el periodo de evaluación	Índice Hidrológico de Sequía (SDI)	Percentil normalizado de los Niveles en los Mantos Acuíferos	Porcentaje de Almacenamiento en las Presas %
Etapa 1 Alerta Temprana	Anormalmente Seco	90%	$SDI > 0.0$	>50	>80
Etapa 2 Respuesta	Sequía Moderada	Ver Tabla 6.3	$-1 < SDI < 0.0$	>25	<80
Etapa 3 Urgencia	Sequía Severa		$-1.5 < SDI < -1.0$	25	<65
Etapa 4 Emergencia	Sequía Extraordinaria		$-2.0 < SDI < -1.5$	10	<40
Etapa 5 Crítica	Sequía Excepcional		$SDI < -2.0$	5	<20

Tabla 6.3. Umbrales del indicador de precipitación.

Número de meses analizados	Moderada	Severa	Extraordinaria	Crítica
	(% de la precipitación media)	(% de la precipitación media)	(% de la precipitación media)	(% de la precipitación media)
3	> 75.0	75.0	65.0	55.0
4	> 80.0	80.0	70.0	60.0
5	> 80.0	80.0	70.0	60.0
6	> 80.0	80.0	70.0	60.0
7	> 81.5	81.5	71.5	61.5
8	> 82.5	82.5	72.5	62.5
9	> 83.5	83.5	73.5	63.5
10	> 85.0	85.0	75.0	65.0
11	> 85.0	85.0	75.0	65.0
12	> 85.0	85.0	75.0	65.0

7. MEDIDAS DE MITIGACIÓN

Las medidas de mitigación varían según la etapa de la sequía y los actores responsables de tomar decisiones. La CONAGUA, los consejos de cuenca, las comisiones estatales de agua, los organismos operadores, los módulos de riego, los distritos de riego y el resto de los usuarios siempre tendrán roles fundamentales, pero según evolucione la sequía será necesario incluir otras dependencias de los tres niveles de gobierno.

Se recomienda que en cada etapa, la CONAGUA y el Consejo de Cuenca formalmente acuerden y declaren la existencia de la situación de sequía, incluyendo la etapa en la que se encuentre. También es importante que las autoridades estén bien informadas en todas las etapas para evitar que se politice la situación distrayendo los esfuerzos de gestión. En todas las etapas se considera la participación de las personas responsables de la cultura del agua (Torrecillas *et al.*, 2013).

En la Etapa 1, la CONAGUA es responsable de monitorear e informar oportunamente del estado de sequía.

En la etapa 2, la CONAGUA debe convocar a una reunión con el Consejo de Cuenca para informar del estado de sequía y acordar la necesidad de tomar acciones de mitigación. En esta etapa se debe de activar un espacio, preferiblemente en las oficinas de la CONAGUA en Durango, que servirá como centro para realizar todas las actividades necesarias para gestionar la sequía. Es importante que en esta etapa se acuerde quién va a ser responsable de la gestión. Inicialmente podría ser la CONAGUA, pero a largo plazo se recomienda que el Consejo de Cuenca asuma esta responsabilidad, de acuerdo con el principio de que la gestión óptima de los recursos hídricos se logra a nivel local. Para realizar esta propuesta se necesita fortalecer al Consejo de Cuenca y dotarlo de los recursos necesarios. Esta es una estrategia que se contempla en las estrategias necesarias para lograr la gestión integral de recursos hídricos en las cuencas del Consejo. En esta etapa se coordinan todas las actividades entre los tres niveles de gobierno para atender las necesidades de la población. Se requiere que el Consejo de Cuenca lleve a cabo una reunión mensual.

La etapa 3, es una evolución de la etapa 2, excepto que el Consejo de Cuenca debe de mantener una reunión quincenal. Se informa a las otras dependencias de gobierno del estado la posibilidad de aplicar recursos para enfrentar la sequía.

La etapa 4, es una situación más crítica que la etapa 3. Se sostienen reuniones semanales del Consejo de Cuenca con la participación de todas las dependencias responsables de los tres niveles de gobierno. Finalmente, La etapa 5, es una continuación de la etapa 4, pero además La CONAGUA emite un Decreto de Estado de Emergencia.

Las medidas de mitigación serán aplicadas según la evaluación de la existencia de sequía y su severidad.

7.1 Etapa 1

Análisis de las fases progresivas de ocurrencia de sequía.

- Meta: reducir la demanda menos del 10 %.
- Reducción voluntaria del 10 % en el uso del agua para la agricultura.

- Publicación mensual de un informe técnico o boletín con análisis de los indicadores, tendencias y pronóstico a largo plazo, para el Consejo de Cuenca. Además, el informe debe de presentar el estado actual de los indicadores (verde, amarillo, naranja o rojo). El informe mensual debe de ser fácilmente accesible en una red por internet, incluyendo las páginas *web* de la CONAGUA, la SAGARPA, la Secretaría de Agricultura, Ganadería y Pesca del Estado, el Consejo de Cuenca, la Comisión Estatal de Agua Potable y Alcantarillado, los organismos operadores y módulos de riego, entre otros.
- Preparación de un comunicado de prensa con un resumen del informe técnico escrito de tal manera que pueda ser comprendido por la población.
- Desarrollo y actualización por parte del Consejo de Cuenca de planes anuales para gestionar la sequía.

7.2 Etapa 2

- La meta es reducir la demanda del uso público urbano en un 20% en forma obligatoria.
- Reducción voluntaria del 20 % en el uso del agua para la agricultura.
- La CONAGUA notifica a los tres niveles de gobierno que en el Consejo se ha declarado la etapa 2 de sequía.
- La CONAGUA y los medios de comunicación implementan una campaña de sensibilización, informando de la etapa de sequía para ofrecer a los ciudadanos información actualizada.
- Promoción en los medios de comunicación del uso racional del agua.
- Activar el plan de gestión de la sequía para la cuenca, lo que implica establecer la organización para la gestión de la sequía.
- El Consejo de Cuenca y los organismos operadores activan sus planes anuales para la gestión de sequía.
- El Consejo de Cuenca y los organismos operadores aplican la normatividad para asegurar que los usuarios cumplan con las metas establecidas para disminuir el consumo de agua.
- El Consejo de Cuenca y los organismos operadores aumentan sus esfuerzos para la promoción de la cultura del agua y así educar al público de la necesidad y los aspectos prácticos para la conservación del agua.
- El Consejo de Cuenca y los organismos operadores mantienen el monitoreo exacto de las extracciones de agua, agua suministrada y registros de consumo.
- Los organismos operadores monitorean la producción de agua diaria y presentan un informe mensual a la CONAGUA y la Comisión Estatal de Agua Potable y Alcantarillado.
- Los organismos operadores determinan la pérdida de agua no contabilizada y ponen en marcha programas proactivos para la detección y reparación de fugas.
- Los organismos operadores desarrollan e implementan programas de calibración de medidores y remplazo de aquellos que no cumplen con los estándares de medición. Igualmente se implantan programas para la detección y eliminación de tomas clandestinas.
- Se recomienda a los propietarios la reparación de fugas y goteos.

- Los propietarios instalan accesorios para la conservación de agua durante la construcción y rehabilitación de edificios.
- Instalaciones gubernamentales (de los tres niveles de gobierno) y las oficinas de los organismos operadores evalúan el uso del agua, identifican y reparan fugas e instalan dispositivos de ahorro o captación de agua de manera oportuna. Además se aplican programas de difusión y comunicación en las dependencias para involucrar a los empleados en programas para conservar el agua.
- Se invita a los módulos de riego, las empresas e industrias a desarrollar planes de contingencia para reducir el consumo de agua un 20 %.
- Los módulos de riego, las empresas e industrias desarrollan e implementan medidas para conservación del agua.

7.3 Etapa 3

- Meta: reducir la demanda el 30 %.
- Reducción obligatoria en el uso del agua por la agricultura de 30 %.
- La CONAGUA notifica a los tres niveles de gobierno que en el Consejo de la Cuenca se ha declarado la etapa 3 de sequía.
- Ejecutar el Plan de Gestión de la Sequía para el Consejo de Cuenca, lo que implica establecer la organización para la gestión de la sequía.
- La CONAGUA informa a los proveedores de servicios públicos, empresas y la industria de los cambios en los indicadores.
- El área de Comunicación Social de La CONAGUA acuerda con las estaciones de radio y televisión locales para emitir actualizaciones semanales del estado de sequía al público.
- Se establece el contacto con los coordinadores municipales de sequía.
- La CONAGUA, el Consejo de Cuenca, los módulos de riego y los organismos operadores proporcionan al público, sugerencias para la conservación del agua.
- La CONAGUA y la Comisión Estatal de Agua Potable y Alcantarillado monitorean problemas observados en los sistemas de agua.
- La página *web* de La CONAGUA se actualiza cada dos semanas o más frecuentemente, si es necesario.
- Los organismos operadores activan los planes de conservación de agua.
- Los organismos operadores realizan activamente la detección de fugas y los programas de reparación.
- Se reduce el consumo de agua municipal, por ejemplo en fuentes y riego de parques y jardines.
- Los negocios e industrias activan planes de emergencia de agua.
- Los propietarios de viviendas, instalaciones del gobierno, los negocios y la industria reducen el uso de agua para riego.
- Instalaciones gubernamentales (de los tres niveles de gobierno) y las oficinas de los Organismos Operadores evalúan el uso del agua, identifican y reparan fugas e instalan dispositivos de ahorro o

captación de agua de manera oportuna. Además se aplican programas de difusión y comunicación en las dependencias para involucrar a los empleados en programas para conservar el agua.

7.4 Etapa 4

- Meta: reducir la demanda el 40 %.
- Reducción obligatoria en el uso del agua por la agricultura de 40 %.
- La CONAGUA notifica a los tres niveles de gobierno que en el Consejo de Cuenca se ha declarado la etapa 4 de sequía.
- Se ejecuta el plan de gestión de la sequía en el Consejo. La organización para la gestión de la sequía ya está funcionando.
- La CONAGUA informa a los proveedores de servicios públicos, empresas y la industria de los cambios en los indicadores.
- El área de Comunicación Social de La CONAGUA acuerda con las estaciones de radio y televisión locales para emitir actualizaciones diarias del estado de sequía al público.
- Se impulsan acciones con los coordinadores municipales de sequía.
- La CONAGUA, el Consejo de Cuenca, los módulos de riego y los organismos operadores proporcionan al público recomendaciones para la conservación del agua.
- La CONAGUA y la Comisión Estatal de Agua Potable y Alcantarillado monitorean problemas observados en los sistemas de agua.
- La página *web* de La CONAGUA se actualiza cada semana o más frecuentemente si es necesario.
- Los organismos operadores activan los Planes de Conservación de Agua.
- Los organismos operadores efectúan activamente la detección de fugas y los programas de reparación.
- La CONAGUA y los organismos operadores establecen contacto con los grandes consumidores del sector industria y el comercio.
- Se prohíbe el uso de agua potable no esencial, por ejemplo en fuentes y riego de parques y jardines.
- Los negocios e industrias activan planes de emergencia de agua.
- Los propietarios de viviendas, instalaciones del gobierno, los negocios y la industria, reducen el uso de agua para riego.
- Instalaciones gubernamentales (de los tres niveles de gobierno) y las oficinas de los organismos operadores evalúan el uso del agua, identifican y reparan fugas e instalan dispositivos de ahorro o captación de agua de manera oportuna. Además se aplican Programas de difusión y comunicación en las dependencias para involucrar a los empleados en programas para conservar el agua.

7.5 Etapa 5

- Meta: reducir la demanda el 50 %.
- La CONAGUA notifica a los tres niveles de gobierno que la cuenca se ha declarado la etapa 5 de sequía.

- La CONAGUA emite el "Acuerdo de Carácter General de Emergencia por Ocurrencia de sequía".
- Reducción obligatoria en el uso del agua por la agricultura de 50 %.
- Ejecución del Plan de Gestión de la Sequía para la cuenca. La organización para la gestión de la sequía ya está funcionando.
- La CONAGUA informa a los usuarios, de los cambios en los indicadores de sequía.
- El área de Comunicación Social de La CONAGUA acuerda con las estaciones de radio y televisión locales para emitir actualizaciones diarias del estado de sequía.
- Se establece una línea telefónica de atención.
- Se impulsan acciones con los coordinadores municipales de sequía.
- La CONAGUA, el Consejo de Cuenca, los módulos de riego y los organismos operadores proporcionan al público indicadores para la conservación del agua.
- La CONAGUA y la Comisión Estatal de Agua Potable y Alcantarillado monitorean problemas observados en los sistemas de agua.
- La página *web* de La CONAGUA se actualiza cada día.
- Los Organismos Operadores activan los Planes de Conservación de Agua.
- CONAGUA y los Organismos Operadores avisan formalmente a los usuarios de la gravedad de la escasez de agua.
- Los organismos operadores ejecutan enérgicamente la Detección de Fugas y los Programas de Reparación.
- Se establecen sistemas de vigilancia para asegurar el cumplimiento con las restricciones.
- Se solicita el apoyo de la policía de los tres niveles de gobierno para forzar el cumplimiento con las restricciones.
- La CONAGUA, PROFEPA y los organismos operadores impulsan programas de eficiencia del uso del agua con los grandes consumidores del sector industria y comercio.
- Se prohíbe todo el uso de agua potable no esencial de viviendas, instalaciones del gobierno, los negocios y la industria, por ejemplo en fuentes y riego de parques y jardines.
- Los sectores industrial y comercial activan Planes de Emergencia de Agua.
- Los sectores industrial y comercial evaluar necesidad de reducir las horas de funcionamiento.
- Instalaciones gubernamentales (de los tres niveles de gobierno) y las oficinas de los organismos operadores evalúan el uso del agua, identifican y reparan fugas e instalan dispositivos de ahorro o captación de agua de manera oportuna. Además se aplicarán programas de difusión y comunicación en las dependencias para involucrar a los empleados en programas para conservar el agua.

8. MEDIDAS PREVENTIVAS

Las estrategias para la gestión de la demanda están fundamentadas en dos principios:

- No se puede manejar lo que no se entiende. Por eso es de suma importancia conocer a fondo la demanda y sus causas para lograr el equilibrio entre la oferta y demanda, empezando por la operación de las presas.
- No se aprecia lo que no cuesta. El factor detonante de la demanda se presenta cuando el agua no cuesta o no se paga. En el caso de la ciudad de Nelson, en Nueva Zelanda, la cobertura universal de medición y la introducción de pago por uso disminuyó la demanda un 37 %.

8.1 Medidas preventivas para gestionar la demanda

8.1.1 Políticas óptimas de operación de presas

Se recomienda determinar el nivel de servicio a través de las políticas óptimas de operación de presas por medio del siguiente proceso (Torrecillas *et al.*, 2013):

1. El Comité Técnico de Operación de Obras Hidráulicas (CTOOH) propone políticas óptimas de operación de las presas de Sinaloa a los comités hidráulicos de los distritos de riego para su discusión, aprobación y debido respeto, antes del 1 de septiembre.

2. Las políticas óptimas de operación aprobadas por el CTOOH y los comités hidráulicos son dados a conocer antes del 1 de octubre a los usuarios de riego, a través de una campaña de comunicación y participación social a cargo del OCPN.

8.1.2 Pronóstico de la oferta y demanda y planes de riego

En relación con el pronóstico de la oferta y la demanda, el objetivo es desarrollar un modelo integral de optimización anual para definir la operación del sistema de presas y la asignación del volumen mensual de agua para la irrigación de diferentes cultivos, así como para satisfacer los requerimientos de uso urbano basado en las condiciones hidrológicas, agronómicas y económicas en la cuenca (Torrecillas et al., 2009, 2010 y 2013).

El modelo debe maximizar los beneficios anuales netos del sector agrícola para minimizar el riesgo de déficit o derrames en el sistema de presas, incluir cambios en el suministro de agua debidos a la incertidumbre de las precipitaciones y del escurrimiento del río, así como establecer cambios en la demanda de agua provocados por la incertidumbre de los precios y costos de los cultivos con respecto a datos del año agrícola. Los resultados obtenidos con el modelo se deben analizar y comparar con los resultados reales obtenidos en particular para conocer las funciones analíticas del modelo.

Los resultados se utilizan para optimizar y analizar la operación del sistema de presas, así como para manejar los recursos hídricos en los distritos de riego, lo que permite seleccionar el patrón de cultivos de acuerdo con sus máximos beneficios económicos y las extracciones óptimas mensuales del agua disponible del sistema de presas.

A falta de este modelo, se recomienda que el OCPN realice unos cálculos básicos de oferta y demanda con base de información histórica para el 1 de julio del año correspondiente. Los cálculos deben considerar por lo menos escenarios de escurrimiento según la probabilidad de la presencia del tipo de sequía (de Anormalmente Seco a Crítica). El OCPN debe decidir cuál es el escenario más probable, con un factor de seguridad para coadyuvar a que se recupere el nivel de almacenamiento en las presas y así informar a los usuarios que sólo este volumen va a entrar disponible.

Los resultados de los cálculos de oferta y demanda deben ser presentados al Consejo de Cuenca y distritos de riego antes del 1 de agosto del año correspondiente para acordar sus magnitudes en el año agrícola que comienza en 1 de octubre del año correspondiente. Subsecuentemente:

1. La Subdirección General de Infraestructura Hidroagrícola y el OCPN instruirán a los comités hidráulicos para que realicen los planes de riego integrados por fuentes de abastecimiento (presas, pozos y plantas de bombeo) para cada año agrícola.
2. El OCPN consolidará los planes de riego de los distritos de Sinaloa y los presentara al Consejo Estatal de Desarrollo Rural Sustentable para que los aprueben, los apoyen y los respeten.
3. El OCPN monitoreará la demanda y tomará acción contra los usuarios que no cumplan con sus obligaciones.

4. El OCPN publicará un Informe Mensual de Disponibilidad y Demanda en el Consejo de Cuenca con observaciones de las tendencias.

8.1.3 Cobrar y pagar por el uso del agua.

Las estadísticas no mienten. El principal uso en las cuencas del consejo, el agrícola, se realiza con un 40 % de eficiencia, mientras que, el segundo con un 50 %. Los derechos por explotación, uso o aprovechamiento de aguas nacionales según zonas de disponibilidad, se muestran en la Tabla I-1 del Apéndice I. Se puede observar que el consumo agropecuario, sin exceder la concesión, es gratis. Esto plantea varios problemas: primero, el consumo se calcula por superficie irrigada y no por el volumen que se usa en realidad; además no existe un sistema para validar las concesiones.

Si se aplicara un cobro de 0.30 centavos por metro cúbico a los aproximadamente 4200 millones de m³ anuales demandados por el sector agrícola en el Consejo, se generaría un recurso anual de 12.6 millones de pesos anuales que se podría dedicar a crear un fondo para implementar la eficiencia en el sector agrícola. Además, si este fondo se aplicara a los programas federalizados un subsidio similar al monto del recurso aportado por los usuarios, se podrían generar inversiones anuales del orden de 25.2 millones de pesos. El cobro propuesto por el agua es menor que el que se gasta actualmente en bombeo en distritos de riego de 188,136,448 pesos por año, (Torrecillas et al., 2013), (véase Tabla I-2 del Apéndice I, CONAGUA, 2013d).

El Estudio de la demanda de agua en la Comarca Lagunera, ubicada en el estado de Coahuila y en el de Durango, concluyó que todos los sectores consumidores responden inelásticamente a cambios en las tarifas y cuotas cobradas por su uso y servicio. Los sectores con mayor inelasticidad son el residencial y el pecuario, donde los consumidores responden pobremente a cambios en el precio, de tal manera que una política de precios en éstos no tendría éxito. Los sectores donde la demanda de agua resultó menos inelástica fueron la agricultura de riego por bombeo y la industria, donde políticas de administración de la demanda de agua tendrán que contemplar aumentos en el precio del agua usada en la industria, la cuota por el servicio de riego y la tarifa eléctrica para uso agrícola. La demanda de agua respondió inelástica e inversamente a cambios en la tarifa eléctrica en los sectores residencial, pecuario e industrial. Dicha relación de complementariedad indica que un aumento en las tarifas eléctricas disminuiría de manera significativa el consumo total de agua en la región (Guzmán-Soria et al, 2006).

En el sector público urbano el problema es más complejo. Se puede observar:

- La falta de recursos para mantener los sistemas de agua potable y alcantarillado y para abatir las fugas.
- La alta morosidad.
- En muchos municipios existe el sistema de facturación mixto: algunos usuarios pagan por volumen y otros por cuota fija. Según los Organismos Operadores algunas poblaciones con cuota fija consumen hasta 800 litros por habitante por día; comparando con un consumo sustentable de 200 litros por habitante por día.

- Las dependencias de gobierno y las del sector educativo, entre otros, no pagan por el uso del agua, por lo tanto se puede asumir que el consumo es más alto que si tuvieran que pagar.

En la actualidad, las pérdidas de líquido (eficiencia física) son altas y las deficiencias en el cobro del servicio (eficiencia comercial) no son aceptables y deben mejorarse. Para ello, si bien en principio pareciera que todo se podría resolver con más apoyos financieros y el aumento de las inversiones, en realidad la tarea menos costosa y que más reditúa en el aumento de la disponibilidad de agua es el incremento en la eficiencia física y en la eficiencia comercial. Los resultados del estudio indican que si no se hacen cambios en los patrones de consumo (*status quo*), las ciudades demandarían en conjunto 55 % más de agua que la que consumen actualmente (Pineda P. *et al.*, 2010).

Para progresar en este tema se recomienda el siguiente curso de acción:

- Elaboración de una propuesta para la sustentabilidad financiera del sector hídrico en el Consejo de Cuenca por la CONAGUA, la Comisión Estatal de Agua Potable y Alcantarillado de Sinaloa y el Consejo de Cuenca.
- Un Proceso de consulta pública sobre la propuesta.
- Revisión de la propuesta con base en los comentarios recibidos.
- Presentación de la propuesta al gobierno del estado de Sinaloa.

Idóneamente este tema se debe de abarcar en el próximo Plan Hídrico para la Región Hidrológica Administrativa Pacífico Norte.

8.1.4 Medidas estructurales para gestionar la demanda

- Utilización de cultivos de bajo consumo de agua que demanden los mercados: siembra de frijol, garbanzo, cártamo y sorgo en lugar de maíz y trigo.
- Entrega volumétrica de agua y por tandeo a los usuarios.
- Programación del riego en tiempo real según los informes meteorológicos.
- Modificaciones de los títulos de concesión de aguas superficiales.
- Aplicación del Programa de Adecuación de Derechos de Agua y redimensionamiento.
- Cancelación de los aprovechamientos de agua irregulares.
- Normas para dispositivos ahorradores.
- Impulso a nivel nacional de una iniciativa para que sólo se vendan en el país dispositivos ahorradores.
- Establecimiento de sistemas de etiquetas ahorradoras para los dispositivos.
- Información sobre el consumo histórico en el recibo del agua.
- Cultura del agua (ver Plan Estratégico).
- Mejora en la facturación.
- Evaluación de los medidores.

- Estudios de patrón de consumo.
- Modelo de predicción de la demanda y oferta por sector.
- Desarrollo y Diseño de Bajo Impacto (DDBI).
- Cumplimiento con el Proyecto de Norma Mexicana Proy-Nmx-Aa-164-2012 Edificación Sustentable-Criterios y Requerimientos Ambientales Mínimos.

8.2 Medidas preventivas por sector

8.2.1 Sector agrícola

8.2.1.1 Objetivo principal

Impulsar el crecimiento en la economía.

8.2.1.2 Objetivo general del programa

Implantar el manejo sustentable del agua para uso agrícola.

8.2.1.3 Objetivos específicos

- Diseñar un programa específico para el sector agrícola de prevención y mitigación ante fenómenos meteorológicos extremos.
- Asegurar la disponibilidad de agua para la cosecha y sembrar a tiempo.
- Mantener una alta producción agrícola.
- Mantener y operar la infraestructura hidráulica eficientemente.
- Identificar las posibles fuentes de financiamiento y la forma de disponer de ellas.
- Fomentar una población rural estable.
- Reducir los subsidios gubernamentales.
- Contribuir a la disponibilidad del recurso para otros usuarios.

8.2.1.4 Medidas preventivas

- Establecer un programa de reforestación en las cuencas que drenan hacia las presas.
- Mejorar el acervo de datos históricos del sistema meteorológico.
- Respetar la regulación de extracción de materiales pétreos de los cauces de los ríos.
- Controlar la tala de árboles de acuerdo con las normas.
- Restaurar los cauces de los ríos.
- Establecer una política que facilite el acceso a los recursos gubernamentales.
- Buscar mayor participación gubernamental para la rehabilitación y modernización de los distritos de riego.
- Gestionar recursos en los sectores de gobierno con propuestas específicas y un cronograma de entrega.
- Impulsar la tecnificación de los sistemas de riego (nivelación y trazos de riego en suelos) y medición del agua.

- Establecer una cuota suficiente para priorizar los sitios más urgentes de rehabilitación y modernización por parte de los usuarios de riego.
- Contar con un programa eficiente para el mantenimiento de presas con recursos suficientes.
- Tener un control sanitario de plagas específicas con posibilidad de ampliar la gama de siembras, por ejemplo de soya.
- Promover el desarrollo de la cadena industrial para obtener un valor agregado de la diversificación de cultivos.
- Respetar los programas de riego de acuerdo con el estado de las presas.
- Crear condiciones de rentabilidad y producción para los productos de la diversificación de cultivos.
- Pagar por los servicios ambientales para el uso del agua.
- Mejorar la regulación de la extracción de los acuíferos.

8.2.2 Sector doméstico

8.2.2.1 Objetivo principal

Apoyar la mejora en la calidad de vida de las comunidades.

8.2.2.2 Objetivo general del programa

Asegurar que los usuarios cuenten con suficiente agua en cantidad y calidad las 24 horas del día en épocas de sequía.

8.2.2.3 Objetivos específicos

- Realizar programas de gestión de la sequía en coordinación con los tres niveles de gobierno.
- Realizar campañas de información y concientización.
- Proveer sistemas, equipos y recursos para aumentar el suministro.
- Asegurar la calidad del agua para el consumo humano.
- Disminuir el consumo de agua en un 50 % per cápita.
- Mejorar la imagen del organismo operador.
- Aumentar la disposición del usuario a pagar el servicio.

8.2.2.4 Medidas preventivas

- Generar recursos financieros suficientes: recursos propios crecientes, aumento en la cobertura del servicio de cobro, recaudación eficiente y gestión eficaz para el logro de recursos externos.
- Promover la recarga de los mantos freáticos: saneamiento de las fuentes, supervisión permanente de los aprovechamientos y aplicación de programas de cultura ambiental.
- Establecer nuevas fuentes de abastecimiento (incluyendo pozos): construcción de represas, asegurar que los equipos estén diseñados apropiadamente al proyecto y que la distribución sea adecuada en las cuencas.

- Disponer de suficiente infraestructura: contar con sistemas de planeación y programación eficientes, obtener suficiente capital de inversión, incrementar el aprovechamiento de la capacidad instalada, asegurar suficiente personal operativo y suficiente capital de operación, así como proveer infraestructura en buenas condiciones por medio de proyectos ejecutivos bien diseñados y programas de mantenimiento adecuados.
- Fomentar el uso racional del agua por parte de los consumidores: lograr que se le dé valor económico-social al agua e impulsar tarifas adecuadas.
- Mantener eficientemente las instalaciones domiciliarias para proveer de solvencia de recursos de los Organismos Operadores con la disposición por parte de los usuarios.
- Capacitar permanentemente al personal: impartir cursos de capacitación al personal de los Organismos Operadores, asignar recursos económicos suficientes para la capacitación permanente del personal e implementar un programa de planeación a corto, mediano y largo plazo.
- Impulsar un programa de restauración de presas y ríos: incrementar sistemas de captación, bombardeo a nubes con inyección química para estimular la lluvia y reforestación de las cuencas.
- Mejorar la eficiencia económica: actualizar la valoración de costos y tarifas del servicio, disminuir la inversión por acarreo de agua en pipas, mantenimiento preventivo de la infraestructura, utilización de aguas residuales tratadas, promover la cultura del agua y cuidado del medio ambiente y recuperación de cartera vencida.
- Cumplir con la normatividad: actualización del marco jurídico, respetar los lineamientos y normatividades que establece la ley, impartir cursos de capacitación de leyes y normatividades, respetar las leyes y normas jurídicas que rigen a los organismos operables y apearse a las leyes para evitar el influyentismo.

8.2.3 Sector comercio e industria

8.2.3.1 Objetivo principal

Impulsar el desarrollo económico y la rentabilidad de las empresas para mejorar la calidad de vida.

8.2.3.2 Objetivo general del programa

Asegurar la certidumbre del sector en la disponibilidad de agua de calidad.

8.2.3.3 Objetivos específicos

- Disminuir la emigración de la población rural.
- Incentivar la creación de nuevas industrias.
- Incrementar los puestos de trabajo.
- Aumentar la inversión en los sectores industrial y comercio.
- Mejorar la productividad en la industria alimentaria y darle valor agregado.

8.2.3.4 Medidas preventivas

- Incrementar la captación por medio de la recarga de agua subterránea, por ejemplo utilizando el pavimento poroso y captación de agua pluvial con medidas tales como jardines de agua en estacionamientos y aljibes.
- Aumentar la eficiencia en la medición y control en la distribución del agua en el uso industrial: determinación de la huella hídrica en términos de unidad de producción por metro cúbico de agua y medir correctamente los volúmenes de extracción de agua mediante medidores volumétricos.
- Establecer programas de concientización para la cultura del agua.

8.2.4 Sector investigación y educación

8.2.4.1 Objetivo principal

Lograr mayor disponibilidad del recurso a través de la cultura del agua.

8.2.4.2 Objetivo general del programa

Implementar acciones para fomentar la cultura para el cuidado y manejo sustentable del agua.

8.2.4.3 Objetivos específicos

- Promover el uso benéfico del recurso.
- Proteger los ecosistemas.
- Impulsar el pago oportuno y justo por los servicios de agua.
- Fomentar el conocimiento, prevención y mitigación de la sequía.

8.2.4.4 Medidas de preventivas

- Incorporar programas socioculturales en materia de manejo sustentable del agua: incrementar el compromiso social por parte de las autoridades y la ciudadanía e inculcar desde casa el uso sustentable del agua y dar el buen ejemplo a la familia.
- Impulsar la gestión integral de la cuenca: recuperación de la cobertura vegetal, tala regulada, acciones de reforestación, dar seguimiento a los proyectos forestales, racionalizar el agua disponible, incrementar los recursos destinados a la recuperación de la cobertura vegetal y establecer programas sobre el reúso del agua.
- Normar que todos los programas tengan el ingrediente de la sustentabilidad e incluirlo en los planes y programas de estudio y de actividades para mejorar el compromiso social de los educandos.

8.3 Medidas preventivas posteriores a la ocurrencia de sequía

El fin de una sequía se define cuando los riesgos de su impacto en las presas o acuíferos han disminuido y se mide en relación con los umbrales, es decir, que los indicadores estén más altos que en la Etapa 1. La CONAGUA acordará formalmente con el Consejo de Cuenca la declaración de un estado de normalidad. Esto

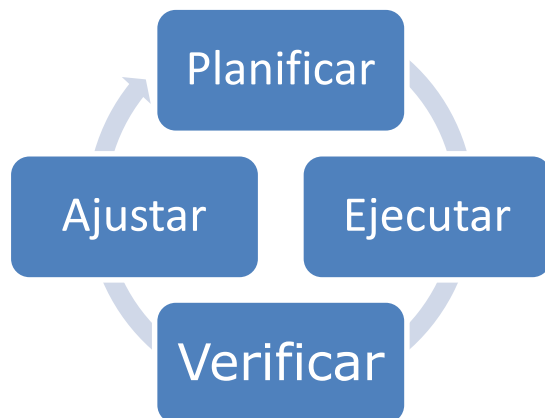
implica que sean levantadas las restricciones de la demanda que han estado en vigor, lo cual se informa por medio de un comunicado de prensa. Una vez que las condiciones normales se han establecido y todas las restricciones han sido levantadas, el GTD efectuará una revisión de los procesos de gestión de la sequía comparados con el PMPMS. Esto se logrará a través de la evaluación de las medidas adoptadas durante el periodo de sequía y la identificación de las lecciones aprendidas para su uso en la gestión de futuras sequías (Torrecillas et al., 2013).

La revisión posterior a la sequía incluirá:

- Un informe de las lecciones aprendidas a los 3-6 meses de volver a la normalidad, el cual será revisado al término de un año con la evidencia de que se han aplicado las recomendaciones.
- Una revisión de los impactos sociales, económicos y ambientales de la sequía en referencia a la información recopilada durante y posteriormente a la sequía.
- Evaluación de los indicadores y la idoneidad de sus respectivos umbrales.
- Evaluación de los sistemas de monitoreo y su funcionamiento durante la sequía.

9. MONITOREO, EVALUACIÓN Y ACTUALIZACIÓN DEL PMPMS

Para asegurar el logro de los objetivos del PMPMS Torrecillas et al., 2013, e establece un ciclo de mejora continua, de acuerdo con el diagrama siguiente:



En términos del presente documento, los conceptos del ciclo de mejora continua son:



En este apartado se describen los conceptos indicados en el diagrama. El monitoreo se realiza continuamente, mientras que la evaluación se debe llevar de manera semestral y la actualización cada año. Una vez que se obtengan resultados consistentes, lo que se espera sea a largo plazo, la actualización se realizará cada tres años,

de forma que coincida con los cambios de administración del gobierno estatal de Sinaloa, en cuyo ámbito geográfico se ubica la mayor parte del territorio del Consejo de Cuenca y, en la medida de lo posible, con los cambios correspondientes a los principales municipios de Durango dentro de los cuales se ubica el Consejo.

En este apartado se describe el sistema para evaluar los resultados, las medidas de prevención y mitigación y el proceso para actualizar el documento del PMPMS. Se establecerán sistemas de monitoreo continuo, mientras que la evaluación se realizara cada seis meses. Inicialmente se contempla que el PMPMS será actualizado anualmente, pero una vez que se demuestren resultados tangibles a largo plazo la actualización se podría realizar cada tres años, coincidiendo con los cambios en los gobiernos estatales y municipales.

9.1 Programación y coordinación para realizar el plan de monitoreo, evaluación y actualización

Como resultado del taller de planeación estratégica se otorga al Consejo de Cuenca la responsabilidad del monitoreo, evaluación y actualización del PMPMS por medio del GTD del Consejo de Cuenca de los Ríos Presidio al San Pedro, apoyado por la CONAGUA, la SAGARPA, CONAFOR, CENAPRED, la Secretaría de Agricultura, Ganadería y Pesca, la Comisión Estatal de Agua Potable y Alcantarillado y la Secretaría de Protección Civil. La metodología para el monitoreo, evaluación y actualización del PMPMS (Torrecillas et al., 2009 y 2013) el cual incluye:

- Establecer los objetivos y la programación de las actividades del GTD para el monitoreo, evaluación y actualización del PMPMS.
- Facilitar las reuniones del GTD.
- Solicitar formalmente a las dependencias de los tres niveles de gobierno información para el monitoreo, evaluación y actualización.
- Negociar con las dependencias de los tres niveles de gobierno el apoyo técnico y financiero para la elaboración del Plan de Monitoreo, Evaluación y Actualización.
- Comunicación y motivación de las dependencias que participan en el seguimiento de los avances del PMPMS en el Consejo de Cuenca.
- Coordinación de reuniones con las dependencias y el GTD.
- Promover la participación de los usuarios y el público en el monitoreo, evaluación y actualización del PMPMS.

Por su parte, se responsabiliza al GTD de:

- Obtener de los datos pertinentes a las medidas de prevención y mitigación en las cuencas el Plan de Monitoreo, Evaluación y Actualización.
- Coordinar los programas de monitoreo y evaluación realizados por las dependencias de gobierno.
- Ejecutar el programa de monitoreo del PMPMS y comunicar casos exitosos de las medidas de prevención y mitigación.
- Evaluar el PMPMS.

- Documentar y evaluar los resultados de la evaluación y análisis del programa de monitoreo en la próxima edición del PMPMS.
- Recopilar la información financiera como el costo de las medidas de prevención y mitigación, el impacto económico de la sequía, los beneficios logrados por el PMPS, la actualización del presupuesto del PMPMS y de los fondos disponibles de subvención o apoyo a las poblaciones afectadas por la sequía.
- Coordinar un ejercicio anual de simulación para la implantación del PMPMS.
- Actualizar y publicar el PMPMS.

Las dependencias de los tres niveles de gobierno tendrán las siguientes responsabilidades para la preparación del Plan de Monitoreo, Evaluación y Actualización del PMPMS:

- Participar en las reuniones del GTD.
- Implantar en cada dependencia las medidas de prevención y mitigación que les sea competentes.
- Elaborar informes sobre el progreso y logros de las medidas de prevención y mitigación asignadas a la dependencia. Durante cada etapa de sequía los informes se elaborarán mensualmente y anualmente cuando no se haya presentado una sequía.
- Monitorear y documentar los desastres climatológicos de importancia atendidos por la dependencia y proporcionar esta información a las entidades de Protección Civil.
- Sugerir modificaciones del PMPMS del Consejo de Cuenca para reflejar los cambios en las prioridades, normatividad, políticas o cambios organizacionales.
- Monitorear y evaluar eficazmente el desempeño de la dependencia en el proceso de planificación e impartir acciones correctivas si se demuestra que no se están logrando los resultados esperados.
- Informar al Consejo de Cuenca de cambios en la política o prioridades del gobierno federal y estatal en relación a programas de subvención o las políticas de prevención y mitigación de la sequía.

El GTD se reunirá al menos dos veces al año, una al fin de la temporada de estiaje en junio y la otra al fin de la temporada de lluvias en diciembre. En estas reuniones deben participar la CONAGUA, la SAGARPA, la Secretaría de Agricultura, Ganadería y Pesca y la Comisión Estatal de Agua Potable y Alcantarillado para coordinar la planificación de la disponibilidad, demanda y medidas de prevención y mitigación para la temporada y el año siguiente.

La reunión de junio se centrará en los avances de las acciones de prevención y mitigación realizadas. En ella, cada dependencia presentará un informe de las medidas ejecutadas. Además, se realizará una evaluación grupal para reflexionar en la efectividad de las medidas realizadas y de otras medidas de prevención y mitigación de la sequía que se deben ejecutar el año siguiente. En la reunión de diciembre, se evaluarán los indicadores de la sequía y las necesidades de preparación, revisión y priorización de las medidas de prevención y mitigación en el PMPMS.

9.2 Monitoreo del progreso de las medidas preventivas y de mitigación

Entre la información que se debe recabar para el monitoreo, se encuentra:

- La medición mensual de los indicadores de sequía.
- La medición diaria de la demanda de agua de las presas y los acuíferos por los organismos operadores.
- El número de personas a las que se les suministró agua potable por medio de pipas, clasificadas por mes, localidad, municipio y estado.
- El costo del suministro de agua por medio de pipas, por mes, por localidad en cada municipio del Consejo de Cuenca en Durango y Sinaloa.
- La reducción de la demanda en cada etapa de sequía. En las etapas 1 a 3 se medirá mensualmente, en la etapa 4 se medirá quincenalmente y en la etapa 5 cada semana.
- La duración y localidad de cada etapa de sequía declarada formalmente por el Consejo de Cuenca.
- La efectividad, beneficios y resultados de las medidas permanentes de prevención y mitigación contempladas en el PMPMS.
- La efectividad, beneficios y resultados de otras medidas de prevención y mitigación que no estaban contempladas originalmente en el PMPMS.
- Las localidades declaradas oficialmente en una situación de emergencia. En relación con la declaración de un estado de emergencia por la sequía se debe registrar la fecha de publicación en el DOF y el análisis de justificación correspondiente realizado por la CONAGUA.
- El costo, beneficios y justificación de apoyos otorgados por la SAGARPA, CONAFOR y CENAPRED.
- Un sondeo anual de la actitud de la población en relación a la sequía y cultura del agua, así como su opinión de las acciones de prevención y mitigación.
- Los resultados de los programas de educación ambiental y proyectos de investigación.
- Las medidas estructurales para aumentar el suministro de agua y la infraestructura de abastecimiento y distribución.
- Los efectos y pérdidas que causa la sequía, reales o potenciales, en:
 - La agricultura
 - La ganadería
 - La producción forestal
 - La producción pesquera
 - La economía en general: industria, turismo, comercio, servicios y generación de energía
 - El suministro de agua.
 - La actividad turística
 - La actividad financiera.

También se recopila información sobre las afectaciones que la sequía trae a la población, como:

- Pérdida de vidas.
- Estrés físico y mental.
- Desnutrición.
- Aumento de las enfermedades respiratorias y digestivas.
- Impactos sobre la salud en general.
- Despoblación causada por la sequía.
- Conflictos entre los usuarios de los recursos hídricos.
- Conflictos políticos.
- Conflictos de gestión del PMPMS.
- Conflictos sociales.

Para favorecer la transparencia y rendición de cuentas, se utilizará los controles establecidos por las dependencias que otorgan recursos o financiamiento del PMPMS. Los proyectos o medidas deben ser completados y reconciliados en tiempo y forma. A su terminación, los beneficiados deben de presentar al Consejo de Cuenca una bitácora que documente las medidas de prevención y mitigación y un informe final elaborado por la dependencia competente confirmando los resultados de las medidas realizadas (Torrecillas et al., 2013).

El GTD evaluará los resultados de las medidas de prevención y mitigación y su contribución al logro de los objetivos del PMPMS. Se considera que todas las medidas deben contribuir a varios objetivos del PMPMS y por lo tanto la evaluación de los resultados tomará en cuenta la contribución correspondiente. De esta manera, se podrán establecer las medidas más efectivas y favorecer aquellas que lograron un resultado multiplicador, es decir, con mayor beneficio.

El Consejo de Cuenca será responsable de la revisión y el seguimiento de las medidas de prevención y mitigación contempladas en el PMPMS, las cuales se actualizarán al menos cada año y a las que se añadirá nuevas medidas que se vayan desarrollando (Torrecillas et al., 2013).

9.3 Metodología para evaluar el PMPMS

La evaluación consiste en la revisión analítica de las medidas de prevención y mitigación con datos cualitativos y cuantitativos de los resultados y el costo-beneficio de las medidas efectuadas. Además, se debe de tomar en cuenta los avances en la gestión de la sequía e información del cambio climático, así como evaluar la gestión del PMPMS. La evaluación debe de recabar y registrar información que permita posteriormente hacer un análisis de factibilidad técnica y efectividad costo-beneficio que facilite el flujo de recursos ante futuras sequías (Torrecillas et al., 2009, 2010 y 2013).

La evaluación también tomará en cuenta cualquier criterio adicional emitido por una dependencia de las entidades federales o estatales o debido a un cambio en la normatividad. La evaluación se debe de publicar en un informe para comunicar los resultados del PMPMS y capturar permanentemente la información para que sirva como una base de datos para la próxima actualización del PMPMS.

La evaluación incluirá anualmente un sondeo sociodemográfico y de las entidades para determinar el grado de preparación en la cuenca para la sequía e identificar las limitaciones y las medidas recomendadas para preparar mejor a los usuarios del agua para la prevención y mitigación de la sequía en el Consejo de Cuenca.

También se debe de realizar un ejercicio anual de simulación para la implantación del PMPMS con el propósito de evaluar el PMPMS e identificar las deficiencias, así como para capacitar y educar a los usuarios del mismo. La simulación se debe de programar para coincidir con cambios en la administración de los tres niveles de gobierno para la concienciación y capacitación de las dependencias y su personal de acuerdo con su función en el PMPMS. Los resultados del ejercicio se deben de evaluar e incorporar en el PMPMS.

Se recomienda la evaluación de indicadores claves de desempeño (Tabla 9.1), en virtud de que establecen un marco de referencia para evaluar si a través del tiempo las medidas de prevención y mitigación son efectivas en el Consejo de Cuenca (Torrecillas et al., 2013).

Tabla 9.1. Indicadores claves de desempeño.

Indicador	Definición	Método de medición	Valor 2012	Meta 2020	Meta 2030
Grado de presión sobre el recurso agua.	Porcentaje del agua utilizada en usos consuntivos con respecto al volumen medio anual de gasto ecológico.	100%*(Volumen de agua superficial / volumen de escurrimiento virgen).	7.0%	10%	15%

Sobre-explotación de acuíferos en función de la relación extracción/recarga.	Porcentaje de disponibilidad en los acuíferos.	de 100% * (Volumen concesionado de agua subterránea/Volumen anual de recarga	106.7%	100%	80%
Proporción de agua pública residual tratada con respecto al agua residual colectada.	Volumen total de agua residual municipal tratada comparada con el volumen total de agua residual colectada por los organismos operadores.	100* (Volumen de agua residual tratada/ volumen de agua residual colectada).	72.7%	80%	90%

Tabla 9.1 Indicadores claves de desempeño.

Indicador	Definición	Método de medición	Valor 2012	Meta 2020	Meta 2030
Cobertura de servicios de agua potable.	Población con servicio de agua potable con base a las localidades proporcionadas por los propios encargados de la prestación del servicio.	100*(Población con servicio de agua potable/ proyección de la población sugeridas por el CONAPO a partir de los Censos de Población y Vivienda 1995, 2005 y 2010).	95.3%	98.0%	99.9%
Cobertura del servicio	Población con servicio de alcantarillado sanitario con base a las	100*(Población con servicio de alcantarillado sanitario/	91.1%	95.0%	99.9%

alcantarillado sanitario.	localidades proporcionadas por los encargados de prestación del servicio.	proyección de la población sugeridas por el CONAPO a partir de los Censos de Población y Vivienda (1995, 2005 y 2010).
----------------------------------	---	--

Tabla 9.1 Indicadores claves de desempeño

Indicador	Definición	Método de medición	Valor 2012	Meta 2020	Meta 2030
Dotación anual consumo urbano Litros/habitante/día	El cociente del volumen promedio diario producido en fuentes de abastecimiento entre la población atendida.	Dotación promedio por Estado calculada proporcionalmente según la representación del Estado en la cuenca (4.77% Durango, y 95.23% Sinaloa).	345	280	200
Productividad del agua en los distritos de riego.	Evalúa la eficiencia con la que se utiliza el agua para la producción de alimentos, que depende de la eficiencia en la conducción desde la	Estadísticas de CONAGUA. Expresada en kilogramos por metro cúbico (kg/m ³)	1.37	1.7	2.0

fuelle de
abastecimiento hasta
las parcelas y la
aplicación de la
misma.

Tabla 9.1 Indicadores claves de desempeño.

Indicador	Definición	Método de medición	Valor 2012	Meta 2020	Meta 2030
Población sin suministro de agua.	La población que carece de agua debido a la sequía y depende del acarreo por pipas.	Número anual de personas que dependen del acarreo por pipas.	85 616	39 000	2 100
Opinión pública.	Sondeos de la actitud de la población y su disponibilidad a tomar medidas de prevención y mitigación.	Porcentaje de personas encuestadas que opinan que el PMPMS es efectivo y están dispuestos a cooperar con el mismo.	0%	30%	60%

9.4 Metodología y calendarización para actualizar el PMPMS

La actualización del PMPMS se presentará cada tres años, en diciembre (CONAGUA, 2013). La actualización también debe de coincidir con las estrategias del Plan Nacional Hídrico y el Plan Hídrico Regional, por tanto es importante contar con un plan y suficiente tiempo para la actualización, de acuerdo con la calendarización anual siguiente:

- Enero a febrero. Elaboración de un plan para la actualización. Actualización de la normatividad, estrategias gubernamentales vigentes, cambios en las dependencias, recursos y fondos de financiamiento disponibles. Coordinación con las otras dependencias para lograr su participación y programación de reuniones de trabajo. Establecer los recursos humanos disponibles y, si se necesita, apoyo de consultores.
- Marzo. Recopilación de los resultados de la evaluación semestral. Evaluación de la vulnerabilidad, análisis de programas y políticas, y la identificación de nuevas acciones de prevención y mitigación. Comenzar la negociación para asegurar recursos y financiamiento.
- Abril a junio. Preparación de un borrador del PMPMS y aprobación del mismo por el Consejo de Cuenca. El borrador debe de incluir las medidas de prevención y mitigación, al igual que los recursos, responsabilidades y un plan financiero.
- Julio a septiembre. Consulta pública participativa del borrador del PMPMS.
- Octubre a diciembre. Finalización del PMPMS y aprobación del PMPMS actualizado por el Consejo de Cuenca. Acuerdos con las otras dependencias para impartir el PMPMS.

9.5 Desarrollo de sistemas de monitoreo, evaluación y pronóstico de sequías

9.5.1 Importancia del sistema de monitoreo, evaluación y pronóstico de sequías.

En general, el enfoque tradicional sobre el manejo de las sequías ha estado orientado a la reacción y la respuesta. Sin embargo, este enfoque ha sido inefectivo y, en muchos casos, ha incrementado el grado de vulnerabilidad frente a las sequías debido a que se establece una mayor dependencia hacia el gobierno o las organizaciones donantes. Para reducir el riesgo de futuras sequías será necesario desarrollar un enfoque más proactivo y preventivo, que haga énfasis en la planificación de la preparación y en la implementación apropiada de acciones y programas de mitigación. Este enfoque debe abarcar una diversidad de temas y ser de carácter multisectorial. Además, los sistemas optimizados de alertas tempranas son esenciales para reducir el riesgo de las sequías, debido a que los encargados de tomar decisiones a todo nivel podrán utilizar la información suministrada para tomar decisiones oportunas en términos del manejo y las políticas a implementar ((Torrecillas et al., 2013).

El desarrollo de la capacidad institucional para la reducción del riesgo de las sequías es la clave para establecer sociedades más resistentes a la adversidad climática (ONU-EIRD, 2009), y de allí el concepto de gestión de riesgo de desastres, ver Figura 9.1. El manejo de los desastres implica una respuesta y asistencia a la comunidad y la rehabilitación y reparación de daños. Los elementos claves son la preparación para los desastres y la prevención de los mismos a través de alertas tempranas (sistemas informáticos) y transferencia del riesgo (seguros colectivos). Un tercer elemento es la reducción de la vulnerabilidad a través de la desconstrucción del riesgo, la gestión armónica del ambiente y el desarrollo socio-económico.



Figura 9.1. Componentes de la gestión del riesgo de desastres (EIRD/ONU, 2009).

En algunas instancias puede plantearse el dilema de reducción versus manejo de riesgo de desastres. En la reducción de riesgo se presentan los mecanismos de transferencia de riesgo: fondos de reserva, seguros y líneas de crédito. Por otro lado, el manejo de riesgo implica fundamentalmente la reducción de la vulnerabilidad. Esto puede lograrse mediante el ordenamiento territorial, la gestión ambiental y adaptación al cambio climático, la educación y la mejora de las condiciones socio-económicas, ver Figura 9.2. En la práctica, ambas acciones (reducción y manejo de riesgo) son complementarias y la preponderancia de una u otra acción dependerán de cada situación en particular (Ravelo, 2012 y Torrecillas et al., 2013).

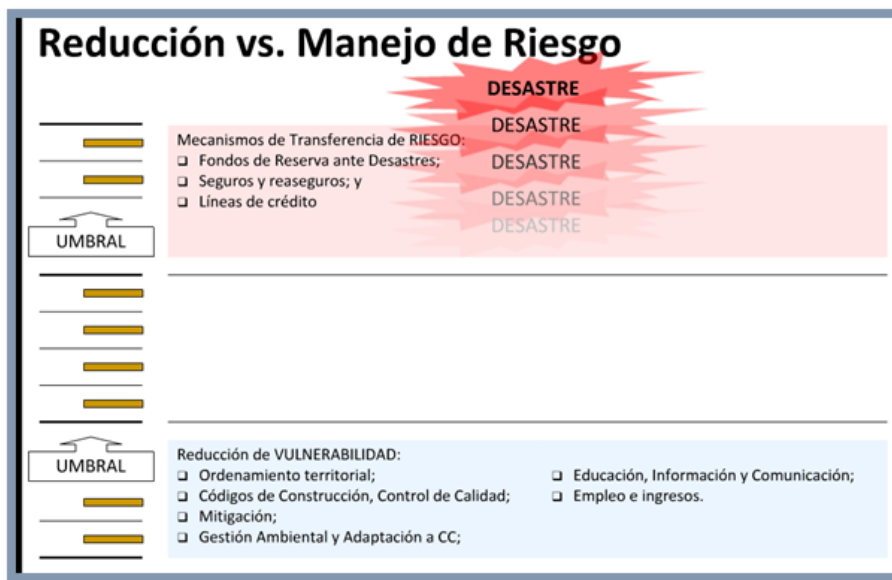


Figura 9.2.- Comparación de acciones entre reducción y manejo del riesgo (EIRD/ONU, 2009).

9.5.2 Identificación de costos y beneficios relativos

En la situación mundial en lo referente al número de desastres por sequías, puede destacarse al SE asiático y a Brasil (NE) como las áreas con gran incidencia de sequías que causaron los mayores desastres. México y Estados Unidos comparten un número similar de desastres, posiblemente refiriendo a las regiones norte y central del primero y sudoeste del segundo.

En lo referente a los costos de daños ocasionados por las sequías, destacan algunos países y un área geográfica: Estados Unidos, Australia y el sureste asiático. En segundo término se destacan: México, Brasil e India. Los costos ascienden a miles de millones de dólares en las áreas y países mencionados.

En el caso particular de México se pueden identificar acciones proactivas a nivel municipal, estatal y nacional con relación a costos y beneficios relativos (Torrecillas et al., 2013).

- Municipal

El ahorro del recurso hídrico es la base de cualquier acción a nivel local y esto incluye al consumo doméstico (urbano y rural) e industrial. Si se instrumentan medidas de uso eficiente y adecuado, sin desperdicio de agua durante épocas sin sequías, es posible reducir significativamente el impacto negativo de las épocas de escasez hídrica. Se deben dictar normas y controlar su cumplimiento en los distintos ámbitos de la sociedad. Los costos de estos procedimientos son relativamente bajos y poseen un importante retorno económico directo (menor consumo de agua) e indirecto (reducción de impactos durante las sequías).

- Estatal

Las acciones del gobierno estatal deben estar orientadas a reforzar las normas municipales y proveer fondos a los municipios para acciones de prevención. Esto ayuda a lograr un aumento de la capacidad de las comunidades para afrontar a las sequías. Y a una rapidez de recuperación de los impactos negativos.

- Nacional

El gobierno federal debe establecer el marco legislativo e institucional para apoyar a las autoridades estatales y municipales en las acciones de mitigación y respuesta a las sequías. El otorgamiento de fondos específicos para esas acciones debe establecerse anualmente y asignarse de acuerdo con los niveles de vulnerabilidad y riesgo de las diferentes zonas.

9.6 Metodología para el Desarrollo del Sistema de Monitoreo, Evaluación y Pronóstico de Sequías

El desarrollo de los aspectos sobre evaluación de las sequías históricas, la vulnerabilidad y riesgo y las acciones de mitigación, así como la preparación del presente informe en esas áreas, se han basado en la metodología presentada en los informes de la consultoría llevada a cabo por el Dr. Andrés C. Ravelo en el contexto del Proyecto de Fortalecimiento del Manejo Integrado del Agua (PREMIA) de CONAGUA/OMM durante el período 2007/2012 para el Organismo de Cuenca del Pacífico Norte (OCPN).

9.6.1. Principales aspectos metodológicos considerados

9.6.1.1 Sistema Operativo de Sequias (SOS)

El Sistema Operativo de Sequias (SOS) (Figura 9.3), se utilizó en la cuenca del Río Culiacán para luego expandir su cobertura geográfica a todo el OCPN (Ravelo, 2012), como módulo integral de un Sistema de Evaluación del Riesgo Extremo de Sequias (SERES), para la misma región descrito en la sección correspondiente del presente documento. El SOS, consiste en un programa desarrollado en lenguaje C y utiliza módulos del sistema operativo Windows e IDRISI para su ejecución y obtención de resultados cartográficos.



Figura 9.3. Portada de apertura del programa SOS.

Se dispone de un manual del usuario para la operación del programa SOS. La Figura 9.4 presenta un contenido parcial del manual.

Programa SOS
<i>Manual de utilización</i>
Tabla de Contenido
<u>TABLA DE CONTENIDO</u>
<u>INTRODUCCIÓN</u>
<u>INSTALACIÓN</u>
<u>OPERACIÓN</u>
<u>Configuración de los datos de estaciones</u>
<u>Selección de los índices a procesar</u>
<u>Selección de programas ejecutables</u>
<u>Selección de la década a calcular</u>

Figura 9.4. Manual del usuario del programa SOS (contenido parcial)

a. Estructura funcional

El programa SOS utiliza un conjunto de ventanas emergentes y desplegables según se aprecia a continuación (Figura 9.5):

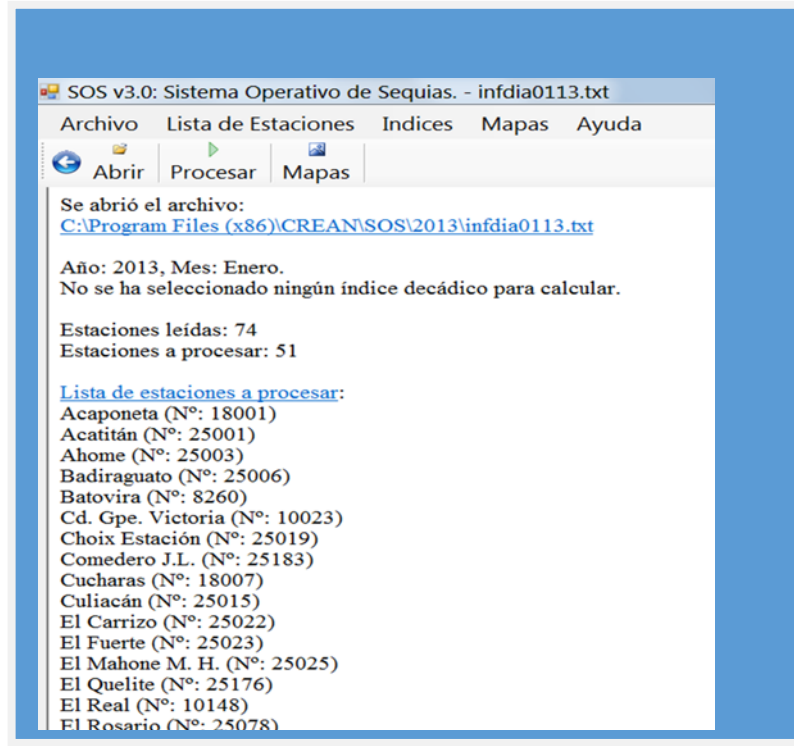
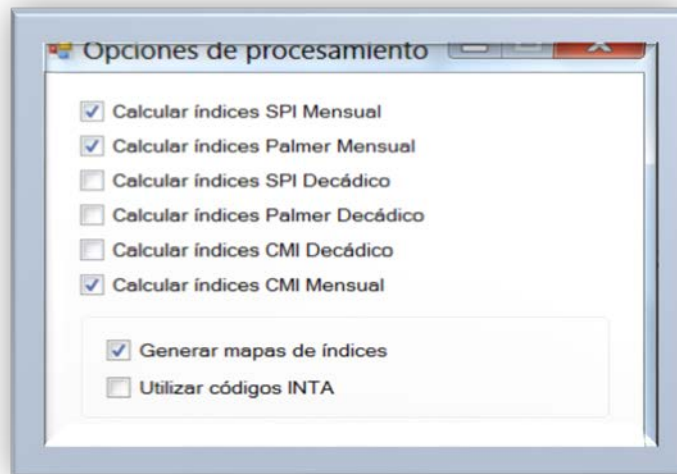


Figura 9.5. Ventana emergente y desplegable.

Se debe indicar el archivo de datos diarios a utilizar para el cálculo de los índices de sequía. Ese archivo corresponde al último mes en curso.

b. Cálculo de sequías

El programa selecciona los desean calcular hoc, ver Figura



índices de

permite índices que se de una lista ad 9.6.

Figura 9.6. Selección de los índices de sequía.

Una vez concluida la selección, se presionará el indicador de Procesar y el programa calculará automáticamente los índices para todas las estaciones.

c. Cartografía de las sequías

El SOS tiene la capacidad de desarrollar mapas de los índices que se calcularon. Inicialmente deben configurarse los mapas y las escalas de colores a utilizar (Figuras 9.7 y 9.8).



Figura 9.7. Selección de mapas de base.



Figura 9.8. Selección de la escala de colores para los índices de sequía.

Posteriormente el SOS genera un mapa para cada índice de la región indicada en la configuración (Figura 9.9).

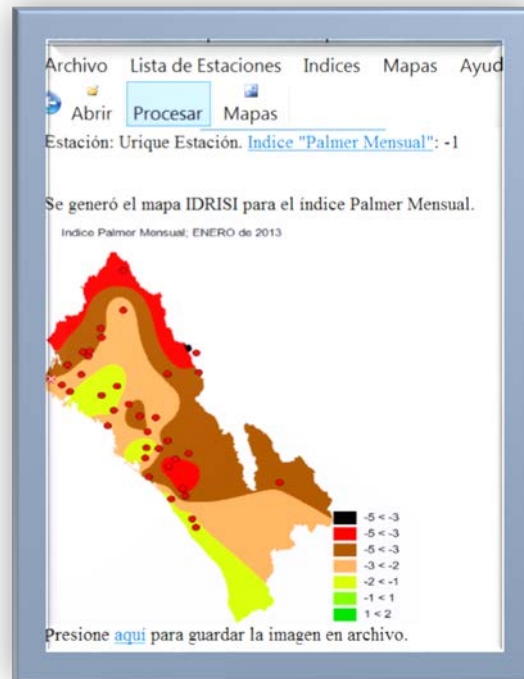


Figura 9.9. Mapa del índice de Palmer para el OCPN.

9.6.1.2. Redes Neuronales

Las redes neuronales son un paradigma de aprendizaje y procesamiento automático inspirado en la forma en que funciona el sistema nervioso de los animales. Se trata de un sistema de interconexión de neuronas en una red que colabora en producir un estímulo de salida. El objetivo de una red neuronal es conseguir respuestas similares a las que es capaz de dar el cerebro, que se caracterizan por su generalización y su robustez. La capacidad de aprendizaje adaptativo es una de las características más atractivas de redes neuronales. Esto es, aprenden a llevar a cabo ciertas tareas mediante un entrenamiento con ejemplos ilustrativos. Como las redes neuronales pueden aprender a diferenciar patrones mediante ejemplos y entrenamientos, no es necesario elaborar modelos a priori ni necesidad de especificar funciones de distribución de probabilidad.

Las redes neuronales son sistemas dinámicos auto-adaptativos. Son adaptables debido a la capacidad de auto-ajuste de los elementos procesales (neuronas) que componen el sistema. Son dinámicos, pues son capaces de estar constantemente cambiando para adaptarse a las nuevas condiciones. Estas características son especialmente importantes para el análisis de las condiciones ambientales relacionadas con las sequías. La capacidad de pronosticar condiciones de humedad (ocurrencia o persistencia de sequías o no) mediante el análisis de condiciones próximas pasadas las convierte en una poderosa herramienta de análisis.

En el proceso de aprendizaje, los enlaces ponderados de las neuronas se ajustan de manera que se obtengan ciertos resultados específicos. Una red neuronal no necesita un algoritmo para resolver un problema, ya que ella puede generar su propia distribución de pesos en los enlaces mediante el aprendizaje. Este proceso es realizado con series temporales de los índices de sequía de forma de lograr un sistema calibrado y validado para el pronóstico de la ocurrencia de sequías.

a. Estructura funcional

Las RN poseen una determinada arquitectura. La Figura 9.10 presenta un esquema del modelo Multi Layer Perceptron (MLP).

MLP: Arquitectura

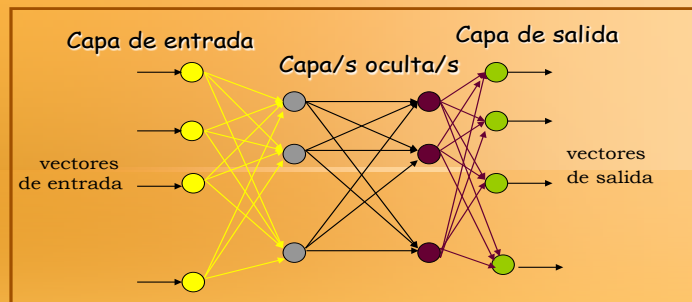


Figura 9.10. Esquema de entradas y salidas en un Perceptrón Multicapa.

Capa de entrada: sólo se encargan de recibir los patrones de entrada y propagarlas a la siguiente capa.

Capa de salida: proporciona la respuesta de la RN para cada patrón de entrada.

Capas ocultas: Realizan un procesamiento no lineal de los datos de entrada.

Son redes "feedforward": alimentadas hacia delante.

Cada neurona está conectada a todas las neuronas de la siguiente capa (conectividad total)

b. Pronóstico de sequías

La aplicación de redes neuronales permite la obtención de pronósticos de la ocurrencia de sequías de uno a tres meses con precisión confiable. Si bien es posible pronósticos a más largo plazo se corre el riesgo de la aparición de errores mayores en el pronóstico.

La siguiente Figura 9.11 presenta un pronóstico a tres meses para la Estación El Varejonal.

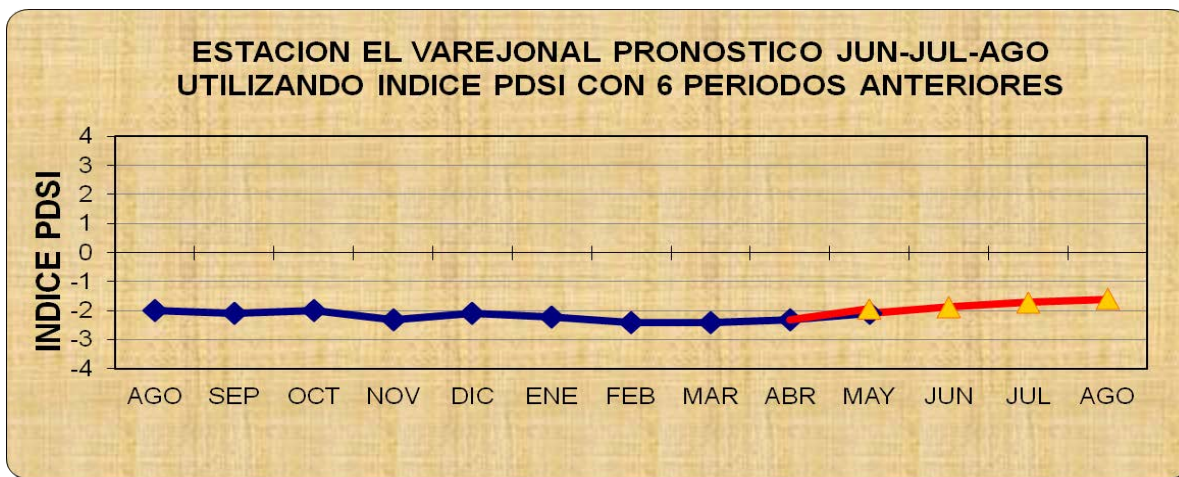


Figura 9.11. Pronóstico del PDSI para El Varejonal y la indicación del valor estimado el mes anterior y el valor real del mes actual. Puede observarse una discrepancia mínima.

9.6.1.3. Utilización de imágenes satelitales.

El Índice Normalizado de Vegetación (NDVI) es un índice obtenido de información satelital y que está relacionado con la cantidad de vegetación verde en la superficie terrestre. Por consiguiente, el NDVI está directamente relacionado con el porcentaje de la cobertura vegetal, con la biomasa verde o herbácea total (toneladas/ ha) para cada tipo de vegetación, con el “índice del área foliar” (LAI) que se usa a menudo en los modelos de cultivos, y con la actividad fotosintética de la vegetación.

a. Evaluación del estado hídrico de la vegetación (NDVI)

El NDVI es un indicador de la vegetación verde y se ha usado para estimar la precipitación efectiva acumulada sobre un cierto período, para estimar la capacidad de carga animal de las pasturas, los rendimientos producidos por diferentes tipos de cultivo y la calidad del ambiente como hábitat para distintos animales, pestes y enfermedades. A menudo no es directamente el valor de una sola imagen el que se usa como un indicador, sino un valor que represente las características seleccionadas de una serie de tiempo.

b. Identificación de deficiencias hídricas de la vegetación.

Los valores del NDVI pueden fluctuar entre -1 a +1. Sin embargo, los valores del NDVI actualmente medidos van de montos negativos (agua) a través de cero (suelo desnudo) a +0.6 (vegetación verde densa). Debido a la variación espectral de suelos con poca cobertura vegetal, la vegetación de diferentes áreas/ suelos sólo puede ser comparada sistemáticamente con valores de NDVI mayores que 0.05-0.06.

El NDVI es utilizado para el monitoreo y evaluación de las sequías mediante el cálculo de imágenes de anomalía (Ravelo & Pascale, 1997). Sus ventajas son la amplia cobertura y la adecuada escala geográfica, su complementación con otros índices y su relación con la productividad de los cultivos. Además, existe

información satelital disponible en tiempo real y sin costo lo cual permite disponer del NDVI en sistemas operativos.

Las ventajas de la utilización de información satelital pueden resumirse en los siguientes puntos:

- Gratuidad (Disponibles gratuitamente a través de INTERNET).
- Poseen una amplia cobertura geográfica a nivel mundial.
- Tiene una escala adecuada para distintas aplicaciones.
- Son de rápido procesamiento mediante la utilización de programas disponibles y equipos de computación adecuados.
- Es posible la actualización de las bases de datos en tiempo real.
- Permiten reforzar y complementar a la información meteorológica y ambiental terrestre.

