



PROGRAMA
DE MEDIDAS PREVENTIVAS
Y DE MITIGACIÓN
DE LA SEQUÍA
Para la Ciudad de Mazatlán, Sinaloa.

1^a Versión 2015

PROGRAMA DE MEDIDAS PREVENTIVAS Y DE MITIGACIÓN DE LA SEQUÍA DEL 2015

Para la Ciudad de Mazatlán, Sinaloa.

1ra Versión

PRESENTACIÓN

Se presenta el Programa de Medidas de Prevención y Mitigación de la Sequía (PMPMS) para el municipio de Mazatlán. Aunque el enfoque del PMPMS es la ciudad, se aplicará el PMPMS a todo el municipio considerando que la Junta Municipal de Agua Potable y Alcantarillado de Mazatlán (JUMAPAM) es el Organismo Operador de los sistemas y servicios de agua potable, alcantarillado y saneamiento en todas las comunidades del municipio. Este trabajo constituye un esfuerzo para planear las actividades de la JUMAPAM del H. Ayuntamiento de Mazatlán en situación de sequía y que deberá someterse a revisión y evaluación de los involucrados a efecto de mejorarlo y divulgarlo entre los usuarios.

El propósito de este documento es impulsar un cambio de paradigma institucional en la JUMAPAM, para pasar de la reacción frente a la sequía hacia un modelo preventivo, con el fin a largo plazo de asegurar la calidad y la continuidad del abasto de agua y reducir al mínimo los impactos de una sequía en el municipio de Mazatlán. Por eso se ha diseñado un programa integral que se fundamenta en estrategias para la gestión de la demanda asegurando que el consumo nunca exceda los recursos disponibles, con medidas complementarias: mejorar la eficiencia del organismo operador, involucrar a los usuarios de agua y a los afectados por los efectos de la sequía, generar capacidad local, implementación gradual, coordinación institucional, evaluación, y mejora continua.

Por lo tanto se busca que este documento no sea de escritorio pero que sirva para impulsar un cambio, para ello se recomienda la difusión del documento al interior del organismo operador y la consulta con CEAPAS y el H. Ayuntamiento de Mazatlán para consensar las estrategias y medidas de prevención y mitigación, seguido por la participación ciudadana en el diseño del PMPMS.

Los dos elementos y sus componentes que se contemplan en el PMPMS son:

1. Prevención: estimar recursos, definir acciones y organización de diversa índole que permitan reducir o evitar los efectos de las sequías.
2. Mitigación o atención: las acciones durante y después del evento de sequía, escalonadas según la intensidad de la sequía.

Se ha privilegiado la prevención por la razón de que el mayor riesgo para Mazatlán es la sequía operativa y por eso se proponen dos objetivos principales:

1. Gestión de la demanda. En el 2014 el consumo en la ciudad de Mazatlán fue 187 litros/habitante/día (l.h.d.) y la eficiencia física fue 51.6 por cien, lo cual resulta en una dotación de 362 l.h.d. Se propone una meta para el consumo para el 2025 de 150 l.h.d. y eficiencia física de 70 por cien para el 2020, lo cual es equivalente a una dotación de 215 l.h.d. El beneficio de lograr estas metas es que no se necesitará ampliar la capacidad de producción del sistema urbano de agua potable de Mazatlán.

2. Impulsar el Diseño y Desarrollo de Bajo Impacto (DDBI), también conocido como tecnología verde, para proveer otras fuentes de suministro y la implementación de nuevas tecnologías por ejemplo para la cosecha o captura del agua de lluvia, el reciclaje y el reusó del agua residual y pluvial.

Para lograr estos objetivos se han establecido seis ejes principales en el PMPMS de la ciudad de Mazatlán y, por ende, el municipio de Mazatlán:

1. Programa Integral de Eficiencia del Organismo Operador (OO) basado en la Gestión de Activos (ISO 55000).
2. Plan de Gestión de la Demanda.
3. Plan de Seguridad del Agua.
4. Plan de Contingencia por Sequía.
5. Plan de Emergencia ante la Sequía.
6. Programa de Inversión en Infraestructura en el periodo 2017-2030, con una inversión de 2,316.4 millones de pesos (mdp), aplicando un 26.76% del programa para mejorar la red de distribución de agua potable.

Con base a la experiencia internacional se puede esperar que la metodología de la Gestión de Activos (ISO 55000) disminuirá la inversión en infraestructura al menos en un 20%, o 463.28 mdp.

LISTA DE ABREVIATURAS

A-C	Asbestos cemento
AGEB	Área Geo Estadística Básica
AWWA	American Water Works Association
BDAPM	Base de datos Agua Potable en México
CEAPAS	Comisión Estatal de Agua Potable y Alcantarillado de Sinaloa
CONAGUA	Comisión Nacional del Agua
CONAPO	Consejo Nacional de Población
CONEVAL	Consejo Nacional de Evaluación de la Política de Desarrollo Social
CONUEE	Comisión Nacional para el Uso Eficiente de la Energía
DBO₅	Demanda biológica de oxígeno cinco días de reacción
DDBI	Diseño y Desarrollo de Bajo Impacto
DOF	Diario Oficial de la Federación
EMA	Estación Meteorológica Automática
ESIME	Estación Sinóptica Meteorológica
Has	Hectáreas
ICA	Índice de Calidad del Agua
IMTA	Instituto Mexicano de Tecnología del Agua
INEGI	Instituto Nacional de Estadística y Geografía
JUMAPAM	Junta Municipal de Agua Potable y Alcantarillado de Mazatlán
km	Kilómetro
km²	Kilómetros cuadrados
LAN	Ley de Aguas Nacionales
l.h.d.	Litros por habitante por día
lps	Litros por segundo
MEDROPLAN	Mediterranean Drought Preparedness and Mitigation Planning
m³	Metros cúbicos (equivalente a mil litros)
Mm³/h/día	Millones de metros cúbicos por habitante por día
mdp	Millones de pesos
mm	milímetros
Mm³	Millones de metros cúbicos (equivalentes a hectómetros)

msnm	Metros sobre el nivel del mar
NADM	Monitor de Sequía de América del Norte (North America Drought Monitor)
OOA	Organismo operador de agua potable, alcantarillado y saneamiento
OMS	Organización Mundial de la Salud
PEAD	Polietileno de alta densidad
PGD	Plan de Gestión de la Demanda
PIGOO	Programa de Indicadores de Gestión de Organismos Operadores (del IMTA)
PMPMS	Programa de Medidas para la Prevención y Mitigación de la Sequía
PNH	Programa Nacional Hídrico
PNNA	Programa Nacional de Auditoría Ambiental
PROFEPA	Procuraduría Federal de Protección al Ambiente
PRONACOSE	Programa Nacional Contra la Sequía
PSA	Plan de Seguridad del Agua
PTAR	Planta de tratamiento de agua residual
PVC	Policloruro de vinilo
RHA	Regiones Hidrológico-Administrativas
SECTUR	Secretaría de Turismo
SEMARNAT	Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales
SIMBAD	Sistema Estatal y Municipal de Bases de Datos (INEGI)
SMN	Servicio Meteorológico Nacional (de CONAGUA)
SDI	Streamflow Drought Index o Índice de Sequía por Escurrimiento (también denominado Índice de Sequía Hidrológica)
SPI	Standardized Precipitation Index o Índice Estandarizado de Precipitación
SCINCE	Sistema para la Consulta de Información Censal (de INEGI)
SST	Sólidos suspendidos totales
SSAPAS	Situación del Subsector Agua Potable, Alcantarillado y Saneamiento (Publicación anual de CONAGUA)
TCMA	Tasa de Crecimiento Media Anual

Contenido

PRESENTACIÓN

LISTA DE ABREVIATURAS

1. INTRODUCCIÓN	1
1.1. Identificación de la localidad	1
1.2. Objetivos	2
1.3. Estrategias	3
1.4. Líneas de acción	3
1.5. Metodología	5
1.6. Problemática para implementación del PMPMS en el municipio de Mazatlán	6
2. SEQUÍAS.....	10
2.1. Conceptos básicos	10
2.2. Acuerdos de Carácter General de Emergencia por Ocurrencia de Sequía	13
2.3. Cambio Climático	14
2.4. Vulnerabilidad	15
2.5. Implicaciones para la calidad del agua para consumo humano	16
3. NORMAS Y ENTIDADES RELACIONADAS CON LA SEQUÍA Y LA GESTIÓN MUNICIPAL DEL AGUA.	20
3.1. Programa Nacional Contra la Sequía (PRONACOSE)	20
3.2. Programa Nacional Hídrico 2014-2018	23
3.3. Marco legal e institucional estatal y municipal	26
3.3.1. Constitución Política de los Estados Unidos Mexicanos	26
3.3.2. Ley De Agua Potable Y Alcantarillado del Estado De Sinaloa (Decreto Número 28).....	27
3.3.3. Ley de Gobierno Municipal del Estado de Sinaloa	28
3.3.4. Ley de Planeación para el Estado de Sinaloa	28
3.4. Organismos y entidades relacionadas con la prevención y mitigación de la sequía	29
3.4.1. Organismo Operador de Agua Potable y Saneamiento	29
3.4.2. Gobierno Municipal	31
3.4.3. Comisión Estatal del Agua Potable del Estado de Sinaloa	31
3.4.4. Dependencias federales y estatales	32
4. DESCRIPCIÓN GENERAL DEL MUNICIPIO DE MAZATLÁN	33
4.1. Ubicación Geográfica y división política	33
4.2. Medio físico	33
4.3. Hidrografía	34
4.4. Población	35
4.4.1. Población según el Censo de 2010	35

4.4.2. Tasa de crecimiento y tendencias	36
4.5. Economía	39
4.6. Indicadores socioeconómicos	41
5. CLIMATOLOGÍA	44
5.1. Clima	44
5.2. Sequías históricas en Mazatlán	47
5.2.1. Sequías en el Estado de Sinaloa	47
5.2.2. Reseña histórica de sequias en el Municipio de Mazatlán 1978 a 2015 ..	47
5.3. Acciones durante la sequía en Mazatlán	48
5.3.1. Programas de la JUMAPAM en 2014 y 2015 para disminuir la vulnerabilidad.....	48
5.3.1.1. Programas y presupuesto 2014.....	48
5.3.1.2. Programas y presupuesto 2015.....	52
6. EVALUACIÓN DE LA OFERTA/DEMANDA DE AGUA	53
6.1. Introducción	53
6.2. Suministro de agua potable	53
6.2.1. Fuentes de suministro	53
6.2.2. Sistema de captación y producción de agua potable	56
6.3. Inventario y evaluación de la infraestructura disponible	58
6.3.1. Infraestructura de almacenamiento	58
6.3.2. Infraestructura de conducción	60
6.3.3. Infraestructura de distribución	61
6.3.4. Equipos de bombeo	62
6.3.4.1. Bombeo para la captación.....	62
6.3.4.2. Bombeo en la planta potabilizadora.....	62
6.3.4.3. Rebombeo en la red de distribución.....	63
6.3.5. Macromedición y micromedición	63
6.3.6. Recomendaciones para la planificación de la infraestructura de agua potable	64
6.3.7. Sistemas foráneos	65
6.3.8. Infraestructura de drenaje, recolección, tratamiento y reúso de aguas residuales	66
6.3.9. Infraestructura de drenaje, recolección, tratamiento y cosecha de agua pluvial	69
6.4. Producción histórica de agua	70
6.5. Calidad del servicio	72
7. EVALUACIÓN DE LA DEMANDA/ CONSUMO DE AGUA	73
7.1. Cobertura del servicio de agua.	73
7.2. Padrón y tipos de usuarios	74

7.3. Consumo y dotación por tipo de usuario y per cápita.	76
7.3.1. Consumo	76
7.3.2. Principales Consumidores	78
7.3.2.1. Hoteles y moteles en la ciudad.....	78
7.3.2.2. Sector Comercial.....	79
7.3.2.3. Sector Industrial.....	80
7.3.2.4. Sector público/gubernamental.....	80
7.3.3. Dotación	81
7.4. Distribución temporal del consumo	82
7.5. Eficiencias	83
7.6. Consideraciones sobre la sequía y el abasto de agua	86
8. BALANCE DE AGUA Y EVALUACIÓN DE LA CAPACIDAD INSTALADA	87
8.1. Balance de agua	87
8.2. Capacidad de abasto/ Capacidad instalada	89
8.3. Variaciones estacionales de oferta y demanda	91
8.4. Dotación mensual/capacidad instalada	92
9. ESCENARIOS FUTUROS DE LA PRODUCCIÓN Y CONSUMO DE AGUA	94
9.1. Factores determinantes de la demanda	94
9.2. Escenarios alternativos	96
9.3. Proyecto Picachos	100
10. MEDIDAS PARA LA GESTIÓN DE LA SEQUÍA	101
10.1. Análisis de medidas para la gestión de la sequía	101
10.2. Nuevas tecnologías para la gestión de la sequía	106
10.2.1. Gestión de activos	106
10.2.2. Diseño y Desarrollo de Bajo Impacto y las Infraestructuras Verdes ..	107
10.3. Medidas para la gestión de la demanda	111
10.3.1. Gestión de las pérdidas	111
10.3.2. Gestión del consumo	114
10.3.2.1. Impulsar normas y programas existentes.....	114
10.3.2.2. Medidas para reducir el consumo.....	116
11. MEDIDAS Y PROGRAMAS PARA PREVENIR Y MITIGAR LA SEQUÍA	118
11.1. Ámbito de Actuación	118
11.2. Medidas de prevención	120
11.2.1. Estrategias	120
11.2.2. Vigilancia continua	121
11.2.3. Plan de Gestión de la Demanda	122
11.2.4. Plan de Seguridad del Agua	122
11.2.5. Plan de Contingencia por Sequía	125

11.2.6. Medidas contempladas en el Plan de Contingencia por Sequía	125
11.3. Medidas de mitigación	127
11.3.1. Umbrales	127
11.3.2. Acciones en la Etapa 1- Fase de Prevención	128
11.3.3. Acciones en la Etapa 2 - Fase Inicial	128
11.3.4. Acciones en la Etapa 3- Fase Severa	130
11.3.5. Acciones en la Etapa 4- Fase Extrema	131
11.3.6. Acciones en la Etapa 5 - Fase Excepcional	131
11.3.7. Acciones de mitigación según nivel de sequía por cada sector	132
12. PROGRAMAS Y PRESUPUESTOS	138
BIBLIOGRAFÍA	140
ANEXOS	143
Anexo A Encuestas de ls diferentes sectores	144
Anexo B Protocolo de Alerta y de Acciones para Sequías	165

Cuadros

Cuadro 9.1. Escenarios de crecimiento poblacional en el sistema urbano de Mazatlán	96
Cuadro 9.2. Proyección de la demanda para el Escenario 1 (Statu Quo)	98
Cuadro 9.3. Proyección de la demanda para el Escenario 2 (Eficiencia física 70%)	98
Cuadro 9.4. Proyección de la demanda para el Escenario 3 (EF 70%, reducción de consumo 20%)	99
Cuadro 9.5. Proyección de la demanda para el Escenario 4 (Escenario 3 con mayor crecimiento poblacional)	99
Cuadro 10.1. Análisis de problemáticas para guiar las acciones de prevención ...	101
Cuadro 10.2. Clasificación del organismo operador	112
Cuadro 10.3. Programa de acciones según la Clasificación de Agua No Contabilizada	113
Cuadro 10.4. Técnicas de gestión de la demanda en el uso público urbano	99
Cuadro 11.1. Etapas de sequía y reducción de la demanda	117
Cuadro 11.2. Acciones de mitigación según nivel de sequía: Sector Público/Gubernamental	112
Cuadro 11.3. Acciones de mitigación según nivel de sequía: Sector Residencial ..	134
Cuadro 11.4. Acciones de mitigación según nivel de sequía: Sector Comercial ...	135
Cuadro 11.5. Acciones de mitigación según nivel de sequía: Sector Industrial ...	136
Cuadro 12.1. Programa de inversiones	138

Figuras

Figura 1.1. Ubicación de la ciudad de Mazatlán, Sinaloa.....	2
Figura 2.1. La sequía y los conceptos de las medidas de prevención y mitigación (MEDROPLAN,2001).....	12
Figura 3.1. Diagrama de política pública para la sequía.....	22
Figura 5.1. Zonas de inundación en la Ciudad de Mazatlán.....	46
Figura 6.1. Sistema urbano de agua potable de Mazatlán.....	58
Figura 6.2. Subsistemas de drenaje en la ciudad de Mazatlán	67
Figura 10.1. Balance hídrico de un sistema de agua potable	112
Figura 11.1. Relación entre los planes y programas de gestión	120
Figura 11.2. Proceso para el desarrollo de un PSA.....	124

Gráficas

Gráfica 4.1. Turistas que se hospedaron en establecimientos 1994 a 2010.....	40
Gráfica 5.1. Precipitación, evaporación y temperatura media mensual Observatorio Mazatlán.....	45
Gráfica 6.1. Producción de agua y dotación anual en el sistema urbano.....	71
Gráfica 7.1. Proporción del consumo de agua en el sistema urbano de Mazatlán.....	78
Gráfica 7.2. Población, dotación y consumo 2005-2014.....	82
Gráfica 7.3. Distribución temporal de la producción	83
Gráfica 7.4. Eficiencias en el sistema urbano de agua potable de Mazatlán	85
Gráfica 8.1. Volúmenes consumidos y producidos vs. capacidad instalada.....	90
Gráfica 8.2. Comparación de dotación mensual promedio 2010 a 2014.....	92
Gráfica 8.3. Cociente dotación/capacidad instalada mensual	93
Gráfica 9.1. Dotación y capacidad instalada según los escenarios de planificación.....	97

1. INTRODUCCIÓN

1.1. Identificación de la localidad

Este Programa de Medidas de Prevención y Mitigación de la Sequía (PMPMS) se ha diseñado para todo el Municipio de Mazatlán. Aunque el enfoque del PMPMS es la ciudad, se aplicará el PMPMS a todo el municipio considerando que la JUMAPAM es el organismo operador de los sistemas y servicios de agua potable, alcantarillado y saneamiento en todas las comunidades del municipio. Este trabajo constituye un esfuerzo conjunto para planear las actividades entre la JUMAPAM y su H. Ayuntamiento de Mazatlán en situación de sequía y que deberá someterse a revisión y evaluación de los involucrados a efecto de mejorarlo y divulgarlo entre los usuarios.

El Municipio de Mazatlán, se encuentra en la región sur del Estado de Sinaloa, entre los paralelos 23° 04' y 23° 54' de latitud norte; los meridianos 105° 55' y 106° 38' de longitud oeste. Su altitud sobre el nivel del mar es 3 msnm en la planicie costera y alcanza 2,500 msnm en la zona serrana.

Colinda al norte con el municipio de San Ignacio; al este con el municipio de San Ignacio, el estado de Durango y el municipio de Concordia; al sur con los municipios de Concordia, Rosario y el Océano Pacífico; al oeste con el Océano Pacífico y el municipio de San Ignacio. En la Figura 1.1 se muestra la ubicación del Municipio de Mazatlán y la ciudad de Mazatlán.

La ciudad de Mazatlán es la cabecera del Municipio de Mazatlán. Según las proyecciones de CONAPO para el año 2015, la población de la ciudad de Mazatlán alcanza los 416,947 habitantes, mientras que la población total del municipio se estima en 479,349, es decir que el 87 % de la población vive en la capital. La ciudad ocupa una extensión de área urbana de 78.953 km² representando el 3.11% del total del territorio municipal.

Mazatlán es un importante centro económico, en 2010 aportó 20.7% del PIB estatal a pesar de tener sólo 15.9% de la población total del estado. Tiene una fuerte dependencia de la actividad turística (47% del PIB municipal). Su PIB per cápita de 11,368 dólares, que junto con el de Culiacán de 11,292 dólares, son los mayores entre los municipios de Sinaloa y son similares al promedio nacional (SEDESOL, 2015).

JUMAPAM es un organismo público descentralizado de la Administración Municipal de Mazatlán, con personalidad jurídica y patrimonio propio, la cual tiene como objeto, administrar, operar, mantener, ampliar y mejorar los sistemas y servicios de agua potable, alcantarillado y saneamiento de los centros poblados en el Municipio de Mazatlán.

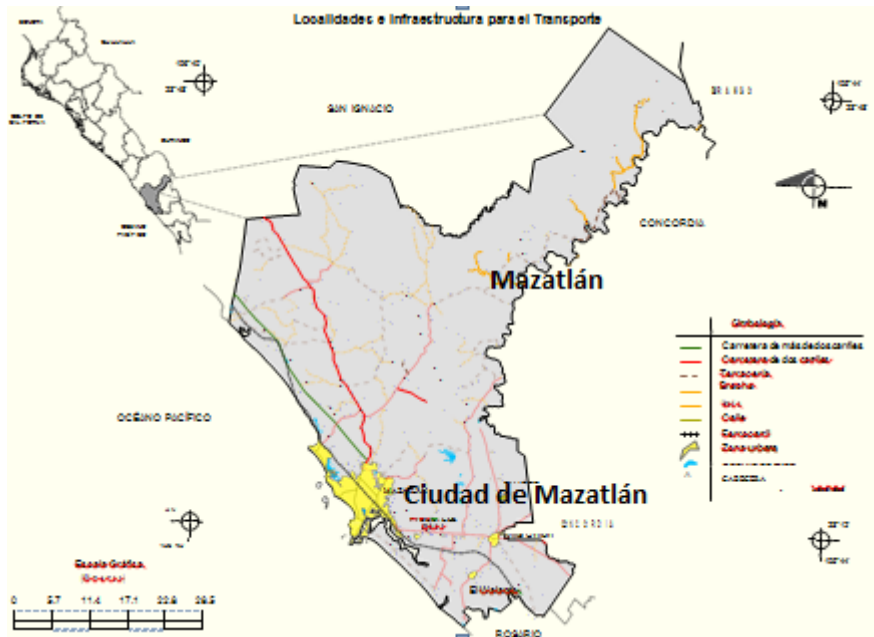


Figura 1.1. Ubicación de la ciudad de Mazatlán, Sinaloa.

1.2. Objetivos

Objetivo General:

Proponer medidas preventivas y de mitigación de la sequía para que se incremente la seguridad hídrica con un enfoque sistémico de manejo integral de cuenca integrando holísticamente el Municipio de Mazatlán.

Objetivos Específicos:

- Definir los estados de riesgo de escasez vinculados a sequías en los sistemas de agua potable y los factores detonantes.
- Establecer las condiciones en que se incurriría en los estados de riesgo de escasez y sería necesario activar medidas especiales para mitigar los efectos de la sequía y prevenir posibles daños de alcance mayor.
- Impulsar un cambio de paradigma al interior del H. Ayuntamiento de Mazatlán, JUMAPAM, CEAPAS y CONAGUA, de tal manera que la gestión de la sequía se llega a considerar como una parte integral de la planificación y la operatividad, en vez de un evento extraordinario. Este enfoque realizara beneficios múltiples, para el consumidor/cliente implica un servicio más confiable y de mejor calidad, por otro lado la JUMAPAM gozará de un sistema de agua potable, alcantarillado y saneamiento más duradero y resistente con eficiencia óptima.
- Desarrollar propuestas de programas de eficiencia y gestión de la demanda, y para la elaboración de planes de emergencia y su

actualización; incluyendo el involucramiento de la sociedad en todas las acciones.

- Determinar los objetivos de reducción de demandas y refuerzo de disponibilidades y orientar sobre las medidas a implantar en las diferentes situaciones de escasez en que se puede encontrar los sistemas de abastecimiento.
- Establecer responsabilidades en la toma de decisiones y en la forma de gestionar las diferentes situaciones posibles de sequía.
- Diseñar las medidas y proyectos para prevenir y mitigación ante la sequía en forma conjunta con el personal del H. Ayuntamiento de Mazatlán la JUMAPAM, CEAPAS y CONAGUA.

1.3. Estrategias

Se proponen las siguientes tres estrategias principales:

1. Impulsar en la población de Mazatlán a través del H. Ayuntamiento de Mazatlán la JUMAPAM, CEAPAS y CONAGUA un enfoque preventivo de alerta continua y preparación para evitar los impactos de la sequía.
2. Reducir y administrar el consumo de agua para mejorar la eficiencia de la gestión antes de incrementar las fuentes de abasto y suministro por la JUMAPAM.
3. Establecer y mejorar continuamente un sistema de gestión de activos para la JUMAPAM que permitirá mejorar la eficiencia y el servicio.

Para instrumentar éstas estrategias se recomienda el desarrollo y la implementación de un Programa Integral de Eficiencia del Organismo Operador, un Plan de Gestión de la Demanda, Plan de Seguridad del Agua y Plan de Contingencia por Sequía.

1.4. Líneas de acción

Con el objetivo de definir lineamientos estratégicos para el Programa de Medidas Preventivas y de Mitigación de las sequías para Mazatlán, se proponen las siguientes líneas de acción para la JUMAPAM:

- Monitorear permanentemente el fenómeno de El Niño y de la sequía de acuerdo con los umbrales sugeridos en este PMPMS, publicar los resultados y de acuerdo al valor del indicador desplegar las estrategias previamente planeadas. También se monitoreará el déficit de agua en función de la disponibilidad y demanda de agua en el sistema de producción y distribución del agua de tal manera que pueda obtenerse el volumen faltante para completar el consumo normal a nivel de municipio o

zona de suministro (en la ciudad es los distritos sectorizados o colonias, y en las otras poblaciones generalmente es toda la localidad).

- Implementar, antes y durante la presencia del fenómeno de la sequía, un programa intensivo de concientización sobre el uso eficiente del agua utilizando diferentes medios masivos de comunicación, visitas directas en el hogar, en las escuelas, en los centros de cobro y en lugares públicos. Cada actividad debe estar evidenciada y evaluar las estrategias utilizadas con base en la cobertura y resultados obtenidos. Se propone fortalecer y dar continuidad al Plan Estratégico del Programa Cultura del Agua diseñado para el estado de Sinaloa en el 2012 (Torrecillas *et al.*, 2012), tomando como Plan Piloto Mazatlán con una visión más amplia para la concientización y motivación de todos los sectores de la comunidad.
- Diseñar propuestas de programas de eficiencia integral de la JUMAPAM por medio de la gestión de activos (ISO: 55000).
- Desarrollo e implementación de un programa para la gestión de la demanda, con el objetivo de reducir la dotación de agua por habitante en un 20 por ciento para el año 2022.
- Establecer un programa de mantenimiento preventivo y correctivo de la infraestructura de producción y distribución de agua en la ciudad de Mazatlán.
- Monitorear con diferentes dispositivos y técnicas las fugas de agua en las líneas de conducción y distribución, así como en la infraestructura de almacenamiento.
- Asegurar el establecimiento de nuevas fuentes de suministro de agua de acuerdo a un análisis de demanda de los diversos usuarios que garanticen el consumo de los próximos 20 años. A éste fin se impulsarán las tecnologías de Desarrollo y Diseño de Bajo Impacto (DDBI), también conocidas como infraestructura verde o sistemas de drenaje sustentables. En el caso del agua superficial podrán incluirse las corrientes intermitentes y efímeras, donde puedan construirse pequeños almacenamientos que también podrán funcionar como estructuras reguladoras de avenidas máximas.
- Estimar los costos de la nueva infraestructura por construir, rehabilitar y operar por etapas, de manera que se identifique la toma de decisiones para invertir en abastos futuros de agua, así como las inversiones para la modernización de la infraestructura presente.
- Proponer medidas de rehabilitación de pozos para abastecimiento de agua cumpliendo con lo establecido en la norma NOM-004-CNA-1996 y en el caso de perforar nuevos pozos verificar la calidad del agua que producirán y el cumplimiento de la norma NOM-003-CNA-1996.
- Aumentar la eficiencia en el cobro por los servicios de agua entregada con base al padrón de usuarios morosos y del historial de consumos por tipo de usuarios.

- Identificar durante la presencia del fenómeno de la sequía, las zonas más vulnerables de la ciudad el municipio en cuanto al abasto y de acuerdo a la disponibilidad de agua, optimizar la distribución de manera que los usuarios dispongan diariamente del recurso.
- Establecer un programa de abasto limitado de agua para usuarios con gran consumo y prohibir el uso de agua en actividades superfluas en casos de déficit considerable de agua.
- Realizar un monitoreo de consumos en el uso doméstico del agua y en caso de que el sistema detecte grandes incrementos, verificar el origen del aumento y recomendar reparación y mantenimiento.
- Establecer un sistema de monitoreo del consumo para los diversos usuarios que permita realizar diagnósticos y proponer alternativas para disminuir el consumo en caso de que se incremente.
- Promover la actualización del Plan de Desarrollo de Mazatlán, el Programa Municipal de Desarrollo Urbano de Mazatlán, el Reglamento de Construcciones para el Municipio de Mazatlán y la Ley Estatal de Agua Potable y Alcantarillado de Sinaloa para reglamentar el DDBI tales como las medidas de ahorro de agua, requerir que toda la edificación nueva cuente con dispositivos ahorradores de agua y nuevas tecnologías para la gestión del agua, y poder impartir medidas obligatorias para reducir el consumo durante una sequía.
- Impulsar con otras entidades las normas para el uso eficiente del agua: Norma NMX-AA-164-SCF1-2013 de Edificación Sustentable, Norma Mexicana de Edificación Sustentable (NMX-AA164-SCFI-2012), y el Programa Vivienda Sustentable del Infonavit que tiene como objetivo medir la eficiencia de las viviendas mediante el uso de dispositivos ahorradores.
- Impulsar alianzas estratégicas con entidades de los tres niveles de gobierno y otros sectores para ofrecer e impartir tecnologías que permitan el ahorro de agua.
- Fortalecer el programa de industria limpia de la PROFEPA para mitigar el uso de agua y energía de los grandes consumidores (instituciones, industria, comercio) y publicar aquellos que fueron exitosos.

1.5. Metodología

En este documento se realizó un diseño del Programa de Medidas Preventivas y de Mitigación de la Sequía (PMPMS) de la ciudad de Mazatlán con un enfoque sistémico de manejo integral de cuenca integrando holísticamente el Municipio, considerando como base las orientaciones del PMPMS 2013. Además se realizaron dos reuniones de trabajo con los directivos y personal del organismo operador. Además se realizó un diagnóstico del comportamiento de la cuenca de la ciudad de Mazatlán y la revisión bibliográfica de la situación actual de todo el

municipio proporcionados por JUMAPAM, CEAPAS y CONAGUA de los últimos tres años y las estadísticas y los indicadores publicados por CONAGUA, INEGI y CONAPO los cuales sirvieron como base para diseñar el Taller de planeación estratégica que se impartió en dos secciones a personal de los diferentes departamentos de la JUMAPAM.

Para establecer las metas que permitan disminuir la vulnerabilidad se consideraron las metas del Programa Nacional Hídrico 2014-2018. Todo esto se ha realizado bajo una visión que enfatiza el objetivo primordial del PMPMS que es disminuir el riesgo y vulnerabilidad de la población, la economía y los ecosistemas en condiciones de sequía, y basado en la premisa de que a largo plazo se busca reducir la dependencia por parte de la ciudadanía en los programas de los tres niveles de gobierno y fomentar la autosuficiencia de todos los sectores. Además para estructurar la implementación de las medidas de prevención y mitigación de la sequía en el municipio, se consideraron los objetivos, estrategias y líneas de acciones del 2° Informe de labores del Plan Nacional de Desarrollo (PND, 2014) y 4° Informe de labores del Plan Estatal de Desarrollo (PED, 2014).

1.6. Problemática para implementación del PMPMS en el municipio de Mazatlán

Para evaluar la problemática de la implementación del PMPMS en la ciudad de Mazatlán se diseñaron tres encuestas con base a las orientaciones de la Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura (FAO, 2010), una encuesta para los encargados de la JUMAPAM, otra para el uso doméstico, industrial y comercial (Anexo A). La finalidad es conocer la problemática de la implementación del PMPMS y si la población está bien informada de la problemática, vulnerabilidad y gestión local de riesgo, y que ayude a enfrentar de mejor forma el fenómeno de la sequía, de manera de prevenir los efectos que ésta produce. Es importante resaltar que la encuesta se consideró como una prueba piloto en la ciudad de Mazatlán con muestreo no aleatorio. Se aplicó únicamente al interior de la JUMAPAM y a 12 representantes del sector comercio, faltando la opinión de los usuarios por lo que se requiere se realice un sondeo que incluya el involucramiento de todos los habitantes del municipio y de su gobernanza.

Los resultados de la encuesta en la JUMAPAM se obtuvieron a través del Taller de Planeación estratégica en la cual asistieron 10 empleados de la JUMAPAM de los diferentes departamentos. En el taller se estableció que existen 815 empleados remunerados en la empresa. Las actividades de la JUMAPAM y Protección Civil tienen identificadas las zonas afectadas por el estiaje e informan a la comunidad cuando se encuentran en temporada de estiaje. Además,

cuentan con un programa de Tandeo y mantienen informada a la comunidad en qué consiste el programa Tandeo y ellos califican el programa con una aprobación de 90% nueve, aunque la opinión de los comerciantes es de una calificación de 79%.

Los empleados de la JUMAPAM, informan que el indicador de que se encuentran en un periodo de sequía es que se secan los canales, arroyos, ríos y acuíferos.

Con relación a la asistencia, informan que reportan las pérdidas en temporada de estiaje a CONAGUA, CEAPAS y el H. Ayuntamiento, y que cuentan con apoyos. Sin embargo, no existe un programa específico para la atención de esta problemática.

JUMAPAM tiene un Programa de Cultura del Agua, pero no promueve tecnologías de Diseño y Desarrollo de Bajo impacto (DDBI) o las Buenas Prácticas y Aplicaciones (BPA), se requiere que los promotores de la Cultura de Agua retomen el Plan Estratégico de Cultura del Agua del Estado de Sinaloa y que cada promotor adecue su Plan de Trabajo al mismo y que se capaciten en los problemas reales de cada municipio, para que los promuevan. Además el Programa debe de tener evaluación, control y seguimiento para tener una prevención real de los fenómenos naturales.

La encuesta de uso comercial fue aplicada a través de los promotores de cultura del agua de la JUMAPAM. Dicha encuesta se aplicó a 12 empresarios de la ciudad de Mazatlán, pero los promotores informan que requiere de capacitar al personal para ser aplicada correctamente. Por lo que se recomienda su aplicación ya que es de gran importancia para la prevención de la sequía y el real involucramiento con los habitantes del municipio.

Los resultados de la encuesta de los comerciantes informan que el indicador de que se encuentran en un periodo de sequía es que se secan los canales, arroyos, ríos y acuíferos. El 50% de los comerciantes manifiestan que fue muy fuerte la afectación de la sequía 2013-2014. La comparación de las pérdidas de la sequía del 2011-2012 con las pérdidas del 2013 - 2014, es de que en el 2011 y el 2012 fueron igual su impacto económico, social y ambiental por la falta de agua.

Las empresas cuentan entre 5 y 45 empleados, además cuentan con sistemas de agua potable y agua residual, no reciben ayuda en temporada de estiaje pero manifiestan que cuando hay problemas de suministro de agua les envían pipas de agua para su abastecimiento, ningún comerciante pertenece a ningún programa federal o estatal.

Solo 1 de los 12 comerciantes se encuentran en la zona de estiaje y manifiestan problemas de la falta de agua; el 50% no están bien informados de la temporada de estiaje y 25% se informan por periódico, radio, televisor y el 50% por periódico y radio. Además, el 100% de los comerciantes informaron que cuando se encuentran en peligro de estiaje los informa el H. Ayuntamiento, las JUMAPAM y CONAGUA y siguen las instrucciones que emiten las autoridades.

El 66% de los comerciantes almacenan en su empresa el agua para el consumo humano y uso doméstico en depósitos de Rotoplas, tinacos, cisternas y aljibes los cuales los desinfectan y pero no están informados sobre los apoyos de limpieza y cloración que dan en CEAPAS y CONAGUA. Los que tienen algún sistema

de almacenamiento de agua y en caso de no contar con el vital líquido, solicitan el apoyo a la JUMAPAM para que les suministren de agua. Además el 100% reportan a tiempo las fugas de agua a la JUMAPAM pero no reutilizan el agua.

Ningún comerciante está informado de los apoyos que existen para realizar obras de diferentes almacenamientos de agua, pero les gustaría realizar acciones y obras para el beneficio de la familia y patrimonio, para estar prevenidos y preparados para posteriores temporadas de estiaje y que las empresas cuente con un Plan de Protección en la temporada de estiaje con el objetivo de prevenir y disminuir sus efectos adversos.

El 90% de los comerciantes creen que el Gobierno no está gestionando bien la crisis del agua y comentan que no creen que se estén tomando las medidas adecuadas para solucionar el problema.

El 83% de los comerciantes no conocen el PMPMS pero consideran que a largo plazo la mejor medida contra la sequía es la mayor captación de agua de lluvia, el cuidado del agua, la reforestación y la educación. Además piensan que todas las personas tienen la culpa de los problemas del agua por no cuidarla y que por esa razón se encuentra el consumo por encima de la media nacional.

El 50% de los comerciantes creen que el precio del agua es bajo, 20% que es alto y 30% que es adecuado.

El 83% de los comerciantes están dispuestos a utilizar medidas para capturar o mejorar el uso del agua entre ellas:

Instalación de dispositivos ahorradores de agua, Tratamiento y reúso de las aguas residuales Captura de las agua pluviales en aljibes para sustituir el agua potable, El uso eficiente de energía térmica y eléctrica, El uso eficiente de materias primas, Operación y de planeación de la producción, Reciclaje de material de empaque o de los residuos de producción, Reparación de fugas en instalaciones hidráulicas, Aprovechamiento de residuos, Restricción del riego de jardines y paisajes exteriores, Uso de agua reciclada en centros de lavados de autos y camiones y la implementación de innovación tecnológica de la conservación y manejo del agua. Los comerciantes recomiendan que se deban de dar mensajes de la sequía claros y fuertes, que se de prioridad a las zonas más vulnerables, que se fomente el cuidado y reutilización del agua y que se implementen las nuevas tecnologías de DDBI.

Recomendaciones de los comerciantes y el OOA

Las recomendaciones de los comerciantes fueron para mejorar el apoyo durante la emergencia de sequía y dejen de tanta burocracia, que lleguen los recursos a tiempo y que para reducir los problemas climatológicos que se presentan se necesita, cuidar más el agua, plantar más árboles, reducir la quema constante de parcelas y tomar las medidas pertinentes y necesarias para la construcción de infraestructura.

Las recomendaciones de los empleados de la JUMAPAM fueron: Que se requiere mayor difusión del PRONACOSE y que informen a tiempo sobre los recursos disponibles para atender la problemática de la sequía, esto es debido a que en

el 2014 no se realizaron reuniones con los involucrados y por lo tanto no se dieron a conocer los proyectos a implementar. Además, es importante incluir el Índice de Calidad del Agua en la vulnerabilidad ambiental ya que existen problemas debido a la sequía. Por otro lado, la falta de equipo de medición no les permite cuantificar la reducción del uso del agua para su conservación y la falta de sistemas de monitoreo, evaluación, control y seguimiento de la sequía.

2. SEQUÍAS

2.1. Conceptos básicos

La sequía, la aridez, la escasez de agua y la desertificación son situaciones o procesos comunes en el país y que a menudo confunden y se hace un uso inadecuado de los conceptos (ver, Cuadro 2.1). Para permitir un entendimiento común se presenta a continuación unas definiciones que contribuyen al desarrollo de métodos claros y a la interpretación correcta de los conceptos a la hora de desarrollar planes de gestión de sequía:

- **Sequía:** La sequía meteorológica es un fenómeno natural, que ocurre de forma casual (aleatoria) y temporal por una reducción importante en los montos de la precipitación, por lo tanto se produce una disminución en la disponibilidad de agua con respecto a los valores normales. Puede prolongarse por un período de tiempo significativamente largo y puede afectando a una amplia región territorial.
- **Aridez:** La aridez es una condición climática natural y permanente de algunas regiones del planeta en donde tienen una precipitación media anual o estacional muy baja y la vegetación es propia de esos ambientes secos.
- **Déficit hídrico:** El déficit hídrico es un desequilibrio temporal de los recursos hídricos inducido por el hombre. El déficit hídrico afecta a los sistemas de abastecimiento de agua y conlleva a restricciones en el uso con respecto a la demanda. Este desequilibrio puede ocurrir por la ocurrencia de una sequía hidrológica o por otras causas inducidas por el hombre como por ejemplo la baja calidad del agua, los servicios inadecuados o en mal estado del sistema de almacenamiento y provisión de agua.
- **Escasez de agua:** La escasez de agua es una condición que puede ser permanente o temporal por un desequilibrio entre los recursos hídricos y las demandas de agua en una región. El desequilibrio puede ser producido por el sistema de abastecimiento de agua que caracteriza a un clima árido o a un aumento rápido de la demanda de agua que puede estar asociado al crecimiento de una población, a la ampliación de agricultura bajo regadío a otras causas generadas por el hombre.
- **Desertificación:** La desertificación es un proceso de degradación del ecosistema, principalmente del suelo y la vegetación en áreas áridas, semiáridas u otras que tengan una estación seca, causada principalmente por la sobreexplotación o el uso inapropiado del suelo en interacción con la variabilidad climática.

Cuadro 2.1. Conceptos básicos relacionados con la disponibilidad del agua

Condiciones hídricas	Causas hidrológicas	Problemática hídrica
Temporal	<ul style="list-style-type: none"> • Sequía 	<ul style="list-style-type: none"> • Déficit Hídrico
Permanente	<ul style="list-style-type: none"> • Aridez 	<ul style="list-style-type: none"> • Escasez de agua • Desertificación

Fuente MEDROPLAN, 2001.

Según el componente que se ve afectado por un episodio de sequía, es posible distinguir entre sequías meteorológicas, agrícolas o hidrológicas (véase la Figura 2.1).

En particular, una sequía meteorológica indica una condición de reducción de la precipitación con respecto a los valores normales y puede surgir como consecuencia de la variabilidad de la precipitación, probablemente a causa de procesos terrestres (como interacciones geofísicas y oceanográficas), interacciones con la biosfera y quizás a causa de las fluctuaciones en la energía solar.

La sequía agrícola afecta especialmente a la agricultura y a los sistemas ganaderos en condiciones de secano. Como consecuencia produce un déficit en la humedad del suelo ocurre (sequía agrícola), en función de la importancia de la sequía meteorológica transformada por el efecto de almacenamiento del agua en el suelo. Cuando el déficit afecta a las aguas superficiales (ríos) y aguas subterráneas (acuíferos), ocurre una sequía hidrológica, en forma de descenso del caudal superficial o subterráneo con respecto a los valores normales.

Finalmente, la sequía puede tener efectos sobre los sistemas de abastecimiento del agua acarreando déficits hídricos y restricciones de uso. Esta falta de agua a veces se define como sequía operativa, y en relación con las características medioambientales, económicas y sociales del sistema puede tener impactos económicos e intangibles. Tanto la reducción en la disponibilidad del agua como sus impactos dependen, además de la importancia del episodio, de la eficacia de las medidas de mitigación adoptadas en los sistemas socioeconómicos y de abastecimiento de agua.

A veces, se utiliza la definición de sequía socioeconómica para indicar los impactos de la escasez de agua sobre la población y la economía.

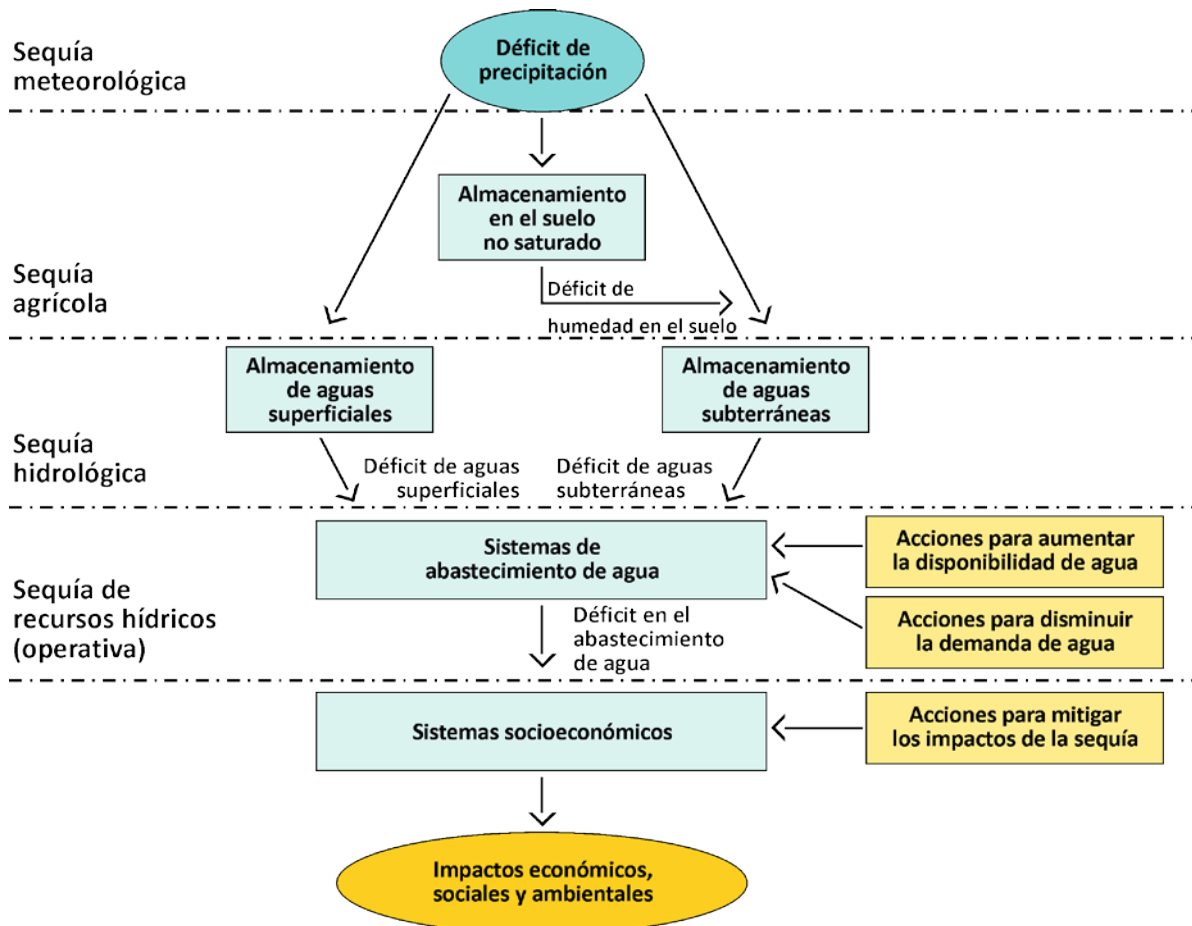


Figura 2.1. La sequía y los conceptos de las medidas de prevención y mitigación (MEDROPLAN, 2001).

De aquí en adelante, se utilizará la definición de la sequía en los Lineamientos publicados en el DOF 2012: *'La insuficiencia de volumen usual en las fuentes de abastecimiento, que es debido a una menor cantidad de la lluvia para el llenado de las fuentes, derivado de un retraso en la ocurrencia de la lluvia, o a una combinación de ambas causas naturales'*. Estos 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 la ocurrencia de una sequía.

La sequía tiene la característica de ser impredecible en el tiempo en el que inicia, en su duración, en la intensidad o severidad, y en la extensión territorial sobre la que ocurre. Debe distinguirse y separarse claramente de una insuficiencia debida a causas de manejo humano, la cual se origina cuando la demanda supera a la oferta de las fuentes de abastecimiento, provocando en éstas disminución de su volumen.

Los rangos de intensidad de sequía se establecen por medio de la clasificación del North American Drought Monitor que incluyen el 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; y el 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.

Los rangos de intensidad de sequía en México, de acuerdo con los estándares internacionales son: Anormalmente seco (D0), Sequía Moderada (D1), Sequía severa (D2), Sequía Extrema (D3) y Sequía Excepcional (D4), sus características son las siguientes:

- 1. Anormalmente Seco (D0):** Se trata de una condición de sequedad, no es un tipo de sequía. Se presenta al principio o cuando no haya sequía. Al principio 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, riesgo de incendios por arriba del promedio. Al concluir la sequía: déficit persistente de agua, pastos o cultivos no recuperados completamente.
- 2. Sequía Moderada (D1):** Cuando se presentan algunos daños a los cultivos y pastos, alto riesgo de incendios, niveles bajos en arroyos, embalses y pozos, escasez de agua. Se requiere uso de agua restringida de manera voluntaria.
- 3. Sequía Severa (D2):** Existe en el momento que se dan probables pérdidas en cultivos o pastos, muy alto riesgo de incendios, la escasez de agua es común. Se recomienda se impongan restricciones de uso del agua.
- 4. Sequía Extrema (D3):** Se dan mayores pérdidas en cultivos o pastos, peligro extremo de incendio, la escasez de agua o las restricciones de su uso se generalizan.
- 5. 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.

2.2. Acuerdos de Carácter General de Emergencia por Ocurrencia de Sequía

Al encontrarse por ejemplo el municipio en la intensidad de "Anormalmente Seco" se aplicará el Protocolo de Alerta y de Acciones para Sequías publicado por CONAGUA en 2014 (Anexo B), y al llegar a una "sequía Severa" los

Lineamientos se refieren también a los acuerdos de emergencia y establecen que el "Acuerdo de Carácter General de Emergencia por Ocurrencia de Sequía" será el acto mediante el cual la CONAGUA determinará que una o varias cuencas hidrológicas o acuíferos se encuentran ante la presencia de una situación natural anormal generada por una sequía severa. Asimismo, establecen que la CONAGUA determinará la extensión territorial de afectación, así como las medidas para enfrentar este fenómeno. El seguimiento de la emergencia y su conclusión será realizado en cualquier momento por CONAGUA, apoyándose en el monitoreo de las condiciones hidrometeorológicas.

La CONAGUA dará por concluida la vigencia del "Acuerdo de Carácter General de Emergencia por Ocurrencia de Sequía" mediante la expedición de otro Acuerdo de Carácter General, donde señalará que ha dejado de surtir los efectos la sequía severa ante la población.

Cuando la CONAGUA emita el "Acuerdo de Carácter General de Emergencia por Ocurrencia de Sequía", como parte de las acciones para enfrentar el fenómeno natural, los usuarios de las aguas nacionales podrán implementar medidas preventivas y de mitigación a efecto de hacer un uso eficiente del agua durante la contingencia. Los usuarios de las aguas nacionales podrán tomar medidas adicionales a las indicadas en este instrumento.

La emisión de los "Acuerdos de Carácter General de Emergencia por Ocurrencia de Sequía" que expide la CONAGUA es independiente de los instrumentos jurídicos que al efecto emitan otras dependencias de la Administración Pública Federal (Cfr. Transitorio de Lineamientos). Este es el caso, por ejemplo, de las declaraciones que emite la SAGARPA para el sector agropecuario.

2.3. Cambio Climático

Es un cambio de clima atribuido directa o indirectamente a la actividad humana que altera la composición de la atmósfera y que se suma a la variabilidad natural del clima observada durante períodos de tiempo comparables. (Convención Marco de las Naciones Unidas sobre el Cambio Climático, artículo 1. definiciones 1992). El fenómeno del cambio climático introduce un elemento de incertidumbre en torno a la planeación de los recursos hidráulicos, ya que se espera que en el futuro se vean afectadas tanto la temperatura como la precipitación en varios puntos del país.