La Figura 9.12 presenta un ejemplo del uso de imágenes satelitales en la identificación de deficiencias hídricas:

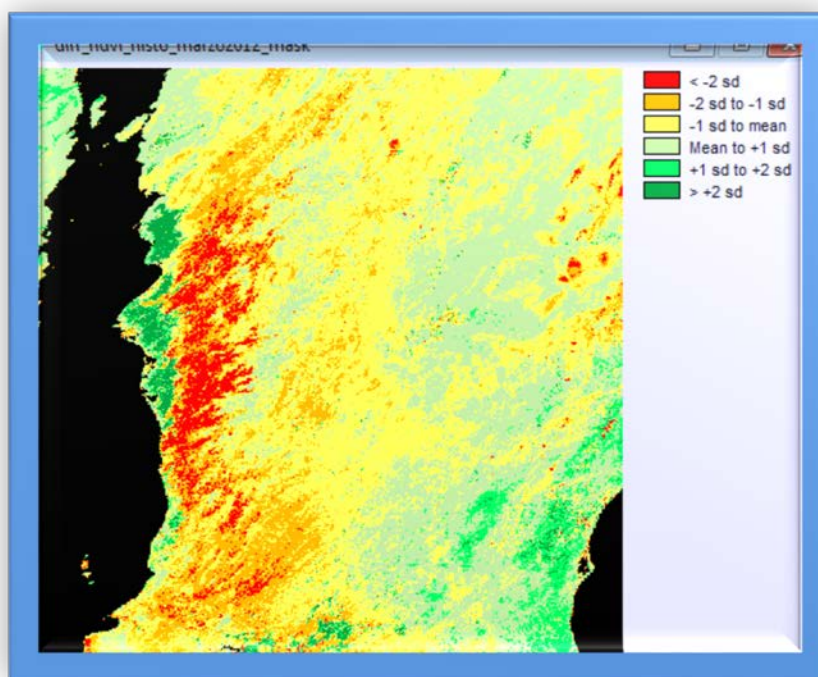


Figura 9.12. Anomalías del NDVI para marzo de 2012 expresadas en desviaciones estándares con respecto al valor promedio.

Las anomalías negativas obtenidas indican las áreas con sequías y se observó que se relacionan positivamente con los valores del índice de sequía de Palmer. Esto permite calibrar las anomalías del NDVI con índices meteorológicos de sequía (PDSI, SPI, etc.). Asimismo, las anomalías negativas están asociadas a riesgos ambientales (estado de marchitez de la vegetación natural o pérdidas de rendimientos de los cultivos).

9.6.2. Sequías hidrológicas

El índice de sequía hidrológica (SDI), puede ser calculado para estaciones selectas de la cuenca a los fines de establecer la ocurrencia, intensidad y duración de las sequías hidrológicas para diferentes períodos que se disponga de datos de escurrimiento. La Figura 9.13 presenta al SDI para la estación El Varejonal (2003 al 2012). Puede apreciarse que en dicho período se registraron sequías de -2 durante los años 2005 y 2011. Este índice fue calculado con un programa desarrollado para tal fin.

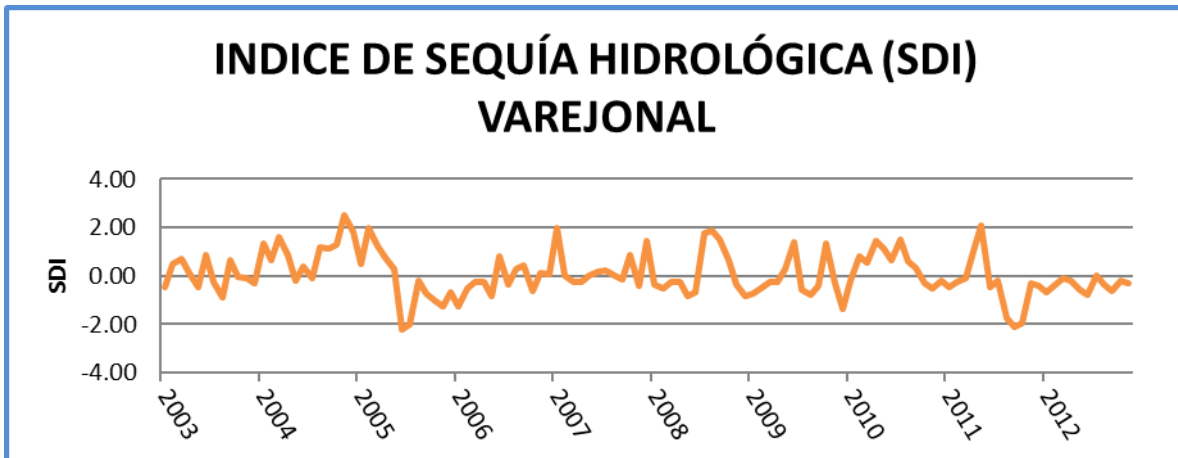


Figura 9.13. Variabilidad del SDI para El Varejonal durante 2003 al 2012.

10. PROGRAMA DE EDUCACIÓN, INVESTIGACIÓN CIENTÍFICA Y DESARROLLO TECNOLÓGICO EN MATERIA DE AGUA

La gestión de la sequía en el Consejo de Cuenca es incipiente. Esto implica que tanto el gobierno y la sociedad organizada requieren de esquemas para: hacer funcionar apropiadamente a las organizaciones en torno a la gestión de la sequía; aplicar formas de gestión sustentable del recurso hídrico con plena conciencia de la sociedad organizada; e implementar un soporte sólido en las tecnologías de la información (Torrecillas *et al.*, 2009, 2010 y 2013).

Dichos esquemas o no existen o no se encuentran desarrollados, por lo que se requiere estimular su avance. En este sentido se propone el Programa de Mejora de la Gestión, Cultura y Desarrollo Tecnológico en Materia de Agua.

10.1 Diseño y evaluación de estrategias para fortalecer el funcionamiento del Consejo de Cuenca y sus organismos operadores de agua potable

Justificación

Las estrategias de prevención y mitigación de la sequía que contempla el PMPMS dependen del Consejo de Cuenca para su diseño y fomento; por ejemplo, ante los organismos operadores para ampliar la cobertura de servicios de agua potable y alcantarillado al igual que la reducción de la demanda en el uso público-urbano. Sin embargo, existe una carencia de recursos y capacidades para que estos organismos puedan realizar este propósito, especialmente los organismos operadores pertenecientes a los municipios con baja economía.

Además la gestión integral de los recursos hídricos se fundamenta en tres ejes transversales:

- Fortalecer la participación a nivel local.
- Mejorar la coordinación entre dependencias y establecer alianzas para superar las limitaciones de capacidades.
- Atender a las necesidades inmediatas de la población y por ende ganar su confianza en los organismos.

A nivel internacional el concepto de la RBO (Organización de Cuenca, o River Basin Organisation en inglés) está reconocida como un eje central para la gestión integral de los recursos hídricos, permitiendo la evaluación del desempeño del Consejo de Cuenca como una RBO.

Objetivo

Evaluar las alternativas para fortalecer y mejorar la función del Consejo de Cuenca y de los organismos operadores, y desarrollar una propuesta para mejorar el desempeño de dichos organismos en un plazo de dos años.

Finalidad

La finalidad para el estudio del Consejo de Cuenca es lograr que desarrolle la capacidad institucional para instrumentar programas de Cultura de Agua y concienciación de los usuarios, para: contribuir a la mejor administración del agua, a la planificación para el desarrollo de la infraestructura hidráulica, a la preservación de las cuencas y a la participación de la sociedad en el manejo de la cuenca, con base en:

- El mejor conocimiento de la ocurrencia del agua y su preservación.
- La mejor administración de las aguas, inversiones, obras y servicios.
- El Programa Hídrico del Consejo de Cuenca.
- La consideración de la pluralidad de intereses, demandas y necesidades en la cuenca.
- Impartir programas de prevención y mitigación para eventos extremos hidrometeorológicos.

En cuanto a los organismos operadores se busca establecer la organización óptima y eficiente para atender las necesidades inmediatas de la población y en el futuro; de esta manera asegurar la cobertura de agua potable y alcantarillado con un servicio de calidad y confiable.

Metodología

La metodología consiste en realizar un análisis de la situación actual, planificación estratégica para establecer el estado deseado, análisis de alternativas utilizando múltiple criterios y beneficio/costo, consulta pública sobre las alternativas, y diseño de una propuesta para lograr los objetivos establecidos.

Se evaluará las capacidades de las organizaciones para atender a las prioridades y descargar sus funciones tal como se establece en la Ley de Aguas Nacionales y el Reglamento de la Ley de Aguas Nacionales.

Con base a la metodología de mitigación de riesgo se analizará la gobernanza, la estructura orgánica, los recursos, la eficiencia y la capacidad institucional de atender a las necesidades inmediatas y futuras.

Además, se realizará un estudio del funcionamiento de otros consejos de cuenca y organismos operadores en el país y de esta manera se desarrollará una matriz para facilitar la comparación entre pares y para sugerir alternativas de desempeño de la organización.

Debido a la importancia de involucrar a los actores representados en el Consejo de Cuenca, se realizarán cuatro talleres interactivos con una duración de 4 horas cada uno para asegurar que ellos mismos dirijan el proceso y para llegar a un acuerdo al final. Igualmente, se facilitarán cuatro talleres para los organismos operadores y los actores pertinentes, tales como la Comisión Estatal de Agua Potable y Alcantarillado y los municipios.

La evaluación del Consejo de Cuenca como una RBO consiste en el análisis de las principales fortalezas, debilidades, problemas y éxitos de la organización en la ejecución de sus funciones y responsabilidades para la gestión sostenible de los recursos hídricos y para identificar las acciones de desarrollo de capacidades y estrategias prioritarias para mejorar su eficiencia y eficacia. Los resultados de la evaluación se comparan con indicadores internacionales en un sistema de múltiples criterios que permite determinar el estado de evolución del Consejo de Cuenca y establecer prioridades para mejorar su eficiencia.

Tiempo estimado

Un semestre para el Consejo de Cuenca y dos semestres para los organismos operadores.

Beneficios (económicos, sociales, ambientales)

El desempeño efectivo del Consejo de Cuenca y los organismos operadores traerá consigo múltiples beneficios económicos y socioambientales, asegurando organizaciones robustas y dinámicas dispuestas a lograr la sustentabilidad hídrica en la cuenca y preparadas para atender los fenómenos extremos. A largo plazo se logrará el costo óptimo para la sociedad en la provisión de sistemas de agua considerando el ciclo de vida.

10.2 Modelo de educación ambiental para coadyuvar a la cultura del agua en el ámbito gestión integral de los Recursos Hídricos de las Cuencas de los ríos Presidio al San Pedro

Justificación

El diagnóstico de la sequía en las cuencas de los ríos Presidio al San Pedro, ha establecido que la cuenca mantiene una alta vulnerabilidad debido al desperdicio en el consumo de agua de todos los sectores. Por lo tanto, el objetivo primordial es reducir, reusar y recargar los cuerpos de agua y los acuíferos para reducir la vulnerabilidad, lo que conlleva la necesidad de promover la cultura de agua en el marco de la educación ambiental.

El proyecto se fundamenta en el Plan Nacional de Desarrollo 2013-2018 en su objetivo 4.4; “Impulsar y orientar un crecimiento verde incluyente y facilitador que preserve nuestro patrimonio natural al mismo tiempo que genere riqueza, competitividad y empleo”. Dicho objetivo contempla cuatro estrategias:

- Estrategia 4.4.1. Implementar una política integral de desarrollo que vincule la sustentabilidad ambiental con costos y beneficios para la sociedad.
- Estrategia 4.4.2. Implementar un manejo sustentable del agua, haciendo posible que todos los mexicanos tengan acceso a ese recurso.
- Estrategia 4.4.3. Fortalecer la política nacional de cambio climático y cuidado al medio ambiente para transitar hacia una economía competitiva, sustentable, resistente y de bajo carbono.
- Estrategia 4.4.4. Proteger el patrimonio natural.

Este programa se enmarca dentro del Plan Estatal para la Educación Ambiental, Capacitación para el Desarrollo Sustentable y Comunicación Educativa (PEECCE), plan que es impulsado por el CECADESU (Centro de Educación y Capacitación para el Desarrollo Sustentable) y respaldado por la Delegación Federal de SEMARNAT, en estrecha colaboración con el Consejo Consultivo para el Desarrollo Sustentable de la Cuenca de los ríos Presidio al San Pedro.

Objetivo

Aplicar un modelo de educación ambiental para coadyuvar a la cultura del agua en el ámbito Gestión Integral de los Recursos Hídricos de las Cuencas de los ríos Presidio al San Pedro.

Finalidad

Establecer en la sociedad de las cuencas de los ríos Presidio al San Pedro una cultura de cuidar el medio ambiente en tres ejes: 5 Aguas, Suelo y Energía, fomentando el entendimiento de los impactos de las acciones humanas en el medio ambiente y las consecuencias.

Metodología

El programa se encuadra principalmente en una perspectiva metodológica cualitativa. Se propone hacer uso de la investigación acción, ya que, de acuerdo con Kurt Lewin, (1994), con este tipo de investigación se pueden lograr en forma simultáneas avances teóricos y cambios sociales. Su uso se justifica, por un lado, por la gestión integral de los recursos hídricos, y por otro lado, porque las teorías de la acción requieren visiones comunes tanto del equipo como de la población involucrada, como prerrequisitos de las actividades compartidas en el proceso de la investigación.

La implementación de este proyecto incluye un proceso educativo en materia ambiental y se dará a través de la impartición de cursos-talleres a alumnos y diplomados a los docentes de las escuelas ubicadas en la zona de influencia, al igual que a todos los usuarios de agua en la cuenca. Este proceso educativo es considerado por su importancia una acción estratégica que articula todo el planteamiento y está orientado a lograr la concientización de la población y su intervención en aras del cambio que mejore la salud de los ríos.

El modelo pedagógico del proceso educativo es el paradigma de *constructivismo social* basado en las aportaciones de Piaget y de Vigotsky, donde, por un lado, se asume la necesidad de promover la capacidad de los alumnos para que construyan aprendizajes significativos, lo que implica nuevos roles del docente que figura

como un facilitador; y por otra lado, se recupera la importancia de la interacción entre el sujeto y el medio, esto alude a compartir los postulados teóricos y metodológicos del constructivismo y del aprendizaje social que en otros contextos ha probado su eficacia.

La metodología contempla el liderazgo del proyecto por el Consejo de Cuenca, trabajando en conjunto con las redes existentes de cultura de agua, educación ambiental y organizaciones de sociedad civil.

Tiempo estimado (en semestres)

Seis semestres

Beneficios (económicos, sociales, ambientales)

- Mejorar la productividad del uso del recurso hídrico.
- Promover la autosuficiencia de los habitantes en la cuenca en el uso de las 5 Aguas.
- Minimizar el costo de programas de protección ambiental a través de la participación social.
- Fomentar una cultura ambiental y de cuidado del agua en la población de la cuenca.
- Reducir los impactos ambientales a través de la concientización y sensibilización de los habitantes en la cuenca.
- 80 % de personas capacitadas en las cuencas de los ríos Presidio al San Pedro en seis años.
- Reducción en el consumo del agua.
- Reducir en el índice de morosidad y actualizar el padrón de usuarios; realizar campañas para promover el pago oportuno, por ejemplo “Paga tu agua puntual” y “Pagando tu agua ahorras dinero”; impulsar una ley de agua potable estableciendo la responsabilidad de los Organismos Operadores y los usuarios.
- El establecimiento de una cultura positiva hacia el PCA en los organismos operadores y municipios involucrados.

10.3 Diseño de un programa sectorial de comunicación y motivación efectivo basado en un estudio socioeconómico

Justificación

Debido a que existe una carencia de información socioeconómica del impacto de la sequía en la cuenca, se necesita evaluar el impacto en todos los sectores y correlacionarlos con los datos históricos de sequía a fin de identificar la vulnerabilidad en la población y su aptitud y actitud para implementar medidas de prevención y mitigación.

Además, los resultados permitirán establecer una base estadística que servirá como punto de referencia para estudios futuros. El análisis socioeconómico permitirá diseñar campañas de comunicación y motivación con mensajes e información específica para cada sector y por ende lograr su participación efectiva para abatir los impactos de la sequía.

Objetivo

Diseñar un programa sectorial de comunicación y motivación efectivo con base en un estudio socioeconómico del impacto de la sequía en la cuenca.

Finalidad

El objetivo principal es reducir la vulnerabilidad ante la sequía de la población por medio de un programa de comunicación y motivación diseñado para entender y atender a las necesidades específicas de cada sector, tomando en cuenta su estado socioeconómico, su cultura y nivel de educación. Los sectores se organizarán por usuarios agrícolas, público-urbano, usuarios domésticos en las zonas urbanas, usuarios domésticos en las zonas rurales y otros usuarios.

El otro objetivo es establecer una base de datos que sirva para realizar un análisis del impacto poblacional de la sequía, para la comparación de los resultados de encuestas futuras y así evaluar la efectividad de las medidas de prevención y mitigación del PMPMS, que a su vez servirían para la actualización del mismo.

Metodología

- Selección de una muestra de la población tomando en cuenta factores socioeconómicos; selección de participantes del sector agropecuario con base al tipo de cultivo, tipo de cosecha (de temporal o de riego), entre otros. Además, la selección de la población abarcará todos los municipios en la cuenca, representados proporcionalmente por la participación de la entidad federativa en la cuenca.
- Diseño de una encuesta específica por sector en consulta con el Consejo de Cuenca.
- Aplicación de la encuesta: en la zona rural será de manera personal y en la zona urbana por teléfono; además, se entrevistará el personal de las dependencias de los tres niveles de gobierno.
- Análisis estadístico de los resultados y preparación de un informe.
- Discusión de los resultados con el Consejo de Cuenca y diseño de campañas de comunicación y motivación con base a los resultados y discusión con el Consejo de Cuenca.

Tiempo estimado

Un semestre inicialmente y después un semestre durante una etapa de sequía.

Beneficios (económicos, sociales, ambientales)

Permitirá evaluar la efectividad del PMPMS a largo plazo y así justificar los recursos necesarios para su implementación; contar con una base de información para la planificación de la sequía e involucrar a todos los sectores en la impartición de medidas de prevención y mitigación, promoviendo de esta manera la autosuficiencia.

10.4 Modelo para predecir la disponibilidad de agua superficial y subterránea en las cuencas de los ríos Presidio al San Pedro

Justificación

Actualmente no existe un modelo hidrológico para la gestión integral de los recursos hídricos, lo que impide evaluar el comportamiento de las cuencas y priorizar las estrategias para lograr la gestión integral en las cuencas, de ahí la necesidad de sistemas de ayuda a la decisión en materia de planificación de la gestión integral de cuencas hidrográficas.

La estimación de la disponibilidad de las aguas superficiales y de las aguas subterráneas, se calcula periódicamente con la metodología de la Norma Oficial Mexicana NOM-011-CNA-2000, Conservación del Recurso Agua-Que Establece las Especificaciones y el Método Para Determinar la Disponibilidad Media Anual de las Aguas Nacionales. Dicha información actualizada es un insumo trascendente en la planificación hídrica.

Este programa busca desarrollar modelos de predicción dinámicos de la disponibilidad en condiciones normales y de sequía para evaluar la efectividad de las medidas de prevención y mitigación, tomando en cuenta la norma oficial ya citada.

Otra necesidad es lograr el equilibrio en los acuíferos sobreexplotados. Esto requiere modelar el funcionamiento de los acuíferos para predecir su comportamiento frente a las variaciones estacionales, anuales y de largo plazo de la precipitación pluvial, el impacto de la sequía y el almacenamiento del agua superficial para la recarga de la reserva.

Objetivo

Predecir la oferta, demanda y disponibilidad hídricas en las cuencas del Consejo mediante un modelo integral de optimización anual que permita definir la operación del sistema de presas y la asignación del volumen mensual de agua para los diferentes usuarios con base en las condiciones hidrológicas, agronómicas y económicas en cada cuenca.

El modelo maximizará los beneficios anuales netos del sector agrícola, minimizando el riesgo de déficit o derrames en el sistema de presas mediante el análisis de cambios en el suministro de agua debidos a la incertidumbre de las precipitaciones, de los escurrimientos de los ríos, recarga de acuíferos y cambios en la demanda de agua provocados por la incertidumbre de los precios y costos de los cultivos.

Los resultados obtenidos con el modelo se analizan y comparan con los resultados reales obtenidos, en particular, para calibrar las funciones analíticas del modelo. Los resultados se utilizan para optimizar la operación del sistema de presas, así como para manejar los recursos hidráulicos en la cuenca y en particular los distritos de riego, permitiendo seleccionar el patrón de cultivos de acuerdo con sus máximos beneficios económicos y las extracciones óptimas mensuales del agua disponible.

Finalidad

Contar con un modelo confiable para la gestión integral de los recursos hídricos en el territorio del Consejo de Cuenca de los ríos Presidio al San Pedro, permitiendo ajustar la demanda a la oferta anual y mejorar la calidad del agua.

Metodología

La metodología consiste en la edición, simulación, revisión y análisis de modelos de simulación de la gestión de cuencas incluyendo la disponibilidad, la demanda y la simulación de la calidad de aguas. Es necesario establecer un sistema con datos meteorológicos, de suelo y satelitales, mapas y gráficos de la evolución y tendencia de esos extremos climáticos para agricultura, salud y agua; clasificar la cartografía capturada en el Sistema de Información Geográfica (SIG); determinar el impacto de cambio climático sobre las actividades agrícolas y forestales, analizar su vulnerabilidad; mitigar las actividades agrícolas y forestales ante el cambio climático y analizar el beneficio costo, riesgo e incertidumbre, estrategias y recomendaciones, procedimientos específicos para los sectores agrícola y forestal, considerando los distintos niveles de severidad de las adversidades climáticas.

Tiempo estimado

Cuatro semestres

Beneficios (económicos, sociales, ambientales)

Entre los beneficios se encuentran:

- El desarrollo de una herramienta para garantizar el análisis del abastecimiento de agua para el consumo humano.
- Una metodología para asegurar la disponibilidad óptima de agua para los usuarios.
- La definición de las medidas necesarias para disminuir la contaminación y mantener el caudal ecológico.

- Desarrollo de la base fundamental para la gestión integral de los recursos hídricos en la cuenca y la participación de los usuarios y la sociedad en la toma de decisiones encaminadas a la gestión integral.

10.5 Diseño de un programa de gestión integral de los recursos hídricos de las cuencas de los ríos Presidio al San Pedro

Justificación

En el artículo 7 bis de la Ley de Aguas Nacionales se declara de interés público:

- La cuenca, conjuntamente con los acuíferos, como la unidad territorial básica para la gestión integrada de los recursos hídricos.
- La descentralización y mejoramiento de la gestión de los recursos hídricos por cuenca hidrológica, a través de organismos de cuenca de índole gubernamental y de consejos de cuenca de composición mixta, con participación de los tres órdenes de gobierno, de los usuarios del agua y de las organizaciones de la sociedad en la toma de decisiones y asunción de compromisos.
- La descentralización y mejoramiento de la gestión de los recursos hídricos con la participación de los estados, del Distrito Federal y de los municipios.
- El mejoramiento permanente del conocimiento sobre la ocurrencia del agua en el ciclo hidrológico, en su explotación, uso o aprovechamiento y en su conservación en el territorio nacional, y en los conceptos y parámetros fundamentales para alcanzar la gestión integrada de los recursos hídricos, así como la realización periódica de inventarios de usos y usuarios, cuerpos de agua, infraestructura hidráulica y equipamiento diverso necesario para la gestión integrada de los recursos hídricos.
- La atención prioritaria de la problemática hídrica en las localidades, acuíferos, cuencas hidrológicas y regiones hidrológicas con escasez del recurso.
- La prevención, conciliación, arbitraje, mitigación y solución de conflictos en materia del agua y su gestión.
- El control de la extracción y de la explotación, uso o aprovechamiento de las aguas superficiales y del subsuelo.
- La incorporación plena de la variable ambiental y la valoración económica y social de las aguas nacionales en las políticas, programas y acciones en materia de gestión de los recursos hídricos, en el ámbito de las instituciones y de la sociedad.
- El mejoramiento de las eficiencias y modernización de las áreas bajo riego, particularmente en distritos y unidades de riego, para contribuir a la gestión integrada de los recursos hídricos.
- La organización de los usuarios, asociaciones civiles y otros sistemas y organismos públicos y privados prestadores de servicios de agua rurales y urbanos, así como su vinculación con los tres órdenes de gobierno, para consolidar su participación en los Consejos de Cuenca, y

- La sustentabilidad ambiental y la prevención de la sobreexplotación de los acuíferos.

Objetivo

Diseñar un plan de Gestión Integral de los Recursos Hídricos (GIRH) de las Cuencas de los ríos Presidio al San Pedro.

Finalidad

Para lograr soluciones eficaces a largo plazo para los problemas del agua se requiere un nuevo paradigma de gobernanza y gestión del agua fundamentado en el concepto de la GIRH. La GIRH es una herramienta flexible que ayuda a afrontar los retos que plantea el agua y a optimizar la contribución de ésta en un proceso de desarrollo sostenible. No se trata de una meta en sí misma. La GIRH permite reforzar las estructuras de gestión de aguas para fomentar una adecuada toma de decisiones en respuesta a necesidades y situaciones siempre cambiantes. Pretende evitar la pérdida de vidas, el dispendio de dinero y el agotamiento de los recursos naturales derivados de un proceso de toma de decisiones que no toma en cuenta las ramificaciones más amplias de las acciones sectoriales. Su fin es garantizar un desarrollo y gestión equitativos del agua y dar respuesta a las distintas necesidades que tienen en este ámbito el colectivo de mujeres y las capas de población más desfavorecidas. Busca asegurar un empleo del agua en pro de los objetivos de desarrollo socioeconómicos de los países, en una manera que no aventure la sostenibilidad de los ecosistemas esenciales ni ponga en peligro la capacidad de las generaciones futuras a la hora de satisfacer sus demandas de agua (Global Water Partnership, 2005).

Metodología

Para avanzar en la GIRH, es necesario seleccionar y aplicar correctamente el grupo de instrumentos que mejor se acomodan a una realidad específica, tomando en cuenta el consenso sociopolítico existente, los recursos disponibles y el contexto geográfico, social y económico. Para este propósito, es necesario que quienes toman las decisiones y la sociedad conozcan los instrumentos de gestión que están en uso, así como las experiencias y lecciones adquiridas después de aplicar dichos instrumentos en realidades diferentes, de manera que les resulte posible seleccionar las mejores opciones y adaptarlas a las condiciones locales. La metodología está basada en los lineamientos del Global Water Partnership, la Environmental Protection Agency (USEPA, 2008) y Manejo Integral de cuencas hidrológicas (Torrecillas *et al.*, 2009). Incluye los siguientes pasos:

- Construir alianzas, involucrar a los responsables y los interesados; confirmar el objetivo general y los objetivos específicos en la cuenca.
- Evaluar los recursos hídricos: considera la recopilación, análisis y modelación de la información de los medios físico (específicamente el hidrológico), biológico y humano relacionados con la gestión del agua.

- Los planes para la GIRH: incluye las herramientas para el proceso de planificación, al integrar los aspectos ambientales, sociales y económicos de la gestión de los recursos hidrológicos.
- La gestión de la demanda: se refiere a las acciones encaminadas a mejorar la eficiencia en el uso, conservación, reciclaje y reúso del agua.
- Los instrumentos de cambio social: considera los instrumentos que buscan mejorar la gestión del agua a través de un cambio de comportamiento de las distintas partes involucradas en su gestión.
- La resolución de conflictos: incluye aquellas herramientas que buscan prever, prevenir y administrar los conflictos, evitando llegar a un *impasse* y favoreciendo la construcción de soluciones.
- Los instrumentos reguladores: considera las normas reguladoras que requieren o permiten ciertas acciones, o bien, recetan un número de resultados en relación con la gestión del agua, los servicios asociados y el uso del suelo.
- Los instrumentos económicos: se introducen los mecanismos económicos – tales como el desarrollo de mercados, sistemas de tarifas, multas y subsidios encaminados a obtener una mayor eficiencia en la asignación del agua, aprovechamiento y conservación de los recursos hidrológicos por los usuarios o la provisión apropiada de los servicios asociados con el agua.
- Consulta y foros ciudadanos para la planificación del GIRH y el intercambio de Información: incluye aquellos instrumentos que buscan colocar la información en el poder de los diferentes interesados, especialistas y el público en general, para mejorar la participación y el proceso de toma de decisiones.
- Aprobación del Plan GIRH por el Consejo de Cuenca y las autoridades competentes.
- Ejercer el Plan GIRH con monitoreo, evaluación y actualización.

Tiempo estimado

Dos semestres para la preparación del Plan GIRH y cinco semestres para la ejecución del plan en cinco etapas de seis meses cada una.

Beneficios (económicos, sociales, ambientales)

Beneficios económicos:

- Reducción en el costo por proveer de infraestructura hidráulica.
- Disminución en el costo por atender desastres hidrometeorológicos.
- Aumento en la producción agrícola, forestal y pecuaria y la pesca.

Beneficios sociales:

- Disminución en la vulnerabilidad a la sequía.
- Protección de la salud pública.
- Disminución del grado de marginación de los habitantes.

Beneficios ambientales:

- Restauración de la cuenca.
- Mantenimiento del caudal ecológico.
- Conservación de los recursos naturales.

10.6 Estudio de factores de riesgo ambiental de la cuenca de los ríos Presidio al San Pedro mediante un Sistemas de Información Geográfica (SIG)

Justificación

El estudio de las cuencas de los ríos Presidio al San Pedro es importante para fomentar un proyecto de manejo integral como base para la elaboración de pautas de ordenamiento del territorio. El estudio del mismo permitirá identificar factores de riesgo ambiental actual y potencial, y en particular, el impacto de la erosión hídrica en la cuenca, mediante la aplicación de la tecnología de sistema de información geográfica (SIG).

Objetivo

Generar un diagnóstico de los factores de impacto ambiental de las cuencas de los ríos Presidio al San Pedro a partir de la capacidad de análisis cuantitativo y cualitativo de información georreferenciada.

Finalidad

Establecer un diagnóstico de la degradación de los suelos y sus cambios de uso y poder establecer criterios y estrategias para la mitigación de los impactos de los mismos y de esta manera poder aprovechar al máximo los recursos naturales de las cuencas hidrológicas.

Metodología

La metodología adoptada consiste en concentrar el esfuerzo de investigación y desarrollo en el Consejo, tomando en cuenta sus características físicas, ambientales y socioeconómicas. Para alcanzar y cumplir con el objetivo de estudio propuesto, el procedimiento consistirá en detectar y estudiar los factores limitantes a la producción, caracterizando el ambiente, identificando las limitantes de carácter físico (geomorfológicas, geológicas, hidrológicas, meteorológicas, biológicas) y las vinculadas al uso del suelo.

La investigación se basará en el procesamiento y compatibilización de información geo-referenciada disponible, en trabajo de campo y en observaciones sistemáticas de recurrencia y duración adecuadas a las exigencias de cada una de las variables involucradas.

En primera instancia se realizará una recopilación y evaluación de toda la información relacionada con las cuencas del Consejo de Cuenca de los ríos Presidio al San Pedro. Para ello se determinarán unidades hidrológicas en cuanto a pérdidas de suelo; se confeccionarán mapas para la ordenación territorial y de uso del

suelo mediante el SIG y se estimará la emisión de sedimentos a la salida de la cuenca. El SIG permitirá contar con una fuente dinámica de inferencia de causas y efectos de modificaciones reales o simuladas en el marco regional, utilizando datos de diferente origen y configuración.

Tiempo estimado

Cuatro semestres

Beneficios (económicos, sociales, ambientales)

Optimizar los recursos hídricos de la cuenca y minimizar la contaminación, fomentar de manera sustentable el uso recreativo de los ríos y la reducción de los impactos ambientales de las actividades humanas en las cuencas.

10.7 Gestión integral de residuos sólidos para mejorar la salud pública de las cuencas de los ríos Presidio al San Pedro

Justificación

El manejo integral de los residuos sólidos a través de un centro de acopio comunitario en las cuencas de los ríos Presidio al San Pedro traerá consigo múltiples beneficios socioambientales y económicos, como manejar la cultura ambiental, reducción del impacto ambiental, minimización de los residuos sólidos, generación de empleo y conservación de la biodiversidad, logrando mejorar la calidad de vida de los habitantes.

Objetivo

Implementar centros de acopio comunitarios en los municipios que se encuentran en las cuencas de los ríos Presidio al San Pedro para el manejo integral de los residuos sólidos, teniendo en cuenta aspectos como el salario mínimo para la subsistencia, la salud, seguridad en el trabajo y la protección social.

Finalidad

Minimizar la generación y maximizar la valorización de residuos bajo criterios de eficiencia ambiental, tecnológica, económica y social, con fundamento en el Diagnóstico Básico para la Gestión Integral de Residuos, diseñado bajo los principios de responsabilidad compartida y manejo integral, que considera el conjunto de acciones, procedimientos y medios viables.

Metodología

- Formar un equipo comunitario a cargo del proyecto.
- Contactar individualmente a las escuelas, y empresas de mayor generación de residuos sólidos que quieran integrarse al proyecto y realizar un directorio.
- Organizar un taller de planificación por objetivos, invitando a los actores/sectores clave contactados previamente, a fin de diseñar conjuntamente la estrategia para involucrar a los generadores y consumidores de los productos obtenidos de los residuos sólidos.
- Desarrollar el proyecto.
- Evaluar los resultados.
- Actualizar el proyecto para replicarlo.

Tiempo estimado

Dos semestres.

Beneficios (económicos, sociales, ambientales)

Mejorar las condiciones de trabajo de los pepenadores, mejoramiento de la calidad de vida de la población en general, mejoramiento del medio ambiente, disminución de riesgos de salud, fomento y generación de empleo, disminución del impacto ambiental al dar un buen manejo de los residuos sólidos municipales.

10.8 Tecnologías de Diseño y Desarrollo de Bajo Impacto (DDBI) para los sistemas hídricos y cuencas

Justificación

DDBI ayuda en el control de los escurrimientos de las aguas pluviales como consecuencia del desarrollo urbano, minimizando los impactos negativos de los escurrimientos de aguas pluviales y la carga de contaminantes en los ecosistemas, por lo que se intenta mantener el aspecto del régimen hidrológico previo a la urbanización, manteniendo o mejorando la calidad del agua y preservando los hábitats naturales y los ecosistemas.

Objetivo

Establecer un programa para el diseño y desarrollo de bajo impacto en las cuencas de los ríos Presidio al San Pedro.

Finalidad

Para maximizar los beneficios DDBI, el desarrollo urbano debe de adoptar el "tren de tratamiento" (primario, secundario y terciario) debido a que los principios del DDBI están vinculados en serie para alargar y reducir los picos del flujo de agua, logrando así un mayor control de las aguas pluviales en cantidad y en calidad.

Metodología

- Establecer cursos, diplomados, especialidades, maestrías y doctorados de diseño y desarrollo de bajo impacto (DDBI).
- Programa de investigación de las tecnologías de DDBI, incluyendo métodos y materiales para su construcción y comportamiento, eficiencia y eficacia de dicha tecnología.
- Construcción de proyectos modelos de DDBI en poblaciones sin cobertura de agua en la cuenca, nuevos fraccionamientos, parques industriales y zonas comerciales.
- Promoción y socialización de DDBI.
- Promover cambios en los reglamentos de construcción y ordenamiento territorial para requerir DDBI en todo cambio del uso del suelo

Tiempo estimado

Doce semestres.

Beneficios (económicos, sociales, ambientales)

El DDBI tiene numerosos beneficios y ventajas sobre los métodos convencionales de gestión de agua debido al uso de tecnologías adaptadas al ambiente natural y un enfoque más sostenible económicamente para combatir los impactos del uso del suelo, tales como la agricultura, la urbanización y la industria. Por ejemplo, mediante el manejo del escurrimiento cerca de su fuente, el DDBI puede mejorar el medio ambiente local, proteger la salud pública y mejorar el bienestar de la comunidad, al mismo tiempo que ahorra dinero a los usuarios y las dependencias de gobierno. Hoy se necesita que los programas del agua aborden una amplia gama de ecosistemas complejos y difíciles y los objetivos de protección de la salud humana. Muchos de estos objetivos no se cumplen con la tecnología convencional de manejo del agua, y las comunidades están enfrentando la realidad económica del envejecimiento de la infraestructura y el incremento en la demanda. El DDBI es una solución para restaurar la calidad del agua en las cuencas ya sobreexplotadas y contaminadas por su énfasis en el control y la reducción al mínimo de los cambios en el ciclo hidrológico

10.9 Optimización de los beneficios de la infraestructura hidráulica en el Consejo de Cuenca de los ríos Presidio al San Pedro

Justificación

El desarrollo económico depende de la gestión de los servicios de infraestructura, tales como carreteras, electricidad, telecomunicaciones y las 5 aguas (potable, residual, pluvial, subterránea y virtual). Para optimizar el costo para la sociedad se requiere planificación integral, tomando en cuenta la demanda y la condición de la infraestructura. Esto sólo se puede realizar de una manera eficaz usando las últimas tecnologías, tal como se están usando en Inglaterra, Holanda, Australia, Nueva Zelanda y EE.UU.

Objetivo

Obtener del modo más rentable del nivel de servicio de la infraestructura hidráulica a través del diseño, socialización e implementación de un programa para gestionarla considerando su ciclo de vida conjuntamente con los correspondientes al resto de la infraestructura productiva y de servicios.

Finalidad

Una planificación táctica para gestionar la infraestructura y activos de obras públicas con la finalidad de cumplir un estándar del servicio para más de un activo, ya que diferentes activos se encuentran relacionados entre sí, obligando a determinar un nivel de servicio para todos ellos. Por ejemplo, la construcción y mantenimiento de una carretera o calle requiere consideración de otros servicios de electricidad, telecomunicaciones y las 5aguas.

Dicha planificación permite la justificación y la optimización de obras públicas. La justificación significa dar visibilidad al costo y beneficios asociados con dar el estándar de servicio acordado, mientras que la optimización permite minimizar el costo de la vida del activo incluyendo la explotación, mantenimiento y eliminación de cada activo.

Metodología

El proceso y preparación del plan de gestión de la infraestructura abarca:

- Encuestas para establecer el nivel de competencia de la organización.
- Preparación de un programa para desarrollar el plan de gestión de la infraestructura.
- Programa de concienciación en la organización.
- Desarrollo de una base de datos de la infraestructura en los sistemas SIG y de gestión.
- Desarrollo de sistemas de información geográfica (SIG) de soporte.
- Definición de sistemas de planificación del ciclo de vida de la infraestructura.
- Diseño de los procesos.
- Definición del estándar de servicio.
- Evaluación del rendimiento actual de la infraestructura.
- Diseño de programas de mantenimiento, reemplazo y extensión de servicio.
- Elaboración de presupuestos en plazos de uno, tres y diez años.
- Evaluación del beneficio/costo.
- Plan de mejora continua.

- Comunicación con otras entidades para coordinar proyectos y obras.
- Publicación de la información en el SIG y otros sistemas para dar visibilidad a los proyectos de obras públicas

Tiempo estimado

Diez semestres

Beneficios (económicos, sociales, ambientales)

El impacto económico es el rendimiento de los servicios de obras públicas por el gasto mínimo, tomando en cuenta los factores con base en el ciclo de vida. Sin excepción, todos los activos ofrecen una serie de beneficios que puedan ser medidos o explicados. Lo más habitual es transformar el estándar del servicio en una cifra económica. Esta parte es importante para demostrar que el plan de gestión de activos es beneficioso para la empresa y que el gasto que genera está justificado por el beneficio que obtiene la empresa y el público.

A su vez, el impacto social es el suministro de estos servicios necesarios para el funcionamiento de la sociedad y, finalmente, el impacto ambiental es la provisión de obras públicas con el impacto mínimo posible.

10.10 Determinación de escenarios por sequía mediante el análisis multivariado temporal usando redes neuronales en la Cuenca de los Ríos Presidio al San Pedro.

Justificación

Las sequías recurrentes seguirán impactando el ámbito territorial del Consejo de Cuenca de los Ríos Presidio al San Pedro con sus consecuentes efectos ambientales, económicos y sociales. Para ello es necesario implementar los PMPMS para realizar acciones de mitigación, prevención y adaptación al fenómeno. Generalmente el programa se realiza con base en el monitoreo, seguimiento y evaluación climática, no obstante, para la planeación de acciones de prevención y atenuar los efectos de las sequías, mediante la aplicación de una alerta temprana es necesario determinar los escenarios por sequía mediante la aplicación de redes neuronales univariadas (RNU). Se considera que las redes neuronales multivariadas (RNM) podrían mejorar dicho pronóstico, así mismo podrían elaborarse mapas de vulnerabilidad y riesgo, que permitan una mejor toma de decisiones para la disminución de los impactos del fenómeno.

Objetivo

Desarrollar un sistema de análisis multivariado temporal de los riesgos y vulnerabilidad ante la sequía mediante el uso de redes neuronales en las cuencas de los Ríos Presidio al San Pedro para fungir como el instrumento rector de los PMPMS en la cuenca.

Finalidad

Establecer un sistema para:

- Pronosticar los índices de sequías meteorológicas, mediante las redes neuronales univariadas y multivariadas, para las principales localidades del Consejo de Cuenca de los Ríos Presidio al San Pedro, considerando los índices SPI, PDSI y otras variables.

- Pronosticar los índices de sequía hidrológica, mediante las redes neuronales univariadas y multivariadas, para las principales corrientes y presas existentes en la cuenca de los Ríos Presido al San Pedro, considerando el índice de sequía hidrológica (SDI) y otras variables.
- Analizar la vulnerabilidad y riesgo por municipios de la cuenca de los Ríos Presido al San Pedro ante la sequía, considerando los índices SPI, PDSI y variables económicas, agrícolas y almacenamientos en presas.

Metodología

La metodología que se aplicará incluye:

1. Definición (selección, localización y descripción) del área de estudio,
2. Revisión de bibliográfica de la información obtenida en los últimos 10 años.
3. Creación de la base de los datos biofísicos, climatológicos e hidrométricos, e imágenes satelitales, para la caracterización temporal y espacial de sequía en las cuencas de los ríos Presido al San Pedro.
4. Caracterización y evaluación de las sequías meteorológicas en las cuencas de los ríos Presido al San Pedro, mediante la aplicación de índices de sequía SPI, PDSI y el Índice de vegetación de diferencia normalizada (NDVI) y el Índice del agua de diferencia normalizada (NDWI).
5. Caracterización y evaluación de las sequías hidrológicas en de la cuenca de los Ríos Presido al San Pedro, mediante la aplicación del índice SDI.
6. Determinación de escenarios por sequía meteorológica en de la cuenca de los Ríos Presido al San Pedro, a 1, 2 y 3 meses, mediante la aplicación de redes neuronales univariadas y multivariadas a índices de sequía SPI, PDSI, SDI e índices satelitales.
7. Se realizará una evaluación del pronóstico de los índices utilizados en la determinación de escenarios por sequía meteorológica e hidrológica, comparando los valores pronosticados contra los reales observados, mediante la aplicación de métodos estadísticos.
8. Análisis comparativo entre los resultados obtenidos mediante la aplicación de redes neuronales univariadas y los obtenidos mediante la aplicación de las redes neuronales multivariadas.
9. Determinación de la vulnerabilidad y riesgo por municipios en la cuenca de los Ríos Presido al San Pedro ante la sequía, considerando los índices SPI, PDSI y variables económicas, agrícolas y almacenamientos en presas.

Tiempo estimado

6 Semestres.

Beneficios (económicos, sociales, ambientales)

El beneficio económico se logrará al disminuir las pérdidas multimillonarias ocurridas por la presencia de la sequía en la cuenca de los Ríos Presidio al San Pedro al contar con un sistema de alerta temprana que permitirá actualizar y activar los PMPMS.

El beneficio social principal es la mitigación del impacto de la sequía en la población por medio de la provisión oportuna de información que les permitirá implementar medidas de prevención para asegurar la salud y el bienestar de la población.

En cuanto al beneficio ambiental, se considera que por medio de los mapas de vulnerabilidad y riesgo se podar minimizar los efectos negativos de la sequía sobre el estado ecológico de los cuerpos de agua y los recursos ambientales.

11. PRESUPUESTO, FINANCIAMIENTO Y SEGUIMIENTO

11.1 Presupuesto operativo.

Para implantar el PMPMS se propone que el Consejo de Cuenca se responsabilice de la gestión integral del programa, por ello se recomienda que cuente con los recursos humanos y financieros para cumplir con esta responsabilidad (Torrecillas *et al.*, 2013). Además, al tener los recursos suficientes podrá ejercer verdaderamente las atribuciones que le son otorgadas en la Ley de Aguas Nacionales. El presupuesto operativo

anual, que es de 7 265 040 pesos, se presenta desglosado en la Tabla 11.1. Además se necesitará un presupuesto de 1 044 200 pesos para los gastos de establecimiento del Consejo de Cuenca (véase Tabla 11.2).

Tabla 11.1. Presupuesto operativo del Consejo de Cuenca.

Concepto	Unidad	Monto/unidad	Monto total S
Gerente general	1	\$ 452 400/año*	452 400
Personal técnico	3	\$ 241 280/año*	723 840
Personal cultura del agua y comunicación	3	\$ 211 120/año*	633 360
Personal administrativo y contabilidad	2	\$ 180 960/año*	361 920
Total parcial salarios			2, 171,520
Arrendamiento de oficina	12	\$ 6 000/mes	72 000
Publicidad	12	\$10 000/mes	120 000
Mercadotecnia	12	\$8 000/mes	96 000
Insumos	12	\$3 000/mes	36 000
Gastos operativos de autos	150,000 km	\$4.2/km	630 000
Gastos operativos de oficina	12	\$4 000/mes	48 000
Captura de datos y mantenimiento del sistema	12	\$10 000/mes	120 000
Evaluación y actualización del PMPMS	1	\$200 000/año	200 000
Actividades cultura del agua			700 000
Proyectos GIRH e investigación			900 000
Total			7 265 040

* Incluye impuestos y seguro social

Tabla 11.2. Presupuesto de gastos de establecimiento del Consejo de Cuenca.

Concepto	Unidad	Monto/unidad \$	Monto total S
Automóvil	1	260 000	260 000
Vehículo tipo pick up	1	250 000	250 000
Vehículo tipo van	1	350 000	350 000
Computadoras	5	12 000	60 000

Impresora/scanner	2	4000	8000
Muebles	9	1800	16 200
Preparación de oficina	1	100 000	100 000
Total			1 044 200

En cuanto al financiamiento, inicialmente los fondos se podrían lograr por medio de los tres niveles de gobierno, pero se recomienda que se establezca un mecanismo lo más pronto posible para recuperar los gastos directamente de los usuarios. Merece la pena comparar el presupuesto con el de otros consejos de cuenca en el país. Por ejemplo, el Presupuesto de Egresos del Estado de Chiapas para el Ejercicio Fiscal 2010, asignó 6 800 000 pesos para el fortalecimiento y/o instalación de las gerencias operativas del Consejo de Cuenca de la Costa de Chiapas y de sus Comités, y 5 800 000 pesos para el fortalecimiento y/o instalación de las gerencias operativas del Consejo de Cuenca Grijalva, Usumacinta y de sus Comités.

11.2 Presupuesto Programa de educación, investigación científica y desarrollo tecnológico.

El presupuesto para el programa de educación, investigación científica y desarrollo tecnológico en los seis años próximos es 16 millones de pesos, que representa tan solo el 0.29 % de la inversión en la infraestructura, mientras que es recomendable una inversión del por lo menos el 1 % (véase Tabla 11.3)

Tabla 11.3. Programa de educación, investigación científica y desarrollo tecnológico.

Concepto	Costo Anual (\$)						Total \$
	2014	2015	2016	2017	2018	2019	
Modelo hidrológico GIRH	400 000	400 000	500 000				1 300 000
Fortalecimiento del Consejo de Cuenca y Organismos Operadores	500 000	300 000			200 000	200 000	1 200 000
Estudio socioeconómico, diseño del programa comunicación y motivación	350 000	500 000	500 000	500 000	500 000	500 000	2 850 000
Diseño e implementación de Plan GIRH	450 000	300 000	300 000	300 000	300 000	300 000	1 950 000
Estudio de factores de riesgo ambiental				400 000	400 000		800 000

Aplicación de modelos exitosos de educación ambiental y cultura del agua	400 000	400 000	400 000				1 200 000
Gestión integral de residuos sólidos			300 000	300 000			600 000
Tecnologías de diseño y desarrollo de bajo impacto	500 000	500 000	500 000	500 000	500 000	500 000	3 000 000
Gestión de la infraestructura hídrica SIG y sistemas de planificación	400 000	600 000	600 000	600 000	600 000	300 000	3 100 000
Total	3 000 000	3 000 000	3 100 000	2 600 000	2 500 000	1 800 000	16 000 000

11.3 Presupuesto de proyectos de infraestructura

Para realizar el presupuesto de proyectos de infraestructura se han revisado los presupuestos y proyectos contemplados en el Plan Hídrico de la Región Hidrológico-Administrativa III Pacífico Norte 2007-2012. El presupuesto de esos proyectos se ha reducido en un 25 %, bajo la suposición de que el costo de estos proyectos no es sustentable por razones de austeridad y, segundo, porque la experiencia a nivel mundial ha demostrado que se pueden lograr eficiencia económica al implementar tecnologías de diseño y desarrollo de bajo impacto y la gestión integral de recursos hídricos, siempre que se haya aplicado de manera sistémica e inclusiva con suficiente tiempo para la adaptación y aceptación por la comunidad (Torrecillas et al., 2013). Los proyectos prioritarios con un valor de 9867 millones de pesos en un plazo de veinte años se presentan en la Tabla 11.4.

Tabla 11.4. Resumen de proyectos de infraestructura.

Concepto	Costo Anual (Millones \$)				Total
	2014-2018	2019-2023	2024-2028	2029-2033	
Agua potable	300	300	387		987
Alcantarillado	250	350	270		870
Eficiencia					
Productividad agrícola	350	350	350	273	1323
Sector industrial	3				3
Sector público-urbano	300	360	223		883
Aumentar la oferta		300	1307	1500	3107
Cobertura y mejoramiento de tratamiento de agua residuales					
Municipal	300	300	76		676
Industriales	63	100			163

Agrícolas		100	150	250	500
Gestión integral de cuenca					
Reducción y control de avenidas	46				46
Restauración y reforestación de la cuenca	90	90	90	90	360
Caudal ecológico	75	75	100	100	350
Total	1777	2325	2953	2213	9268

Fuente. Adaptado de CONAGUA, 2012b.

11.4 Beneficios.

El beneficio principal a corto plazo (5 años) es la reducción de la vulnerabilidad ante la sequía de 1 815 370 habitantes en la cuenca, y a largo plazo se pretende mejorar el bienestar de la población y lograr la protección del medio ambiente.

Los benéficos específicos incluyen:

- Instrumentación de acciones emergentes para la prevención y mitigación de los efectos causados por el desabasto de agua para consumo humano causado por sequía.
- La autosuficiencia del Consejo de Cuenca para impulsar la GIRH y las medidas de prevención y mitigación de la sequía.
- El aumento en cobertura de agua potable beneficiará a 140 236 habitantes en las zonas urbanas.
- El aumento en cobertura de agua potable beneficiará a 113 197 habitantes en las zonas rurales.
- El aumento en cobertura de alcantarillado beneficiará a 158 567 habitantes en las zonas urbanas.
- El aumento en cobertura de alcantarillado beneficiará a 171 828 habitantes en las zonas rurales.
- Eficiencia global de los organismos operadores del 80 %.
- Ampliación de la capacidad instalada de tratamiento en los municipios de: Canatlán, Durango, Guadalupe Victoria, Mezquital, Nombre de Dios, Pánuco de Coronado, Poanas, Súchil, Vicente Guerrero, Nuevo Ideal, Pueblo Nuevo, Chalchihuites, Sombrerete, Acajoneta, Huajicori, Rosamorada, Ruíz, Santiago Ixcuintla, Tecuala, Tuxpan, Concordia, Escuinapa, Mazatlán, y Rosario.
- Tratamiento de las aguas residuales industriales en los municipios de: Canatlán, Durango, Guadalupe Victoria, Mezquital, Nombre de Dios, Pánuco de Coronado, Poanas, Súchil, Vicente Guerrero, Nuevo Ideal, Chalchihuites, Sombrerete, Acajoneta, Huajicori, Rosamorada, Ruíz, Santiago Ixcuintla, Tecuala, Tuxpan, Concordia, Escuinapa, Mazatlán, y Rosario.
- Tratamiento del 50% de las aguas residuales agrícolas.
- El 85% de la superficie agrícola modernizada.
- Restauración de la cuenca y el caudal ecológico.
- Eficiencia física de la red de suministro agrícola del 85 %.

- Protección contra las inundaciones en los municipios de: Durango en el Estado de Durango; Santiago Ixcuintla, Tecuala, Tuxpan en Nayarit; y Concordia, Escuinapa, Mazatlán, Rosario en el Estado de Sinaloa (adaptado de CONAGUA, 2012).
- Generación y aplicación de innovación tecnológica.
- Fomentar la cultura hídrica.
- Fomentar la cultura ambiental.
- Disminución de la generación de residuos sólidos.
- Mantener la población bien informada.
- Minimizar los riesgos ambientales.
- Impulsar el desarrollo sustentable.
- El desarrollo de una herramienta para garantizar el abastecimiento de agua para el consumo humano.
- Una metodología para asegurar la disponibilidad óptima de agua para los usuarios.
- Disminuir la contaminación y mantener el caudal ecológico.
- Desarrollo de la base fundamental para la gestión integral de los recursos hídricos en la cuenca y la participación de los usuarios y la sociedad en la toma de decisiones encaminado a la gestión íntegra.
- A largo plazo se logrará el costo óptimo para la sociedad en la provisión de sistemas de agua considerando el ciclo de vida.
- Permitirá evaluar la efectividad del PMPMS a largo plazo y así justificar los recursos necesarios para su implementación.
- Contar con una base de información para la planificación de la sequía.
- Involucrar a todos los sectores en la implementación del DDBI.
- Reducción en el costo de proveer infraestructura hídrica y costos por atención de desastres hidrometeorológicos.
- Aumento en la producción agrícola, pesca, forestal y pecuaria.
- Disminución en la vulnerabilidad a la sequía.
- Protección de la salud pública.
- Disminución del grado de marginación de los habitantes.
- Restauración de la cuenca.
- Mantenimiento del caudal ecológico.
- Conservación de los recursos naturales.
- Mejorar la productividad del uso del recurso hídrico.
- Promover la autosuficiencia de los habitantes en la cuenca en el uso de las 5 aguas.
- Reducir el costo de programas de protección ambiental a través de la participación social.
- Fomento una cultura ambiental y de cuidado del agua en la población de la cuenca.
- Reducir los impactos ambientales a través de la concientización y sensibilización de los habitantes en la cuenca.

- Reducción en el consumo del agua.
- Reducción en el índice de morosidad y actualizar el padrón de usuarios, realizar campañas para promover el pago oportuno, por ejemplo “Paga tu agua puntual” y “Pagando tu agua ahorras dinero”.
- Impulsar una Ley de Agua Potable estableciendo la responsabilidad de los Organismos Operadores y los usuarios.
- El establecimiento de una cultura positiva hacia la Cultura del Agua en los Organismos Operadores y municipios involucrados.
- Disminución de riesgos de salud, fomentar y generar empleo.
- Disminución del impacto ambiental al dar un buen manejo de los residuos sólidos municipales.
- Usar tecnologías adaptadas al ambiente natural y con un enfoque más sostenible económicamente para combatir los impactos del uso del suelo, tales como la agricultura, la urbanización y la industria.
- Restaurar la calidad del agua en las cuencas ya sobreexplotadas y contaminadas por la razón del énfasis en el control y reducir al mínimo los cambios en el ciclo hidrológico.
- Trasformar el estándar del servicio en una cifra económica.
- Demostrar que el plan de gestión de activos es beneficioso para la empresa y que el gasto que genera está justificado por el beneficio que obtiene la empresa y el público.
- Provisión de los servicios necesarios para el funcionamiento de la sociedad.
- Provisión de obras públicas con el impacto mínimo posible.

11.5 Seguimiento de las medidas de prevención de la sequía

11.5.1 Programa Conservación y Uso de Suelo y Agua, COUSSA

El Programa Conservación y Uso de Suelo y Agua, tiene por objetivo el contribuir a la conservación, uso y manejo sustentable de los recursos naturales utilizados en la producción primaria mediante el pago de apoyo y servicios, de manera que permita a los productores rurales desarrollar proyectos integrales que consideren el cálculo, diseño y ejecución de obras y prácticas para un aprovechamiento adecuado de sus recursos.

- En el Consejo de Cuenca de los Ríos Presidio al San Pedro tuvo los beneficios que se indican en la Tabla 11.5.

Tabla 11.5. Relación de proyectos del Componente y uso sustentable de suelo y agua con recursos devengados al cierre del ejercicio fiscal 2013.

Municipio	No. De Beneficiarios	Impacto en capacidad de Almacenamiento (m ³)	Impacto en capacidad de almacenamiento (%)	Inversión total (millones \$)	Inversión total (%)
Concordia	22	4 875.00	7.8 %	1.67	25.3 %

Mazatlán	25	11 300.00	18.2 %	1.71	25.9 %
Rosario	39	20 700.00	33.3 %	1.83	27.7 %
Escuinapa	40	25 300.00	40.7 %	1.39	21.1 %
TOTAL	126	62 175.00	100.00 %	6.6	100.00 %

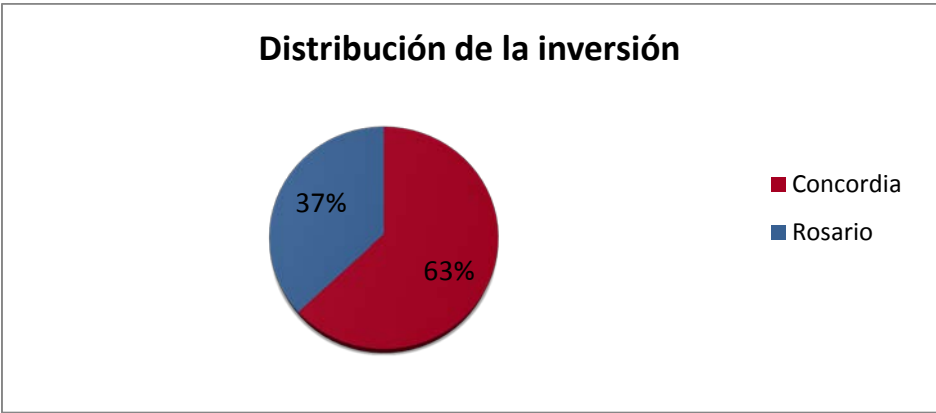
En el territorio del Consejo de Cuenca se invirtió un total de 6.6 millones de pesos, que significó un aumento en la capacidad de almacenamiento del orden de 62 000 m³ y 126 beneficiarios. Aproximadamente, el 74% del aumento de la capacidad de almacenamiento se concentró en los dos municipios con mayor infraestructura hidroagrícola (Rosario y Escuinapa), que en conjunto recibieron del orden del 49% de la inversión total.

11.5.2 Programa para la Construcción y Rehabilitación de Agua Potable y Saneamiento en Zonas Rurales

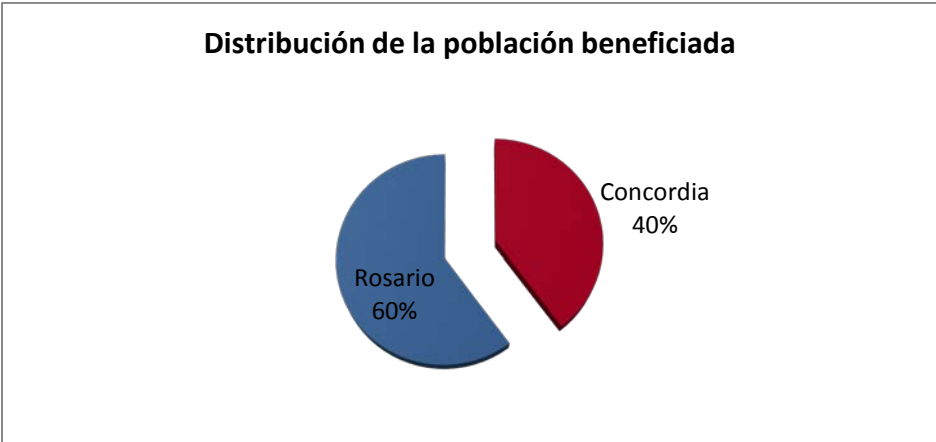
Con respecto al sector agua potable, a través del programa citado en el encabezado de esta sección (Tabla 11.6), durante el año 2014 se invirtieron en el Consejo 14.8 millones de pesos, con una distribución como la que se muestra en la Gráfica 11.1, en la que el municipio de Concordia predomina; sin embargo, en la correspondiente a la de la población beneficiada (Gráfica 11.2), el municipio de Rosario es mayor; no obstante, si se divide la población beneficiada por municipio entre el total de la población del mismo, el municipio de Concordia tienen la mayor proporción.

Tabla 11.6. Programa para la Construcción y Rehabilitación de Agua Potable y Saneamiento en Zonas Rurales

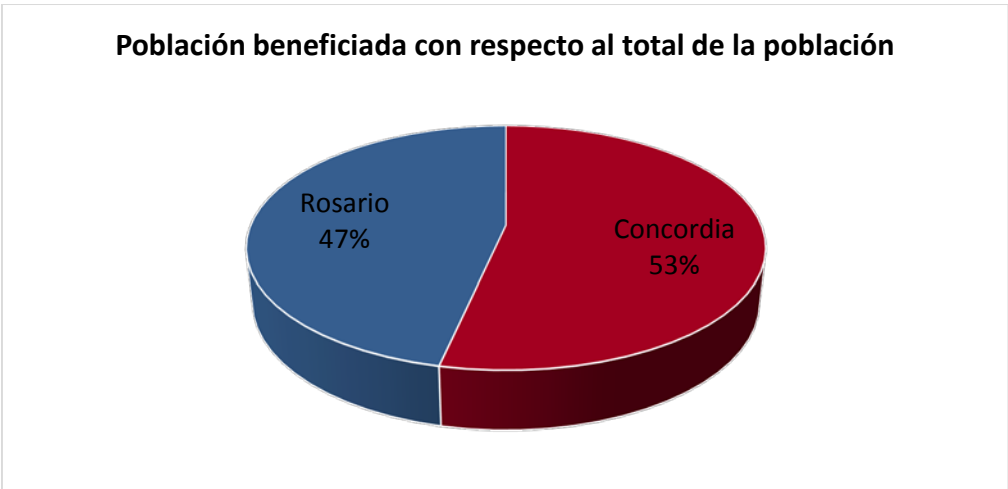
Municipio	Descripción clara del sistema	Población total		
		beneficiada	Organismo Operador	Inversión total (\$)
Concordia	<ul style="list-style-type: none"> • Construcción del sistema de agua potable en las localidades de Chirimoyos, El Coco y La Guayanera. • Construcción del sistema de alcantarillado en la localidad de Copala. 	1159	JUMAPAC	9 364 634.00
Rosario	<ul style="list-style-type: none"> • Construcción de pozo y línea de conducción en el ejido Cajón de Ojo de Agua numero dos 	1750	JUMAPARS	5 498 821.00
Total		2909		14 863 455.00



Grafica 11.1. Distribución de la inversión



Grafica 11.2. Distribución de la población beneficiada



Grafica 11.3. Población beneficiada con respecto al total de la población

12. RECOMENDACIONES Y CONCLUSIONES

12.1 Recomendaciones

Derivado del involucramiento del GTD conformado por los diferentes sectores de los usos del agua en cada Consejo de Cuenca, se identificaron algunas recomendaciones, que son en realidad acciones preventivas que coadyuvan a gestionar la sequía (Torrecillas et al., 2013), Entre ellas:

- En los acuíferos sobreexplotados: Valle de Santiaguillo, Valle de Canatlán, Vicente Guerrero-Poanas, Madero-Victoria y Valle del Guadiana, se debe aplicar eficazmente las disposiciones establecidas en las normas siguientes:
 - NORMA Oficial Mexicana NOM-014-CONAGUA-2003, Requisitos para la recarga artificial de acuíferos con agua residual tratada.
 - NORMA Oficial Mexicana NOM-015-CONAGUA-2007, Infiltración artificial de agua a los acuíferos. Características y especificaciones de las obras y del agua
- CONAZA. Armonizar esfuerzos con los programas de la Comisión Nacional de las Zonas Áridas CONAZA, organismo público descentralizado del gobierno federal, sectorizado a la Secretaría de Agricultura, Ganadería, Desarrollo Rural, Pesca y Alimentación (SAGARPA), cuyo objetivo es promover el desarrollo de las zonas áridas y marginadas del país. Dichos programas son:
 - Conservación y Uso Sustentable de Suelo y Agua (COUSSA).
 - Proyecto Estratégico de Seguridad Alimentaria (PESA).
 - Construcción de Pequeñas Obras Hidráulicas (POH).
 - Proyecto Estratégico de Desarrollo de las Zonas Áridas (PRODEZA).
- Cultura del agua (participación social). Reforzar las acciones de concientización de la población sobre las prácticas del uso eficiente del agua, en cantidad y calidad, con énfasis en las cuencas con alto desarrollo hidroagrícola, como son el río San Pedro, Baluarte y Cañas.
- Agua potable. Establecer sistemas de optimización para los tandeos de agua. En caso de existir tandeos por situaciones de escasez de agua potable, estudiar y aplicar los mecanismos que permitan reducir al máximo el desabasto por tiempos prolongados de amplios sectores de los núcleos de población.
- Vivienda vertical. Las viviendas verticales, por su constitución, reducen el consumo de agua por habitante al disminuir las áreas verdes y conexiones a la red de agua potable.
- Medir el agua de riego por volumen. Bajo el principio de que se cuida lo que cuesta, promover paulatinamente la medición volumétrica al mínimo nivel territorial posible, en conjunto con un esquema cobro por el uso del agua, necesariamente contribuiría a reducir el consumo del agua. Dicho esquema de cobro, para ser una realidad efectiva, tendría que ser plenamente acordado entre los interesados. Foros como los comités hidráulicos de cada distrito de riego y el propio Consejo de Cuenca de los Ríos Presidio al San Pedro, pueden ser apropiados para llevar a cabo este tipo de acuerdos.

12.2 Conclusiones

La presente actualización del PMPMS del Consejo de Cuenca de los ríos Presidio al San Pedro se sustenta en la aplicación de un método para evaluar la vulnerabilidad ante la sequía distinto al adoptado en la versión 2013. En ésta se usó el Sistema de Evaluación del Riesgo Extremo de Sequías (SERES), que utilizó tres factores para determinar dicha vulnerabilidad: el ingreso per cápita (IPC), la disponibilidad de agua en presas y el índice de Palmer para severidad de sequía. Estos factores fueron combinados mediante un esquema de pesos ponderados lineal (proceso analítico de jerarquías).

En la presente actualización del PMPMS 2014 se aplicó el sistema Super Decisions, que usó 11 factores para evaluar la vulnerabilidad ante la sequía (descritos en el capítulo 5), integrados a través de un esquema de pesos ponderados en redes (proceso analítico de redes), en el que dichos pesos específicos son modificados cada uno respecto al otro. Se ha probado que este esquema arroja mejores resultados cuando se trata de combinaciones complejas entre gran número de factores, como es el caso de la vulnerabilidad ante la sequía en cuencas.

Los resultados fueron distintos. Mientras en la primera versión 2013 se determinó el riesgo por sequía en cuencas y municipios del OCPN, considerando tres factores importantes para la estimación de la vulnerabilidad, en la actualización se utilizaron once variables, determinando de manera más precisa la vulnerabilidad en los municipios y cuencas del OCPN. Las zonas más vulnerables es en las subcuencas La Tapona, Río Acaponeta 2, Río Cañas 2 y Río San Pedro-Desembocadura 2. El análisis de la vulnerabilidad global permitió definir municipios con alta vulnerabilidad como Acaponeta, Ruiz, Tuxpan y Tecuala en el estado de Nayarit y los municipios de Victoria de Durango, Santiago Ixcuintla Pánuco de Coronado, Guadalupe Victoria y Poanas en el estado de Durango. La incorporación correcta de un mayor número de factores en la evaluación de la vulnerabilidad implica mejores resultados, por lo que las acciones preventivas y de mitigación deberían focalizarse hacia los últimos territorios mencionados.

La estimación del riesgo por sequía por cuencas y municipios, dentro de la jurisdicción del Consejo de Cuenca del río Presidio al San Pedro mediante el sistema SERES, puede ser enriquecida al incluir la vulnerabilidad estimada mediante el software Superdecisions.

De acuerdo con el régimen pluviométrico 2014, no hubo condiciones de sequías altas en el Consejo de Cuenca de los Ríos Presidio al San Pedro, por lo que no fue necesario aplicar las medidas de mitigación propuestas para cada una de las cinco etapas de la sequía. No obstante, se recomienda que cuando no haya sequía es el tiempo apropiado para implementar acciones preventivas, algunas de las cuales forman parte de la operación normal de los programas institucionales. Tal es el caso, por ejemplo, del Programa de Conservación y Uso de Suelo y Agua (COUSSA), mediante el que se ejercieron en 2013 en el territorio del Consejo de Cuenca un total de 6.6 millones de pesos que significaron un incremento de más de 62 000 m³ en la capacidad de almacenamiento en el territorio del Consejo de Cuenca de los Ríos Presidio San Pedro.

Otro ejemplo es el Programa para la Construcción y Rehabilitación de Sistemas de Agua Potable y Saneamiento en Zonas Rurales (PROSSAPYS), que en el año 2013, se invirtieron alrededor de 15 millones de pesos en diversas obras agua potable dentro del territorio del Consejo de Cuenca, lo que se tradujo en beneficio de alrededor de 3 mil habitantes de zonas rurales.

En este mismo sentido, se aplican las medidas preventivas para gestionar la demanda (apartado 8.1 del presente documento), entre las que se encuentran: políticas óptimas de operación de presas; pronóstico de la oferta y la demanda en planes de riego, cobrar y pagar por el uso del agua (donde el gran tema a debatir es caso del uso agrícola) y las medidas estructurales para gestionar la demanda. Otro grupo de medidas no menos importantes son las identificadas en este documento como medidas preventivas por sector, expuestas en el apartado 8.2.

No obstante, quedan pendientes algunas tareas para una siguiente versión del PMPMS del Consejo de Cuenca de los ríos Presidio al San Pedro, como las siguientes:

Implementar un mecanismo eficaz para monitorear, evaluar y actualizar el PMPMS, entre cuyas características esenciales destaca aplicar el ciclo de mejora continua, dar seguimiento a los resultados del *software* Super Decisions y calibrarlo con nuevos datos reales de los 11 factores considerados. Todas se exponen en la sección 9 de este PMPMS. El núcleo operativo de dicho mecanismo es la medición, registro, análisis y seguimiento de los indicadores claves de desempeño, expuestos en la misma sección. La apropiada interpretación de los mismos permite evaluar la eficacia de los resultados obtenidos, compararlos con las metas establecidas para identificar diferencias y replantear acciones para reducir dichas diferencias.