El Instituto Nacional de Ecología/SEMARNAT ha pronosticado una reducción de la precipitación en el Estado de Sinaloa y un aumento en la temperatura a lo largo del siglo XXI, de tal manera:

- En el Escenario 2020. La precipitación total anual disminuirá entre +10 y -10 por ciento y la temperatura media anual aumentará entre 0.5 y 1.0°C.
- En el Escenario 2050. La precipitación total anual variará entre +10 y -20 por ciento y la temperatura media anual aumentará entre 1.5 y 2.5°C.

- En el Escenario 2080. La precipitación total anual disminuirá entre 5 y 30 por ciento y la temperatura media anual aumentará entre 2 y 4 °C.

El cambio de la temperatura aumentará la evaporación y la evapotranspiración, que en conjunto con la disminución de la precipitación, implicaría a largo plazo una reducción en la disponibilidad hídrica, y la probabilidad de inundaciones más intensas y sequía más severa y de larga duración. A consecuencia del cambio climático, particularmente en Sinaloa, se presentará escasez de agua para los diferentes usos debido a la irregularidad del régimen de precipitaciones que regularmente son escasas. Los caudales de ríos, el almacenamiento de las presas y la recarga de acuíferos podrán ser inferiores a los volúmenes requeridos para satisfacer las demandas (CONAGUA, 2003).

Por otro lado la afectación de los escenarios del cambio climático en la precipitación y los caudales en los ríos de la cuenca que suministra Mazatlán fue analizada en el 2012 por el Instituto Nacional de Ecología (INE) y el Instituto Mexicano de Tecnología del Agua (IMTA), que realizaron un análisis de la variación del escurrimiento y de la precipitación anual en cada una de las subregiones hidrológicas del país para los escenarios del cambio climático A1B y A2. Las conclusiones de éste estudio son:

- Para el año 2020 el escurrimiento disminuirá en la cuenca del Río Presidio al San Pedro un 3.34%, y para el año 2030 el escurrimiento disminuirá en la cuenca del Río Presidio al San Pedro un 5.92%.
- Para el año 2030 bajo el escenario A1B, la reducción máxima en la precipitación será un 3.59% y bajo el escenario A2, la reducción máxima en la precipitación será 5.38%.

El aumento en la temperatura y la disminución en la precipitación causaran un incremento en el consumo de agua el cual puede restringir la cantidad de agua disponible para los diferentes sectores de los usos del agua en el municipio. Además causara un incremento en el consumo de agua (a falta de políticas y métodos para la gestión de la demanda) aunando a un descenso en la esorrentía de los ríos y la recarga de los acuíferos.

Si bien no se puede conocer con precisión los posibles efectos del cambio climático sobre los recursos hídricos y su utilización, es indispensable tomar en consideración las tendencias y distintos escenarios de los modelos como una variable en la planeación de los recursos hídricos en el largo plazo. Por ese motivo es de suma importancia tomar medidas permanentes para reducir la demanda con el fin de asegurar la disponibilidad.+

2.4. Vulnerabilidad

El Organismo Mundial de la Salud (OMS) define a la vulnerabilidad como "el nivel de susceptibilidad de un sistema o de incapacidad para afrontar los efectos adversos del cambio climático, incluidos la variabilidad climática y los fenómenos extremos" (OMS, 2003). Esto implica que si bien la población de

las ciudades se encuentra expuesta a riesgos generados por la variabilidad climática, estos tendrán un impacto en función de la capacidad de las ciudades para hacer frente a estas eventualidades.

Se han calculado los índices de vulnerabilidad de sequía en la RHA Pacífico Norte, los cuales son indicadores relativos a escala municipal que sirven para identificar y proponer acciones en los PMPMS para disminuir la vulnerabilidad tomando en cuenta los índices económicos, sociales y ambientales al igual que los factores identificados por medio de la metodología de la planeación estratégica para el desarrollo de los proyectos prioritarios en los Consejos de Cuenca y municipios. Para Mazatlán la escala de vulnerabilidad económica es muy alta, la escala de vulnerabilidad social es muy baja, la escala de vulnerabilidad ambiental es muy alta y la escala de vulnerabilidad global es alta (Torrecillas et al, 2015).

Por otro lado la probabilidad de ocurrencia de sequía en el Municipio de Mazatlán es media (CONAGUA 2014), de ahí el perfil de riesgo (probabilidad multiplicada por vulnerabilidad) es medio-alto.

El municipio de Mazatlán tiene un sistema de agua bien desarrollado, con una cobertura amplia del servicio, donde se monitorea la calidad del agua y se conocen las cantidades de agua que se consumen. Sin embargo, carecen de una planeación para hacer frente a contingencias climáticas, de una buena gobernanza del agua que incluya a todos los actores. Además para enfrentar los efectos de la sequía se requiere de un sistema de gestión de activos para evaluar la incertidumbre del funcionamiento estructural y funcional de la ciudad y poder realizar una evaluación, control y seguimiento de su desarrollo y ejecución.

2.5. Implicaciones para la calidad del agua para consumo humano

El deterioro de la calidad del agua durante los episodios de sequía representa un problema adicional a la escasez del recurso, pues se puede presentar el riesgo que en las fases de mayor severidad no se podrá garantizar la aptitud para el consumo humano generalizada del agua y deberán intensificarse las medidas de tratamiento, control y comunicación a los usuarios.

La sequía implica una probabilidad alta del deterioro en la calidad del agua con un riesgo elevado de afectación de la salud al no ser apta para consumo humano y generar quejas de los consumidores por razón de olor o color inaceptable. Ante estas situaciones es de suma importancia cumplir con la metodología para la gestión de contingencias establecida en las normas: Norma Oficial Mexicana NOM-127-SSA1-1994, "Salud ambiental, agua para uso y consumo humano - límites permisibles de calidad y tratamientos a que debe someterse el agua para su potabilización" y Norma Oficial Mexicana NOM-179-SSA1-1998, "Vigilancia y evaluación del control de calidad del agua para uso y consumo humano, distribuida por sistemas de abastecimiento público".

La escasez de agua en las cuencas se traduce en una elevación de los contaminantes presentes en las aguas superficiales al bajar el factor de dilución de los cauces, produciéndose como primer efecto un aumento de la turbidez. Además se ha notado una tendencia de niveles elevados de turbidez en las fuentes de agua superficial en condiciones normales y aún más elevadas cuando se presentan caudales picos por razón de un evento climático extraordinario (tormentas y huracanes) debido a la erosión del suelo en la cuenca aguas arriba. Asimismo se potencian los efectos de la eutrofización existente, con saltos cualitativos en algunos casos (floraciones de algas), y, las descargas de agroquímicos a las aguas superficiales y subterráneas, pueden aparecer diversos contaminantes en concentraciones cuya eliminación en las plantas de tratamiento sea difícil o imposible.

Además, en situaciones de sequía el agua proviene de las cotas inferiores de los embalses, que aunado a los caudales mínimos en los ríos, puede resultar en fenómenos relacionados con el déficit de oxígeno disuelto en el agua: las condiciones reductoras aumentan la presencia de metales en solución que no se pone de manifiesto en condiciones normales, con repercusiones importantes en los caracteres organolépticos del agua.

Cuando se utilizan aguas subterráneas, puede producirse un aumento de salinidad y de dureza (sobre todo en el caso de sobreexplotación parcial de acuíferos), exceso de nitratos, presencia de arsénico y radiactividad de origen natural, presencia de pesticidas y aumento de contaminantes procedentes de la contaminación difusa. Además de los requisitos de las Normas se sugiere incorporar el indicador de salinidad (conductividad eléctrica) pues en escenarios de sequía se esperaría un aumento en el contenido de sales solubles en los flujos de agua especialmente en aquellas áreas donde se tienen ya problemas de salinización de suelos.

La gran mayoría de las plantas de tratamiento están dotadas de procesos convencionales, por lo que la utilización de los tratamientos necesarios para hacer frente a los deterioros de calidad descritos es inadecuada. Por tanto, en las instalaciones existentes los esfuerzos deben dirigirse a maximizar las posibilidades de tratamiento del agua, en especial para eliminar o reducir la turbidez mejorando los procesos de filtración, aumentar las posibilidades de desinfección tanto en dosis de desinfectante como en tiempo de contacto, considerar la posibilidad de tratar el agua con carbón activo en polvo, y en algunos casos cambiar los ayudantes de floculación. Estos cambios en el tratamiento requieren una serie de operaciones previas y en ocasiones la construcción de otras nuevas para la preparación de los reactivos a dosificar.

La primera medida es intensificar los mecanismos de control y monitorización de los parámetros que caracterizan la calidad del agua en todo el ciclo de suministro y distribución.

Las alteraciones más frecuentes en el agua tratada son la presencia de color y turbidez excesivos, que provocan quejas de los usuarios, especialmente cuando se debe a la presencia de hierro y manganeso, pues producen una coloración amarillenta en la ropa blanca que no puede eliminarse por los métodos habituales. En el caso de excesos de turbidez, pueden presentarse además crecimientos bacterianos asociados, pues se dificulta mucho la acción

desinfectante del cloro. En estos casos debe controlarse cualquier aumento de la polución microbiológica del agua bruta, atender al posible aumento de riesgo por el consumo de agua tratada y asegurar la dosis de desinfectante final y el tiempo de contacto para garantizar la desinfección del agua.

Ante la aparición de concentraciones altas de subproductos de la desinfección, que puede deberse al desarrollo de algas en las presas o los ríos, no debe condicionarse nunca una correcta desinfección del agua por la formación de tales compuestos, algunos no detectables por técnicas analíticas sencillas y cuya concentración puede aumentar durante la estancia del agua en los depósitos y en la red de distribución.

Pero en una situación de sequía el objetivo principal es suministrar agua suficiente con la máxima garantía sanitaria posible, pues su falta puede generar un problema sanitario mayor que el suministro con un riesgo asumido mayor que el normal. Ello puede implicar suministrar agua que incumpla el valor establecido para algún parámetro, sobre todo de aquellos en que el riesgo esté asociado a su consumo durante un largo periodo de tiempo. Para ello deben aplicarse los requisitos en las normas:

- En el apartado 5 de la NOM-127-SSA1-1994 se requiere que *en el caso de contingencia, resultado de la presencia de sustancias especificadas o no especificadas en el apartado 4, las autoridades locales, la Comisión Nacional del Agua, los responsables del abastecimiento y los particulares, instituciones públicas o empresas privadas, involucrados en la contingencia, deben coordinarse con la autoridad sanitaria competente, para determinar las acciones que se deben realizar con relación al abastecimiento de agua a la población.*
- El apartado 6 Control sanitario y medidas preventivas de la NOM-179-SSA1-1998 específica:-
 - o *6.1 Los organismos operadores deben incluir en su Programa de Análisis de Calidad del Agua, un análisis inicial en época de estiaje por única vez, en todas las fuentes de abastecimiento y efluentes de plantas potabilizadoras, que incluya todos los parámetros especificados en el Apéndice Normativo 1.*
 - o *6.2 Cuando el agua de un sistema de abastecimiento, a juicio de las autoridades sanitarias competentes, ponga en riesgo la salud de los consumidores, procederán a ordenar que la distribución se suspenda o se condicione, hasta que se le dé al agua el tratamiento adecuado o, en su caso, se localice otra fuente apropiada.*
 - o *6.3 El responsable del organismo operador debe informar sobre casos de contingencias relativas a la calidad del agua, a la autoridad sanitaria competente, cuando ésta constituya un riesgo a la salud humana.*
 - o *6.4 El control de calidad debe incluir un plan de contingencias.*
 - o *6.5 Para establecer, desarrollar o complementar los Programas de Análisis de Calidad del Agua, Inspección de Instalaciones Hidráulicas y Mantenimiento, así como aspectos de adiestramiento y capacitación,*

los organismos operadores podrán solicitar apoyo y asistencia técnica de las autoridades competentes

En cuanto a los límites permisibles de calidad del agua incluidos en la NOM-127-SSA1-1994, donde se encuentran los que con más frecuencia pueden incumplirse en una situación de sequía (color, olor, sabor, turbidez, fierro, manganeso, sodio, sulfatos, cloruros...), se debe de comunicar el incumplimiento a la autoridad sanitaria que calificará el agua como "apta" o "no apta" para el consumo. Debe hacerse mención especial de la concentración de cloro residual, también incluido en este grupo, pues en estas situaciones puede ser peor mantener el valor legalmente establecido.

En situaciones de alerta es obligatorio informar a los usuarios cumpliendo los principios de las Normas, pero en ningún caso debe crearse una situación de alarma social que suponga un agravamiento de la situación. Son importantes las campañas de sensibilización en los medios de comunicación en cuanto a la comprensión de las deficiencias que puedan darse en el servicio, con recomendaciones de precaución acordadas con la autoridad sanitaria.

Ante estas perspectivas, no debe bajarse la guardia sino potenciar las tareas de vigilancia y control de la calidad del agua. Sobre todo es importante esta tarea en el control del agua bruta y del proceso de tratamiento, utilizando aquellos métodos que permitan dar información rápida, clara y fiable sobre la calidad del agua antes de que llegue al grifo del consumidor.

Los Planes de Emergencia del organismo operador establecerán las acciones de control y monitoreo a realizar en cada fase así como las circunstancias en que se notificará a las autoridades sanitarias las situaciones de contingencia y la notificación a los ciudadanos de las limitaciones y consejos para el uso seguro.

Desde el punto de vista de la calidad del agua, cuando una situación de sequía queda declarada, la gestión sanitaria del abastecimiento también ha de ser diferente. En cada caso particular, el organismo operador deberá realizar una evaluación actualizada del riesgo en las condiciones actuales, y determinar la mejor calidad de agua posible que pueda suministrar y el plazo previsto hasta una modificación en las condiciones.

La autoridad sanitaria evaluará, conjuntamente con el organismo operador, las medidas extraordinarias propuestas. Para que estas medidas extraordinarias lleven aparejado un desarrollo normativo paralelo, el instrumento a utilizar es la elaboración de un plan para la gestión de la zona de abastecimiento, adaptado a las condiciones de sequía, y que será consensuado y posteriormente aprobado por la autoridad sanitaria, sólo para el período en que esté vigente la situación de sequía.

3. NORMAS Y ENTIDADES RELACIONADAS CON LA SEQUÍA Y LA GESTIÓN MUNICIPAL DEL AGUA

La sequía es un problema que afecta la calidad de vida y las actividades económicas de la población. Debido a su mayor recurrencia y severidad, ha reclamado la atención principalmente del gobierno federal y, por encargo de éste se está incorporando también a las agendas de los gobiernos estatales y municipales. Los motivos de esta atención se justifican por la presencia del fenómeno del cambio climático y de que el gobierno mexicano ha recibido este encargo de la Organización Meteorológica Mundial.

Puede decirse que, en materia de sequía, México ha pasado de un enfoque reactivo y remediativo a un enfoque preventivo y proactivo. Anteriormente, sólo se tomaban acciones a posteriori y de manera remedial. La política adoptada por el actual gobierno mexicano es preventiva, proactiva y orientada a reducir la vulnerabilidad y a aumentar la resiliencia ante el fenómeno. El marco legal en el ámbito de las sequías está considerado en los siguientes ordenamientos jurídicos.

3.1. Programa Nacional Contra la Sequía (PRONACOSE)

El Presidente de la República Mexicana, Lic. Enrique Peña Nieto, ordenó la formulación del Programa Nacional Contra la Sequía (PRONACOSE), el día 10 de enero de 2013 en Zacatecas. En el cuál instruyó a la Comisión Nacional del Agua (CONAGUA) para que lo diseñara y coordinara. El componente principal será, primero, la alerta, y segundo, la actuación temprana para prevenir y actuar oportunamente ante eventuales contingencias climatológicas que vayan a afectar a la población y a la productividad del campo.

La finalidad del PRONACOSE es desarrollar las bases para un cambio de paradigma en la atención de la sequía a nivel nacional, de un enfoque reactivo hacia uno preventivo, proactivo y de administración de riesgo, y atender los efectos de las sequías que se presenten.

Las características de las dos líneas de acción que componen el PRONACOSE como parte de la política pública:

1. Prevención (monitoreo-alerta, programas por cuenca, por usuario o uso, investigación, evaluación y actualización de los programas). El objetivo de esta línea de acción es estimar recursos, definir acciones y organización de diversa índole que permitan evitar los efectos de las sequías.
2. Mitigación o Atención (que incluye acciones durante y después del evento de sequía), con el objetivo de reducir impactos en la población, en sus bienes, en la infraestructura urbana y en el medio ambiente. En las acciones de mitigación se busca reducir la participación federal y aumentar la local; y se complementa con una línea de acción que corresponde a los actos de autoridad para garantizar el agua para consumo humano.

La puesta en marcha del PRONACOSE, mejorará el monitoreo, pronóstico, alertas tempranas y difusión de datos del fenómeno de la sequía. Desarrollará acciones para compilar y analizar datos de fenómenos hidrométricos, climáticos, almacenamientos en presas, localización y etapas de sequía y la difusión de dicha información para guiar la puesta en marcha de acciones. Además, involucra a las dependencias federal, estatal y municipal a la coordinación del programa, la aplicación conjunta de recursos, y el involucramiento de los diferentes usuarios del agua a través de acciones voluntarias para lograr la reducción del consumo de agua y ser eficientes en el manejo del agua.

El PRONACOSE contempla un Programa de Medidas Preventivas y de Mitigación de las Sequías (PMPMS) en cada uno de los 26 Consejos de Cuenca del país; la estrategia para lograrlos es que a través de un Grupo Técnico Directivo integrado por autoridades y usuarios del agua se realice el diseño del PMPMS con base en las características de cada región. Además los usuarios de agua y las autoridades dentro de cada consejo de cuenca definirán acciones detalladas con base en la información sobre la evolución de la sequía provista por la CONAGUA y a los acuerdos aprobados en el consejo de cuenca.

En los planes a desarrollar se consideran diversas acciones voluntarias que generen ahorros de agua, y en casos de sequías extremas, establecer acciones obligatorias con participación social.

El seguimiento del PRONACOSE se hará a través de Una Comisión Intersecretarial Conformada por 14 dependencias federales: SEMARNAT, SEGOB, SEDENA, SEMAR, SHCP, SEDESOL, SENER, SE, SAGARPA, SCT, SSA, SEDATU, CFE y CONAGUA y un Comité de Expertos que estarán a cargo de revisar, informar, enriquecer y apoyar los objetivos y estrategias de cada Consejo de Cuenca que generen diseños integrales que reduzcan la vulnerabilidad de la sequía.

La política pública nacional para sequías se presenta de manera conceptual en la Figura 3.1.



Figura 3.1. Diagrama de política pública para la sequía.

Los retos son establecer y desarrollar una nueva cultura en los usuarios del agua y en dependencias de gobierno que establezca estrategias que engloben actividades de prevención, planeación y evaluación de planes de sequía, financiar programas con fondos federales, estatales y municipales de acuerdo a las directrices de los planes de sequía, considerar a las sequías dentro del cambio climático, y con ello, justificar las bases para incluir el fenómeno en el Plan Nacional de Desarrollo, y por ende el marco para un nuevo sistema nacional de protección civil. Además, destinar recursos públicos para reducir la vulnerabilidad de México ante sequías. De manera opcional, buscar acceso a fondos internacionales de adaptación al cambio climático.

3.2. Programa Nacional Hídrico 2014-2018

El Programa Nacional Hídrico 2014-2018 (PNH 2014-2018) es un instrumento de planificación con visión de largo plazo que define la ruta y los elementos necesarios para transitar hacia la seguridad y sustentabilidad hídrica en nuestro país. Establece objetivos, estrategias y líneas de acción, cuyos avances y resultados habrán de ser valorados cada dos años para su correspondiente actualización.

La política pública para el Estado Mexicano reconoce que el agua es un tema prioritario y asunto de seguridad nacional que requiere una atención integral que le permita transitar de un enfoque reactivo a uno proactivo, contar con el abastecimiento de agua necesario y fortalecer la capacidad de respuesta ante los retos asociados al cambio climático. Para ello ha definido cuatro líneas de política pública:

1. Servicios de agua adecuados, accesibles, asequibles y expeditos.
2. Agua para la seguridad alimentaria que aliente la producción suficiente de alimentos para la población y el respaldo a las acciones de la Cruzada Nacional Contra el Hambre.
3. Manejo responsable y sustentable del agua para orientar su uso y consumo racionales.
4. Reducir la vulnerabilidad ante efectos del cambio climático y las contingencias ambientales.

Estas cuatro líneas, base de la política nacional en materia de agua, requieren la suma de esfuerzos de los tres órdenes de gobierno y de la sociedad en general.

Los objetivos que plantea el PNH 2014-2018 inciden principalmente de manera directa en:

- a) Promover y fortalecer la gobernanza y gobernabilidad del agua como se plantea en el Programa Sectorial de Gobernación;
- b) Garantizar la seguridad hídrica ante los efectos de fenómenos hidroclimatológicos extremos que atentan contra la vida humana en apoyo a los programas sectoriales de Gobernación y Defensa Nacional;
- c) Garantizar el ejercicio efectivo de los derechos sociales en torno al agua para toda la población en sintonía con lo que establecen los programas sectoriales de Desarrollo Social y de Desarrollo Agrario, Territorial y Urbano;
- d) Desarrollar el potencial humano del sector hídrico en correspondencia con lo que establece el Programa Sectorial de Educación;

- e) Impulsar y orientar un crecimiento verde incluyente y facilitador que preserve nuestro patrimonio natural al mismo tiempo que genere riqueza, competitividad y empleo de manera eficaz, en concordancia con el Programa Sectorial de Medio Ambiente y Recursos Naturales; y
- f) Ampliar y fortalecer la presencia de México en el mundo en materia de agua como se plantea en el Programa Sectorial de Relaciones Exteriores.

De manera especial, también los objetivos del PNH 2014-2018 contribuyen con los programas sectoriales de Desarrollo Agropecuario, Pesquero y Alimentario; Marina; Salud; Comunicaciones y Transportes; Energía y Turismo.

Los objetivos, las estrategias y las líneas de acción del PNH 2014-2018 más importantes que orientan las medidas que se desarrollan en este PMPMS se describen a continuación.

Objetivo 1. Fortalecer la gestión integrada y sustentable del agua.

Para avanzar en la seguridad y sustentabilidad hídrica, el PNH 2014-2018 incluye como parte fundamental el ordenar el uso del agua en cuencas y acuíferos, modernizar y ampliar la medición del ciclo del agua y promover la mejora permanente del gobierno y gobernanza del agua para incrementar su eficacia vía la participación social y la coordinación inter e intra institucional para disminuir el riesgo de conflictos. Las estrategias que corresponden al objetivo 1 son:

- Estrategia 1.1 Ordenar y regular los usos del agua en cuencas y acuíferos
- Estrategia 1.2 Ordenar la explotación y el aprovechamiento del agua en cuencas y acuíferos
- Estrategia 1.3 Modernizar e incrementar la medición del ciclo hidrológico
- Estrategia 1.4 Mejorar la calidad del agua en cuencas y acuíferos
- Estrategia 1.5 Fortalecer la gobernanza del agua
- Estrategia 1.6 Fortalecer la gobernabilidad del agua

Objetivo 2. Incrementar la seguridad hídrica ante sequías e inundaciones.

Se requiere reducir la vulnerabilidad de asentamientos humanos para evitar pérdida de vidas humanas y daños materiales a la infraestructura por efecto de fenómenos hidrometeorológicos extremos.

Por otro lado, se requiere atender las sequías que afectan la distribución adecuada y oportuna de agua a la población, a la industria y la producción de alimentos. Se pondrá en marcha un programa diseñado de tal manera que la población esté mejor preparada para afrontarlas, auxiliadas por la autoridad del agua con oportunidad y eficacia. Se actualizarán las políticas de operación de las principales fuentes de abastecimiento, bajo criterios de optimización orientadas a la máxima productividad hídrica y con restricciones para minimizar el impacto de las inundaciones y las sequías. Para conseguir lo

anterior, se requiere la acción coordinada de los tres órdenes de gobierno. Las estrategias que corresponden al objetivo 2 son:

- Estrategia 2.1 Proteger e incrementar la resiliencia de la población y áreas productivas en zonas de riesgo de inundación y/o sequía
- Estrategia 2.2 Reducir la vulnerabilidad a los efectos del cambio climático o variabilidad climática

Objetivo 3. Fortalecer el abastecimiento de agua y el acceso a los servicios de agua potable, alcantarillado y saneamiento.

La meta nacional en el PNH 2014-2018 es ampliar la cobertura de agua potable al 94 por cien, alcantarillado y saneamiento básico al 93 por cien y desinfección al 99 por cien. Lo anterior representará incorporar en todo el país a cerca de 8 millones de personas al servicio de agua potable y 8.5 millones de personas al servicio de alcantarillado.

Se fomentará el incremento de las eficiencias y capacidades técnicas, administrativas y financieras de los organismos operadores prestadores de estos servicios y la incorporación o sustitución de nuevas fuentes de abastecimiento. Por otro lado, se impulsarán acciones para incrementar y mejorar el tratamiento de las aguas residuales municipales, e industriales.

El logro del objetivo requiere la participación conjunta y coordinada de múltiples instituciones de los distintos órdenes de gobierno y la sociedad, cada una de las cuales deberá asumir la responsabilidad que le corresponda y actuar conforme sus atribuciones y ámbito de competencia. Las estrategias que corresponden al objetivo 3 son:

- Estrategia 3.1 Incrementar la cobertura de los servicios de agua potable y alcantarillado
- Estrategia 3.2 Mejorar las eficiencias de los servicios de agua en los municipios
- Estrategia 3.3 Sanear las aguas residuales municipales e industriales con un enfoque integral de cuenca hidrológica y acuífero
- Estrategia 3.4 Promover la construcción de proyectos que contribuyan a mitigar la pobreza, incluyendo la Cruzada Nacional Contra el Hambre
- Estrategia 3.5 Promover los instrumentos de coordinación que propicien la certeza jurídica para garantizar el derecho humano de acceso al agua

Objetivo 4. Incrementar las capacidades técnicas, científicas y tecnológicas del sector.

Para lograr la participación social efectiva, es necesario desarrollar el interés, el conocimiento y la capacidad crítica en la población que le permitan alentar acciones y decisiones informadas y responsables en materia hídrica. Para ello es importante la comprensión del ciclo hidrológico, de la disponibilidad del agua tanto en exceso como en su carencia; de los procesos de potabilización, distribución, recolección y tratamiento de agua; de los

aspectos culturales, sociales, legales y económicos. Las estrategias que corresponden al objetivo 4 son:

- Estrategia 4.1 Fomentar la educación y conocimiento hídrico de la población para contribuir en la formación de una cultura del agua
- Estrategia 4.2 Impulsar la educación continua y certificación de los actores del sector
- Estrategia 4.3 Impulsar la investigación científica y el desarrollo tecnológico para el logro de los objetivos del sector
- Estrategia 4.4 Generar y proveer información sobre el agua

Objetivo 5. Asegurar el agua para el riego agrícola, energía, industria, turismo y otras actividades económicas y financieras de manera sustentable.

Objetivo 6. Consolidar la participación de México en el contexto internacional en materia de agua.

3.3. Marco legal e institucional estatal y municipal

3.3.1. Constitución Política de los Estados Unidos Mexicanos

En la actualidad el agua debe ser considerada como un elemento integrador que contribuya a dar paz a los mexicanos y a ser un factor de justicia social como lo indica el artículo 4º constitucional en relación a: toda persona tiene derecho al acceso, disposición y saneamiento de agua para consumo personal y doméstico en forma suficiente, salubre, aceptable y asequible. El Estado garantizará este derecho y la ley definirá las bases, apoyos y modalidades para el acceso y uso equitativo y sustentable de los recursos hídricos, estableciendo la participación de la Federación, las entidades federativas y los municipios, así como la participación de la ciudadanía para la consecución de dichos fines.

El artículo 25º constitucional menciona que le corresponde al Estado la rectoría del desarrollo nacional para garantizar que éste sea integral y sustentable, que fortalezca la soberanía de la nación y su régimen democrático y que, mediante el fomento del crecimiento económico y el empleo y una más justa distribución del ingreso y la riqueza, permita el pleno ejercicio de la libertad y la dignidad de los individuos, grupos y clases sociales.

En segundo término, en el artículo 26º constitucional se establece que el Estado organizará un sistema de planeación democrática del desarrollo nacional que imprima solidez, dinamismo, permanencia y equidad al crecimiento de la

economía para la independencia y la democratización política, social y cultural de la nación. La planeación del desarrollo nacional debe ser de carácter democrático y los fines del proyecto de nación contenidos en la Constitución determinan los objetivos que se incorporan en el Plan Nacional y los programas de desarrollo. Además, mediante la participación de los diversos sectores sociales se recogen las aspiraciones y demandas de la sociedad para incorporarlas a estos instrumentos de gestión del Gobierno de la República. Asimismo, los párrafos quinto y sexto del artículo 27° constitucional determinan que las aguas comprendidas dentro de los límites del territorio nacional corresponden originalmente a la nación, que ese dominio es inalienable e imprescriptible, y la explotación, uso o aprovechamiento del recurso no podrá realizarse sino mediante concesiones otorgadas por el Ejecutivo Federal de conformidad a las reglas y condiciones que establezcan las leyes.

Por su parte, el artículo 134° constitucional estipula que los recursos económicos de que disponga la federación, los estados, los municipios, el Distrito Federal y los órganos político-administrativos de sus demarcaciones territoriales se administrarán con eficiencia, eficacia, economía, transparencia y honradez.

La Ley de Aguas Nacionales (LAN), como se señala en el artículo 1°, es reglamentaria del artículo 27 de la Constitución Política de los Estados Unidos Mexicanos en materia de aguas nacionales y tiene por objeto regular la explotación, uso o aprovechamiento de dichas aguas, su distribución y control, así como la preservación de su cantidad y calidad para lograr su desarrollo integral sustentable. Menciona la LAN en la fracción I del artículo 7° a la gestión integrada de las aguas nacionales de utilidad pública, y la señala como prioridad y asunto de seguridad nacional. Establece el artículo 15°, que la planificación hídrica debe ser de carácter obligatoria para la gestión integrada de los recursos hídricos, conservación de los recursos naturales, de los ecosistemas vitales y del medio ambiente, lo que convierte al proceso como el instrumento más importante de la gestión hídrica.

3.3.2. Ley De Agua Potable Y Alcantarillado del Estado De Sinaloa (Decreto Número 28)

El artículo 5° refiere que los Ayuntamientos de la entidad establecerán las políticas, lineamientos y especificaciones conforme a las cuales deberá efectuarse la construcción, ampliación, rehabilitación, administración, operación, conservación y mantenimiento de los sistemas de agua potable, alcantarillado y saneamiento de los centros poblados y asentamientos humanos correspondientes.

En el artículo 10° fracción V menciona que la Comisión Estatal de Agua Potable del Estado de Sinaloa (CEAPAS) participará en la vigilancia del mejor aprovechamiento de cualquier recurso federal, estatal o municipal, que esté destinado al servicio de agua potable, alcantarillado y saneamiento. Además,

la fracción VII establece que dicha Comisión desarrollará programas de orientación a los usuarios con el objeto de proteger la calidad del agua potable y propiciar su aprovechamiento racional; y la fracción IX consigna que debe mantenerse actualizado el inventario de los bienes y recursos de los sistemas de agua potable, alcantarillado y saneamiento y las reservas hidrológicas del Estado.

3.3.3. Ley de Gobierno Municipal del Estado de Sinaloa

En el artículo 27° de la referida Ley se establece que son facultades y obligaciones de los ayuntamientos, en materia de Gobernación, las siguientes:

La fracción I obliga al municipio a cumplir y hacer cumplir la Constitución Política de los Estados Unidos Mexicanos, la del Estado y las leyes derivadas de las mismas, así como vigilar el estricto cumplimiento de los reglamentos y ordenamientos municipales; la fracción II menciona reglamentar y jerarquizar la prestación de los servicios públicos bajo el control del municipio, atendiendo a la densidad demográfica, el desarrollo alcanzado por las actividades económicas, así como la integración de los propios servicios y en general establecer la política administrativa del ayuntamiento. El artículo 85° fracción I, especifica que el agua potable, drenaje, alcantarillado, tratamiento y disposición de aguas residuales son servicios públicos municipales.

3.3.4. Ley de Planeación para el Estado de Sinaloa

El artículo 1° refiere a que las disposiciones contenidas de esta Ley son de orden público e interés social y su finalidad es la de establecer:

La fracción I establece las normas y principios básicos conforme a los cuales se llevará a cabo la planeación democrática del desarrollo de la entidad y encauzar, en función de ésta, las actividades de la Administración Pública Estatal y Municipal; la fracción III establece las bases para que el Ejecutivo Estatal pueda coordinar sus actividades de planeación con la Federación y con los municipios de Sinaloa; la fracción IV describe las bases que permiten promover y garantizar la participación democrática de los distintos grupos sociales a través de sus organizaciones representativas, en la elaboración, ejecución y seguimiento de los planes y programas a que se refiere esta Ley y en la fracción V se dan las bases para que las acciones de los particulares contribuyan a alcanzar los objetivos, las metas y las prioridades de dichos planes y programas.

El artículo 3° menciona que a través de la planeación se fijarán objetivos, metas, estrategias y prioridades; se asignarán recursos, responsabilidades y

tiempos de ejecución, se coordinarán y concertarán acciones, responsables y se evaluarán y concertarán acciones, responsables y se evaluarán resultados.

El artículo 18° hace referencia que en el ámbito del Sistema Estatal de Planeación Democrática tendrá lugar la participación y consulta de los diversos grupos sociales, con el propósito de que la población exprese sus opiniones y comprometa responsabilidades para la elaboración, actualización y ejecución de los Planes Municipales y de los Programas a que se refiere esta Ley, y que coadyuven y amplíen los objetivos señalados en el Plan Estatal de Desarrollo.

El artículo 21° señala que los Planes Municipales de Desarrollo autorizados por los H. Ayuntamientos contendrán los objetivos generales, estrategias y prioridades del Desarrollo Integral del Municipio; se establecerán los lineamientos de política de carácter global, sectorial y de servicios municipales, y regirán el contenido de los Programas Operativos Anuales, siempre en concordancia con el Plan Estatal de Desarrollo y con el Plan Nacional de Desarrollo.

3.4. Organismos y entidades relacionadas con la prevención y mitigación de la sequía

Los sistemas de agua potable y saneamiento están expuestos a fenómenos naturales como las sequías que ocasionan problemas para la salud y el desarrollo de las poblaciones, por lo que es prioritario que los servicios se brinden en condiciones óptimas. De esta manera, el interés primordial de los organismos operadores de agua es estar preparados con estrategias a realizar para diferentes escenarios de desabasto de agua de manera que los usuarios reduzcan su vulnerabilidad ante el fenómeno. Además, se ha demostrado que siempre es más económico invertir en la prevención que el desembolso posterior a los desastres.

Se recomienda el nombramiento de una persona responsable por la gestión de la sequía en la JUMAPAM y coordinadores que representen al gobierno municipal, estatal y federal (o sea 3 coordinadores) para establecer líneas de responsabilidad y de comunicación que permitirán la evolución de un estado de alerta continuo.

3.4.1. Organismo Operador de Agua Potable y Saneamiento

De acuerdo al Reglamento Interior de la Junta Municipal de Agua Potable y Alcantarillado de Mazatlán, en el Artículo 2° dice que la Junta Municipal de

Agua Potable y Alcantarillado de Mazatlán es un organismo público descentralizado de la Administración Pública del Municipio de Mazatlán, que tiene a su cargo la prestación de los servicios públicos de agua potable, alcantarillado, saneamiento, tratamiento y disposición final de las aguas residuales del municipio.

Los Artículos 11° y 12° mencionan las facultades y atribuciones que corresponden al Gerente General, incluyendo:

- Administrar, operar, mantener, ampliar y mejorar los sistemas y servicios de agua potable, alcantarillado y saneamiento de los centros poblados de su jurisdicción (Artículo 11°, inciso I).
- Formular las estrategias que permitan hacer frente a los cambios del entorno económico, político y social, para alcanzar los objetivos trazados (Artículo 12°, inciso IX).

Dentro de su estructura, el organismo operador dispone de una Subgerencia de Producción cuyas atribuciones genéricas que le confiere el Artículo 29° del citado reglamento incluyen:

- I. Presentar a la Gerencia General, programas y proyectos tendientes a mejorar los procesos de la Subgerencia de Producción.
- II. Coordinar las áreas a su cargo para asegurar la producción y desinfección del agua.
- III. Coordinar la operación y mantenimiento de las tuberías de conducción de agua potable, desde las áreas de producción hasta los tanques de regularización.
- IV. Coordinar la operación y mantenimiento de todos los equipos electromecánicos de la Junta.
- V. Realizar la planeación de la operación eficiente, de las instalaciones y equipos a su cargo.

Por otro lado, las atribuciones genéricas de la Subgerencia de Distribución se confieren en el Artículo 42° del citado reglamento, las cuales incluyen:

- I. Presentar a la Gerencia General, programas y proyectos tendientes a mejorar los procesos de la Subgerencia de Distribución.
- II. Coordinar el trabajo de las diferentes cuadrillas de los Distritos de operación, de la red de distribución de agua y drenaje de la ciudad.
- III. Coordinar la operación de los cárcamos de aguas residuales de la ciudad.
- IV. Coordinar los trabajos de Recuperación de Agua No Contabilizada.
- V. Promover la actualización del catastro de redes y la sectorización de las mismas.
- VI. Elaborar un programa anual de recuperación de Agua No Contabilizada.

3.4.2. Gobierno Municipal

De acuerdo a Ley de Gobierno Municipal del estado de Sinaloa, el Ayuntamiento de Mazatlán presta el servicio de agua potable y alcantarillado de acuerdo a la densidad demográfica de la ciudad, del desarrollo alcanzado por las actividades económicas y en función de la integración de los propios servicios que presta. En caso de que se presente un desabasto en el suministro de agua se puede crear un Comité para atender la sequía integrado por el Presidente Municipal, el Gerente General de la JUMAPAM, el Vocal Ejecutivo de la Comisión Estatal de Agua Potable del Estado de Sinaloa y los Síndicos de las zonas afectadas para elaborar una agenda de trabajo.

Además se recomienda la inclusión en el Comité de un representante de la Secretaría de Seguridad Pública y Tránsito Municipal, la Dirección de Obras Públicas, Protección Civil, y la Dirección de EV. y Enlace Zona Rural

3.4.3. Comisión Estatal del Agua Potable del Estado de Sinaloa

De acuerdo a la Ley de Agua Potable y Alcantarillado para el estado de Sinaloa se crea la Comisión Estatal de Agua Potable (CEAPAS), cuya función principal es consultar y asesorar en materia de agua potable, alcantarillado y saneamiento. Está integrada por el poder Ejecutivo del Estado, los Ayuntamientos y las Juntas Municipales. De manera interna está administrada por un Consejo Directivo que se integrará con un Presidente, un Secretario, nueve Vocales Propietarios que deberán ser representantes de los sectores público, social y privado de la Entidad y un vocal propietario por cada una de las tres zonas del Estado, que representarán a las Juntas Municipales respectivas.

En caso de un desabasto de agua para la ciudad este organismo se incorpora al comité de emergencias contra la sequía y de acuerdo a sus atribuciones y niveles de competencia realiza las obras y servicios necesarios para mitigar las afectaciones que pueda ocasionar la contingencia, puede organizar campañas de entrega de agua en carros tanque, puede adquirir o aprovechar obras existentes o bienes de propiedad privada para conseguir el abasto que demanda el sistema de agua potable. Además, como medidas extremas realizar actividades para desalación de agua y puede modificar el padrón de usuarios, las tarifas y cuotas de agua potable, alcantarillado y saneamiento.

3.4.4. Dependencias federales y estatales

Las dependencias federales relacionadas con la atención a las sequías son: la Secretaría de Gobernación (SEGOB), la Comisión Nacional del Agua (CONAGUA), la Secretaría de Agricultura, Ganadería, Desarrollo Rural, Pesca y Alimentación (SAGARPA), la Secretaría de la Defensa Nacional (SEDENA), la Secretaría de Hacienda y Crédito Público (SHCP), la Secretaría de Desarrollo Social (SEDESOL), la Secretaría de la Economía (SE), la Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales (SEMARNAT), la Secretaría de Comunicaciones y Transportes (SCT), la Secretaría de Salud (SALUD) la Secretaría de Desarrollo Agrario, Territorial y Urbano (SEDATU) así como la Comisión Federal de Electricidad y la Comisión Nacional Forestal. Además se recomienda la participación de la Policía Federal y la Procuraduría Federal de Protección al Ambiente (PROFEPA). En conjunto atienden la problemática con base en las reglas de operación del FONDEN y de acuerdo a su competencia se integran en equipos de trabajo para abatir los efectos de las sequías. Este ejercicio estratégico permíteobtener en el corto plazo un diagnóstico del problema de sequías y con ello plantear las alternativas que mitiguen o reduzcan los impactos del fenómeno.

Las dependencias estatales relacionadas con la atención a las sequías son: la Secretaría General de Gobierno, el Instituto Estatal de Protección Civil, la Secretaría de Salud, la Secretaría de Agricultura, Ganadería y Pesca, la Secretaría de Seguridad Pública, la Secretaría de Desarrollo Urbano y Obras Públicas, la Secretaría de Educación Pública y Cultura, la Secretaría de Desarrollo Social y Humano, la Coordinación General de Proyectos Estratégicos y la Coordinación General de Comunicación Social.

4. DESCRIPCIÓN GENERAL DEL MUNICIPIO DE MAZATLÁN

4.1. Ubicación Geográfica y división política

El Municipio de Mazatlán, se encuentra en la región sur del Estado de Sinaloa, entre los paralelos 23° 04' y 23° 54' de latitud norte; los meridianos 105° 55' y 106° 38' de longitud oeste; altitud entre 0 y 2,500 m.

Colinda al norte con el municipio de San Ignacio; al este con el municipio de San Ignacio, el estado de Durango y el municipio de Concordia; al sur con los municipios de Concordia, Rosario y el Océano Pacífico; al oeste con el Océano Pacífico y el municipio de San Ignacio.

La división política del Municipio de Mazatlán está compuesta por la cabecera municipal y 8 sindicaturas, que a su vez se dividen en diversas comisarías, las sindicaturas del municipio son: Villa Unión, La Noria, El Recodo, El Quelite, El Mármol, Siqueros, El Habal, y El Roble.

El área del municipio es 2,533.76 km², de los cuales el 16.89% está destinado para la agricultura, principalmente de temporal que se practica en 352.05 km² mientras que la agricultura de riego tan solo se practica en 75.95 km²; aunque se pretende incorporar otros 22.50 km² por medio del Proyecto Picachos.

La deforestación del municipio presenta alteraciones significativas para el ciclo hidrológico, la selva representa el 49.68% de la superficie del municipio y la superficie del bosque es el 8.44% del municipio. La pérdida de cobertura forestal aumenta la intensidad de las avenidas extraordinarias causando inundaciones, disminuye el flujo mínimo en los ríos y la recarga de los acuíferos, y afecta la calidad del agua al aumentar la turbiedad debido a la erosión del suelo y los cauces de los ríos.

4.2. Medio físico

El municipio de Mazatlán se extiende desde la costa del Océano Pacífico hasta la Sierra Madre Occidental, por lo que sus alturas van de los 0 a los 2,400

metros sobre el nivel del mar (msnm) lo que da lugar a significativa diversidad de ambientes naturales, dentro de las que se encuentra la Ciudad de Mazatlán, localizada en la zona costera del municipio.

Fisiográficamente en la región donde se ubica el municipio de Mazatlán se han reconocido dos grandes provincias: La Sierra Madre Occidental hacia el Nororiente y la Planicie Costera hacia al Poniente, y entre las dos la subprovincia de Sierras de Pie de Monte. Sin embargo, del análisis de imágenes de satélite y mapas topográficos resulta poco evidente la presencia de una Planicie Costera bien desarrollada, como es el caso en municipios sinaloenses más al norte, ya que están presentes lomeríos en la mayor parte de la provincia, que llegan casi a la zona costera y eventualmente son cortados por valles entre los que destacan los del Río El Quelite y El Presidio por sus amplias llanuras de inundación.

La mayor parte de la población se ubica en las planicies de la costa, principalmente en la ciudad de Mazatlán y mucho más pequeñas Villa Unión, Fraccionamiento Los Ángeles (Santa Fe) y El Castillo, El Roble, El Habal, y El Walamo; un segundo grupo de pequeñas localidades se extienden hacia la zona de lomeríos, entre las que destacan La Noria, El Quelite y El Recodo; mientras que en la zona de montaña solamente se encuentran pequeñas localidades rurales, la mayoría menores a 500 habitantes.

4.3. Hidrografía

Los recursos hídricos del Municipio de Mazatlán se proporcionan por dos corrientes hidrológicas: los ríos Quelite y Presidio. El Río Quelite nace en el municipio de San Ignacio, pasando por el municipio de Mazatlán para desembocar en Punta Roja en el Golfo de California; tiene una longitud de aproximadamente 110 km y el área de su cuenca es 835 km².

El Río Presidio nace en la Sierra Madre Occidental, pasa por la quebrada de Ventanas y en Sinaloa atraviesa los municipios de Concordia y Mazatlán. Luego de recorrer 167 km, desemboca en la Boca de Barrón; su cuenca es de 4,400 km². Éste río abastece a la Ciudad de Mazatlán, una buena parte de las localidades del interior del municipio, y la presa Picachos (capacidad útil 247 Mm³), en los límites con el municipio de Concordia, la cual es una infraestructura estratégica para el desarrollo de la región.

De manera específica en la ciudad, El Arroyo Jabalíes y el Estero El Infiernillo son cuerpos de agua que dividen a Mazatlán en dos.

El municipio tiene 656 kilómetros de litoral en la región donde el Océano Pacífico se convierte en el Mar de Cortés. Es muy importante el sistema hidrológico costero constituido por lagunas costeras, estuarios y marismas. Sirven como sistema regulador entre las aportaciones continentales y las aguas marinas, sin embargo, la acción antrópica está dando lugar a alteraciones significativas.

La Laguna Huizache-Caimanero es una laguna costera ubicada en la parte sureste

del Golfo de California entre los Ríos Presidio y Baluarte y tiene una superficie de 48.28 km², se ha designado como un sitio RAMSAR por su importancia. 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.

Además el municipio cuenta con los recursos de agua subterránea derivados del acuífero del Río Presidio.

4.4. Población

La importancia de la información de la población y el crecimiento poblacional se debe a que es fundamental para la proyección del consumo de agua, al igual que factores climáticos y económicos; lo que permite realizar una estimación de la capacidad de la infraestructura de agua potable, alcantarillado y saneamiento para asegurar su disponibilidad en el futuro.

4.4.1. Población según el Censo de 2010

El Municipio de Mazatlán en el 2010 tenía una población total de 438,434 habitantes, según el Censo de Población y Vivienda llevado a cabo por el Instituto Nacional de Estadística y Geografía (INEGI). El Municipio concentra el 15.84 % de la población en el Estado de Sinaloa, con 216,217 hombres y 222,217 mujeres, con una relación de 97.3 hombres por cada 100 mujeres.

La ciudad de Mazatlán en el 2010 tenía una población de 381,583 habitantes, la cual representa el 87% de la población total del Municipio de Mazatlán y tiene una mancha urbana de 78.953 km² dando como resultado una densidad poblacional de 4,833 hab/km² (INEGI, 2010). El grupo étnico en el Municipio es náhuatl.

La población atendida por JUMAPAM para la prestación de servicios de agua potable, alcantarillado y saneamiento se puede clasificar en tres zonas: la "zona urbana" en la ciudad de Mazatlán (cabecera municipal y comunidades ya conurbadas); las poblaciones urbanas (localidades con más de 2,500 habitantes) en el resto del municipio y las poblaciones en la "zona rural".

En los Cuadros 4.1 y 4.2 se muestra la distribución de la población total según el Censo de 2010, la cual se ha clasificado en: 'sistema urbano' que incluye las localidades integradas al sistema de agua potable de la ciudad, 'zonas urbanas' que de acuerdo con la definición de INEGI son localidades con más de 2,500 habitantes y la zona rural que abarca 349 localidades.

La población atendida por el sistema urbano en 2010 fue 397,388 habitantes (90.64% de la población del municipio), en la zonas urbanas se atienden 19,116 habitantes (4.36% de la población del municipio) habitantes, y en la "zona rural" estos son 21,930 habitantes (5% de la población del municipio) con la característica que esta zona es más vulnerable por la menor cobertura de servicio de agua potable, alcantarillado y saneamiento en algunas localidades.

Cuadro 4.1. Población en el sistema urbano de agua de la ciudad de Mazatlán
Censo de 2010

Urbanas	Población	Conurbadas	Población	Rurales	Población
Mazatlán	381,583	El Castillo	2,208	El Chilillo	321
Fraccionamiento Los Ángeles	6,282	El Pozole	420	El Habal	1,144
Cereso	1,532	El Vainillo	770	El Habalito del Tubo	201
Total parcial	389,397	La Urraca Nueva	444	La Tuna	280
		Total parcial	3,842	Las Higueras del Conchi	264
				Lomas de Monterrey	612
				Puerta de Canoas	345
				San Francisquito	820
				Los Limones	162
				Total parcial	4,149
				Total sistema urbano 397,388	

Fuente. INEGI, 2010.

Cuadro 4.2. Distribución de la población en el resto del municipio Censo de 2010

Sistema	Población	
	Habitantes	%
Sistema urbano	397,388	90.64
<i>Zonas urbanas</i>		
Villa Unión	13,404	
El Walamo	3,085	
El Roble	2,627	
Total zonas urbanas	19,116	4.36
Zona rural	21,930	5.00
	438,434	100.00

Fuente. INEGI, 2010.

4.4.2. Tasa de crecimiento y tendencias

La dinámica de crecimiento del Municipio de Mazatlán ha sobrepasado a la del Estado, aumentando notablemente su participación del 12.09% en 1950 al 15.84% en el 2010; en este mismo periodo la participación de la ciudad de Mazatlán aumentó significativamente del 6.57% al 13.79%.

Los máximos crecimientos en la ciudad se presentaron entre 1950 y 1960, alcanzando una Tasa de Crecimiento Media Anual (TCMA) de 6.14% y entre 1970 y 1980 la TCMA fue 4.08% en el municipio (ver el Cuadro 4.3).

De lo anterior se desprende que la dinámica demográfica del Municipio de Mazatlán está estrechamente vinculada a la economía agrícola del Estado que tuvo su fase de implantación y expansión entre los 60s y 70s, es hasta las últimas dos décadas que esa relación tiende a debilitarse llevando al municipio a una dinámica más independiente basada en la diversificación de su economía.

En términos absolutos la población de la ciudad pasó de 41,754 habitantes en 1950 a 381,583 en el 2010; en el municipio la población pasó de 76,866 habitantes en 1950 a 438,434 en el 2010.

Con todo eso, en los últimos 3 censos disminuyó el incremento de la población, con un crecimiento entre 1.45% y 1.6% en la ciudad y entre 1.2% y 1.65% en el municipio, lo que significa que el incremento promedio anual de la población entre 2000 y el 2010 fue de 5,359 habitantes en la ciudad (equivalente a 2,834 viviendas anualmente) y un promedio anual de 5,793 habitantes (equivalente a 2,545 viviendas promedio en todo el municipio por año).

El análisis de la población en la ciudad muestra la tendencia de la concentración de población en la cabecera municipal, en 1950 el 54.32% de la población del municipio vivía en la Ciudad de Mazatlán, para 1980 la población en la cabecera municipal representaba el 79.94% del municipio y en 2010 era 87.03%, lo cual implica mayor concentración de la población en la ciudad de Mazatlán y la posibilidad de una disminución en las localidades rurales a largo plazo.

Esta tendencia es consistente con el cambio demográfico en México y a nivel mundial debido a la constante migración del campo a las ciudades, el número de habitantes de localidades urbanas ha ido en aumento; en contraste, el de las rurales ha disminuido.