La otra gran tarea es la instrumentación de un conjunto de medidas (de carácter preventivo) tendientes a establecer un escenario favorable en torno a la gestión a largo plazo de la sequía. Esto a través de desarrollar los recursos administrativos internos del Consejo de Cuenca, así como los aspectos culturales y tecnológicos existentes. Este conjunto de medidas se exponen en el capítulo 10 programa de mejora de la gestión, cultura y desarrollo tecnológico en materia de agua.

Finalmente, el reto para la sociedad y las instituciones gubernamentales es tener presente la sequía cuando no la hay, es decir, aceptar como práctica real y de común acuerdo que el fenómeno de la sequía es recurrente y que la planificación de acciones, constituidas en este caso por el conjunto organizado de medidas preventivas y de mitigación, es esencial para reducir los efectos negativos en la población, tanto en sus actividades domésticas como productivas.

13. Referencias

Adams, William J. L. and Saaty, Rozann. Super Decisiones Software Guide (2003).

Adaptado de FAO (2004)

Auckland Region Water Network Operators (2004). Auckland Water Incident Cooperation Plan. GHD.

BEACON (2008). Slowing the Flow: A Comprehensive Demand Management Framework for Reticulated Water Supply.

Becerra, P. M. y Sainz, S. J. (2002). Base de datos sobre conflictos de Agua aparecidos en prensa nacional durante el periodo 1990-2002. Instituto Nacional de Ecología.

Carlos, G. H., Sin fecha. Estirando el Agua Mediante su Uso Eficiente y Reúso.

CENAPRED (2001). Serie Fascículos Sequías

CFE (2013). Centrales generadoras al mes de julio de 2013, base de datos en línea.

CNA (2002a). Determinación de la Disponibilidad de Agua en el Acuífero Valle de Santiaguillo, Estado de Durango.

CNA (2002b). Determinación de la Disponibilidad de Agua en el Acuífero Valle de Canatlán, Estado de Durango.

CNA (2002c). Determinación de la Disponibilidad de Agua en el Acuífero Vicente Guerrero-Poanas, Estado de Durango.

CNA (2002d). Determinación de la Disponibilidad de Agua en el Acuífero Madero-Victoria, Estado de Durango.

CNA (2002e). Determinación de la Disponibilidad de Agua en el Acuífero Valle del Guadiana, Estado de Durango.

CNA (2002f). Determinación de la Disponibilidad de Agua en el Acuífero Río Presidio, Estado de Sinaloa.

CNA (2002g). Disponibilidad de Agua en el Acuífero Valle del Mezquital, Estado de Durango.

CNA (2002h). Determinación de la Disponibilidad de Agua en el Acuífero del Valle de Acaponeta-Cañas, Estado de Nayarit.

CNA (2003a). Programa Hidráulico Regional 2002-2006 Región III Pacífico Norte.

CNA (2003b). Estadísticas del Agua en México. Comisión Nacional del Agua.- México. ISBN 968-817-565-X. Primera Edición.

CNA (2004). Estadísticas del Agua en México. Comisión Nacional del Agua.- México. ISBN 968-817-601-X. Segunda edición: marzo, 2004.

CNA (2005). Síntesis de las Estadísticas del Agua en México. Comisión Nacional del Agua.- México. ISBN 968-817-561-7. Primera edición: junio, 2005.

CNA (2006). Estadísticas del Agua en México. Comisión Nacional del Agua. Sistema Nacional de Información sobre cantidad, calidad, usos y conservación del agua (SINA). ISBN 968-817-758-X. Cuarta Edición.

CONAGUA (2007). Análisis de la Información del Agua de los Censos y Conteos 1990 A 2005, Comisión Nacional del Agua. Pag 38. ISBN: 968-817-844-6 y ISBN: 978-968-817-844-7. Primera Edición. Editor: Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales.

CONAGUA (2008a). Estadísticas del Agua en México. Comisión Nacional del Agua -México. ISBN 978-968-817-895-9. 1a. Edición 2008. Editor: Secretaría del Medio Ambiente y Recursos Naturales, Boulevard Adolfo Ruiz Cortines No. 4209.

CONAGUA (2008b). Determinación de la Disponibilidad de Agua en el Acuífero Sabinas, Estado de Zacatecas.

CONAGUA (2008d). Determinación de la Disponibilidad de Agua en el Acuífero Río Cañas, Estado de Sinaloa.

CONAGUA (2008e). Determinación de la Disponibilidad de Agua en el Acuífero (2510) Río Baluarte, Estado de Sinaloa.

CONAGUA (2008f). Determinación de la Disponibilidad de Agua en el Acuífero Valle de Escuinapa, Estado de Sinaloa.

CONAGUA (2008g). Determinación de la Disponibilidad de Agua en el Acuífero San Pedro-Tuxpan, Estado de Nayarit.

CONAGUA (2008h). Determinación de la Disponibilidad de Agua en el Acuífero Laguna Agua Grande, Estado de Sinaloa.

CONAGUA (2009). Estudio para la determinación de la disponibilidad media anual de agua superficial en las cuencas hidrológicas de los ríos Pericos, Rosamorada y Bejuco de la Región Hidrológica No. 11 Presidio San Pedro; así como la actualización de la disponibilidad de agua en las cuencas de los ríos Fuerte, Sinaloa y Culiacán de la Región Hidrológica No. 10 Sinaloa.

CONAGUA (2010a). Estadísticas del Agua en México. Comisión Nacional del Agua.- México, edición 2010. Editor: Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales.

CONAGUA (2010b). Estadísticas agrícolas del Año agrícola 2008-2009, Comisión Nacional del Agua. Pag 323. Editor: Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales.

CONAGUA (2010c). Base de datos de las cuencas en la RH10 y 11 y su disponibilidad.

CONAGUA (2011a). Estadísticas del agua en México, Comisión Nacional del Agua. Pag 128. Editor: Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales.

CONAGUA (2011c). Estadísticas del agua en México. Comisión Nacional del Agua.-México, edición marzo de 2011. Editor: Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales.

CONAGUA (2012a). Atlas del agua en México 2012, Comisión Nacional del Agua. Pag 132. ISBN: 978-607-8246-29-8. Editor: Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales

CONAGUA (2012b). Programa Hídrico Regional Visión 2030 Región Hidrológico-Administrativa III Pacífico Norte.

CONAGUA (2013a). Base de Datos diarios climatológicos y de aportación, extracción y almacenamiento en las presas 1999-2013.

CONAGUA (2013b). Base de Datos almacenamiento en las presas 1949-2013.

CONAGUA (2013c). Base de Datos Características Principales de los Distritos de Riego.

CONAGUA (2013d). Base de Datos Información Operativo Rescates de Agua Superficial y Subterránea, en Apoyo a Módulos De Riego.

CONAGUA (2013e). Normales Climatológicos por Estación. Servicio Meteorológico Nacional, México, Secretaria de Medio Ambiente y Recursos Naturales.

CONAGUA (2013f). Base de datos entregada por CONAGUA OCPN el 9 de junio de 2013. Componentes del balance de agua superficial por cuenca.

CONAGUA (2013g). Base de datos del PDSI en estaciones meteorológicas.

CONAGUA (2013h). Seguimiento Mensual de Afectación por Sequía. Índice de Precipitación Estandarizada Áreas con Sequía por Consejo de Cuenca, Estado y Región Hidrológica. Servicio Meteorológico Nacional, México. Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales.

CONAGUA (2013i). Áreas con Sequía por Consejo de Cuenca, Estado y Región Hidrológica. Servicio Meteorológico Nacional, México. Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales.

CONAGUA (2013j). Base de datos del Índice de Calidad del Agua.

CONANP (2013). Humedales de México, base de datos en línea.

CONAPESCA (2010). Anuario Estadístico de Acuacultura y Pesca 2010.

CONAPO (2013a). Proyecciones de la Población de los Municipios de México 2010-2030, 2010, base de datos en línea.

CONAPO (2013b). Índices de marginación por entidad federativa y municipio 2010 APÉNDICE B.-Índices de marginación por municipio, 2010, base de datos en línea.

CWCB (2010). Municipal Drought Management Plan. Guidance Document. Denver. Colorado Water Conservation Board (CWCB).

DOF (2007c). ACUERDO por el que se da a conocer el resultado de los estudios de disponibilidad media anual de las aguas superficiales en las cuencas hidrológicas de los ríos Habitas y Elota, mismos que forman parte de la porción de la región hidrológica denominada Río Elota. Publicado en el Diario Oficial de la Federación el 19 de septiembre de 2007.

DOF (2007d). ACUERDO por el que se da a conocer el resultado de los estudios de disponibilidad media anual de las aguas superficiales en las cuencas hidrológicas Río Piaxtla 1 y Río Piaxtla 2, mismos que forman parte de la porción de la Región Hidrológica denominada Río Piaxtla.

DOF (2008). ACUERDO por el que se da a conocer el resultado de los estudios de disponibilidad media anual de las aguas superficiales en las cuencas hidrológicas del Río Quelite 1 y Río Quelite 2, mismos que forman parte de la porción de la Región Hidrológica Denominada Río Quelite.

DOF (2009). ACUERDO por el que se da a conocer la ubicación geográfica de 371 acuíferos del territorio nacional, se actualiza la disponibilidad media anual de agua subterránea de 282 acuíferos, y se modifica, para su mejor precisión, la descripción geográfica de 202 acuíferos: Actualización de la Disponibilidad Media Anual de Agua Subterránea Acuífero (2501) Río Fuerte, Actualización de la Disponibilidad Media Anual de Agua Subterránea Acuífero (2502) Río Sinaloa, Actualización de la Disponibilidad Media Anual de Agua Subterránea Acuífero (2514) El Carrizo.

DOF (2010a). ACUERDO por el que se determina la circunscripción territorial de los organismos de cuenca de la Comisión Nacional del Agua.

DOF (2010c). ACUERDO por el que se actualiza la disponibilidad media anual de las aguas superficiales en las cuencas hidrológicas Río Humaya, Río Tamazula y Río Culiacán, mismos que forman parte de la porción de la región hidrológica denominada Río Culiacán.

DOF (2012a). ACUERDO por el que se instruyen acciones para mitigar los efectos de la sequía que atraviesan diversas entidades federativas.

DOF (2012b). LINEAMIENTOS que establecen los criterios y mecanismos para emitir acuerdos de carácter general en situaciones de emergencia por la ocurrencia de sequía, así como las medidas preventivas y de mitigación, que podrán implementar los usuarios de las aguas nacionales para lograr un uso eficiente del agua durante sequía.

DOF (2013). ACUERDO por el que se crea la Comisión Intersecretarial para la Atención de Sequías e Inundaciones.

Espinal, C. T., Sedeño, J. E., y López, L. E., 2013. Evaluación de la Calidad del Agua en la Laguna de Yuriria, Guanajuato, México, Mediante Técnicas Multivariadas: Un Análisis de Valoración Para Dos Épocas 2005, 2009-2010 Revista Internacional Contaminación Ambiental.

EPA (2008) United States Environmental Protection Agency. Handbook for Developing Watershed Plans to Restore and Protect Our Waters. United States Environmental Protection Agency Office of Water Nonpoint Source Control Branch. N° de Pag. 400.

FAO (2002). Las buenas prácticas agrícolas.

Galindo-Reyes, G. (2000). Condiciones ambientales y de contaminación en los ecosistemas costeros de Sinaloa. Culiacán, Sin. 158 p.

GWP (2005). Estimulando el cambio: Un manual para el desarrollo de estrategias de gestión integrada de recursos hídricos (GIRH) y de optimización del agua. Elaborado por el Comité Técnico del Global Water Partnership (GWP) con la colaboración del Ministerio de Asuntos Exteriores de Noruega.

Lewin, K., 1994. Action Research and Minority Problems. The Society for the Psychological Study of Social Issues. Journal of Social Issues.

NDMC. 2012. National Drought Mitigation Center. Página web del NDMC www.unl.edu/ndmc Universidad de Nebraska.

INEGI (2010a). Prontuario de información geográfica municipal de los Estados Unidos Mexicanos.

INEGI (2010b). Población por municipio 2010, Instituto Nacional de Estadísticas y Geografía.

INEGI (2012a). Perspectiva estadística Durango Diciembre 2012.

INEGI (2012b.) Perspectiva estadística Sinaloa Diciembre 2012.

INEGI (2012c). Perspectiva estadística Nayarit Diciembre 2012.

INEGI (2012d). Perspectiva estadística Sinaloa Diciembre 2012.

INEGI (2013). México en Cifras. Información Nacional, por Entidad Federativa y Municipios. Página web <http://www3.inegi.org.mx/sistemas/mexicocifras/>

IPCC (2007). Intergovernmental Panel on Climate Change. Summary for policymakers. The Physical Scientific Basis. Contribution of Working Group I to the Fourth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change. Solomon, S., D. Qin, M. Manning, Z. Chen, M. Marquis, K.B. Averyt, M. Tignor and H.L. Miller (eds.). Cambridge, United Kingdom and New York, NY, USA.

Maryland Statewide Water Conservation Advisory Committee, 2000. Final Report November 2000.

NDMC. (2012). National Drought Mitigation Center. Página web del NDMC www.unl.edu/ndmc Universidad de Nebraska.

Palmer, C. W., (1965). Meteorological Drought. Office of Climatology, U.S. Weather Bureau, Washington, D.C.. Publicado por U.S. Department of Commerce. N° de Pag. 65.

Paré, L., Robinson, D., y González, M.A., (2008). Gestión de cuencas y servicios ambientales perspectivas comunitarias y ciudadanas (SEMARNAT). Primera edición: septiembre de 2008. N° de Pag. 297. ISBN: 978-968-817-871-3.

Pineda, P. N., Salazar A. A., y Rodríguez, M.B., 2010. Para dar de beber a las ciudades mexicanas: el reto de la gestión eficiente del agua ante el crecimiento urbano. El Agua en México: Cauces y Encauces. N° de Pag. 702. Publicado por CONAGUA. ISBN 978-607-95166-1-1.

PND (2013). Plan Nacional de Desarrollo 2013-2018 del Gobierno de la Republica.

POE (2010). Presupuesto de Egresos del Estado de Chiapas para el Ejercicio Fiscal 2010. Gobierno del estado de Chiapas.

Ravelo, A.C. (2007-2012). *Monitoreo, evaluación y pronóstico de sequías en el OCPN*. Proyecto PREMIA CONAGUA. Informe Final OMM. 315 pp + DVD.

Ravelo, A.C. y A.J. Pascale, (1997). Identificación de ocurrencia de sequías mediante imágenes del satélite NOAA e información terrestre. Rev. Facultad de Agronomía 17(1):105-107.

Raiz, E. (1959). Landforms of México. Cambridge, Mass., Ed. privada.

Raiz, E. (1964). Landforms of México (chart). Geography Branch of the Naval Research. 2° ed. Cambridge, Mass. USA.

Saaty, Rozann W. Decision Making in Complex Environments, Super Decisions Software (2003). (SAGARPA, 2011).

SAGARPA (2013). Tecnologías a tu alcance del Componente COUSSA, Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales.

SAGARPA-CONAPESCA (2010). Anuario Estadístico de Acuicultura y Pesca 2009.

Secretaría de Economía (2013). Delegaciones estatales. Información disponible en línea, página web de la Secretaria de Economía <http://www.economia.gob.mx/delegaciones-de-la-se/estatales>

SEGOB (2013). Instituto Nacional para el Federalismo y el Desarrollo Municipal Base de datos de Finanzas PIB Municipal 2005. Sistema Nacional de Información Municipal (SNIM).

SEMARNAT (2002). NORMA Oficial Mexicana NOM-011-CNA-2000, Conservación del recurso agua-Que establece las especificaciones y el método para determinar la disponibilidad media anual de las aguas nacionales. Publicada en el Diario Oficial de la Federación el 17 de abril del 2002.

SEMARNAT (2012). Situación del Subsector Agua Potable, Alcantarillado y Saneamiento, Comisión Nacional del Agua. Pag 280. Editor: Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales. Edición 2012. C.P 14210, Tlalpan, México, D.F.

SIAP (2011). Estadística de uso Tecnológico y de Servicios en la Superficie Agrícola Cuadros tabulares 2011, Servicio de Información Agrícola y Pesquera. Editor: Secretaría de Agricultura, Ganadería, Desarrollo Rural, Pesca y Alimentación (SAGARPA). N° de Pag. 1207.

SMN (2013). Normales Climatológicas por Estación. Página web http://smn.cna.gob.mx/index.php?option=com_content&view=article&id=42&Itemid=75

SPIC (2010). Estudio Geohidrológica de los Acuíferos de los Ríos Culiacán, Mocorito, Sinaloa y Fuerte, en el Estado de Sinaloa - Informe Final Acuífero Río Fuerte. Servicios y Proyectos de Ingeniería Civil, S.A. de C.V. (SPIC).

Torrecillas, N. C. E., y Cárdenas C. H. M. (2007). Evaluación de la Contaminación de Pesticidas y Metales Pesados en la Bahía de Bacorehuis Campo Pesquero Bacorehuis, Ahome, Sinaloa. Coordinación Nacional de Áreas Protegidas (CONANP).

Torrecillas, N. & Cárdenas C. (2009). Methodological Guide for an Integrated Catchment Management Plan. Response prepared for Autonomous University of Sinaloa. December 2009.

Torrecillas N. C. E., Ley A. E. Y Cárdenas C. H., (2010). Project Twin Streams SMU Action Plans. Auckland Uniservices Ltd.

Torrecillas N. C. E., Miguel R. A. J., y Ravelo A., (2013). Proyecto de Coordinación, Seguimiento, Supervisión, Integración y Análisis del Programa de Medidas para Prevenir y Enfrentar la Sequía. Etapa 1 de 6: Programas de Medidas Preventivas y de Mitigación de la Sequía (PMPMS) en el Consejo de Cuenca Presidio al San Pedro. Región Hidrológica Administrativa III Pacifico Norte. Comisión Nacional del Agua Sinaloa. Preparado por la Universidad Autónoma de Sinaloa, Abril Diciembre 2013.

United States Environmental Protection Agency (USEPA), (2008). Handbook for Developing Watershed Plans to Restore and Protect Our Waters. United States Environmental Protection Agency Office of Water Nonpoint Source Control Branch.

Wilhite, D. V. A. (2005). Drought Preparedness Planning: Building Institutional Capacity. Drought and Water Crises: Science, Technology, and Management Issues. CRC Press, 2005. Páginas 93-135. ISBN: 978-0-8247-2771-0.

Diciembre del 2014
www.conagua.gob.mx

Contenido

Apéndice A. Taller de planeación estratégico para la conformación del Grupo Técnico Directivo (GTD), del Consejo de Cuencas de los Ríos Presidio al San Pedro.

Índice de Figuras:

Figura A. 1. Organigrama del GTD de la Parte Alta del Consejo de Cuenca.....	200
Figura A. 2. Organigrama del GTD de la Parte Baja del Consejo de Cuenca.	203

Índice de Tablas:

Tabla A. 1. Integrantes del GTD de la Parte Alta del Consejo de Cuenca.....	200
Tabla A. 2. Integrantes del GTD de la Parte Baja del Consejo de Cuenca.	203

Apéndice B. Temperatura media anual y precipitación en las estaciones climatológicas del Consejo de Cuenca.

Índice de graficas:

Gráfica B. 1. Precipitación y Temperatura Estación Tejaman, periodo 1951-2013.	207
---	-----

Gráfica B. 2. Precipitación y Temperatura Estación Chalchihuites, periodo1951-2013.	207
Gráfica B. 3. Precipitación y Temperatura Estación Durango, periodo1951-2013.	208
Gráfica B. 4. Precipitación y temperatura Estación El Salto, periodo1951-2010.....	208
Gráfica B. 5. Precipitación y Temperatura Estación Las Bayas, periodo1951-2010.....	209
Gráfica B. 6. Precipitación y Temperatura Estación El Palmito, periodo1951-2010.	210
Gráfica B. 7. Precipitación y Temperatura Estación Cucharas, periodo1951-2010.	210
Gráfica B. 8. Precipitación y Temperatura Estación Siqueros, periodo1951-2014.	211
Gráfica B. 9. Precipitación y Temperatura Estación La Concha, periodo1951-2014.....	212

Apéndice C. Principales ecosistemas, recursos naturales, y características y uso del suelo en la cuenca de los Ríos Presidio al San Pedro.

Índice de Tablas:

Tabla C. 1. Principales Ecosistemas en la Cuenca de los Ríos Presido al San Pedro.....	213
Tabla C. 2. Recursos Naturales en la Cuenca de los Ríos Presido al San Pedro.	218
Tabla C. 3. Características y Uso del Suelo en la Cuenca de los Ríos Presido al San Pedro.	222
Tabla C. 4. Características de las Principales Cuencas Hidrológicas.....	227

Apéndice D. Población Total, Indicadores Socioeconómicos, Índices y Grado de Marginación de los Municipios del Estado de Durango, Zacatecas, Nayarit y Sinaloa en el 2010.

Índice de Tablas:

Tabla D. 1. Durango: Población Total, Indicadores Socioeconómicos, Índice y Grado de Marginación por Municipio en la Cuenca, 2010.....	229
Tabla D. 2. Zacatecas: Población Total, Indicadores Socioeconómicos, Índice y Grado de Marginación por Municipio en la Cuenca, 2010.....	230
Tabla D. 3. Nayarit: Población Total, Indicadores Socioeconómicos, Índice y Grado de Marginación por Municipio en la Cuenca, 2010.....	230
Tabla D. 4. Sinaloa: Población Total, Indicadores Socioeconómicos, Índice y Grado de Marginación por Municipio en la Cuenca, 2010.....	231

Apéndice E. Agrupación de Regiones Hidrológicas conforme a la Aportación al Producto Interno Bruto (PIB) Nacional 2012 Y PIB municipal 2010 de la Cuenca de los Ríos Presidio al San Pedro.

Índice de Tablas:

Tabla E. 1. Agrupación de Regiones Hidrológicas conforme a la aportación al PIB nacional.....	233
Tabla E. 2. PIB Municipal 2010 Municipios de la Cuenca de los Ríos Presidio al San Pedro.....	235

Apéndice F. Modalidad hídrica de la producción agrícola y rendimiento agrícola de los distritos de riego.

Índice de Tablas:

Tabla F. 1. Superficie sembrada mecanizada por entidad y municipio según Modalidad Hídrica Año Agrícola 2013.....	237
Tabla F. 2. Producción Agrícola 2013 por Municipio.....	239
Tabla F. 3. Rendimiento agrícola por Distrito de Riego desde el 2002 hasta el 2013 (ton/ha).	240
Tabla F. 4. Superficie Cosechada por Distrito de Riego desde el 2002 hasta el 2013.....	240
Tabla F. 5. Valor de la Cosecha por Distrito de Riego desde el 2002 hasta el 2013	241
Tabla F. 6. Distribución y Cobertura de Productores de Camarón de Cultivo, (L. vannamei), en el Estado de Sinaloa.....	242

Apéndice G. Evaluación de la sequía histórica del periodo de 1977 al 2013 utilizando el PDSI (Índice de Severidad de Sequia de Palmer) y sus impactos.

Índice de Tablas:

Tabla G. 1. Registros de Ocurrencia de Sequías en 1978.....	244
Tabla G. 2. Registros de Ocurrencia de Sequías en 1979.....	244
Tabla G. 3. Registros de Ocurrencia de Sequías en 1980.....	245
Tabla G. 4. Registros de Ocurrencia de Sequías en 1981.....	245
Tabla G. 5. Registros de Ocurrencia de Sequías en 1982.....	246
Tabla G. 6. Registros de Ocurrencia de Sequías en 1985.....	246
Tabla G. 7. Registros de Ocurrencia de Sequías en 1986.....	247
Tabla G. 8. Registros de Ocurrencia de Sequías en 1987.....	247
Tabla G. 9. Registros de Ocurrencia de Sequías en 1988.....	248
Tabla G. 10. Registros de Ocurrencia de Sequías en 1989.....	248
Tabla G. 11. Registros de Ocurrencia de Sequías en 1990.....	250
Tabla G. 12. Registros de Ocurrencia de Sequías en 1991.....	250
Tabla G. 13. Registros de Ocurrencia de Sequías en 1992.....	251
Tabla G. 14. Registros de Ocurrencia de Sequías en 1993.....	251
Tabla G. 15. Registros de Ocurrencia de Sequías en 1994.....	251
Tabla G. 16. Registros de Ocurrencia de Sequías en 1995.....	252
Tabla G. 17. Registros de Ocurrencia de Sequías en 1996.....	253

Tabla G. 18. Registros de Ocurrencia de Sequías en 1997.....	254
Tabla G. 19. Registros de Ocurrencia de Sequías en 1998.....	254
Tabla G. 20. Registros de Ocurrencia de Sequías en 1999.....	255
Tabla G. 21. Registros de Ocurrencia de Sequías en 2000.....	255
Tabla G. 22. Registros de Ocurrencia de Sequías en 2001.....	256
Tabla G. 23. Registros de Ocurrencia de Sequías en 2002.....	256
Tabla G. 24. Registros de Ocurrencia de Sequías en 2003.....	257
Tabla G. 25. Registros de Ocurrencia de Sequías en 2004.....	258
Tabla G. 26. Registros de Ocurrencia de Sequías en 2005.....	258
Tabla G. 27. Registros de Ocurrencia de Sequías en 2006.....	259
Tabla G. 28. Registros de Ocurrencia de Sequías en 2007.....	259
Tabla G. 29. Registros de Ocurrencia de Sequías en 2008.....	260
Tabla G. 30. Registros de Ocurrencia de Sequías en 2009.....	261
Tabla G. 31. Registros de Ocurrencia de Sequías en 2011.....	261
Tabla G. 32. Registros de Ocurrencia de Sequías en 2012.....	262
Tabla G. 33. Registros de Ocurrencia de Sequías en 2013.....	263
Tabla G. 34 Registros de Ocurrencia de Sequías en 2014 (SPI).....	264
Tabla G. 35 Registros de Ocurrencia de Sequías en 2014 (SDI).....	266

Apéndice H. Disponibilidad y demanda del agua de las Cuencas de los Ríos Presidio al San Pedro.

Índice de tablas:

Tabla H. 1. Almacenamiento promedio anual en las presas de la cuenca Presidio al San Pedro 2000-2013.	268
Tabla H. 2. Almacenamiento por presa de la cuenca Presidio al San Pedro en el 1 de junio, 2000-2013.....	269
Tabla H. 3. Almacenamiento total de las presas de la cuenca Presidio al San Pedro en el 1 de junio, 2000-2013.	270
Tabla H. 4. Aportación a las presas en la cuenca de los ríos Presidio al San Pedro, 2003-2013.	271
Tabla H. 5. Evolución del agua suministrada y desinfectada para consumo humano 2000-2013.	272
Tabla H. 6. Usos consuntivos de aprovechamientos de Aguas Superficiales por usuario por cuenca.....	273
Tabla H. 7. Usos consuntivos de aprovechamientos de Aguas Superficiales por usuario por cuenca.....	273
Tabla H. 8. Usos consuntivos de las aguas superficiales toda la cuenca del Río San Pedro.	275
Tabla H. 9. Usos consuntivos de las aguas superficiales subcuencas altas A y B del Río San Pedro.	275
Tabla H. 10. Usos consuntivos de las aguas superficiales subcuencas altas C y D del Río San Pedro.	276
Tabla H. 11. Usos consuntivos de las aguas superficiales subcuencas altas E y F del Río San Pedro.	277
Tabla H. 12. Usos consuntivos de las aguas superficiales subcuencas altas G y H del Río San Pedro.....	278
Tabla H. 13. Usos consuntivos de las aguas superficiales subcuenca alta I y alta/media/baja J del Río San Pedro.	279
Tabla H. 14. Usos consuntivos de las aguas superficiales subcuenca baja K del Río San Pedro.	280

Tabla H. 15. Usos consuntivos de aprovechamientos de Aguas Superficiales en la cuenca del Río Presidio.	281
Tabla H. 16. Usos consuntivos de aprovechamientos de Aguas Superficiales en la cuenca del Río Acajoneta.	282
Tabla H. 17. Usos consuntivos de aprovechamientos de Aguas Superficiales en la cuenca del Río Baluarte.	282
Tabla H. 18. Usos consuntivos de aprovechamientos de Aguas Superficiales en la cuenca del Río Cañas.	283
Tabla H. 19. Superficie cosechada en el Distrito de Riego 111 Baluarte-Presidio 2003-2013.....	284
Tabla H. 20. Valor de la cosecha en el Distrito de Riego 111 Baluarte-Presidio 2003-2013.....	285
Tabla H. 21. Cobertura del servicio de agua potable, dotación, media y agua no contabilizada.....	286

Apéndice I. Medidas para la gestión de la demanda del agua en el Consejo de Cuenca de los Ríos Presidio al San Pedro.

Índice de Tablas:

Tabla I. 1. Derechos por Explotación, Uso o Aprovechamiento de Aguas Nacionales, según Zonas de Disponibilidad, 2010. (Centavos por metro cúbico).....	288
Tabla I. 2. Costo del Bombeo de la Demanda del Sector Agrícola en los Distritos de Riego.....	289

Apéndice J. Marco Legal e Institucional del Consejo de Cuenca de los Ríos Presidio al San Pedro.

Apéndice K. Marco Geofísico del territorio del Consejo de Cuenca de los Ríos Presidio al San Pedro.

Índice de Figuras:

Figura K. 1. Provincias de la Sierra Madre Occidental.	303
Figura K. 2. Ubicación de las Estaciones Climatológicas.	310
Figura K. 3. Precipitación media anual en la cuenca.....	315
Figura K. 4. Cuencas hidrológicas de los Ríos Presidio al San Pedro	323
Figura K. 5. Acuíferos en la cuenca del Río Presidio – San Pedro.....	332
Figura K. 6. Zonas de Vedas de Aguas Subterráneas en el estado de Sinaloa.	335
Figura K. 7. Humedales en la Cuenca de los Ríos Presidio al San Pedro.....	340

Índice de Gráficas:

Gráfica K. 1 Almacenamiento en las Presas de la cuenca de los Ríos Presidio al San Pedro 2000-2013.	343
Gráfica K. 2. Distribución de la Población en la Cuenca Río Presidio al San Pedro 2010-2030.	347

Gráfica K. 3. Cambio de la Composición del Producto Interno Bruto.	349
---	-----

Índice de Tablas:

Tabla K. 1. Distribución de los municipios en la cuenca de los Ríos Presidio al San Pedro.....	301
Tabla K. 2. Normales climáticas 1951-2013 en la cuenca de los Ríos Presidio al San Pedro.....	307
Tabla K. 3. Temperaturas medias mensuales en la parte alta del territorio del Consejo de Cuenca.....	311
Tabla K. 4. Temperaturas medias mensuales en la parte media del territorio del Consejo de Cuenca.....	312
Tabla K. 5. Temperaturas medias mensuales en la parte baja del territorio del Consejo de Cuenca.....	312
Tabla K. 6. Precipitación media en la parte alta del territorio del Consejo de Cuenca.....	312
Tabla K. 7. Precipitación media en la parte media del territorio del Consejo de Cuenca.....	313
Tabla K. 8. Precipitación media en la parte baja del territorio del Consejo de Cuenca.....	313
Tabla K. 9. Evaporación media anual en la parte alta del territorio del Consejo de Cuenca.....	314
Tabla K. 10. Evaporación media anual en la parte media del territorio del Consejo de Cuenca.....	314
Tabla K. 11. Evaporación media anual en la parte baja del territorio del Consejo de Cuenca.....	314
Tabla K. 12. Principales ecosistemas en la cuenca de los Ríos Presidio al San Pedro.....	317
Tabla K. 13. Recursos naturales en la cuenca de los Ríos Presidio al San Pedro.....	318
Tabla K. 14. Características y uso del suelo en la cuenca de los Ríos Presidio al San Pedro.....	320
Tabla K. 15. Características de las Principales Cuencas hidrológicas.....	323
Tabla K. 16. Acuíferos en la Cuenca de los Ríos Presidio al San Pedro en el DOF, 2013.....	332
Tabla K. 17. Presas en la cuenca de los Ríos Presidio al San Pedro.....	342
Tabla K. 18. Distritos de riego en la cuenca.....	344
Tabla K. 19. Distribución de la población por Estado en la Cuenca de los Ríos Presidio al San Pedro 2010-2030.....	346
Tabla K. 20. Oferta de aguas de primer uso en la cuenca de los Ríos Presidio al San Pedro.....	354
Tabla K. 21. Demanda de aguas de primer uso por usuarios en la cuenca de los Ríos Presidio al San Pedro.....	354

Apéndice L. Gestión Integrada de los Recursos Hídricos en el Consejo de Cuenca de los Ríos Presidio al San Pedro.

Índice de Figuras:

Figura L. 1. Proceso de la Gestión Integrada de los Recursos Hídricos.	360
---	-----

Apéndice M. Siglas y Acrónimos.

Apéndice N. Glosario.

Apéndice A.

Taller de Planeación Estratégico para la Conformación del Grupo Técnico Directivo (GTD), del Consejo de Cuencas de los Ríos Presidio al San Pedro.

Diciembre del 2014

www.conagua.gob.mx

CONFORMAR UN EQUIPO DE PLANEACIÓN.

La Gerencia General de la Comisión Nacional del Agua convocó el día 26 de abril al Consejo de Cuenca de los Ríos Presidio al San Pedro para dar a conocer el Programa Nacional Contra la Sequía (PRONACOSE) y la necesidad de conformar un Grupo Técnico Directivo (GTD) que se encargue de la planeación del Programa de Medidas Preventivas y Mitigación de la Sequía (PMPMS).

Las reuniones entre la CONAGUA y la FI para formular el plan de trabajo se realizaron en los primeros días de agosto, acordándose la metodología y el cronograma para realizar un Taller Interactivo de Planeación Estratégica. Dicho Taller para la formulación del Programa de Medidas Preventivas y Mitigación de la Sequía

(PMPMS) del Consejo de Cuenca de los Ríos Presidio al San Pedro, se dividió en parte baja y alta, realizándose a través de un Taller Interactivo de Planeación Estratégica. La parte baja se llevó a cabo en la ciudad de Mazatlán los días 6 y 7 de Junio en el Hotel Playa y la parte alta se llevó a cabo en la ciudad de Durango los días 13 y 14 de Junio en el Hotel Best Western Vizcaya.

El desarrollo del Taller Interactivo de Planeación Estratégica inició a las 10:00 am., con la presentación de PRONACOSE por el Ing. Rafael Sanz Ramos de la CONAGUA, continuando con la presentación de un panorama mundial de la gestión de la sequía, analizando casos prácticos y valorando posibles estrategias que se pueden aplicar dentro del Consejo de Cuenca de los Ríos Presidio al San Pedro, la cual fue conducida por el Ing. Antonio José Miguel Rodríguez, Consultor de Gestión de Activos Sustentable Internacional (SAMI LTD), de Auckland, Nueva Zelanda, el cual fue contratado por la Universidad Autónoma de Sinaloa. Posteriormente se presentó la metodología para la formulación de la Guía del PMPMS utilizando las herramientas de la Planeación Estratégica con indicadores claves de desempeño y estrategias de innovación tecnológica de manejo integral de los recursos hídricos, conducido por la MC. Cruz Elisa Torrecillas Núñez, Profesor Investigador Tiempo Completo de la Facultad de Ingeniería Culiacán de la UAS.

Al Taller Interactivo de Planeación Estratégica asistieron 105 personas; en la parte baja asistieron 41 personas y en la parte alta 64 personas de los diferentes usuarios del agua, de la siguiente manera:

Parte Baja: AARB, CAADES, Acuario Mazatlán, Cervecería del Pacifico S.ACV, CIAD, CIAD-Mazatlán, CIETMAR 08, CONAGUA, Distrito de riego 108 y 111, CONAGUA-OCPN, CONAFOR, FACIMAR, GOCCRSP, Instituto Tecnológico de Mazatlán, JUMAPAM, mar-08, Módulo de Riego No. 1, OCPN-CONAGUA, Obras Públicas, PROFEPA, PRONATURA Mazatlán, PRONATURA Noroeste A. C., Protección Civil Municipal, SAGARP, SERV.MET-CONAGUA, SEMARNAT, UAD. Mazatlán, Univ. Pedagógica del estado de Sinaloa, Universidad de Occidente, UPN y Universidad Autónoma de Sinaloa.

Parte Alta: AMD, BIO PAPPPEL, Canatlán, CAED, CNA-DIR. L. DGO., CONAFOR, CONAGUA, CONAGUA-Durango, CONAGUA OCPN, COTAS Canatlán, COTAS Madero-Victoria, COTAS Valle Guadiana, Desarrollo Rural de Nombre de dios, DLDGO-CONAGUA, DLPAC-CONAGUA, DLZAC, Durango Director, ECA, ECA la parrilla, Nombre de Dios, GDCCRSP, GOCCRSP, Módulo II Francisco Madero, Nuevo Ideal OAANI, Módulo V, P. Municipal Dios, OCPN-CONAGUA-SEMARNAT, POANAS, Presidente de Sombrero Zacatecas, PROFEPA, SRN y MA, SANATENOGENOS, SEDESOL, SEMARNAT, SIAEAPAS Guadalupe Victoria, UAS Culiacán, Vicente Guerrero, WWF y Universidad Autónoma de Sinaloa.

Posteriormente, se les explicó la dinámica del Taller, la cual consistió en dividir los diferentes usos del agua en cuatro mesas de trabajo; sector agrícola, industrial, agua potable, educación y turismo. En las mesas de trabajo se contó con el apoyo de dos investigadores de la Facultad de Ingeniería Culiacán (FIC) y tres de CONAGUA. También se tuvo el apoyo de un alumno de FIC-UAS. Dicho Taller concluyó a las 6:00 pm.

Desarrollo de Objetivos y Principio de Operación.

Se presentó la metodología para la formulación de la Guía del PMPMS dando a conocer el objetivo general y los objetivos específicos del programa para atender las sequías, el cual estuvo conducido por la MC. Cruz Elisa Torrecillas Núñez. Dentro del desarrollo del Taller se definió la Visión, Misión, Objetivos Generales y Específicos, análisis involucrados, la matriz FODA, el árbol de problemas y objetivos, y finalmente la matriz del marco lógico los cuales se están analizando para la formulación del primer borrador del PMPMS.

Misión

Ser un GTD que implemente las medidas adecuadas para el manejo integral del agua y asegure su suministro para prevenir y mitigar los efectos de la sequía en el ámbito del Consejo de Cuenca de los Ríos Presidio al San Pedro.

Visión

Lograr para el 2030 el manejo integral del recurso hídrico de manera sustentable del Consejo de Cuenca de los Ríos Presidio al San Pedro.

Objetivo General

Elaborar el PMPMS del Consejo de Cuenca de los Ríos Presidio al San Pedro con el fin de asegurar la disponibilidad del agua para los diferentes usos.

Objetivos Específicos:

- Aprobación del borrador del PMPMS por el Consejo de Cuenca el año 2015 para la Cuenca Baja y para la Cuenca Alta.
- Aprobación del PMPMS por el Consejo de Cuenca para el año 2015
- Optimizar la capacidad del suministro y demanda de agua.
- Mantener la calidad del agua según sus usos.
- Asegurar la protección de la salud pública.
- Promover la cultura del cuidado y manejo del agua.
- Asegurar el flujo en las presas y los sistemas de conducción.

- Conservar y restaurar los ecosistemas de las cuencas Hidrológicas.
- Impulsar nuevas tecnologías.
- Establecer los recursos necesarios para la implementación del PMPMS.
- Evaluación, control y seguimiento del PMPMS.

Conformación del GTD del Consejo de Cuenca.

Se conformaron dos organigramas (Figuras A-1 y A-2) y dos Grupos Técnicos Directivos (Parte Baja y Alta de la Cuenca) (Tablas A-1 y A-2) del Consejo de Cuenca de los Ríos Presidio al San Pedro, los cuales se obtuvieron en el desarrollo del Taller de Planeación Estratégica y quedó constituido por dependencias Federales, Estatales, H. Ayuntamiento, Usuarios, Sociedad Organizada y Educación. En la parte alta quedaron 22 representantes y 22 suplentes y en la parte baja quedaron 18 representantes y 18 suplentes de los diferentes usuarios del agua.

Acordando participar en la formulación del PMPMS y apoyar en la evaluación, control y seguimiento del mismo y poder lograr su implementación, logrando un buen augurio en la prevención y mitigación de las sequías o cualquier cambio climático que amenace la región.

Dicho apoyo se acordó enviar el borrador del PMPMS a cada participante a través de su correo electrónico con la finalidad de analizarlo y poder llevar sus observaciones a una reunión de trabajo con el Grupo Técnico Directivo para su análisis y aprobación ante el Consejo de Cuenca de los Ríos Presidio al San Pedro, lo cual se realizará la última semana de junio del año en curso.

Es importante informar que el GTD en su mayoría no son vocales titulares del Consejo de Cuenca de los Ríos Presidio al San Pedro, por lo que se acordó que todos asistirán a la reunión del Consejo de Cuenca para presentar y aprobar el PMPMS, y que se les tomará en cuenta en la reestructuración del nuevo Consejo de Cuenca y poder garantizar la implementación y seguimiento del PMPMS. Dicha reunión se realizará los primeros días del mes de agosto de 2013.

Cabe aclarar que la dinámica grupal que se utilizó para el involucramiento fue exitosa debido a que a través de los participantes se realizó el diagnóstico de la problemática y se identificaron las acciones estructurales y funcionales para enfrentar de manera planeada la sequía en las cuencas que conforma el Consejo de Cuenca y que serán la base del programa de medidas de prevención y mitigación de la sequía.

Organigrama del GTD del Consejo de Cuenca de los Ríos Presidio al San Pedro Parte Alta.

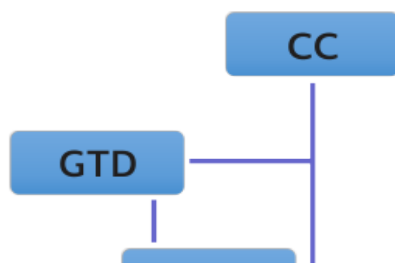


Figura A.1. Organigrama del GTD de la Parte Alta del Consejo de Cuenca.

Integrantes del GTD del Consejo de Cuenca de los Ríos Presidio al San Pedro Parte Alta.

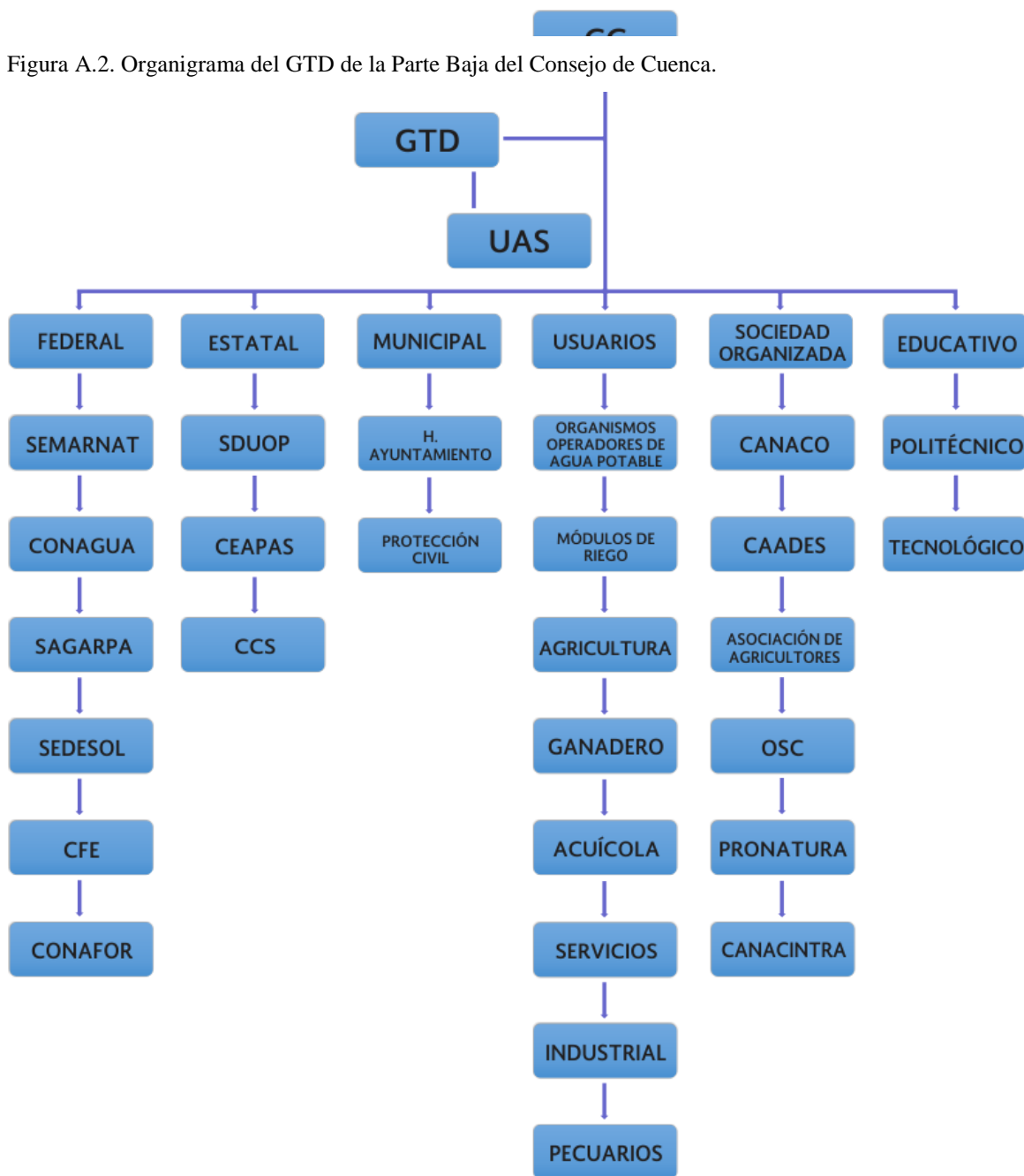
Tabla A-1. Integrantes del GTD de la Parte Alta del Consejo de Cuenca.

DEPENDENCIA	REPRESENTANTE	SUPLENTE
CONAFOR	José Marcos Daniel Trujano Thome	Víctor Manuel Mendoza
SEMARNAT	Ricardo E. Karam Von Bertrab	Eduardo García Malagon

CONAGUA	Ing. Luis Fernando Uc Nájera	Ing. Enrique Urbina
	Dr. benjamín de León Mojarro	Ing. Cruz González García
SAGARPA	MVZ. Efraín del Castillo del Valle	
SEDESOL	Ing. Francisco Javier Hernández Flores	Arq. Juan Arturo Villegas Flores
		Lic. Edgar David Espinoza Carrizosa
CAED	Arq. Francisco Xavier Rodríguez García	Ing. Jesús Jiménez Rojas
SRNyMA	Ing. Jesús Soto Rodríguez	Ing. José María Andrade Tovalín
H. Ayuntamiento Sombrerete Zacatecas.	Prof. Salvador Fernández Arenas	
Módulo de Riego No. I Distrito de Riego No 052	Apolinar Álvarez Galindo	Gerardo Pulido Hernández
Módulo de Riego No. II Distrito de Riego No 052	Manuel Vega Moran	Daniel Sánchez Meza
Módulo de Riego No. III Distrito de Riego No 052	Lic. Humberto Duarte Santisteban	Ing. Mario Flores García
Módulo de Riego No. IV Distrito de Riego No 052	Manuel Villanueva Miranda	Patrocinio Peña García
Módulo de Riego No. V Distrito de Riego No 052	Ing. Víctor Cassio Stenner	Ing. Joel Vázquez Olmeda
Distrito de Riego No 052	Florentino Castañeda Espino	Francisco Javier Chávez García
Subdirector de Asistencia Técnica Operativa	Ing. Pedro Romero Navar	Miguel Fernández Dozal
Agricultura	Roque Galindo Diez	Adolfo Galindo Villanueva
Ganadero	Ing. Ciro Díaz	
Industrial	Ing. Víctor Manuel Hernández	José Jesús Frías Morales
AMD	Ing. Jorge Jesús León Cabrera	José Luis Merinos Hernández
		Jorge Alberto Nevárez Aragón
SIDEAPAS Vicente Guerrero	Javier Serrano Jiménez	Abisaí Martínez Rubio
SIDEAPAS Guadalupe Victoria	José Luis Manzanera Valenzuela	
WWWF	Ing. Hilda Escobedo Quiñónez	

Organigrama del GTD del Consejo de Cuenca de los Ríos Presidio al San Pedro Parte Baja.

Figura A.2. Organigrama del GTD de la Parte Baja del Consejo de Cuenca.



Integrantes del GTD del Consejo de Cuenca de los Ríos Presidio al San Pedro Parte Baja.

Tabla A.2. Integrantes del GTD de la Parte Baja del Consejo de Cuenca.

DEPENDENCIA	REPRESENTANTE	SUPLENTE
CONAFOR		Salvador Ortega Labrador
SEMARNAT		Brenda Carolina García Tirado
CONAGUA	Ing. Rafael Sanz Ramos	Ing. Douriet Cárdenas

PRONATURA		Cecilia del Rocío Hernández Celis
Secretaría de Desarrollo Urbano y Obras Públicas	Ing. Alberto Medina S.	Manuel Ramón Osuna
Centros de Ciencias de Sinaloa	Dr. Héctor Manuel Cárdenas Cota	Dr. Mario Alberto Siordia
Módulos de Riego No. 1 Presa Picacho del Distrito de Riego 111	Gustavo Lizárraga López	Ing. Maximiliano Castillo Duran
Módulo de Riego No. 3 Chilillos del Rosario Sinaloa del Distrito de Riego 111	Samuel Valdez Rivera	
Distrito de riego # 111 Río Presidio	Erasmus German Acosta	Tobías Meza Núñez
CAADES	Francisco Silva Gómez	
Asociación de Agricultores del Río Baluarte		Ing. Miguel Ángel Sánchez Burgueño
Protección Civil	Lic. Edgar Omar Copado Castellanos	T.U. M. Miguel Romo Procel
Sector Industria	Ing. Jesús Armando Chacón Mendoza	Ing. Gerardo Antonio Monreal Pérez
Sector Educativo	M.E Delfina Lozano Velázquez	M.E María Carolina Ceballos Bernal
Sector de Investigación	Dr. Jesús Antonio Ramírez López	M.C Miguel Ángel Sánchez Rodríguez
Usuario	Andrea Toledo Pineda	Eunice Murúa Figueroa
Usuario Agrícola del Rosario Sinaloa	Ing. Luis Alberto Grijalva Padilla	Armando Llamas García
Turismo	Yalí García Alfaro	Christian Adolfo Álvarez Santillán

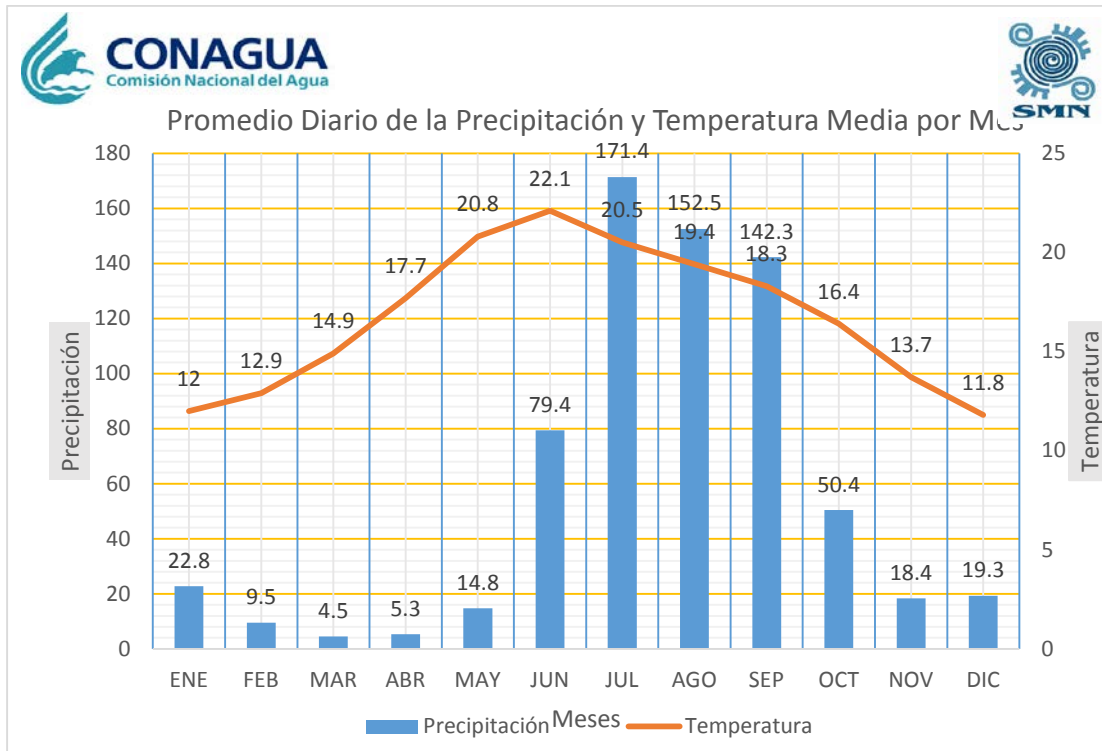
Apéndice B.

Temperatura Media Anual, precipitación y
evaporación de las estaciones climatológicas de la
cuenca.

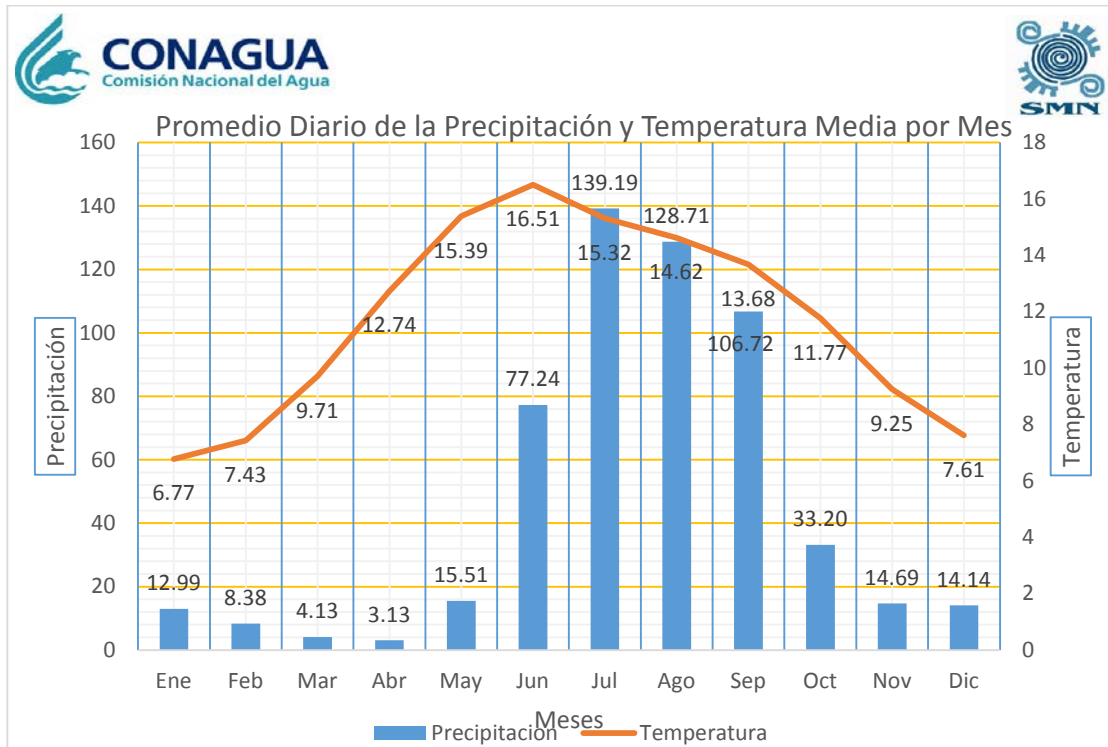
Diciembre del 2013

www.conagua.gob.mx

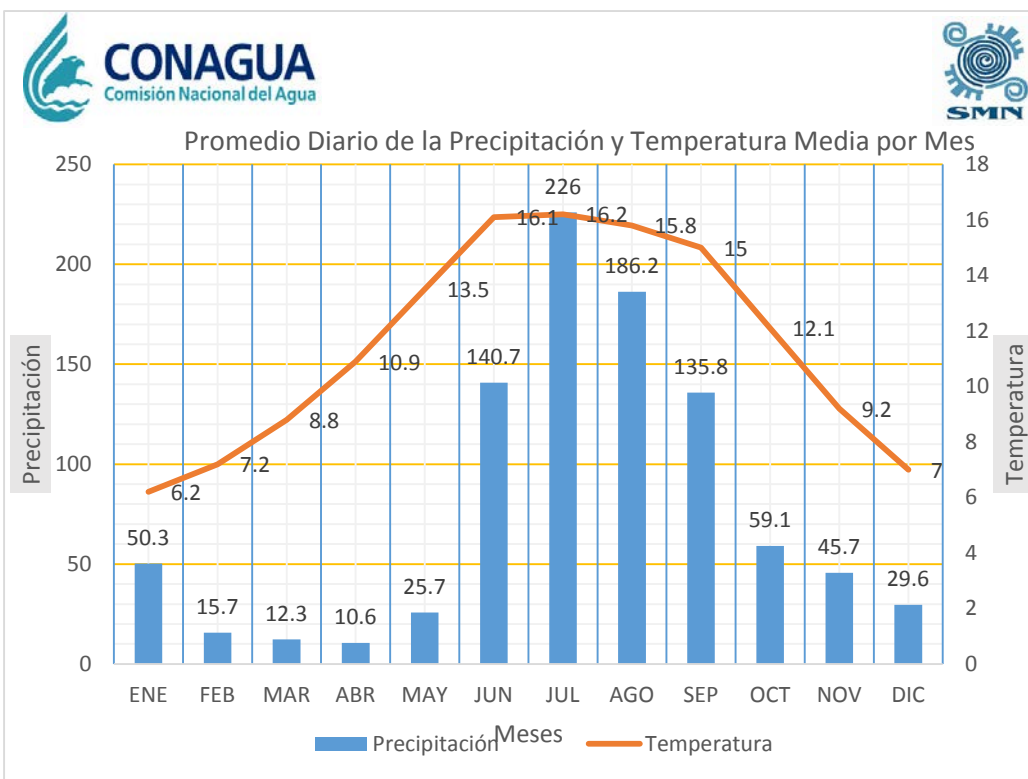
Graficas de la temperatura Media Anual por estación en los diferentes periodos.



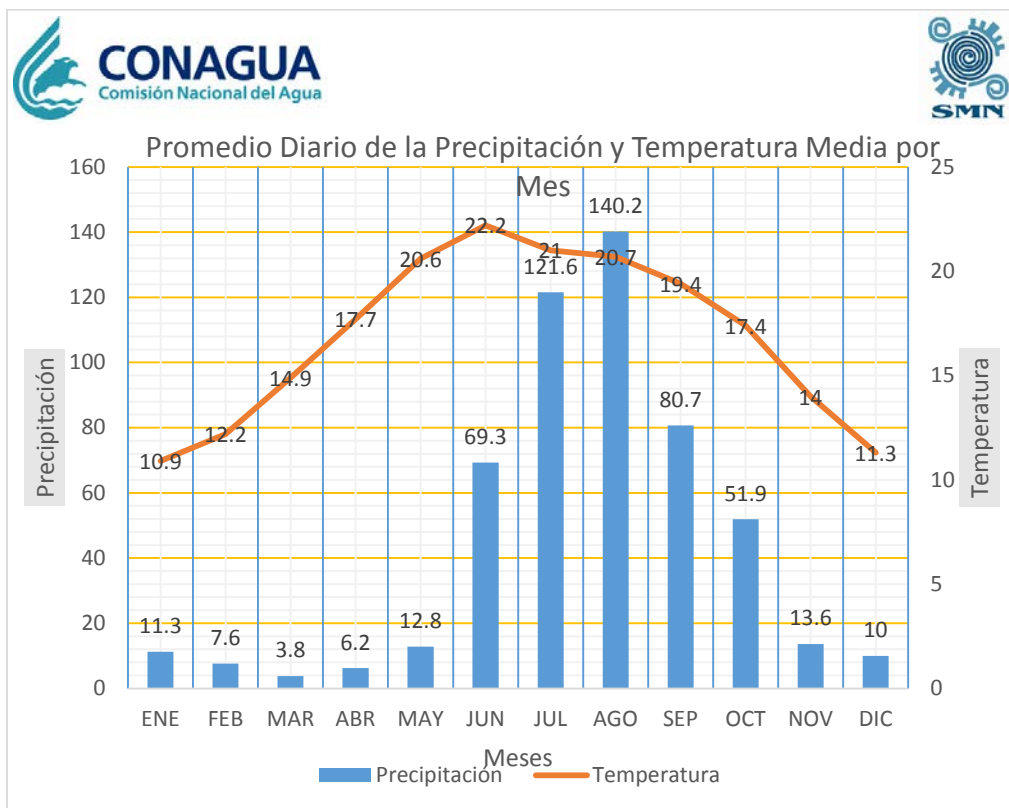
Gráfica B. 1. Precipitación y Temperatura Estación Tejamen, periodo 1951-2010.



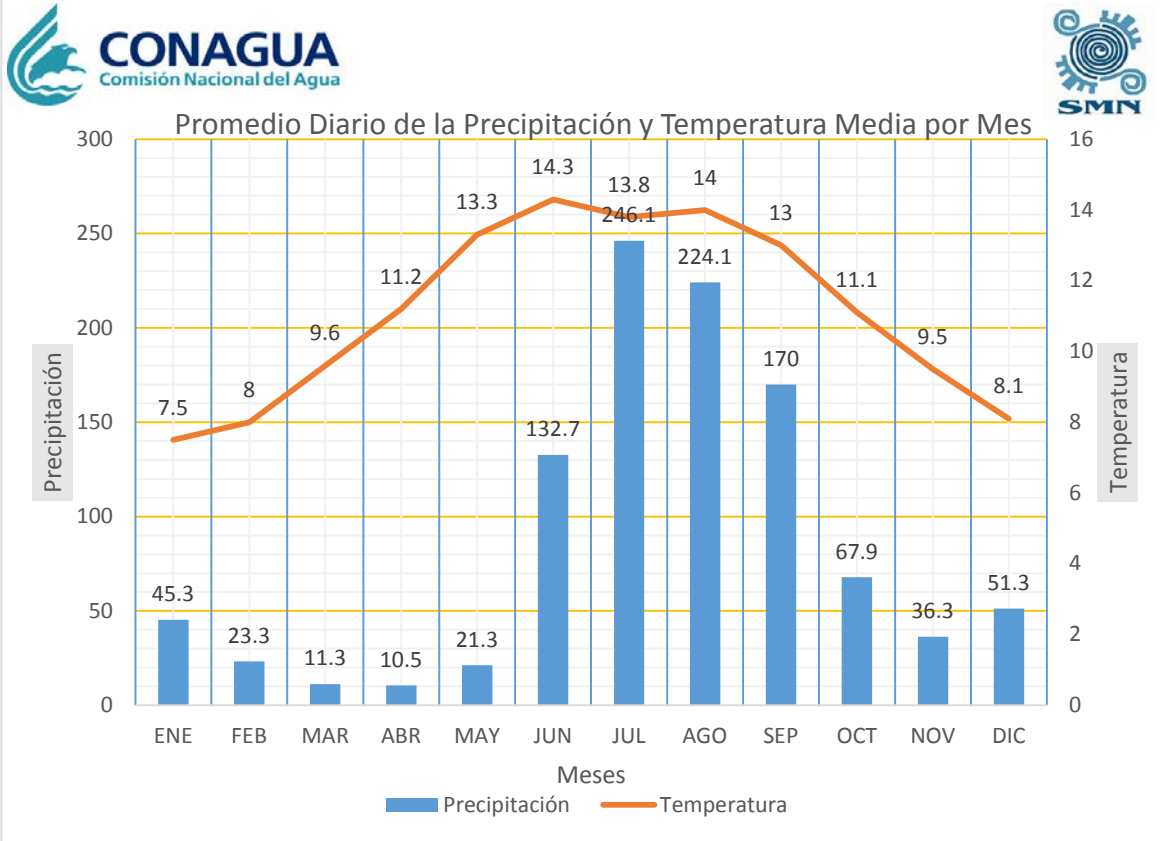
Gráfica B. 2. Precipitación y Temperatura Estación Chalchihuites, periodo 1951-2010.



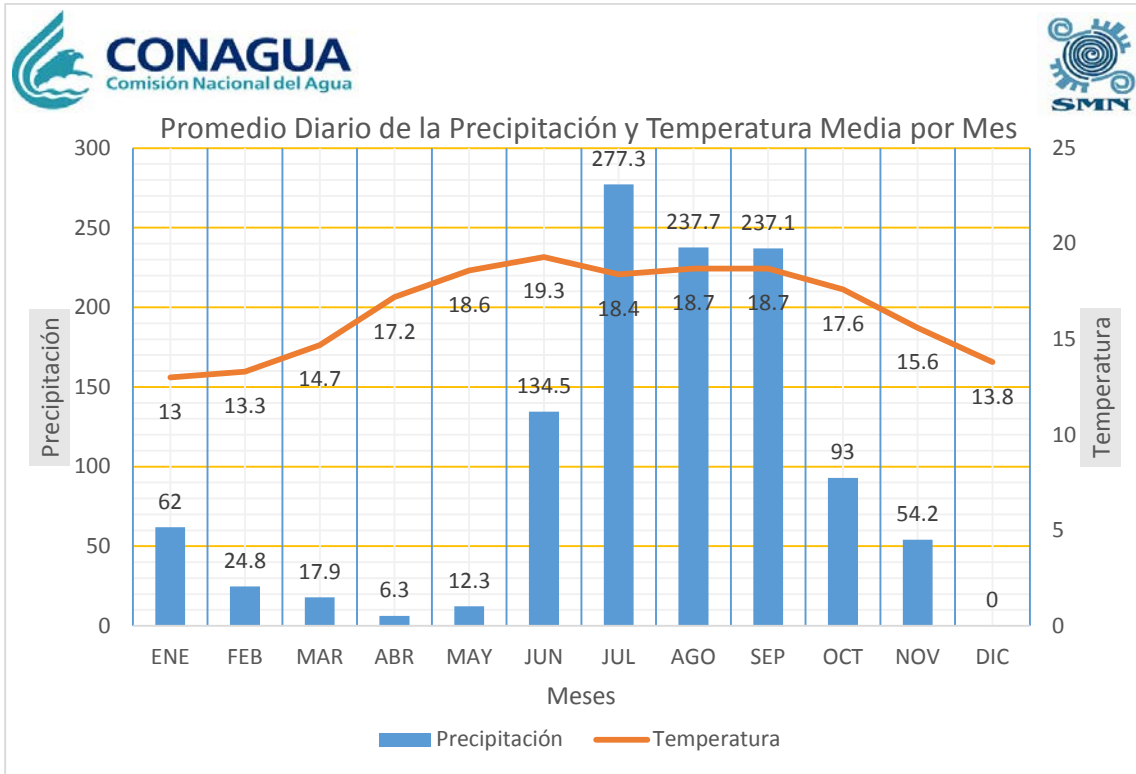
Gráfica B. 3. Precipitación y Temperatura Estación Durango, periodo 1951-2013.



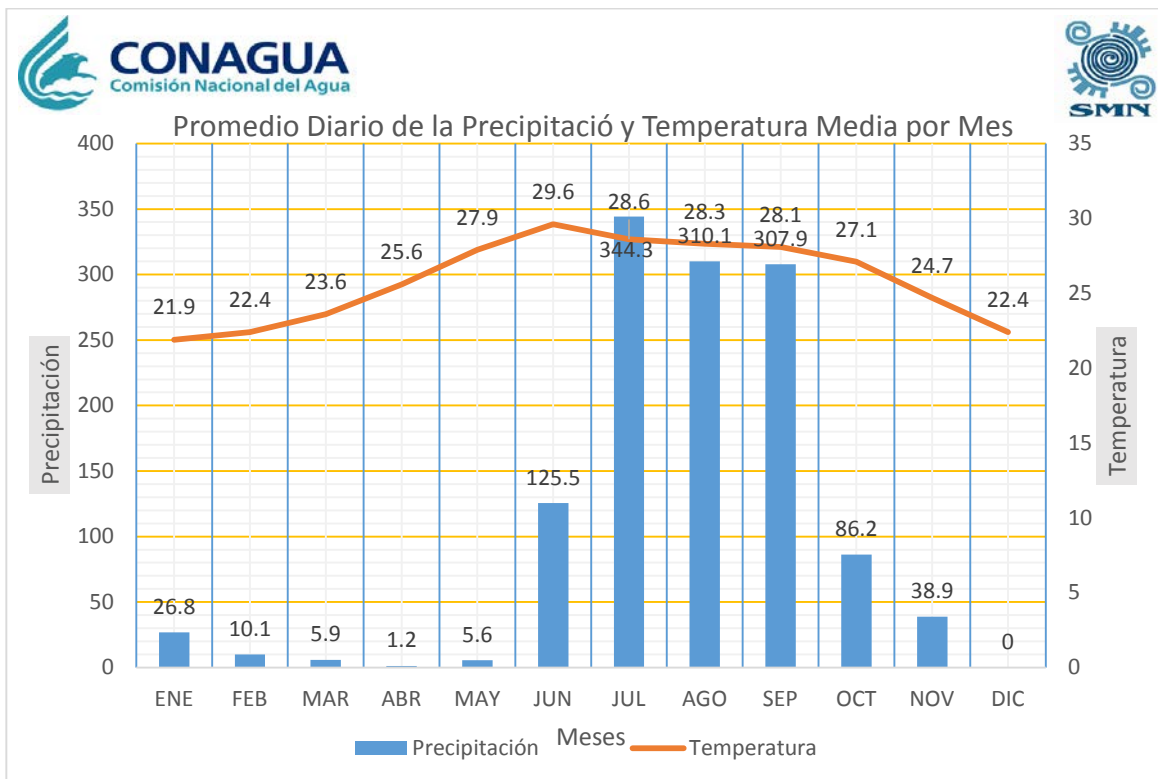
Gráfica B. 4. Precipitación y temperatura Estación El Salto, periodo 1951-2010.