En 1950, el 57% de la población en México vivía en localidades rurales, y para 2010, esta cifra disminuyó al 23.2%. En el caso del municipio de Mazatlán en 1990 el 21.2% de la población vivía en localidades rurales y para 2010 solo el 13.0% de la población vivía en localidades rurales, una reducción del 38.4%.

Cuadro 4.3. Crecimiento histórico poblacional

Año	Ciudad de Mazatlán		Municipio de Mazatlán		Estado de Sinaloa		Proporción de la población de Sinaloa	
	Población (hab)	TCAM %	Población (hab)	TCAM %	Población (hab)	TCAM %	Ciudad Mazatlán	Municipio Mazatlán
1950	41,754	2.66	76,866	1.98	635,681	2.58	6.57%	12.09%
1960	75,751	6.14	112,619	3.89	838,404	2.81	9.04%	13.43%
1970	119,553	4.67	167,616	4.06	1,266,528	4.21	9.44%	13.23%
1980	199,830	5.27	249,988	4.08	1,849,879	3.86	10.80%	13.51%
1990	262,705	2.77	314,345	2.32	2,204,054	1.77	11.92%	14.26%
1995	302,808	2.88	357,619	2.61	2,425,675	1.93	12.48%	14.74%
2000	327,989	1.61	380,509	1.25	2,536,844	0.90	12.93%	15.00%
2005	352,471	1.45	403,888	1.20	2,608,442	0.56	13.51%	15.48%
2010	381,583	1.60	438,434	1.65	2,767,761	1.19	13.79%	15.84%

Fuente. INEGI 2010

La dispersión de la población en localidades rurales, aunado con la orografía difícil, implica una dificultad para proporcionar bienes y servicios para satisfacer las necesidades de sus habitantes debido al costo elevado de la construcción, operación y mantenimiento de la infraestructura, resulta en la carencia o la baja calidad de los servicios públicos tales como carreteras, agua potable, alcantarillado y saneamiento.

Al analizar la información censal, se observa que la población joven continua disminuyendo en las edades de los 15 a 29 años, en el 1995 el porcentaje de la población joven en el municipio era 29.9%, disminuyendo al 26.3% para 2010; similar a la tendencia a nivel nacional de 29.9% y 26.8% respectivamente.

Por otro lado, la población de 60 años o más en el municipio era 6.4% en 1995, aumentando a 9.5% en solo 15 años al pasar de 23,245 personas a 41,651, de mantenerse las tendencias actuales para el 2030 esta población se incrementará a 50,277 ciudadanos, lo que significa que se habrá agotado el bono demográfico con que actualmente cuenta la base piramidal de las edades del municipio. Esta estadística es importante para la JUMAPAM, pues los mayores a 60 años tienen derecho a un descuento del 50 por ciento en la factura del agua, lo que repercutirá en los ingresos de la JUMAPAM.

El análisis estadístico del comportamiento de la población en el Cuadro 4.4 presenta un crecimiento poblacional por lo que se estima que para 2030 la población en el sistema urbano sea de 481,599 habitantes y en todo el municipio sea 529,230 (CONAPO, 2014). Se ha partido para el análisis desde el 2014 por la razón de que este es el último año para el cual se cuenta con información de la demanda y consumidores.

Cuadro 4.4. Proyección de la población 2014-2030

Zona	Proyección de la población (habitantes) en el año:				
	2014	2015	2020	2025	2030
Sistema urbano	431,807	436,208	455,020	469,793	481,599
Zonas urbanas	20,538	20,708	21,391	21,861	22,166
Zona rural	22,168	22,433	23,611	24,602	25,465
Total	474,513	479,349	500,022	516,256	529,230

Fuente. Adaptado de CONAPO 2014.

Según CONAPO para el Sinaloa se prevé que la población continúe aumentando en la década 2010 a con una TCMA de 0.73% anual; y para 2020 a 2030 llegará a un ritmo de crecimiento menor, 0.50 % anual. Se supone que las proyecciones de CONAPO para Mazatlán se basan en estas tendencias, pero para calcular la demanda futura de agua es totalmente posible que se necesite atender a una población mayor que la pronosticada por CONAPO. Este escenario se analiza en el Capítulo 9.

4.5. Economía

El censo económico 2014 muestra que Mazatlán participa con el 19.6% de las unidades económicas, el 21.8% del personal total ocupado, y el 21.0% de las remuneraciones totales del estado. Por otra parte, en términos de la producción bruta, Mazatlán concentra el 22.6% del total del estado. Finalmente el 22.3% del total de activos fijos del estado de Sinaloa se ubica en Mazatlán (INEGI, 2014).

Mazatlán es el municipio con la economía más diversificada del Estado de Sinaloa y un nivel elevado en desarrollo urbano. La economía del municipio está concentrada principalmente en la pesca y en el sector servicios a través del turismo, así como en el transporte de carga. Otras actividades importantes económicas de importancia son el comercio y los servicios.

El municipio de Mazatlán posee la segunda flota pesquera más grande México y aquí se procesa principalmente camarón y atún. Actualmente, el Puerto de Mazatlán constituye una importante puerta de salida para los productos de exportación, agrícolas, industriales, y pesqueros.

En Mazatlán se encuentra el 16.2% de las plantas industriales del Estado de Sinaloa; principalmente plantas empacadoras de camarón, atún y sardina, plantas empacadoras y procesadoras de frutas tropicales, compañías embotelladoras, astilleros y otras industrias relacionadas con la pesca.

Dentro de la economía municipal, el sector que genera el mayor Valor Agregado Censal Bruto, es el de la industria manufacturera con el 22.4% del total municipal, aun cuando trabaja el 12.4% del personal ocupado y sólo el 8.5% del total de las unidades económicas.

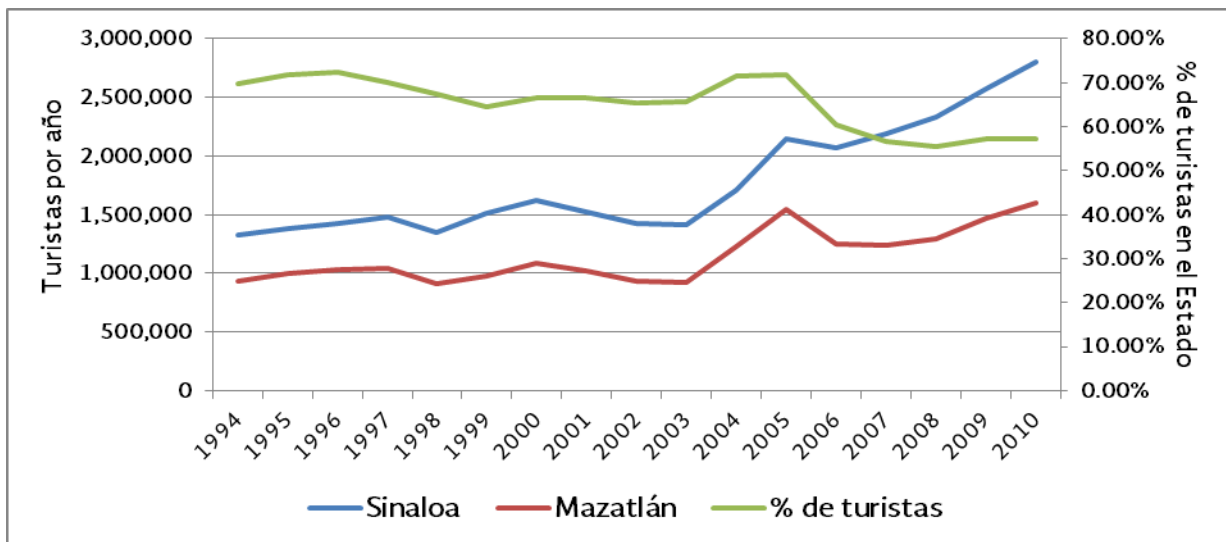
En el Municipio de Mazatlán, el sector comercio al por menor prevalece como la principal actividad económica, con 6,834 unidades económicas que representan el 42% del total municipal; este rubro ocupa al mayor porcentaje del Personal Ocupado el 25% del total municipal, sin embargo genera el 12.6% del Valor Agregado Censal Bruto.

Otro sector que ocupa un porcentaje elevado del Personal Ocupado es el sector de servicios de alojamiento temporal y de preparación de alimentos, éstos implican un 15.9% de la población municipal, con el 10.9% de unidades económicas, y el 7.5% de personas trabajando. El 15% de las unidades económicas del municipio se concentran en el sector de otros servicios.

El comercio al por mayor también es un sector representativo pues significa el 12.6% del Valor Agregado Censal Bruto, ocupa el 6% del Personal Ocupado y el 4% de unidades económicas.

En materia turística, Mazatlán cuenta con una importante infraestructura hotelera y se constituye como uno de los destinos de playa más importantes a nivel nacional cuyos servicios alcanzan niveles de talla internacional. En la Gráfica 4.1 se puede apreciar el crecimiento en el número de turistas que se hospedaron en establecimientos, de 929,419 en 1994 (el 69.87% de los turistas en el Estado de Sinaloa) a 1,603,808 en 2010 (el 57.33% de los turistas en el Estado de Sinaloa). El aumento en el turismo puede resultar en un incremento en la demanda de agua potable en el futuro.

Gráfica 4.1. Turistas que se hospedaron en establecimientos 1994 a 2010



Para el corto y mediano plazo, la expectativa es que el crecimiento económico del Municipio se beneficie de la reciente apertura de la Autopista Durango - Mazatlán, la puesta en operación de la presa Picachos, y el gaseoducto El Oro-Mazatlán el cual abastecerá a la termoeléctrica de 450MW Mazatlán y a la futura planta de ciclo combinado Mazatlán.

4.6. Indicadores socioeconómicos

Se evaluaron los indicadores socioeconómicos y el índice y grado de marginación para permitir entender las carencias en los servicios de agua potable, alcantarillado y saneamiento y la accesibilidad de la población a estos servicios, bajo el supuesto de que los habitantes con menos recursos serán más vulnerables y probablemente no estarán dispuestos a pagar por estos servicios. De ahí se establece la necesidad de establecer una política pública para apoyar a las poblaciones más pobres y más marginadas.

El Consejo Nacional de Evaluación de la Política de Desarrollo Social (CONEVAL) establece los lineamientos y criterios para la definición, identificación y medición de la pobreza. En general los indicadores de pobreza y las carencias sociales que se presentan en el Cuadro 4.5 muestran una tendencia a ser significativamente inferiores a los valores promedio estatal y nacional, excepto la población vulnerable por ingresos y por acceso a los servicios de salud (CONEVAL, 2010).

Cuadro 4.5 Indicadores de pobreza en el municipio de Mazatlán 2010

Indicador	Mazatlán %	Sinaloa %	Estados Unidos Mexicanos %
Pobreza			
Población en situación de pobreza	28.1	36.7	46.1
Población en situación de pobreza moderada	25.2	31.2	34.8
Población en situación de pobreza extrema	2.9	5.5	11.3
Población vulnerable por carencias sociales	32.9	33.3	28.1
Población vulnerable por ingresos	10.6	7.7	5.9
Población no pobre y no vulnerable	28.3	22.3	19.9
Privación social			
Población con al menos una carencia social	61.1	70.0	74.2
Población con tres o más carencias sociales	12.0	19.0	28.2
Indicadores de carencia social			
Rezago educativo	15.5	19.3	20.7
Carencia por acceso a los servicios de salud	24.5	21.4	29.2
Carencia por acceso a la seguridad social	45.2	53.6	60.7
Carencia por calidad y espacios de la vivienda	6.9	8.5	15.2
Carencia por acceso a los servicios básicos en la vivienda	4.9	15.7	22.9
Carencia por acceso a la alimentación	16.8	24.5	24.8
Bienestar			
Población con ingreso inferior a la línea de bienestar mínimo	10.4	14.2	19.4
Población con ingreso inferior a la línea de bienestar	38.7	44.4	52.0

Los índices de marginación dan cuenta de las carencias de la población asociadas a la escolaridad, la vivienda, los ingresos y otros aspectos sociodemográficos; reflejan la diversidad de situaciones de la población en tanto el acceso a estos derechos, servicios e infraestructura básica. En el Cuadro 4.6 se puede observar que los indicadores de marginación y el índice de marginación para el municipio de Mazatlán tienen un valor inferior al promedio estatal y nacional, o sea el grado de marginación es muy bajo. En particular el porcentaje de los ocupantes en viviendas sin drenaje o agua entubada es significativamente menor al promedio estatal y nacional.

Cuando se evalúa el grado de marginación urbana en las 382 áreas geoestadísticas básicas (AGEB) (AGEB) del municipio se puede observar una distribución de esta manera: 9 AGEB con 6,498 habitantes (el 1.60% de la población) tienen un grado de marginación muy alto; 35 AGEB con 45,696 habitantes (el 11.24% de la población) tienen un grado de marginación alto; 65 AGEB con 136,132 habitantes (el 33.49% de la población) tienen un grado de marginación medio; 47 AGEB con 109,619 habitantes (el 26.97% de la población) tienen un grado de marginación bajo; y 127 AGEB con 108,504 habitantes (el 26.70% de la población) tienen un grado de marginación muy bajo (CONAPO, 2010).

Cuadro 4.6. Índice de marginación en el municipio de Mazatlán 2010

Indicador	Mazatlán %	Sinaloa %	Estados Unidos Mexicanos %
% Población de 15 años o más analfabeta	2.67	5.01	6.9
% Población de 15 años o más sin primaria completa	12.92	19.71	19.9
% Ocupantes en viviendas sin drenaje ni excusado	1.18	3.41	3.6
% Ocupantes en viviendas sin energía eléctrica	0.44	1.11	1.8
% Ocupantes en viviendas sin agua entubada	1.15	4.71	8.6
% Viviendas con algún nivel de hacinamiento	32.76	38.33	36.5
% Ocupantes en viviendas con piso de tierra	3.49	6.38	6.6
% Población en localidades con menos de 5 000 habitantes	8.48	32.85	28.9
% Población ocupada con ingresos de hasta 2 salarios mínimos	29.25	31.68	38.7
Índice de marginación	-1.61840		
Grado de marginación	Muy bajo		
Índice de marginación escala 0 a 100	9.385		
Lugar que ocupa en el contexto estatal	18		
Lugar que ocupa en el contexto nacional	2,353		

Fuente. CONAPO, 2010.

La Población Económicamente Activa (PEA) en el municipio de Mazatlán en el año 2010 fue de 191,436 personas. LA PEA municipal ha venido incrementando su participación en los últimos años, en el año 1990 ascendía a 105,562 habitantes representando el 34% de la población total; para 2010 subió con 10 puntos porcentuales al 44%, es decir, un incremento de 85,874 habitantes.

5. CLIMATOLOGÍA

El clima o modelo meteorológico a largo plazo de una región depende de varios factores, la latitud, que determina lo caliente o fría que es una zona, así como la extensión e influencia de sus estaciones, las características de las masas de aire predominantes, que pueden ser calientes, frías, húmedas y secas y factores físicos tales como la distribución relativa de la tierra, el mar, las montañas, los valles y los bosques. El clima determina todos los factores de la vida humana -arquitectura, vestido, alimento incluso cultura y temperamento (Ralph Hardy et al, 1982).

5.1. Clima

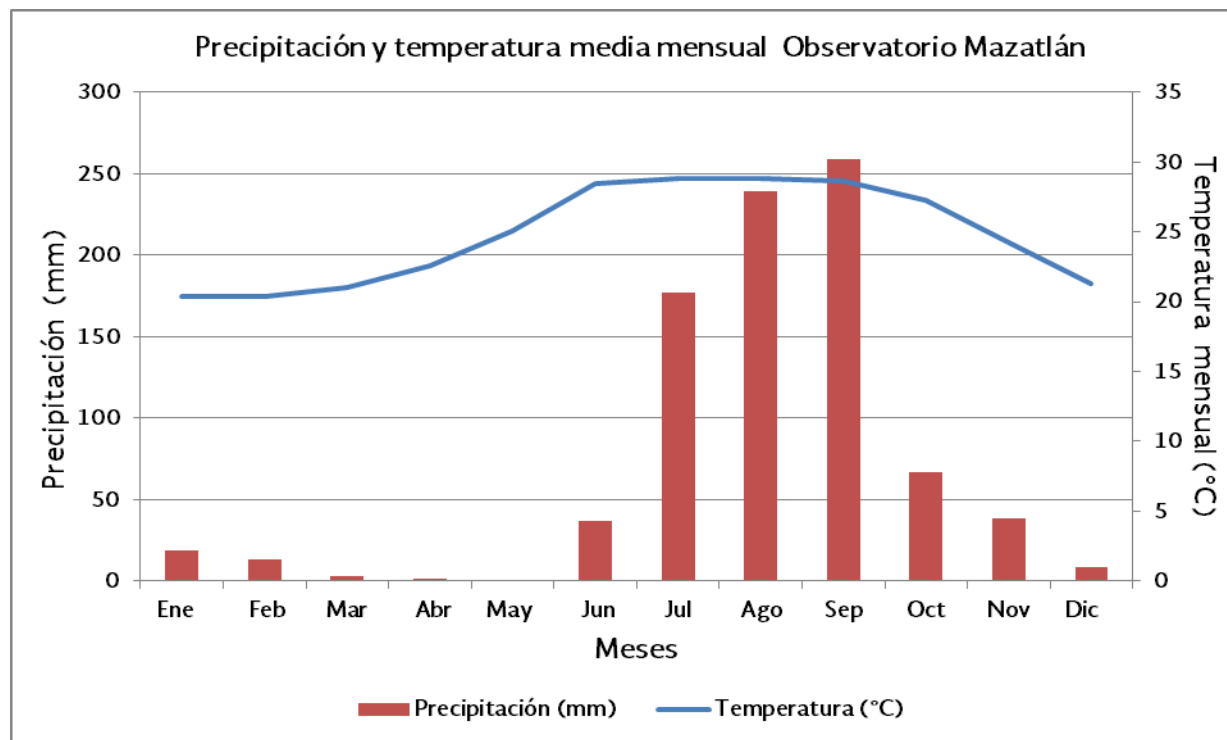
Según los registros climatológicos en el Observatorio Mazatlán en la Ciudad de Mazatlán para el periodo 1990 a 2015, la temperatura mensual mínima de 3°C se registró en febrero de 2011 y la temperatura mensual máxima fue 38.2°C agosto de 2013; en cuanto a precipitación anual la mínima de 365.4 mm se registró en 1994 y la máxima de 1294.1 mm en 2010. El rango de temperatura promedio anual es de 17.1°C a 32.6°C, la precipitación promedio anual es 860.6 mm, la precipitación invernal es inferior al 5% del total, y evaporación es de aproximadamente 1,915 mm anuales.

La Gráfica 5.1 muestra los datos de precipitación y temperatura media mensual en la ciudad de Mazatlán, en la cual resaltan la época de lluvia que abarca los meses de junio hasta noviembre y la época de estiaje desde diciembre a mayo. También la gráfica muestra una relación entre precipitación y temperatura; en los meses con ninguna lluvia la temperatura es más elevada lo cual implica que en los meses de mayo a octubre aumentará el consumo de agua. En cuanto al clima del municipio, el rango de temperaturas oscila entre 14°C y 22°C y el rango de precipitación anual es de 700 mm a 1,200 mm; el clima es cálido subhúmedo con lluvias en verano de menor humedad (59.29%), semiseco muy cálido y cálido (27.22%), cálido subhúmedo con lluvias en verano de humedad media (6.48%), semicálido subhúmedo con lluvias en verano de mayor humedad (4.11%), templado subhúmedo con lluvias en verano de mayor humedad (2.20%) y semicálido subhúmedo con lluvias en verano de humedad media (0.70%)

Las temporadas de lluvia también presentan variaciones con el incremento de las lluvias de invierno debido a un aumento atípico de las aguas del mar provocado por el fenómeno del Niño. Las lluvias de carácter conectivo típicas de verano son producto del calentamiento de las masas de aire que asciende verticalmente y son asociadas con gran nubosidad, lo que viene a proveer de intensas lluvias. También se presentan lluvias ciclónicas que resultan del choque de masas de aire con diferente temperatura en verano y principios de

otoño; aproximadamente 15 ocurren en el Océano Pacífico y 10 en el Atlántico, 4 de estos ciclones inciden con fuertes vientos (Nivel III o mayores) (CONAGUA, 2011).

Gráfica 5.1. Precipitación, evaporación y temperatura media mensual Observatorio Mazatlán



Fuente. CONAGUA, 2015

La temporada de ciclones es un determinante importante para la gestión de los recursos hídricos en Mazatlán pues por un lado pueden llevar a inundaciones y deslizamientos, que presentan un riesgo para las poblaciones y la infraestructura, y por otro la precipitación extrema recarga los acuíferos. La precipitación extrema también afecta la calidad del agua para el consumo humano, pues se incrementa la turbidez debido al aumento en la carga de sedimentos generada por la erosión.

La Ciudad de Mazatlán está expuesta a los embates producidos por los fenómenos naturales, tales como los ciclones, precipitaciones pluviales muy altas en temporadas de lluvias, que traen consigo inundaciones en gran parte de la ciudad, debido a que a excepción de unas cuantas elevaciones naturales, en promedio la ciudad se encuentra a 3 metros sobre el nivel del mar, aunado a las deficiencias en los drenajes fluviales, a la invasión de los cauces de los arroyos y muy especialmente a la falta de obras hidráulicas para el control de crecientes que se originan en los arroyos que cruzan por la ciudad. En total 60,000 aproximadamente son susceptibles a riesgos por inundación en la zona urbana, ver Figura 5.1 (CONAGUA, 2011).

Como ejemplo, el huracán Manuel en septiembre de 2013 en Mazatlán, provocó fuertes lluvias en el municipio, la inundación de algunas comunidades y deslaves en la Autopista Mazatlán-Durango.

El clima terrestre ha tenido cambios significativos incluso en los tiempos históricos, se han establecido diversas causas, algunos pueden explicarse por alteraciones geográficas debidas a los movimientos continentales, a los ciclos de las manchas solares, erupciones volcánicas, alteraciones en el campo magnético, cambio del ángulo de la órbita terrestre y el calentamiento global. Este último lo relacionan con el efecto invernadero producido por la quema de carbón y petróleo que producen un incremento en la concentración de dióxido de carbono en el aire con implicaciones directas para el suministro de agua.

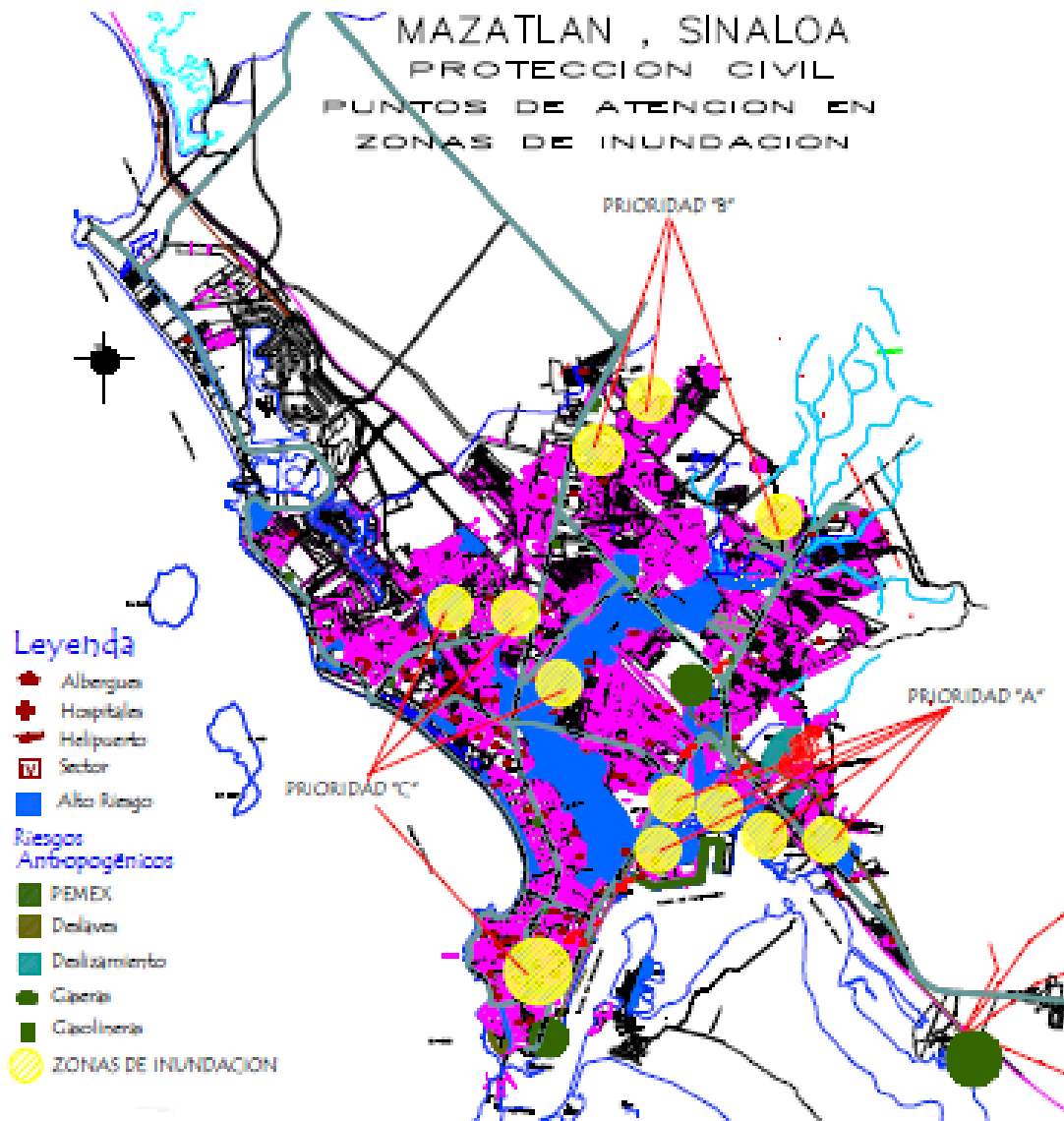


Figura 5.1. Zonas de inundación en la Ciudad de Mazatlán

Fuente. CONAGUA, 2011.

5.2. Sequías históricas en Mazatlán

5.2.1. Sequías en el Estado de Sinaloa

No se han encontrado registros de sequía en el municipio de Mazatlán antes de 1978, pero a nivel estatal, según Estadísticas del Agua en México, los grados de afectación de las sequías en los cuatro grandes periodos del siglo XX para Sinaloa son: primer periodo sequía regular (1948 a 1954), segundo periodo sequía severa (1960 a 1964), tercer periodo sequía regular (1970 a 1978) y cuarto periodo sequía severa (1993 a 1996).

5.2.2. Reseña histórica de sequías en Mazatlán 1978 a 2015

Según el indicador de sequía PDSI (Palmer Drought Severity Index Índice de Severidad de Sequía de Palmer en inglés) en el Observatorio Mazatlán se presentó Sequía Moderada en julio, agosto y diciembre del 2013; en marzo, abril, agosto, septiembre y octubre del 2014 y en junio y julio del 2015, incrementando su intensidad a Sequía Severa en julio del 2015.

De acuerdo con los "Indicadores del tipo de Sequía por Municipio", publicados quincenalmente por la CONAGUA, en el periodo de 1 de Enero 2008 a Septiembre 2015 se presentó alguna condición de sequía en el municipio en 46 meses o en el 49.5 por ciento de los meses, de tal manera:

1. Sequía Severa de enero a julio 2008; Anormalmente Seco en agosto 2008.
2. Anormalmente Seco de septiembre 2010 a enero 2011.
3. Anormalmente Seco en marzo 2011; Sequía Severa de abril a junio 2011; Sequía Moderada en julio y agosto 2011; Anormalmente Seco en septiembre 2011; Sequía Moderada en octubre de 2011; Sequía Extrema en noviembre de 2011; Sequía Moderada de diciembre 2011 a abril 2012; y Anormalmente Seco en mayo de 2012.
4. Anormalmente Seco en enero de 2013.
5. Anormalmente Seco de abril a junio 2013; Sequía Moderada en julio y agosto 2013; y Anormalmente Seco en septiembre y octubre de 2013.
6. Anormalmente Seco de diciembre 2013 a marzo de 2014.
7. Anormalmente Seco en mayo y junio de 2014.
8. Anormalmente Seco de junio a septiembre de 2015 (CONAGUA, 2015).

5.3. Acciones durante sequías en Mazatlán

El Programa Emergente sequía es un esfuerzo de los tres niveles de gobierno para atender a poblaciones afectadas por sequía; el cual consiste en la provisión de agua por medio de camiones pipas y el establecimiento de fuentes de agua. En 2011 por medio de éste Programa se atendió a una (1) comunidad, apoyando a 24,600 habitantes; en 2012 se atendió a 6 comunidades, apoyando a 1,520 habitantes; en el 2013 se benefició a 14 comunidades y 3,030 habitantes; y en el 2014 se atendió a 13 comunidades, apoyando a 10,095 habitantes.

Específicamente en 2011 se utilizaron 5 camiones tanque, los cuales realizaron 379 viajes y distribuyeron 3,790,000 litros de agua. En 2012 se atendieron las localidades de Los Limones (180 habitantes), El Zacate (130 habitantes), El Guasimal (80 habitantes), El Walamo (750 habitantes), Maria Elena (150 habitantes), y Ladrillera (230 habitantes).

En 2014 se realizó una inversión de \$532,123.99 en el Programa Emergente sequía en Mazatlán, el cual representa el 4.22% del monto total de \$12,600,000 en el Estado de Sinaloa. Por otro lado, no se implementó éste programa en 2015 en Mazatlán; pero a nivel estatal se invirtieron \$14,994,540.66.

5.3.1. Programas de la JUMAPAM en 2014 y 2015 para disminuir la vulnerabilidad

Según la información CEAPAS en 2014 y 2015 no se realizaron programas de emergencia para el suministro de agua a poblaciones en Mazatlán, pero se apoyó a 14 municipios en el estado de Sinaloa con el acarreo de agua en pipas. No obstante, la JUMAPAM implementó un programa de obras con un presupuesto de 384.16 millones de pesos para mejorar los servicios de agua potable, alcantarillado y saneamiento en la ciudad y el municipio que contribuyen a reducir la vulnerabilidad ante la sequía operativa.

El análisis de la inversión realizada nos permitirá evaluar la brecha entre los presupuestos actuales y las medidas en el PMPMS y de ahí recomendar estrategias para reducir la brecha.

5.3.1.1. Programas y presupuesto 2014

Según JUMAPAM se realizó una inversión de 400.70 mdp en 2014, para conseguir los objetivos y ejecutar los programas para mejorar la cobertura y la calidad del servicio, los cuales se resumen a continuación.

Objetivos 2014:

1. Administrar, operar y mantener el sistema de agua potable y alcantarillado de su jurisdicción.
2. Facturar y recaudar el importe de los servicios conforme a las tarifas en vigor.
3. Tener la administración general de los bienes muebles e inmuebles de su propiedad.
4. Proponer al ayuntamiento las obras necesarias de construcción, conservación, mantenimiento, rehabilitación y ampliación de los sistemas de su jurisdicción y en su caso llevar a cabo la ejecución de los mismos.
5. Recibir los sistemas de agua potable y alcantarillado que se construyan en su jurisdicción.
6. Formular y mantener actualizado el padrón de usuarios, así como el inventario de sistemas de agua potable y alcantarillado bajo su jurisdicción.
7. Contratar los servicios con los usuarios, cobrar los derechos correspondientes y realizar las instalaciones necesarias.
8. Atender las quejas y los recursos interpuestos por los usuarios.
9. Gestionar la obtención y contratación de créditos necesarios, a fin de destinarlos a la planeación, ampliación, rehabilitación y mantenimiento de las obras y servicios para la operación de los sistemas de agua potable y alcantarillado del municipio, en garantía de esos créditos podrán afectar los derechos, rentas y cualquier ingreso que perciban por la explotación del sistema.
10. Celebrar los convenios y los contratos necesarios para el cumplimiento de sus objetivos.
11. Formular los proyectos de tarifas para el cobro de los servicios.
12. Elaborar y mantener actualizado el inventario de bienes y recursos que integran su patrimonio y decretos respectivos.
13. Desarrollar programas de capacitación y adiestramiento para su personal en coordinación con la Comisión Estatal de Agua Potable y Alcantarillado.
14. Aplicar los servicios correspondientes por las infracciones que se cometan.

Programas 2014

1. Asegurar el abasto de agua de la población incrementando acciones que fortalezcan la cobertura de agua potable y saneamiento.
2. Impulso a la construcción del acueducto de la Presa Picachos.

3. Incremento de la producción y distribución de agua potable de 1750 lps a 2000 lps en 2014.
4. Automatización de la operación de las líneas de conducción.
5. Reforzamiento, sustitución y ampliación de fuentes y redes de distribución de agua potable en zona urbana.
6. Reforzamiento, sustitución y ampliación de redes de alcantarillado en zona urbana y zona rural.
7. Mejorar la atención al usuario en oficina y campo.
8. Incrementar la recaudación de recursos económicos con tarifas justas y un marco jurídico adecuado.
9. Contar con una administración eficiente de los recursos humanos y materiales.
10. Concientizar a la población de la importancia y valor del agua.
11. Gestionar los recursos financieros para apoyar la operación y el crecimiento del organismo, así como los programas de agua potable y alcantarillado.
12. Mejorar la eficiencia comercial.

Activos 2014

En el Cuadro 5.1 se presenta un resumen del inventario de los activos reportados por la JUMAPAM en 2014; cabe aclarar que en éste cuadro no se presenta la valoración de los activos infraestructurales, de ahí la necesidad de impartir la Gestión de Activos (ISO55000) para el buen manejo de los mismos.

Cuadro 5.1. Activos de la JUMAPAM 2014

Activo	Monto	Bienes	Monto
Equipo de radio comunicación	\$903,200.72	Edificios	3
Bombas	\$6,491,145.64	Módulos	5
Motores	\$1,080,925.21	Cárcamos y rebombeos	46
Equipos de computo	\$4,869,388.11	Pozos	42
Vehículos	\$31,448,227.76	Plantas	5
Total de activos valorados	\$44,792,887.44	Recursos humanos	790
		Personal sindicalizado	546
		Personal de confianza	244

Fuente. JUMAPAM 2014.

Programa operativo anual 2014

El presupuesto para el 2014 fue 400.70 millones de pesos y se desglosa en el Cuadro 5.2, donde se puede observar que las actividades de operación, mantenimiento y coordinación representan el 62.36% del presupuesto total.

Cuadro 5.2. Presupuesto programas 2014

Concepto	Monto (mdp)	%
Rehabilitación y ampliación del sistema de agua potable y alcantarillado	14.17	3.54
Prioridades de la gerencia del organismo operador	40.00	9.98
Administración de los recursos y programas de obras	55.19	13.77
Recaudación eficiente y saneamiento de cartera	41.47	10.35
Operación y mantenimiento del sistema de agua potable y el desalojo de aguas residuales y su tratamiento	124.86	31.16
Coordinación de producción de agua potable	125.01	31.20
Total programa operativo anual	400.70	100

Fuente. JUMAPAM 2014.

Propuestas 2014

La JUMAPAM publicó un resumen de propuestas para 2014, el cual se presenta en el Cuadro 5.3, pero no se pudo verificar el presupuesto ni el detalle de los programas.

Cuadro 5.3. Propuestas 2014

Concepto	Monto (mdp)
Estudios y proyectos	
1. Agua potable	3.90
2. Alcantarillado	2.61
Total	6.51
Nuevas obras	
1. Agua potable	0.42
2. Alcantarillado	21.38
Total	21.80
Saneamiento	
Saneamiento	10.00
Rehabilitaciones	
1. Agua potable	20.84
2. Alcantarillado	1,386.21
Total	1,407.05

Fuente. JUMAPAM 2014.

5.3.1.2. Programas y presupuesto 2015

El presupuesto para el 2015 fue 172 millones de pesos y se desglosa en el Cuadro 5.4, en el cual destaca la inversión en agua potable y drenaje sanitario de 124 millones de pesos, o el 72.1% del programa.

Cuadro 5.4. Programa de inversión 2015

Concepto	Monto (mdp)
Agua Potable y Drenaje Sanitario	
Rehabilitación el Rebombío Flores Magón Ampliación de la Planta Potabilizadora los Horcones Rehabilitación de 7,500 metros lineales de drenaje en toda la ciudad	124
Mejora y mantenimiento	
Cárcamos: desazolve de 24 cárcamos Colectores: desazolve de 25 colectores Colapsos: resolver más de 480 colapsos Medidores: instalación de más de 19 ,000 medidores	19
Producción de Agua y Plantas de Agua Residuales	
Se incrementó en la producción de agua en 100 lps adicionales (incluye pozos y agua rodada) Rehabilitación de las plantas de tratamiento de agua residual: Urías, Villa Unión, El Crestón y Norponiente	19
Equipamiento	
Camionetas, Retroexcavadoras, Camión de desazolve, y Equipo de Computo	10
Total	172

Fuente. JUMAPAM, 2015.

6. EVALUACIÓN DE LA OFERTA/DEMANDA DE AGUA

6.1. Introducción

En este capítulo se evalúa la capacidad del sistema urbano de la ciudad de Mazatlán en términos de abastecimiento de agua, lo cual es importante para alertar o prevenir a las autoridades locales sobre los posibles déficits de agua en la ciudad. Estas medidas de abastecimiento dotarán de una mejor idea de las fuentes de suministro de agua (superficiales, subterráneas y reúso) su capacidad y los posibles problemas que pueden presentarse con estas. Otro aspecto relevante es la descripción de la infraestructura existente en términos específicos como tanques y líneas de conducción, finalmente se describe la producción histórica de agua en términos absolutos y en términos per cápita.

También se presenta un panorama de los servicios de agua potable, alcantarillado y saneamiento en el resto del municipio.

6.2. Suministro de agua potable

6.2.1. Fuentes de suministro

Según el Acuerdo por el que se determina la circunscripción territorial de los Organismos de Cuenca de la Comisión Nacional del Agua publicado en el Diario Oficial el 1 de abril de 2010, el municipio pertenece oficialmente al Organismo de Cuenca Pacífico Norte y se ubica en el ámbito del Consejo de Cuenca de los Ríos Presidio al San Pedro.

El sistema urbano de la Ciudad de Mazatlán y el municipio de Mazatlán se abastecen de agua potable por medio de las aguas superficiales procedentes del río Presidio y del agua subterránea en el acuífero del río Presidio. Generalmente se debe de utilizar el agua superficial a lo máximo pues significa menor costo que el agua subterránea, la cual necesita bombeo y por lo tanto un costo elevado de energía eléctrica, siempre que el agua superficial no esté contaminada.

El uso de estas fuentes implica la gestión del grado de presión sobre el recurso hídrico para asegurar su sustentabilidad de acuerdo con las metas en el Programa Nacional Hídrico (PNH) 2014-2018 y las estrategias del Programa de Medidas de Prevención y Mitigación a la Sequía (PMPMS) del Consejo de Cuenca de los Ríos Presidio al San Pedro

Las metas para el grado de presión de los recursos hídricos en el PNH 2014-2018 son:

- El valor normalizado del grado de presión sobre el agua superficial por uso en abastecimiento público urbano de 0.961; y
- El valor normalizado del grado de presión sobre el agua subterránea por uso en abastecimiento público urbano de 0.9.

En las cuencas de los ríos Presidio y Quelite el grado de presión sobre el agua superficial y subterránea cumple con la meta del PNH 2014-2018; la disponibilidad en la cuenca del río Presidio es 986.73 Mm³/año y el grado de presión es 0.089, y en la cuenca del río Quelite la disponibilidad es 150.92 Mm³/año y el grado de presión es 0.01 debido a la baja demanda.

Por otro lado el grado de presión en el acuífero del río Presidio también cumple con la meta del PNH 2014-2018 debido a su disponibilidad de 17.61 Mm³/año, y el grado de presión de 0.819. En la franja costera del acuífero, la baja resistividad de estratos poco profundos, deducida mediante la investigación geofísica, sugiere la presencia de agua salobre o salada. Se recomienda un enfoque preventivo para que la demanda no aumente de tal manera que resulta en la sobreexplotación del acuífero, favoreciendo la disminución de las extracciones de agua de dicho acuífero para recuperar la calidad del agua.

El acuífero del río Quelite cumple con la meta del PNH 2014-2018, la disponibilidad es 11.21 Mm³/año, y el grado de presión de 0.348.

Otra fuente de suministro es el agua residual tratada que se puede utilizar para usos que no implican el consumo humano, por ejemplo para el riego o en la industria, actualmente se reusan aproximadamente 5 lps de la PTAR Cerritos en La Marina de Mazatlán y 40 lps de dos PTAR del Hotel El Cid para el riego de áreas verdes. Cabe aclarar que en el caso del reúso, se necesitaría tratamiento terciario para consumo humano y dilución con agua fresca. En el caso del tratamiento primario, el agua residual tratada es factible de reutilizarse en el riego de productos agrícolas no restringidos (que no estén en contacto con el suelo y no se consuman crudos, como son verduras y legumbres), mientras que en el caso del tratamiento secundario el agua residual tratada es factible de utilizarse en el riego de áreas verdes, parques y jardines, así como en el riego agrícola.

Se recomienda que la JUMAPAM promueva el reúso de las aguas residuales tratadas para el riego de parques y jardines de instituciones escolares, gubernamentales y de la ciudad, esto traería como consecuencia un aumento de la disponibilidad. Otra posibilidad es la recarga de los acuíferos por medio de agua residual tratada, esta práctica se lleva realizando en otros países desde hace mucho años, por ejemplo en el Estado de Florida (EE.UU.) donde se

practica desde 1986 y hoy en día se está reciclando 1,004 Mm³/ año en todo el estado (Florida Department of Environmental Protection, 2015).

También se debe de considerar el aprovechamiento del agua pluvial claro que no es posible reutilizar de forma directa toda el agua pluvial debido a que se requiere capturar el agua in situ y depurar su contaminación, de ahí la importancia de los dispositivos de DDBI que nos sirven para almacenar agua de calidad y poder prevenir ante una ocurrencia de sequía.

Como ejemplo la precipitación promedio anual en la ciudad de Mazatlán (860.6 mm/año), en la superficie de la ciudad (78.953 km²) y asumiendo un coeficiente de escorrentía de 75%, puede generar 50.96 Mm³ anualmente, si se pudiera capturar sería lo equivalente al 118% del consumo en la ciudad de 43.12 Mm³ en el año 2014. Claro que no es posible reusar toda el agua pluvial debido a su contaminación, pero el ejemplo sirve para demostrar que al presente el agua pluvial es un recurso desperdiciado y su cosecha ofrece una oportunidad para almacenar agua en la época de lluvias como una prevención contra la escasez de agua en condiciones de sequía.

Las fuentes disponibles actuales, potenciales y posibles de agua para suministro de la ciudad y el municipio se listan en el Cuadro 6.1.

Cuadro 6.1. Fuentes de abastecimiento y tipo de suministro para el sistema urbano

Fuentes	Actuales	De reserva	Posibles o de emergencia
Superficiales			
Presas	1		Proyecto Picachos
Ríos o cuerpos de agua	2	Bombeo adicional	Bombeo adicional
Canales/otros	3	Bombeo adicional	Bombeo adicional
Subterráneas: Pozos	24	16	Recarga de los
Tratamiento y reúso de aguas residuales	3	5	Investigar tratamiento secundario y terciario
Drenaje y cosecha de aguas de lluvia	0	Diseñar un plan para la implantación de DDBI.	Implementar tecnologías de DDBI.
Desalación	0	Posible	Posible
Usuarios autoabastecidos dentro del área urbana (derechos de pozos)	Información no disponible	Establecer base de datos del REPDA y pozos autorizados.	Intercambio de derechos Clausura de pozos o tomas clandestinas

Fuente: Elaboración propia con base a JUMAPAM, 2015.

El suministro de agua proveniente del escurrimiento de agua superficial implica una fuerte vulnerabilidad ante la sequía debido a la dependencia de las temporadas de lluvia y de los almacenamientos en las presas. El suministro de agua de fuentes subterráneas también es vulnerable a la sequía debido al

abatimiento de los mantos freáticos y la disminución en la calidad del agua subterránea.

La construcción del acueducto Picachos-Mazatlán para utilizar el agua en la Presa Picachos disminuye la vulnerabilidad ante la sequía al contar con capacidad de almacenamiento, pero el riesgo de desabastecimiento existe por razón de que los volúmenes almacenados en la presa dependen de la precipitación y el agua tiene que ser compartida con los usuarios del sector agrícola, al igual que asegurar el caudal ecológico en el río Presidio. De ahí la necesidad de establecer las reglas de operación contempladas en el PMPMS del Consejo de Cuenca de los Ríos Presidio al San Pedro para la gestión de la demanda, de tal manera que el volumen de conservación la presa nunca sea menor al 25%.

6.2.2. Sistema de captación y producción de agua potable

El suministro del agua superficial para el sistema urbano es por medio de captación por bombeo del canal margen derecha de la presa derivadora Siqueros, localizada a unos 19 km de la planta potabilizadora Los Horcones.

Según informó JUMAPAM en los talleres de planificación estratégica, el agua superficial (rodada) presenta dificultades para su tratamiento debido a la alta turbidez ocasionada por los sedimentos generados por la erosión en la cuenca. A su vez la turbidez puede incrementar significativamente en condiciones de sequía o inundación. El incremento en la turbulencia promedio anual afecta de manera directa a variables como: los costos del tratamiento, la cantidad y la eficiencia en el suministro de agua.

También se abastece el sistema urbano de las aguas subterráneas provenientes del acuífero Río Presidio, que es el más cercano a la ciudad ubicado a 23 km al oriente, en el Valle de Villa Unión, mediante 2 plantas de captación, una en el poblado de El Pozole a 18 km (con 19 pozos y un canal), y otra en el poblado de San Francisquito (con 21 pozos). Estos pozos también suministran a las poblaciones aleñadas.

Del total de 40 pozos solo 26 están en operación por el abatimiento de los niveles en los acuíferos, por deficiencias en el sistema de bombeo, vandalismo, además en malas condiciones y altas concentraciones de fierro y manganeso en el agua. También los pozos son más vulnerables ante la sequía por que la recarga de los acuíferos es menor durante una sequía, lo cual se atribuye a la disminución en la precipitación.

En el futuro el abastecimiento de agua será principalmente por medio del acueducto que se está construyendo desde la Presa Picachos hasta Mazatlán y se espera que los pozos se utilicen más en modo de reserva; también se contempla ampliar la capacidad de las plantas potabilizadoras para tratar el agua suministrada por el acueducto.

El municipio también se abastece de agua proveniente del río Quelite, cabe aclarar que este río se encuentra bajo la jurisdicción del Consejo de Cuenca de los Ríos Mocorito al Quelite.

Específicamente para el sistema urbano los detalles de las fuentes de suministro y su capacidad se muestran en el Cuadro 6.2, donde se puede observar la tendencia en el aumento del volumen de agua suministrada de la fuente de agua superficial y la disminución en la extracción de agua de los pozos.

Cuadro 6.2. Fuentes de suministro y producción anual

Año	Volumen agua superficial (Mm ³)	Volumen pozos (Mm ³)	Producción total (Mm ³)	% Agua superficial	% Pozos
2012	20.30	32.02	52.32	38.79	61.21
2013	25.56	27.09	52.65	48.55	51.45
2014	27.83	27.62	55.45	50.19	49.81

Fuente: Elaboración propia con base a JUMAPAM, 2015.

El agua se potabiliza en la planta de Los Horcones, ubicada aproximadamente a 13 km del centro de la ciudad, donde se trata el agua por los procesos de floculación, sedimentación, filtración y remoción de fierro -manganeso presente en el agua subterránea.

La capacidad instalada de diseño es 1,664 lps; la producción anual ha aumentado constantemente, en 2011 la producción fue 1,515 lps, en 2012 fue 1,659 lps, en 2013 fue 1,670 lps y en 2014 se potabilizaron 1,758 lps. De continuar esta tendencia se necesitará aumentar la capacidad instalada en el corto plazo sí no se toman medidas para disminuir la demanda. En el futuro la JUMAPAM plantea ampliar la capacidad de la planta de Los Horcones y construir una planta potabilizadora nueva denominada Miravalles con una capacidad de 1,500 lps.

En la Figura 6.1 se muestra el sistema urbano de agua potable.

Según el Inventario Nacional de Plantas Municipales de Potabilización y de Tratamiento de Aguas Residuales en Operación, COANGUA 2014, no existen otras plantas potabilizadoras en el resto del municipio.



Figura 6.1. Sistema urbano de agua potable de Mazatlán

Fuente. JUMAPAM, 2015.

6.3. Inventario y evaluación de la infraestructura disponible

6.3.1. Infraestructura de almacenamiento

Se denominarán tanques a aquellas estructuras para contener agua (de concreto o acero) que se encuentran en un mismo sitio (pueden ser una o más); y módulo a la estructura de regulación. Es decir, un tanque puede estar formado por varios módulos.

Las líneas de conducción llevan el agua por gravedad desde la planta potabilizadora Los Horcones hasta la zona oriente de la ciudad donde abastecen a los 2 rebombes principales y que a su vez suministran a los 3 tanques principales. Partiendo de estos se suministra la ciudad (el sistema urbano) por líneas de alimentación a otros rebombes secundarios, alimentados por los primeros, y que a su vez abastecen a otros tanques de distribución.

En total la JUMAPAM cuenta con 8 tanques de regularización superficiales con una capacidad total instalada $27,012 \text{ m}^3$ y de regulación de $18,609 \text{ m}^3$, el inventario de tanques está dado por la información en el Cuadro 6.3.

Cuadro 6.3. Tanques de almacenamiento

Nombre del tanque	Capacidad (m ³)	Material	Sitio de alimentación
Casamata	11,000	Mampostería	Planta de Bombeo Loma
Loma Atravesada	5,000	Concreto	Planta de Bombeo Loma
Flores Magón	5,000	Concreto	Planta de Bombeo
Balcón de las Flores	650	Concreto	Planta de Bombeo Balcón de las Flores (bombeo ubicado en el tanque Flores Magón)
Valles del Ejido	1,562	Concreto	Planta de Bombeo
San Francisco	300	Concreto	Planta de Bombeo San Francisco (bombeo ubicado junto al tanque Valles del Ejido)
Pacífico	1,500	Concreto	De la red primaria proveniente del tanque Flores Magón
Residencial del Real (Santa Teresa)	2,000	Concreto	Derivación de las líneas de conducción antes de llegar a los rebombes
Total	27,012		

Fuente. JUMAPAM 2014.

Los tanques Casamata (construido en 1902), Loma Atravesada y Flores Magón (éstos dos con más de 50 años) son los tanques más antiguos de la ciudad, se consideran como los tanques principales, encargados de la distribución del agua, los demás se consideran como tanques secundarios. Solo un tanque se maneja mediante una detección remota de nivel, los demás tanques se operan en función al nivel en el tanque en general por un operador en cada uno de ellos. Este sistema no es eficiente y se recomienda la automatización de la operación por medio de sistemas de control remoto.

También existen otros tanques de regulación elevados hechos de acero, generalmente de un tamaño inferior a 300 m³, que suministran a puntos elevados en el sistema urbano y otros sistemas de distribución en las zonas foráneas.