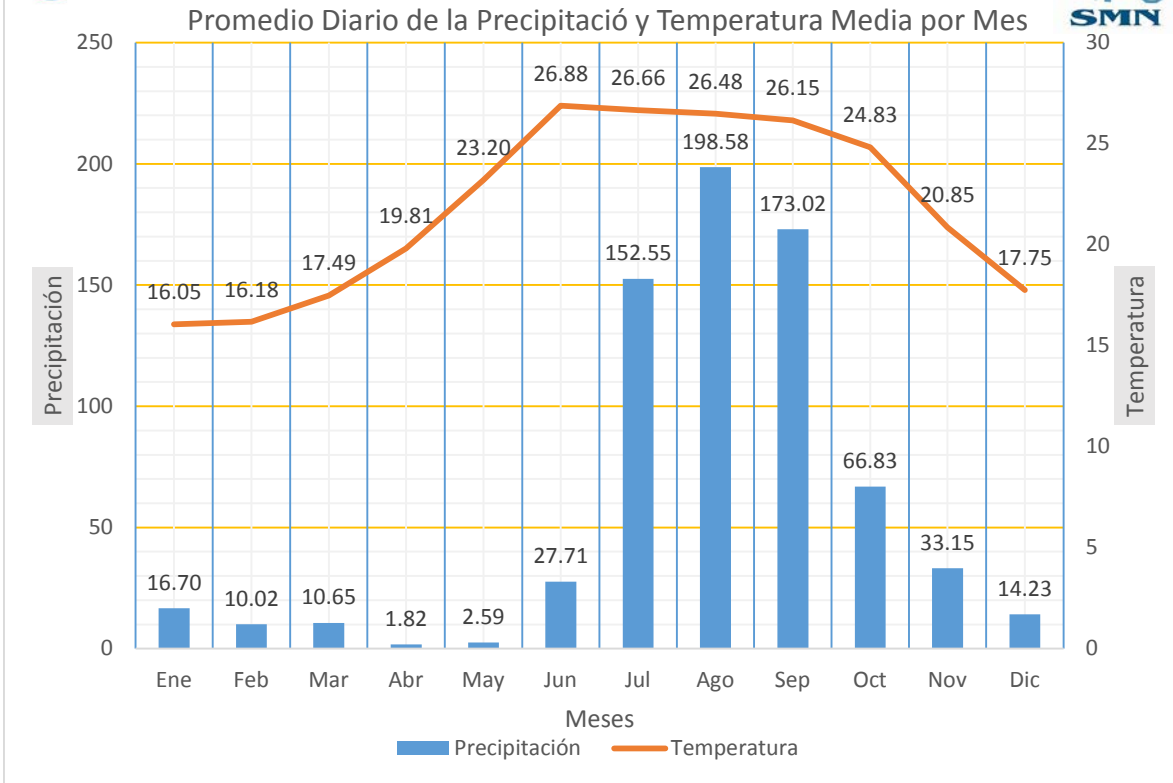
Gráfica B. 5. Precipitación y Temperatura Estación Las Bayas, periodo 1951-2010.



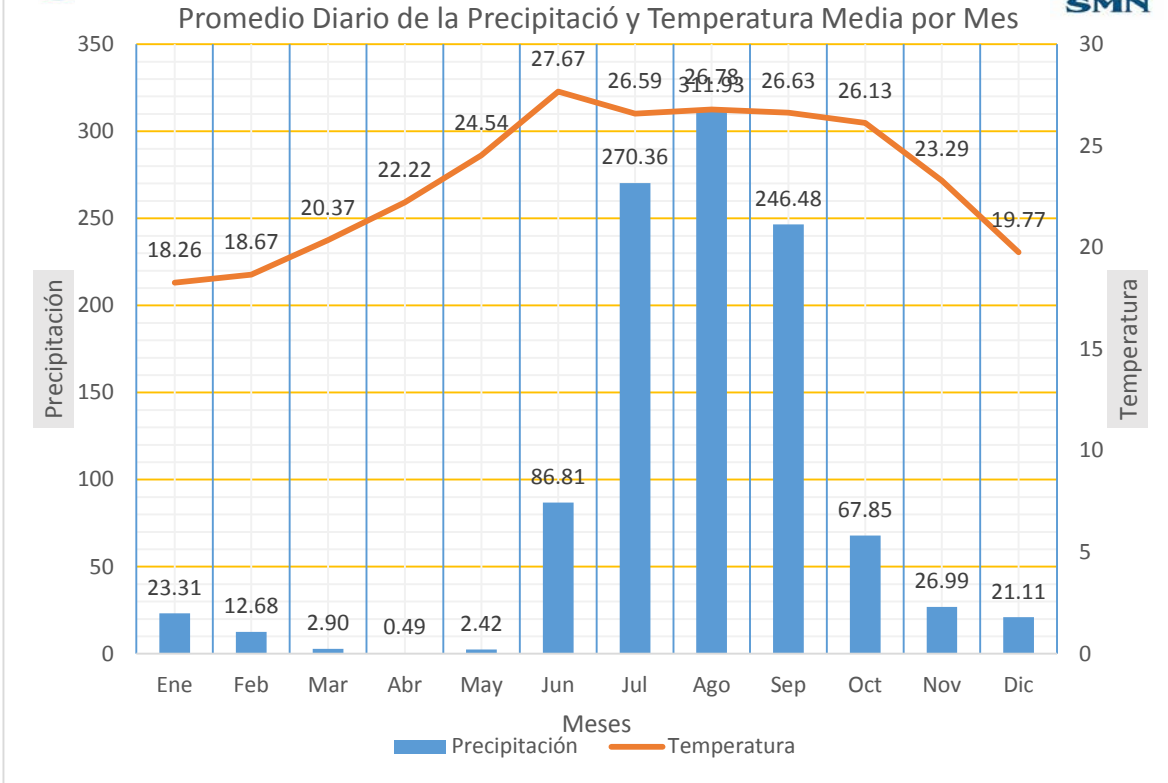
Gráfica B. 6. Precipitación y Temperatura Estación El Palmito, periodo 1951-2010.



Gráfica B. 7. Precipitación y Temperatura Estación Cucharas, periodo 1951-2010.



Gráfica B. 8. Precipitación y Temperatura Estación Siqueros, periodo 1951-2013.



Gráfica B. 9. Precipitación y Temperatura Estación La Concha, periodo 1951-2013.

Apéndice C.

Principales ecosistemas, recursos naturales, y características y uso del suelo en la cuenca de los Ríos Presidio al San Pedro.

Diciembre del 2013

www.conagua.gob.mx

Tabla C. 1. Principales Ecosistemas en la Cuenca de los Ríos Presido al San Pedro.

MUNICIPIO	PRINCIPALES ECOSISTEMAS
Cuenca Alta	
Canatlán, Durango	<p>Cuenta con tres áreas de protección de recursos naturales, excluyendo las Cuencas Hidrológicas del Río Florido y del Sistema Nacional de Riego No. 10, los cuales no se desagregan debido a que abarcan varios municipios del norte del Estado, estas áreas representan 91,850 hectáreas de superficie.</p> <p>En las partes altas del municipio la flora está formada por la especie de las perennifolias, muestras que en las partes bajas se constituye con las caducifolias y la fauna está formada, entre otras especies por venado, oso, guajolote, jabalí americano y coyote.</p>
Pánuco de Coronado Durango	<p>En el municipio abunda como flora típica, chaparral y matorral y como fauna típica se encuentran: venado, puma, gato montés y lobo; en peligro de extinción el conejo y la liebre.</p>
Guadalupe Victoria, Durango	<p>La flora en las montañas se encuentran: pino, ocote, encino en pequeña cantidad, mezquite, huisache y nopal, en la parte baja se encuentran: gordolobo, epazote de zorrillo, aceitilla, calabacilla, así como otras variedades de plantas y con respecto a la fauna encontramos en las partes montañosas: venado, puma y lobo; en las partes bajas: coyote, conejo y liebre y en cuanto a las aves hay muchas variedades, localizándose: aguililla, gavilán, aura, zenzontle, "chencho ", codorniz y correcaminos.</p>

Continuación. Tabla C-1. Principales Ecosistemas en la Cuenca de los Ríos Presido al San Pedro.

MUNICIPIO	PRINCIPALES ECOSISTEMAS
Cuenca Alta	
Poanas, Durango	<p>La flora está constituida por una gran variedad de plantas útiles: nopal, palmas, arbustos, matorrales, gatuños y pinabetes. El zacate grama y navajita sirven para el consumo del ganado y en la industria manual; el nopal duraznillo, el nopal tierno,</p>

	<p>la biznaga, la zorra, que es el cojollo de la palma joven, se emplea en la elaboración del dulce llamado "granjén". De la palma se extraen fibras para la realización de capotes, canastas, lazos, sombreros, etc., también hay árboles frutales como: duraznos, chabacanos, granados, higueras, manzanos, ciruelos, membrillos, nogales, etc. La fauna silvestre típica en la región está comprendida por animales salvajes tales como: víbora de cascabel, alicante, gato montés, gavilán, tarántula, alacrán, coyote, etc. Existe un predio denominado "La Breña", constituido mayoritariamente por rocas de origen volcánico que es muy adecuado para la existencia de los animales antes mencionados.</p>
Vicente Guerrero, Durango	<p>La flora es escasa en el municipio y en cuanto a la fauna existen en esta región: venado, guajolote silvestre, zorra, conejo y liebre.</p>
Chalchihuites, Zacatecas	<p>En la flora del municipio, las principales especies de árboles son: encino, roble, cedro, piñón, palo colorado y mezquite, madroño, manzanilla, así como diferentes géneros de pastos y en cuanto a la fauna existen: codorniz, grulla gris, paloma ala blanca, paloma de collar, paloma güilota, agachona y ganga, ardilla, conejo, coatí, coyote, liebre, mapache y tlacuache, guajolote silvestre, jabalí de collar, gato montés, zorra gris y venado cola blanca.</p>
Durango, Durango	<p>La flora de este municipio en su mayor parte es de bosques y en cuanto a la fauna, las especies silvestres que se encuentran en este municipio son: venado, gato montés, coyote, liebre, conejo, pato y ancera.</p>

Continuación Tabla C-1. Principales Ecosistemas en la Cuenca de los Ríos Presido al San Pedro.

MUNICIPIO	PRINCIPALES ECOSISTEMAS
Cuenca Alta	
Nombre de Dios, Durango	<p>La flora está constituida por: pino, encino, pastizal inducido, pastizal mediano abierto, mediano arbofrutescente, amacoyado arbofrutescente, y vegas arboladas y la fauna está formada por: lobo, oso, gato montés, venado, jabalí, conejo, liebre y pavo silvestre. La mayoría de ellos en peligro de extinción.</p>
Súchil, Durango	<p>La flora la componen los bosques; bajo tal concepto se agrupa la vegetación que se desarrolla en clima templado y semifrío, donde no hay diversidad de especies y un número reducido de bejucos, en la generalidad los contrafuertes de los árboles no son muy desarrollados y se presentan pocos estratos y de la fauna se pueden citar animales típicos de la zona como son: coyotes, conejos, ardilla, zorrillo, patos salvajes, algunas especies de aves menores y en la reserva lobos, venado y jabalí. La reserva de la biosfera de la Michilía es una parte del territorio del municipio que</p>

	ha sido declarado, hace algunos años como área natural por parte del Gobierno de México, con la finalidad de investigar el desenvolvimiento ecológico de esta importante región del Estado.
Pueblo Nuevo, Durango	Como tipos de flora podemos encontrar bosques y un poco de selvas, así como matorrales y pastizales y por lo que respecta a la fauna se encuentra: venado, zorra, guajolote silvestre, gato montés, conejo, coyote, liebre, puma, oso y jabalí.
Mezquital, Durango	La flora de este municipio se divide en 3 tipos: boscosa en las partes altas compuesta por pinos encinos, etc.; en la zona de las quebradas, existe vegetación tropical; en la región del valle, es abundante la vegetación de mezquitales así como el orégano silvestre y en la fauna las especies silvestres predominantes son: el venado cola blanca, jabalí, coyote, conejo, liebres, guajolotes, ardillas, etc.

Continuación Tabla C-1. Principales Ecosistemas en la Cuenca de los Ríos Presido al San Pedro.

MUNICIPIO	PRINCIPALES ECOSISTEMAS
Cuenca Media	
Acaponeta, Nayarit	La flora es abundante en la zona serrana, se encuentran bosques de pino y roble y con respecto a la fauna existen animales silvestres como venado, jabalí, armadillo, tigrillo. En las zonas planas, que son las áreas de cultivo, abundan una gran variedad de aves, conejos, mapaches y tlacuaches.
Cuenca Baja	
Rosario, Sinaloa	La Laguna del Caimanero produce principalmente camarón, lisa, róbalo, chihuiles, curvinas, mojarras, pargos y burritos. En los 40 kilómetros de litoral del municipio se reproducen las especies propias del océano, se cuenta con un campamento de preservación de la tortuga marina. Algunas de las especies que se desarrollan en el municipio son: venados, zorros, coyotes, pericos, codornices, gavilanes, en la zona serrana pumas, tigrillos y vegetación como: pinos, cedros, amapas y encinos principalmente.
Escuinapa, Sinaloa	La flora existente es una abundante selva caducifolia y en menor proporción selva mediana subcaducifolia y sabana, en la zona costera abundan el manglar y vegetación halófila y la fauna está constituida principalmente por: pato, golondrina, pichihuila, paloma, tortuga, cocodrilo, lagarto, iguana, serpiente, jaguar, venado cola blanca, puma y escorpión.
Santiago Ixcuintla, Nayarit	La diversidad de flora que tiene el municipio se debe a que está asentado en grandes extensiones de agua salobre. Existe vegetación hidrófila propia de la vegetación de clima tropical y zona de manglares y la fauna, es propia de las regiones costeras selváticas con lagunas, abundante en especies terrestres y acuáticas tales como: venados, jabalíes, armadillos, conejos, ratones, ardillas, coyotes, halcones, chachalacas, patos pipichines, zarcetas; y gran diversidad de aves y fauna marina.

Continuación Tabla C-1. Principales Ecosistemas en la Cuenca de los Ríos Presido al San Pedro.

MUNICIPIO	PRINCIPALES ECOSISTEMAS
Cuenca Baja	
Rosamorada, Nayarit	La flora existente en el municipios, sus zona boscosa es importante por sus especies de encino, roble y pino y en la fauna existen aves silvestres como: chachalacas, faisanes, y codornices; además de mamíferos, tales como: jabalíes, jaguares, pumas, venados y armadillos.
Tuxpan, Nayarit	Existe flora de tipo selvático, propia de las zonas de grandes lagunas y manglares, y una amplia zona de palapares y entre la fauna silvestre del municipio se encuentra el armadillo, jabalí, conejo y una gran variedad de reptiles propios de la selva tropical. En la zona de estuarina, existe además una gran diversidad de aves y fauna marina.
Tecuala, Nayarit	La flora dominante es tropical, existen cocoteros y manglares en las partes bajas del municipio, pero en algunos casos han sido sustituidas por siembras agrícolas y el municipio tiene algunas zonas de vegetación exuberante y virgen donde la fauna existente son: venados, tigrillos, conejos, mapaches, tejones, tlacuaches, armadillos y una gran variedad de aves y reptiles.

Tabla C. 2. Recursos Naturales en la Cuenca de los Ríos Presido al San Pedro.

MUNICIPIO	RECURSOS NATURALES
Cuenca Alta	
Canatlán, Durango	Únicamente en la Cordillera de Cacaria existe el estaño en vetas y en acarreo, que ha sido explotado en diversas épocas hasta la actualidad, quedando una mínima cantidad.
Panuco de Coronado, Durango	Cuenta con varias minas cercanas al pueblo de Pánuco y con las del Mineral de Arzate. En el municipio no existen corrientes fluviales de importancia, las que hay son afluentes del Río San Juan del Río y a este a su vez del Río Nazas, existen además en el centro del territorio pequeñas cuencas cerradas que forman lagunas

	intermitentes. El territorio pertenece a dos diferentes regiones Hidrológicas, la mitad norte forma parte a la Región Hidrológica Nazas-Aguanaval y a la Cuenca Río Nazas-Rodeo, la mitad sur forma parte de la Región Hidrológica Presidio-San Pedro y a la Cuenca del Río San Pedro.
Guadalupe Victoria, Durango	La tierra y el agua son los principales recursos naturales de la región ya que no existen yacimientos minerales ni recursos forestales.
Poanas, Durango	La vegetación es escasa en la mayor parte del territorio, pero se encuentra bosque de coníferas por el lado de las comunidades de La Ochoa y Veracruz.
Vicente Guerrero, Durango	El Río Súchil tiene un Dique de Derivación de la Presa La Tamariza, de donde toma agua para riego la ciudad de Vicente Guerrero, La Luz y otras fincas. El Río Graceros tiene una Presa de Almacenamiento llamada Santa Elena, la cual riega las tierras de San Isidro de Murillos, San Pedro Alcántara y una parte de San Francisco Javier.
Chalchihuites, Zacatecas	Cuenta con algunos yacimientos minerales que en la actualidad pocos son explotados; y al norte de la cabecera municipal se encuentran bosques naturales y coníferas con reservas considerables.

Continuación Tabla C-2. Recursos Naturales en la Cuenca de los Ríos Presido al San Pedro.

MUNICIPIO	RECURSOS NATURALES
Cuenca Alta	
Durango, Durango	Cabe de señalar que el agua de todo el estado contiene una cantidad muy fuerte de minerales. El turismo es una fuente de ingresos importante que se genera por su patrimonio histórico pero también por el ecoturismo que depende de los recursos naturales.
Nombre de Dios, Durango	Su territorio abarca por el norte el fragoso terreno del Malpaís, cubierto de lavas volcánicas, pródigo en manantiales entre los que figura el de Los Berros, que produce más de 600 lps y muchos otros más que brotan por las grietas de los basaltos, lo que unido a la fertilidad, de las escasas tierras cultivadas ha hecho que esta región esté densamente poblada. Está cruzado por los Ríos de Graseros y Súchil que vienen del sur, los que se unen al Río de Poanas que viene del oriente y juntos afluyen al Río del Tunal en las cercanías de la ciudad de Nombre de Dios. Todas estas corrientes tiene agua permanente y junto a los muchos manantiales con que cuenta en todas partes, hacen que este municipio sea el más dotado para el riego de sus tierras. Los lomeríos y sierras del poniente producen en abundancia el maguey

	de mezcal que se explota para destilar este alcohol, y de todos sus terrenos brotan pastos que sustentan regular número de cabezas de ganado. Cuenta también con regiones minerales de importancia como las de La Parrilla y Vacas, en la parte meridional del municipio, con grandes yacimientos de: oro, plata, plomo, zinc y cobre.
Súchil, Durango	El recurso natural más sobresaliente es el forestal, cuya explotación desmedida en poco beneficia a la población del municipio.

Continuación Tabla C-2. Recursos Naturales en la Cuenca de los Ríos Presido al San Pedro.

MUNICIPIO	RECURSOS NATURALES
Cuenca Alta	
Pueblo Nuevo, Durango	La porción meridional del municipio corresponde a la Zona de Las Quebradas, fragosa en demasía, que vierte sus aguas por las de Guadalupe y Honda en la Quebrada del Baluarte, que es lindero con el estado de Sinaloa, y con las de San Bartolo y Espíritu Santo que forman el Río de San Diego que penetra a Nayarit; por el Oriente las corrientes afluyen al Río de Lajas, de la Cuenca del Mezquital. La vida del municipio proviene de la explotación de los bosques, las que llevan a cabo las Empresas Ejidales Forestales, las que surten gran parte de la República con la producción de sus aserraderos que se encuentran establecidos en todo el Municipio, lo que pone de manifiesto la importancia de este negocio; su caserío se extiende en una considerable superficie de terreno, además de la ocupada por las oficinas e instalaciones industriales de las Empresas Ejidales.
Mezquital, Durango	Los más sobresalientes son los productos forestales en toda la región alta y los yacimientos, minerales, que no son explotados aún.
Cuenca Media	
Acaponeta, Nayarit	El municipio cuenta con recursos minerales y forestales entre otros, susceptibles de explotarse, pero que no se aprovechan adecuadamente por el difícil acceso a las partes altas de la sierra. Una porción mínima de su territorio se localiza en la zona estuarina.
Cuenca Baja	
Rosario, Sinaloa	Municipio tradicionalmente agrícola, minero y pesquero. En su territorio se encuentran las minas: Trinidad, El Dorado y Plomosos, estas dos últimas a cargo Industrial Minera México. De la pesca destaca la producción de camarón, de excelente calidad en el Sistema Lagunario Huizache-Caimanero, que también se produce en granjas camaronícolas y se cuenta también con un laboratorio de producción de postlarva. Es también una región privilegiada para la producción frutícola, destacando el mango.

Continuación Tabla C-2. Recursos Naturales en la Cuenca de los Ríos Presido al San Pedro.

MUNICIPIO	RECURSOS NATURALES
Cuenca Baja	

Escuinapa, Sinaloa	El 60% del Territorio Municipal abarca zonas de cultivo, de pastoreo, o de selvas bajas, o bosques maderables. Los cuerpos de agua, tales como, las marismas, presas y corrientes de agua, representan 30% de la superficie total del Municipio. Se cuenta con un litoral de costa de 42 km formado por el Océano Pacífico.
Santiago Ixcuintla, Nayarit	Los principales recursos del municipio son la ganadería, la pesca y sus ricos suelos, propios para la agricultura de tipo intensivo.
Rosamorada, Nayarit	Por sus lagunas y esteros, el municipio encuentra en la pesca su principal actividad económica; en donde la especie más explotada es el camarón. Además, existen pequeñas zonas dedicadas a la explotación forestal.
Tuxpan, Nayarit	La zona estuarina dispone de excelentes recursos pesqueros, donde se explota el camarón y diversas especies de pescado de escama. Dispone también de recursos agrícolas con suelos de gran calidad.
Tecuala, Nayarit	El municipio cuenta con la pesca como principal recurso. Ésta actividad se desarrolla en el litoral, lagunas y esteros, donde la explotación del camarón y la pesca de escama son las principales especies de captura. Las zonas dedicadas a la explotación del turismo son importantes por sus playas. Además, existen pequeñas zonas dedicadas a la explotación forestal. Cuenta con importantes áreas agrícolas y ganaderas.

Tabla C. 3. Características y Uso del Suelo en la Cuenca de los Ríos Presido al San Pedro.

MUNICIPIO	CARACTERÍSTICAS Y USO DEL SUELO
Cuenca Alta	
Canatlán, Durango	<p>El municipio está constituido por terrenos del Periodo Cretáceo, de las erupciones Terciarias formadas por andecitas, rhyolitas y diovitas: notables son las manifestaciones de la actividad volcánica en el Periodo Cuaternario, una inmensa capa de lavas basálticas sin solución de continuidad.</p> <p>El municipio presenta una inmejorable calidad de suelos que permiten la explotación del manzano. La tendencia de la tierra presenta varias modalidades, destacándose la pequeña propiedad, siguiéndole en orden de importancia la ejidal y la comunal. Cuenta con extensiones de uso agrícola en un poco más del 19% del territorio; para bosque el 49.2 por ciento y para pastizal el 19.4% del territorio. El 62.9 % del territorio no es apto para la agricultura y el 21.9 por ciento no es apto para uso pecuario. La zona urbana es 0.1% del territorio.</p>
Panuco de Coronado, Durango	El municipio está constituido por suelos fluvisol, feozem y regosol. La tenencia de la tierra es de régimen de propiedad privada y ejidal. En Pánuco de Coronado se pueden entrar tanto zonas de matorral como de pastizal, además de áreas dedicadas a la

agricultura a lo largo de todo su territorio. Cuenta con extensiones de uso agrícola en el 32.7% del territorio; para bosque el 7.1%, para pastizal el 36.8% del territorio y para el matorral el 22.6%. El 60.1% del territorio no es apto para la agricultura y solo el 0.4% no es apto para uso pecuario. La zona urbana es 0.2% del territorio.

Continuación Tabla C-3. Características y Uso del Suelo en la Cuenca de los Ríos Presido al San Pedro.

MUNICIPIO	CARACTERÍSTICAS Y USO DEL SUELO
Cuenca Alta	
Guadalupe Victoria, Durango	El municipio está constituido por formaciones basálticas, con extensos terrenos de aluvión y grandes campos de basalto. La tenencia de la tierra es de pequeña propiedad, y le sigue la comunal. Cuenta con extensiones de uso agrícola en el 50% del territorio; para bosque el 4.7%, para pastizal el 38.1% del territorio y para el matorral el 5.6%. El 43.6% del territorio no es apto para la agricultura y solo el 3.5% no es apto para uso pecuario. La zona urbana es 0.9% del territorio.
Poanas, Durango	Los orígenes de los suelos son del Cenozoico superior clásico intrusivo del Cenozoico inferior, Cenozoico medio volcánico y Mezozoico Cretácico inferior no diferenciado. Los valles y los llanos son de origen Cuaternario y las sierras de origen Terciario. Los tipos de suelo son de estructura granular y cumular granulas; su textura, de medios ligeros; su color es de rojizos o grises y su PH de neutro a alcalino. Los suelos del municipio son en su mayor parte del Grupo de los Solonetz; en la parte noroeste está formado por suelos tipo luvisol y litosol. Cuenta con extensiones de uso agrícola en el 31.6% del territorio; para bosque el 11.8%, para pastizal el 32.7% del territorio y para el matorral el 20.7%. El 55.1% del territorio no es apto para la agricultura y solo el 0.3% no es apto para uso pecuario. La zona urbana es 0.3% del territorio.

Continuación Tabla C-3. Características y Uso del Suelo en la Cuenca de los Ríos Presido al San Pedro.

MUNICIPIO	CARACTERÍSTICAS Y USO DEL SUELO
Cuenca Alta	
Vicente Guerrero, Durango	La composición del suelo corresponde a la de tipo castoñozem. La mayor parte del suelo tiene un uso agrícola, y la tenencia de la tierra en su mayoría corresponde a propiedad privada y ejidal. Es atravesado por los Ríos Súchil y Graceros, que sufren paralelos y benefician a la agricultura de riego, y sobre todo sirven como abrevadero para el ganado existente en este municipio. Cuenta con extensiones de uso agrícola en el 48.6% del territorio; para bosque el 1.6% y para pastizal el 47.6% del territorio. El 22.8% del territorio no es apto para la agricultura. La zona urbana es 1.5% del territorio.
Chalchihuites, Zacatecas	El municipio está constituido por terrenos del Cenozoico Cuaternario: aluviones y del Terciario: rocas ígneas extrusivas, tobas y aglomerados. Su suelo es del tipo amarillo del bosque, la mayor parte de las llanuras es para la ganadería, principalmente el vacuno, los cultivos de temporal donde se siembra frijol y maíz. Cuenta con extensiones de uso agrícola en el 21% del territorio; para bosque el 58.2%, para pastizal el 18.3% del territorio y para el matorral el 2.1%. El 54% del territorio no es apto para la agricultura. La zona urbana es 0.3% del territorio.

Continuación Tabla C-3. Características y Uso del Suelo en la Cuenca de los Ríos Presido al San Pedro.

MUNICIPIO	CARACTERÍSTICAS Y USO DEL SUELO
Cuenca Alta	

Durango, Durango	Existen diversos tipos de suelos: regosol y vertisol; estos se presentan en climas templados y cálidos, frecuentemente someros y pedregosos, no tiene capas distintas; su susceptibilidad a la erosión es variable. Cuenta con extensiones de uso agrícola en el 11.1% del territorio; para bosque el 59.4%, para pastizal el 19.6% del territorio y para el matorral el 8.4%. El 38.8% del territorio no es apto para la agricultura y solo el 11.7% no es apto para uso pecuario. La zona urbana es 0.9% del territorio.
Nombre de Dios, Durango	El municipio está constituido por unos complejos de montañas negro-castaños y semidesérticos; dado que las características complementarias son muy variables, no es posible definir las. El suelo se destina principalmente a la agricultura y a la cría de ganado bovino y caballar. Cuenta con extensiones de uso agrícola en el 28.4% del territorio; para bosque el 2.8%, para pastizal el 55.2% del territorio y para el matorral el 9.9%. El 60.3% del territorio no es apto para la agricultura. La zona urbana es 0.4% del territorio.

Continuación Tabla C-3. Características y Uso del Suelo en la Cuenca de los Ríos Presido al San Pedro.

MUNICIPIO	CARACTERÍSTICAS Y USO DEL SUELO
Cuenca Baja	
Súchil, Durango	El tipo de suelo es de tipo cambisol, se presenta en cualquier clima y tipo de vegetación menos en las zonas áridas. En el subsuelo se encuentra una capa de conterrones que presentan un cambio con respecto al tipo de roca subyacente, con alguna acumulación de arcilla, calcio, fierro, manganeso, etc.; la susceptibilidad a la erosión es de moderada a alta. Cuenta con extensiones de uso agrícola en el 8.7% del territorio; para bosque el 73%, para pastizal el 16.4% del territorio y para el matorral el 0.7%. El 49.3% del

	territorio no es apto para la agricultura y solo el 0.1% no es apto para uso pecuario. La zona urbana es 0.2% del territorio.
Pueblo Nuevo, Durango	El material rocoso es el tipo de rocas ígneas extrusivas ácidas principales y en menor proporción, riolitas; existe también un área muy reducida de basalto, los suelos utilizados en agricultura se catalogan como residuales y aluviales. Los tipos de suelos que hay son: regosol, fluvisol y cambisol; son suelos someros y pedregosos, se encuentran en cualquier clima y tipo de vegetación; algunos se forman con materiales acarreados por agua. Cuenta con extensiones de uso agrícola en el 1.1% del territorio; para bosque el 84.8%, para pastizal el 3.2% del territorio y para la selva el 10.7%. El 75% del territorio no es apto para la agricultura. La zona urbana es 0.2% del territorio.

Continuación Tabla C-3. Características y Uso del Suelo en la Cuenca de los Ríos Presido al San Pedro.

MUNICIPIO	CARACTERÍSTICAS Y USO DEL SUELO
Cuenca Baja	
Mezquital, Durango	Los tipos de suelo predominante son: regosol, cambisol y luvisol; la susceptibilidad a la erosión es variable. La mayoría de los suelos del municipio están compuestos por lomas y cerros, un bajo porcentaje es agrícola de riego en la región del valle y en la zona alta y de la quebrada existen terrenos agrícolas de temporal. La tenencia de la tierra es en un 85% ejidal y comunal y el resto pequeña propiedad. Cuenta con extensiones de uso agrícola en el 1.8% del territorio; para bosque el 73.1%, para pastizal el 5.3% del territorio y para la selva el 19.4%. El 62.7% del territorio no es apto para la agricultura. La zona urbana es 0.02% del territorio.
Cuenca Media	La composición de los suelos del municipio es predominantemente del tipo regosol y feozem y en menor medida, el cambisol. Cuenta con extensiones de uso agrícola en el 21.3% del territorio; para bosque el 25.2%, para pastizal el 0.7% del territorio y para la selva el 36.4%. El 42% del territorio no es apto para la agricultura y solo el 3.4% no es apto para uso pecuario. La zona urbana es 0.2% del territorio.
Acaponeta, Nayarit	El municipio en su zona serrana, está constituido por terrenos de la Era Cuaternaria y en menor cantidad de depósitos sedimentarios clásicos del Terciario. Lo caracterizan

depósitos aluviales, localizados en los valles y superficies planas que se integran hacia la costa cercana. Cuenta con extensiones de uso agrícola en un poco más de 18,000 hectáreas; de uso pecuario más de 32,000 hectáreas; de uso forestal, aproximadamente 98,000 hectáreas; además de zonas de uso mineral.

Continuación Tabla C-3. Características y Uso del Suelo en la Cuenca de los Ríos Presido al San Pedro.

MUNICIPIO	CARACTERÍSTICAS Y USO DEL SUELO
Cuenca Baja	
Santiago Ixcuintla, Nayarit	Los suelos del municipio están constituidos por depósitos aluviales acarreados en los márgenes de la Cuenca del Río Santiago. Los suelos profundos de la región se deben a la presencia de formaciones volcánicas denominadas "tepetates" cuya clasificación es desde migajón arenoso, migajón arcilloso, migajón arcillo-arenoso y arcilloso. El suelo dedicado a la agricultura representa el 40% de la superficie, de éste 18,628 hectáreas son de riego, 42,440 de temporal y 14,176 humedad. El 27.8% es de uso pecuario, dedicando 26,678 hectáreas a la ganadería intensiva y 24,425 a la ganadería de tipo extensivo. La proporción restante es utilizada en la explotación forestal, fruticultura, minería, turismo y asentamientos humanos. La pesca, después de la agricultura, es la actividad más importante del municipio.

Tabla C. 4. Características de las Principales Cuencas Hidrológicas.

Cuenca	Área de la Cuenca (Km ²)	Escorrentamiento Medio Anual (Mm ³)
Río San Pedro	26480	2616.64
Río Presidio	6479	1083.67
Río Acaponeta	5092	1433.33
Río Baluarte	5094	1830.28
Río Cañas	626.1	162.575

FUENTE: Atlas. CONAGUA

Apéndice D.

Población Total, Indicadores Socioeconómicos, Índices y Grado de Marginación de los Municipios del Estado de Durango, Zacatecas, Nayarit y Sinaloa en el 2010.

Diciembre del 2013

www.conagua.gob.m

Tabla D. 1. Durango: Población Total, Indicadores Socioeconómicos, Índice y Grado de Marginación por Municipio en la Cuenca, 2010.

Municipio	Población total	No. Ocupantes en viviendas sin drenaje ni excusado	No. Ocupantes en viviendas sin energía eléctrica	No. Ocupantes en viviendas sin agua entubada	Población en localidades con menos de 5000 habitantes	Grado de marginación	Índice de marginación escala 0 a 100
Canatlán	31 401	3 407	581	1 027	19 905	bajo	18.591
Durango	582 267	9 491	3 552	8 094	63 584	muy bajo	9.185
Guadalupe Victoria	34 052	1 563	163	926	17 547	bajo	15.388
Mezquital	33 396	12 801	21 975	22 726	33 396	muy alto	66.056
Nombre de Dios	18 488	1 632	251	368	13 186	medio	20.063
Pánuco de Coronado	11 927	838	124	328	11 927	medio	20.3
Poanas	24 918	1 328	287	80	14 166	bajo	18.616
Pueblo Nuevo	49 162	8 259	10 821	10 467	24 920	medio	30.616
Súchil	6 761	920	666	306	6 761	medio	27.874
Vicente Guerrero	21 117	496	215	154	5 136	bajo	15.521
Nuevo Ideal	26 092	1 500	232	1 672	15 217	bajo	19.09
TOTAL	839 581	42 237	38 867	46 148	225 744		

Tabla D. 2. Zacatecas: Población Total, Indicadores Socioeconómicos, Índice y Grado de Marginación por Municipio en la Cuenca, 2010.

Municipio	Población total	No. Ocupantes en viviendas sin drenaje ni excusado	No. Ocupantes en viviendas sin energía eléctrica	No. Ocupantes en viviendas sin agua entubada	Población en localidades con menos de 5000 habitantes	Grado de marginación	Índice de marginación escala 0 a 100
Chalchihuites	10 565	763	119	659	10 565	Medio	23.671
Sombrerete	61 188	6 565	746	4,442	39 485	Medio	19.943
TOTAL	71 753	7 328	866	5,102	50 050		

Tabla D. 3. Nayarit: Población Total, Indicadores Socioeconómicos, Índice y Grado de Marginación por Municipio en la Cuenca, 2010.

Municipio	Población total	No. Ocupantes en viviendas sin drenaje ni excusado	No. Ocupantes en viviendas sin energía eléctrica	No. Ocupantes en viviendas sin agua entubada	Población en localidades con menos de 5000 habitantes	Grado de marginación	Índice de marginación escala 0 a 100
Acaponeta	36 572	3 076	812	2 286	17 430	Medio	19.835
Huajicori	11 400	3 664	3 496	2 807	11 400	Muy alto	44.142
Rosamorada	34 393	2 965	1 149	2 466	34 393	Medio	25.925
Ruíz	23 469	2 643	1 636	1 847	9 418	Medio	23.142
Tecuala	39 756	914	346	5 156	25 245	Medio	20.172

Continuación Tabla D-3. Nayarit: Población Total, Indicadores Socioeconómicos, Índice y Grado de Marginación por Municipio en la Cuenca, 2010.

Municipio	Población total	No. Ocupantes en viviendas sin drenaje ni excusado	No. Ocupantes en viviendas sin energía eléctrica	No. Ocupantes en viviendas sin agua entubada	Población en localidades con menos de 5000 habitantes	Grado de marginación	Índice de marginación escala 0 a 100
Santiago Ixcuintla	93 074	3 518	773	22 924	64 928	Medio	20.953
Tuxpan	30 030	553	135	5 120	8 321	Bajo	17.321
TOTAL	268 694	17 333	8 347	42 606	171 135		

Tabla D. 4. Sinaloa: Población Total, Indicadores Socioeconómicos, Índice y Grado de Marginación por Municipio en la Cuenca, 2010.

Municipio	Población total	No. Ocupantes en viviendas sin drenaje ni excusado	No. Ocupantes en viviendas sin energía eléctrica	No. Ocupantes en viviendas sin agua entubada	Población en localidades con menos de 5000 habitantes	Grado de marginación	Índice de marginación escala 0 a 100
Concordia	28 493	3 191	1 641	2 852	20 164	Medio	24.021
Escuinapa	54 131	2 349	503	5 792	17 522	Bajo	17.088
Mazatlán	438 434	5 174	1 929	5 042	37 179	Muy bajo	9.385
Rosario	49 380	2 864	1 279	3 565	33 381	Medio	19.973
TOTAL	570 438	13 578	5 353	17 251	108 247		

Apéndice E.

Agrupación de Regiones Hidrológicas conforme a la Aportación al Producto Interno Bruto (PIB) Nacional y PIB municipal 2010 de la Cuenca de los Ríos Presidio al San Pedro.

Diciembre del 2013
www.conagua.gob.mx

Tabla E. 1. Agrupación de Regiones Hidrológicas conforme a la aportación al PIB nacional.

No.	RHA	Superficie Continental (km ²)	Agua renovable (hm ³ /año)	Población 2012	Aportación al PIB nacional (%)	Agrupación
1	Península de Baja California	156499.66	4999	4212851	3.51	Tipo III (Mediana)
2	Noroeste	197523.19	8325	2725114	2.58	Tipo III (Mediana)
3	Pacífico Norte	150524.07	25939	4381090	3.12	Tipo III (Mediana)
4	Balsas	116104.13	22899	11435955	11.03	Tipo II (Alta)
5	Pacífico Sur	82844.292	32351	4945506	1.83	Tipo III (Mediana)
6	Río Bravo	388749.73	12757	11842132	14.7	Tipo II (Alta)
7	Cuencas Centrales del Norte	185812.53	8065	4415924	2.66	Tipo III (Mediana)
8	Lerma Santiago Pacífico	191374.27	35754	23293482	14.53	Tipo II (Alta)
9	Golfo Norte	125778.26	28115	5140024	6.79	Tipo II (Alta)
10	Golfo Centro	102224.81	95124	10310755	4.78	Tipo III (Mediana)
11	Frontera Sur	99327.865	163845	7385382	4.76	Tipo III (Mediana)

12	Península de Yucatán	141366.63	29856	4343184	8.45	Tipo II (Alta)
13	Valle de México	18109.735	3468	22622350	21.27	Tipo I (Muy Alta)
TOTAL		1956239	471498	117053749	100	

Fuente. CONAGUA Sistema de Información nacional del agua.

Tabla E. 2. PIB Municipal 2010 Municipios de la Cuenca de los Ríos Presidio al San Pedro.

Municipio	Población	PIB 2010 en pesos a precios corrientes	PIB per cápita 2010 en pesos a precios corrientes
Durango			
Nuevo Ideal	24 245	1 323 430 097	54 586
Canatlán	29 354	1 593 564 911	54 288
Pánuco de Coronado	11 886	394 307 263	33 174
Guadalupe Victoria	32 058	1 591 358 584	49 640
Poanas	23 466	828 749 072	35 317
Vicente Guerrero	20 614	1 073 417 898	52 072
Durango	526 659	34 616 007 862	65 728
Nombre de Dios	17 318	792 036 803	45 735
Súchil	6 928	227 827 232	32 885
Pueblo Nuevo	47 104	1 253 447 421	26 610
Mezquital	30 069	897 748 520	29 856
Total Durango	769 701	44 591 895 663	57 934
Zacatecas			
Sombrerete	58 201	3 746 300 000	64 368
Chalchihuites	10 519	529 900 000	50 376
Total Zacatecas	68 720	4 276 200 000	62 226

Tabla E-2. PIB Municipal 2010 Municipios de la Cuenca de los Ríos Presidio al San Pedro.

Municipio	Población	PIB 2010 en pesos a precios corrientes	PIB per cápita 2010 en pesos a precios corrientes
Nayarit			
Huajicori	10 561	250 100 000	23 681
Acaponeta	34 665	1 676 900 000	48 374
Ruíz	20 996	997 300 000	47 500
Santiago Ixcuintla	84 314	4 078 600 000	48 374
Rosamorada	32 217	1 070 100 000	33 215
Tuxpan	28 550	1 612 200 000	56 469
Tecuala	37 234	1 547 000 000	41 548
Total Nayarit	248 537	11 232 200 000	45 193
Sinaloa			
Concordia	27 001	1 435 500 000	53 165
Mazatlán	403 888	34 635 700 000	85 756
Escuinapa	49 655	2 523 600 000	50 823
Rosario	47 394	2 275 800 000	48 019
Total Sinaloa	527 938	40 870 600 000	77 416

Apéndice F.

Modalidad hídrica de la producción agrícola y rendimiento agrícola de los distritos de riego.

Diciembre del 2013

www.conagua.gob.mx

Tabla F. 1. Superficie sembrada mecanizada por entidad y municipio según Modalidad Hídrica Año Agrícola 2013.

Entidad Federativa Y Municipio	Superficie Sembrada De Riego En Has	Superficie Sembrada De Temporal En Has	Superficie Sembrada Total De Has
-----------------------------------	--	---	-------------------------------------

Durango			
Nuevo Ideal	3,626.00	37,750.00	41,376.00
Canatlán	8,339.00	36,340.00	44,679.00
Pánuco De Coronado	1,502.00	28,579.00	30,081.00
Guadalupe Victoria	6,385.00	57,249.56	63,634.56
Poanas	11,655.00	22,133.00	33,788.00
Vicente Guerrero	2,821.00	15,038.00	17,859.00
Durango	26,231.25	36,328.18	62,559.43
Nombre De Dios	8,565.50	8,557.00	17,122.50
Suchil	1,179.00	6,502.50	7,681.50
Pueblo Nuevo	0.00	10,199.00	10,199.00
Mezquital	1,188.00	16,232.50	17,420.50
Total Durango	71,491.75	274,908.74	346,400.49
Zacatecas			
Sombrerete	558.00	151,959.00	152,517.00
Chalchihuites	197.00	12,210.00	12,407.00
Total Zacatecas	755.00	164,169.00	164,924.00
Nayarit			
Huajicori	205.30	8,461.55	8,666.85
Acaponeta	2,673.02	17,792.99	20,466.01
Ruíz	2,933.17	10,638.96	13,572.13
Santiago Ixcuintla	29,208.30	27,749.23	56,957.53
Rosamorada	5,006.40	25,436.55	30,442.95
Tuxpan	1,319.59	14,829.23	16,148.82
Tecuala	7,516.50	32,819.89	40,336.39
Total Nayarit	48,862.28	137,728.40	186,590.68
Sinaloa			
Concordia	1,301.55	15,674.75	16,976.30
Mazatlán	8,620.56	17,911.67	26,532.23
Escuinapa	11,205.82	17,215.56	28,421.38
Rosario	15,308.22	17,215.56	32,523.78
Total Sinaloa	36,436.15	68,017.54	104,453.69
Total Cuenca	157,545.18	644,823.68	802,368.86

Fuente: SAGARPA.SIAP, 2013.

Tabla F. 2. Producción Agrícola 2013 por Municipio.

Entidad Federativa	Municipio	Superficie Sembrada En Has	Superficie Cosechada En Has	Valor De Producción En Miles De Pesos
Durango				
	Nuevo Ideal	41,376.00	37,750.00	79,126.00
	Canatlán	44679	44679	449983.3
	Pánuco De Coronado	30,081.00	30,061.00	175,055.69
	Guadalupe Victoria	63,634.56	63,625.56	413,827.39
	Poanas	33,788.00	33,741.00	513,742.83
	Vicente Guerrero	17,859.00	17,514.86	129,041.19
	Durango	62,559.43	60,709.25	776,703.91
	Nombre De Dios	17,122.50	16,931.75	172,077.02
	Suchíl	7,681.50	7,453.50	55,715.09
	Pueblo Nuevo	10,199.00	9,805.00	73,851.56
	Mezquital	17,420.50	17,335.50	50,102.39
Total Durango		346,400.49	339,606.42	2,889,226.40
Zacatecas				
	Sombrerete	152,517.00	152,517.00	1,122,938.55
	Chalchihuites	12,407.00	12,407.00	50,473.71
	Total Zacatecas	164,924.00	164,924.00	1,173,412.26
Nayarit				
	Huajicori	8,666.85	8,666.85	28,188.75
	Acaponeta	20,466.01	19,593.02	283,639.74
	Ruíz	13,572.13	13,566.13	202,706.93
	Santiago Ixcuintla	56,957.53	56,736.53	1,382,271.42
	Rosamorada	30,442.95	30,436.95	438,416.43
	Tuxpan	16,148.82	16,085.89	306,430.11
	Tecuala	40,336.39	37,529.50	651,351.90
Total Nayarit		186,590.68	182,614.87	3,293,005.28
Sinaloa				
	Concordia	16,976.30	16,861.30	118,142.00
	Mazatlán	26,532.23	26,284.23	396,588.47

	Escuinapa	33,203.37	33,203.37	873,648.72
	Rosario	32,523.78	28,340.78	319,298.89
Total	Total Sinaloa	109,235.68	104,689.68	1,707,678.08
Sinaloa				

Fuente: SAGARPA, SIAP, 2013.

Tabla F. 3. Rendimiento agrícola por Distrito de Riego desde el 2002 hasta el 2013 (ton/ha).

Año Agrícola	043 Estado de Nayarit	053 Estado de Durango	111 Baluarte-Presidio
2012 - 2013	16.48	14.23	12.53
2011 - 2012	16.35	12.92	15.13
2010 - 2011	20.46	12.37	14.42
2009 - 2010	15.22	14.19	13.77
2008 - 2009	16.26	6.96	15.42
2007 - 2008	19.91	6.25	15.42
2006 - 2007	17.89	7.29	18.96
2005 - 2006	18.42	12.27	19.24
2004 - 2005	14.55	7.02	19.27
2003 - 2004	6.27	7.01	15.07
2002 - 2003	6.15	8.04	
2001 - 2002	5.77	8.23	

Fuente: Estadísticas Agrícolas de los Distritos de Riego, edición 2011,2012 y 2013

Tabla F. 4. Superficie Cosechada por Distrito de Riego desde el 2002 hasta el 2013

Año Agrícola	043 Estado de Nayarit (ha)	053 Estado de Durango (ha)	111 Baluarte-Presidio (ha)
2012 - 2013	45463.88	13891.50	3302.00
2011 - 2012	42719.39	13947.99	3140.00
2010 - 2011	41763.60	14811.12	2709.00
2009 - 2010	38994.60	14824.83	2924.50
2008 - 2009	40143.80	14518.85	2832.00
2007 - 2008	39230.90	14321.53	2595.99
2006 - 2007	38175.50	16621.09	2928.50
2005 - 2006	35985.70	14786.15	1702.00

2004 - 2005	40317.00	15937.61	2224.00
2003 - 2004	43830.00	14844.68	2405.50
2002 - 2003	41360.00	15669.50	
2001 - 2002	39706.00	13160.24	

Fuente: Estadísticas Agrícolas de los Distritos de Riego, edición 2011,2012 y 2013

Tabla F. 5. Valor de la Cosecha por Distrito de Riego desde el 2002 hasta el 2013

Año Agrícola	043 Estado de Nayarit	053 Estado de Durango	111 Baluarte-Presidio
2012 - 2013	1,704,637.13	310,407.98	186,861.15
2011 - 2012	1,586,138.98	318,613.11	187,849.80
2010 - 2011	1,789,593.61	351,688.50	141,149.55
2009 - 2010	1,164,337.92	307,769.38	138,581.27
2008 - 2009	1,186,341.65	298,319.47	128,132.99
2007 - 2008	1,091,903.64	265,523.65	107,441.85
2006 - 2007	1,141,460.51	281,423.24	159,684.20
2005 - 2006	1,185,461.22	269,827.07	81,599.95
2004 - 2005	792,432.41	286,262.97	167,936.17
2003 - 2004	673,798.34	202,153.22	96,651.55
2002 - 2003	642,096.15	206,262.41	
2001 - 2002	560,283.27	136,798.79	

Fuente: Estadísticas Agrícolas de los Distritos de Riego, edición 2011,2012 y 2013

Tabla F. 6. Distribución y Cobertura de Productores de Camarón de Cultivo, (*L. vannamei*), en el Estado de Sinaloa.

Municipio	No. De Granjas	Hectáreas	% de cobertura	Producción (toneladas)	Rendimiento (t/has)	% Producción Estatal (2009)
Ahome	58	6 009.92	20.1	11 423	1.346	30.8
Angostura	30	3 156.00	10.6	3 536	0.790	9.6
Culiacán	169	4 651.69	15.6	4 432	0.698	11.9
Elota	13	892.00	3.0	468	0.427	1.3
El Rosario	6	462.58	1.6	599	0.701	1.6
Escuinapa	23	947.00	3.2	1 261	1.112	3.3
Guasave	100	6 774.70	22.7	7 154	0.590	19.3
Navolato	60	5 887.03	19.7	6 980	0.823	18.9
San Ignacio-Mazatlán	15	1 036.00	3.5	1 244	0.747	3.3
Total	474	29 816.92	100.0	37 097	0. 804	

Apéndice G.

Evaluación de la sequía histórica del periodo de 1978 al 2014 utilizando el PDSI (Índice de Severidad de Sequía de Palmer, SPI y SDI) y sus impactos.

Diciembre del 2013

www.conagua.gob.m

Tablas de los registros de Ocurrencia de Sequías de 1978 al 2013.

Tabla G. 1. Registros de Ocurrencia de Sequías en 1978.

Estación Climáticas	Meses	Duración	Intensidad Promedio (PDSI)	Grado de Afectación
Cucharas	Diciembre	1 mes	-2.0	Moderada
El Rosario	Octubre-Diciembre	3 meses	-2.4	Moderada

Tabla G. 2. Registros de Ocurrencia de Sequías en 1979.

Estación Climáticas	Meses	Duración	Intensidad Promedio (PDSI)	Grado de Afectación
Francisco Villa	Septiembre-Diciembre	4 meses	-2.6	Moderada
Cd. Guadalupe Victoria	Julio, Octubre-Diciembre	4 meses	-2.6	Moderada
Observatorio Dgo.	Octubre-Diciembre	3 meses	-2.4	Moderada
Observatorio Mazatlán	Agosto, Septiembre	2 meses	-2.4	Moderada
Pajaritos	Septiembre, Octubre	2 meses	-2.5	Moderada
El Rosario	Diciembre	1 mes	-2.1	Moderada
Ruiz San Pedro	Diciembre	1 mes	-2.0	Moderada
Santa Barbara	Noviembre, Diciembre	2 meses	-2.3	Moderada
Stgo. Bayacora	Octubre-Diciembre	3 meses	-2.7	Moderada
Observatorio Mazatlán	Octubre-Diciembre	3 meses	-3.3	Severa
Pajaritos	Noviembre, Diciembre	2 meses	-3.2	Severa

Tabla G. 3. Registros de Ocurrencia de Sequías en 1980.

Estación Climáticas	Meses	Duración	Intensidad Promedio (PDSI)	Grado de Afectación
Cucharas	Febrero, Marzo	2 meses	-2.1	Moderada
La Estancia	Enero-Julio	7 meses	-2.3	Moderada
Francisco Villa	Enero, Junio, Julio	3 meses	-2.5	Moderada
Cd. Guadalupe Victoria	Enero-Septiembre	9 meses	-2.2	Moderada
Observatorio Dgo.	Enero-Mayo	5 meses	-2.1	Moderada
Observatorio Mazatlán	Abril-Septiembre	6 meses	-2.6	Moderada
Pajaritos	Febrero, Marzo	2 meses	-2.9	Moderada
El Rosario	Enero-Abril	4 meses	-2.1	Moderada
Rosamorada	Junio	1 mes	-2.1	Moderada
Ruiz San Pedro	Marzo, Junio,, Julio	3 meses	-2.0	Moderada
Santa Barbara	Enero, Junio, Agosto	3 meses	-2..0	Moderada
Stgo. Bayacora	Enero-Abril, Julio-Diciembre	10 meses	-2.6	Moderada
Observatorio Mazatlán	Enero-Marzo	3 meses	-3.4	Severa
Pajaritos	Enero	1 mes	-3.3	Severa

Tabla G. 4. Registros de Ocurrencia de Sequías en 1981.

Estación Climáticas	Meses	Duración	Intensidad Promedio (PDSI)	Grado de Afectación
Ruiz San Pedro	Julio, Septiembre	2 meses	-2.3	Moderada
Stgo. Bayacora	Enero-Marzo	3meses	-2.3	Moderada

Siqueros	Julio	1 mes	-2.7	Moderada
Siqueros	Agosto, Septiembre	2 meses	-3.2	Severa

Tabla G. 5. Registros de Ocurrencia de Sequías en 1982.

Estación Climáticas	Meses	Duración	Intensidad Promedio (PDSI)	Grado de Afectación
Acaponeta	Julio, Agosto	2 meses	-2.4	Moderada
Cucharas	Agosto-Octubre	3 meses	-2.1	Moderada
La Estancia	Julio, Agosto	2 meses	-2.5	Moderada
Cd. Guadalupe Victoria	Junio-Agosto	3 meses	-2.3	Moderada
Observatorio Dgo.	Septiembre, Octubre	2 meses	-2.3	Moderada
Observatorio Mazatlán	Octubre	1 mes	-2.4	Moderada
Pajaritos	Julio-Septiembre	3 meses	-2.4	Moderada
Rosamorada	Julio, Agosto	2 meses	-2.5	Moderada
El Rosario	Septiembre, Octubre	2 meses	-2.4	Moderada
Ruiz San Pedro	Enero-Julio	7 meses	-2.2	Moderada
Santa Barbara	Octubre	1 mes	-2.2	Moderada
Stgo. Bayacora	Junio-Agosto	3 meses	-2.7	Moderada
Acaponeta	Septiembre	1 mes	-3.2	Severa
La Estancia	Septiembre	1 mes	-3.5	Severa
Cd. Guadalupe Victoria	Septiembre, Octubre	2 meses	-3.6	Severa
Pajaritos	Octubre	1 mes	-3.0	Severa
Rosamorada	Septiembre	1 mes	-3.0	Severa
Ruiz San Pedro	Agosto-Octubre	3 meses	-3.7	Severa
Stgo. Bayacora	Septiembre, Octubre	2 meses	-3.7	Severa

Tabla G. 6. Registros de Ocurrencia de Sequías en 1985.

Estación Climáticas	Meses	Duración	Intensidad Promedio (PDSI)	Grado de Afectación
Cd. Guadalupe Victoria	Noviembre	1 mes	-2.1	Moderada

Ruiz San Pedro	Noviembre, Diciembre	2 meses	-2.2	Moderada
-----------------------	----------------------	---------	------	----------

Tabla G. 7. Registros de Ocurrencia de Sequías en 1986.

Estación Climáticas	Meses	Duración	Intensidad Promedio (PDSI)	Grado de Afectación
Acaponeta	Julio, Agosto	2 meses	-2.4	Moderada
Cucharas	Julio-Septiembre	3 meses	-2.3	Moderada
La Estancia	Julio	1 mes	-2.0	Moderada
Pajaritos	Julio-Septiembre	3 meses	-2.3	Moderada
Rosamorada	Julio-Septiembre	3 meses	-2.3	Moderada
Ruiz San Pedro	Enero, Septiembre	2 meses	-2.4	Moderada
Acaponeta	Septiembre	1 mes	-3.2	Severa
Cucharas	Octubre-Diciembre	3 meses	-3.2	Severa
Rosamorada	Octubre-Diciembre	3 meses	-3.0	Severa

Tabla G. 8. Registros de Ocurrencia de Sequías en 1987.

Estación Climáticas	Meses	Duración	Intensidad Promedio (PDSI)	Grado de Afectación
Acaponeta	Octubre-Diciembre	3 meses	-2.2	Moderada
Cucharas	Enero, Abril-Julio	5 meses	-2.5	Moderada
La Estancia	Noviembre	1 mes	-2.3	Moderada
Observatorio Mazatlán	Septiembre, Octubre	2 meses	-2.6	Moderada
Pajaritos	Octubre-Diciembre	3 meses	-2.4	Moderada
Ruiz San Pedro	Octubre-Diciembre	3 meses	-2.7	Moderada
Las Tortugas	Octubre-Diciembre	3 meses	-2.3	Moderada
Siqueros	Octubre, Diciembre	2 meses	-2.7	Moderada
Cucharas	Febrero, Marzo	2 meses	-3.0	Severa
Observatorio Mazatlán	Noviembre, Diciembre	2 meses	-3.3	Severa
Siqueros	Noviembre	1 mes	-3.1	Severa

Tabla G. 9. Registros de Ocurrencia de Sequías en 1988.

Estación Climáticas	Meses	Duración	Intensidad Promedio (PDSI)	Grado de Afectación
Acaponeta	Enero-Julio, Noviembre, Diciembre	9 meses	-2.3	Moderada
Cucharas	Noviembre, Diciembre	2 meses	-2.2	Moderada
La Estancia	Febrero-Abril, Diciembre	4 meses	-2.1	Moderada
Francisco Villa	Diciembre	1 mes	-2.0	Moderada
Observatorio Mazatlán	Mayo, Noviembre	2 meses	-2.5	Moderada
Pajaritos	Enero-Junio, Septiembre-Diciembre	10 meses	-2.5	Moderada
Rosamorada	Enero-Junio	6 meses	-2.3	Moderada
El Rosario	Julio	1 mes	-2.6	Moderada
Ruiz San Pedro	Enero-Junio	6 meses	-2.8	Moderada
Las Tortugas	Enero-Junio	6 meses	-2.5	Moderada
Siqueros	Abril-Junio, Septiembre-Diciembre	7 meses	-2.5	Moderada
Observatorio Mazatlán	Enero-Abril, Junio-Agosto	7 meses	-3.3	Severa
Rosamorada	Julio-Septiembre	3 meses	-3.7	Severa
Las Tortugas	Julio-Diciembre	6 meses	-3.4	Severa
Siqueros	Enero-Marzo, Julio, Agosto	5 meses	-3.1	Severa
Rosamorada	Octubre-Diciembre	3 meses	-4.4	Extrema

Tabla G. 10. Registros de Ocurrencia de Sequías en 1989.

Estación Climáticas	Meses	Duración	Intensidad Promedio (PDSI)	Grado de Afectación
Acaponeta	Enero-Julio, Octubre, Noviembre	9 meses	-2.4	Moderada
Cucharas	Enero-Junio, Agosto- Noviembre	10 meses	-2.5	Moderada

La Estancia	Enero-Julio, Octubre, Noviembre	9 meses	-2.3	Moderada
Francisco Villa	Enero-Julio	7 meses	-2.3	Moderada
Cd. Guadalupe Victoria	Julio, Septiembre, Octubre	3 meses	-2.1	Moderada
Observatorio Dgo.	Junio, Julio, Septiembre	3 meses	-2.5	Moderada
Observatorio Mazatlán	Junio	1 mes	-2.1	Moderada
Pajaritos	Abril-Julio	4 meses	-2.5	Moderada
El Rosario	Febrero-Abril, Junio-Octubre	8 meses	-2.2	Moderada
Ruiz San Pedro	Junio, Julio	2 meses	-2.0	Moderada

Cont...Tabla G-10. Registros de Ocurrencia de Sequías en 1989.

Estación Climáticas	Meses	Duración	Intensidad Promedio (PDSI)	Grado de Afectación
Santa Barbara	Junio, Julio	2 meses	-2.2	Moderada
Stgo. Bayacora	Junio, Julio	2 meses	-2.2	Moderada
Siqueros	Enero-Julio, Septiembre, Octubre	9 meses	-2.3	Moderada
Cucharas	Julio	1 mes	-3.1	Severa

Observatorio Dgo.	Octubre	1 mes	-3.0	Severa
Pajaritos	Enero-Marzo	3 meses	-3.0	Severa
Rosamorada	Abril-Julio	4 meses	-3.8	Severo
Las Tortugas	Enero-Junio	6 meses	-3.5	Severo
Rosamorada	Enero-Marzo, Agosto, Septiembre, Noviembre, Diciembre	7 meses	-4.6	Extrema
Rosamorada	Octubre	1 mes	-5.0	Excepcional

Tabla G. 11. Registros de Ocurrencia de Sequías en 1990.

Estación Climáticas	Meses	Duración	Intensidad Promedio (PDSI)	Grado de Afectación
Acaponeta	Enero, Agosto	2 meses	-2.2	Moderada
La Estancia	Agosto	1 mes	-2.0	Moderada
Observatorio Dgo.	Junio, Julio	2 meses	-2.0	Moderada
Pajaritos	Febrero-Mayo	4 meses	-2.1	Moderada
Ruiz San Pedro	Diciembre	1 mes	-2.1	Moderada

Tabla G. 12. Registros de Ocurrencia de Sequías en 1991.

Estación Climáticas	Meses	Duración	Intensidad Promedio (PDSI)	Grado de Afectación
Francisco Villa	Junio	1mes	-2.1	Moderada
Observatorio Dgo.	Junio, Julio	2 meses	-2.0	Moderada
Observatorio Mazatlán	Febrero, Mayo, Junio, Julio	4 meses	-2.2	Moderada
Pajaritos	Marzo, Abril	2 meses	-2.0	Moderada
Rosamorada	Septiembre	1 mes	-2.2	Moderada
El Rosario	Julio	1 mes	-2.2	Moderada

Ruiz San Pedro	Enero-Mayo, Agosto, Septiembre	7 meses	-2.5	Moderada
Siqueros	Junio-Octubre	5 meses	-2.3	Moderada
Las Tortugas	Noviembre	1 mes	-2.8	Moderada
Las Tortugas	Julio-Octubre, Diciembre	5 meses	-3.2	Severa

Tabla G. 13. Registros de Ocurrencia de Sequías en 1992.

Estación Climáticas	Meses	Duración	Intensidad Promedio (PDSI)	Grado de Afectación
Cd. Guadalupe Victoria	Agosto, Septiembre, Diciembre	3 meses	-2.5	Moderada
Observatorio Dgo.	Noviembre	1 mes	-2.0	Moderada
Santa Barbara	Octubre, Noviembre	2 meses	-2.5	Moderada
Stgo. Bayacora	Agosto, Septiembre, Diciembre	3 meses	-2.6	Moderada
Cd. Guadalupe Victoria	Octubre, Noviembre	2 meses	-3.3	Severa
Stgo. Bayacora	Octubre, Noviembre	2 meses	-3.3	Severa

Tabla G. 14. Registros de Ocurrencia de Sequías en 1993.

Estación Climáticas	Meses	Duración	Intensidad Promedio (PDSI)	Grado de Afectación
Cd. Guadalupe Victoria	Enero-Mayo	5 meses	-2.4	Moderada
Santa Barbara	Febrero-Mayo	4 meses	-2.2	Moderada
Stgo. Bayacora	Enero-Mayo	5 meses	-2.8	Moderada

Tabla G. 15. Registros de Ocurrencia de Sequías en 1994.

Estación Climáticas	Meses	Duración	Intensidad Promedio (PDSI)	Grado de Afectación
---------------------	-------	----------	----------------------------	---------------------

Cucharas	Junio-Septiembre,	4 meses	-2.4	Moderada
La Estancia	Septiembre-Diciembre	4 meses	-2.4	Moderada
Observatorio Mazatlán	Agosto-October	3 meses	-2.6	Moderada
Pajaritos	Agosto, Noviembre, Diciembre	3 meses	-2.8	Moderada
Rosamorada	Febrero, Julio	2 meses	-2.2	Moderada
Siqueros	Agosto-Septiembre	4 meses	-2.5	Moderada
Observatorio Mazatlán	Noviembre, Diciembre	2 meses	-3.3	Severa
Pajaritos	Septiembre, Octubre	2 meses	-3.2	Severa
Siqueros	Diciembre	1 mes	-3.0	Severa

Tabla G. 16. Registros de Ocurrencia de Sequías en 1995.

Estación Climáticas	Meses	Duración	Intensidad Promedio (PDSI)	Grado de Afectación
Acaponeta	Diciembre	1 mes	-2.2	Moderada
Cucharas	Junio, Octubre-Diciembre	4 meses	-2.4	Moderada
La Estancia	Enero-Julio, Octubre-Diciembre	10 meses	-2.3	Moderada
Francisco Villa	Julio, Octubre-Diciembre	4 meses	-2.4	Moderada
Cd. Guadalupe Victoria	Noviembre, Diciembre	2 meses	-2.3	Moderada
Observatorio Dgo.	Noviembre, Diciembre	2 meses	-2.1	Moderada
Observatorio Mazatlán	Mayo-Julio, Diciembre	4 meses	-2.6	Moderada
Pajaritos	Junio	1 mes	-2.0	Moderada
Ruiz San Pedro	Diciembre	1 mes	-2.0	Moderada
Santa Barbara	Mayo, Julio-Septiembre	4 meses	-2.2	Moderada

Stgo. Bayacora	Febrero, Marzo, Junio-Agosto, Noviembre, Diciembre	7 meses	-2.2	Moderada
Las Tortugas	Noviembre, Diciembre	2 meses	-2.6	Moderada
Siqueros	Abril-Julio, Octubre- Diciembre	7 meses	-2.6	Moderada
Observatorio Mazatlán	Enero-Abril	4 meses	-3.3	Severa
Santa Barbara	Octubre-Diciembre	3 meses	-3.2	Severa
Siqueros	Enero-Marzo	3 meses	-3.1	Severa

Tabla G. 17. Registros de Ocurrencia de Sequías en 1996.

Estación Climáticas	Meses	Duración	Intensidad Promedio (PDSI)	Grado de Afectación
Acaponeta	Enero-Agosto, Octubre	9 meses	-2.5	Moderada
Cucharas	Enero-Mayo	5 meses	-2.6	Moderada
La Estancia	Enero, Abril, Mayo	3 meses	-2.8	Moderada
Francisco Villa	Enero-Agosto	8 meses	-2.5	Moderada
Cd. Guadalupe Victoria	Enero-Julio	7 meses	-2.4	Moderada
Observatorio Dgo.	Enero-Julio	7 meses	-2.3	Moderada
Observatorio Mazatlán	Enero-Junio	6 meses	-2.3	Moderada
Pajaritos	Enero-Septiembre	9 meses	-2.4	Moderada
Rosamorada	Febrero-Junio	5 meses	-2.0	Moderada
Ruiz San Pedro	Enero-Septiembre	9 meses	-2.5	Moderada
Stgo. Bayacora	Enero-Junio	6 meses	-2.4	Moderada
Las Tortugas	Enero, Abril, Mayo	3 meses	-2.8	Moderada
Siqueros	Abril, Mayo	2 meses	-2.6	Moderada
Acaponeta	Septiembre	1 mes	-3.2	Severa

Cucharas	Junio	1 mes	-3.1	Severa
La Estancia	Febrero, Marzo	2 meses	-3.0	Severa
Santa Barbara	Enero-Mayo	5 meses	-3.6	Severa
Las Tortugas	Febrero, Marzo	2 meses	-3.0	Severa
Siqueros	Enero-Marzo	3 meses	-3.0	Severa

Tabla G. 18. Registros de Ocurrencia de Sequías en 1997.

Estación Climáticas	Meses	Duración	Intensidad Promedio (PDSI)	Grado de Afectación
Cd. Guadalupe Victoria	Diciembre	1 mes	-2.0	Moderada
Observatorio Dgo.	Octubre	1 mes	-2.2	Moderada
Santa Barbara	Septiembre, Noviembre, Diciembre	3 meses	-2.7	Moderada
Stgo. Bayacora	Octubre	1 mes	-2.1	Moderada
Las Tortugas	Septiembre, Octubre	2 meses	-2.2	Moderada
Santa Barbara	Octubre	1 mes	-3.0	Severa

Tabla G. 19. Registros de Ocurrencia de Sequías en 1998.

Estación Climáticas	Meses	Duración	Intensidad Promedio (PDSI)	Grado de Afectación
Francisco Villa	Julio-Septiembre, Noviembre, diciembre	5 meses	-2.7	Moderada
Cd. Guadalupe Victoria	Enero-Julio	7 meses	-2.2	Moderada
Observatorio Dgo.	Enero, Febrero, Mayo-Diciembre	10 meses	-2.7	Moderada

Santa Barbara	Junio-Noviembre	6 meses	-2.3	Moderada
Stgo. Bayacora	Enero-Septiembre, Noviembre, Diciembre	11 meses	-2.3	Moderada
Francisco Villa	Octubre	1 mes	-3.1	Severa
Santa Barbara	Enero-Mayo Diciembre	6 meses	-3.1	Severa

Tabla G. 20. Registros de Ocurrencia de Sequías en 1999.

Estación Climáticas	Meses	Duración	Intensidad Promedio (PDSI)	Grado de Afectación
La Estancia	Marzo	1 mes	-2.0	Moderada
Francisco Villa	Enero-Mayo, Octubre-Diciembre	8 meses	-2.6	Moderada
Cd. Guadalupe Victoria	Febrero	1 mes	-2.0	Moderada
Observatorio Dgo.	Febrero-Mayo, Octubre-Diciembre	7 meses	-2.5	Moderada
Santa Barbara	Mayo, Octubre-Diciembre	4 meses	-2.5	Moderada
Stgo. Bayacora	Enero-Mayo, Diciembre	6 meses	-2.4	Moderada
Observatorio Dgo.	Enero	1 mes	-3.0	Severa
Santa Barbara	Enero-Abril	4 meses	-3.3	Severa

Tabla G. 21. Registros de Ocurrencia de Sequías en 2000.

Estación Climáticas	Meses	Duración	Intensidad Promedio (PDSI)	Grado de Afectación
Francisco Villa	Enero-Abril	4 meses	-2.6	Moderada
Cd. Guadalupe Victoria	Enero-Abril	4 meses	-2.1	Moderada
Observatorio Dgo.	Enero-Abril	4 meses	-2.2	Moderada
Pajaritos	Enero-Mayo	5 meses	-2.3	Moderada
Santa Barbara	Mayo, Septiembre-Diciembre	5 meses	-2.4	Moderada

Stgo. Bayacora	Enero-Abril	4 meses	-2.3	Moderada
Santa Barbara	Enero-Abril	4 meses	-3.1	Severa

Tabla G. 22. Registros de Ocurrencia de Sequías en 2001.