Estudios previos realizados por la JUMAPAM identificaron el deterioro en la condición de los tanques y la necesidad de su mantenimiento y ampliación, algunas recomendaciones de los estudios incluyen:

- Se proponen los tanques que regularizarían el caudal que suministre el acueducto Picachos a la planta de potabilización propuesta Miravalle. Esto indica la necesidad futura de 13,475 m³ adicionales a los existentes.
- Se recomienda la sectorización de la red de distribución, con lo cual será posible hacer un traslado del agua más eficiente en la ciudad y por tanto determinar con precisión la capacidad requerida en cada sitio (en tiempo real).
- Es necesario llevar a cabo una revisión de las condiciones físicas de los tanques determine la viabilidad de la reparación, modificación del arreglo o demolición y construcción de obra nueva.

Sin embargo, el almacenamiento no es suficiente para hacer frente a cualquier contingencia, por ejemplo por el consumo elevado en una zona de distribución o una situación cuando pueda ocurrir un fallo total en el sistema de bombeo (por ejemplo en las bombas o en las tuberías). Por eso a nivel mundial las compañías de agua han adoptado un estándar de servicio de 24 horas de almacenamiento para el consumo promedio diario, en el caso de Mazatlán éste es 151,916 m³ y por lo tanto se necesitaría aumentar la capacidad de almacenamiento por 124,904 m³.

Esto pone en riesgo la capacidad de abastecimiento de agua para la ciudad, ya que sería deseable tener una mayor capacidad de almacenamiento de agua considerando el crecimiento poblacional, la rehabilitación de las fuentes existentes, la incorporación de nuevos suministros y el crecimiento urbano.

6.3.2. Infraestructura de conducción

El sistema de abastecimiento de agua potable de la ciudad de Mazatlán cuenta con diversos subsistemas de conducción formados por un conjunto de tuberías, estaciones de bombeo y dispositivos de control. Dichos subsistemas transportan el agua potable desde las fuentes de abastecimiento de la ciudad hasta las estructuras donde se almacena para luego ser distribuida en las condiciones adecuadas de calidad, cantidad y presión.

Se cuenta con 3 líneas de conducción principales una de acero de 30", otra de A-C de 36" y otra más de Concreto de 30" de diámetro. Funcionan por bombeo desde la zona de captación de pozos hasta la planta potabilizadora (aproximadamente 5 km) y por gravedad, desde la planta potabilizadora hasta los rebombes en la ciudad (aproximadamente 17 km). La edad exacta de las líneas de conducción no se conoce, pero según informa la JUMAPAM es de por lo menos 30 años, sí se considera que la vida útil de esas líneas es de 50 a 120 años se necesita impartir un programa de mantenimiento preventivo y su remplazo eventual para garantizar el abasto de los tanques de distribución.

Dentro de la ciudad se encuentran aproximadamente 4.7 km de líneas de conducción de diámetro de 10" a 30" hechas de acero y A-C.

En general la capacidad del sistema de conducción de agua de la ciudad de Mazatlán es suficiente para atender la demanda diaria promedio, pero en algunos casos no es suficiente para atender a la demanda máxima y como resultado algunos tanques de almacenamiento no pueden suministrar a algunas zonas.

La configuración del sistema de conducción, regulación y distribución no es eficiente y se debe planear para eliminar importantes capacidades de bombeo, por ende disminuyendo los costos operativos especialmente de energía eléctrica. Se deberá de llevar a cabo un estudio integral para el análisis completo de la ciudad y así prever soluciones más efectivas para la conducción, distribución y regulación del agua.

6.3.3. Infraestructura de distribución

En el sistema urbano de Mazatlán la longitud de redes de distribución es 1,149 km, su composición es de varios diámetros y materiales; el 42.16% es de 2" a 3", el 38.56% es de 4" a 8", el 11.06% es de 10" a 18", y el resto el 8.22% son de 20" a 42" (JUMAPAM, 2015). Generalmente las tuberías más antiguas son de asbesto-cemento y las más recientes son de PVC; las redes más antiguas se encuentran en el centro histórico de la ciudad donde se puede encontrar tuberías de hierro y fontanería de plomo, las cuales pueden ser dañinas para la salud. Típicamente la vida útil de asbesto-cemento es de 30 a 60 años, el PVC tiene una vida útil de 50 a 80 años, y el fierro puede tener una vida útil de más de 100 años pero generalmente necesita rehabilitación antes del fin de su vida útil.

Para facilitar el manejo y la operación del sistema de distribución del agua potable de la ciudad, las autoridades de la JUMAPAM decidieron dividir la zona urbana en cuatro distritos:

1. Distrito Central, que incluye a la zona centro de la ciudad y que es la red con mayor antigüedad.
2. Distrito Playas, que cubre el poniente de la ciudad, incluida la zona hotelera.
3. Distrito Valles del Ejido, al norte de la ciudad, que contiene las zonas de reciente crecimiento con viviendas de interés social.
4. Distrito Flores Magón, también con mucha antigüedad en el sur de la ciudad y donde también se tienen crecimientos de viviendas de interés social.

Asimismo, resulta necesario indicar que la división por distritos del sistema de abastecimiento de agua potable de la ciudad de Mazatlán no significa que la red de distribución se encuentre hidráulicamente sectorizada, es decir, dividida por sectores hidráulicos independientes unos de otros en los que existan sistemas de macro-medición, control de presiones, balances hidráulicos que permitan detectar la evolución de fugas y consumos clandestinos en cada uno de estos sectores, sino por el contrario, sólo es una división administrativa.

A continuación se presenta un resumen de la problemática en los Distritos de la distribución del agua, con base a información proporcionada por la JUMAPAM, 2015.

En el periodo de enero a noviembre de 2014 se atendieron a 13,077 fugas de las cuales el 26.6% (3,478 fugas) se reportaron en el Distrito I, en el Distrito II se registraron el 21.5% de las fugas (2,813), las fugas atendidas en el Distrito III representaron el 18.1% (2,372) del total, y el Distrito IV Flores Magón es que el que tiene más problemas de fugas en la ciudad con el 33.8% (4,414) de todas las fugas, posiblemente debido a variaciones extremas en la presión, los materiales o instalación inadecuada y/o la antigüedad de la red.

En cuanto al tipo de fuga, 3,590 fugas (27.45% de las fugas atendidas) fueron en el medidor de agua y se repararon 9,487 fugas en la red de distribución, lo cual representa el 72.55% del total. Según JUMAPAM el nivel de servicio es reparar las fugas en 48 horas, las mejores prácticas son reparar las fugas mayores en 2 horas y las menores en 4 horas. Se recomienda que la JUMAPAM investigue la posibilidad de atender a las fugas en menor tiempo, de esta manera se pudiera disminuir el volumen de agua perdido del sistema; ésta consideración debe de tomar en cuenta el costo beneficio pues disminuir el tiempo de reparación implica proveer recursos adicionales. El alto nivel de fugas es un indicador de que una parte significativa de la red de agua potable es antigua y ha cumplido su vida útil; también la falta de gestión de la presión propiciando fugas.

Otros problemas identificados incluyen: los diámetros de las líneas primarias en algunos sectores son insuficientes, la falta de sectorización de la red, y existen bajas presiones en las zonas más alejadas de los tanques.

Por lo anterior es prioritario para el municipio un plan que incluya la renovación y ampliación de todo el sistema de agua potable, alcantarillado y saneamiento en forma integral por etapas iniciado con la red de mayor antigüedad y considerando el crecimiento urbano que realmente requiera el servicio.

6.3.4. Equipos de bombeo

El sistema de abastecimiento de agua potable de Mazatlán depende esencialmente de las estaciones de bombeo que permiten enviar el agua desde los puntos de captación hacia la planta potabilizadora, de ahí por gravedad hasta las estaciones de bombeo que envían el agua hasta los tanques de regulación y que también alimentan la red de distribución. Ésta configuración es debido a las elevaciones de la ciudad de entre los 3 y 50 msnm, por lo tanto se necesita el rebombeo para abastecer las zonas elevadas.

A continuación se ofrece un resumen de los sistemas según su función. Se puede apreciar que en total el sistema depende de 80 bombas con altos costos de energía, de ahí unos de los beneficios de reducir la demanda es la disminución de los gastos de energía, pues al consumir menos agua se gasta menos energía. Además el proceso de potabilización, el alcantarillado que cuenta con XX bombas y el tratamiento del agua residual también usan una gran cantidad de energía, lo que implica una disminución de los costos operativos al consumir menos agua.

6.3.4.1 . Bombeo para la captación

El sistema de pozos El Pozole cuenta con 14 bombas: una (1) bomba de 75 hp del año 2008; en el 2009 se instaló una (1) bomba de 100 hp; existen 2 bombas de

75 hp y 5 bombas de 100 hp del 2010; y 3 bombas de 40 hp y 2 bombas de 100hp del 2011.

El sistema de pozos San Francisquito cuenta con 15 bombas: una (1) bomba de 100 hp del año 2003; una (1) bomba de 100 hp del año 2007; en el 2010 se instalaron 2 bombas de 75 hp, 4 bombas de 100 hp, y 2 bombas de 125 hp; en el 2011 se instalaron 2 bombas de 100 hp, y una (1) bomba de 125 hp; una (1) bomba de 100 hp se puso en marcha el 2012; y para concluir existe una (1) bomba de 125 hp del 2013.

Para la captación de agua superficial se utilizan 3 bombas de 300 hp del 2011 y 2 bombas de 100 hp del 2014.

6.3.4.2 . Bombeo en la planta potabilizadora

Para el rebombeo de agua de pozos en la planta potabilizadora se utilizan 4 bombas de 250 hp que se instalaron en 2008.

6.3.4.3. Rebombeo en la red de distribución

Existen 6 estaciones principales de rebombeo con 23 bombas, cuyas características se resumen en el Cuadro 6.4 y otros 21 rebombes de menor capacidad que sirven para dar servicio puntual a zonas elevadas.

Las dos estaciones más importantes son Loma Atravesada y Flores Magón que reciben gran cantidad del caudal suministrado a la ciudad. La estación Loma Atravesada cuenta con un cárcamo de 1,500 m³, la edad es más de 40 años; y la estación Flores Magón cuenta con un cárcamo de 800 m³, su antigüedad es más de 25 años.

Cuadro 6.4. Rebombes en la Ciudad de Mazatlán

Nombre	Gasto (lps)	Equipo	Zona de influencia
Loma Atravesada	790.16	6 bombas de 200 hp	Sur (centro)
Flores Magón	712.22	2 bombas de 200 hp, 1 de 125 hp y 1 de 100 hp	Noroeste
Balcón de las Flores	48.6	2 bombas de 30 hp	Noroeste
Valles del Ejido	88.3	2 bombas	Norte y poniente
San Francisco	14.98	4 bombas de 7.5 hp	Norte-centro
Pacífico	101.98	5 bombas de 30 hp	Noroeste

Fuente. JUMAPAM, 2015.

En general la operación es manual y se opera como respuesta a la demanda, lo cual implica altos costos operativos de personal de la JUMAPAM más el gasto del traslado en vehículos para atender a las estaciones de bombeo; además no se puede atender a la demanda en el sistema inmediatamente lo que conlleva a un riesgo de no dar continuidad al servicio de agua potable. Se recomienda la instalación de telemetría y sistemas de control remoto, preferiblemente en un centro de operaciones.

El sedimento en las zonas de captación de los pozos y en el agua rodada deteriora rápidamente el equipo de bombeo.

Aparentemente no existe un programa de planificación para el sistema de bombeo que incluya la gestión de activos, la cual abarca la gestión del ciclo de vida: mantenimiento reactivo y preventivo, rehabilitación, remplazo, control y seguimiento de la eficacia y la eficiencia del bombeo de agua potable en Mazatlán.

6.3.5. Macromedición y micromedición

La macromedición fiable de las fuentes de agua, de los caudales procesados en la planta potabilizadora y en la red de conducción y distribución es esencial para la gestión de la infraestructura, para el control de las pérdidas y fugas y ante todo para asegurar la calidad del servicio al consumidor. Además la macromedición sirve para demostrar el cumplimiento con los derechos de extracción otorgados por CONAGUA y para asegurar que los acuíferos no se sobre-exploten.

En respecto a las fuentes en el Sistema de Pozos El Pozole de los 6 pozos en operación 5 cuentan con macromedición (83.3%), de los 172.65 lps extraídos se miden 149.6 lps; y en el Sistema de Pozos San Francisquito se miden los caudales en 8 de los 15 (57.1%) pozos en operación; de los 432.59 lps extraídos se contabilizan 305.87 lps. En total en el sistema de pozos la macromedición es el 65% y con respecto al gasto de las fuentes se miden 305.87 lps de los 432.59 extraídos, o sea el 70.7% del gasto. En relación al agua superficial se mide al 100% del caudal de 1235.7 lps.

Al sumar los datos se puede concluir que la cobertura de macromedición de todas las fuentes es 66.6% y se mide el 91.8% del caudal.

No se conoce si existe macromedición del resto del sistema.

Es necesario instalar macromedición permanente y que cumpla los requerimientos de la norma en todos los ingresos y egresos de agua en el sistema de agua potable, con objeto de tener los elementos necesarios para realizar el balance hidráulico general del sistema, como en forma particular que permita llevar un control adecuado de operación y eficiencia. Se recomienda la instalación de horómetros para calcular y llevar un control de las eficiencias de los equipos de bombeo y además sirven para controlar las intervenciones de mantenimiento preventivo.

Es importante contar con macromedición en las estaciones de bombeo y a las salidas de los tanques de regulación para poder definir con precisión cuánta agua y hacia dónde se envía. Esto ayudará a tener un control más preciso de la ubicación de pérdidas y así obtener ahorros significativos.

Según la información de la JUMAPAM se determinó una cobertura de micromedición total del 99.2% en el sistema urbano de la ciudad de Mazatlán.

No se conoce que la cobertura de macromedición y micromedición en los sistemas foráneos, y es probable que exista una gran deficiencia en éstos sistemas, pues por lo que se entiende muchos consumidores en esas zonas cuentan con tarifas fijas.

6.3.6. Recomendaciones para la planificación de la infraestructura de agua potable

No se cuenta con información detallada de material, ni de condición, ni de rendimiento, ni de antigüedad de las líneas de conducción o de la infraestructura. Se recomienda aplicar la metodología de la gestión de activos para evaluar el estado de conservación y mantenimiento en que se encuentra toda la infraestructura, al igual que el diseño de programas de mantenimiento (reactivo y activo) y de remplazo de la infraestructura.

Se deberá de llevar a cabo un análisis hidráulico integral con la proyección de la demanda y las necesidades futuras de la ciudad para poder definir si la infraestructura existente es suficiente para el horizonte de planeación.

Sectorización hidráulica de la red de distribución, lo cual requiere un proyecto ejecutivo que contemple en forma integral el funcionamiento de ésta última. Dicha sectorización debe incluir la capacidad y condición de los tanques de distribución, las líneas de conducción, las bombas, las líneas de distribución, y la aportación de las fuentes de captación para las condiciones actuales de demanda durante todo el horizonte de planeación (año 2035), de tal manera que cada sector opere eficientemente desde el punto de vista hidráulico.

6.3.7. Sistemas foráneos

La JUMAPAM también presta servicios de agua potable, alcantarillado y saneamiento en las "zonas urbanas" en las localidades de Villa Unión, El Walamo y El Roble con una población al 2010 de 19,116 habitantes, y en la "zona rural" a 21,930 personas, en total representan el 9.36% de la población del municipio.

En Villa Unión en el 2013, la cobertura de agua potable fue el 96% y la dotación fue 243 l.h.d., se produjeron y potabilizaron 62 lps y la cobertura de micromedición fue 91.4%; la cobertura de alcantarillado fue 90% y cuenta

con 2 PTAR con una capacidad instalada de 46 lps, ver Cuadro 6.6. En El Roble se reporta una cobertura de agua potable del 95%, una dotación de 346 l.h.d., la cobertura de micromedición de 69%, la cobertura de alcantarillado es 82% y cuenta con una PTAR con una capacidad instalada de 3 lps (CONAGUA, 2014).

Según las estadísticas de INEGI, 2015, solo la localidad Mármol de Salcido (Mármol) con una población de 718 personas no dispone de la red de agua potable. Por otro lado 16,964 habitantes no disponen de una red de alcantarillado, notablemente en Barrón (población de 1,792), El Quelite (población de 1,733), Escamillas (población de 1,083), y San Francisquito (población de 820).

6.3.8. Infraestructura de drenaje, recolección, tratamiento y reutilización de aguas residuales

La cobertura de alcantarillado y saneamiento en el sistema urbano ha evolucionado notablemente, en el año 1990 la cobertura era el 82.52%, para el 2000 era 91.23%, y en el 2010 fue el 96.85% (INEGI, 2010). Los consumidores del tipo doméstico constituyen el 92.5% del Padrón (los de tipo popular representan el 50.7% y los residenciales el 41.8%), los consumidores de tipo comercial son el 6.0%, el tipo industrial representa el 0.9% y el público el 0.6% de las conexiones a la red de alcantarillado (JUMAPAM, 2014).

El sistema de alcantarillado y drenaje de la ciudad de Mazatlán se basa principalmente en funcionamiento por gravedad, partiendo desde los puntos más altos a eso de 60 msnm hacia la planicie costera al nivel del mar. El sistema consiste en la red primaria, la red de atarjeas, 19 cárcamos de agua residual que trabajan por bombeo y que sirven para conducir las aguas residuales hasta 6 plantas de tratamiento de aguas residuales: El Crestón, Urías, Norponiente, Cerritos, El Castillo y Santa Fe. Las cuencas de drenaje se delimitan de acuerdo con la planta de tratamiento que da servicio a la cuenca y de ahí se establecen zonas de gestión por subsistemas, las cuales se muestran en la Figura 6.2.

Respecto a la red de alcantarillado, JUMAPAM dispone de un plano en medio electrónico de la red, el cual tiene información para menos del 30% de la zona urbana, por lo que se dificulta hacer un diagnóstico fiable de la red.

Se estima que la red primaria consiste en aproximadamente 115 km de tubería, con diámetros desde 25 cm a 152 cm. Las tuberías en la red de atarjeas tienen un diámetro de 20 cm a 38 cm, los diámetros mayores a 25 cm conforman subcolectores y colectores; no se conoce la longitud de ésta red. Los materiales de las tuberías son principalmente de concreto en el centro, poniente y el sur; por otro lado en la parte norte y oriente, las cuales son zonas de más reciente construcción, las tuberías son de PVC y PEAD.

De manera general existen tres problemas principales con la red de alcantarillo. En el centro histórico de la ciudad las tuberías tienen gran

antigüedad, posiblemente mayor a 80 años, y se necesita impartir un programa de remplazado en el corto plazo para asegurar la continuidad del servicio. La red en las partes más bajas de la ciudad, y localizadas en la planicie de inundación natural (es decir antes de que el suelo se modificara para el desarrollo urbano), es vulnerable a la infiltración del agua subterránea debido a la poca profundidad de los niveles freáticos lo que aumenta los caudales en la red y como consecuencia se incrementa la probabilidad de desbordamientos de la red y la sobrecarga de las plantas de tratamiento.

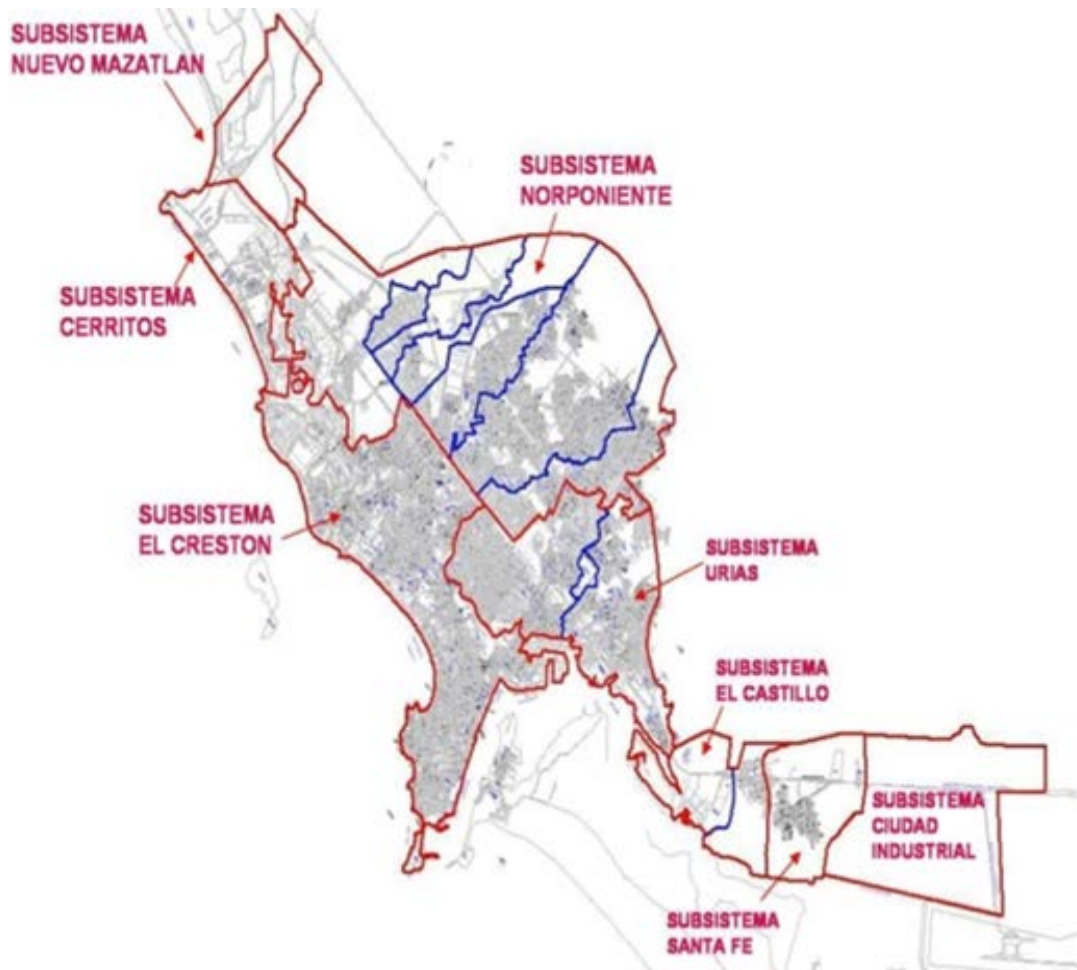


Figura 6.2. Subsistemas de drenaje en la ciudad de Mazatlán

Fuente. JUMAPAM, 2015.

Otro problema importante para la JUMAPAM es la atención al azolvamiento de drenaje tapado, posiblemente causado por la edad, la condición de las tuberías y la falta de conciencia por los ciudadanos. Según JUMAPAM, 2015 en el periodo de enero a noviembre del año 2014, se atendieron a 7,905 reportes de drenaje tapado, distribuidos de la siguiente manera:

1. Distrito Central. 3,068 reportes, el 38.8% del total.

2. Sector Playas. 1,875 reportes, el 23.7% del total.
3. Sector Valles. 866 reportes, el 11.0% del total.
4. Sector Magón. 2,096 reportes, el 26.5% del total

Se puede deducir que existe una correlación entre la antigüedad y la condición de la red, especialmente en el Distrito Central.

Para concentrar los caudales que escurren se dispone de 19 cárcamos de bombeo, ubicados para atender a los subsistemas de drenaje, los cuales bombean el agua residual hacia las 6 plantas de tratamiento. Los cárcamos más importantes son los siguientes:

- Cárcamo 7 Sur con un gasto máximo de 1,079 lps que descarga a la PTAR El Crestón.
- Cárcamo 2 Oriente que descarga hasta 261 lps a la PTAR Urías
- Cárcamo Cerritos con un gasto máximo de 25 lps que descarga a la PTAR Cerritos.
- Cárcamo Atlántico, el cual tiene un gasto máximo de 241 lps y descarga a la PTAR Norponiente

El saneamiento de la ciudad de Mazatlán se lleva a cabo con seis plantas de tratamiento de agua residual (PTAR), las tres más importantes son El Crestón, Norponiente y Urías; las características de las PTAR se muestran en el Cuadro 6.5.

Cuadro 6.5. Características de las PTAR en la Ciudad de Mazatlán

Nombre de la planta	Proceso	Capacidad instalada (l/s)	Caudal tratado (l/s)	Cuerpo receptor	Observaciones
El Crestón	Dual. Biofiltros y lodos activados.	600	470	Océano Pacífico	Rehabilitada-ampliada en 1997- 2001. Emisor submarino para descarga aguas tratadas
Urías	Lodos Activados	220	170	Estero Urías	Inició operación en 2013
Norponiente	Lodos Activados	400	280	Arroyo Los Hediondos	Inició operación en 2012
Cerritos	Lodos Activados	20	15	Estero Sábalo	Inició operación en 2003
El Castillo	Lodos Activados	8.9	3	Arroyo-Estero de Urías	Inició operación en 2001
Santa Fe	Lodos Activados	50	50		Inició operación en 2008
El Cid I	Lodos Activados	20	20	Áreas verdes Hotel El Cid	reúso de agua residual
El Cid II	Lodos Activados	40	40	Áreas verdes Hotel El Cid	reúso de agua residual
Total		1,298.9	988		

Fuente. CONAGUA, 2015 y JUMAPAM, 2015

También existen siete PTAR en los sistemas foráneos que dan servicio a 21,370 personas, lo cual representa el 52.06% de los habitantes en éstas zonas, ver el Cuadro 6.6. De acuerdo con el Inventario Nacional de Plantas Municipales de Potabilización y de Tratamiento de Aguas Residuales en Operación. Diciembre 2014 (CONAGUA, 2015), las localidades de El Walamo, población 3,085 y El Roble población 2,627 no cuentan con una PTAR; pero en el Libro Situación del Subsector Agua Potable, Drenaje y Saneamiento, edición 2014 (CONAGUA, 2015), se menciona que El Roble cuenta con una PTAR.