Estación Climáticas	Meses	Duración	Intensidad Promedio (PDSI)	Grado de Afectación
La Estancia	Noviembre	1 mes	-2.0	Moderada
Francisco Villa	Febrero, Septiembre-Diciembre	5 meses	-2.1	Moderada
Cd. Guadalupe Victoria	Febrero	1 mes	-2.0	Moderada
Observatorio Mazatlán	Diciembre	1 mes	-2.0	Moderada
Pajaritos	Noviembre	1 mes	-2.0	Moderada
El Rosario	Agosto, Octubre-Diciembre	4 meses	-2.1	Moderada
Ruiz San Pedro	Noviembre, Diciembre	2 meses	-2.4	Moderada
Siqueros	Octubre, Noviembre	2 meses	-2.5	Moderada
Stgo. Bayacora	Noviembre, Diciembre	2 meses	-2.3	Moderada
Santa Barbara	Enero, Febrero	2 meses	-3.1	Severa
Siqueros	Diciembre	1 mes	-3.0	Severa

Tabla G. 23. Registros de Ocurrencia de Sequías en 2002.

Estación Climáticas	Meses	Duración	Intensidad Promedio (PDSI)	Grado de Afectación
Cucharas	Julio-Diciembre	6 meses	-2.6	Moderada
La Estancia	Enero, Junio-Agosto	4 meses	-2.3	Moderada
Francisco Villa	Enero	1mes	-2.3	Moderada
Observatorio Mazatlán	Enero, Julio	2 meses	-2.3	Moderada
Pajaritos	Enero, Agosto, Septiembre	3 meses	-2.3	Moderada

Rosamorada	Enero, Junio—Agosto	4 meses	-2.3	Moderada
-------------------	---------------------	---------	------	----------

Cont... Tabla G-23. Registros de Ocurrencia de Sequías en 2002.

Estación Climáticas	Meses	Duración	Intensidad Promedio (PDSI)	Grado de Afectación
El Rosario	Enero-Junio, Septiembre-Diciembre	10 meses	-2.4	Moderada
Ruiz San Pedro	Enero, Marzo	2 meses	-2.2	Moderada
Las Tortugas	Marzo, Junio, Septiembre-Diciembre	6 meses	-2.4	Moderada
Siqueros	Febrero-Julio, Septiembre	7 meses	-2.6	Moderada
Observatorio Mazatlán	Agosto-Diciembre	5 meses	-3.2	Severa
El Rosario	Julio, Agosto	2 meses	-3.6	Severa
Las Tortugas	Julio, Agosto	2 meses	-3.4	Severa
Siqueros	Enero, Agosto, Octubre-Diciembre	5 meses	-3.4	Severa

Tabla G. 24. Registros de Ocurrencia de Sequías en 2003.

Estación Climáticas	Meses	Duración	Intensidad Promedio (PDSI)	Grado de Afectación
Cucharas	Abril, Mayo	2 meses	-2.7	Moderada
La Estancia	Agosto	1 mes	-2.6	Moderada
Observatorio Mazatlán	Abril-Junio	3 meses	-2.6	Moderada
Pajaritos	Julio	1 mes	-2.2	Moderada
El Rosario	Febrero-Julio	6 meses	-2.6	Moderada
Ruiz San Pedro	Junio, Julio	2 meses	-2.6	Moderada
Las Tortugas	Enero-Agosto	8 meses	-2.8	Moderada
Cucharas	Enero-Marzo Junio-Julio	5 meses	-3.1	Severa

Cont...Tabla G-24. Registros de Ocurrencia de Sequías en 2003.

Estación Climáticas	Meses	Duración	Intensidad Promedio (PDSI)	Grado de Afectación
Siqueros	Mayo	1 mes	-2.8	Moderada
Observatorio Mazatlán	Enero-Marzo, Julio-Septiembre	6 meses	-3.4	Severa
El Rosario	Enero	1 mes	-3.0	Severa
Ruiz San Pedro	Agosto	1 mes	-3.2	Severa
Siqueros	Enero-Abril, Junio-Agosto	7 meses	-3.5	Severa

Tabla G. 25. Registros de Ocurrencia de Sequías en 2004.

Estación Climáticas	Meses	Duración	Intensidad Promedio (PDSI)	Grado de Afectación
Cucharas	Septiembre-Diciembre	4 meses	-2.4	Moderada

Tabla G. 26. Registros de Ocurrencia de Sequías en 2005.

Estación Climáticas	Meses	Duración	Intensidad Promedio (PDSI)	Grado de Afectación
Cucharas	Enero-Agosto	8 meses	-2.6	Moderada
Cd. Guadalupe Victoria	Agosto, Octubre-Diciembre	4 meses	-2.2	Moderada
Observatorio Dgo.	Junio-Septiembre	4 meses	-2.3	Moderada
El Rosario	Agosto, Septiembre	2 meses	-2.3	Moderada
Ruiz San Pedro	Junio, Julio	2 meses	-2.5	Moderada
Stgo. Bayacora	Septiembre-Diciembre	4 meses	-2.2	Moderada
Observatorio Dgo.	Octubre-Diciembre	3 meses	-3.0	Severa

Tabla G. 27. Registros de Ocurrencia de Sequías en 2006.

Estación Climáticas	Meses	Duración	Intensidad Promedio (PDSI)	Grado de Afectación
Acaponeta	Noviembre, Diciembre	2 meses	-2.1	Moderada
Cucharas	Noviembre, Diciembre	2 meses	-2.1	Moderada
Cd. Guadalupe Victoria	Enero-Abril, Julio	5 meses	-2.0.	Moderada
Observatorio Dgo.	Enero-Abril	4 meses	-2.5	Moderada
Observatorio Mazatlán	Junio	1 mes	-2.0	Moderada
Rosamorada	Agosto	1 mes	-2.0	Moderada
El Rosario	Julio-Diciembre	6 meses	-2.3	Moderada
Stgo. Bayacora	Enero-Abril	4 meses	-2.2	Moderada
Siqueros	Junio	1 mes	-2.0	Moderada

Tabla G. 28. Registros de Ocurrencia de Sequías en 2007.

Estación Climáticas	Meses	Duración	Intensidad Promedio (PDSI)	Grado de Afectación
Acaponeta	Enero-Septiembre	9 meses	-2.5	Moderada
Cucharas	Enero-Junio	6 meses	-2.4	Moderada
La Estancia	Junio, Julio, Septiembre-Diciembre	6 meses	-2.6	Moderada
Cd. Guadalupe Victoria	Diciembre	1 mes	-2.2	Moderada
Observatorio Dgo.	Agosto, Octubre-Diciembre	4 meses	-2.3	Moderada
Pajaritos	Junio, Julio	2 mese	-2.4	Moderada
Rosamorada	Enero-Diciembre	12 meses	-2.3	Moderada
El Rosario	Enero-Diciembre	12 meses	-2.4	Moderada

Cont....Tabla G-28. Registros de Ocurrencia de Sequías en 2007.

Estación Climáticas	Meses	Duración	Intensidad Promedio (PDSI)	Grado de Afectación
Ruiz San Pedro	Julio-Septiembre	3 meses	-2.3	Moderada
Stgo. Bayacora	Diciembre	1 mes	-2.2	Moderada
Las Tortugas	Diciembre	1 mes	-2.1	Moderada
Siqueros	Noviembre, Diciembre	2 meses	-2.4	Moderada
Acaponeta	Octubre-Diciembre	3 meses	-3.3	Severa
Cucharas	Julio-Diciembre	6 meses	-3.4	Severa

Tabla G. 29. Registros de Ocurrencia de Sequías en 2008.

Estación Climáticas	Meses	Duración	Intensidad Promedio (PDSI)	Grado de Afectación
Cucharas	Mayo	1 mes	-2.8	Moderada
La Estancia	Abril-Junio	3 meses	-2.7	Moderada
Cd. Guadalupe Victoria	Enero-Marzo	3 meses	-2.4	Moderada
Observatorio Dgo.	Enero-Junio	6 meses	-2.5	Moderada
Rosamorada	Enero-Junio	6 meses	-2.5	Moderada
El Rosario	Enero-Mayo	5 meses	-2.7	Moderada
Santa Barbara	Marzo, Mayo-Julio	4 meses	-2.1	Moderada
Stgo. Bayacora	Enero-Junio	6 meses	-2.4	Moderada
Las Tortugas	Enero-Mayo	5 meses	-2.5	Moderada
Siqueros	Enero-Mayo	5 meses	-2.6	Moderada
Acaponeta	Enero-Mayo	5 meses	-3.4	Severa
Cucharas	Enero-Abril	4 meses	-3.2	Severa
La Estancia	Enero-Marzo	3 meses	-3.0	Severa

Tabla G. 30. Registros de Ocurrencia de Sequías en 2009.

Estación Climáticas	Meses	Duración	Intensidad Promedio (PDSI)	Grado de Afectación
Rosamorada	Enero-Mayo, Septiembre, Octubre	7 meses	-2.4	Moderada
Ruiz San Pedro	Septiembre	1 mes	-2.0	Moderada

Tabla G. 31. Registros de Ocurrencia de Sequías en 2011.

Estación Climáticas	Meses	Duración	Intensidad Promedio (PDSI)	Grado de Afectación
Acaponeta	Febrero-Abril	3 meses	-2.1	Moderada
Cucharas	Junio	1 mes	-2.3	Moderada
La Estancia	Febrero-Mayo, Diciembre	5 meses	-2.1	Moderada
Francisco Villa	Mayo, Junio	2 meses	-2.5	Moderada
Cd. Guadalupe Victoria	Junio-Agosto	3 meses	-2.6	Moderada
Observatorio Dgo.	Junio, Julio	2 meses	-2.6	Moderada
Observatorio Mazatlán	Febrero, Marzo, Junio	3 meses	-2.0	Moderada
Pajaritos	Febrero-Julio	6 meses	-2.3	Moderada
El Rosario	Enero-Junio, Noviembre, Diciembre	8 meses	-2.2	Moderada
Ruiz San Pedro	Enero-Junio	6 meses	-2.5	Moderada
Santa Barbara	Junio, Julio	2 meses	-2.7	Moderada
Stgo. Bayacora	Junio-Septiembre	4 meses	-2.5	Moderada
Las Tortugas	Enero-Junio	6 mese	-2.3	Moderada
Siqueros	Marzo	1mes	-2.0	Moderada
Francisco Villa	Julio-Diciembre	6 meses	-3.3	Severa

Cont....Tabla G-31. Registros de Ocurrencia de Sequías en 2011.

Estación Climáticas	Meses	Duración	Intensidad Promedio (PDSI)	Grado de Afectación
Cd. Guadalupe Victoria	Septiembre, Octubre	2 meses	-3.7	Severa
Observatorio Dgo.	Agosto-Diciembre	5 meses	-3.3	Severa
Santa Barbara	Agosto, Septiembre	2 meses	-3.3	Severa
Stgo. Bayacora	Octubre-Diciembre	3 meses	-3.2	Severa
Cd. Guadalupe Victoria	Noviembre, Diciembre	2 meses	-4.0	Extrema
Santa Barbara	Octubre-Diciembre	3 meses	-4.2	Extrema

Tabla G. 32. Registros de Ocurrencia de Sequías en 2012.

Estación Climáticas	Meses	Duración	Intensidad Promedio (PDSI)	Grado de Afectación
Acaponeta	Enero-Mayo	5 meses	-2.2	Moderada
Cucharas	Enero, Marzo	2 meses	-2.1	Moderada
La Estancia	Enero-Mayo, Septiembre-Diciembre	9 meses	-2.5	Moderada
Francisco Villa	Febrero-Junio, Agosto-Diciembre	10 meses	-2.7	Moderada
Cd. Guadalupe Victoria	Abril-Septiembre	6 meses	-2.6	Moderada
Observatorio Dgo.	Febrero-Julio, Septiembre-Diciembre	10 meses	-2.4	Moderada
Observatorio Mazatlán	Diciembre	1 mes	-2.1	Moderada
Pajaritos	Enero-Mayo, Agosto, Octubre-Diciembre	9 meses	-2.1	Moderada

Cont...Tabla G-32. Registros de Ocurrencia de Sequías en 2012.

Estación Climáticas	Meses	Duración	Intensidad Promedio (PDSI)	Grado de Afectación
Rosamorada	Febrero-Mayo	4 meses	-2.0	Moderada
El Rosario	Enero-Mayo	5 meses	-2.5	Moderada
Ruiz San Pedro	Marzo	1 mes	-2.0	Moderada
Santa Barbara	Agosto, Diciembre	2 meses	-2.2	Moderada
Stgo. Bayacora	Febrero-Diciembre	11 meses	-2.5	Moderada
Las Tortugas	Enero	1 mes	-2.0	Moderada
Francisco Villa	Enero	1 mes	-3.4	Severa
Cd. Guadalupe Victoria	Febrero, Marzo Octubre-Diciembre	5 meses	-3.3	Severa
Observatorio Dgo.	Enero	1 mes	-3.4	Severa
Santa Barbara	Febrero-Julio	6 meses	-3.5	Severa
Stgo. Bayacora	Enero	1 mes	-3.4	Severa
Cd. Guadalupe Victoria	Enero	1 mes	-4.0	Extrema
Santa Barbara	Enero	1 mes	-4.5	Extrema

Tabla G. 33. Registros de Ocurrencia de Sequías en 2013.

Estación Climáticas	Meses	Duración	Intensidad Promedio (PDSI)	Grado de Afectación
Acaponeta	Enero-Mayo	5 meses	-2.3	Moderada
La Estancia	Enero, Abril, Mayo	3 meses	-2.8	Moderada
Francisco Villa	Enero-Mayo	5 meses	-2.5	Moderada
Cd. Guadalupe Victoria	Abril	1 mes	-2.9	Moderada
Observatorio Dgo.	Enero-Mayo	5 meses	-2.4	Moderada

Cont....Tabla G-33. Registros de Ocurrencia de Sequías en 2013.

Estación Climáticas	Meses	Duración	Intensidad Promedio (PDSI)	Grado de Afectación
Observatorio Mazatlán	Enero-Mayo	5 meses	-2.4	Moderada
Pajaritos	Enero-Mayo	5 meses	-2.3	Moderada
Santa Barbara	Enero-Mayo	5 meses	-2.5	Moderada
Stgo. Bayacora	Enero-Mayo	5 meses	-2.8	Moderada
La Estancia	Febrero, Marzo	2 meses	-3.1	Severa
Cd. Guadalupe Victoria	Enero-Marzo, Mayo	4 meses	-3.3	Severa

Tabla G. 34 Registros de Ocurrencia de Sequías en 2014 (SPI).

Estación Climáticas	Meses	Duración	Intensidad Promedio (SPI)	Grado de Afectación
SPI a 1 mes				
Cd. Guadalupe Victoria (Mayo)	mayo	1 mes	-0.64	ligeramente seco
Santiago Bayacora (Octubre)	octubre	1 mes	-0.89	moderadamente seco
Santiago Bayacora (Diciembre)	diciembre	1 mes	-0.62	ligeramente seco
Acaponeta (Julio)	julio	1 mes	-1.43	muy seco
Acaponeta (Septiembre)	septiembre	1 mes	-0.96	moderadamente seco
Ruiz San Pedro (Julio)	julio	1 mes	-1.57	extremadamente seco
Ruiz San Pedro (Septiembre)	septiembre	1 mes	-0.56	ligeramente seco
Pajaritos (Julio)	julio	1 mes	-1.16	moderadamente seco
Pajaritos (Agosto)	agosto	1 mes	-0.5	ligeramente seco
SPI a 3 meses				
Acaponeta (Septiembre)	septiembre	1 mes	-1.62	extremadamente seco

Acaponeta (Octubre)	octubre	1 mes	-0.87	moderadamente seco
Ruiz San Pedro (Septiembre)	septiembre	1 mes	-0.67	ligeramente seco
Cd. Guadalupe Victoria (Abril)	abril	1 mes	-0.64	ligeramente seco
Cd. Guadalupe Victoria (Mayo)	mayo	1 mes	-1.05	moderadamente seco
SPI a 6 meses				
Acaponeta (septiembre-octubre)	septiembre-octubre	2 meses	-0.54	ligeramente seco
SPI a 9 meses				
Acaponeta (septiembre-octubre)	septiembre-octubre	2 meses	-0.54	ligeramente seco
SPI a 12 meses				
Acaponeta (Enero-Mayo)	enero-mayo	5 meses	-1.49	muy seco
Acaponeta (Junio)	junio	1 mes	-0.54	ligeramente seco
Acaponeta (Septiembre)	septiembre	1 mes	-0.54	ligeramente seco
SPI a 24 meses				
Cd. Guadalupe Victoria (Enero-Mayo)	enero-mayo	5 meses	-0.91	moderadamente seco
Cd. Guadalupe Victoria (Junio-Agosto)	junio-agosto	3 meses	-0.55	ligeramente seco
Santiago Bayacora (Enero-Junio)	enero-junio	6 meses	-0.72	ligeramente seco
Acaponeta (Enero-Mayo)	enero-mayo	5 meses	-1.23	moderadamente seco
Acaponeta (Diciembre)	Diciembre	1 mes	-1.23	moderadamente seco
Acaponeta (Junio y Noviembre)	junio, noviembre	1 mes	-1.43	muy seco
Acaponeta (Julio-Septiembre)	julio-septiembre	3 meses	-1.67	extremadamente seco

Tabla G. 35 Registros de Ocurrencia de Sequías en 2014 (SDI).

Estación Climáticas	Meses	Duración	Intensidad Promedio (SDI)	Grado de Afectación
Acaponeta (Enero-Diciembre)	enero-diciembre	12 meses	-0.56	sequia ligera
La Estancia				
Francisco Villa (Oct-Dic)	octubre-diciembre	3 meses	-0.39	sequia ligera
Cd. Guadalupe Victoria (Oct - Dic)	octubre-diciembre	3 meses	-0.32	sequia ligera
Santiago Bayacora (Oct - Dic)	octubre-diciembre	3 meses	-0.48	sequia ligera

Apéndice H.

Disponibilidad y Demanda del Agua de la cuenca de los Ríos Presidio al San Pedro.

Diciembre del 2013
www.conagua.gob.mx

Tabla H. 1. Almacenamiento promedio anual en las presas de la cuenca Presidio al San Pedro 2000-2014.

Año		Presa								
Estación	Santiago Bayacora (100.3 Mm³)		Guadalupe Victoria (81.0 Mm³)		Francisco Villa (78.7 Mm³)		Caboraca (45.0 Mm³)		Peña Del Águila (31.7 Mm³)	
Año/Volumen	Mm³	%	Mm³	%	Mm³	%	Mm³	%	Mm³	%
2000	42.45	42.32	45.51	56.19	40.73	51.76	15.06	33.46	16.69	52.64
2001	24.95	24.88	40.26	49.70	32.95	41.86	8.75	19.45	8.24	25.74
2002	47.92	47.77	58.34	72.02	43.98	55.88	22.69	50.43	17.63	55.09
2003	92.36	92.09	70.51	87.05	64.22	81.61	41.73	92.73	26.73	83.54
2004	96.93	96.64	72.25	89.19	72.61	92.26	41.26	91.70	26.79	83.71
2005	90.43	90.16	63.32	78.17	60.29	76.60	39.83	88.51	25.96	81.11
2006	82.06	81.81	53.68	66.27	42.94	54.57	35.67	79.28	22.56	70.50
2007	90.28	90.01	65.88	81.33	51.05	64.86	37.22	82.71	20.43	63.85
2008	91.52	91.25	64.75	79.94	57.74	73.37	35.40	78.68	22.85	71.41
2009	89.95	89.68	73.43	90.65	62.79	79.78	38.38	85.29	24.64	77.00
2010	105.83	105.51	79.97	98.73	56.31	71.55	40.87	90.82	29.13	91.02
2011	107.11	106.79	49.16	60.69	43.32	55.05	25.77	57.27	19.25	60.15
2012	89.92	89.65	41.52	51.25	44.15	56.10	7.95	17.66	11.36	35.51
2013	93.89	93.61	61.98	76.52	58.94	74.89	18.22	40.49	17.59	55.49
2014	117.90	117.55	83.03	102.51	76.42	97.10	48.93	108.73	36.20	114.20
Promedio	84.23	83.98	61.57	76.01	53.90	68.48	30.52	67.81	21.74	68.06

Fuente: CONAGUA, 2014

Tabla H. 2. Almacenamiento por presa de la cuenca Presidio al San Pedro en el 1 de junio, 2000-2014.

Año	Presa									
	Santiago Bayacora (100.3 Mm³)		Guadalupe Victoria (81.0 Mm³)		Francisco Villa (78.7 Mm³)		Caboraca (45.0 Mm³)		Peña Del Águila (31.7 Mm³)	
Año/Volumen	Mm³	%	Mm³	%	Mm³	%	Mm³	%	Mm³	%
2000	37.9	37.8	31.8	39.3	36.8	46.8	7.2	16.0	12.1	38.0
2001	25.5	25.4	28.5	35.2	36.3	46.1	8.5	18.9	8.0	25.4
2002	20.8	20.7	36.6	45.2	28.2	35.8	5.0	11.2	4.9	15.5
2003	80.5	80.3	50.2	62.0	51.3	65.2	33.5	74.4	16.1	50.7
2004	88.5	88.3	55.4	68.3	62.4	79.3	35.3	78.4	17.5	55.4
2005	83.6	83.3	52.1	64.4	59.0	75.0	33.4	74.3	17.5	55.4
2006	67.6	67.4	33.4	41.2	36.4	46.3	25.6	56.9	12.5	39.6
2007	75.6	75.4	46.9	57.9	38.4	48.8	28.1	62.4	14.2	44.9
2008	76.6	76.4	38.2	47.2	37.8	48.0	21.8	48.4	9.7	30.7
2009	80.8	80.6	56.0	69.1	55.3	70.3	31.8	70.6	18.1	57.0
2010	87.9	87.7	62.8	77.5	46.6	59.2	33.5	74.5	19.8	62.6
2011	105.1	104.8	49.1	60.6	41.0	52.1	27.9	62.1	19.3	60.9
2012	79.7	79.4	27.9	34.4	37.4	47.5	4.0	8.9	6.6	20.9
2013	72.3	72.1	43.5	53.7	48.4	61.5	6.1	13.6	9.8	30.9
2014	114.7	114.4	67.8	83.7	66.1	84.0	35.7	79.3	20.3	64.0
Promedio	73.14	72.93	45.35	55.98	45.43	57.73	22.49	50.00	13.76	43.46

Fuente: CONAGUA, 2014

Tabla H. 3. Almacenamiento total de las presas de la cuenca Presidio al San Pedro en el 1 de junio, 2000-2014.

Año	Almacenamiento total Mm³	%
2000	125.7	37.3
2001	106.8	31.7
2002	95.5	28.4
2003	231.6	68.8
2004	259.1	76.9
2005	245.7	73.0
2006	175.5	52.1
2007	203.2	60.4
2008	184.1	54.7
2009	242.0	71.9
2010	250.6	74.4
2011	242.5	72.0
2012	155.6	46.2
2013	180.1	53.5
2014	304.6	90.5
Promedio	200.17	59.45

Fuente: CONAGUA, 2014

Tabla H. 4. Aportación a las presas en la cuenca de los ríos Presidio al San Pedro, 2003-2013.

Año	Aportación anual Mm ³	Extracción anual Mm ³	Precipitación anual máxima mm	Precipitación anual mínima mm	Evaporación anual máxima mm
2003	409.25	231.61	648.2	394.3	2 303.66
2004	277.71	213.67	876.9	659.6	2 427.50
2005	181.38	188.49	546.5	360.8	2 864.98
2006	236.75	141.19	622.2	450.6	2 351.10
2007	196.86	169.67	533.4	392.0	2 464.78
2008	371.05	193.31	863.4	490.6	2 747.60
2009	329.21	202.73	662.8	425.9	2 538.75
2010	590.64	346.96	801.9	487.2	2 291.94
2011	63.26	170.30	235.1	159.0	2 949.09
2012	164.41	69.92	515.1	346.4	2 706.34
2013	446.20	93.86			
Total	3266.72	2021.71			

Fuente: CIDH. Almacenamiento en presas. CONAGUA. Edición 2013

Tabla H. 5. Evolución del agua suministrada y desinfectada para consumo humano 2000-2013.

Estado	Durango		Zacatecas		Nayarit		Sinaloa	
Año/Tipo	Agua (Litros por segundo)							
	Prod.	Desin.	Prod.	Desin.	Prod.	Desin.	Prod.	Desin.
2000	7 160	6 613	5 909	5 689	2 686	2 685	11 103	10 400
2001	6 770	6 000	6 230	6 060	2 750	2 710	9 800	9 390
2002	7 576	6 400	6 229	6 070	2 750	2 710	9 797	9 390
2003	7 632	6 370	6 336	6 190	2 758	2 740	10 254	9 930
2004	7 632	6 370	6 382	6 230	2 758	2 740	10 188	9 940
2005	7 632	6 370	6 384	6 234	2 758	2 736	10 288	10 189
2006	7 389	7 098	6 384	6 234	2 764	2 764	10 288	10 189
2007	7 565	6 794	6 461	6 315	3 123	3 098	10 111	9 888
2008	7 588	7 179	6 350	6 243	3 123	3 098	10 135	9 914
2009	7 923	7 534	6 402	6 319	3 123	3 080	10 135	9 914
2010	7 940	7 546	6 503	6 423	3 124	3 099	10 174	9 949
2011	7 552	7 248	6 529	6 490	3 112	3 088	10 135	9 940
2012	7 502	7 256	6 526	6 480	3 114	3 091	10 194	10 086
2013	7 997	7 823	6 553	6 498	3 117	3 096	10 251	10 138
%	4.78	9.72	10.44	13.90	15.93	15.12	-8.19	-3.02

Fuente: Situación del subsector agua potable, drenaje y saneamiento, edición 2014.

Tabla H. 6. Usos consuntivos de aprovechamientos de Aguas Superficiales por usuario por cuenca.

Usos consuntivos	Río San Pedro Demanda Mm ³ /año	Río Presidio Demanda Mm ³ /año	Río Acaponeta Demanda Mm ³ /año	Río Baluarte Demanda Mm ³ /año	Río Cañas Demanda Mm ³ /año	Demanda total por usuario Mm ³ /año	%
Acuicultura	175.279	0	0.023	0	0	175.302	35.29
Agrícola Fuera DR	82.996	2.5714	24.074	25.217	4.4118	139.270	28.03
Agrícola DR	167.379	0	0	0	0	167.379	33.69
Doméstico	0.02	0	0	0	0	0.02	0.00
GEH	0	0	0	0	0	0	0.00
Retorno GEH	0	0	0	0	0	0	0.00
Industrial	0.006	0.0004	0.425	0.581	0	1.0124	0.20
Múltiples	1.487	1.626	0.618	0.684	0	4.415	0.89
Otros	0	0	0	0	0	0	0.00
Pecuario	2.067	0.0317	0	0.077	0	2.1757	0.44
Público Urbano	3.117	1.6745	0.826	1.045	0.0323	6.6948	1.35
Servicios	0.548	0	0	0	0	0.548	0.11
Total	432.899	5.904	25.966	27.604	4.4441	496.817	100.00
% por cuenca	87.13	1.19	5.23	5.56	0.89	100.00	

Tabla H. 7. Usos consuntivos de aprovechamientos de Aguas Superficiales por usuario por cuenca.

Usuarios	Río San Pedro No. Usuarios	Río Presidio No. Usuarios	Río Acaponeta No. Usuarios	Río Baluarte No. Usuarios	Río Cañas No. Usuarios	No. Usuarios total	%
----------	-------------------------------	------------------------------	-------------------------------	------------------------------	---------------------------	-----------------------	---

Acuicultura	28	0	1	0	0	29	1.05
Agrícola Fuera DR	184	37	18	72	5	316	11.39
Agrícola DR	6	0	0	0	0	6	0.22
Doméstico	3	0	0	0	0	3	0.11
GEH	0	0	0	0	0	0	0.00
Retorno GEH	0	0	0	0	0	0	0.00
Industrial	1	1	4	1	0	7	0.25
Múltiples	22	24	1	9	0	56	2.02
Otros	0	0	0	0	0	0	0.00
Pecuario	555	43	0	25	0	623	22.45
Público Urbano	864	375	242	232	15	1,728	62.27
Servicios	7	0	0	0	0	7	0.25
Total	1,670	480	266	339	20	2,775	100.00
Por cien por cuenca	60.18	17.30	9.59	12.22	0.72	100.00	

Tabla H. 8. Usos consuntivos de las aguas superficiales toda la cuenca del Río San Pedro.

Usos consuntivos	No. Usuarios	% Usuarios	Demanda Mm ³	% de la demanda
Acuacultura	28	1.68	175.279	40.49
Agrícola Fuera DR	184	11.02	82.996	19.17
Agrícola DR	6	0.36	167.379	38.66
Doméstico	3	0.18	0.020	0.00
GEH	0	0	0	0
Retorno GEH	0	0	0	0
Industrial	1	0.06	0.006	0.00
Múltiples	22	1.32	1.487	0.34
Otros	0	0	0	0
Pecuario	555	33.23	2.067	0.48
Público Urbano	864	51.74	3.117	0.72
Servicios	7	0.42	0.548	0.13
Total	1,670	100.00	432.899	100.00

Leyenda: Mm³: millones de metros cúbicos; DR: distrito de riego; GEH: generación de energía hidroeléctrica.

Tabla H. 9. Usos consuntivos de las aguas superficiales subcuencas altas A y B del Río San Pedro.

Usos consuntivos	Subcuenca A	Subcuenca B	Total subcuencas A y B
------------------	-------------	-------------	------------------------

	USUR	DEMA	% de la	USUR	DEMA	% de la	USUR	DEMA	% de la
		Mm ³	DEMA		Mm ³	DEMA		Mm ³	DEMA
Acuicultura	0	0	0	0	0	0	0	0	0.00
Agrícola	11	7.900	94.29	4	1.914	67.80	15	9.814	87.62
Fuera DR									
Agrícola DR	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Doméstico	0	0	0	0	0	0	0	0	0
GEH	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Retorno GEH	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Industrial	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Múltiples	0	0	0	2	0.106	3.74	2	0.106	0.94
Otros	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Pecuario	74	0.339	4.04	60	0.282	9.99	134	0.621	5.54
Público	17	0.140	1.67	11	0.521	18.46	28	0.661	5.90
Urbano									
Servicios	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Total	102	8.379	100.00	77	2.822	100.00	179	11.201	100.00

Leyenda: USUR usuarios; DEMAs: demanda; Mm³: millones de metros cúbicos; DR: distrito de riego; GEH: generación de energía hidroeléctrica.

Tabla H. 10. Usos consuntivos de las aguas superficiales subcuencas altas C y D del Río San Pedro.

Usos consuntivos	Subcuenca C			Subcuenca D			Total subcuencas C y D		
	USUR	DEMA	% de la	USUR	DEMA	% de la	USUR	DEMA	% de la
		Mm ³	DEMA		Mm ³	DEMA		Mm ³	DEMA
Acuicultura	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Agrícola	13	15.492	97.00	0	0	0	13	15.492	95.23
Fuera DR									

Agrícola DR	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Doméstico	0	0	0	1	0.001	0.25	1	0	0
GEH	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Retorno GEH	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Industrial	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Múltiples	4	0.018	0	0	0	0	4	0.018	0.11
Otros	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Pecuario	100	0.403	2.52	24	0.060	20.11	124	0.463	2.85
Público Urbano	26	0.058	0.36	77	0.237	79.65	103	0.294	1.81
Servicios	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Total	143	15.971	100.00	102	0.297	100.00	245	16.268	100.00

Leyenda: USUR usuarios; DEMA: demanda; Mm³: millones de metros cúbicos; DR: distrito de riego; GEH: generación de energía hidroeléctrica.

Tabla H. 11. Usos consuntivos de las aguas superficiales subcuencas altas E y F del Río San Pedro.

Usos consuntivos	Subcuenca E			Subcuenca F			Total subcuencas E y F		
	USUR	DEMA Mm ³	% de la DEMA	USUR	DEMA Mm ³	% de la DEMA	USUR	DEMA Mm ³	% de la DEMA
Acuicultura	0	0	0	1	0.680	0.52	1	0.680	0.44
Agrícola Fuera DR	4	0.985	4.13	42	16.834	12.86	46	17.818	11.51
Agrícola DR	1	22.799	95.66	4	111.584	85.22	5	134	86.83
Doméstico	0	0	0	1	0.001	0.00	1	0	0.00
GEH	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Retorno GEH	0	0	0	0	0	0	0	0	0

Industrial	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Múltiples	0	0	0	5	0.803	0.61	5	0.803	0.52
Otros	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Pecuario	18	0.020	0.08	146	0.577	0.44	164	0.597	0.39
Público	11	0.031	0.13	40	0.386	0.29	51	0.417	0.27
Urbano									
Servicios	0	0	0	1	0.073	0.06	1	0.073	0.05
Total	34	23.834	100.00	240	130.938	100.00	274	154.772	100.00

Leyenda: USUR usuarios; DEMA: demanda; Mm³: millones de metros cúbicos; DR: distrito de riego; GEH: generación de energía hidroeléctrica.

Tabla H. 12. Usos consuntivos de las aguas superficiales subcuencas altas G y H del Río San Pedro.

Usos consuntivos	Subcuenca G			Subcuenca H			Total subcuencas G y H		
	USUR	DEMA Mm ³	% de la DEMA	USUR	DEMA Mm ³	% de la DEMA	USUR	DEMA Mm ³	% de la DEMA
Acuicultura	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Agrícola	9	1.361	96.82	20	12.651	98.28	29	14.012	98.13
Fuera DR									
Agrícola DR	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Doméstico	0	0	0	1	0.018	0.14	1	0.018	0.13
GEH	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Retorno	0	0	0	0	0	0	0	0	0
GEH									
Industrial	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Múltiples	4	0	1	1	0.002	0.01	5	0.010	0.07
Otros	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Pecuario	7	0.031	2.18	37	0.084	0.66	44	0.115	0.81

Público Urbano	2	0.006	0.42	11	0.040	0.31	13	0.046	0.32
Servicios	0	0	0	1	0.078	0.60	1	0.078	0.54
Total	22	1.406	100.03	71	12.873	100.00	93	14.279	100.00

Leyenda: USUR usuarios; DEMA: demanda; Mm³: millones de metros cúbicos; DR: distrito de riego; GEH: generación de energía hidroeléctrica.

Tabla H. 13. Usos consuntivos de las aguas superficiales subcuenca alta I y alta/media/baja J del Río San Pedro.

Usos consuntivos	Subcuenca I			Subcuenca J			Total subcuencas I y J		
	USUR	DEMA Mm ³	% de la DEMA	USUR	DEMA Mm ³	% de la DEMA	USUR	DEMA Mm ³	% de la DEMA
Acuacultura	0	0	0	1	0	2	1	0	2.20
Agrícola Fuera DR	1	0.060	41.61	33	12.138	82.13	34	12.198	81.74
Agrícola DR	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Doméstico	0	0	0	0	0	0	0	0	0
GEH	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Retorno GEH	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Industrial	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Múltiples	0	0	0	4	0.333	2.25	4	0.333	2.23
Otros	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Pecuario	28	0.073	50.64	61	0.198	1.34	89	0.271	1.82
Público Urbano	5	0.011	7.75	660	1.397	9.45	665	1.408	9.44
Servicios	0	0	0	3	0.385	2.60	3	0.385	2.58
Total	34	0.144	100.00	762	14.780	100.00	796	14.924	100.00

Leyenda: USUR usuarios; DEMA: demanda; Mm³: millones de metros cúbicos; DR: distrito de riego; GEH: generación de energía hidroeléctrica.

Tabla H. 14. Usos consuntivos de las aguas superficiales subcuenca baja K del Río San Pedro.

Usos consuntivos	Subcuenca K		
	USUR	DEMA Mm ³	% de la DEMA
Acuacultura	26	174.271	78.69
Agrícola Fuera DR	47	13.661	6.17
Agrícola DR	1	32.996	14.90
Doméstico	0	0	0
GEH	0	0	0
Retorno GEH	0	0	0
Industrial	1	0.006	0
Múltiples	2	0.217	0.10
Otros	0	0	0
Pecuario	0	0	0
Público Urbano	4	0.292	0.13
Servicios	2	0.012	0.01
Total	83	221.455	100.00

Leyenda: USUR usuarios; DEMA: demanda; Mm³: millones de metros cúbicos; DR: distrito de riego; GEH: generación de energía hidroeléctrica.

Tabla H. 15. Usos consuntivos de aprovechamientos de Aguas Superficiales en la cuenca del Río Presidio.

Usos consuntivos	Subcuenca A			Subcuenca B			Total cuenca		
	USUR	DEMA Mm ³	% de la DEMA	USUR	DEMA Mm ³	% de la DEMA	USUR	DEMA Mm ³	% de la DEMA
Acuacultura	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Agrícola	10	0.2907	8.87	27	2.2808	86.85	37	2.5714	43.55
Fuera DR									
Agrícola DR	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Doméstico	0	0	0	0	0	0	0	0	0
GEH	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Retorno	0	0	0	0	0	0	0	0	0
GEH									
Industrial	1	0.0004	0.01	0	0	0	1	0.0004	0.01
Múltiples	18	1.3631	41.58	6	0.2629	10.01	24	1.6260	27.54
Otros	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Pecuario	34	0.0240	0.73	9	0.0078	0.30	43	0.0317	0.54
Público	344	1.6000	48.81	31	0.0745	2.84	375	1.6745	28.36
Urbano									
Servicios	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Total	407	3.2781	100.00	73	2.6260	100.00	480	5.9040	100.00

Leyenda: USUR usuarios; DEMAs: demanda; Mm³: millones de metros cúbicos; DR: distrito de riego; GEH: generación de energía hidroeléctrica

Tabla H. 16. Usos consuntivos de aprovechamientos de Aguas Superficiales en la cuenca del Río Acaponeta.

Usos consuntivos	Subcuenca A			Subcuenca B			Total cuenca		
	USUR	DEMA Mm ³	% de la DEMA	USUR	DEMA Mm ³	% de la DEMA	USUR	DEMA Mm ³	% de la DEMA
Acuicultura	0	0	0	1	0.023	0.63	1	0.023	0.09
Agrícola	7	21.220	94.81	11	2.853	79.64	18	24.074	92.71
Fuera DR									
Agrícola DR	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Doméstico	0	0	0	0	0	0	0	0	0
GEH	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Retorno	0	0	0	0	0	0	0	0	0
GEH									
Industrial	4	0.425	1.90	0	0.000	0.00	4	0.425	1.64
Múltiples	0	0.000	0.00	1	0.618	17.26	1	0.618	2.38
Otros	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Pecuario	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Público	233	0.737	3.29	9	0.089	2.49	242	0.826	3.19
Urbano									
Servicios	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Total	244	22.382	100.00	22	3.583	100.01	266	25.966	100.00

Leyenda: USUR usuarios; DEMAs: demanda; Mm³: millones de metros cúbicos; DR: distrito de riego; GEH: generación de energía hidroeléctrica

Tabla H. 17. Usos consuntivos de aprovechamientos de Aguas Superficiales en la cuenca del Río Baluarte.

Usos consuntivos	Subcuenca A			Subcuenca B			Total cuenca		
	USUR	DEMA Mm ³	% de la DEMA	USUR	DEMA Mm ³	% de la DEMA	USUR	DEMA Mm ³	% de la DEMA

Acuacultura	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Agrícola	9	0.251	12.25	63.00	24.966	97.70	72	25.217	91.35
Fuera DR									
Agrícola DR	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Doméstico	0	0	0	0	0	0	0	0	0
GEH	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Retorno	0	0	0	0	0	0	0	0	0
GEH									
Industrial	1	0.581	28.33	0.00	0.000	0.00	1	0.581	2.10
Múltiples	1	0.109	5.29	8.00	0.576	2.25	9	0.684	2.48
Otros	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Pecuario	14	0.064	3.14	11	0.013	0.05	25	0.077	0.28
Público	232	1.045	50.99	0.00	0.000	0.00	232	1.045	3.79
Urbano									
Servicios	0	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Total	257	2.050	100.00	82.00	25.554	100.00	339	27.604	100.00

Leyenda: USUR usuarios; DEMA: demanda; Mm³: millones de metros cúbicos; DR: distrito de riego; GEH: generación de energía hidroeléctrica.

Tabla H. 18. Usos consuntivos de aprovechamientos de Aguas Superficiales en la cuenca del Río Cañas.

Usos consuntivos	Subcuenca A			Subcuenca B			Total cuenca		
	USUR	DEMA Mm ³	% de la DEMA	USUR	DEMA Mm ³	% de la DEMA	USUR	DEMA Mm ³	% de la DEMA
Acuacultura	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Agrícola	3	3.0438	98.97	2	1.3680	99.96	5.000	4.4118	99.27
Fuera DR									
Agrícola DR	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Doméstico	0	0	0	0	0	0	0	0	0

GEH	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Retorno	0	0	0	0	0	0	0	0	0
GEH									
Industrial	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Múltiples	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Otros	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Pecuario	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Público	13	0.0318	1.03	2	0.0005	0.04	15.000	0.0323	0.73
Urbano									
Servicios	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Total	16	3.0755	100.00	4	1.3685	100.00	20.000	4.4441	100.00

Leyenda: USUR usuarios; DEMA: demanda; Mm³: millones de metros cúbicos; DR: distrito de riego; GEH: generación de energía hidroeléctrica.

Tabla H. 19. Superficie cosechada en el Distrito de Riego 111 Baluarte-Presidio 2003-2013

Año	Superficie Cosechada (has)
2003-2004	2 406
2004-2005	2 224
2005-2006	No disponible
2006-2007	2 929
2007-2008	2 596
2008-2009	2 832
2009-2010	2 925
2010-2011	2709
2011-2012	3140
2012-2013	3302

Fuente: SAGARPA, SIAP, Edición 2014.

Tabla H. 20. Valor de la cosecha en el Distrito de Riego 111 Baluarte-Presidio 2003-2013

Año	Valor de la cosecha (miles de pesos)
2003-2004	96 651.55
2004-2005	167 936.17
2005-2006	No disponible
2006-2007	159 684.20
2007-2008	107 441.85
2008-2009	128 132.99
2009-2010	138 581.26
2010-2011	141 149.55
2011-2012	187 849.80
2012-2013	186 861.15

Fuente: SAGARPA, SIAP, Edición 2014.

Tabla H. 21. Cobertura del servicio de agua potable, dotación, media y agua no contabilizada.

Localidad	Municipio	Población	Población con Servicio		Caudal (L/s)	Producido	Dotación (L/Hab/Día)	Media	ANC (%)
			(habitantes)	(%)					
Victoria de Durango	Durango	536 867	523 445	97.5	1,553		409		50
Chalchihuites	Chalchihuites	4 520	4 475	99	20		377		49
Tuxpan	Tuxpan	21 504	20 644	96	38		153		
Acaponeta	Acaponeta	19 347	18 960	98	82		366		
Rosamorada	Rosamorada	3 616	3 435	95	10		239		
Santiago Ixcuintla	Santiago Ixcuintla	18 166	17 076	94	105		499		33
Yago	Santiago Ixcuintla	3 955	3 678	93	10		218		
Mazatlán	Mazatlán	398 322	390 356	98	1,515		329		43
Escuinapa	Escuinapa	31 217	28 095	90	114		316		34

Fuente: INEGI, 2010.

Apéndice I.

Medidas para la gestión de la demanda del agua.

Diciembre del 2013

www.conagua.gob.

Tabla I. 1. Derechos por Explotación, Uso o Aprovechamiento de Aguas Nacionales, según Zonas de Disponibilidad, 2010. (Centavos por metro cúbico).

Uso	Zona								
	1	2	3	4	5	6	7	8	9
Régimen General ^a	2050.42	1640.28	1366.89	1127.70	888.45	802.97	604.37	214.72	160.92
Agua Potable, consumo mayor a 300 l/hab-d	81.238	81.238	81.238	81.238	81.238	81.238	37.83	18.893	9.407
Agua Potable, consumo igual o inferior a 300 l/hab-día	40.62	40.62	40.62	40.62	40.62	40.62	18.915	9.446	4.702
Agropecuario, sin exceder concesión	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Agropecuario, por cada m³ que exceda del concesionario	14.52	14.52	14.52	14.52	14.52	14.52	14.52	14.52	14.52
Balnearios y Centros Recreativos	1.166	1.166	1.166	1.166	1.166	1.166	0.574	0.270	0.1286
Generación Hidroeléctrica	0.4310	0.4310	0.4310	0.4310	0.4310	0.4310	0.4310	0.4310	0.4310
Acuicultura	0.3348	0.3348	0.3348	0.3348	0.3348	0.3348	0.1649	0.0775	0.0328
NOTA: No se paga por extracción de agua de mar, ni por aguas salobres con concentraciones de más de 2500 mg/l de sólidos disueltos totales (Certificado por CONAGUA).									
^a Se refiere a cualquier uso distinto a los demás mencionados.									

Fuente: CONAGUA. Subdirección General de Programación. Elaborado a partir de la Ley Federal de Derechos. México, 2010.

Tabla I. 2. Costo del Bombeo de la Demanda del Sector Agrícola en los Distritos de Riego.

Distritos de Riego	Pozos No.	Plantas de Bombeo No.	Superficie a beneficiar Ha	Importe Combustible, Supervisión, Mantenimiento y Traslado (en pesos)	Costo de Electricidad (pozos) (en pesos)	Total de Bombeos (en pesos)
No. 052 Durango	42	0	21225	31331714.45	20260633.18	51592347.6
No. 043 Nayarit	59	2	47735	70464988.9	45566140.15	116031129
No. 111 Rio Presido	18	2	8439	12457401.1	8055570.477	20512971.6
Total	119	4	77399	114254104.5	73882343.8	188136448

Fuente: Atlas del Agua en México, edición 2014

Apéndice J

Marco Legal e Institucional

Diciembre del 2014

www.conagua.gob.mx

DOF, 25 enero de 2012a: Acuerdo por el que se instruyen acciones para mitigar los efectos de la sequía que atraviesan diversas entidades federativas:

- a) abastecimiento hídrico emergente a población.
- b) financiamiento/indemnizaciones/reactivación del campo.
- c) proyectos/programas de apoyo en sequías.

DOF, 22 de noviembre de 2012b: "Lineamientos que establecen los criterios y mecanismos para emitir acuerdos de carácter general en situaciones de emergencia por la ocurrencia de sequía, así como las medidas preventivas y de mitigación, que podrán implementar los usuarios de las aguas nacionales para lograr un uso eficiente del agua durante sequía".

Pacto por México (diciembre de 2012): las sequías deberán ser atendidas de manera prioritaria y oportuna.

10 de Enero de 2013, Fresnillo, Zacatecas, el C. Presidente de la República, ordena la formulación del Programa Nacional Contra la sequía (PRONACOSE).

CONAGUA: elabora el Proyecto de implementación del PRONACOSE, que tiene como elementos base el monitoreo de la sequía y la elaboración de programas por cuencas para afrontar las sequías de manera preventiva, más que reactiva.

Ley De Aguas Nacionales (publicada 8-06-2012)

ARTÍCULO 84 BIS. "La Comisión", con el concurso de los organismos de cuenca, deberá promover entre la población, autoridades y medios de comunicación, la cultura del agua acorde con la realidad del país y sus regiones hidrológicas, para lo cual deberá:

- I. Coordinarse con las Autoridades Educativas en los órdenes federal y estatales para incorporar en los programas de estudio de todos los niveles educativos los conceptos de cultura del agua, en particular, sobre disponibilidad del recurso; su valor económico, social y ambiental; uso eficiente; necesidades y ventajas del tratamiento y reúso de las aguas residuales; la conservación del agua y su entorno; el pago por la prestación de servicios de agua en los medios rural y urbano y de derechos por extracción, descarga y servicios ambientales;
- II. Instrumentar campañas permanentes de difusión sobre la cultura del agua;
- III. Informar a la población sobre la escasez del agua, los costos de proveerla y su valor económico, social y ambiental; y fortalecer la cultura del pago por el servicio de agua, alcantarillado y tratamiento;

- IV. Proporcionar información sobre efectos adversos de la contaminación, así como la necesidad y ventajas de tratar y reusar las aguas residuales;
- V. Fomentar el uso racional y conservación del agua como tema de seguridad nacional, y alentar el empleo de procedimientos y tecnologías orientadas al uso eficiente y conservación del agua, y
- VI. Fomentar el interés de la sociedad en sus distintas organizaciones ciudadanas o no gubernamentales, colegios de profesionales, órganos académicos y organizaciones de usuarios, para participar en la toma de decisiones, asunción de compromisos y responsabilidades en la ejecución, financiamiento, seguimiento y evaluación de actividades diversas en la gestión de los recursos hídricos.

Instrumentos de política hídrica vigente

Ley de Aguas Nacionales:

ARTÍCULO 5. Para el cumplimiento y aplicación de esta Ley, el Ejecutivo Federal:

I. Promoverá la coordinación de acciones con los gobiernos de los estados y de los municipios, sin afectar sus facultades en la materia y en el ámbito de sus correspondientes atribuciones. La coordinación de la planeación, realización y administración de las acciones de gestión de los recursos hídricos por cuenca hidrológica o por región hidrológica será a través de los consejos de cuenca, en cuyo seno convergen los tres órdenes de gobierno, y participan y asumen compromisos los usuarios, los particulares y las organizaciones de la sociedad, conforme a las disposiciones contenidas en esta Ley y sus reglamentos; contempla un capítulo sobre cultura del agua y mandata a la CONAGUA con el concurso de los organismos de cuenca, a promover entre la población, autoridades y medios de comunicación, la cultura del agua acorde con la realidad del país y sus regiones hidrológicas.

ARTÍCULO 7 BIS. Se declara de interés público:

I. La cuenca conjuntamente con los acuíferos como la unidad territorial básica para la gestión integrada de los recursos hídricos;

II. La descentralización y mejoramiento de la gestión de los recursos hídricos por cuenca hidrológica, a través de organismos de cuenca de índole gubernamental y de consejos de cuenca de composición mixta, con participación de los tres órdenes de gobierno, de los usuarios del agua y de las organizaciones de la sociedad en la toma de decisiones y asunción de compromisos

V. La atención prioritaria de la problemática hídrica en las localidades, acuíferos, cuencas hidrológicas y regiones hidrológicas con escasez del recurso.

ARTÍCULO 13. "La Comisión", previo acuerdo de su Consejo Técnico, establecerá consejos de cuenca, órganos colegiados de integración mixta, conforme a la fracción XV del Artículo 3 de esta Ley. La coordinación, concertación, apoyo, consulta y asesoría referidas en la mencionada fracción están orientadas a formular y ejecutar programas y acciones para la mejor administración de las aguas, el desarrollo de la infraestructura hidráulica y de los servicios respectivos y la preservación de los recursos de la cuenca, así como las demás que se establecen en este Capítulo y en los Reglamentos respectivos. Los consejos de cuenca no están subordinados a "la Comisión" o a los organismos de cuenca.

Los consejos de cuenca considerarán la pluralidad de intereses, demandas y necesidades en la cuenca o cuencas hidrológicas que correspondan.

ARTÍCULO 14 BIS 6. Son instrumentos básicos de la política hídrica nacional:

V. La participación de las organizaciones de la sociedad y de los usuarios, y su corresponsabilidad en el desarrollo de actividades específicas.

ARTÍCULO 15. La planificación hídrica es de carácter obligatorio para la gestión integrada de los recursos hídricos, la conservación de recursos naturales, ecosistemas vitales y el medio ambiente. La formulación, implantación y evaluación de la planificación y programación hídrica comprenderá:

III. Los subprogramas específicos, regionales, de cuencas hidrológicas, acuíferas, estatales y sectoriales que permitan atender problemas de escasez o contaminación del agua, ordenar el manejo de cuencas y acuíferos.

IV. Programas especiales o de emergencia que instrumente "la Comisión" o los organismos de cuenca para la atención de problemas y situaciones especiales en que se encuentre en riesgo la seguridad de las personas o sus bienes.

Pacto por México 2013

Desarrollo sustentable

El cambio climático es un reto global que se debe enfrentar con responsabilidad y realismo. Es necesaria una nueva cultura y compromiso ambiental que modifique nuestro estilo de vida, la forma en que se produce, consume e incluso se desecha.

Para lograrlo, se realizarán las siguientes acciones:

- Transitar hacia una economía baja en carbono.

Para reducir nuestra dependencia de los combustibles fósiles, se impulsará la inversión para la investigación y el desarrollo de proyectos de energías a partir de fuentes renovables, como la energía solar y la eólica. (Compromiso 49)

- Replantear el manejo hídrico del país.

El agua es un recurso estratégico en todo el mundo, México no es la excepción. Su futuro depende de su manejo inteligente y sustentable.

El agua de lluvia debe ser un recurso, no una amenaza. Por ello, se creará un programa para el impulso de la infraestructura para la captación y el almacenamiento del agua pluvial. Así mismo, se concluirán las obras de control de inundaciones en diversos estados del país. (Compromiso 50)

Se incrementarán las coberturas de agua, drenaje y tratamiento. Se llevará a cabo la revisión y rehabilitación de 115 presas con alto riesgo, se inspeccionarán 5 mil kilómetros de bordos y se realizarán las acciones correctivas correspondientes. (Compromiso 51)

Se atenderán de manera prioritaria y oportuna las sequías que afectan el norte centro del país. Se impulsará el agua de mar como fuente de abastecimiento con plantas desalinizadoras. Para llevar a cabo todo lo anterior se impulsará la aprobación de la nueva Ley de Agua Potable y Saneamiento y reformar la Ley de Aguas Nacionales. (Compromiso 52)

- Mejorar la gestión de residuos.

Se creará un programa para aumentar la infraestructura para recolectar, separar, reciclar y aprovechar el potencial de los residuos en todo el país. (Compromiso 53).

Plan Nacional de Desarrollo 2013-2018

OBJETIVO 1.6. Salvaguardar a la población, a sus bienes y a su entorno ante un desastre de origen natural o humano.

Estrategia 1.6.1. Política estratégica para la prevención de desastres.

Líneas de acción

- Promover y consolidar la elaboración de un atlas nacional de riesgos a nivel federal, estatal y municipal, asegurando su homogeneidad.
- Impulsar la Gestión Integral del Riesgo como una política integral en los tres órdenes de gobierno, con la participación de los sectores privado y social.
- Fomentar la cultura de protección civil y la autoprotección
- Fortalecer los instrumentos financieros de gestión del riesgo, privilegiando la prevención y fortaleciendo la atención y reconstrucción en casos de emergencia y desastres.
- Promover los estudios y mecanismos tendientes a la transferencia de riesgos.
- Fomentar, desarrollar y promover Normas Oficiales Mexicanas para la consolidación del Sistema Nacional de Protección Civil.
- Promover el fortalecimiento de las normas existentes en materia de asentamientos humanos en zonas de riesgo, para prevenir la ocurrencia de daños tanto humanos como materiales evitables.

Estrategia 1.6.2. Gestión de emergencias y atención eficaz de desastres.

Líneas de acción

- Fortalecer la capacidad logística y de operación del Sistema Nacional de Protección Civil en la atención de emergencias y desastres naturales.
- Fortalecer las capacidades de las Fuerzas Armadas para proporcionar apoyo a la población civil en casos de desastres naturales.
- Coordinar los esfuerzos del Gobiernos Federal, Estatal y Municipal en el caso de emergencias y desastres naturales.

OBJETIVO 4.4. Impulsar y orientar un crecimiento verde incluyente y facilitador que preserve nuestro patrimonio natural al mismo tiempo que genere riqueza, competitividad y empleo.

Estrategia 4.4.1. Implementar una política integral de desarrollo que vincule la sustentabilidad ambiental con costos y beneficios para la sociedad.

Líneas de acción

- Alinear y coordinar programas federales, e inducir a los estatales y municipales para facilitar un crecimiento verde incluyente con un enfoque transversal.
- Actualizar y alinear la legislación ambiental para lograr una eficaz regulación de las acciones que contribuyen a la preservación y restauración del medio ambiente y los recursos naturales.
- Promover el uso y consumo de productos amigables con el medio ambiente y de tecnologías limpias, eficientes y de bajo carbono.

- Establecer una política fiscal que fomente la rentabilidad y competitividad ambiental de nuestros productos y servicios.
- Promover esquemas de financiamiento e inversiones de diversas fuentes que multipliquen los recursos para la protección ambiental y de recursos naturales.
- Impulsar la planeación integral del territorio, considerando el ordenamiento ecológico y el ordenamiento territorial para lograr un desarrollo regional y urbano sustentable.
- Impulsar una política en mares y costas que promueva oportunidades económicas, fomente la competitividad, la coordinación y enfrente los efectos del cambio climático protegiendo los bienes y servicios ambientales.
- Orientar y fortalecer los sistemas de información para monitorear y evaluar el desempeño de la política ambiental.
- Colaborar con organizaciones de la sociedad civil en materia de ordenamiento ecológico, desarrollo económico y aprovechamiento sustentable de los recursos naturales.

Estrategia 4.4.2. Implementar un manejo sustentable del agua, haciendo posible que todos los mexicanos tengan acceso a ese recurso.

Líneas de acción

- Asegurar agua suficiente y de calidad adecuada para garantizar el consumo humano y la seguridad alimentaria.
- Ordenar el uso y aprovechamiento del agua en cuencas y acuíferos afectados por déficit y sobreexplotación, propiciando la sustentabilidad sin limitar el desarrollo.
- Incrementar la cobertura y mejorar la calidad de los servicios de agua potable, alcantarillado y saneamiento.
- Sanear las aguas residuales con un enfoque integral de cuenca que incorpore a los ecosistemas costeros y marinos.
- Fortalecer el desarrollo y la capacidad técnica y financiera de los Organismos Operadores (OOs) para la prestación de mejores servicios.
- Fortalecer el marco jurídico para el sector de agua potable, alcantarillado y saneamiento.
- Reducir los riesgos de fenómenos meteorológicos e hidrometeorológicos por inundaciones y atender sus efectos.
- Rehabilitar y ampliar la infraestructura hidroagrícola.

Estrategia 4.4.3. Fortalecer la política nacional de cambio climático y cuidado al medio ambiente para transitar hacia una economía competitiva, sustentable, resistente y de bajo carbono.

Líneas de acción

- Ampliar la cobertura de infraestructura y programas ambientales que protejan la salud pública y garanticen la conservación de los ecosistemas y recursos naturales.
- Desarrollar las instituciones e instrumentos de política del Sistema Nacional de Cambio Climático.
- Acelerar el tránsito hacia un desarrollo bajo en carbono en los sectores productivos primarios, industriales y de la construcción, así como en los servicios urbanos, turísticos y de transporte.
- Promover el uso de sistemas y tecnologías avanzados, de alta eficiencia energética y de baja o nula generación de contaminantes o compuestos de efecto invernadero.
- Impulsar y fortalecer la cooperación regional e internacional en materia de cambio climático, biodiversidad y medio ambiente.
- Lograr un manejo integral de residuos sólidos, de manejo especial y peligroso, que incluya el aprovechamiento de los materiales que resulten y minimicen los riesgos a la población y al medio ambiente.
- Realizar investigación científica y tecnológica, generar información y desarrollar sistemas de información para diseñar políticas ambientales y de mitigación y adaptación al cambio climático.
- Lograr el ordenamiento ecológico del territorio en las regiones y circunscripciones políticas prioritarias y estratégicas, en especial en las zonas de mayor vulnerabilidad climática.
- Continuar con la incorporación de criterios de sustentabilidad y educación ambiental en el Sistema Educativo Nacional, y fortalecer la formación ambiental en sectores estratégicos.
- Contribuir a mejorar la calidad del aire, y reducir emisiones de compuestos de efecto invernadero mediante combustibles más eficientes, programas de movilidad sustentable y la eliminación de los apoyos ineficientes a los usuarios de los combustibles fósiles.
- Lograr un mejor monitoreo de la calidad del aire mediante una mayor calidad de los sistemas de monitoreo existentes y una mejor cobertura de ciudades.

Estrategia 4.4.4. Proteger el patrimonio natural.

Líneas de acción

- Promover la generación de recursos y beneficios a través de la conservación, restauración y aprovechamiento del patrimonio natural, con instrumentos económicos, financieros y de política pública innovadores.
- Impulsar e incentivar la incorporación de superficies con aprovechamiento forestal, maderable y no maderable.
- Promover el consumo de bienes y servicios ambientales, aprovechando los esquemas de certificación y generando la demanda para ellos, tanto a nivel gubernamental como de la población en general. Fortalecer el capital social y las capacidades de gestión de ejidos y comunidades en zonas forestales y de alto valor para la conservación de la biodiversidad.

- Incrementar la superficie del territorio nacional bajo modalidades de conservación, buenas prácticas productivas y manejo regulado del patrimonio natural.
- Focalizar los programas de conservación de la biodiversidad y aprovechamiento sustentable de los recursos naturales, para generar beneficios en comunidades con población de alta vulnerabilidad social y ambiental.
- Promover el conocimiento y la conservación de la biodiversidad, así como fomentar el trato humano a los animales.
- Fortalecer los mecanismos e instrumentos para prevenir y controlar los incendios forestales.
- Mejorar los esquemas e instrumentos de reforestación, así como sus indicadores para lograr una mayor supervivencia de plantas.
- Recuperar los ecosistemas y zonas deterioradas para mejorar la calidad del ambiente y la provisión de servicios ambientales de los ecosistemas.

OBJETIVO 4.10. Construir un sector agropecuario y pesquero productivo que garantice la seguridad alimentaria del país.

Estrategia 4.10.1. Impulsar la productividad en el sector agroalimentario mediante la inversión en el desarrollo de capital físico, humano y tecnológico.

Líneas de acción

- Orientar la investigación y desarrollo tecnológico hacia la generación de innovaciones que aplicadas al sector agroalimentario eleven la productividad y competitividad.
- Desarrollar las capacidades productivas con visión empresarial.
- Impulsar la capitalización de las unidades productivas, la modernización de la infraestructura y el equipamiento agroindustrial y pesquero.
- Fomentar el financiamiento oportuno y competitivo.
- Impulsar una política comercial con enfoque de agronegocios y la planeación del balance de demanda y oferta, para garantizar un abasto oportuno, a precios competitivos, coadyuvando a la seguridad alimentaria.
- Apoyar la producción y el ingreso de los campesinos y pequeños productores agropecuarios y pesqueros de las zonas rurales más pobres, generando alternativas para que se incorporen a la economía de manera más productiva.
- Fomentar la productividad en el sector agroalimentario, con un énfasis en proyectos productivos sostenibles, el desarrollo de capacidades técnicas, productivas y comerciales, así como la integración de circuitos locales de producción, comercialización, inversión, financiamiento y ahorro.

- Impulsar la competitividad logística para minimizar las pérdidas poscosecha de alimentos durante el almacenamiento y transporte.
- Promover el desarrollo de las capacidades productivas y creativas de jóvenes, mujeres y pequeños productores.

Estrategia 4.10.2. Impulsar modelos de asociación que generen economías de escala y mayor valor agregado de los productores del sector agroalimentario.

Líneas de acción

- Promover el desarrollo de conglomerados productivos y comerciales (clústeres de agronegocios) que articulen a los pequeños productores con empresas integradoras, así como de agroparques.
- Instrumentar nuevos modelos de agronegocios que generen valor agregado a lo largo de la cadena productiva y mejoren el ingreso de los productores.
- Impulsar, en coordinación con los diversos órdenes de gobierno, proyectos productivos, rentables y de impacto regional.

Estrategia 4.10.3. Promover mayor certidumbre en la actividad agroalimentaria mediante mecanismos de administración de riesgos.

Líneas de acción

- Diseñar y establecer un mecanismo integral de aseguramiento frente a los riesgos climáticos y de mercado, que comprenda los diferentes eslabones de la cadena de valor, desde la producción hasta la comercialización, fomentando la inclusión financiera y la gestión eficiente de riesgos.
- Priorizar y fortalecer la sanidad e inocuidad agroalimentaria para proteger la salud de la población, así como la calidad de los productos para elevar la competitividad del sector.

Estrategia 4.10.4. Impulsar el aprovechamiento sustentable de los recursos naturales del país.

Líneas de acción

- Promover la tecnificación del riego y optimizar el uso del agua.
- Impulsar prácticas sustentables en las actividades agrícola, pecuaria, pesquera y acuícola.
- Establecer instrumentos para rescatar, preservar y potenciar los recursos genéticos.
- Aprovechar el desarrollo de la biotecnología, cuidando el medio ambiente y la salud humana.

Estrategia 4.10.5. Modernizar el marco normativo e institucional para impulsar un sector agroalimentario productivo y competitivo.

Líneas de acción

- Realizar una reingeniería organizacional y operativa.
- Reorientar los programas para transitar de los subsidios ineficientes a los incentivos a la productividad y a la inversión.
- Desregular, reorientar y simplificar el marco normativo del sector agroalimentario.
- Fortalecer la coordinación interinstitucional para construir un nuevo rostro del campo.

Apéndice K.

Marco Físico

Diciembre del 2014

www.conagua.gob.mx

Marco Físico

Fisiografía.

Con el propósito de la caracterización de la cuenca se ha definido, la parte alta con elevaciones mayores a 2000 metros sobre el nivel del mar, la parte media corresponde a una elevación desde 100 a 2000 metros sobre el nivel del mar y la parte baja desde 0 a 1700 metros sobre el nivel el mar y también tomando en cuenta la posición geográfica del municipio. La distribución de la cuenca por municipio y elevación se muestra en la Tabla K-1.

Tabla K. 1. Distribución de los municipios en la cuenca de los Ríos Presidio al San Pedro.

Municipio	Elevación msnm
-----------	----------------

Cuenca Alta	
Nuevo Ideal, Durango	1 800 y 3 300
Canatlán, Durango	1 900 y 3 300
Pánuco de Coronado, Durango	1 800 y 3 100
Guadalupe Victoria, Durango	1 800 y 3 000
Poanas, Durango	800 y 2 700
Vicente Guerrero, Durango	800 y 2 800
Sombrerete, Zacatecas	1 900 y 3 000
Chalchihuites, Zacatecas	1 900 y 3 000
Durango, Durango	1 100 y 3 200
Nombre de Dios, Durango	1 500 y 2 700
Súchil, Durango	1 400 y 3 100
Pueblo Nuevo, Durango	100 y 3 400
Mezquital, Durango	200 y 3 200
Cuenca Media	
Concordia, Sinaloa	10 y 2 200
Huajicori, Nayarit	100 y 2 100
Acaponeta, Nayarit	0 y 1 900
Cuenca Baja	
Mazatlán, Sinaloa	0 y 2 500
Rosario, Sinaloa	0 y 2 100
Escuinapa, Sinaloa	0 y 1 000
Ruíz, Nayarit	0 y 1 700
Santiago Ixcuintla, Nayarit	0 y 800
Rosamorada, Nayarit	0 y 1 300
Tuxpan, Nayarit	0 y 400
Tecuala, Nayarit	0 y 400

Fuente: Prontuario de Información Geográfica Municipal de los Estados Unidos Mexicanos, INEGI, 2009.

De acuerdo con la clasificación de las provincias fisiográficas de la República Mexicana hecha por INEGI (2010), la cuenca está dividida en tres provincias fisiográficas; las zonas montañosas en la cuenca alta, principalmente en Durango y Zacatecas, que comprende las provincias fisiográficas de la Sierra Madre Occidental y la Mesa del Centro donde se genera la escurrimiento y la recarga de los acuíferos y la provincia fisiográfica de la Llanura Costera del Pacífico que es una zona de planicie en Nayarit y Sinaloa. (Figura K-1).

borde occidental, de tal manera que solamente las cimas y picos de las cordilleras sobresalen como cerros aislados. Estas se localizan entre las altas mesetas riolíticas y la planicie costera, son montañas sepultadas parcialmente y adquieren hacia al oriente elevaciones del orden de 150 metros. Las rocas de esta franja son jóvenes, ya que es fácil reconocer sobre las lavas los centros de los focos de erupción y sus formas bien conservadas.

Provincia de la llanura costera del estado de Sinaloa

Ésta comprendida en las subprovincias de deltas y costas de Sinaloa, de la provincia fisiográfica cordilleras sepultadas; comprende prácticamente la mayor parte de la zona de los acuíferos en la parte baja de la cuenca. La fisiografía de la Llanura Costera, está caracterizada por abanicos aluviales, antiguos valles fluvio-deltaicos, pequeñas colinas constituidas por rocas pre-deltaicas, deltas actuales, estuarios, complejos lagunares, cauces de ríos y arroyos, rías, depósitos eólicos y marinos, las cuales pueden ser clasificadas como unidades fisiográficas en cuanto al ambiente de formación como: continentales, fluviales, mixtas o de transición, eólicas y marinas.

Geomorfología.

En la cuenca del Río Presidio se distinguen las siguientes unidades geomorfológicas: lomeríos, sierras, mesetas, abanicos aluviales, cauces fluviales, valles deltaicos, lagunas litorales, bermás, manglares, dunas y playas. Las rocas ígneas se dividen en intrusivas y extrusivas. Las primeras consisten en granitos y granodioritas que forman parte de un batolítico regional cuya edad radiométrica fluctúa entre 40 y 100 millones de años.

En la zona de planicie, el Río Presidio ha depositado materiales deltaicos, formando numerosos meandros que hacia la desembocadura de los mismos han sido divagantes, dejando huellas de antiguos cauces, que en muchos casos han sido rehabilitados como drenes agrícolas. Estos cauces por lo general tienen la forma típica de “u” por lo que se considera a la planicie en etapa de madurez avanzada. En la zona de transición con la Sierra Madre Occidental, la planicie costera presenta una topografía de lomeríos aislados de más de 50 metros de altura, que disminuyen gradualmente a los 10 metros en promedio, hasta volverse semiplana, en dirección con la línea de costa. Los rasgos montañosos se inician a la altura de las poblaciones de Siqueros y Cofradía, y al sureste de la ciudad de Mazatlán, donde se observan elevaciones hasta de 250 metros en promedio, las cuales aumentan paulatinamente hacia el oriente con relieves más accidentados. Los valles son estrechos en forma de “v” y las corrientes poseen gradientes considerables, por lo que se considera que se encuentran en una etapa juvenil.

Las rocas que afloran en el Valle de Canatlán, en su mayor extensión corresponden principalmente a rocas ígneas, son: riolitas, tobas y basaltos, las que se manifiestan formando derrames y en menor grado volcanes, que están constituyendo las sierras y cerros; en menor extensión forman las planicies y límites del valle, las rocas sedimentarias continentales, que se han originado de la desintegración de las rocas que forman las partes

altas de las sierras y cerros. Las rocas sedimentarias están constituyendo los depósitos fluviales, abanicos aluviales, pie de monte, suelos aluviales y lacustres.

Geología Estructural y Tectónica.

En el Valle de Santiaguillo las rocas y materiales de relleno pertenecen a la Era Cenozoica, ubicándose dentro de los sistemas Terciarios y Cuaternarios y en particular generados entre las series Mioceno a Reciente (CNA, 2002a).

La situación geográfica y las características geológicas favorecen la observación de los principales rasgos estructurales de la secuencia de rocas existentes en la región. Donde las rocas más antiguas se encuentran cubiertas, no es difícil hacer inferencias estructurales o continuar la cartografía de estructuras involucradas.

Los rasgos estructurales son claramente observables en rocas Precámbricas, Paleozoicas y mesozoicas, disminuyendo su intensidad en relación inversa a su edad, es decir se puede observar que los efectos de los esfuerzos compresionales en las rocas desde el Precámbrico hasta el Mesozoico tardío o Cenozoico temprano, disminuyeron rápidamente en intensidad hacia edades menores.

Los movimientos tectónicos tensionales en ocasiones fueron bastante fuertes, pues eventualmente la unidad paleozoica sedimentaria, aflora por levantamientos y posterior erosión, la región debió sufrir ascensos diferenciales, como contracciones por enfriamiento en función del paquete de rocas intrusionadas. Estas últimas debieron ser responsables de la falta de control estructural que se observa a menudo, así como de hundimientos sucesivos, en ocasiones escalonados, que afectaron a gran parte de la secuencia terciaria (SPIC, 2010).

Climatología.

Introducción.

El clima en el territorio del Consejo de Cuenca es diverso. En la parte alta del territorio del Consejo de Cuenca, prevalece un clima Semihumedo, templado que se vuelve templado y semiseco en el lado oriente de la sierra con una precipitación media anual de 338 milímetros por año a 1478 milímetros por año, donde la temperatura media mensual varían entre 1.7° grados centígrados y 28.5° grados centígrados

En la cuenca alta en Zacatecas el rango de la Precipitación Media Anual (PMA) es de 452 milímetros por año a 463 milímetros por año. Las temperaturas medias mensuales varían entre 8.6° grados centígrados y 25.2° grados centígrados.

Mientras en la parte media en Nayarit, el clima cálido subhúmedo con lluvias en verano, Las temperaturas medias mensuales varían entre 16° grados centígrados y 35° grados centígrados y con una precipitación máxima de 2510 mm por año.

En la parte media/baja en Sinaloa predomina un clima tropical lluvioso con una diferencia de temperatura en la cuenca entre los meses más fríos y más calientes de 22° grados centígrados y con una precipitación máxima de 1 480 milímetros al año,.

La cuenca baja se ubica en la zona intertropical y se encuentra sujeta a la ocurrencia de ciclones tropicales, los que se pueden presentar entre los meses de junio a octubre de cada año afectando a Sinaloa y Nayarit. En promedio los ciclones se presentan con una frecuencia de cada 5.3 años, mientras que en el estado de Nayarit tienen un periodo de recurrencia de cerca de 24 años (CNA 2002 a-1).

La gran variabilidad del clima se puede observar en los registros de las estaciones meteorológicas en la cuenca, ordenadas por estado y municipio desde la cuenca alta hacia la cuenca baja, que se muestran en la Tabla K-2.

Tabla K. 2. Normales climáticas 1951-2010 en la cuenca de los Ríos Presidio al San Pedro.

Estación	Municipio	Altura msnm	Temp. Máx normal °C	Temp. Media normal °C	Temp min normal °C	Precipitación Normal Anual (mm)	Evaporación Total Anual (mm)
DURANGO							
La Peña ¹	Pueblo Nuevo	2756.0	17.4	10.0	2.5	1290	
Las Bayas	Durango	2643.0	20.2	11.1	2.1	1040.1	
La Ciudad	Pueblo Nuevo	2570.0	18.0	10.0	2.1	1489.9	1326.9
El Salto	Pueblo Nuevo	2560.0	20.7	10.5	0.4	947.8	
Colonia Ignacio Zaragoza	Durango	2240.0	23.4	14.7	6.0	542.5	1813.8
	Panuco de						
Panuco de Coronado	Coronado	2134.0	24.2	16.2	8.3	547.4	1803.9
Tejamen	Canatlán	2100.0	26.0	16.7	7.5	690.6	
Narciso Mendoza	Poanas	2063.0	26.1	17.0	8.0	491.8	1991.1
San Bartolo	Canatlán	2000.0	26.8	16.9	6.9	339.1	2299.2
Guadalupe Victoria	Guadalupe Victoria	2000.0	25.0	16.5	7.9	497.3	2139.0
Guatimape	Nuevo Ideal	1974.0	29.2	17.7	6.3	444.9	
Canatlán	Canatlán	1960.0	25.5	17.5	9.5	523.5	
Ignacio Allende	Guadalupe Victoria	1960.0	25.5	17.0	8.5	490.0	
Vicente Guerrero	Vicente Guerrero	1950.0	26.2	16.9	7.5	514.1	1927.1
Presa Santa Elena	Súchil	1913.0	24.1	16.3	8.6	479.5	2295.4
Durango	Durango	1900.0	25.3	16.8	8.2	432.1	

Peña del Aguila	Durango	1890.0	25.4	16.8	8.3	553.0	2377.6
El Saltito	Nombre de Dios	1847.0	27.2	17.8	8.5	493.1	2309.0
Insurgentes J. Hernandez	Súchil						
Mezquital	Mezquital						
ZACATECAS							
Puerto San Francisco	Sombrerete	2331.0	23.7	16.0	8.2	467.7	
Chalchihuites	Chalchihuites	2313.0	24.5	16.8	9.2	570.3	2093.7
Colonia Gonzales Ortega	Sombrerete	2195.0	25.1	17.0	8.8	472.8	2024.3
NAYARIT							
San Juan Peyotan ²	Del Nayar	639.0	35.2	25.1	14.9	841.3	1963.3
Despeñadero	Del Nayar	315.0	33.7	26.7	19.8	846.5	2409.9
Cucharas	Huajicori	134.0	34.5	25.9	17.2	1291.2	1767.4
Puerta de Platanares	Ruiz	123.0	32.7	25.3	17.9	2303.3	1291.7
Pajaritos	Acaponeta	76.0	32.6	25.2	17.9	1343.4	1901.5
Huajicori	Huajicori	72.0	34.3	26.4	18.4	1367.9	1645.5
Rosamorada	Rosamorada	30.0	33.2	25.7	18.2	1351.7	1706.5
San Pedro	Ruiz	29.0	32.3	25.7	19.1	1496.0	1903.0
Acaponeta	Acaponeta	24.0	33.3	25.9	18.5	1329.0	1895.6
Santiago Ixcuintla	Santiago Ixcuintla	20.0	33.4	26.9	20.3	1324.7	1724.3
Tecuala	Tecuala	10.0	32.4	25.1	17.8	1005.9	1569.7

Palmar de Cuautla	Santiago Ixcuintla	5.0	31.0	25.7	20.4	1030.1	1665.9
Mixtaltitlal	Santiago Ixcuintla	4.0	32.4	26.3	20.1	1160.4	1465.6
SINALOA							
El Palmito	Concordia	2320.0	21.7	16.6	11.4	1233.7	1329.4
Plomosas	Rosario	962.0	28.6	22.1	15.6	1480.1	
Panuco	Concordia	690.0	29.4	23.7	18.0	1486.3	
Concordia	Concordia	140.0	31.9	24.5	17.0	837.2	1507.7
El Quelite ²	Mazatlán	49.0	33.3	25.1	16.9	681.6	1560.8
Siqueiros ³	Mazatlán	40.0	33.8	25.9	17.8	737.0	1712.2
Rosario ³	Rosario	32.0	32.7	25.6	18.5	909.9	1759.0
La Concha ⁴	Escuinapa	16.0	32.9	25.9	18.7	1072.7	1805.9

Nota: ¹ – datos a junio de 2014, ² – datos a agosto de 2014, ³ – datos a septiembre de 2014, ⁴ – datos a octubre de 2014

Fuente. Servicio Meteorológico Nacional 2013

Distribución temporal de variables climáticas en la cuenca.

A continuación se presenta la distribución espacial del clima en la cuenca con información obtenida del Servicio Meteorológico Nacional (SMN) para estas estaciones climatológicas, Figura K-2:

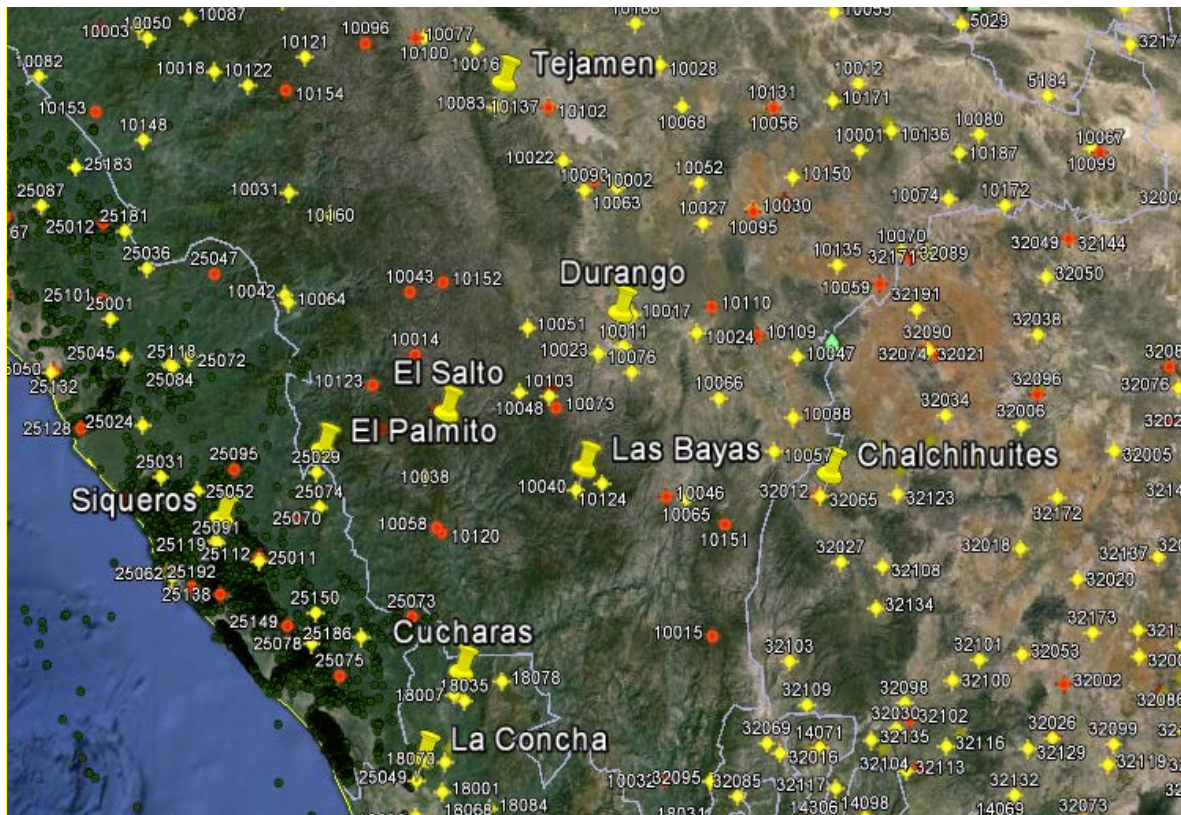


Figura K. 2. Ubicación de las Estaciones Climatológicas.

Tabla K. 3. Temperaturas medias mensuales en la parte alta del territorio del Consejo de Cuenca.

Clave	Estación	Municipio	Estado	Cuenca	Elevación MSNM	Temperatura media Normal. En (°C)	Mes	Temperatura media Min.(°C)	Mes
10083	Tejamen	Nuevo Ideal	Durango	Rio San Pedro	2100.00	22.1	JUN	11.8	DIC
32065	Chalchihuites	Chalchihuites	Zacatecas	Rio San Pedro	2313.00	16.51	JUN	6.77	ENE
10092	Durango	Durango	Durango	Rio San Pedro	1900.00	22.2	JUN	10.9	ENE
10093	El Salto	Pueblo Nuevo	Durango	Rio Acaponeta	2560.00	16.2	JUL	6.2	ENE
10040	Las Bayas	Durango	Durango	Rio San Pedro	2643.00	14.3	JUN	7.5	ENE
25029	El Palmito	Concordia	Sinaloa	Rio Baluarte	2320.00	19.3	JUN	13	ENE

Tabla K. 4. Temperaturas medias mensuales en la parte media del territorio del Consejo de Cuenca.

Clave	Estación	Municipio	Estado	Cuenca	Elevación MSNM	Temperatura media Máx. (°C)	Mes	Temperatura media Min.(°C)	Mes
18007	Cucharas	Huajicori	Nayarit	Rio Acaponeta	134	29.6	JUN	21.9	ENE

Tabla K. 5. Temperaturas medias mensuales en la parte baja del territorio del Consejo de Cuenca.

Clave	Estación	Municipio	Estado	Cuenca	Elevación MSNM	Temperatura media Máx. (°C)	Mes	Temperatura media Min.(°C)	Mes
25119	Siqueiros	Mazatlán	Sinaloa	Rio Presidio	40	26.88	JUN	16.05	ENE
25049	La Concha	Escuinapa	Sinaloa	Rio Acaponeta	16	27.67	JUN	18.26	ENE

Tabla K. 6. Precipitación media en la parte alta del territorio del Consejo de Cuenca.

Clave	Estación	Municipio	Estado	Cuenca	Elev, msnm	PMA, mm	PD L, días	Lluvia Acum			Comentarios
	Nombre							Mes es	Cant, mm	%PM A	
10083	Tejamen	Nuevo Ideal	Durango	Rio San Pedro	2100.0 0	690.60	71. 5	Jul a Sep	545. 6	79.00 %	Lluvia todos los meses, 66.2 mm en dic
32065	Chalchihui tes	Chalchihuit es	Zacateca s	Rio San Pedro	2313.0 0	570.30	61.5	Jul a Sep	451. 9	80.97 %	Lluvia todos los meses, 14.14 mm en dic
10092	Durango	Durango	Durango	Rio San Pedro	1900.0 0	432.10	58. 9	Jul a Sep	411.. 8	77.84 %	Lluvia todos los meses, 10.00 mm en dic
10093	El Salto	Pueblo Nuevo	Durango	Rio Acaponet a	2560.0 0	947.80	97	Jul a Sep	688. 7	73.44 %	Lluvia todos los meses, 29.6 mm en dic

10040	Las Bayas	Durango	Durango	Rio San Pedro	2643.0 0	1040.1 0	97. 7	Jun a Sep	772. 9	74.31 %	Lluvia todos los meses, 51.3 mm en Dic.
25029	El Palmito	Concordia	Sinaloa	Rio Baluarte	2320.0 0	1233.7	96. 4	Jun a Sep	886. 6	76.62 %	No llovió todo el año, 0 mm en Dic.

PMA = Precipitación Media Anual; PDL=Promedio de días con lluvia;

Lluvia Acumulada=Lluvia en los meses de mayor precipitación; %PMA=Porcentaje con respecto a PMA.

Tabla K. 7. Precipitación media en la parte media del territorio del Consejo de Cuenca.

Estación		Municipio	Estado	Cuenca	Elev, msnm	PMA, mm	PDL , días	Lluvia Acum			Comentar ios
Clave	Nombre							Meses	Cant, mm	%PM A	
18007	Cucharas	Huijicori	Nayarit	Rio Acaponeta	134.00	1291.20	64.7	Jun a Sep	1088	86.14 %	No llovió todo el año, 0 mm en Dic.

Tabla K. 8. Precipitación media en la parte baja del territorio del Consejo de Cuenca.

Estación		Municipio	Estado	Cuenca	Elev, msnm	PMA, mm	PDL, días	Lluvia Acum			Comentario s
Clave	Nombre							Meses	Cant, mm	%PM A	
25119	Siqueros	Mazatlán	Sinaloa	Rio Presidio	40	737.0	59. 5	Jun a Sep	548.8	77.84 %	Lluvia todos los meses, 14.56 mm en dic
25049	La Concha	Escuinapa	Sinaloa	Rio Acaponeta	16	1072.70	65. 2	Jun a Sep	916	85.44 %	Lluvia todos los meses,

20.74 mm en
dic

Tabla K. 9. Evaporación media anual en la parte alta del territorio del Consejo de Cuenca.

Estación		Municipio	Estado	Cuenca	Elev, msnm	Evaporación media anual (mm)
Clave	Nombre					
10083	Tejamen	Nuevo Ideal	Durango	Rio San Pedro	2100.00	2643.40
32065	Chalchihuites	Chalchihuites	Zacatecas	Rio San Pedro	2313.00	2093.70
10092	Durango	Durango	Durango	Rio San Pedro	1900.00	2643.40
10093	El Salto	Pueblo Nuevo	Durango	Rio Acaponeta	2560.00	N_D
10040	Las Bayas	Durango	Durango	Rio San Pedro	2643.00	N_D
25029	El Palmito	Concordia	Sinaloa	Rio Baluarte	2320.00	1329.40

Tabla K. 10. Evaporación media anual en la parte media del territorio del Consejo de Cuenca.

Estación		Municipio	Estado	Cuenca	Elev, msnm	Evaporación media anual (mm)
Clave	Nombre					
18007	Cucharas	Huajicori	Nayarit	Rio Acaponeta	134	1767.40

Tabla K. 11. Evaporación media anual en la parte baja del territorio del Consejo de Cuenca.

Estación		Municipio	Estado	Cuenca	Elev, msnm	Evaporación media anual (mm)
Clave	Nombre					
25119	Siqueros	Mazatlán	Sinaloa	Rio Presidio	40	1709.5
25049	La Concha	Escuinapa	Sinaloa	Rio Acaponeta	16	1800.9

Promedio climático de la cuenca del Río San Pedro

Precipitación Media Anual

La Precipitación Media Anual en la cuenca del Río San Pedro es 1,062.76 mm.

En cuanto a la distribución temporal de la precipitación, la principal época de lluvias ocurre en el verano, con concentraciones en los meses de julio, agosto y septiembre, y el estiaje se presenta de octubre a mayo.

Temperatura media anual.

La temperatura media anual en la cuenca del Río San Pedro es 21.98 °C.

Evaporación media anual

La evaporación media anual en la cuenca del Río San Pedro es 1962.22 mm (SPIC, 2010).

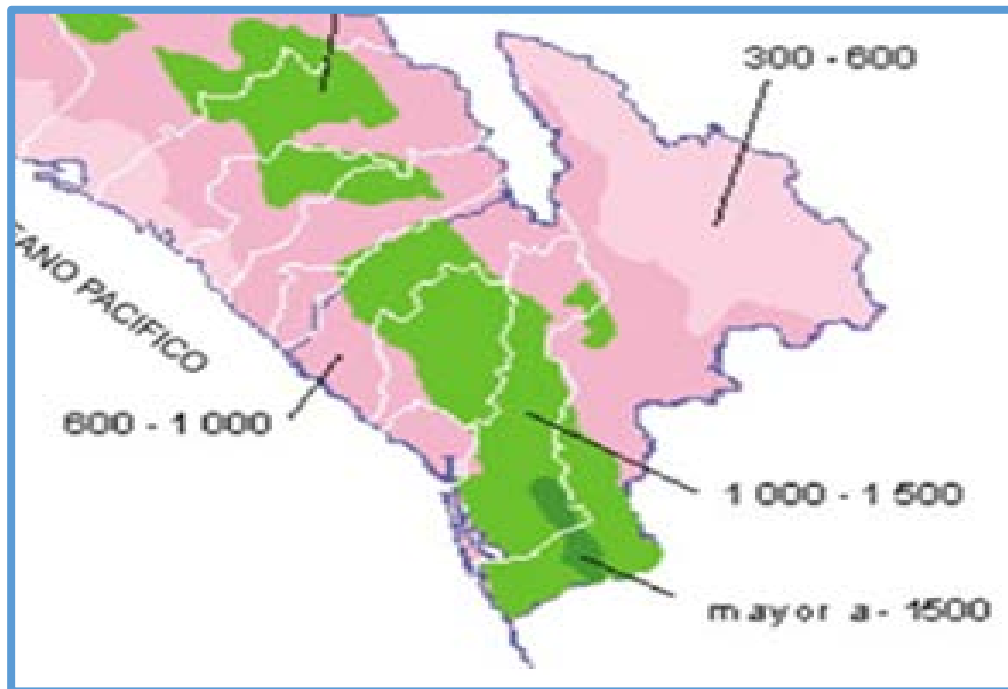


Figura K. 3. Precipitación media anual en la cuenca.

Promedio Climático de la cuenca del Río Presidio.

Precipitación Media Anual.

La precipitación promedio anual en la cuenca del Río Presidio es 738.7

En cuanto a la distribución temporal de la precipitación, se tienen dos regímenes de lluvias en la zona; Las lluvias de verano y las de invierno; las primeras son producidas por la temporada normal de lluvias y eventos hidroclimatológicos extremos, como los ciclones, los cuales se presentan con regularidad; generalmente estas lluvias se presentan en los meses de junio a octubre; las cuales suelen ser intensas y de corta duración, generando fuertes avenidas, que producen inundaciones en los pueblos establecidos en el valle.

Temperatura Media Anual.

La temperatura media anual en la cuenca es 25.9°C.

Evaporación Potencial Media Anual.

La evaporación media anual en la cuenca del Río Presidio es de 1704.10 mm, (SPIC, 2010).

Promedio Climático de la cuenca del Río Acaponeta.

Precipitación Media Anual

La precipitación promedio anual en la cuenca del Río Acaponeta es 1,285.27.

Los meses de julio, agosto y septiembre son los más lluviosos, en el resto del año, la lluvia es poco significativa, la temporada de lluvias se caracteriza por precipitaciones de gran intensidad y corta duración que generan escurrimientos torrenciales.

Temperatura Media Anual.

La Temperatura media anual en la Cuenca del Río Acaponeta es 25.93 C.

Evaporación Potencial Media Anual.

La precipitación media anual en la cuenca del Río Acaponeta es 1,792.77, (SPIC, 2010).

Promedio Climático de la cuenca del Río Baluarte.

Precipitación Media Anual.

La Precipitación media anual en la cuenca del Río Baluarte es 907.5. Los meses lluviosos son de junio a octubre, principalmente julio, agosto y septiembre. La influencia de los ciclones en la precipitación pluvial es importante, reflejándose este tipo de perturbaciones meteorológicas precisamente en los meses más lluviosos (CNA, 2010i).

Temperatura Media Anual

La temperatura media anual en la cuenca del Río Baluarte es 25.35 °C.

Evaporación Potencial Media Anual.

La evaporación media anual en la cuenca del Río Baluarte es 1757.5.

Promedio Climático de la cuenca del Río Cañas.

Precipitación Media Anual.

La precipitación media anual en la cuenca del Río Cañas es 1 024.6 mm. La distribución estacional muestra que durante la temporada de lluvias, que va de junio a septiembre, se concentra la mayor parte de la precipitación, alcanzando valores mensuales de hasta 295 mm.

Temperatura Media Anual.

La temperatura media anual en la cuenca del río Cañas 25.2°C.

Evaporación Potencial Media Anual.

La evaporación media anual en la cuenca del Río Cañas es 1786mm. (SPIC, 2008).

Principales Ecosistemas en la Cuenca de los Ríos Presidio al San Pedro.

En la Tabla K-12 se presenta un resumen de los principales ecosistemas del ámbito territorial del Consejo de Cuenca.. Los demás correspondientes a los municipios del estado de Durango tales como: Canatlán, Pánuco de Coronado, Guadalupe Victoria, Poanas, Vicente Guerrero, Durango, Nombre de Dios, Súchil, Pueblo Nuevo, Mezquital; en el estado de Zacatecas: Chalchihuites; en el estado de Nayarit: Acaponeta, Santiago Ixcuintla, Rosamorada, Tuxpan, Tecuala; y en el estado de Sinaloa: El Rosario y Escuinapa, se encuentran en la Tabla C-1 del Apéndice C.

Tabla K. 12. Principales ecosistemas en la cuenca de los Ríos Presido al San Pedro.

MUNICIPIO	PRINCIPALES ECOSISTEMAS
Cuenca Alta	
Nuevo Ideal, Durango	La flora predominante en la parte del valle está constituida por el huizache, sauz, manzano, perón, durazno, peral, rosál, eucalipto, pinavete, lila moral, trueno, olmo. En la zona boscosa, de manera preferente al noroeste de ésta, existen pinos, encinos y robles. En cuanto a la fauna destaca el oso, lobo, coyote, tigre y todo el animal doméstico.
Sombrerete, Zacatecas	El territorio del municipio de Sombrerete no es homogéneo en su fisiografía. Situado entre la Sierra Madre Occidental y la Mesa del Centro, el sistema de topofomas se compone con sierras, lomas en bajada y valles, y algunas partes valle con lomerío. El Parque Nacional Sierra de Órganos se creó mediante un decreto expedido el 27 de noviembre del año 2000, contando con un total de 1 125 hectáreas. La flora principal es el pastizal, con una ocupación territorial del 33.55 de la superficie municipal se usa para forraje animal. Le siguen el bosque, con pino piñonero, encino y roble, ocupa el 26.11 % de la superficie. El matorral, con gobernadora, nopal duraznillo y huizache y forrajes, ocupa el 2.84 de la superficie. El resto del territorio, el 37.50 % de la superficie, es de uso agrícola, se produce principalmente maíz, frijol, avena y trigo.

Concordia, Sinaloa	En las partes norte y oriente del municipio la flora que existen son: bosques de encino y pino. El resto del municipio, a excepción de las áreas agrícolas, está cubierto por vegetación representativa de la selva baja caducifolia. En lo que respecta a la fauna se encuentran: iguana, pato, jaguar, jabalí, venado cola blanca, puma y escorpión.
Huajicori, Nayarit	La flora existente son los bosques maderables de encino, pino y cedro, cubren una buena superficie del municipio, sobre todo en la región serrana, pero por lo accidentado del terreno no se puede tener acceso para su óptima explotación. Se cuenta con zonas de selva y pastizales, además de una fauna silvestre constituida por venados, pumas, tigrillos, jabalíes, lince, conejos, armadillos, tejones, palomas de collar, perdices y guajolotes silvestres.
Cuenca Baja	
Mazatlán, Sinaloa	La flora es abundante en la zona noroccidental-suroriental, donde existe selva baja caducifolia y algunos espacios en la parte más alta de la sierra de pino y encino, en la zona costera predomina la vegetación halófila y la fauna se compone de las siguientes especies: pato, tortuga, caguama, lagarto, cocodrilo, iguana, serpiente, jaguar, venado cola blanca, jabalí, escorpión y fauna marina.
Ruíz, Nayarit	Su flora es abundante y diversa. En sus bosques y selvas se encuentran especies como: el encino prieto, encino, tepehuaje, papelillo, guapinol, nanche, guamaras, huisache y capomo y su fauna está compuesta por animales silvestres como el venado, jabalí, tejón, armadillo, conejo, palomas rondacheras y reptiles.

Fuente: INEGI, 2010a y E-LOCAL, 2013.

Recursos naturales en la Cuenca de los Ríos Presidio al San Pedro

En la Tabla K-13 se presenta un resumen de los recursos de las características y uso del suelo en la cuenca. Los demás correspondientes a los municipios del estado de Durango tales como: Canatlán, Pánuco de Coronado, Guadalupe Victoria, Poanas, Vicente Guerrero, Durango, Nombre de Dios, Súchil, Pueblo Nuevo, Mezquital; en el estado de Zacatecas: Chalchihuites; en el estado de Nayarit: Acaponeta, Santiago Ixcuintla, Rosamorada, Tuxpan, Tecuala; y en el estado de Sinaloa: El Rosario y Escuinapa, se encuentran en la Tabla C-2 del Apéndice C.

Tabla K. 13. Recursos naturales en la cuenca de los Ríos Presidio al San Pedro.

MUNICIPIO	RECURSOS NATURALES
Cuenca Alta	

Nuevo Ideal, Durango	En un tiempo, la principal riqueza fue mineral, misma que se localizaba en Real de Tejamén y actualmente no se explota. Hoy, la principal riqueza es forestal, agrícola, y en menor medida ganadera en las especies: vacuna, lanar, caballo y bovino. Los tipos de suelo que existen son negros, grises y castaños.
Sombrerete, Zacatecas	Es uno de los municipios más ricos del estado en minerales, principalmente plata. Actualmente existen minas trabajando. En la década de 1940 se encontraron yacimientos de mercurio, los cuales se explotaron.
Cuenca Media	
Concordia, Sinaloa	Los metales sujetos a explotación son el oro, la plata y plomo. Potencialmente existen yacimientos de: cobre, zinc, molibdeno, aluminio, radio y estaño. El aprovechamiento de los minerales se lleva a cabo mediante cinco plantas de beneficio que emplea el proceso de flotación; estas se ubican en los poblados de: Chupaderos, Copala, Pánuco y el Coco. El conjunto de unidades alcanza una capacidad instalada de 1 120 toneladas por día.
Huajicori, Nayarit	El municipio es rico en minerales, de donde se extrae principalmente plomo, oro y plata. Actualmente, sólo se explotan yacimientos pequeños que, por falta de infraestructura para la exploración y explotación, no son suficientemente aprovechados.
Mazatlán, Sinaloa	De recursos minerales, se localizan yacimientos de oro, plata, cobre y zinc; además, rocas calcáreas para la elaboración de cal y cemento. En cuanto a recursos forestales, en la zona noroccidental-suroriental se localiza vegetación abundante donde existe selva baja caducifolia, pino y encino en la parte más alta de la sierra.
Ruíz, Nayarit	El municipio cuenta con diversos recursos naturales, entre los que destacan los forestales y minerales. Los primeros no se aprovechan adecuadamente por el difícil acceso a la sierra, en tanto que los segundos son explotados de dos minas que existen en la zona serrana; de las cuales el oro y la plata son los metales más extraídos.

Fuente: INEGI, 2010a y E-LOCAL, 2013.

Características y uso del suelo en la Cuenca de los Ríos Presidio al San Pedro

En la Tabla K-14 se presenta un resumen de las características y uso del suelo en la cuenca. Los demás correspondientes a los municipios del estado de Durango tales como: Canatlán, Pánuco de Coronado, Guadalupe Victoria, Poanas, Vicente Guerrero, Durango, Nombre de Dios, Súchil, Pueblo Nuevo, Mezquital; en el estado de Zacatecas: Chalchihuites; en el estado de Nayarit: Acajoneta, Santiago Ixcuintla, Rosamorada,

Tuxpan, Tecuala; y en el estado de Sinaloa: El Rosario y Escuinapa, se encuentran en la Tabla C-3 del Apéndice C.

Tabla K. 14. Características y uso del suelo en la cuenca de los Ríos Presido al San Pedro.

MUNICIPIO	CARACTERÍSTICAS Y USO DEL SUELO
Cuenca Alta	
Nuevo Ideal, Durango	La topografía de su terreno es más bien plana, con una pendiente muy ligera. Dentro del Municipio de Nuevo Ideal, se localiza El Valle de Guatimapé, siendo este una depresión estructural rodeada completamente por montañas. Al oriente la Sierra de Coneto; al poniente la Sierra de la Magdalena; y al norte la unión de ambas forma un valle cerrado. En un tiempo, la principal riqueza fue mineral, misma que se localizaba en Real de Tejaman y actualmente no se explota. Hoy, la principal riqueza es forestal, agrícola, y en menor medida ganadera en las especies: vacuna, lanar, caballar y bovina. Cuenta con extensiones de uso agrícola en un poco más del 34.9 por ciento del territorio; para bosque el 42.9 % y para pastizal el 16.1 % del territorio. El 54.2 % del territorio no es apto para la agricultura y el 24.9 % no es apto para uso pecuario. La zona urbana es 0.3 % del territorio.
Sombrerete, Zacatecas	La región proviene del Periodo Cuaternario, con casi el 50 %, y el periodo Terciario, con poco más del 40 % Su composición principal es de rocas ígneas extrusivas, ígneas intrusiva y sedimentaria. La mayor parte del territorio municipal es agrícola y se utiliza para las siembras de temporal y de riego. Cuenta con extensiones de uso agrícola en el 21 % del territorio; para bosque el 58.2 %, para pastizal el 18.3 % del territorio y para el matorral el 2.1 %. El 54 % del territorio no es apto para la agricultura y solo el 0.3 % no es apto para uso pecuario. La zona urbana es 0.3 % del territorio.

MUNICIPIO	CARACTERÍSTICAS Y USO DEL SUELO
Cuenca Media	
Concordia, Sinaloa	El desarrollo edáfico de los suelos que se presentan en el municipio fincan sus raíces en los ectadinamórficos o zonales, de los que se desprenden los Podzólicos, y los Lateríticos. Los primeros se presentan en colores negros o rojizos, siendo por su origen ácido y por su formación arenosa, razón por la cual su uso se destina para el pastoreo y la producción forestal. Por otra parte, los suelos Lateríticos son derivados de los suelos tipo Livisol; propios de las regiones tropicales lluviosas de climas con alternativa de humedad y sequía, siendo constituidos por depósitos de talud, arena, limo, arcilla y

grava, por lo cual su uso también es para el pastoreo y la producción forestal. Cuenta con extensiones de uso agrícola en el 12.7 % del territorio; para bosque el 38.5 % y para la selva el 47.8 % del territorio. El 69 % del territorio no es apto para la agricultura. La zona urbana es 0.16 % del territorio.

**Huajicori,
Nayarit**

Se practica la agricultura en el 1.17 % de la superficie municipal, destinándose a los cultivos básicos de maíz, frijol, jamaica y árboles frutales. Las zonas de pastizales que representan el 5.43 % de la superficie, son utilizadas para la ganadería, actividad importante en el municipio. Los bosques y las selvas cubren el 56 % y 36.8 % de la extensión municipal, respectivamente.

MUNICIPIO	CARACTERÍSTICAS Y USO DEL SUELO
Cuenca Baja	
Mazatlán, Sinaloa	El municipio está constituido fundamentalmente por terrenos pertenecientes a los Periodos Cenozoico y Mesozoico. El suelo lo forman en lo general rocas ígneas extrusivas intermedias y metamórficas, las unidades de suelo predominantes son: regosol, cambisol, litosol y feozem, la mayor parte de la superficie se destina a la agricultura de temporal y al agostadero de ganado. Cuenta con extensiones de uso agrícola en el 37 % del territorio; para bosque el 8.4 % y para la selva el 49.7 % del territorio. El 26.2 % del territorio no es apto para la agricultura y solo el 0.2 % no es apto para uso pecuario. La zona urbana es 2.7 % del territorio.
Ruíz, Nayarit	La zona serrana está constituida por terrenos de la Era Terciaria con roca o suelo ígneo extrusivo y sedimentario. Las zonas bajas fueron constituidas en la Era Cuaternaria, caracterizándose por suelo aluvial y residual. Cuenta con extensiones de uso agrícola y ganadero, así como bosque, selvas y suelos de otros usos. Cuenta con extensiones de uso agrícola en el 11.6 % del territorio; para bosque el 14 %, para pastizal el 10.1 % del territorio y para la selva el 62.2 %. El 74.6 % del territorio no es apto para la agricultura y solo el 1.9 % no es apto para uso pecuario. La zona urbana es 1.7 % del territorio.

Fuente: INEGI, 2010a y E-LOCAL, 2013.

Sistema Hidrológico.

Aguas Superficiales.

La región se subdivide en cinco cuencas hidrológicas principales, correspondientes a los Ríos: San Pedro (62.7 % de la cuenca), Presidio (12.7 % de la cuenca), Acaponeta (12 % de la cuenca), Baluarte (11.3 % de la cuenca) y Cañas (1.4 % de la cuenca), con una superficie de toda la cuenca cercana a los 52 334 kilómetros cuadrados (figura K-4). En la Tabla K-15 se presenta un resumen de las características de las principales cuencas hidrológicas, ordenadas de cuenca alta a cuenca baja Existen también otras corrientes de tipo secundario, así como otros arroyos de menor área de drenaje denominados grupos de corrientes que desembocan directamente al mar. (CONAGUA, 2009 y 2013f).

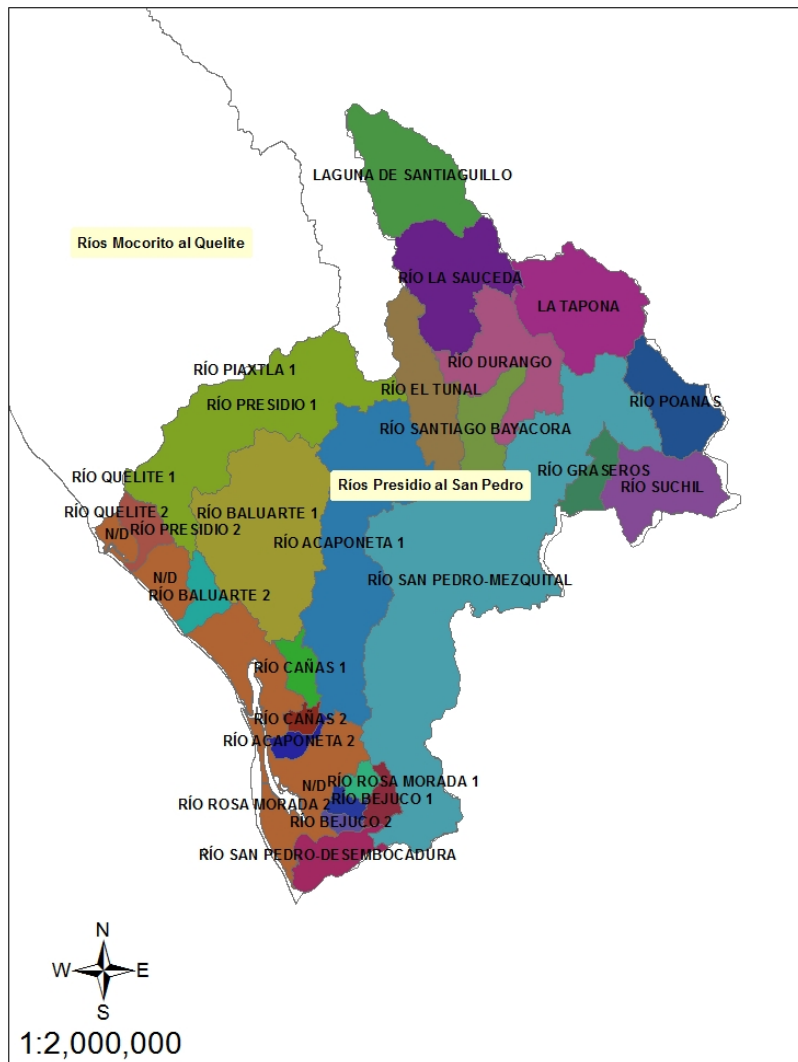


Figura K. 4. Cuencas hidrológicas de los Ríos Presidio al San Pedro

Tabla K. 15. Características de las Principales Cuencas hidrológicas

Cuenca	Volumen medio anual de escurrimiento sustentable (Mm3)	Disponibilidad (Mm3)	Clasificación
Río San Pedro	2616.64	2316.66	Disponibilidad

Río Presidio	1083.67	986.73	Disponibilidad
Río Acaponeta	1433.33	1405.67	Disponibilidad
Río Baluarte	1830.28	1793.3	Disponibilidad
Río Cañas	162.575	158.1	Disponibilidad
Total cuenca	7126.50	6660.46	

FUENTE: DOF, 2013

Río San Pedro.

La subregión hidrológica que comprende el Río San Pedro pertenece a la Región Hidrológica número 11 Presidio-San Pedro, y se encuentra localizada en el Noroeste del país, en parte de los estados de Durango, Nayarit y una pequeña porción en Zacatecas. La superficie que ocupa comprende un área de 28 562.86 kilómetros cuadrados.

Esta corriente es la más importantes de la cuenca a la vez que es una de las más complejas en cuanto a su hidrografía, ya que originalmente no comprendía la parte que se generaba dentro del altiplano duranguense, que era una cuenca cerrada, pero debido a un proceso de erosión regresiva, pudo desaguar en el Océano Pacífico por medio del Río San Pedro.

El Río San Pedro nace en el estado de Durango con el nombre de Río de la Saucedá, a 75 kilómetros al noroeste de la ciudad de Durango y a 30 kilómetros al poniente de la población de Canatlán, Durango. En la parte alta de la cuenca se tienen elevaciones mayores a los 3 227 metros sobre el nivel del mar. Toma los nombres de Río La Saucedá, Durango y se le unen los Río Poanas y Súcil, para formar aguas abajo el Río Mezquital, el que se enriquece con las aportaciones de los Ríos Dolores, Colorado y San Pedro, hasta desembocar en la Laguna Grande de Mezcaltitán.

La parte baja de la cuenca corresponde a la Llanura Costera del Pacífico, se caracteriza por la asociación de topofomas de llanuras con Ciénegas, zonas salinas, con dunas, playas y barras de arena y lagunas costeras, las que en conjunto constituyen un sistema conocido como Marismas Nacionales.

La subregión Hidrológica Río San Pedro abarca las Cuencas Hidrológicas: Laguna de Santiaguillo, La Taponá, Río La Saucedá, Río El Tunal, Río Santiago Bayacora, Río Durango, Río Poanas, Río Suchil, Río Graseros, Río San Pedro-Mezquital y Río San Pedro-Desembocadura que se describen a continuación; todas estas cuencas son exorreicas con la excepción de la Laguna de Santiaguillo que es endorreica.

La cuenca hidrológica Laguna de Santiaguillo drena una superficie de 2 361.99 kilómetros cuadrados, y se encuentra delimitada al Norte, Este y Oeste por la Región Hidrológica número 36 Nazas-Aguanaval y al Sur por la cuenca hidrológica Río La Saucedá. El volumen disponible en la cuenca hidrológica Laguna de Santiaguillo (endorreica) es de 36.99 millones de metros cúbicos, el cual comprende desde el nacimiento de la corriente principal hasta donde se localiza la Laguna de Santiaguillo, en la parte más baja de la cuenca.

La cuenca hidrológica La Taponá drena una superficie de 2 593.74 kilómetros cuadrados, y se encuentra delimitada al Norte y al Este por la región Hidrológica número 36 Nazas-Aguanaval y por la Cuenca Hidrológica Río Poanas, al Sur por la cuenca hidrológica Río San Pedro-Mezquital y al Oeste por las cuencas hidrológicas Río La Saucedá y Río Durango. El volumen disponible en la cuenca hidrológica La Taponá (endorreica) es de 111.68 millones de metros cúbicos, el cual comprende desde el nacimiento de la corriente principal hasta el punto más bajo de la cuenca.

La cuenca hidrológica Río La Saucedá drena una superficie de 2 451.92 kilómetros cuadrados, y se encuentra delimitada al Norte por la Región Hidrológica número 36 Nazas-Aguanaval y por la Cuenca Hidrológica Laguna de Santiaguillo, al Sur y al Este por las Cuencas Hidrológicas Río Durango y La Taponá y al Oeste por la Región Hidrológica número 36 Nazas-Aguanaval y por la Cuenca Hidrológica Río El Tunal. El volumen disponible en la Cuenca Hidrológica Río La Saucedá es de 50.56 millones de metros cúbicos, el cual comprende desde el nacimiento del Río La Saucedá hasta la Presa Peña del Águila.

La cuenca hidrológica Río El Tunal drena una superficie de 1 799.59 kilómetros cuadrados, y se encuentra delimitada al Norte y al Este por las cuencas hidrológicas Río La Saucedá, Río Durango y Río Santiago Bayacora y al Sur y al Oeste por las cuencas hidrológicas Río San Pedro-Mezquital y Río Acajoneta 1. El volumen disponible en la cuenca hidrológica Río El Tunal es de 87.27 millones de metros cúbicos, el cual comprende desde el nacimiento del Río El Tunal hasta la presa Guadalupe Victoria.

La cuenca hidrológica Río Santiago Bayacora drena una superficie de 1 091.84 kilómetros cuadrados, y se encuentra delimitada al Norte y al Este por la cuenca hidrológica Río Durango, al Sur por la cuenca hidrológica Río San Pedro-Mezquital y al Oeste por la cuenca hidrológica Río El Tunal. El volumen disponible en la cuenca hidrológica Río Santiago Bayacora es de 35.11 millones de metros cúbicos, el cual comprende desde el nacimiento del Río Santiago Bayacora hasta su confluencia con el Río Durango.

La cuenca hidrológica Río Durango drena una superficie de 2 171.23 kilómetros cuadrados, y se encuentra delimitada al Norte por las cuencas hidrológicas Río La Saucedá y La Taponá, al Sur y al Este por la cuenca hidrológica Río San Pedro-Mezquital y al Oeste por las cuencas hidrológicas Río El Tunal y Río Santiago Bayacora. El volumen disponible en la cuenca hidrológica Río Durango es de 238.93 millones de metros

cúbicos, el cual comprende desde las Presas Peña del Águila y Guadalupe Victoria y su confluencia del Río Santiago Bayacora hasta su confluencia con el Río Poanas.

La cuenca hidrológica Río Poanas drena una superficie de 1 399.85 Kilómetros cuadrados, y se encuentra delimitada al Norte por la cuenca hidrológica La Tapona y por la Región Hidrológica número 36 Nazas-Aguanaval, al Sur por la cuenca hidrológica Río Súchil, al Este por la Región Hidrológica número 36 Nazas-Aguanaval y al Oeste por la cuenca hidrológica Río San Pedro-Mezquital. El volumen disponible en la cuenca hidrológica Río Poanas es de 14.52 millones de metros cúbicos, el cual comprende desde el nacimiento del Río Poanas hasta la Presa Francisco Villa.

La cuenca hidrológica Río Súchil drena una superficie de 1 732.51 Kilómetros cuadrados, y se encuentra delimitada al Norte por las cuencas hidrológicas Río Poanas y Río San Pedro-Mezquital, al Sur por la cuenca hidrológica Río Santiago, al Este por la Región Hidrológica número 36 Nazas-Aguanaval y al Oeste por la cuenca hidrológica Río Graseros. El volumen disponible en la cuenca hidrológica Río Súchil es de 20.82 millones de metros cúbicos, el cual comprende desde el nacimiento del Río Súchil hasta la estación hidrométrica Vicente Guerrero.

La cuenca hidrológica Río Graseros drena una superficie de 597.36 kilómetros cuadrados, y se encuentra delimitada al Norte y al Oeste por la cuenca hidrológica Río San Pedro-Mezquital, al Sur por la cuenca hidrológica Río Santiago y al Este por la cuenca hidrológica Río Súchil. El volumen disponible en la cuenca hidrológica Río Graseros es de 10.65 millones de metros cúbicos, el cual comprende desde el nacimiento del Río Graseros hasta su confluencia con el Río Súchil.

La cuenca hidrológica Río San Pedro-Mezquital drena una superficie de 11 521.30 kilómetros cuadrados, y se encuentra delimitada al Norte por las cuencas hidrológicas La Tapona, Río Durango, Río Santiago Bayacora y Río El Tunal, al Sur por la cuenca hidrológica Río Santiago, al Este por las cuencas hidrológicas Río Poanas, Río Graseros y Río Súchil y al Oeste por la cuenca hidrológica Río Acajoneta 1. El volumen disponible en la cuenca hidrológica Río San Pedro-Mezquital es de 2,438.28 millones de metros cúbicos, el cual comprende desde la confluencia de los Ríos Durango, Poanas, Graseros y Súchil, la estación hidrométrica Vicente Guerrero y la Presa Francisco Villa, hasta la estación hidrométrica San Pedro.

La cuenca hidrológica Río San Pedro-Desembocadura, drena una superficie de 841.53 Kilómetros cuadrados, y se encuentra delimitada al Norte y al Oeste por cuencas hidrológicas de grupos de corrientes menores del estuario de la costa del Océano Pacífico, al Sur por la cuenca hidrológica Río Santiago y por el Océano Pacífico y al Este por la cuenca hidrológica Río San Pedro-Mezquital. El volumen disponible en la cuenca hidrológica Río San Pedro-Desembocadura de 2,690.51 millones de metros cúbicos, el cual comprende desde la estación hidrométrica San Pedro hasta su desembocadura en el Océano Pacífico (DOF, 2008a y CONAGUA 2010c).

Río Presidio.

La subregión hidrológica que comprende el Río Presidio pertenece a la Región Hidrológica número 11 Presidio-San Pedro, misma que se encuentra localizada en el Norte-Oeste del país, en parte de los estados de Durango y Sinaloa.

El Río Presidio está delimitado al Norte por la Región Hidrológica número 36 Nazas-Aguanaval y la Cuenca Hidrológica del Río Piaxtla, al Sur por las cuencas hidrológicas de los Ríos Baluarte y Acaponeta, y una zona de Marismas Nacionales, al Este por las cuencas hidrológicas del Río San Pedro y Río Acaponeta, y al Oeste por la cuenca hidrológica del Río Quelite y el Océano Pacífico. La superficie que ocupa comprende un área de 5 737.60 kilómetros cuadrados.

El Río Presidio conocido también con los nombres de Villa Unión y Mazatlán, nace en la Sierra Madre Occidental a unos 40 kilómetros al poniente de la ciudad de Durango, en el municipio del mismo nombre. Las cabeceras de los arroyos que lo forman se inician a partir de la elevación 2 600 metros sobre el nivel del mar, siguiendo el colector principal, la dirección SE-NW conociéndosele con el nombre de Arroyo Jaral. Dos kilómetros aguas abajo del sitio donde se encontraba la Estación Charco Verde, el Arroyo El Jaral recibe por su margen derecha las aportaciones del Arroyo Arenales provenientes de las faldas de Cerro Prieto, uno de los puntos más australes de la Cuenca del Río Presidio. Veinticinco kilómetros aguas abajo de la confluencia del Arroyo Arenales, el Arroyo El Jaral recibe por su margen izquierda los escurrimientos del Arroyo El Salto, el cual a su vez incluye entre sus afluentes principales el Arroyo El Dorado.

A partir de la confluencia del Arroyo El Salto, al Río Presidio se le conoce con el nombre de Río Ventanas, por su proximidad con el mineral de Ventanas, desalojándose el Río en la dirección NE-SW, sensiblemente paralelo a la Sierra Espinazo del Diablo, la cual le sirve de parteaguas con el Río Piaxtla. Siguiendo con la misma dirección NE-SW cruza los límites de los estados de Durango y Sinaloa, cerca de la población de Agua Caliente, después de haber recorrido desde su origen 132 kilómetros, y descendido 2 200 metros. A partir del sitio anterior y ya en la planicie costera, el río recibe el nombre de Presidio, para finalmente descargar sus aguas en el Océano Pacífico, después de un recorrido total de 215 kilómetros, en un sitio localizado a unos 20 kilómetros al sureste del Puerto de Mazatlán.

El sistema hidrológico de esta Subregión Hidrológica, está constituido por el Río Presidio, que es la corriente principal; sus afluentes aportadores son los Arroyos Arenales, El Salto y El Dorado, entre otros.

La Subregión Hidrológica Río Presidio abarca las cuencas hidrológicas: Río Presidio 1 y Río Presidio 2, que se describen a continuación.

La cuenca hidrológica Río Presidio 1 drena una superficie de 5 248.99 kilómetros cuadrados, y se encuentra delimitada al Norte por la cuenca hidrológica del Río Piaxtla, al Sur por la cuenca hidrológica del Río Baluarte, al Este por las cuencas hidrológicas del Río Acaponeta y Río San Pedro, y al Oeste por las cuencas hidrológicas del Río Quelite y Río Presidio 2. El volumen disponible en la cuenca hidrológica Río Presidio 1 es de 1 013.88 millones de metros cúbicos, el cual comprende desde el nacimiento del Río Presidio hasta donde se localiza la estación hidrométrica Siqueros.

La cuenca hidrológica Río Presidio 2 drena una superficie de 488.61 Kilómetros cuadrados, y se encuentra delimitada al Norte y al Este por la cuenca hidrológica Río Presidio 1, al Sur por la zona de Marismas Nacionales y el Océano Pacífico, y al Oeste por la cuenca hidrológica del Río Quelite y la zona de Marismas Nacionales. El volumen disponible en la cuenca hidrológica Río Presidio 2 es de 1,081.32 millones de metros cúbicos, el cual comprende desde la estación hidrométrica Siqueros hasta su desembocadura en el Océano Pacífico (DOF, 2008b y CONAGUA 2010c).

Río Acaponeta.

La subregión hidrológica que comprende el Río Acaponeta, pertenece a la Región Hidrológica número 11 Presidio-San Pedro, misma que se encuentra localizada en el Norte-Oeste del país, en parte de los estados de Nayarit y Durango.

El Río Acaponeta, está delimitado al Norte por la cuenca hidrológica del Río Presidio, al Sur por la zona de Marismas Nacionales, al Este por la cuenca hidrológica del Río San Pedro, y al Oeste por las cuencas hidrológicas de los Ríos Baluarte y Cañas y el Océano Pacífico. La superficie que ocupa comprende un área de 5 399.68 kilómetros cuadrados. La cuenca del Río Acaponeta es de forma alargada orientada sensiblemente de norte a sur y con un eje mayor de unos 160 kilómetros y un eje menor o anchura media de unos 35 kilómetros.

Nace con el nombre de Quebrada de San Bartolo cerca del poblado de Ciénaga de los Caballos, dentro del estado de Durango y a unos 40 kilómetros al SW de la ciudad de Durango. Se inicia a partir de una elevación de 1 600 metros sobre el nivel del mar, siguiendo sensiblemente la dirección Norte-Sur; recibiendo 65 kilómetros aguas abajo y por su margen izquierda uno de sus afluentes principales, la Quebrada Espíritu Santo; a partir de este sitio toma el nombre de Río San Diego, labrando un profundo cauce a lo largo de unos 50 kilómetros hasta los límites de los estados de Durango y Nayarit.

Dentro del estado de Nayarit y conservando la dirección N-S recorre 73 kilómetros hasta cruzar el puente del Ferrocarril Sud-Pacífico a la altura de la Estación Acaponeta, ya en la planicie costera. A partir de Acaponeta, el Río cambia de rumbo hacia el poniente, para ir a desaguar después de un recorrido de 45 kilómetros a la

albufera de Teacapán, conocida en esta región con el nombre de Laguna de Mexcaltitlán. El Río Acaponeta tiene una longitud total de 233 kilómetros hasta Barra de Novillero, teniendo los últimos 40 kilómetros tan poca pendiente, que permite la navegación en canoas, incluso durante las temporadas de secas.

El sistema hidrológico de esta Subregión Hidrológica, está constituido por el Río Acaponeta, que es la corriente principal; uno de sus importantes afluentes aportadores es el Arroyo Quebrada del Espíritu Santo.

La Subregión Hidrológica Río Acaponeta abarca las Cuencas Hidrológicas: Río Acaponeta 1 y Río Acaponeta 2 que se describen a continuación.

La cuenca hidrológica Río Acaponeta 1, drena una superficie de 5 146.95 kilómetros cuadrados, y se encuentra delimitada al Norte por la cuenca hidrológica del Río Presidio, al Sur por la cuenca hidrológica Río Acaponeta 2 y por la zona de Marismas Nacionales, al Este por la cuenca hidrológica del Río San Pedro, y al Oeste por las cuencas hidrológicas de los Ríos Baluarte y Cañas. El volumen disponible en la cuenca hidrológica Río Acaponeta 1 es de 1 333.12 millones de metros cúbicos, el cual comprende desde el nacimiento del Río Acaponeta hasta donde se localiza la estación hidrométrica Acaponeta.

La cuenca hidrológica Río Acaponeta 2, drena una superficie de 252.73 Kilómetros cuadrados, y se encuentra delimitada al Norte por la cuenca hidrológica del Río Cañas y la cuenca hidrológica Río Acaponeta 1, al Sur y al Oeste por los esteros de las Marismas Nacionales, en su desembocadura al Océano Pacífico, y al Este por la zona de Marismas Nacionales. El volumen disponible en la cuenca hidrológica Río Acaponeta 2 es de 1 412.04 millones de metros cúbicos, el cual comprende desde la estación hidrométrica Acaponeta, hasta su desembocadura en el Océano Pacífico (DOF, 2007a y CONAGUA 2010c).

Río Baluarte.

La subregión hidrológica que comprende el Río Baluarte pertenece a la Región Hidrológica número 11 Presidio-San Pedro, misma que se encuentra localizada en el Norte-Oeste del país, en parte de los estados de Durango y Sinaloa.

El Río Baluarte está delimitado al Norte y al Oeste por la cuenca hidrológica Río Presidio 1, al Sur por una zona de Marismas Nacionales y el Océano Pacífico, y al Este por la cuenca hidrológica Río Acaponeta 1. La superficie que ocupa comprende un área de 5 101.67 kilómetros cuadrados.

El Río Baluarte toma los nombres de Chamha, Rosario y Baluarte. Tiene su nacimiento en una pequeña meseta cercana al poblado de La Peña en el municipio de Pueblo Nuevo, Durango, a una elevación de unos 2 600 metros sobre el nivel del mar. La parte baja de la cuenca corresponde a la Llanura Costera del Pacífico, se

angosta hasta aproximadamente cuatro kilómetros antes de la desembocadura del Río en el Océano Pacífico, en el sitio conocido como Boca del Baluarte, entre los islotes de Palmito de la Virgen y Palmito del Verde. La Cuenca se integra con porciones de los estados de Durango (47 %) y Sinaloa (53 %).

El sistema hidrológico de esta subregión hidrológica, está constituido por el Río Baluarte, que es la corriente principal; sus afluentes aportadores son los Ríos Mazatlán y Pánuco, entre otros.

La subregión hidrológica Río Baluarte abarca las cuencas hidrológicas: Río Baluarte 1 y Río Baluarte 2 que se describen a continuación.

La cuenca hidrológica Río Baluarte 1 drena una superficie de 4 689.09 Kilómetros cuadrados, y se encuentra delimitada al Norte y al Oeste por la cuenca hidrológica Río Presidio 1, al Sur por la cuenca hidrológica del Río Cañas 1 y la zona de Marismas Nacionales y al Este por la cuenca hidrológica Río Acaponeta 1. El volumen disponible en la cuenca hidrológica Río Baluarte 1 es de 1 660.56 millones de metros cúbicos, el cual comprende desde el nacimiento del Río El Rosario hasta donde se localiza la Estación Hidrométrica Baluarte II.

La cuenca hidrológica Río Baluarte 2 drena una superficie de 412.58 Kilómetros cuadrados, y se encuentra delimitada al Norte por la cuenca hidrológica Río Presidio 1, al Sur por la zona de Marismas Nacionales, al Este por la cuenca hidrológica Río Baluarte 1, y al Oeste por la zona de Marismas Nacionales y los esteros de su desembocadura en el Océano Pacífico. El volumen disponible en la cuenca hidrológica Río Baluarte 2 es de 1 810.60 millones de metros cúbicos, el cual comprende desde la Estación Hidrométrica Baluarte II hasta su desembocadura en el Océano Pacífico (DOF, 2008c y CONAGUA 2010c).

Río Cañas.

La subregión hidrológica que comprende el Río Cañas pertenece a la Región Hidrológica número 11 Presidio-San Pedro, misma que se encuentra localizada en el Norte-Oeste del país, en los estados de Nayarit y Sinaloa.

Esta subregión hidrológica está delimitada al Norte por la Cuenca Río Baluarte, al Este y al Sur por la cuenca hidrológica Río Acaponeta y una zona de Marismas Nacionales y al Oeste por una zona de Marismas Nacionales y el Océano Pacífico. La superficie que ocupa comprende un área de 626.124 kilómetros cuadrados. La cuenca del río es de forma alargada orientada de norte a sur, con una longitud media de unos 50 kilómetros y una anchura de 15 kilómetros.

El Río Cañas nace en las faldas de la Sierra de San Francisco, dentro del estado de Nayarit, a partir de una elevación de 600 metros sobre el nivel del mar, siguiendo la dirección Norte-Sur. Después de un recorrido de 17 kilómetros, durante el cual recibe por su margen derecha un pequeño afluente, sirve de límite de estado, entre Nayarit y Sinaloa; continúa sirviendo de límite durante 35 kilómetros hasta prácticamente su cruce con la

carretera México-Nogales, y con el ferrocarril Sud-Pacífico, no sin antes haber recibido por su margen el Arroyo Santa María. Tres kilómetros aguas abajo del cruce del puente de la carretera internacional México-Nogales, el Río Cañas deja de ser límite de estado y 17 kilómetros más adelante descarga en la zona de marismas en la albufera conocida con el nombre de Laguna de Teacapán. Su recorrido total desde su nacimiento hasta su desembocadura en la Laguna de Teacapán es de 72 kilómetros. El sistema hidrológico de esta subregión hidrológica, está constituido principalmente por el Río Cañas, y pequeños afluentes aportadores.

La subregión hidrológica Río Cañas abarca las Cuencas Hidrológicas: Río Cañas 1 y Río Cañas 2 que se describen a continuación.

La cuenca hidrológica Río Cañas 1, drena una superficie de 435.504 Kilómetros cuadrados, y se encuentra delimitada al Norte por la cuenca hidrológica del Río Baluarte, al Este y al Sur por las cuencas hidrológicas del Río Acaponeta y Río Cañas 2, y al Oeste con la zona de Marismas Nacionales. El volumen disponible en la cuenca hidrológica Río Cañas 1 es de 122.17 millones de metros cúbicos, el cual comprende desde el nacimiento del Río Cañas hasta donde se localiza la estación hidrométrica La Ballona.

La cuenca hidrológica Río Cañas 2, drena una superficie de 190.620 Kilómetros cuadrados, y se encuentra delimitada al Norte por la cuenca hidrológica Río Cañas 1, al Este y al Sur por la cuenca hidrológica del Río Acaponeta, y al Oeste por la zona de Marismas Nacionales, en los esteros de su desembocadura al Océano Pacífico. El volumen disponible en la cuenca hidrológica Río Cañas 2 es de 170.96 millones de metros cúbicos, el cual comprende desde la estación hidrométrica La Ballona hasta su desembocadura en el Océano Pacífico (DOF, 2007b y CONAGUA 2010c).

Aguas Subterráneas.

Se definen 15 acuíferos en la Cuenca de los Ríos Presidio al San Pedro, 7 se encuentran sobreexplotados los siguientes: Acuífero Valle de Santiaguillo, Acuífero Valle de Canatlán, Acuífero Vicente Guerrero-Poanas, Acuífero Sabinas, Acuífero Madero-Victoria, Acuífero Valle del Guadiana y Acuífero Río Cañas, véase Figura K-5y Tablas K-17.

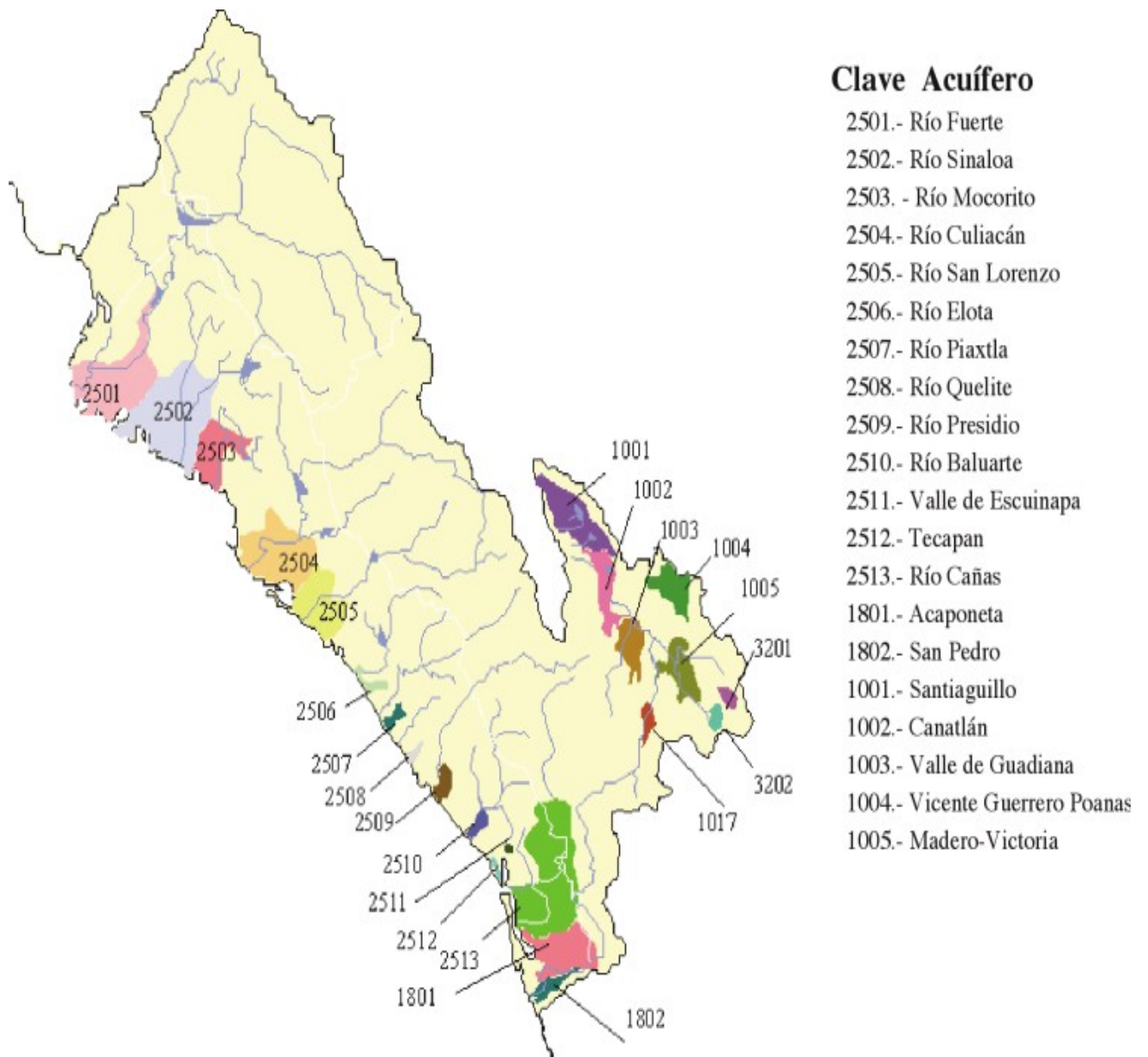


Figura K. 5. Acuíferos en la cuenca del Río Presidio – San Pedro

Tabla K. 16. Acuíferos en la Cuenca de los Ríos Presidio al San Pedro en el DOF, 2013.

Acuífero	Número	Estado	Extracción Mm ³ /año	Recarga sustentable* Mm ³ /año	Condición geohidrológica
----------	--------	--------	------------------------------------	---	-----------------------------

Valle de Santiagoillo	1001	Durango	60	42.7	Sobreexplotado, déficit de 17.3 Mm ³ /año
Valle de Canatlán	1002	Durango	48	40.6	Sobreexplotado, déficit de 7.4 Mm ³ /año
Vicente Guerrero-Poanas	1004	Durango	93.2	87.1	Sobreexplotado, déficit de 6.1 Mm ³ /año
Sabinas	3201	Zacatecas	36.8	37.5	Subexplotado
Hidalgo	3202	Zacatecas	5.1	7.4	Subexplotado
Madero-Victoria	1005	Durango	22.6	21.7	Sobreexplotado, déficit de 0.9 Mm ³ /año
Valle del Guadiana	1003	Durango	148.3	127.1	Sobreexplotado, déficit de 21.2 Mm ³ /año
Valle del Mezquital	1017	Durango	137.7	222	Disponibilidad
San Pedro-Tuxpan	1802	Nayarit	4.9	36.1	Disponibilidad
Río San Pedro	2509	Sinaloa	76.6	97.5	Disponibilidad
Valle Acaponeta-Cañas,	1801	Nayarit	10.6	20	Subexplotado
Valle de Escuinapa	2511	Sinaloa	1.8	12.7	Subexplotado
Laguna Agua Grande	2512	Sinaloa	11.9	45.1	Disponibilidad
Río Baluarte	2510	Sinaloa	13.8	58.9	Disponibilidad

Río Cañas	2513	Sinaloa	0.7	15	Subexplotado
Total			672	871.4	

Fuente: DOF, 2013.

Los acuíferos en el municipio de Mazatlán y la ciudad Escuinapa se encuentran en Zona de Veda de Control. Estas disposiciones fueron publicadas en el Diario Oficial de la Federación, en ambos casos el 25 de agosto de 1956 (Figura k-6).

La Disponibilidad de Agua Superficial ha disminuido por efectos de sequías recurrentes, así como por el aumento considerable de las demandas, dando lugar a que el agua subterránea se convierta en uno de los principales recursos para el desarrollo de esa región, lo que ha provocado que se intensifique su extracción.

El aumento de la demanda se ha tenido que satisfacer, incrementando el número de obras subterráneas, sin tener una contabilidad adecuada de ellas, por lo que es necesario actualizar el inventario de dichas obras, para conocer sus volúmenes de extracción y su distribución, clasificando y estimando estos volúmenes por usos, para estar en posibilidades de aplicar criterios apropiados para la administración del agua del subsuelo. Es importante señalar que los principales usuarios de aguas subterráneas, son los módulos de riego, estimando que los propietarios de pozos particulares de uso agrícola, así como para el servicio público urbano de los principales centros de población, tienen asignado el resto del volumen concesionado en este acuífero, aunque existen otros aprovechamientos para diversos usos, que se encuentran irregulares y en proceso de trámite para su concesión correspondiente (SPIC, 2010).

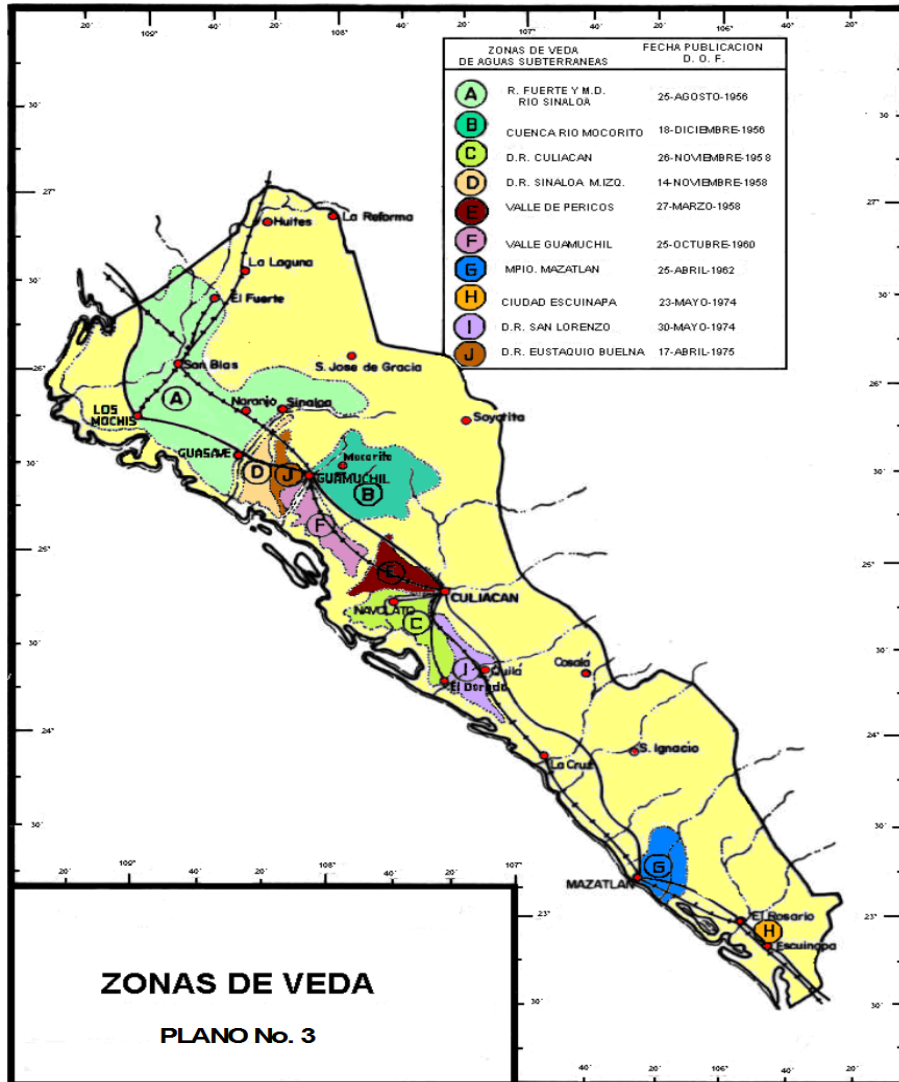


Figura K. 6. Zonas de Vedas de Aguas Subterráneas en el estado de Sinaloa.

Acuífero Rio San Pedro

El Acuífero Rio San Pedro se localiza en la porción centro-noroeste del estado de Nayarit, a aproximadamente 50 kilómetros al noroeste de la ciudad de Tepic, cubre de manera total al municipio de Tuxpan y de manera parcial a los municipios de Santiago Ixcuintla, Ruiz y Rosamorada, abarcando una superficie aproximada de 9,032 kilómetros cuadrados

El acuífero costero San Pedro es de tipo libre y está alojado en las márgenes del Río San Pedro y es uno de los nueve acuíferos que se forman en la cuenca del caudaloso Río San Pedro. La forma del acuífero es alargada y

nace en la sierra del estado de Durango donde tiene su zona de recarga, atraviesa el estado de Nayarit y en la zona del valle tiene su zona de explotación. La región se caracteriza por sus abundantes lluvias durante el verano y otoño, por lo que la infiltración vertical y la recarga a través del río se convierten en la entradas principales al acuífero. Así mismo, debido a lo somero de sus niveles estáticos y a la fuerte evaporación que ocurre en la zona, la evapotranspiración constituye el principal componente del balance hídrico.

El acuífero está constituido por depósitos aluviales y conglomeráticos dispuestos en estratos de geometría irregular y granulometría variada, cuyo espesor varía entre 100 y 120 metros. Localmente, hacia la planicie costera, la presencia de sedimentos palustres y lacustres crea condiciones locales de semiconfinamiento. También de manera local, los depósitos aluviales cubren a rocas basálticas. Sus límites físicos son al norte el Río San Pedro, al sur el Río Grande de Santiago, al este el parteaguas de la Sierra Madre Occidental y al oeste la zona de marismas del Océano Pacífico.

La frontera superior del acuífero es la superficie freática, cuya profundidad es de 4 a 8 metros en el valle y se incrementa hasta 35 metros en las estribaciones de la sierra, en tanto que su basamento y fronteras laterales están constituidos por rocas riolíticas de baja permeabilidad.

La recarga natural se produce por la infiltración de la lluvia, por flujo horizontal subterráneo proveniente de los piedemonte de la Sierra Madre Occidental y por aportación de los ríos Grande de Santiago y San Pedro. De manera inducida, por retornos de los excedentes del riego y por agua que se infiltra en los drenes y canales no revestidos de las Unidades de Riego. La descarga natural del acuífero se lleva a cabo por flujo subterráneo horizontal hacia el mar; por evapotranspiración en áreas con nivel freático somero y por aportación al flujo base de los ríos Grande de Santiago y San Pedro. De manera artificial, mediante la extracción por bombeo en pozos y norias (CONAGUA, 2008).

El volumen de extracción estimado es del orden de los 4.9 hectómetros cúbicos anuales, de los cuales el 55.2 % (2.7 hm³) se destinan al uso agrícola, y el 44.5 % restante (2.2 hm³) para el abastecimiento de agua potable a los centros de población. El volumen destinado a otros usos es muy bajo (0.01 hectómetros cúbicos).

Acuífero Río Presidio.

Dentro del área que ocupa la unidad hidrogeológica del Río Presidio, se localiza el Acuífero del Río Presidio, el cual se ubica en la porción sur del estado de Sinaloa, ocupando la mayor parte de la zona de explotación de planicie costera y se localiza a una distancia de 22 kilómetros al sur de la ciudad de Mazatlán. La zona de explotación de este acuífero se encuentra en su totalidad dentro del municipio de Mazatlán y en forma parcial de Concordia.

Este acuífero cuenta con Zona de Veda de Control Decretada para el municipio de Mazatlán, que fue publicada en el Diario Oficial de la Federación de fecha 25 de abril de 1962.

Los principales usuarios de aguas subterráneas, lo constituyen la JUMAPAM, que extrae un volumen importante para el servicio Público-Urbano, de los principales centros de población y las unidades de riego, así como propietarios de pozos particulares de uso agrícola, aunque existen otros aprovechamientos de diversos usos, que se encuentran irregulares y en proceso de trámite para su concesión correspondiente.

De acuerdo con las condiciones geohidrológicas existentes dentro de la zona, se considera al Río Presidio como un acuífero libre, que se localiza dentro de una cuenca hidrológica abierta, donde se puede apreciar que la circulación del agua en el subsuelo tiene lugar de la Sierra Madre Occidental, que comprende la zona de recarga, hacia el Océano Pacífico, con una dirección principal perpendicular a la línea de costa.

En la franja costera, la baja resistividad de estratos poco profundos, deducida mediante la investigación geofísica, sugiere la presencia de agua salobre o salada.

El resultado del estudio de la disponibilidad publicado en el DOF el 28 de agosto de 2009 indica que existe volumen disponible para nuevas concesiones en esta unidad hidrogeológica.

Acuífero Valle Acaponeta-Cañas.

La zona correspondiente al Acuífero Valle Acaponeta-Cañas tiene una extensión de 875 kilómetros cuadrados y se localiza en la porción noreste del estado de Nayarit a 132 kilómetros de la ciudad de Tepic, cubriendo parte de los municipios de Acaponeta y Tecuala y parte también del municipio de Escuinapa, Sinaloa. El acuífero se encuentra alojado en material granular de 120 metros de espesor, presentando un funcionamiento hidráulico del tipo libre (CNA, 2002h).

Con respecto a la calidad química del agua, concentración de sólidos totales disueltos las concentraciones se incrementan hacia el NE-SW y posiblemente se deban a una intrusión salina por las mareas debido a la cercanía del mar.

El censo de aprovechamientos de agua subterránea en el Valle de Acaponeta-Cañas, realizado en el año de 1998 identifica como los principales usuarios el sector Público Urbano y el Agrícola (CNA, 2002h).

El resultado del estudio de la disponibilidad publicado en el DOF el 28 de agosto de 2009 indica que existe volumen disponible para nuevas concesiones en esta unidad hidrogeológica.

Acuífero Río Baluarte.

El acuífero constituido en el Valle del Río Baluarte se localiza entre los valles de los Ríos Presidio y Escuinapa, en la porción sur del estado de Sinaloa el primero, y en el límite con el estado de Nayarit el segundo. El acuífero abarca al municipio de Rosario íntegramente, y en forma parcial a los de Pueblo Nuevo, Concordia, y una pequeña superficie de Escuinapa (CONAGUA, 2008e).

El tipo de acuífero es libre o freático, quizá con algunas áreas semiconfinadas debido a la presencia de limos y arcillas que se señalaron en la prospección geofísica.

Según la información consignada en la base de datos Estadística del Agua en México, del Acuífero se extraen 14 millones de metros cúbicos anuales, sin que fuesen clasificados por usos a los que se destina el agua alumbrada, para cubrir las necesidades de diversos usos, suministrados por 133 aprovechamientos, de los cuales 111 corresponden a norias, 21 a pozos, y una galería (CONAGUA, 2008e).

El resultado del estudio de la disponibilidad publicado en el DOF el 28 de agosto de 2009 indica que existe volumen disponible para nuevas concesiones en esta unidad hidrogeológica.

Acuífero Río Cañas.

El Acuífero Río Cañas, se localiza al sureste del estado de Sinaloa, cubriendo una superficie aproximada de 582 kilómetros cuadrados, en el límite con el estado de Nayarit.

El uso de agua subterránea en el Acuífero Río Cañas presenta la siguiente distribución: el 46 por ciento Público-Urbano, 30 por ciento para uso Agrícola y 24 por ciento para uso Industrial. El volumen total de extracción del orden 0.7 millones de metros cúbicos al año (CONAGUA, 2008d).

La recarga que recibe el acuífero se produce por escurrimiento horizontal proveniente de las estribaciones de la Sierra Madre Occidental, la cual alcanza su etapa más importante en la temporada de lluvias; otra recarga importante es la que se registra por precipitación pluvial, así como la generada por los retornos de riego en las zonas agrícolas. En cuanto a la descarga, podemos mencionar que ésta es producida por el flujo horizontal, la evapotranspiración y por el bombeo, de impacto variable en algunas zonas del acuífero.

Hidrológicamente el acuífero presenta una reducida extensión tanto horizontal como vertical, por lo que se puede deducir que tiene poca capacidad de almacenamiento y bajo rendimiento. Se considera como un acuífero libre, constituido principalmente de gravas, arenas y arcillas de origen aluvio-fluvial, que se presentan

en porcentajes variables y en estratos puros o mezclados, asociados con depósitos de origen lacustre y marino-eólico.

La principal amenaza de este acuífero lo constituye la intrusión salina, por lo cual es importante controlar la extracción y la distancia entre las obras, con respecto a la línea de costa y entre ellos. Aunque actualmente la calidad del agua es buena en la mayor parte del acuífero, se puede considerar que existe riesgo de incrementar la salinidad en el agua subterránea, si no se toman en cuenta estas recomendaciones.

Según el acuerdo de disponibilidad publicado en el DOF el 28 de agosto de 2009 existe un déficit de -0.745434 millones de metros cúbicos anuales y por lo tanto no existe disponibilidad para nuevas concesiones en esta unidad hidrogeológica. No obstante, el resultado del estudio de la disponibilidad calcula que la disponibilidad es 13.569261 millones de metros cúbicos anuales.

Humedales.

Los Humedales son ambientes de transición entre los ecosistemas terrestres y los acuáticos, incluyendo a los ambientes costeros, con una biodiversidad propia y valiosa que debe conservarse; muchos de ellos son ecosistemas muy productivos, que funcionan como verdaderos criaderos de especies de peces, moluscos y crustáceos de importancia económica. Son también ecosistemas y conjuntos de ecosistemas que debido a su ubicación geográfica en las cuencas y las costas – desempeñan papeles de enorme importancia para la conservación y regulación de los ciclos hidrológicos locales al absorber una buena parte del exceso del agua producto de las tormentas y aguaceros, permitir la recarga de los acuíferos, y descargar agua al subsuelo para el mantenimiento del manto freático y la permanencia de fuentes de agua en tiempos de sequía.

Existen en la cuenca dos humedales importantes; la Laguna Huizache-Caimanero y las Marismas Nacionales. Los humedales se describen a continuación y se muestra su ubicación en la Figura K-7.

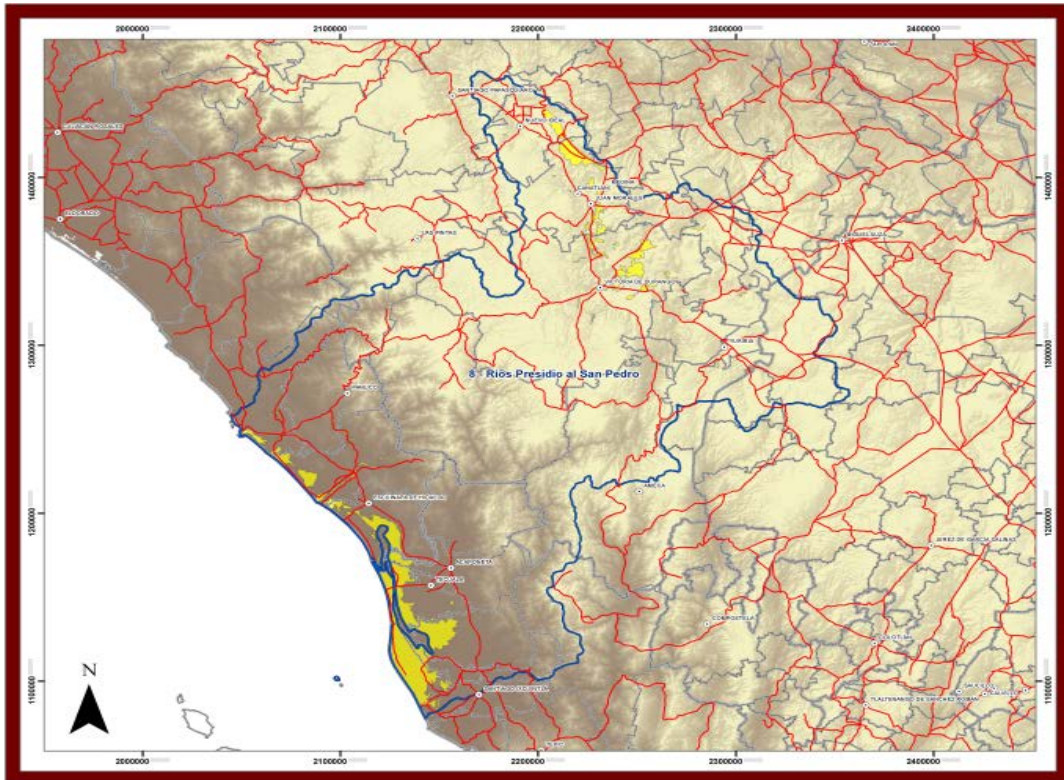


Figura K. 7. Humedales en la Cuenca de los Ríos Presidio al San Pedro.

Sistema Laguna Huizache-Caimanero.

Ubicada en la parte sureste del Golfo de California entre los Ríos Presidio y Baluarte La parte más al norte de la laguna corresponde al municipio de Mazatlán y el resto al del Rosario, ambos municipios del estado de Sinaloa.

Esta laguna se está fragmentando por procesos de deposición de sedimentos originados por causas naturales y antropogénicas. Actualmente, consta de dos cuencas someras con niveles de agua variables que dependen de las precipitaciones pluviales y los aportes fluviales. Sus principales características geomorfológicas son una larga y angosta barrera arenosa denominada Isla Palmito de la Virgen, y dos bocas que se cierran pero que los pescadores o las autoridades dragan frecuentemente para mantenerlas abiertas. Esta laguna es el hábitat de 83 especies de peces, y de importantes poblaciones de aves playeras, y está ubicada estratégicamente en la ruta migratoria de las aves que invernan, así como un número indeterminado de mamíferos, reptiles, anfibios. Además es un hábitat temporal para los camarones peneidos que habitan la zona y un hábitat esencial para la especie de camarón blanco (*Litopenaeus vanamei*).

El agua entra a la laguna por precipitación directa, drenaje de áreas aledañas por los arroyos y la entrada fluvial a través de los esteros que conectan al sistema con los ríos y el océano (Estero Anonas y Agua Dulce con el Río Baluarte y el Océano Pacífico; y Estero Ostial con el Río Presidio y con el Océano Pacífico. El nivel del agua de la laguna disminuye por evaporación y flujo de las mareas a través de los Esteros Ostial y Agua Dulce. Estos factores determinan la cantidad y naturaleza del agua en la laguna.

Las mareas mensuales aportan un flujo neto positivo a las lagunas durante el periodo de fuertes secas (febrero a junio), cuando el agua de mar compensa la evaporación. En las lluvias el nivel de los ríos, cerca de las bocas sube tan alto que no solamente drenan al mar, sino que entran a los esteros y a las lagunas. De octubre a enero se registran pérdidas y en el Estero de Agua Dulce el gasto neto es negativo y la Laguna de Caimanero pierde su volumen de agua sobrante, al igual que en el Estero Ostial. De enero a junio en el Estero Agua Dulce, la pérdida por evaporación es remplazada por el mar. De junio a mediados de octubre el gasto neto en ambos esteros es positivo, debido casi exclusivamente a los ríos.

Durante la época de lluvias la laguna alcanza su máximo nivel estando por arriba del nivel del mar, y las condiciones hidrológicas son dulceacuícolas, y durante la sequía, el nivel es el más bajo llegando a desecarse totalmente el vaso del Huizache y a reducirse la mayor superficie del cuerpo de la Laguna del Caimanero, incrementándose los valores de salinidad, ya que periódicamente dichos vasos reciben volúmenes considerables de agua marina cuya salinidad es incrementada por la evaporación dando lugar a la inversión del sistema estuarino.

La boca del Río Presidio a menudo se cierra al final de la estación de secas por los efectos combinados de la disminución de los aportes del río y por los sedimentos depositados por la corriente de deriva del lado del mar de la barra. En la desembocadura de este río se han desarrollado zonas de mangle que retienen sedimentos finos y forman amplias llanuras de inundación comunicadas con los depósitos arenosos del río (CONANP, 2013).

Marismas Nacionales.

La Región de Marismas Nacionales abarca ocho municipios: Rosario y Escuinapa en Sinaloa; Tecuala, Acaponeta, Santiago Ixcuintla, Tuxpan, Rosamorada y San Blas en Nayarit.

Este humedal es un extenso complejo de lagunas costeras de agua salobre, manglares, lodazales o pantanos y bañados, incorpora las regiones conocidas como: Las Cabras, Teacapán, Agua Brava, Marismas Nacionales y San Blas. Es alimentado por siete ríos y corrientes alternas como son los Ríos Baluarte, Cañas, Acaponeta, San Pedro, Bejuco, Santiago y San Blas o Sauta. Se localiza en la costa sur de Sinaloa y la costa norte de Nayarit. Comunicado al Océano Pacífico por la Bocas de Teacapán, Cuautla, El Colorado y los deltas de los Río Santiago y San Pedro.

Esta región cuenta con 113 mil hectáreas, de manglares y estuarios (15-20 % de la totalidad de los manglares del país), bosques de selva tropical maderables (cedros, encinos, amapas entre otros), no maderables (palma de aceite, palma de coco de agua, mangle blanco, rojo, negro y chino) y pastos. Existen 14 especies de flora nativa que se encuentran bajo situación de riesgo (endémicas, amenazadas y/o en peligro de extinción). Las especies de fauna en la región (mamíferos, aves, reptiles y anfibios) suman un total de 99 endemismos con 73 especies amenazadas o en peligro de extinción.

Las lagunas costeras de Nayarit presentan condiciones estuarinas de alta permanencia; la mezcla de aguas marinas y dulces generan las condiciones que las caracterizan como los cuerpos lagunares más productivos del noroeste. Sostienen importantes pesquerías lagunares y de alta mar. Los cuerpos lagunares de pequeñas dimensiones son ecosistemas de alta productividad, y conforman un corredor de importancia para aves migratorias y refugio de especies en peligro de extinción.

En la llanura costera abundan aguas interiores o depósitos de agua, por lo cual se le ha dado el nombre de Zona Estuarina de Nayarit. Está formada fundamentalmente por esteros, que junto con las aguas que provienen del desagüe de varios ríos y arroyos, constituyen lagunas o albúferas que cubren una superficie de 200 mil hectáreas (CONANP, 2013).

Infraestructura Hídrica.

La infraestructura hídrica incluye las presas, los sistemas de extracción de agua subterránea, la infraestructura de los distritos de riego y para la provisión de servicios de agua potable y alcantarillado.

Presas.

Las presas en esta cuenca son relativamente pequeñas, suministran el Distrito de Riego 052 estado de Durango y cuentan con una capacidad total de 337 millones de metros cúbicos, véase Tabla K-17.

Tabla K. 17. Presas en la cuenca de los Ríos Presidio al San Pedro.

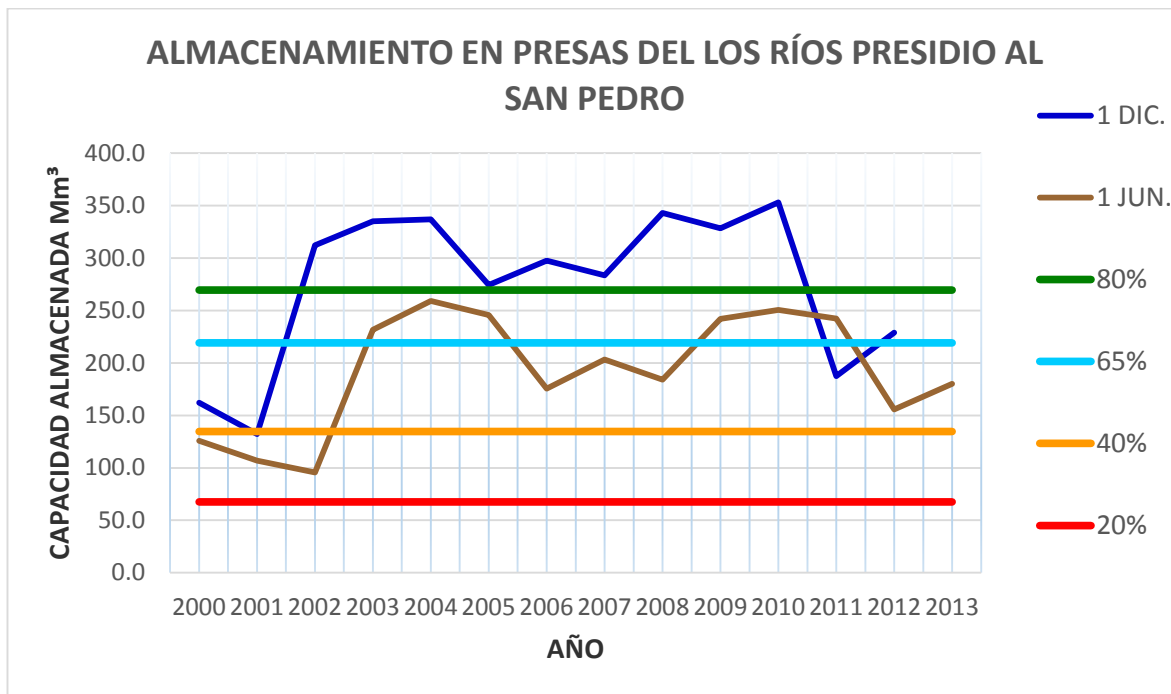
Nombre Oficial	Nombre Común	Capacidad del NAMO (hm ³)	Año de terminación	Usos	Quien opera	Corriente en la que se ubica la presa
Santiago Bayacora	Bayacora	130.5	1988	I,C	DR # 052	Río Santiago Bayacora
General Guadalupe Victoria	El Tunal	90.22	1962	I	DR # 052	Río Tunal

Francisco Villa	El Bosque	78.7	1968	I	DR # 052	Río Poanas
Caboraca	Canoas	45	1926	I	DR # 052	Arroyo Los Mimbres
Peña del Aguila	Peña del Águila	31.73	1954	I	DR # 052	Río La Sauceda
Total		376.15				

NOTA: Abreviaturas= G: Generación de energía eléctrica, I: Irrigación, A: Uso abastecimiento público, C: Control de avenidas.

Fuente: CONAGUA, atlas de agua en México, edición 2014.

El volumen de almacenamiento en las presas de la cuenca de los Ríos Presidio al San Pedro desde 2000 al 2013, en el 1 de junio y 1 de diciembre de cada año, muestra una gran variabilidad debido a factores climatológicos normales tales como la precipitación, la evaporación, la evapotranspiración, eventos extremos como la sequía y las heladas (Grafica K-1) y la demanda para uso agrícola. El volumen máximo de almacenamiento de 353.2 hectómetros cúbicos (104.82 % de la capacidad de conservación total) se registró en el 1 de diciembre de 2010 mientras que el volumen mínimo de 95.5 hectómetros cúbicos (28.35 % del almacenamiento total) se registró en el 1 de junio de 2002. Cabe destacar que las presas nunca estuvieron por debajo del volumen de almacenamiento crítico del 20 por ciento en este periodo, en contraste a las presas en las cuencas de los Ríos Fuerte y Sinaloa y de los Ríos Mocorito al Quelite que frecuente estuvieron por debajo del 20 por ciento en varios años (CONAGUA, 2013b).



Grafica K. 1 Almacenamiento en las Presas de la cuenca de los Ríos Presidio al San Pedro 2000-2013.

Fuente: CONAGUA, 2013a.

Infraestructura de los Distritos de Riego.

Los cuatro Distritos de Riego en la cuenca cuentan con la infraestructura esencial para la gestión del agua para el riego, entre las que destacan, Tabla K-18:

Tabla K. 18. Distritos de riego en la cuenca.

Distrito de riego	Presas o Rios	Presas derivadoras	Plantas de bombeo	Km, de red de distribución	Km, de red de drenaje	Diques	Pozos profundos
No. 052 estado de Durango	Guadalupe Victoria, Santiago Bayacora, Peña del Águila, Francisco Villa y Caboraca	6	0	347.54	185.98	0	42
Distrito de Riego No. 043	Ameca, Santiago y San Pedro	2	2	561.2	362.61	0	59
Distrito de Riego No. 111	Presidio y Baluarte	2	2	149.7	13	6	18

Además para apoyar su funcionamiento los Distritos de Riego cuentan con una red de caminos, estructuras, casetas y edificios (CONAGUA, 2013c).

Servicios de agua potable y alcantarillado

A nivel de entidad federativa se observa que la cobertura de agua potable es más alto que el promedio nacional del 91.6 %, pero inferior a la máxima cobertura del 98 por ciento a nivel nacional en Yucatán y Colima. El promedio estatal de la población con servicio de agua potable a diciembre de 2011 en el estado de Durango es

el 95.5 %, en Zacatecas es el 95 %, en Nayarit es el 94.5 % mientras que en Sinaloa la cobertura de agua potable es 95.5 % (SEMARNAT, 2012).

A nivel estatal la dotación de agua anual promedio en Durango es 403 litros/habitante/día, en Zacatecas es 378 litros/habitante/día, en Nayarit es 247 litros/habitante/día y en Sinaloa la dotación es 314 litros/habitante/día, mientras que el promedio nacional es 252 litros/habitante/día (SEMARNAT, 2012). La dotación en la cuenca es mayor que la dotación de 200 litros/habitante/día que se puede lograr aplicando estrategias para la gestión integral del recurso hídrico. (SEMARNAT 2012).

El promedio estatal de la población con servicio de alcantarillado a diciembre de 2011 en el estado de Durango es el 88.9 %, en Zacatecas es el 89.5 %, en Nayarit es el 93.9 % mientras que en Sinaloa es el 92.9 %. A nivel de entidad federativa la cobertura de alcantarillado es más bajo en Durango y Zacatecas que el promedio nacional del 90.2 %, mientras que es superior en Nayarit y Sinaloa pero inferior a la máxima cobertura del 99.2 % en el Distrito Federal y el 98 por ciento en Colima.

La cobertura de agua suministrada y desinfectada en Durango es el 96 %, en Zacatecas es el 99.4 % en Nayarit es el 99.2 % y en Sinaloa es el 98.1 %, mientras que el promedio nacional es 97.6 % (SEMARNAT, 2012).

En Durango el 71.2% de las aguas residuales son tratadas, en Zacatecas solo el 24.3 % de las aguas residuales reciben tratamiento, en Nayarit esta cifra es el 79.1 % y en Sinaloa el 76.6 % de las aguas residuales reciben tratamiento, mientras que el promedio nacional es 46.5 % (SEMARNAT, 2012). La falta de cobertura de tratamiento de las aguas residuales presenta un riesgo a la salud pública y al ambiente aguas abajo y puede contribuir a la disminución de la disponibilidad del recurso hídrico.

Se debe de notar que los valores de cobertura son promedios y que el nivel de servicio varía notablemente por municipio, tal como como se expone en la información pertinente al Índice de Marginación en capítulos siguientes, donde se nota una gran divergencia entre la cuenca alta y la cuenca baja.

Caracterización demográfica

La cuenca de los Ríos Presidio al San Pedro representa el 2.67 % de la superficie del país pero en ella se asienta solo el 1.61 % de la población nacional; mientras que la densidad poblacional es 34.69 habitantes por kilómetros cuadrados, comparado con el promedio nacional de 57.34 habitantes por kilómetros cuadrados. Estos datos demuestran que la cuenca está relativamente despoblada, probablemente debido a que gran parte de la cuenca está ubicada en la Sierra Madre Occidental. El grado de urbanización en la cuenca es relativamente bajo, en

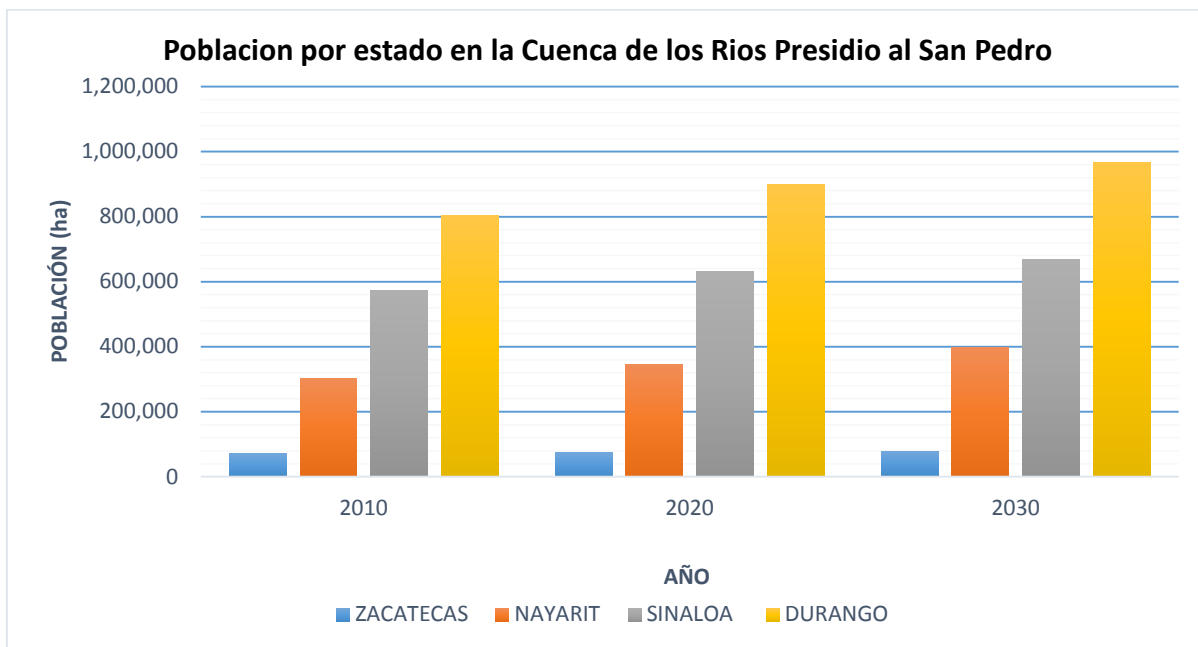
Durango el 26.9 % de la población vive en núcleos de menos de 5 mil habitantes, en Zacatecas esta cifra es 69.8 %, en Nayarit es el 63.7 % y en Sinaloa el 19 % de la población vive en localidades con menos de 5 mil habitantes (CONAPO, 2013a).

Población

Según cálculos con base a las Estadísticas de CONAPO 2013a la población en la cuenca en 2013 es 1 815 370 personas correspondiendo el 45.84 % a Durango y el 3.69 % a Zacatecas en la cuenca alta; mientras que en la cuenca media/baja se asienta el 18.82 % de la población en Nayarit y el 31.64 % en Sinaloa. El pronóstico de crecimiento poblacional muestra un leve aumento del 20.6 % para el periodo 2010-2030 con el resultado de que la población en la cuenca será 2,110, 311 personas para el 2030, Tabla K-19 y Gráfica K-2.

Tabla K. 19. Distribución de la población por Estado en la Cuenca de los Ríos Presidio al San Pedro 2010-2030.

Estado	2010	2013	2015	2020	2025	2030	%
Zacatecas	70 916	71 636	72 359	74 332	76 203	77 851	3.69
Nayarit	301 970	312 615	321 145	344 971	370 784	397 209	18.82
Sinaloa	573 337	594 019	605 814	630 820	651 126	667 782	31.64
Durango	804 243	837 099	856 690	899 955	936 540	967 469	45.84
Total	1 750 466	1 815 370	1 856 009	1 950 077	2 034 653	2 110 311	100.00



Gráfica K. 2. Distribución de la Población en la Cuenca Río Presidio al San Pedro 2010-2030.

Los centros de desarrollo más importantes desde el punto de vista económico y demográfico son las localidades de Victoria de Durango, Durango con una población de 518,709 en la cuenca alta, y Mazatlán con una población de 381,583 ubicada en la cuenca baja en Sinaloa, que representa el 51.4 % de la población total de la cuenca (CONAPO, 2013a).

Índices de marginación

El objetivo primordial de los Índices de Marginación es coadyuvar al buen funcionamiento de políticas y programas orientados a reducir las brechas en el desarrollo regional del país

El Índice de Marginación es una medida-resumen que permite diferenciar entidades y municipios del país según el impacto global de las carencias que padece la población como resultado de la falta de acceso a la educación, la residencia en viviendas inadecuadas, la percepción de ingresos monetarios insuficientes y las relacionadas con la residencia en localidades pequeñas. El Índice de Marginación contribuye a identificar las disparidades territoriales que existen entre las entidades federativas y los municipios del país. Asimismo, ha sido utilizado como criterio de las reglas de operación de diversos programas, lo que es un indicativo de su aceptación y uso cada vez más generalizado.

La población que reside en viviendas sin drenaje, sanitario, energía eléctrica, agua entubada y espacio suficiente y adecuado, se enfrenta a una mayor vulnerabilidad que genera algunas privaciones cruciales en la vida de las familias y sus integrantes (CONAPO, 2013b).

Si se considera que el propósito del PMPMS es asegurar el suministro de agua con la cantidad y calidad adecuada para toda la población los Índices de Marginación más importantes son:

- Porcentaje de ocupantes en viviendas particulares sin drenaje ni servicio sanitario. La carencia de este servicio aumenta el riesgo de contraer enfermedades transmisibles, principalmente las gastrointestinales, lo cual supone un problema de salud pública que puede generar peligros a la salud de las personas que comparten ese espacio. Además la falta de sistemas de recolección y tratamiento de las aguas residuales causa contaminación de los cuerpos de agua disminuyendo la cantidad de agua disponible para satisfacer la demanda de la población.
- Porcentaje de ocupantes en viviendas particulares sin energía eléctrica. La falta de electricidad excluye a la población del disfrute de diversas amenidades modernas, como es la participación en los sistemas modernos de comunicación y el uso de aparatos electrodomésticos. Ello también redundaría en el uso de ineficientes fuentes de energía alternas con altos costos ambientales. Este factor también afecta el suministro de agua debido a que muchas comunidades necesitan la electricidad para operar los sistemas de agua, por ejemplo bombas y plantas de tratamiento, o alternativamente si no disponen de electricidad necesitan equipos motorizados con combustible.
- Porcentaje de ocupantes en viviendas particulares sin agua entubada. La falta de provisión de este servicio provoca que el vital líquido se utilice en condiciones perjudiciales para la salud, debido a las formas de almacenamiento poco sanitarias, lo que además obliga a invertir tiempo y esfuerzo físico en su acarreo, y dificulta el desempeño de las labores domésticas y perjudica el desarrollo socioeconómico.

Los Índices de Marginación por estado y municipio se presentan en las Tablas D-1, D-2, D-3 y D-4 del Apéndice D (CONAPO, 2013b). El análisis de los índices de marginación demuestran que el municipio de Mezquital en la cuenca alta en Durango y el municipio de Huajicori en la cuenca media/baja en Nayarit tienen un Índice de Marginación muy alto;

- La población total en los municipios con alta o muy alta marginación es 44 796 habitantes, o sea el 2.56 % de la población total de la cuenca
- 80 474 habitantes (4.6 % de la población total de la cuenca) viven en viviendas sin drenaje ni excusado
- 111 106 habitantes (6.4 % de la población total de la cuenca) viven en viviendas sin agua entubada

- 555 176 habitantes (31.7 % de la población total de la cuenca) viven en localidades con menos de 5 mil habitantes

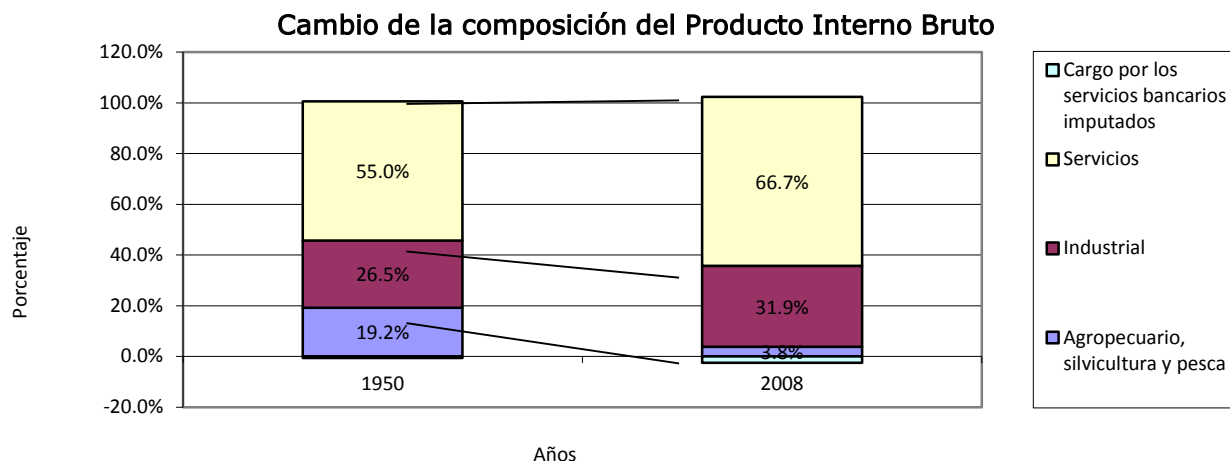
Todos estos habitantes serán particularmente vulnerables a la sequía debido a la falta de servicios de agua potable.

Economía

Panorama económico

A nivel nacional la Región Hidrológico-Administrativa III Pacífico Norte a la cual pertenece la cuenca de los Ríos Presidio al San Pedro aporta el 3.12 % del PIB nacional (Tabla E-1 del Apéndice E).

Es interesante notar el cambio en la composición del Producto Interno Bruto (PIB) desde 1950 al 2008 que muestra a nivel nacional la reducción en la importancia del sector agropecuario y pesca, pero no obstante la agricultura en esta cuenca es de gran importancia pues aporta entre el 7.1 % y el 9.9 % del PIB a nivel de entidad federativa, comparado con el 3.8 % promedio en el país (Gráfica K-3).



Gráfica K. 3. Cambio de la Composición del Producto Interno Bruto.

Fuente: CONAGUA, 2010a.

Producto Interno Bruto (PIB)

La población de Durango es de 1 633 000 que representa el 1.5 % de la población nacional y ocupa el vigésimo cuarto lugar en relación a la población nacional. El Producto Interno Bruto en 2011 per cápita fue 63 749.5 pesos el cual representa el decimoséptimo lugar a nivel nacional. El sector agropecuario contribuye el 9 por

ciento al Producto Interno Bruto ocupando el duodécimo lugar a nivel nacional, mientras que el Producto Interno Bruto de la minería es del 12.4 % representando el octavo lugar a nivel nacional (INEGI, 2012a).

La población de Zacatecas es de 1 491 000 que representa el 1.3 % de la población nacional y ocupa el vigesimoquinto lugar en relación a la población nacional. El producto interno bruto en 2011 per cápita fue 47 068.4 pesos el cual representa el vigesimoséptimo lugar a nivel nacional. El sector agropecuario representa el 7.1 % del Producto Interno Bruto ocupando el decimonoveno lugar nacional mientras que el producto interno de la minería es del 29.2 % representando quinto lugar a nivel nacional (INEGI, 2012b).

La población de Nayarit es de 1 085 000 que representa el 1 por ciento de la población nacional y ocupa el vigesimonoveno lugar en relación a la población nacional. El Producto Interno Bruto en 2011 per cápita fue 47 705.7 pesos el cual representa el vigesimosexto lugar a nivel nacional. El sector agropecuario representa el 9.7 % del Producto Interno Bruto ocupando el vigésimo primer lugar a nivel nacional, mientras que el Producto Interno Bruto de la minería es del 0.2 % representando el trigésimo lugar a nivel nacional (INEGI, 2012c).

La población de Sinaloa es 2 768 000 el cual representa el 2.5 % de la población nacional y ocupa el decimoquinto lugar en relación a la población nacional. El Producto Interno Bruto en 2011 per cápita fue 60 955.2 pesos siendo el vigésimo lugar a nivel nacional. El sector agropecuario representa el 9.9 % del Producto Interno Bruto ocupando el quinto lugar a nivel nacional, mientras que el Producto Interno Bruto de la minería es del 1.9 % representando el septuagésimo lugar a nivel nacional (INEGI, 2012d).

PIB por municipio

Existe una gran disparidad en el PIB municipal en la cuenca que coincide con el índice de marginación y su distribución desde la cuenca alta hacia la cuenca baja; el PIB promedio Per Cápita 2010 en Durango fue 57,934 pesos, Zacatecas 62,226 pesos, Nayarit 45,193 pesos y en Sinaloa 77,416 pesos. Ver Tabla E-2 del Apéndice E.

Modalidad hídrica de la producción agrícola

Igualmente la Modalidad Hídrica de la Producción Agrícola presenta una gran variedad desde la cuenca alta hacia la cuenca baja. Se puede observar que predomina la sembrada de temporal con una participación del 85.7 % Se puede concluir que la relativamente baja participación de la cuenca baja en la agricultura es debido a la falta de infraestructura hídrica. Ver la Tabla F-1 del Apéndice F (SAGARPA, 2011).

Producción agrícola 2009

Se presenta una gran variación en la producción agrícola en la cuenca. Se puede observar que los municipios con el mayor valor de producción en la cuenca alta son Durango, Durango y Sombrerete, Zacatecas, mientras que en la cuenca media/baja lo son Santiago Ixcuintla y Tecuala en Nayarit y Escuinapa en Sinaloa, ver Tabla F-2 del Apéndice F (CONAGUA, 2010b).

Distritos de riego

Existen en la cuenca tres Distritos de Riego: Número 052 estado de Durango con una superficie de 20 872 hectáreas, Número 043 estado de Nayarit con una superficie de 43 164 hectáreas, y el Número 111 Rio Presidio con una superficie de 8 435 hectáreas, que son de suma importancia. Primero por su gran productividad agrícola y segundo porque son los mayores consumidores de agua y por lo tanto son muy vulnerables a la sequía. El Distrito de Riego Número 052 estado de Durango depende de las Presas y por lo tanto son muy vulnerables a la sequía. A continuación se presenta información estadística del rendimiento agrícola, la superficie cosechada y valor de la cosecha de los Distritos de Riego ver Tabla F-3 del Apéndice F, superficie cosechada ver Tabla F-4 del Apéndice F y el valor de la cosecha ver la Tabla F-5 del Apéndice F (CONAGUA, 2010b).

Acuacultura

El camarón en términos de valor, exportación y generación de empleos, es el producto pesquero más importante en México. En 2008 México rebasó las 130 mil toneladas de producción de camarón blanco *Litopenaeus vannamei*; cuyo valor de producción fue mayor a los 480 millones de dólares americanos.

Figuran como principales productores nacionales: Sonora, Sinaloa, Baja California Sur y Nayarit con 68.5, 33.5, 3.2 y 2.9 miles de toneladas producidas del crustáceo respectivamente en 2007. Sinaloa es la entidad federativa que cuenta con mayor superficie dedicada al cultivo del crustáceo; en 2007 se utilizaron 40 866 hectáreas de espejo de agua mientras que en Sonora fueron 18 208 y en Nayarit 5 088. La diferencia de producción, entre Sonora y Sinaloa, radica en el tipo de cultivo ya que Sonora dedica la mayor parte de su espejo de agua al cultivo intensivo de camarón mientras que en Sinaloa mayormente se practica el de tipo semi-intensivo.

La producción estatal de camarón de cultivo para 2009 en Sinaloa se situó en 37 097 toneladas, significaron el 80.26 % de la producción global de camarón en Sinaloa y el 30 por ciento de la producción nacional del crustáceo bajo condiciones controladas.

Sinaloa tiene una capacidad instalada de 29,816.92 hectáreas de espejo de agua, utilizadas para el cultivo de camarón. Según el área de distribución por municipio, Guasave es el que tiene mayor cobertura con 6 774.7

hectáreas de espejo de agua lo que significa el 22.7 % del total estatal. Sin embargo a nivel estatal son los productores del municipio de Ahome, los que contribuyen con la mayor parte de la producción estatal aportando el 30.8 % de ésta. En esta cuenca se presentan 6 granjas en El Rosario, 23 granjas en Escuinapa, y 15 granjas en San Ignacio-Mazatlán ver Tabla F-6 del Apéndice F (SAGARPA, 2010).

Diversos usos de las cinco aguas

Introducción

Tradicionalmente solo se ha preocupado por el uso del agua para satisfacer el desarrollo socioeconómico y por lo tanto el agua se considera como un recurso que se usa y se tira, al igual que los residuos sólidos, como consecuencia a la sociedad no le importa el manejo sustentable del recurso hídrico mientras que se satisfacen sus necesidades. Por eso es necesario cambiar el paradigma y evaluar el uso de las 5 Aguas en la cuenca, que son:

1. Aguas de primer uso, el agua para los usuarios según la Ley de Aguas Nacionales:
 - "Uso Agrícola": La aplicación de agua nacional para el riego destinado a la producción agrícola y la preparación de ésta para la primera enajenación, siempre que los productos no hayan sido objeto de transformación industrial
 - "Uso Ambiental" o "Uso para conservación ecológica": El caudal o volumen mínimo necesario en cuerpos receptores, incluyendo corrientes de diversa índole o embalses, o el caudal mínimo de descarga natural de un Acuífero, que debe conservarse para proteger las condiciones ambientales y el equilibrio ecológico del sistema
 - "Uso Consuntivo": El volumen de agua de una calidad determinada que se consume al llevar a cabo una actividad específica, el cual se determina como la diferencia del volumen de una calidad determinada que se extrae, menos el volumen de una calidad también determinada que se descarga, y que se señalan en el título respectivo
 - "Uso Doméstico": La aplicación de agua nacional para el uso particular de las personas y del hogar, riego de sus jardines y de árboles de ornato, incluyendo el abrevadero de animales domésticos que no constituya una actividad lucrativa, en términos del Artículo 115 de la Constitución Política de los Estados Unidos Mexicanos
 - "Uso en acuicultura": La aplicación de aguas nacionales para el cultivo, reproducción y desarrollo de cualquier especie de la fauna y flora acuáticas
 - "Uso industrial": La aplicación de aguas nacionales en fábricas o empresas que realicen la extracción, conservación o transformación de materias primas o minerales, el acabado de productos o la elaboración de satisfactores, así como el agua que se utiliza en parques industriales, calderas,

dispositivos para enfriamiento, lavado, baños y otros servicios dentro de la empresa, las salmueras que se utilizan para la extracción de cualquier tipo de sustancias y el agua aun en estado de vapor, que sea usada para la generación de energía eléctrica o para cualquier otro uso o aprovechamiento de transformación

- "Uso Pecuario": La aplicación de aguas nacionales para la cría y engorda de ganado, aves de corral y otros animales, y su preparación para la primera enajenación siempre que no comprendan la transformación industrial; no incluye el riego de pastizales
 - "Uso Público Urbano": La aplicación de agua nacional para centros de población y asentamientos humanos, a través de la red municipal
2. Aguas residuales. Las aguas de composición variada provenientes de las descargas de usos público urbano, doméstico, industrial, comercial, de servicios, agrícola, pecuario, de las plantas de tratamiento y en general, de cualquier uso, así como la mezcla de ellas. En vez de descargar las aguas residuales al ambiente sin tratamiento, se pueden tratar para el uso benéfico; por ejemplo construyendo humedales artificiales para el tratamiento y reúso de las aguas de los drenes agrícolas.
 3. Aguas pluviales. Las aguas provenientes de la precipitación y escorrentía natural. Tradicionalmente no se contemplaba la gestión del agua pluvial causando inundaciones, contaminación y erosión. Sólo se tenía un enfoque reactivo tomándola en cuenta cuando causaba un desastre, inundaciones o desprendimiento de tierras. Las aguas pluviales presentan una oportunidad que hasta ahora no se ha explorado en México pues se puede capturar, tratar y reusar en su sitio de origen y así evitar los impactos cuencas abajo.
 4. Aguas del subsuelo. Aquellas aguas nacionales existentes debajo de la superficie terrestre. Casi en todos los países del mundo no se considera el manejo sustentable de las aguas subterráneas, debido a "lo que no se ve, no se siente". Por lo tanto las aguas del subsuelo son sobreexplotadas y contaminadas. La alternativa es considerarlas como un parte integral de la gestión de los recursos hídricos incluyendo sistemas de tratamiento y recarga.
 5. Agua Virtual. El agua que contienen los productos. Para producir bienes y servicios se necesita agua; se denomina Agua Virtual del producto, ya sea éste agrícola o industrial, al agua utilizada para producirlo. El Agua Virtual es una herramienta esencial para calcular el uso real del agua de un país, o su "huella hídrica", equivalente al total de la suma del consumo doméstico y la importación de agua virtual del país, menos la exportación de su Agua Virtual. La huella hídrica de una nación es un indicador útil de la demanda del país respecto a los recursos hídricos del planeta.

La demanda de recursos de agua en esta cuenca es altamente debido a la producción agrícola. Oferta de aguas de primer uso en la cuenca de los Ríos Presidio al San Pedro se muestra en la Tabla K-20 y la demanda de aguas de primer uso por usuarios se muestra en la Tabla K-21. Se puede observar que la disponibilidad excede a la demanda por 6 910.7 millones de metros cúbicos al año, siempre cuando no haya condiciones de sequía.

Tabla K. 20. Oferta de aguas de primer uso en la cuenca de los Ríos Presidio al San Pedro.

Fuentes	Volumen Anual, hm ³	Observaciones
Aguas Superficiales	7 390	93 % de la disponibilidad total escurre. Las obras hidráulicas sólo captan el 6 % del volumen de escurrimiento anual. 15 Acuíferos y extracciones superiores al 75 %. Los Acuíferos de Canatlán, Santiaguillo, Vicente Guerrero-Poanas y Valle de Gadiana son los más sobreexplotados.
Recarga Anual	466	
Aguas Residuales	80	
Total de Agua Disponible	7936	

Fuente: Adaptado de CONAGUA, 2012c.

Tabla K. 21. Demanda de aguas de primer uso por usuarios en la cuenca de los Ríos Presidio al San Pedro.

Usuarios (sectores)	Volumen Anual, hm ³	Consumo
Uso Agrícola	481	Consume el 47% del volumen total demandado.
Uso Urbano	173	Representa el 17 % de la demanda, de los cuales 62 % es de origen superficial y 38 % de aguas subterráneas.
Uso Industrial y de Servicios	17.3	Consume el 1.7 % del volumen total.
Pecuario	41	Consume el 4 % del volumen total.
Acuicultura	317	Consume el 30.7 % del volumen total.

Total	1 025.3
--------------	---------

Fuente: CONAGUA, 2012c

Jurisdicciones

En este capítulo se resume las dependencias y organizaciones que tienen Jurisdicción de la Gestión de las 5 Aguas en la Cuenca.

Gobierno Federal

Ejecutivo Federal

Dependencias:

- Secretaría del Medio Ambiente y Recursos Naturales (SEMARNAT)
- Comisión Nacional del Agua (CONAGUA) y los Organismos de Cuenca
- Secretaría de Salud
- Comisión Nacional de Zonas Áridas
- Secretaría de Desarrollo Social
- Secretaría de Economía
- Secretaría de Agricultura, Ganadería, Desarrollo Rural, Pesca y Alimentación (SAGARPA)
- Secretaría de Hacienda y Crédito Público
- Secretaría de Gobernación y Sistema Nacional de Protección Civil;
- Banco Nacional de Obras y Servicios Públicos
- Sociedad Nacional de Crédito
- Institución de Banca de Desarrollo
- Comisión Nacional Forestal (CONAFOR)
- Comisión Nacional de Áreas Naturales Protegidas (CONANP)
- Instituto Nacional de Ecología (INE)
- Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad (CONABIO)
- Dirección General del Sector Primario y Recursos Naturales Renovables (DGSPRNR)
- Dirección General de Vida Silvestre (DGVS)
- Dirección General de Zona Federal Marítimo Terrestre y Ambientes Costeros (ZOFEMATAC)
- Procuraduría Federal de Protección al Ambiente (PROFEPA)
- Instituto Nacional de Estadística, Geografía e Informática (INEGI)

Gobierno Estatal

Ejecutivo Estatal

Dependencias:

- Secretaría de Desarrollo Social y Humano (SEDESHU)
- Comisión Estatal de Agua Potable y Alcantarillo
- Secretaría de Salud
- Secretaría de Agricultura, Ganadería y Pesca
- Secretaría de Desarrollo Urbano y Obras Públicas
- Protección Civil

Gobierno Municipal

Ejecutivo Municipal

Dependencias:

- Organismos Operadores
- Desarrollo Urbano y Obras Públicas
- Protección Civil

Consejo de Cuenca

Ejecutivo

- Comisiones de Cuenca
- Comités de Cuenca
- Gerencia Operativa
- Comités Técnicos de Aguas Subterráneas (COTAS)

Sociedad Organizada

- Consejo Consultivo Estatal del Agua
- Consejo Consultivo del Agua
- Asamblea de Usuarios
- Comités de Usuarios
- FACES

Universidades, Politécnicos y Centros de Investigación

- Universidad Autónoma de Sinaloa
- Universidad Autónoma de Durango

Apéndice L

Gestión Integrada de los Recursos Hídricos y Diseño y Desarrollo de Bajo Impacto

Fundamentos para la gestión integrada de los recursos hídricos

Buscar soluciones eficaces a largo plazo para los problemas del agua requiere un nuevo paradigma de gobernanza y gestión del agua. Este nuevo paradigma se halla contenido dentro del concepto de la Gestión Integrada de los Recursos Hídricos (GIRH), el cual ha sido definido por el Global Water Partnership (GWP, 2005) como ‘un proceso que promueve el desarrollo y el manejo coordinado del agua, del suelo y de recursos relacionados, maximizando el bienestar económico y social de manera equitativa, sin comprometer la sostenibilidad de ecosistemas vitales’.

La GIRH desafía de manera explícita a los sistemas convencionales de desarrollo y gestión del agua. La GIRH inicia reconociendo que los enfoques tradicionales para la gestión del agua, desde arriba hacia abajo, orientados hacia la provisión del servicio, de base técnica y sectorial, están imponiendo costos insosteniblemente altos sobre las sociedades humanas y sobre el ambiente natural, tanto en lo económico como en lo social y ecológico.

Si dichos enfoques persisten, la escasez de agua y el deterioro de la calidad de este recurso se convertirán en factores clave que limitarán el desarrollo económico futuro, la expansión de la producción alimentaria y la provisión de los servicios básicos de salud y de higiene a millones de personas en condiciones de desventaja. El escenario tendencial no es ni ambientalmente sostenible ni tampoco lo es en términos financieros y sociales. El paradigma tradicional de la provisión de servicios relativos al agua financiados, gestionados y suministrados por el sector público, con poca o hasta ninguna recuperación de costos, está más allá de la capacidad financiera de la mayoría de los gobiernos. Un déficit de inversión y la presencia de conflictos agudos, relativos a la

asignación de bienes y servicios hídricos, son inevitables, y potencialmente generarán consecuencias económicas y sociales desastrosas (GWP, 2005).

Como un proceso de cambio busca modificar los sistemas de gestión y desarrollo hídrico desde sus formas insostenibles actuales, la GIRH no tiene inicios fijos y probablemente nunca fijará un final. La economía y la sociedad globales son dinámicas y el ambiente natural está también sujeto a cambios; por lo tanto, los sistemas de la GIRH necesitarán tener la capacidad de ofrecer una respuesta al cambio y a la adaptación a nuevas condiciones económicas, sociales y ambientales, así como los valores humanos cambiantes. La GIRH no es un fin en sí misma, sino un medio de lograr tres objetivos estratégicos clave:

- La eficiencia, dada la escasez de recursos (naturales, financieros y humanos), es importante intentar maximizar el bienestar económico y social derivado no solamente de la base de los recursos hídricos, sino también de las inversiones en la provisión de servicios hídricos.
- La equidad en la asignación de los recursos y servicios hídricos escasos, a través de los diferentes grupos económicos y sociales, es vital para reducir conflictos y para promover el desarrollo socialmente sostenible.
- La sostenibilidad ambiental es fundamental pues, todos los intentos relativos a la reforma de la gestión hídrica fallarán en última instancia si la base de los recursos hídricos y los ecosistemas asociados continúan siendo considerados como si fueran inagotables y si se continua poniendo en riesgo 'el sistema hídrico del cual dependemos para nuestra sobrevivencia' (Comisión Mundial del Agua 2000).

En la Figura L-1 se muestra el concepto de la GIRH, el tamaño de los recuadros significa la importancia de las estrategias para lograrla, cuanto más grande la elipse más grande el impacto.

PROCESOS DE LA GESTIÓN INTEGRADA DE LOS RECURSOS HÍDRICOS DE LA CUENCA DE LOS RÍOS PRESIDIO AL SAN PEDRO (GIRHCRPSP).

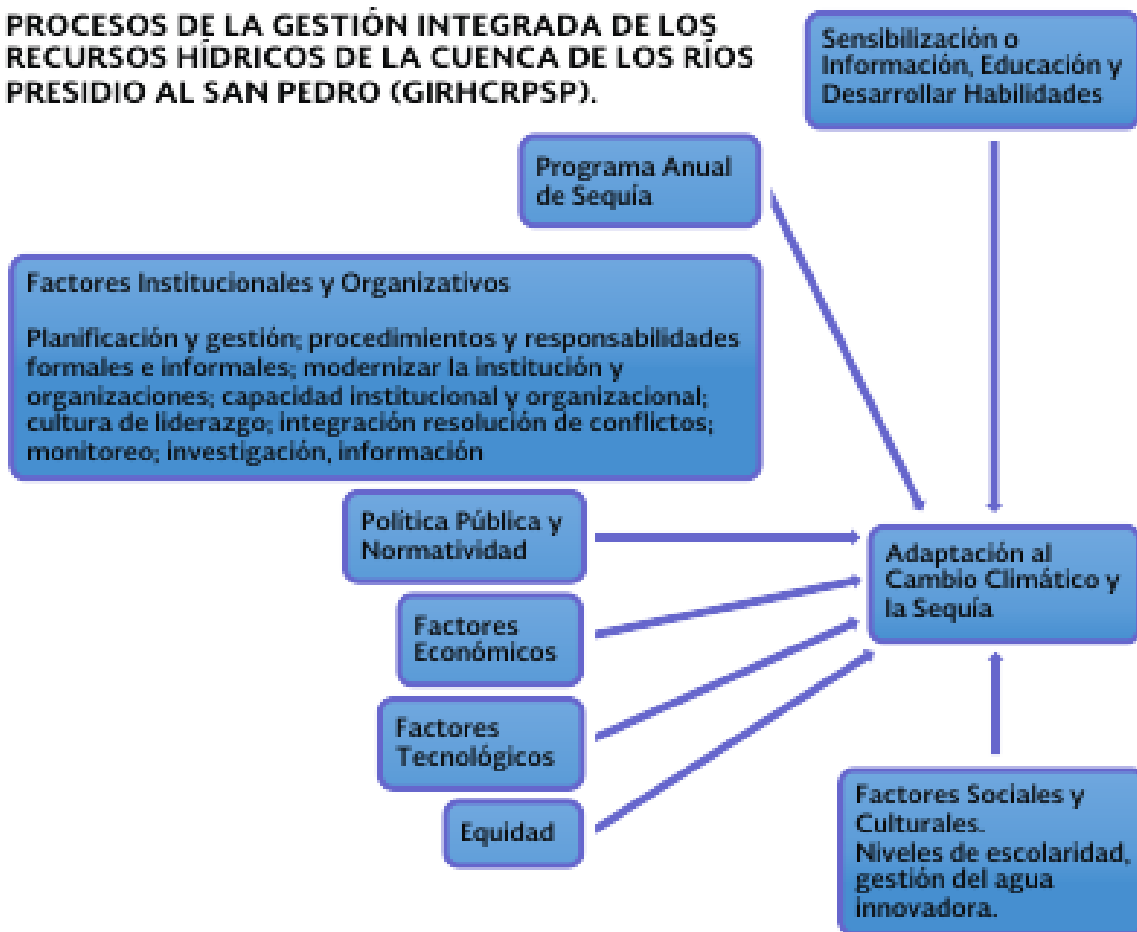


Figura L. 1. Proceso de la Gestión Integrada de los Recursos Hídricos.

Sensibilización e Información, Educación y Desarrollar de Habilidades

- Impulsar la concientización y conocimiento sobre la sequía, problemas de los recursos hídricos y las opciones de prevención.
- Desarrollar competencias para la toma de decisiones bajo incertidumbre.
- Impulsar la comunicación.
- Fomentar las habilidades de cooperación.

Programa Anual de Sequía

- Elaborar un Plan Anual para la Gestión de la Sequía para el 1 de junio de cada año.
- Implementar el Plan Anual para la Gestión de la Sequía.
- Monitorear y evaluar los resultados del Plan Anual para la Gestión de la Sequía.

El Programa Anual para la Gestión de la Sequía cuenta con tres etapas:

- Alerta Temprana.
- Acción Inmediata.
- Recuperación.

Factores Institucionales y Organizativos

- Instrumentos de Planificación y Gestión; establecer claramente los procedimientos y responsabilidades formales o informales; modernizar las institucionales y organizaciones; impulsar la capacidad institucional y organizacional; cultura de liderazgo; asegurar la integración de todas las partes interesadas; mecanismos de resolución de conflictos; sistemas de monitoreo; programas de investigación; intercambio de información.
- Instrumentos de planificación y gestión que tomen en cuenta la sequía y el cambio climático Incorporación de medidas de adaptación en los procesos de planificación y de gestión existentes.
- Establecer claramente los procedimientos y responsabilidades formales o informales para impulsar acciones y en la toma de decisiones, por ejemplo por medio de convenios y acuerdos intersectoriales.
- Modernizar las institucionales y organizaciones con una visión a largo plazo, operando de una manera integral y flexible.
- Impulsar la capacidad institucional y organizacional para hacer frente a eventos extremos de sequías.
- Establecer una cultura de liderazgo para la toma de decisiones oportunas frente a la sequía.
- Asegurar la integración de todas las partes interesadas, la coordinación del uso del agua (intersectorial, coordinación inter-regional y vertical entre los diferentes niveles de gobierno).
- Impulsar mecanismos de resolución de conflictos.
- Establecer Sistemas de Monitoreo actualizados en tiempo real.
- Implementar Programas de Investigación.
- Intercambio de información intersectorial y entre los tres niveles de gobierno y el público.

Política Pública y Normatividad

- Voluntad política para aceptar e impulsar el cambio.
- Asegura la consistencia de las medidas de adaptación en los objetivos de la política pública.
- Establecer la política pública para el pago por servicios de agua y ambientales con medidas para su cumplimiento.
- Elaborar, aprobar e implementar una Estrategia Estatal y Municipal para la Gestión Integrada de los Recursos Hídricos (GIRH). Es esencial que esta estrategia establezca los niveles de servicio y el Plan Financiero para lograr dichos niveles.

- Requerir que todas las actividades que contemplen el cambio en el uso del suelo incluyan medidas de GIRH, por ejemplo cumpliendo con el Proyecto de Norma Mexicana PROY-NMX-AA-164-2012 Edificación Sustentable-Criterios y Requerimientos Ambientales Mínimos.
- Incluir la GIRH en los Planes de Desarrollo Estatal y Municipal y en los Planes de Ordenamiento Territorial.
- Contar con un mandato claro para el cumplimiento con la Ley.
- Establecer claramente las responsabilidades para aplicar la Ley;
- Asegurar que se disponen los recursos adecuados para el cumplimiento con la Ley.
- Establecer los mecanismos para decretar las restricciones regulativas en el consumo de agua y las acciones correspondientes.
- Revisar y actualizar las normas para asegurar su consistencia.
- Aclarar la inconsistencia entre los Derechos de Propiedad / Tenencia de la Tierra y la necesidad de controlar la abstracción del agua.
- Actualizar los Derechos de Agua (Extracción de Agua y su Uso).

Factores económicos

- Pago por el Uso del Agua y Servicios Ambientales.
- Autosuficiencia de el Consejo de Cuenca, los Organismos Operadores, los módulos de riego.
- Elaborar planes realísticos tomando en cuenta las fuentes de financiamiento.
- Impulsar planes para acceder a los recursos económicos disponibles.
- Desarrollar Programas de Incentivos Financieros.

Factores tecnológicos

- Mejorar la Infraestructura existente.
- Impulsar y aplicar tecnologías de Desarrollo y Diseño de Bajo Impacto (DDBI).
- Aplicar nuevas tecnologías, siempre tomando en cuenta el ciclo de vida.
- Construir e impulsar Proyectos Piloto Demostrativos.

Equidad

- Acceso equitativo a los recursos.
- Participación en la Toma de Decisiones.
- Distribución justa de los beneficios de la adaptación.

Factores Sociales y Culturales

- Valores y Normas (por ejemplo, diferentes puntos de vista desde el tradicional a los dispuestos a aceptar la Gestión del Agua Innovadora).
- La Cultura de la Toma de Decisiones (orientadas al discurso, participativo).
- La necesidad de reconocer los diferentes niveles de escolaridad, por ejemplo en las poblaciones más marginadas el nivel de educación es muy bajo.

Diseño y Desarrollo de Bajo Impacto

El Diseño y Desarrollo de Bajo Impacto (DDBI) abarca el diseño y desarrollo de cualquier uso del suelo, construcción o actividad de acuerdo con los principios de sostenibilidad económica, social y ambiental; resultando en mejor calidad de vida con menos consumos de recursos económicos y materiales.

Los objetivos de DDBI incluyen:

- Promover la conservación del suelo.
- Reducir en el 25 % al 50 % el consumo de energía.
- Reducir en el 50 % reducción en uso del agua.
- Reducir en el 70 % la generación de residuos sólidos, incluyendo los residuos tóxicos.
- Promover el bienestar y productividad de la población.
- Reducir la contaminación (carga de sedimentos, hidrocarburos, agroquímicos y metales pesados).
- Incorporar nuevas tecnologías en todas las actividades.
- Preservar los hábitats naturales y los ecosistemas.

Para lograr los máximos beneficios el DDBI se debe de aplicar en la fase de planeación al igual que en la cadena productiva y en la construcción. El DDBI busca resolver los problemas atacando las causas más que los síntomas en materia de suelo, energía, agua, materiales, residuos, calidad ambiental y responsabilidad social. Es esencial implementar un programa de concienciación y educación para promover el DDBI, al igual que realizar proyectos demostrativos para que la población pueda observar a primera mano las metodologías, las tecnologías y los beneficios del DDBI.

El desarrollo y la agricultura degradan el suelo, reducen la capacidad actual y potencial del suelo para producir, cuantitativamente y cualitativamente, bienes y servicios y alteran la hidrología natural al aumentar el escurrimiento y disminuir el caudal. Estos impactos se pueden mitigar al aplicar el DDBI por lo que se conserva el suelo y se reservan áreas para retención e infiltración que minimicen el impacto hidráulico hacia aguas abajo y a su vez recargan los cuerpos de agua. De esta manera se puede conservar el agua y utilizarla para el consumo, en la recarga de acuíferos y para mantener el caudal ecológico.

En cuanto a la energía el DDBI incluye su uso eficiente y la generación de energía autosuficiente tal como la energía solar y eólica.

El DDBI busca resolver los problemas atacando las causas más que los síntomas, manejando los caudales generados en el lugar donde se producen, manteniendo los cauces naturales y recuperando la capacidad de infiltración y almacenamiento previo a la urbanización. Para esto se utilizan nuevas técnicas y elementos como estanques y lagunas de almacenamiento, obras de infiltración, soleras discontinuas, cunetas bilógicas y jardines de lluvia.

El DDBI incluye el concepto de las Buenas Prácticas Agrícolas (BPA) que consiste en la aplicación de 10 elementos que se resumen a continuación.

Suelo

Las características y funciones físicas y químicas, la materia orgánica y la actividad biológica del suelo son fundamentales para la producción agrícola sostenida y determinan, en su complejidad, la fertilidad y productividad del suelo. Una gestión adecuada del suelo tiene por objeto mantener y mejorar su productividad aumentando la disponibilidad y la ingestión por las plantas de agua y nutrientes mediante un mejoramiento de la actividad biológica del suelo, la reposición de la materia orgánica y la humedad del suelo, y la reducción al mínimo de las pérdidas de suelo, nutrientes y sustancias agroquímicas debido a la erosión, el escurrimiento y la lixiviación en el agua de superficie o subterránea. Aunque se suele proceder al condicionamiento de suelos a nivel de campo o de la explotación agrícola, esta actividad afecta a la zona circundante o a la cuenca hidrográfica debido a las repercusiones fuera del lugar en el escurrimiento, los sedimentos, la transmisión de nutrientes y el desplazamiento del ganado y de las especies conexas con inclusión de los predadores, las plagas y los agentes de control biológico.

Las BPA relacionadas con el suelo incluyen el mantenimiento o mejoramiento de la materia orgánica del suelo por medio de la utilización de acumulación de carbono en el suelo mediante rotaciones de las cosechas adecuadas, la aplicación de fertilizantes, la gestión de los pastizales y otras prácticas de uso de la tierra, las prácticas racionales mecánicas y/o de trabajo del suelo de conservación; el mantenimiento de la cobertura del suelo para proporcionar un hábitat que favorezca la biota del suelo, reduciendo al mínimo las pérdidas debidas a la erosión causada por el viento y/o el agua; y la aplicación de fertilizantes orgánicos y minerales y otros productos agroquímicos en cantidades y en épocas y por medio de métodos adecuados a las necesidades agronómicas, ambientales y de la salud humana.

Agua

La agricultura asume una gran responsabilidad en la gestión de los recursos hídricos en términos cuantitativos y cualitativos. La gestión cuidadosa de los recursos hídricos y la utilización eficiente del agua para los cultivos de secano y la producción de pastizales, para el riego cuando sea aplicable y para el ganado, son criterios que están relacionados con las BPA agrícolas. Las tecnologías y la gestión eficiente del regadío reducirán al mínimo los desperdicios y evitarán la lixiviación y la salinización excesivas. Las capas de agua deben administrarse de manera que se evite un aumento o una reducción excesiva.

Las BPA relacionadas con el agua incluirán las que aumentan al máximo la infiltración de agua y las que reducen al mínimo las emanaciones improductivas de aguas de superficie de las cuencas hidrográficas; la gestión de las aguas freáticas y del suelo mediante un uso adecuado, o la evitación del drenaje cuando sea necesario; el mejoramiento de la estructura del suelo y el aumento del contenido de materia orgánica del suelo; la aplicación de insumos de producción, con inclusión de desechos o productos reciclados de carácter orgánico, inorgánico y sintético por medio de prácticas que eviten la contaminación de los recursos hídricos; la adopción de técnicas para vigilar el estado de los cultivos y del agua del suelo, la programación precisa del riego y la evitación de la salinización del suelo mediante la adopción de medidas destinadas a ahorrar agua y a reciclarla, siempre que sea posible; el mejoramiento del funcionamiento del ciclo del agua mediante el establecimiento de una cubierta permanente, o el mantenimiento o restablecimiento de humedales en la forma que sea necesaria; la gestión de las capas de agua para evitar una extracción o acumulación excesiva; y el suministro de abrevaderos adecuados, seguros y limpios para el ganado.

Cultivos y producción forrajera

Los cultivos y la producción forrajera entrañan la selección de cultivos anuales y perennes y sus variedades obtenidas o no por selección, para atender a las necesidades del consumidor y el mercado local con arreglo a su adecuación al lugar y su función en el marco de la rotación de cultivos para la gestión de la fertilidad del suelo, la lucha contra las plagas y las enfermedades y su reacción a los insumos disponibles. Los cultivos perennes se utilizan para proporcionar opciones de producción a largo plazo y posibilidades de cultivos intercalados. Los cultivos anuales según un orden de sucesión, incluidos los que se cultivan con pastizales, para aumentar al máximo los beneficios biológicos de las relaciones recíprocas entre especies y para mantener la productividad. La recolección de todos los cultivos y de los productos animales elimina su contenido de nutrientes del lugar y debe ser en última instancia sustituida para mantener la productividad a largo plazo.

Las BPA relacionadas con la producción de cultivos y forrajes incluirán las variedades elegidas o no por selección partiendo del conocimiento de sus características, con inclusión de su reacción al tiempo de siembra o de plantación, la productividad, la calidad, la aceptabilidad del mercado y el valor nutricional, la resistencia a la enfermedad y a la tensión, la adaptabilidad edáfica y climática, y la reacción a los fertilizantes y

agroquímicos; especificarán las secuencias de los cultivos para optimizar la utilización de la mano de obra y el equipo y aumentar al máximo los beneficios biológicos de la lucha contra las malas hierbas por medios competitivos, mecánicos, biológicos y herbicidas, el suministro de cultivos no hospedantes para reducir al mínimo la enfermedad y, cuando resulte adecuado, la inclusión de hortalizas para aportar una fuente biológica de nitrógeno; aplicarán fertilizantes, orgánicos e inorgánicos, de una manera equilibrada, con métodos y equipo apropiados y a intervalos adecuados para sustituir a los nutrientes extraídos por la cosecha o perdidos durante la producción; aumentarán al máximo los beneficios para el suelo y la estabilidad de los nutrientes mediante cultivos reciclados y otros residuos orgánicos; integrarán la ganadería con las rotaciones de los cultivos y utilizarán el ciclo de los nutrientes que aportan el pastoreo o el ganado estabulado para mejorar la fecundidad de toda la explotación; alternarán el ganado en los pastizales para que se pueda restablecer un pasto sano; y se adherirán a los reglamentos de seguridad y respetarán las normas de seguridad establecidas con respecto al funcionamiento del equipo y la maquinaria para la producción de cultivos y forrajes.

Protección de las plantas

El mantenimiento de la salud de las plantas es fundamental para que la agricultura dé resultado tanto en lo que respecta al rendimiento como a la calidad del producto. Esto exige estrategias a largo plazo para controlar los riesgos mediante el uso de cultivos resistentes a las enfermedades y las plagas, la rotación de los cultivos y los pastizales, la superación de las enfermedades con respecto a cultivos susceptibles, y el empleo racional de productos agroquímicos para luchar contra las malas hierbas, las plagas y las enfermedades aplicando los principios del manejo integrado de plagas. Cualquier medida de protección de las plantas, pero particularmente las que entrañan sustancias que son nocivas para los seres humanos o el medio ambiente, únicamente se deben poner en práctica teniendo en cuenta las posibles repercusiones negativas y con pleno conocimiento y un equipo adecuado.

Las BPA relacionadas con la protección de las plantas incluirán las que utilizan variedades cultivadas o no resistentes, las secuencias de los cultivos, las asociaciones y las prácticas de cultivo que aumentan al máximo la prevención biológica de las plagas y enfermedades; el mantenimiento de una evaluación periódica y cuantitativa del estado de equilibrio entre las plagas y las enfermedades y los organismos beneficiosos de todos los cultivos; la adopción de prácticas de control orgánico cuándo y dónde resulte aplicable; la aplicación de técnicas de previsión de plagas y enfermedades cuando se disponga de ellas; la determinación de las intervenciones después de tomar en consideración todos los posibles métodos y sus efectos a corto y largo plazo en la productividad agrícola y las repercusiones ambientales con el fin de reducir al mínimo el uso de productos agroquímicos, en particular para promover el manejo integrado de plagas; el almacenamiento y la utilización de productos agroquímicos con arreglo a las prescripciones jurídicas de registro de cultivos individuales, cantidades, momentos de aplicación, intervalos anteriores a la cosecha; garantía de que sólo aplicarán los productos agroquímicos personas especialmente capacitadas y experimentadas; garantía de que el equipo

utilizado para el manejo y la aplicación de agroquímicos cumple las normas de seguridad y mantenimiento establecidas; y mantenimiento de registros precisos de los usos agroquímicos.

Producción animal

El ganado necesita espacio suficiente, piensos y agua para que esté en buen estado y sea productivo. La densidad de pastoreo debe ajustarse y se deben aportar suplementos cuando sea necesario a los pastizales para el ganado o a los pastos comunales. Los contaminantes químicos y biológicos en los pastos para el ganado se deben evitar para mantener la salud animal y/o impedir que penetren en la cadena alimentaria. La administración de estiércol reduce al mínimo las pérdidas de nutrientes y estimula los efectos positivos en el medio ambiente. Las necesidades de tierra se evalúan para garantizar que se dispone de terrenos suficientes para la producción de piensos y la eliminación de desechos.

Las BPA relacionadas con la producción ganadera incluyen las relativas a unas dependencias adecuadas para el ganado para evitar los efectos negativos sobre el paisaje, el medio ambiente y el bienestar de los animales; la evitación de la contaminación biológica, química y física de los pastos, los piensos, el agua y la atmósfera; la supervisión frecuente del estado del ganado y el ajuste de la densidad de pastoreo, los piensos y el suministro de agua en consecuencia; el diseño, la construcción, la elección y la utilización y el mantenimiento de equipo, estructuras e instalaciones de manipulación para evitar lesiones y pérdidas; la evitación de que residuos de medicamentos veterinarios y otros productos químicos que se aportan con los piensos entren en la cadena alimentaria; la reducción al mínimo de la utilización no terapéutica de antibióticos; la integración de la ganadería y la agricultura para evitar problemas de eliminación de desechos, pérdidas de nutrientes y emisiones de gases de invernadero mediante el reciclado eficiente de los nutrientes; la adhesión a reglamentaciones de seguridad y el respeto de normas de seguridad establecidas con respecto al funcionamiento de las instalaciones, el equipo y la maquinaria para la producción ganadera; y el mantenimiento de registros de las adquisiciones de reses, la cría, las pérdidas y las ventas y de los planes de alimentación, las adquisiciones de piensos, y las ventas.

Salud y bienestar de los animales

Para que la producción ganadera tenga éxito hace falta prestar atención a la salud de los animales, que se garantiza mediante una administración y un alojamiento adecuado, tratamientos preventivos como la vacunación y la inspección regular, el descubrimiento y el tratamiento de enfermedades y el recurso al asesoramiento veterinario que sea necesario. Los animales de granja son seres sensibles y como tales es preciso ocuparse de su bienestar. El bienestar de los animales se reconoce por su carencia de hambre y sed; su

comodidad; su inmunidad al dolor, las heridas o las enfermedades; la posibilidad de comportarse normalmente; y la falta de temor y malestar.

Las BPA relacionadas con la salud y el bienestar de los animales comprenden las que reducen al mínimo el riesgo de infección y enfermedad mediante una buena gestión de los pastizales, una alimentación inocua, unas densidades de pastoreo adecuadas y unas buenas condiciones de alojamiento; el mantenimiento limpio de las instalaciones para el ganado, los edificios y los almacenes de los piensos y el suministro de unos lechos limpios y adecuados donde está alojado el ganado; la disposición de un personal adecuadamente capacitado para el manejo y el tratamiento de los animales; unos servicios adecuados de asesoramiento veterinario para evitar enfermedades y problemas de salud; la aplicación de unas normas higiénicas adecuadas en los alojamientos mediante la debida limpieza y desinfección; el tratamiento de las enfermedades o lesiones de los animales prontamente en consulta con un veterinario; la compra, el almacenamiento y la utilización exclusivas de productos veterinarios aprobados de conformidad con los reglamentos y las directivas, con inclusión de los periodos de retención; el suministro de piensos suficientes y adecuados y de agua limpia en todo momento; la evitación de mutilaciones no terapéuticas y de procedimientos quirúrgicos o invasivos como el recorte de la cola y del pico; la reducción al mínimo del transporte de los animales vivos (a pie, en ferrocarril o por carretera); el manejo de los animales con la atención adecuada y la evitación del uso de instrumentos como los agujones eléctricos; el mantenimiento de los animales en grupos sociales adecuados siempre que sea posible; la evitación del aislamiento de los animales (por ejemplo, en jaulas para terneros o establos para cerdos), salvo cuando los animales están heridos o enfermos; y el respeto de las prescripciones de espacio mínimo y de densidades de pastoreo máximas.

La cosecha y el procesamiento y almacenamiento en la explotación

La calidad del producto depende asimismo de la aplicación de protocolos aceptables con respecto a la cosecha, el almacenamiento y, cuando proceda, el procesamiento de los productos agrícolas. La cosecha debe ajustarse a las normas reglamentarias relativas a los intervalos anteriores a la cosecha con respecto a los productos agroquímicos y a los periodos de retención de las medicinas veterinarias. Los productos alimenticios deben almacenarse en condiciones adecuadas de temperatura y humedad y en espacios designados y reservados para ese fin. Las actividades relacionadas con los animales, como el esquileo y la matanza, deben respetar las normas relativas a la seguridad y bienestar de los animales.

Las BPA relacionadas con la cosecha y con el procesamiento y almacenamiento en la explotación incluirán las relativas a la recolección de los productos alimenticios después de los intervalos adecuados posteriores a la cosecha y los periodos de retención; la manipulación limpia e inocua de los productos que se van a procesar en la explotación. En lo que respecta al lavado, deben utilizarse detergentes recomendados y agua clara; los productos alimenticios deben almacenarse en condiciones ambientales higiénicas y adecuadas; los productos alimenticios deben embalsarse en contenedores limpios y adecuados para su transporte desde la explotación

agrícola; y antes y durante la matanza habrá que utilizar métodos que sean humanos y apropiados para cada especie, prestando atención a la supervisión, capacitación del personal y mantenimiento adecuado del equipo.

Explotación de la energía y manejo de los desechos

La explotación de la energía y el manejo de los desechos son también componentes del sistema de producción sostenible. Las explotaciones agrícolas necesitan combustible para hacer funcionar la maquinaria necesaria para realizar las labores de cultivo, para el procesamiento y para el transporte. El objetivo es efectuar las actividades en tiempo oportuno, reducir los trabajos penosos, mejorar la eficiencia, diversificar las fuentes de energía y reducir el uso de energía.

Las BPA relacionadas con la utilización de la energía y el manejo de los desechos incluirán las que establecen planes de insumo-producto con respecto a la energía en la explotación, los nutrientes y los productos agroquímicos para lograr un uso eficiente y una eliminación inocua; la adopción de prácticas de ahorro de energía en el diseño de los edificios, y el tamaño, el mantenimiento y la utilización de la maquinaria; la realización de investigaciones sobre otras fuentes de energía distintas de los combustibles fósiles (eólica, solar, de combustibles biológicos) y su adopción siempre que sea posible; el reciclaje de los desechos orgánicos y los materiales inorgánicos, siempre que sea posible; la reducción al mínimo de los desechos no utilizables y su eliminación de manera responsable; el almacenamiento de fertilizantes y productos agroquímicos sin riesgo y de conformidad con la legislación; el establecimiento de procedimientos de intervención en caso de emergencia para reducir al mínimo el riesgo de contaminación causada por accidentes; y el mantenimiento de registros precisos de la utilización, el almacenamiento y la eliminación de la energía.

Bienestar, salud y seguridad de los seres humanos

El bienestar, la salud y la seguridad de los seres humanos son otros componentes de la sostenibilidad. La agricultura debe ser económicamente viable para ser sostenible. El bienestar social y económico de los agricultores, los trabajadores agrícolas y sus comunidades depende de ello. La salud y la seguridad son también aspectos importantes para los que participan en actividades agrícolas. Es preciso poner el debido cuidado y diligencia en todo momento. Con respecto a los trabajadores agrícolas, la Organización Internacional del Trabajo (OIT), en colaboración con los gobiernos, los empleadores y los sindicatos, ha establecido convenios importantes con respecto a la mano de obra, con inclusión de códigos de prácticas relativos a la agricultura que no se han incorporado específicamente a los indicadores y las prácticas.

Las BPA relacionadas con el bienestar, la salud y la seguridad de los seres humanos incluirán las destinadas a que todas las prácticas agrícolas alcancen un equilibrio óptimo entre las metas económicas, ambientales y sociales; a suministrar unos ingresos y la seguridad alimentaria suficientes a la familia; a promover la adhesión a procedimientos de trabajo que no entrañen riesgos con horarios de trabajo aceptables y la concesión de

periodos de descanso; la instrucción de los trabajadores en el uso sin riesgos y eficiente de instrumentos y maquinaria; el pago de unas remuneraciones razonables y la no explotación de los trabajadores, especialmente las mujeres y los niños; y la compra de insumos y otros servicios a los comerciantes locales, de ser posible.

Fauna y flora silvestre y paisaje

Las tierras agrícolas dan cabida a diversos grupos de animales, pájaros, insectos y plantas. Gran parte de la preocupación del público acerca de la agricultura moderna está motivada por la pérdida de alguna de esas especies del campo debido a que su hábitat ha quedado destruido. El reto estriba en administrar y mejorar el hábitat de la fauna y flora silvestres al mismo tiempo que se mantiene la viabilidad económica de la actividad agrícola.

Las BPA relacionadas con la fauna y flora silvestres y los paisajes incluirán a las que determinan y conservan hábitat para la fauna y flora silvestres y las características del paisaje, como árboles aislados, en la explotación agrícola; la creación, en la medida de lo posible, de una estructura de cultivo diversificada en la explotación; la reducción al mínimo de la repercusión de actividades como el trabajo de la tierra y el uso de productos agroquímicos en la fauna y flora silvestres; la utilización de los límites del terreno para reducir las hierbas nocivas y el estímulo de una flora y fauna diversas con especies beneficiosas; la ordenación de los cursos de agua y los humedales para fomentar la fauna y flora silvestres y prevenir la contaminación; y la vigilancia de las especies de plantas y animales cuya presencia en la explotación es prueba de una buena práctica ambiental (adaptado de FAO, 2004).

Apéndice M

Siglas y Acrónimos

Diciembre del 2013
www.conagua.gob.mx

NOMENCLATURA

a → Se refiere a cualquier uso distinto a los demás mencionados.

A: → Uso abastecimiento público

AARFC →

ANP → Área Natural Protegida

AUPA PETATLAN →

C: → Control de avenidas.

°C → Grados Centígrados

CAADES → Confederación de Asociaciones Agrícolas del Estado de Sinaloa

CONABIO → Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad

CONANP → Comisión Nacional de Áreas Naturales Protegidas

CANACO → Cámara Nacional de Comercio

CONAPO → Consejo Nacional de Población

CC → Consejo de Cuenca

CCS → Centro De Ciencias de Sinaloa

CEAPAS → Comisión Estatal de Agua Potable y Alcantarillo

CFE → Comisión Federal de Electricidad

CICESE → Centro de Investigación Científica y Educación Superior de Ensenada

CNA → Comisión Nacional del Agua.

CNN →

CONAFOR → Comisión Nacional Forestal

CONAGUA → Comisión Nacional del Agua

COTAS → Comité Técnico de Aguas Subterráneas

CNPR → Confederación Nacional de Propietarios Rurales

CANACINTRA → Cámara Nacional de la Industria de Transformación

CTOOH → Comité Técnico de Operación de Obras Hidráulicas

DGSPRNR → Dirección General del Sector Primario y Recursos Naturales Renovables

DDBI → Desarrollo y Diseño de Bajo Impacto

DGVS → Dirección General de Vida Silvestre

DISESOL →

D.R. → Distrito de Riego

FACES → Fabricas del Agua Centro Sinaloa

FACES IAP → Fabricas del Agua Centro Sinaloa, Investigación-Acción Participativa.

FIC → Facultad de Ingeniería Culiacán

FIC-UAS → Facultad de Ingeniería Culiacán de la Universidad Autónoma de Sinaloa

FAO → Food and Agriculture Organization of the United Nations (Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura)

G: → Generación de energía eléctrica

GIRH → Gestión Integrada de los Recursos Hídricos

GTD → Grupo Técnico Directivo

OO → Organismo Operador

OOs → Organismos Operadores

INE → Instituto Nacional de Ecología

GPH → Gerencia de Planeación Hidráulica

Has. → Hectáreas

Hm³ → Hectómetros Cúbicos

IIEC → El Instituto de Investigaciones Económicas

I: → Irrigación

ICA: → Índice de Calidad del Agua

IMPLAN → Instituto Municipal de Planeación

IME → Industria Manufacturera de Exportación

INE → Instituto Nacional de Ecología

INECC → Instituto Nacional de Ecología y Cambio Climático

INEGI → Instituto Nacional de Estadística, Geografía e Informática.

IPN → Instituto Politécnico Nacional

IPN DEL CIIDIR → Instituto Politécnico Nacional del Centro Interdisciplinario de Investigación para el Desarrollo Integral Regional

IPCC → Panel Internacional del Cambio Climático

JAPAMA → Junta de Agua Potable y Alcantarillado del Municipio de Ahome

JUMAPAG → Junta Municipal de Agua Potable y Alcantarillado de Guasave

JUMAPAS → Junta Municipal de Agua Potable de Sinaloa de Leyva

JAPACH → Junta de Agua Potable y Alcantarillado de Choix

MaB → Programa Hombre y la Biosfera ¿??

Matriz FODA → es un acróstico de Fortalezas, Oportunidades, Debilidades y Amenazas.

msnm. → Metros sobre el nivel del mar

mm → Milímetros

Mm³ → Millones de Metros Cúbicos.

NaCl → Cloruro de Sodio

NADM → Monitor de Sequía para América del Norte

ONU → Organización de las Naciones Unidas

OSC → Organizaciones de la Sociedad Civil

OCPN → Organismo de Cuenca Pacífico Norte

PDSI → índice de severidad de sequía de Palmer

PIB → Producto Interno Bruto

PMA → Precipitación Media Anual

PMPMS → Programa de Medidas Preventivas y Mitigación de la Sequía

PROFEPA → Procuraduría Federal de Protección al Ambiente

PRONACOSE → Programa Nacional Contra la Sequía

PRONATURA → Protección a la naturaleza.

REPDA → Registro Público de Derechos de Agua

RHA → Región Hidrológico-Administrativa

S. de RL → Sociedad de Responsabilidad Limitada

SAGARPA → Secretaría de Agricultura, Ganadería, Desarrollo Rural, Pesca y Alimentación
SAGyP → Secretaría de Agricultura, Ganadería y Pesca
SAMI LTD → Consultor de Gestión de Activos Sustentable Internacional, de Auckland, Nueva Zelanda.
SEGOB → Secretaría de Gobernación de Chihuahua
SEDESHU → Secretaria de Desarrollo Social y Humano
SEDESOL → Secretaría de Desarrollo Social
SINA → Sistema Nacional Ambiental
SDUOP → Secretario de Desarrollo Urbano y Obras Públicas
SEMARNAT → Secretaría del Medio Ambiente y Recursos Naturales
SMN → Servicio Meteorológico Nacional
UAS → Universidad Autónoma de Sinaloa
UAIM → Universidad Autónoma Indígena de México
UNAM → Universidad Nacional Autónoma de México
UNESCO → Organización de las Naciones Unidas para la Educación, la Ciencia y la Cultura
ZOFEMATAC → Dirección General de Zona Federal Marítimo Terrestre y Ambientes Costeros

Apéndice N

Glosario

Diciembre del 2014
www.conagua.gob.mx

Acuífero. Formación geológica o conjunto de formaciones geológicas hidráulicamente conectadas entre sí, por las que circulan o se almacenan aguas del subsuelo que pueden ser extraídas para su explotación, uso o aprovechamiento y cuyos límites laterales y verticales se definen convencionalmente para fines de evaluación, manejo y administración de las aguas nacionales del subsuelo (DOF, 2004).

Acuerdo de Carácter General de Emergencia por Ocurrencia de Sequía. Acuerdo de Carácter General emitido conforme a sus atribuciones por “La Comisión” en el momento que se presenten las condiciones hidrometeorológicas naturales que tipifiquen una sequía severa.

Aguas arriba. El origen y el curso superior de un río, o la parte alta de una estructura o un punto en un caudal. También se puede considerar como cualquiera de todas las partes de una cuenca fluvial, excepto de los caudales del río principal y de las corrientes tributarias principales.

Agua artesiana o surgente: Agua subterránea que está bajo presión cuando se encuentra con un pozo y es capaz de elevarse por encima del nivel al que se encontraba normalmente. Es posible que llegue a fluir superando el nivel del suelo, sin embargo, no necesariamente supera dicho nivel. La presión en ese acuífero comúnmente se conoce como: presión artesiana y la formación que contiene agua artesiana es un acuífero artesiano o un acuífero confinado.

Agua azul. Cantidad de agua contenida en cuerpos de agua naturales.

Agua concesionada. Volumen de agua que otorga el Ejecutivo Federal a través de la CONAGUA mediante un Título.

Agua potable. Agua para uso y consumo humano que no contiene contaminantes objetables (según la NOM-127-SSA1-1994), ya sean químicos o agentes infecciosos y que no causa efectos nocivos para la salud.

Agua reciclada. El agua que se utiliza más de una vez antes de que pase de nuevo al sistema hidrológico natural.

Agua renovable. Cantidad máxima de agua que es factible explotar anualmente. Se calcula como el escurrimiento superficial virgen anual, más la recarga media anual de los acuíferos, más las importaciones de agua de otras regiones o países, menos las exportaciones de agua a otras regiones o países.

Agua verde. Cantidad de agua que forma parte de la humedad del suelo y que es utilizada en los cultivos de temporal y vegetación en general.

Agua virtual. La cantidad real de agua requerida para la fabricación de cualquier bien, servicio o producto agrícola o industrial y de esa manera se calcula el uso real del agua de un país, o su "huella hídrica, equivalente al total de la suma del consumo doméstico y la importación de agua virtual del país, menos la exportación de su agua virtual. La huella hídrica de una nación es un indicador útil de la demanda del país respecto a los recursos hídricos del planeta. A nivel individual, la huella hídrica es igual a la cantidad total de agua virtual de todos los productos consumidos. Una dieta a base de carne supone una huella hídrica mucho mayor que una dieta vegetariana (un promedio de 4 litros de agua al día frente a 1.5).

Aguas claras o aguas de primer uso. Las provenientes de fuentes naturales y de almacenamientos artificiales que no han sido objeto de uso previo alguno.

Aguas del subsuelo o subterráneas. Agua contenida en formaciones geológicas.

Aguas nacionales. Las aguas propiedad de la nación, en los términos del párrafo quinto del artículo 27 de la Constitución Política de los Estados Unidos Mexicanos.

Aguas residuales. Aguas de composición variada provenientes de las descargas de usos público urbano, doméstico, industrial, comercial, de servicios, agrícola, pecuario, y en general de cualquier otro uso, así como la mezcla de ellas.

Aguas residuales industriales [%]. (Volumen total aguas residuales industriales/volumen total aguas residuales) x 100.

Aguas residuales municipales [%]. (Volumen total aguas residuales municipales/volumen total aguas residuales) x 100.

Aguas residuales regeneradas. Aguas residuales tratadas que se pueden utilizar con fines benéficos, como para el riego, en el inodoro o para usos industriales.

Aguas superficiales. El agua que se encuentra en la superficie de la Tierra, como en un arroyo, río, lago o embalse. El escurrimiento que se genera cuando la lluvia fluye sobre la tierra o superficies impermeables y que no se filtra en el suelo. A medida que el escurrimiento fluye sobre la tierra o superficies impermeables (zonas agrícolas, calles pavimentadas, estacionamientos y los tejados de edificios) acumula suciedad, productos químicos, sedimentos y otros contaminantes que pudieran afectar adversamente la calidad del agua, si el escurrimiento se vertiera sin tratar.

Alerta. Etapa correspondiente a la fase del “antes” dentro del ciclo de los desastres, que significa la declaración formal de ocurrencia cercana o inminente de un evento (tomar precaución).

Amenaza. Llamado también peligro, se refiere a la potencial ocurrencia de un suceso de origen natural o generado por el hombre, que puede manifestarse en un lugar específico con una intensidad y dirección determinada.

Análisis de riesgos. Desarrollo de una estimación cuantitativa del riesgo, basado en técnicas matemáticas que combinan la estimación de las consecuencias de un incidente y sus frecuencias. También puede definirse como la identificación y evaluación sistemática de objetos de riesgo y peligro.

Aprovechamiento. Aplicación del agua en actividades que no impliquen el consumo de esta.

Área de afectación. Área geográfica estimada que puede ser potencialmente afectada por la liberación de una sustancia peligrosa en niveles que pueden causar daños agudos a la salud o la muerte de las poblaciones humanas por efectos de una liberación accidental.

Arroyo. Corriente de agua, generalmente se atribuye a los ríos de bajo caudal.

Asignación. Título que otorga el Ejecutivo Federal para realizar la explotación, uso o aprovechamiento de las aguas nacionales, a los municipios, a los estados o al Distrito Federal, destinadas a los servicios de agua con carácter público urbano o doméstico.

Atmósfera. Datos e información geográfica referidos al medio atmosférico nacional; por ejemplo: climas, precipitación, temperatura, humedad, vientos, ciclones, huracanes, nevadas, contaminación del aire, entre otros.

Avenida. Ecurrimiento superficial extraordinario en una corriente producido por una precipitación.

Biodiversidad. Es toda la variedad de vida en la Tierra. Puede abordarse de tres maneras: como variedad de ecosistemas, variedad de especies y variedad de genes.

Calidad del agua: Un término usado para describir la química, física, y las características biológicas del agua, por lo general en cuanto a su idoneidad para un propósito particular.

Capacidad de carga. Estimación de la tolerancia de un ecosistema al uso de sus componentes, tal que no rebase su capacidad de recuperación en el corto plazo sin la aplicación de medidas de restauración o recuperación para restablecer el equilibrio ecológico.

Capacidad total de una presa. Volumen que puede almacenar una presa al Nivel de Aguas Máximas Ordinarias (NAMO).

Características fisiográficas. Son los rasgos propios de cada cuenca y su cauce principal, tales como el área de la cuenca y la pendiente del cauce principal.

Catálogo de proyectos. Clases o tipos de proyectos estructurales y no estructurales.

Cauce de una corriente. El canal natural o artificial que tiene la capacidad necesaria para que las aguas de la creciente máxima ordinaria escurran sin derramarse.

Caudal tratado a nivel inferior al requerido por la normatividad. Se refiere al caudal que actualmente se trata pero que se trata a un nivel inferior al requerido por la Ley Federal de Derechos y la NOM-001-SEMARNAT-1996 de acuerdo al tipo de cuerpo receptor.

Ciclo del agua: el circuito de movimiento del agua de los océanos a la atmósfera y la Tierra para retornar a la atmósfera a través de varias etapas o procesos tales como la precipitación, intercepción, el escurrimiento, la infiltración, percolación, almacenamiento, evaporación y transporte.

Ciclón. Zona de perturbación atmosférica caracterizada por fuertes vientos que fluyen alrededor de un centro de baja presión.

Cinco-Aguas. Se refiere al agua potable, las aguas residuales, las aguas superficiales, las aguas subterráneas y el agua virtual.

Clima. Condiciones medias del tiempo en un lugar determinado, establecidas mediante observaciones y mediciones de las variables meteorológicas durante periodos suficientemente largos. Cuando se habla del clima de una región, debe hacerse referencia tanto a los valores medios como a los extremos alcanzados por cada variable.

Cobertura de agua potable. Porcentaje de la población que habita en viviendas particulares que cuenta con agua entubada dentro de la vivienda o dentro del terreno. Determinado por medio de los censos y conteos que realiza el INEGI.

Cobertura de agua potable [%]. (Población con servicio de agua potable/población total) x 100.

Cobertura de alcantarillado. Porcentaje de la población que habita en viviendas particulares, cuya vivienda cuenta con un desagüe conectado a la red pública de alcantarillado o a una fosa séptica. Determinado por medio de los censos y conteos que realiza el INEGI.

Cobertura de alcantarillado [%]. (Población con servicio de alcantarillado/población total) x 100.

Cobertura rural de agua potable [%]. (Población rural con servicio de agua potable/población rural total) x 100.

Cobertura rural de alcantarillado [%]. (Población rural con servicio de alcantarillado/población rural total) x 100.

Cobertura universal. Dotar a toda la población con servicios de agua potable y alcantarillado.

Cobertura urbana de agua potable [%]. (Población urbana con servicio de agua potable/población urbana total) x 100.

Cobertura urbana de alcantarillado [%]. (Población urbana con servicio de alcantarillado/población urbana total) x 100.

La Comisión. La CONAGUA, Órgano Administrativo Desconcentrado de la Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales.

Comités Técnicos de Aguas del Subsuelo o Subterráneas (COTAS). Instancias colegiadas de integración mixta, establecidas en la Ley de Aguas Nacionales, que funcionan como órganos auxiliares del Consejo de Cuenca, donde están representados los usuarios de las aguas nacionales subterráneas de determinado acuífero.

Concesión. Título que otorga el Ejecutivo Federal, a través de “la Comisión” o del Organismo de cuenca que corresponda, conforme a sus respectivas competencias, para la explotación, uso o aprovechamiento de las aguas nacionales, y de sus bienes públicos inherentes, a las personas físicas o morales de carácter público y privado, excepto los títulos de asignación.

Condiciones meteorológicas. Condiciones de la atmósfera en el momento de un incidente. Se incluyen: velocidad y dirección del viento, temperatura, humedad, nubosidad y radiación solar.

Consejo de Cuenca. Órganos colegiados de integración mixta, que serán instancia de coordinación y concertación, apoyo, consulta y asesoría, entre “la Comisión”, incluyendo el Organismo de cuenca que corresponda, y las dependencias y entidades de las instancias federal, estatal o municipal, y los representantes de los usuarios de agua y de las organizaciones de la sociedad, de la respectiva cuenca hidrológica o región hidrológica.

Contaminación difusa o no puntual. Es la contaminación de las aguas con origen que no está claramente definido, aparece en zonas amplias en las que coexisten múltiples focos de emisión, lo que dificulta el estudio de los contaminantes y su control individual. La contaminación difusa es provocada por los sedimentos, nutrientes, sustancias orgánicas y tóxicas procedentes de las actividades de uso de la tierra, que se llevan a lagos y arroyos por el escurrimiento superficial. La contaminación difusa se produce cuando el agua de lluvia o de riego lava las tierras agrícolas, las calles de la ciudad, o patios de casas suburbanas. A medida que se mueve por la superficie de la tierra, recoge las partículas del suelo y los contaminantes, tales como nutrientes, metales pesados y pesticidas.

Contaminación puntual. La contaminación del agua procedente de un solo punto, como un tubo de desagüe de aguas residuales.

Cultura del agua. Es un proceso continuo de producción, actualización y transformación individual y colectiva de valores, creencias, percepciones, conocimientos, tradiciones, aptitudes, actitudes y conductas en relación con el agua en la vida cotidiana. Por lo anterior, el enfoque de las acciones de la Comisión Nacional del Agua en esta materia, es lograr un cambio positivo y proactivo en la participación individual y social en torno al uso sustentable del agua, para no afectar a las siguientes generaciones, incidiendo en el/los procesos de comunicación a través de los cuales la sociedad se allega información, desde la educación formal, no formal (familia, medios de comunicación, capacitación) y espacios de participación social.

Cuenca Hidrológica. Es la unidad del territorio, diferenciada de otras unidades, normalmente delimitada por un parte aguas o divisoria de las aguas -aquella línea poligonal formada por los puntos de mayor elevación en dicha unidad-, en donde ocurre el agua en distintas formas, y ésta se almacena o fluye hasta un punto de salida que puede ser el mar u otro cuerpo receptor interior, a través de una red hidrográfica de cauces que convergen en uno principal, o bien el territorio en donde las aguas forman una unidad autónoma o diferenciada de otras,

aún sin que desemboquen en el mar. En dicho espacio delimitado por una diversidad topográfica, coexisten los recursos agua, suelo, flora, fauna, otros recursos naturales relacionados con estos y el medio ambiente.

Cuerpo receptor. La corriente o depósito natural de agua, presas, cauces, zonas marinas o bienes nacionales donde se descargan aguas residuales, así como los terrenos en donde se infiltran o inyectan dichas aguas, cuando puedan contaminar los suelos, subsuelo o los acuíferos.

Cultivos perennes. Cultivos cuyo ciclo de producción es mayor a un año.

Cuota de autosuficiencia. Es aquella destinada a recuperar los costos derivados de la operación, conservación y mantenimiento de las obras de infraestructura hidráulica, instalaciones diversas y de las zonas de riego, así como los costos incurridos en las inversiones en infraestructura, mecanismos y equipo, incluyendo su mejoramiento, rehabilitación y reemplazo. Las cuotas de autosuficiencia no son de naturaleza fiscal y normalmente son cubiertas por los usuarios de riego o regantes, en los distritos, unidades y sistemas de riego, en las juntas de agua con fines agropecuarios y en otras formas asociativas empleadas para aprovechar aguas nacionales en el riego agrícola las cuotas de autosuficiencia en distritos y unidades de temporal son de naturaleza y características similares a las de riego, en materia de infraestructura de temporal, incluyendo su operación, conservación y mantenimiento y las inversiones inherentes

Cuota natural de renovación de las aguas. El volumen de agua renovable anualmente en una cuenca hidrológica o en un cuerpo de aguas del subsuelo.

Daños económicos. Pérdidas económicas que se relacionan con los daños a las fuentes de ingreso de la población afectada.

Demanda comercial. Volumen de agua anual utilizado por los comercios (oficinas, hoteles, centros comerciales, entre otros.).

Demanda de servicios. Volumen de agua anual utilizado por los diversos servicios públicos/municipales (escuelas, hospitales, riego de parques, entre otros.).

Demanda de agua. Volumen de agua que requieren los diversos sectores usuarios (agrícola, municipal, industrial, entre otros.) en su producción o para proporcionar el servicio de agua potable.

Demanda doméstica. Volumen de agua anual utilizado por los habitantes para las diversas actividades realizadas dentro del hogar.

Densidad de población. Número de habitantes en una población por unidad de área geográfica.

Desarrollo sustentable. En materia de recursos hídricos, es el proceso evaluable mediante criterios e indicadores de carácter hídrico, económico, social y ambiental, que tiende a mejorar la calidad de vida y la productividad de las personas, que se fundamenta en las medidas necesarias para la preservación del equilibrio hidrológico, el aprovechamiento y protección de los recursos hídricos, de manera que no se comprometa la satisfacción de las necesidades de agua de las generaciones futuras.

Desastre. Estado en que la población de una o más entidades sufre daños severos por el impacto de una calamidad devastadora, sea de origen natural o antropogénico, enfrentando la pérdida de sus miembros, infraestructura o entorno, de tal manera que la estructura social se desajusta y se impide el cumplimiento de las actividades esenciales de la sociedad, afectando el funcionamiento de los sistemas de subsistencia.

Descarga de aguas residuales. La acción de verter, infiltrar, depositar o inyectar aguas residuales a un cuerpo receptor.

Diario Oficial de la Federación. El órgano del Gobierno Constitucional de los Estados Unidos Mexicanos, que tiene la función de publicar en el territorio nacional: leyes, reglamentos, acuerdos, circulares, órdenes y demás actos expedidos por los poderes de la Federación, a fin de que éstos sean observados y aplicados debidamente en sus respectivos ámbitos de competencia.

Diseño y Desarrollo de Bajo Impacto. Técnicas para promover la sustentabilidad en el uso del suelo y la construcción que integran toda una gama de conceptos y factores ambientales así como los materiales, métodos e ideas que interactúan entre sí, para el logro de proyectos más ecológicos, eficientes, económicos, y de mayor atractivo a la sociedad que permiten reducir la huella hídrica y energética.

Disponibilidad media anual de aguas del subsuelo. Volumen medio anual de agua subterránea que puede ser extraído de esa unidad hidrogeológica para diversos usos, adicional a la extracción ya concesionada y a la descarga natural comprometida, sin poner en peligro el equilibrio de los ecosistemas.

Disponibilidad natural media. Volumen total de agua renovable superficial y subterránea que ocurre en forma natural en una región.

Distrito de Riego. El establecido mediante Decreto Presidencial conformado por una o varias superficies previamente delimitadas y dentro de cuyo perímetro se ubica la zona de riego, el cual cuenta con las obras de infraestructura hidráulica, aguas superficiales y del subsuelo, así como con sus vasos de almacenamiento, su zona federal, de protección y demás bienes y obras conexas, pudiendo establecerse también con una o varias unidades de riego.

Distrito de Temporal Tecnificado. Área geográfica destinada a las actividades agrícolas que no cuenta con infraestructura de riego, en la cual mediante el uso de diversas técnicas y obras, se aminoran los daños a la producción por causa de ocurrencia de lluvias fuertes y prolongadas –éstos también denominados Distritos de Drenaje- o en condiciones de escasez, se aprovecha con mayor eficiencia la lluvia y la humedad en los terrenos agrícolas.

Dotación. Cociente del volumen promedio diario producido en fuentes de abastecimiento entre la población atendida.

Educación Ambiental. Proceso de formación dirigido a toda la sociedad, tanto en el ámbito escolar como en el ámbito extraescolar, para facilitar la percepción integrada del ambiente a fin de lograr conductas más racionales a favor del desarrollo social y del ambiente. La educación ambiental comprende la asimilación de conocimientos, la formación de valores, el desarrollo de competencias y conductas con el propósito de garantizar la preservación de la vida (DOF, 2013).

Eficiencia de conducción primaria. Cociente del volumen entregado a nivel módulo de distrito de riego (nivel concesión) y volumen bruto (a nivel fuente de abastecimiento).

Eficiencia de conducción secundaria. Para los Distritos de Riego es el cociente del volumen neto (entregado a nivel parcela) y volumen bruto entregado a nivel módulo. En las unidades de riego se asume como el cociente del volumen utilizado a nivel parcela y fuente de abastecimiento.

Eficiencia de las plantas de tratamiento de aguas residuales [%]. (Volumen total de agua residual tratada por las plantas/volumen total de agua residual generada) x 100.

Eficiencia de las plantas industriales [%]. (Volumen total de agua residual industrial tratada por las plantas/volumen total de agua residual generada) x100.

Eficiencia de las plantas municipales [%]. (Volumen total de agua residual municipal tratada por las plantas/volumen total de agua residual generada) x100.

Eficiencia física, comercial y global. La eficiencia física: cociente entre el volumen de agua facturado entre el volumen de agua producido. La eficiencia comercial: cociente del primer importe recaudado dividido entre el importe del agua facturada por el suministro del agua. La eficiencia global: producto de las dos eficiencias anteriores.

Eficiencia global de Organismos Operadores [%]. Cociente del agua entregada por los Organismos Operadores entre agua proporcionada por los Organismos Operadores.

Erosión. Es el transporte de partículas sólidas por agentes como son la lluvia y el viento.

Emergencia por sequía. Situación derivada de un evento hidrometeorológicas extremo que genera un déficit de agua en términos de lluvia y/o escurrimiento de características tales, que requiere de una atención inmediata.

Escorrimento natural medio superficial. Parte de la precipitación media histórica que se presenta en forma de flujo en un curso de agua.

Escorrimento superficial. Es el agua proveniente de la precipitación que llega a una corriente superficial de agua.

Estero. Terreno bajo, pantanoso, que suele llenarse de agua por la lluvia o por desbordes de una corriente, o una laguna cercana o por el mar.

Etapas de sequía. Los niveles de las diferentes etapas de una sequía. La relación entre la severidad y duración de una sequía, con las metas de ahorro y el carácter de las acciones que en cada caso se puedan definir, a efecto de buscar el equilibrio entre abastecimiento y demanda. Se definen cinco etapas con los criterios para delimitar esos niveles por medio de una combinación de estas características: los índices el Standardized Precipitation Index (SPI) y el Streamflow Drought Index (SDI), precipitación, niveles de los acuíferos y almacenamiento en las presas. Esos niveles establecen cuánto podría resistir y cuánta debería ser la reducción a los usuarios, en cuánto tiempo se generarían resultados suficientes de las reducciones propuestas de cada etapa y qué tan severas serían las acciones para los usos distintos (adaptado del DOF, 2012).

Evaporación. El proceso en el que el agua se transforma en vapor; incluye la vaporización de la superficie del agua, las superficies terrestres y campos de nieve, pero no de las superficies de las hojas.

Evapotranspiración. La suma de la evaporación y la transpiración.

Explotación. Extracción de agua de cuerpos de agua superficial o subterráneo para su aprovechamiento en algún uso.

Extracción de agua subterránea. Volumen de agua que se extrae artificialmente de una unidad hidrogeológica para los diversos usos.

Extracción de agua superficial. Volumen de agua que se extrae artificialmente de los cauces y embalses superficiales para los diversos usos.

Freático. La parte superior de la superficie del agua en la parte saturada de un acuífero.

Gasto ecológico. Caudal mínimo necesario para garantizar el mantenimiento de los ecosistemas en tramos de ríos o arroyos regulados.

Gasto o caudal. Cantidad de escurrimiento que pasa por un sitio determinado en un cierto tiempo, también se conoce como caudal. Este concepto se usa para determinar el volumen de agua que escurre en un río.

Gasto residual industrial generado sin tratamiento. Volumen en hm^3 de descarga industrial que no recibe tratamiento dentro de la planta.

Gestión del Agua. Proceso sustentado en el conjunto de principios, políticas, actos, recursos, instrumentos, normas formales y no formales, bienes, recursos, derechos, atribuciones y responsabilidades, mediante el cual coordinadamente el Estado, los usuarios del agua y las organizaciones de la sociedad, promueven e instrumentan para lograr el desarrollo sustentable en beneficio de los seres humanos y su medio social, económico y ambiental, (1) el control y manejo del agua y las cuencas hidrológicas, incluyendo los acuíferos, por ende su distribución y administración, (2) la regulación de la explotación, uso o aprovechamiento del agua, y (3) la preservación y sustentabilidad de los recursos hídricos en cantidad y calidad, considerando los riesgos ante la ocurrencia de fenómenos hidrometeorológicos extraordinarios y daños a ecosistemas vitales y al medio ambiente. La gestión del agua comprende en su totalidad a la administración gubernamental del agua.

Gestión Integrada de los Recursos Hídricos. Proceso que promueve la gestión y desarrollo coordinado del agua, la tierra, los recursos relacionados con estos y el ambiente, con el fin de maximizar el bienestar social y económico equitativamente sin comprometer la sustentabilidad de los ecosistemas vitales. Dicha gestión está íntimamente vinculada con el desarrollo sustentable. Para la aplicación de la LAN en relación con este concepto se consideran primordialmente agua y bosque.

Gobernabilidad. En el sector hídrico se interpreta como la interacción entre las acciones de los gobiernos federal, estatal y municipal, leyes, regulaciones, políticas, instituciones, organizaciones civiles, usuarios y sociedad civil en el proceso de la gestión integrada del agua.

Gobernanza. Efectividad, calidad y buena orientación de la intervención de los tres órdenes de gobierno y de la sociedad organizada en la solución de los problemas del agua.

Grado de presión sobre el recurso hídrico. Indicador porcentual de la presión a la que se encuentra sometida el recurso agua. Se obtiene del cociente entre el volumen total de agua concesionada y el agua renovable.

Hectómetro cúbico. Una unidad de volumen equivalente a un millón de metros cúbicos o mil millones de litros.

Hidrograma. Es la representación gráfica de la variación continua del gasto en el tiempo. Para cada punto del Hidrograma se conoce el gasto que está pasando en el sitio de medición. El área bajo la curva de esta gráfica es el volumen de agua que ha escurrido durante el lapso entre dos instantes.

Hidrología. Es la ciencia natural que estudia al agua, su ocurrencia, circulación, y distribución sobre y debajo de la superficie terrestre, sus propiedades químicas y físicas y su relación con el medio ambiente, incluyendo a los seres vivos.

Histograma. Técnica estadística que permite dibujar los puntos obtenidos entre dos variables para representar la variación de una respecto de la otra.

Huella hídrica. Cantidad de agua que se utiliza para producir bienes y servicios.

Humedad relativa. Proporción de la fracción molecular de vapor de agua en el aire en relación con la fracción molecular correspondiente si el aire se saturara con respecto al agua a una presión y temperatura específica.

Humedales. Las zonas de transición entre los sistemas acuáticos y terrestres que constituyen áreas de inundación temporal o permanente, sujetas o no a la influencia de mareas, como pantanos, ciénagas y marismas, cuyos límites los constituyen el tipo de vegetación hidrófila de presencia permanente o estacional las áreas en donde el suelo es predominantemente hídrico y las áreas lacustres o de suelos permanentemente húmedos por la descarga natural de acuíferos.

Huracán. Ciclón tropical en el cual los vientos máximos sostenidos alcanzan o superan los 119 kilómetros/hora.

Índice de impacto. Aplicado al eje temático asentamientos seguros frente a inundaciones catastróficas, es un valor indicativo de los impactos que provocan las inundaciones.

Información georeferenciada. Cualquier tipo de información que pueda ser ubicada mediante un conjunto de coordenadas geográficas con respecto a un determinado sistema de referencia.

Infraestructura. Obra hecha por el hombre para satisfacer o proporcionar algún servicio.

Inundación. Aquel evento que debido a la precipitación, oleaje, marea de tormenta, o falla de alguna estructura hidráulica provoca un incremento en el nivel de la superficie libre del agua de los ríos o el mar mismo, generando invasión o penetración de agua en sitios donde usualmente no la hay y, generalmente, daños en la población, agricultura, ganadería e infraestructura.

Intensidad de precipitación. Es la cantidad de lluvia que se precipita en cierto tiempo (altura de precipitación por unidad de tiempo). Sus unidades son milímetros/hora, milímetros/día, entre otras.

Intrusión salina. Fenómeno en el que el agua de mar se introduce por el subsuelo hacia el interior del continente ocasionando la salinización del agua subterránea.

Lámina de lluvia. Cantidad de lluvia observada en un lugar específico en un tiempo determinado, se mide en milímetros.

Lámina de riego. Cantidad de agua medida en milímetros que se aplica a un cultivo para que éste satisfaga sus necesidades fisiológicas durante todo el ciclo vegetativo, además de la evaporación del suelo.

LAN. Ley de Aguas Nacionales.

Localidad rural. Localidad con población menor a 2 500 habitantes, y no son cabeceras municipales.

Localidad urbana. Localidad con población igual o mayor a 2 500 habitantes, o es cabecera municipal independiente del número de habitantes de acuerdo al último censo.

Macromedición. Sistema de medición de grandes caudales, destinados a totalizar la cantidad de agua que ha sido tratada en una planta de tratamiento, o extraída de una fuente de abastecimiento, y la que está siendo transportada por la red de distribución en diferentes sectores.

Marea. Movimiento periódico y alternativo de ascenso y descenso del nivel de las aguas de los mares y océanos, resultado de la atracción por gravedad de La luna y del Sol.

Marea de tormenta. Ascenso del nivel medio del mar producido por la disminución de la presión atmosférica del centro del ciclón y los vientos de éste sobre la superficie del mar.

Materiales pétreos. Materiales tales como arena, grava, piedra y/o cualquier otro tipo de material utilizado en la construcción, que sea extraído de un vaso, cauce o de cualesquiera otros bienes señalados en Artículo 113 de la LAN.

Medida. Acción técnicamente factible que puede cerrar la brecha; puede enfocarse en incrementar el volumen de agua accesible, o bien, a reducir la demanda en algunos de los sectores.

Metro cúbico. Una unidad de volumen equivalente a mil litros.

Micromedición. Cociente del número de micro-medidores instalados entre el número de tomas registradas, se muestra por separado la micro-medición en tomas domésticas, comerciales e industriales.

Mitigación de la sequía: Acción orientada a disminuir el impacto o daño ante la presencia de sequía sobre el conjunto de personas, bienes, infraestructura y servicios, así como sobre el medio ambiente.

Modelismo. Una metodología que permite el análisis integral de una cuenca hidrológica por medio de sistemas de ayuda a la decisión en materia de planificación, incluyendo utilización conjunta y criterios de calidad de agua. Las simulaciones de estrategias basadas en el marco del modelo pueden servir de guía en el diseño apropiado de políticas del agua y en el establecimiento de reformas prioritarias para la asignación de los recursos hídricos.

Nivel de Aguas Máximas Ordinarias (NAMO). Para las presas, coincide con la elevación de la cresta del vertedor en el caso de una estructura que derrama libremente; si se tienen compuertas, es el nivel superior de éstas.

Normas Oficiales Mexicanas. Aquellas expedidas por “la Secretaría”, en los términos de la Ley Federal sobre Metrología y Normalización referidas a la conservación, seguridad y calidad en la explotación, uso, aprovechamiento y administración de las aguas nacionales y de los bienes nacionales a los que se refiere el Artículo 113 de la LAN.

Oferta por capacidad instalada. Volumen de agua que puede ser extraído anualmente del sistema a través de la capacidad instalada.

Oferta subterránea. Volumen de agua que se puede entregar al usuario a través de la extracción artificial de un acuífero.

Oferta subterránea sustentable. Volumen de agua que se puede entregar al usuario a través de la extracción artificial de un acuífero, sin afectar a las fuentes naturales subterráneas.

Oferta superficial. Volumen de agua disponible en ríos, arroyos y cuerpos de agua.

Oferta sustentable por capacidad instalada. Oferta por capacidad instalada que considera el volumen sustentable como prioritario. Para volúmenes subterráneos excluye la capacidad instalada que genera sobre explotación y para volúmenes superficiales excluye la capacidad instalada que se extrae el volumen destinado al gasto ecológico.

Ordenamiento ecológico. Instrumento de planeación diseñado para regular o inducir el uso del suelo y las actividades productivas.

Ordenamiento territorial. El proceso de distribución equilibrada y sustentable de la población y de las actividades comunitarias económicas, sociales o de otra índole en el territorio de un estado o un municipio.

Organismo de Cuenca. Unidad técnica, administrativa y jurídica especializada, con carácter autónomo, adscrita directamente al Titular de “la Comisión”, cuyas atribuciones se establecen en la presente Ley y sus reglamentos, y cuyos recursos y presupuesto específicos son determinados por “la Comisión”.

Organismo operador. Entidad encargada y responsable del suministro de agua potable en cantidad y calidad en la localidad donde se ubiquen las tomas domiciliarias.

Otras demandas. Otras extracciones anuales no realizadas por usuarios distintos a los agropecuarios, público urbano e industrial. Por ejemplo compromisos que se tengan con otros países.

Pendiente del cauce. Cuesta o declive de un cauce. Medida de la inclinación de un cauce.

Periodo de retorno. Tiempo que, en promedio, debe transcurrir para que se presente un evento igual o mayor a una cierta magnitud. Normalmente, el tiempo que se usa son años.

Permisos. Son los que otorga el Ejecutivo Federal a través de “la Comisión” o del Organismo de cuenca que corresponda, conforme a sus respectivas competencias, para la explotación, uso o aprovechamiento de aguas nacionales, así como para la construcción de obras hidráulicas y otros de índole diversa relacionadas con el agua y los bienes nacionales a los que se refiere el Artículo 113 de la Ley de Aguas Nacionales. Estos permisos tendrán carácter provisional para el caso de la explotación, uso o aprovechamiento de aguas nacionales en tanto se expide el título respectivo.

Permisos de Descarga. Título que otorga el Ejecutivo Federal a través de “la Comisión” o del Organismo de cuenca que corresponda, conforme a sus respectivas competencias, para la descarga de aguas residuales a cuerpos receptores de propiedad nacional, a las personas físicas o morales de carácter público y privado.

Plan Nacional de Desarrollo. Documento por el cual el Ejecutivo Federal precisará los objetivos nacionales, estrategia y prioridades del desarrollo integral y sustentable del país, contendrá provisiones sobre los recursos que serán asignados a tales fines; determinará los instrumentos y responsables de su ejecución, establecerá los lineamientos de política de carácter global, sectorial y regional; sus provisiones se referirán al conjunto de la actividad económica, social y cultural, tomando siempre en cuenta las variables ambientales que se relacionen a éstas y regirá el contenido de los programas que se generen en el sistema nacional de planeación democrática.

Programa Nacional Hídrico. Documento rector que integra los planes hídricos de las cuencas a nivel nacional, en el cual se definen la disponibilidad, el uso y aprovechamiento del recurso, así como las estrategias, prioridades y políticas, para lograr el equilibrio del desarrollo regional sustentable y avanzar en la gestión integrada de los recursos hídricos.

Persona física o moral. Los individuos, los ejidos, las comunidades, las asociaciones, las sociedades y las demás instituciones a las que la ley reconozca personalidad jurídica, con las modalidades y limitaciones que establezca la misma.

Población afectada. Población que sufre daños por sequías o inundaciones.

Población en riesgo. Corresponde al número de habitantes en las zonas identificadas como propensas a inundaciones futuras.

Pozo: Hoyo profundo, particularmente el que se hace en el suelo para sacar agua de los manantiales subterráneos.

Pozo o Manantial Frotante: Un pozo o manantial que se alimenta de las aguas subterráneas bajo presión y hace que el agua se eleve sin bombeo. Si el agua sube por encima de la superficie, ocurre lo que se conoce como un pozo brotante o que fluye.

Precipitación. Agua en forma líquida o sólida procedente de la atmósfera que se deposita sobre la superficie de la tierra; incluye el rocío, la llovizna, la lluvia, el granizo, el aguanieve y la nieve.

Prevención de las sequías. Combinación de medidas que incluyen marcos organizativos y operativos establecidos y acordados *a priori*, entre las diversas partes institucionales y sociales para atender la ocurrencia de las sequías. Este enfoque representa aumentar la capacidad de hacer frente a las sequías y programas eficaces de respuesta en caso de emergencia encaminados a reducir los efectos de las mismas.

Probabilidad. Expresión de la posibilidad de ocurrencia de un evento o un evento subsiguiente durante un intervalo de tiempo. Por definición la probabilidad debe expresarse como un número entre 0 y 1.

Productividad del agua. Valor total (en pesos) de los bienes y servicios dividido entre la cantidad de agua (metro cúbico) aplicada a los mismos bienes y servicios. Expresada en pesos por metro cúbico (pesos/metros cúbicos).

Productividad del agua en distritos de riego. Cantidad de producto agrícola de todas las cosechas de los Distritos de Riego a los que les fueron aplicados riegos, dividido entre la cantidad de agua aplicada en los mismos. Se expresa en kg/metros cúbicos.

Producto Interno Bruto. Valor total de los bienes y servicios producidos en el territorio de un país en un periodo determinado, libre de duplicidades.

Programa. Conjunto de proyectos ordenados en el tiempo para alcanzar objetivos o metas específicas.

Programa de inversiones. Inversión requerida en el tiempo para la ejecución de un programa determinado.

Programa Hídrico de la Cuenca. Documento en el cual se definen la disponibilidad, el uso y aprovechamiento del recurso, así como las estrategias, prioridades y políticas, para lograr el equilibrio del desarrollo regional sustentable en la cuenca correspondiente y avanzar en la gestión integrada de los recursos hídricos.

Programa Nacional Hídrico. Documento rector que integra los planes hídricos de las cuencas a nivel nacional, en el cual se definen la disponibilidad, el uso y aprovechamiento del recurso, así como las estrategias, prioridades y políticas, para lograr el equilibrio del desarrollo regional sustentable y avanzar en la gestión integrada de los recursos hídricos.

Proyecto. Iniciativa de acción estructural o no estructural para la consecución de una meta u objetivo.

Proyecto de Norma Mexicana PROY-NMX-AA-164-2012 Edificación Sustentable - Criterios y Requerimientos Ambientales Mínimos. Este proyecto de norma mexicana especifica los criterios y requerimientos ambientales mínimos de una edificación sustentable para contribuir en la mitigación de impactos ambientales y el aprovechamiento sustentable de los recursos naturales, sin descuidar los aspectos socioeconómicos que aseguran su viabilidad, habitabilidad e integración al entorno urbano y natural.

Recarga artificial. Conjunto de técnicas hidrogeológicas aplicadas para introducir agua a un acuífero, a través de obras construidas con ese fin.

Recarga incidental. Aquélla que es consecuencia de alguna actividad humana y que no cuenta con la infraestructura específica para la recarga artificial.

Recarga media anual. Volumen medio anual de agua que ingresa a un acuífero.

Recarga natural. La generada por infiltración directa de la precipitación pluvial, de escurrimientos superficiales en cauces o del agua almacenada en cuerpos de agua.

Recarga total. Volumen de agua que recibe una unidad hidrogeológica, en un intervalo de tiempo específico.

Recaudación. En términos del sector hídrico, importe cobrado a los causantes y contribuyentes por el uso, explotación o aprovechamiento de aguas nacionales, así como por descargas de aguas residuales y por el uso, gozo o aprovechamiento de bienes inherentes al agua.

Red de drenaje. La red de drenaje de una cuenca está integrada por un cauce principal y una serie de tributarios cuyas ramificaciones se extienden hacia las partes más altas de las cuencas.

Región hidrológica. Área territorial conformada en función de sus características morfológicas, orográficas e hidrológicas, en la cual se considera a la cuenca hidrológica como la unidad básica para la gestión de los recursos hídricos, cuya finalidad es el agrupamiento y sistematización de la información, análisis, diagnósticos, programas y acciones en relación con la ocurrencia del agua en cantidad y calidad, así como su explotación, uso o aprovechamiento. Normalmente una región hidrológica está integrada por una o varias cuencas hidrológicas. Por tanto, los límites de la región hidrológica son en general distintos en relación con la división política por estados, Distrito Federal y municipios.

Región hidrológica-administrativa. Área territorial definida de acuerdo a criterios hidrológicos en la que se considera a la cuenca como la unidad básica más apropiada para el manejo del agua y al municipio como la unidad mínima administrativa del país. La República Mexicana se ha dividido en 13 regiones administrativas. A las regiones administrativas también se les conoce como regiones hidrológico administrativas.

Registro Público de Derechos de Agua (REPDA). Registro que proporciona información y seguridad jurídica a los usuarios de aguas nacionales y bienes inherentes a través de la inscripción de los títulos de concesión, asignación y permisos de descarga, así como las modificaciones que se efectúen en las características de los mismos.

Rescate. Acto emitido por el Ejecutivo Federal por causas de utilidad pública o interés público, mediante la declaratoria correspondiente, para extinguir concesiones o asignaciones para la explotación, uso o aprovechamiento de Aguas Nacionales, de sus bienes públicos inherentes, o Concesiones para construir, equipar, operar, conservar, mantener, rehabilitar y ampliar infraestructura hidráulica federal y la prestación de los servicios respectivos.

Reúso. La explotación, uso o aprovechamiento de aguas residuales con o sin tratamiento previo.

Ribera o Zona Federal. Las fajas de diez metros de anchura contiguas al cauce de las corrientes o al vaso de los depósitos de propiedad nacional, medidas horizontalmente a partir del nivel de aguas máximas ordinarias. La amplitud de la ribera o zona federal será de cinco metros en los cauces con una anchura no mayor de cinco metros.

Riego. Aplicación del agua a cultivos mediante infraestructura, en contraposición a los cultivos que reciben únicamente precipitación. Estos últimos son conocidos como cultivos de temporal.

Riesgo. Probabilidad de exceder un valor específico de daños sociales, ambientales y económicos, en un lugar específico y durante un tiempo de exposición determinado. $R = \text{Amenaza} \times \text{Vulnerabilidad}$.

Río. Corriente de agua natural, perenne o intermitente, que desemboca a otras corrientes, o a un embalse natural o artificial, o al mar.

Saneamiento. Recogida y transporte del agua residual y el tratamiento tanto de ésta como de los subproductos generados en el curso de esas actividades, de forma que su evacuación produzca el mínimo impacto en el medio ambiente.

Sequía. Situación derivada de un evento hidrometeorológico extremo que genera un déficit de agua en términos de lluvia y/o escurrimiento de características tales, que requiere de una atención inmediata.

Servicios ambientales. Los beneficios de interés social que se generan o se derivan de las cuencas hidrológicas y sus componentes, tales como regulación climática, conservación de los ciclos hidrológicos, control de la erosión, control de inundaciones, recarga de acuíferos, mantenimiento de escurrimientos en calidad y cantidad, formación de suelo, captura de carbono, purificación de cuerpos de agua, así como conservación y protección de la biodiversidad para la aplicación de este concepto en esta Ley se consideran primordialmente los recursos hídricos y su vínculo con los forestales.

Sistema de agua potable y alcantarillado. Conjunto de obras y acciones que permiten la prestación de servicios públicos de agua potable y alcantarillado, incluyendo el saneamiento, entendiendo como tal la conducción, tratamiento, alejamiento y descarga de las aguas residuales.

Sistema Nacional de Planeación Hídrica. Proceso de planeación estratégica, normativa y participativa, en donde hay una vinculación entre los instrumentos de planeación, resultados de los análisis de carácter técnico, así como carteras de proyectos para lograr el uso sustentable del agua.

Standardized Precipitation Index (SPI, Índice de Precipitación Estandarizado). Valor resultante del análisis de los registros de precipitación, que sirve para determinar la severidad y temporalidad de una sequía.

Streamflow Drought Index (SDI, Índice Hidrológico de Sequía): Valor resultante del análisis de los registros de escurrimiento o caudal en ríos que sirve para determinar la severidad y temporalidad de una sequía.

Superficie afectada. Los eventos que afectan grandes superficies son considerados con mayor importancia.

Superficie física regada. Superficie que al menos recibió un riego en un periodo de tiempo definido.

Sustentabilidad ambiental. Proceso de cambio en el cual la explotación de los recursos, la dirección de las inversiones, la orientación del desarrollo tecnológico y la evolución institucional se hallan en plena armonía y promueven el potencial actual y futuro de atender las aspiraciones y necesidades humanas.

Tarifa. Precio unitario establecido por las autoridades competentes para la prestación de los servicios públicos de agua potable, drenaje y saneamiento.

Tirante. Elevación de la superficie del agua sobre un punto en el terreno.

Tormenta tropical. Categoría del ciclón tropical que alcanza después de ser depresión tropical.

Unidad de Riego. Área agrícola que cuenta con infraestructura y sistemas de riego, distinta de un distrito de riego y comúnmente de menor superficie que aquel puede integrarse por asociaciones de usuarios u otras figuras de productores organizados que se asocian entre sí libremente para prestar el servicio de riego con sistemas de gestión autónoma y operar las obras de infraestructura hidráulica para la captación, derivación, conducción, regulación, distribución y desalojo de las aguas nacionales destinadas al riego agrícola.

Uso. Aplicación del agua a una actividad que implique el consumo, parcial o total de ese recurso.

Uso ambiental o uso para conservación ecológica. El caudal o volumen mínimo necesario en cuerpos receptores, incluyendo corrientes de diversa índole o embalses, o el caudal mínimo de descarga natural de un acuífero, que debe conservarse para proteger las condiciones ambientales y el equilibrio ecológico del sistema.

Uso consuntivo. El volumen de agua de una calidad determinada que se consume al llevar a cabo una actividad específica, el cual se determina como la diferencia del volumen de una calidad determinada que se extrae, menos el volumen de una calidad también determinada que se descarga, y que se señalan en el título respectivo.

Uso doméstico. La aplicación de agua nacional para el uso particular de las personas y del hogar, riego de sus jardines y de árboles de ornato, incluyendo el abrevadero de animales domésticos que no constituya una actividad lucrativa, en términos del Artículo 115 de la Constitución Política de los Estados Unidos Mexicanos.

Uso en acuacultura. La aplicación de aguas nacionales para el cultivo, reproducción y desarrollo de cualquier especie de la fauna y flora acuáticas.

Uso industrial. La aplicación de aguas nacionales en fábricas o empresas que realicen la extracción, conservación o transformación de materias primas o minerales, el acabado de productos o la elaboración de satisfactores, así como el agua que se utiliza en parques industriales, calderas, dispositivos para enfriamiento, lavado, baños y otros servicios dentro de la empresa, las salmueras que se utilizan para la extracción de cualquier tipo de sustancias y el agua aún en estado de vapor, que sea usada para la generación de energía eléctrica o para cualquier otro uso o aprovechamiento de transformación.

Uso pecuario. La aplicación de aguas nacionales para la cría y engorda de ganado, aves de corral y otros animales, y su preparación para la primera enajenación siempre que no comprenda la transformación industrial no incluye el riego de pastizales.

Uso público urbano. La aplicación de agua nacional para centros de población y asentamientos humanos, a través de la red municipal.

Uso agrícola. La aplicación de agua nacional para el riego destinado a la producción agrícola y la preparación de ésta para la primera enajenación, siempre que los productos no hayan sido objeto de transformación industrial.

Valor esperado. Es el daño promedio ocasionado por la ocurrencia de un evento.

Vaso de lago, laguna o estero. El depósito natural de aguas nacionales delimitado por la cota de la creciente máxima ordinaria.

Volumen no sustentable. Cantidad de agua, superficial o subterránea, que se extrae artificialmente afectando las fuentes naturales de abastecimiento.

Volumen potencial. Volumen de agua que aporta la implementación de una medida.

Volumen sustentable. Cantidad de agua, superficial o subterránea, que se extrae artificialmente sin afectar las fuentes naturales de abastecimiento.

Vulnerabilidad. Factor interno del riesgo de un sujeto, objeto o sistema, expuesto a la amenaza, que corresponde a su disposición intrínseca a ser dañado.

Zona de disponibilidad. Para fines del pago de derecho sobre el agua, los municipios de la República Mexicana se encuentran clasificados en nueve zonas de disponibilidad. Esta clasificación está contenida en la Ley Federal de Derechos.

Zona de protección. Faja de terreno inmediata a las presas, estructuras hidráulicas y otra infraestructura hidráulica e instalaciones conexas, cuando dichas obras sean de propiedad nacional, en la extensión que en cada caso fije “la Comisión” o el Organismo de cuenca que corresponda, conforme a sus respectivas competencias, para su protección y adecuada operación, conservación y vigilancia, de acuerdo con lo dispuesto en los reglamentos de la Ley de Aguas Nacionales.

Zona de reserva. Áreas específicas de los acuíferos, cuencas hidrológicas, o regiones hidrológicas, en las cuales se establecen limitaciones en la explotación, uso o aprovechamiento de una porción o la totalidad de las aguas disponibles, con la finalidad de prestar un servicio público, implantar un programa de restauración, conservación o preservación o cuando el Estado resuelva explotar dichas aguas por causa de utilidad pública.

Zona de veda. Aquellas áreas específicas de las regiones hidrológicas, cuencas hidrológicas o acuíferos, en las cuales no se autorizan aprovechamientos de agua adicionales a los establecidos legalmente y éstos se controlan mediante reglamentos específicos, en virtud del deterioro del agua en cantidad o calidad, por la afectación a la sustentabilidad hidrológica, o por el daño a cuerpos de agua superficiales o subterráneos.

Zona federal. Fajas de diez metros de anchura contiguas al cauce de las corrientes o al vaso de los depósitos de propiedad nacional, medidas horizontalmente a partir del nivel de aguas máximas ordinarias.

Zona reglamentada. Áreas específicas de los acuíferos, cuencas hidrológicas, o regiones hidrológicas, que por sus características de deterioro, desequilibrio hidrológico, riesgos o daños a cuerpos de agua o al medio ambiente, fragilidad de los ecosistemas vitales, sobre explotación, así como para su reordenamiento y restauración, requieren un manejo hídrico específico para garantizar la sustentabilidad hidrológica.

NOTA: El glosario es una compilación de diversas fuentes, principalmente del Diario Oficial de la Federación y Conagua.