Cuadro 6.6. PTAR en sistemas foráneos

Localidad	Población 2010	Nombre de la planta	Proceso	Capacidad instalada (l/s)	Caudal tratado (l/s)	Cuerpo receptor	Año que inició operación
Villa Unión	13,404	Villa Unión	Lodos Activados	46	30	Arroyo La Salvia	2013
El Castillo	2,208	El Castillo	Lodos Activados	8.9	3	Arroyo-Estero de Urias	2001
El Habal	1,144	El Habal	Fosa Séptica + Wetland	2.8	2.6	Arroyo El Habal	2006
El Quelite	1,733	El Quelite	Fosa Séptica + Wetland	4	0.5	Río Quelite	2013
El Recodo	623	El Recodo	Fosa Séptica + Wetland	1.8	1.5	Río Presidio	2008
La Noria de San Antonio (La Noria)	1,220	La Noria	Fosa Séptica + Wetland	2.7	1.8	Arroyo La Noria	2006
Siqueros	1,038	Siqueros	Fosa Séptica + Wetland	2.5	2.3	Río Presidio	2006
Total	21,370			68.7	41.7		

Fuente. CONAGUA, 2015

El sector privado opera 34 plantas de giro industrial (2 acuícolas, 6 alimentos, 2 bebidas, 1 eléctrica, 1 maquiladora y 20 servicios), las cuales 7 tienen tratamiento primario y 27 secundario con un gasto instalado total de 497.839 l/s (CONAGUA, 2015).

6.3.9. Infraestructura de drenaje, recolección, tratamiento y cosecha de agua de pluvial

Prácticamente no existe ninguna infraestructura para la gestión pluvial. La falta de una infraestructura adecuada para el desalojo rápido del agua de lluvias de la ciudad, esto se deriva principalmente a que muchas de las colonias de esta ciudad se construyeron en zonas que antes eran zonas de esteros y/o lagunas. Las propiedades en lo general descargan el agua pluvial a

las vialidades causando inundación o en otros casos al alcantarillado (por medio de conexiones clandestinas) que funciona como un sistema combinado causando desbordamientos de esta red y riesgos para la salud pública.

Existen algunos canales, principalmente a cielo abierto, para la recolección de agua pluvial. El drenaje de agua pluvial depende de los arroyos a lo largo de la ciudad entre los que destacan El Seminario, Jabalines, Campestre y Urías. El ciclo hidrológico natural de la Ciudad de Mazatlán ha sido modificado significativamente por la transformación del Estero El Sábalo, el Estero El Infiernillo y las lagunas costeras; su modificación para el desarrollo de la ciudad ha disminuido su capacidad de regulación de las aguas pluviales aumentando el riesgo de inundación y afectando sus valores ecológicos.

El exceso de agua pluvial que se inyecta al drenaje ocasiona el colapso de algunas tuberías en la red de colectores debido a la falta de conciencia de algunas personas y empresas que sigue conectando sus descargas pluviales a la red de drenaje sanitario, lo que genera que las aguas residuales se desbordan en varios puntos de la ciudad, debido a que traslada un excedente de agua, tanto doméstica como pluvial.

Al no contar con drenaje pluvial, existe una costumbre de que en cuanto empieza a llover los habitantes levantan la tapa de los pozos de visita para que por ahí desfogue el agua lo que hace que entre muchísimo líquido y basura al sistema sanitario, lo que llega a atascar las bombas. El exceso de agua y la basura pueden dañar la infraestructura, necesitando el azolvamiento de drenaje tapado; en algunos casos pueden impedir el tratamiento de las aguas residuales en las plantas de tratamiento.

Se necesita impulsar una conciencia ciudadana para que la población no conecte el agua pluvial al alcantarillado y las que ya están irregulares se debe procurar desconectarlos, y también para evitar la descarga de residuos sólidos, grasas y aceites a la red de agua residual.

No existe tratamiento de la escorrentía generada por el agua pluvial, la cual ésta altamente contaminada; ni se practica la cosecha de lluvia.

6.4. Producción histórica de agua

Las estadísticas con la descripción de la cantidad histórica de agua que se ha producido de 2005 a 2014 en Mazatlán se muestran en el Cuadro 6.7 y en la Gráfica 6.1. Se puede observar el aumento en la producción debido al crecimiento poblacional, no obstante la dotación ha aumentado de manera desproporcional posiblemente por que las pérdidas aumentaron en este periodo, el incremento en la población atendida fue 13.96% pero la producción aumentó el 34.94%. Cabe aclarar que se ha hecho un ajuste a la población servida para incluir todo el "sistema urbano".

En el Cuadro 6.1 anterior se puede observar la dependencia del suministro de las fuentes superficiales, ya que las fuentes subterráneas mantienen una

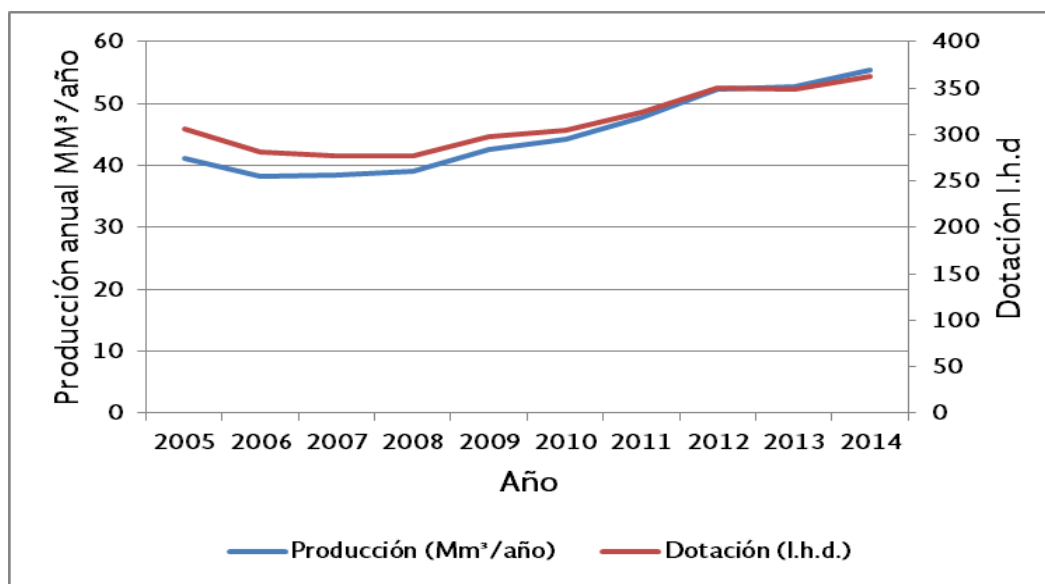
tendencia decreciente en la extracción de agua anual. Esto quizás se deba a la disminución de los mantos freáticos por sobreexplotación, o a las recargas del acuífero que han sido insuficientes. Este impacto también se relaciona con la variación espacial y temporal del régimen pluviométrico. Además, las altas concentraciones de arenas, fierro y manganeso disminuyen las extracciones subterráneas por el aumento del costo de tratamiento.

Cuadro 6.7. Producción histórica de agua en el sistema urbano de agua potable de Mazatlán.

Año	Producción anual (Mm ³ /año)	Estimación de pérdida de agua en la red (Mm ³ /año)	Total de agua suministrada (Mm ³ /año)	Cambio anual en la producción %	Dotación l/hab/día
2005	41.091	12.941	28.151		306.3
2006	38.285	9.965	28.319	-6.83	280.6
2007	38.379	9.167	29.212	0.25	276.6
2008	39.105	9.963	29.142	1.89	277.3
2009	42.700	14.522	28.178	9.19	297.9
2010	44.277	17.065	27.211	3.69	304.0
2011	47.761	20.559	27.202	7.87	323.7
2012	52.319	24.804	27.515	9.54	350.0
2013	52.655	25.245	27.409	0.64	348.2
2014	55.449	26.839	28.610	5.31	362.7
Promedio	45.202	17.107	28.095	3.51	312.7

Fuente. Elaboración propia con base a CONAGUA 2006 a 2012 y JUMAPAM 2015.

Gráfica 6.1. Producción de agua y dotación anual en el sistema urbano



6.5. Calidad del servicio

Para evaluar la calidad del servicio se considera la calidad del agua, la presión y la continuidad.

De acuerdo con la información provista por la JUMAPAM los parámetros físico-químicos del influente y efluente de las plantas potabilizadoras cumplen satisfactoriamente con los parámetros de la norma de agua potable (NOM-127-SSA1-1994). Con todo eso, es importante conocer la calidad de agua en el punto de suministro al consumidor (la toma) pues la calidad del agua deteriora en la red de agua potable. No se conoce si es así y por lo tanto se recomienda que se desarrolle un programa de monitoreo de la calidad del agua en el punto de suministro.

La presión varía en la red según la condición de la red, la presión de bombeo, la elevación y presenta un patrón diario, durante el día la presión baja por el consumo y aumenta en la noche cuando el consumo es mínimo. A nivel internacional se recomienda una presión mínima de 2.5 kg/cm² para asegurar un suministro adecuado y para combatir incendios.

El criterio de operación en la red de distribución de la JUMAPAM es mantener la presión entre 1.0 y 1.2 kg/cm². Se reporta el descenso de las presiones en las partes más elevadas del sistema urbano sobre todo en los horarios de máxima demanda, asimismo se reporta un suministro con presiones muy bajas en el extremo noreste de la red, por ser la parte más alejada de la ciudad respecto a los puntos de alimentación de las redes de distribución.

En cuanto a la continuidad el servicio es de 24 horas diarias, 365 días del año, no se pudo obtener información de la frecuencia de cortes de servicio y la duración que tienen.

7. EVALUACIÓN DE LA DEMANDA/CONSUMO DE AGUA

7.1. Cobertura del servicio de agua

Según el Censo de Población y Vivienda 2010 el total de viviendas que existen en el municipio son 122,383, con un promedio de 3.60 habitantes por vivienda habitada; de éstas 120,895 disponen de energía eléctrica, 115,958 disponen de agua entubada (el 94.8% de las viviendas), y 117,702 disponen de drenaje (el 96.2 % de las viviendas). Según las estadísticas de CONAGUA, 2014, la cobertura de agua potable es 97% y la cobertura de alcantarillado y saneamiento es el 92%.

La evolución de la cobertura de agua potable y alcantarillado está dada por los datos en el Cuadro 7.1 y se puede concluir que la ciudad de Mazatlán tiene una buena cobertura en términos de agua potable y alcantarillado.

Cuadro 7.1. Cobertura del servicio de agua potable y alcantarillado en la ciudad de Mazatlán.

Año	Población	Volumen Facturado (Mm ³)	Cobertura de agua potable (%)	Cobertura de alcantarillado (%)
2005	367,538	28.151	98	90
2006	373,825	28.319	n.d.	88
2007	380,113	29.212	97	91
2008	386,400	29.142	97	92
2009	392,688	28.178	n.d.	98
2010	398,975	27.211	97	92
2011	404,246	27.202	98	93
2012	409,488	27.515	97	92
2013	414,311	27.409	97	92
2014	418,853	28.610	97	92

Fuente: Elaboración propia con base a CONAGUA, 2007 a 2010 y JUMAPAM, 2015.

En el Cuadro 7.2 se muestra la evolución de la cobertura de agua potable y alcantarillado en el municipio según los Censos de 1995, 2000, 2005 y 2010; se puede observar el gran avance en la cobertura, y especialmente en la cobertura de alcantarillado.

La estadística del número de viviendas particulares habitadas que disponen de lavadora puede ser un indicador de un factor que impulsa la demanda, pues una lavadora normal puede usar de 150 a 170 litros por lavado, pero una ahorradora puede usar tan solo de 55 a 90 litros por lavado.

Por ejemplo, suponiendo que en una vivienda se realizan 6 lavados por semana con base a los datos del Censo 2010 se consumirían 4.69 Mm³/año, pero con una lavadora ahorradora se consumirían 2.12 Mm³/año, lo cual significa un ahorro de 2.57 Mm³/año; si todas las lavadoras fueran eficientes esta reducción en el consumo sería suficiente para abastecer a 46,885 personas con 150 lhd.

Cuadro 7.2. Cobertura del servicio de agua potable y alcantarillado en el municipio de Mazatlán

Año	Viviendas particulares habitadas	Disponen de agua de la red pública		Disponen de drenaje		Disponen de lavadora	
		Número	%	Número	%	Número	%
1995	83,339	77,861	93.43	72,313	86.77	ND	
2000	93,644	87,170	93.09	83,111	88.75	64,787	69.18
2005	103,534	99,710	96.31	99,185	95.80	79,768	77.05
2010	121,985	115,958	95.06	117,702	96.49	94,028	77.08

Fuente: Elaboración propia con base a INEGI, 2010.

7.2. Padrón y tipos de usuarios

Los usuarios generalmente se dividen en cuatro grandes tipos: Residencial o doméstico, público/gubernamental, comercial e industrial.

Residencial o doméstico: Se refiere al usuario en casa habitación. La gran mayoría de los usuarios pertenecen a este grupo, por lo general son aproximadamente el 95% de las tomas.

El agua en el interior de las viviendas se gasta en los siguientes rubros, ver el Cuadro 7.3, donde se puede observar que la mayor parte del agua potable que se suministra a las viviendas no es para usos consuntivos y se pudiera sustituir por agua no potable, por ejemplo agua procedente de la lluvia.

Cuadro 7.3. Principales usos del agua en las viviendas

Uso	% del uso domestico
Excusados	26%
Lavar ropa	21.7%
Regaderas	16.8%
Lavabos	15.7%
Fugas	13.7%
Otros	5.3%

Fuente: AWWA, 1999.

Dos de los principales usos son el agua para excusados y regaderas, los cuales pueden reducir su consumo mediante la instalación de dispositivos ahorradores. Sin embargo, la instalación de estos dispositivos requiere de dos condiciones: primero, que la presión y continuidad del servicio sean adecuados, ya que solo así se obtiene el funcionamiento óptimo de los dispositivos; y segundo, que existan incentivos para que los usuarios lleven a cabo la instalación, los cuales no se podrán aplicar si previamente no existe un monitoreo y cobranza adecuados. También existe un potencial importante en la reducción de consumos mediante la detección y reparación de fugas, pero esto requiere que se tenga una medición efectiva en las viviendas.

Público/Gubernamental: Se refiere a las oficinas de gobierno y a las dependencias gubernamentales. Generalmente a estos usuarios no se les mide ni se les cobra por el uso del agua, lo que hace difícil la cuantificación de su consumo y no genera incentivos para el ahorro. Sin embargo en algunas ciudades se han establecido convenio para el pago del servicio. En este rubro se encuentran dos tipos de usuarios a los cuales hay que tener en muy en cuenta, que son los hospitales, las escuelas del sector público y las estaciones de bomberos, las cuales no pueden carecer de agua ya que esto podría generar problemas de salud y seguridad pública. Una opción para la conservación de agua en estos usuarios es la instalación de dispositivos ahorradores.

Comercial: Se refiere a los usuarios que se dedican a actividades del sector secundario. En este rubro es importante poner atención al abasto de hospitales y escuelas del sector privado, ya que la falta de agua en estos establecimientos, al igual que en los del sector público, pueden ocasionar problemas a la salud pública.

Industrial: Son los usuarios que utilizan el agua como insumo para actividades del sector terciario.

En el Cuadro 7.4 se presenta un resumen del padrón de tomas y se puede deducir que en el 2014, el 93.79% de las tomas eran domésticas, las tomas comerciales

representaban el 4.95% de las tomas, las industriales el 0.72%, y las tomas para servicios eran el 0.54% del total. Si se compara el crecimiento en el número de tomas para el periodo de 2005 a 2014, el cual es el 27.95%, resulta mayor al crecimiento poblacional que fue el 13.96%. Esto se debe en parte a un aumento desproporcional en el número de viviendas con servicio de agua potable, programas de instalación de micromedidores y posiblemente a la actualización del padrón de consumidores.

Cuadro 7.4. Tomas de Agua Potable Registradas según el tipo de consumidor

Año	Tomas de Agua Potable Registradas				
	Domésticas	Comerciales	Industriales	Servicios	Total
2005	105,695	5,630	970	600	112,895
2009	120,182	6,741	1,004	716	128,643
2011	126,176	6,875	1,021	751	134,823
2012	129,375	6,833	1,015	757	137,980
2013	131,555	7,035	1,005	762	140,357
2014	134,749	7,113	1,028	776	143,666

Fuente. CONAGUA, 2006, 2010, 2012, 2013 y 2014, JUMAPAM, 2015

En cuanto a la micromedición se han hecho gran avances en la cobertura pues según las estadísticas de JUMAPAM 2015 la cobertura de micromedición era el 99.75% en el 2014. También se ha disminuido la cantidad de medidores sin lectura o sin funcionar, en el 2005 éstos eran 10,545 micromedidores (el 9.34%), pero en el 2014 eran tan solo 1,849 medidores (el 1.32%). La información con relación a la veracidad y la fiabilidad de los medidores y el sistema de lectura no está disponible, se considera importante recopilar y analizar esta información pues las carencias en la micromedición pueden representar entre el 2% al 5% del consumo de agua.

7.3. Consumo y dotación por tipo de usuario y per cápita

7.3.1. Consumo

En el Cuadro 7.5 y la Gráfica 7.1 se presenta un resumen de un la información presentada por JUMAPAM, 2015 la cual permite establecer la distribución del consumo por usuario.

Se puede observar que el 74.08% del consumo es doméstico aunque las tomas son el 93.79% del total, el sector comercial representa el 4.95% de las tomas pero

consume el 14.24% del consumo anual, los consumidores del sector industrial consumen el 7.54% de toda el agua suministrada a Mazatlán pero son solo el 0.72% de todos los consumidores y el uso en el sector público es importante pues representa el 4.14% del total aunque participa con el 0.54% de todas las tomas.

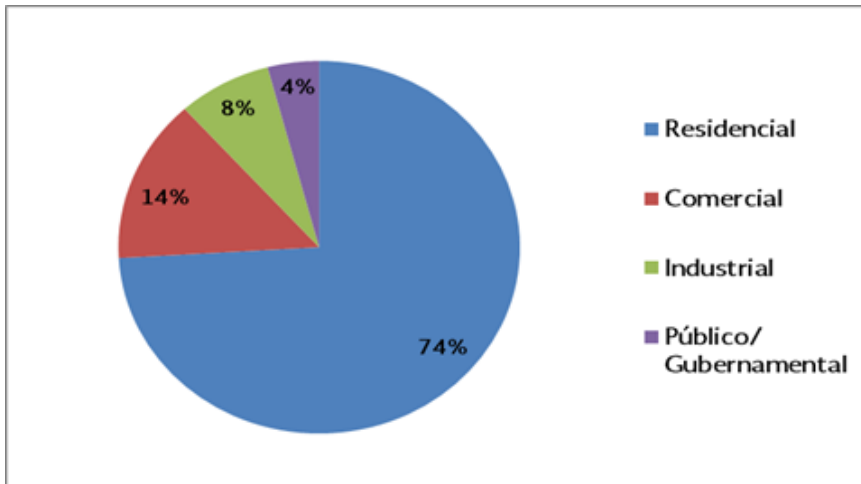
El consumo promedio por toma por sector es: residencial 0.431 m³/día, comercial 1.569 m³/día, industrial 5.749m³/día, y público/ gubernamental 4.187 m³/día. El entendimiento del patrón de consumo, ver la Gráfica 7.1, permite diseñar estrategias para reducir el consumo según el tipo de consumidor, este tema se aborda en más detalle en el Capítulo 10.

Cuadro 7.5. Consumo de agua por tipo de usuario sistema urbano de Mazatlán

Indicador	Tipo de usuario				
	Residencial	Comercial	Industrial	Público/ Gubernamental	Total
Total de tomas	134,749	7,113	1,028	776	143,666
Proporción de las tomas	93.79%	4.95%	0.72%	0.54%	
Tomas con medidor instalado	134,439	7,075	1,028	769	143,311
Tomas con medidor funcionando	133,967	7,058	1,028	765	142,818
Cobertura de micromedición instalada	99.77%	99.47%	100 %	99.10%	99.75%
Cobertura de micromedición funcionando	99.42%	99.23%	100%	98.58%	99.41%
Consumo total (Mm ³ /año)	21.193	4.074	2.157	1.186	28.610
Proporción del consumo total	74.08%	14.24%	7.54%	4.14%	
Consumo por toma m ³ /día	0.431	1.569	5.749	4.187	

Fuente. JUMAPAM, 2015.

Gráfica 7.1. Proporción del consumo de agua en el sistema urbano de Mazatlán



Fuente. JUMAPAM, 2015.

7.3.2. Principales consumidores

7.3.2.1. Hoteles y moteles en la ciudad

De acuerdo con SECTUR Sinaloa (2012), la oferta de hospedaje de Mazatlán está integrada por 11,235 cuartos (ver Cuadro 7.6), distribuidos en instalaciones de alojamiento que clasifican desde el tradicional criterio de 5 estrellas hasta algunas sin categorización. Además existen los espacios contemplados para turistas de caravana (Trailer Park); se observa un crecimiento a 10,705 cuartos en 2012 y con una tendencia de crecimiento del 2.03% promedio anual en el período 2005-2012.

Cuadro 7.6. Oferta hotelera en Mazatlán al 31 de diciembre de 2012

Categoría	Hoteles	Cuartos/espacios
5	23	4,317
4	35	2,837
3	27	1,132
2	20	734
1	15	437
Sin clasificación	33	649
Clase Económica	17	601
Trailer Park	9	528
Total	179	11,235

Fuente. SECTUR, 2012.

La ocupación hotelera a partir del 2005 y hasta el 2008 se mantuvo por arriba del 53%, desde 2009, se comienza a ver una ligera caída en el factor de ocupación llegando al 52.9% en 2012, sin embargo se estima un incremento, alcanzando un 54.6% en 2013. De los 179 hoteles que presentan sus servicios en el destino turístico, 85 corresponden a 3, 4 y 5 estrellas, lo que representa un 47% de alojamientos que cumplen con estándares internacionales.

Entre los consumidores comerciales destacan los hoteles con 170 tomas (el 2.3% de las tomas comerciales) pero que consumen 1.71 Mm³/año, según el volumen facturado el cual representa el 41.91% del consumo comercial y el 5.97% del consumo total del sistema. Otro factor importante es las pérdidas aparentes por el consumo hotelero no facturado, en un estudio realizado para la JUMAPAM, 2014 se estimó que solo se factura el 44.35 % del consumo, lo cual implica que el consumo real en los hoteles puede ser por lo menos 3.86 Mm³/año.

Se recomienda que la JUMAPAM implemente un programa específico para disminuir el agua no contabilizada y la gestión de la demanda en los hoteles y moteles.

7.3.2.2. Sector comercial

En el Cuadro 7.7 se presenta un resumen de los principales consumidores del sector comercial, los cuales consumen 1.27 Mm³/año, el 31.17% del total del sector comercial. Todos se abastecen de agua de la red, el suministro de agua

es confiable, no reutilizan o tratan el agua, y no cuentan con fuentes alternas de agua en caso de restricciones.

Cuadro 7.7. Principales consumidores del sector comercial

Nombre o Razón Social del Consumidor	Consumo anual de agua (Mm ³ /año)
Pescados Industrializados S. A. De C.V.	0.452
Cervecería Del Pacifico S De R.L. De C.V	0.183
Cervecería Del Pacifico S De R.L. De C.V	0.181
Maz Industrial S.A. De C.V.	0.111
Industrias Marino,S.A De C.V.	0.085
Productos Manuel Jose, S.A. De C.V.	0.068
Pescados Industrializados S.A De C.V.	0.063
Comisión Federal De Electricidad	0.062
Alimentos Kay S.A. De C.V.	0.038
Pinsa Congelados, S.A De C.V	0.028
Total sector comercial	1.270

Fuente. JUMAPAM, 2015.

7.3.2.3. Sector industrial

En el Cuadro 7.8 se presenta un resumen de los principales consumidores del sector industrial, los cuales consumen 0.973 Mm³/año, el 45.11 % del total de éste sector.

Todos se abastecen de agua de la red, el suministro de agua es confiable, no reutilizan o tratan el agua, y no cuentan con fuentes alternas de agua en caso de restricciones.

Cuadro 7.8. Principales consumidores del sector industrial

Nombre o Razón Social del Consumidor	Consumo anual de agua (Mm ³ /año)
Blazki S.A. De C.V.	0.249
Solar Chaca S. A. De C.V.	0.246
Hielera Paraíso S.A. De C.V.	0.151
Operadora El Jucamo, S. De R. L. De C.V	0.062
Sábalo Mazatlán. A.	0.062
Operadora Vacacional Las Torres S.A.C.V.	0.060
Chicos De Playa Club, S.A. De C.V.	0.045
Ecopacific Foods S.A. De C.V.	0.045
Fomento Turístico Mazatlán	0.044

Const. Y Mat. Playa Sábalo S.A.	0.009
Total sector industrial	0.973

Fuente. JUMAPAM, 2015.

7.3.2.4. Sector público/gubernamental

En el Cuadro 7.9 se presenta un resumen de los principales consumidores del sector público/gubernamental, los cuales consumen 0.511 Mm³/año, el 43.09% del total.

Todos se abastecen de agua de la red, el suministro de agua es confiable, no reutilizan o tratan el agua, y no cuentan con fuentes alternas de agua en caso de restricciones.

Cuadro 7.9. Principales consumidores del sector público/gubernamental

Nombre o Razón Social del Consumidor	Consumo anual de agua (Mm ³ /año)
Cerezo Mazatlán Sinaloa	0.129
Municipio De Mazatlán	0.073
Sdn 8vo.Batallon Inf.(T.G.3")Iii Reg.Mil	0.064
Instituto Mexicano Del Seguro Social	0.054
Municipio De Mazatlán (Unidad Deportiva)	0.045
Jumapam Planta Tratadora De Aguas Negras	0.044
Sdn Prision Militar Iii Reg. Mil.	0.034
Sdn Alberca Iii Región Militar	0.026
Asher Medical S.A. De C.V.	0.025
Municipio De Mazatlán	0.016
Total sector público/gubernamental	0.511

Fuente. JUMAPAM, 2015.

7.3.3. Dotación

La dotación es la producción total dividida entre el número de habitantes, mientras que el consumo es una estimación que considera las pérdidas de agua, pues considera solamente el consumo facturado; estos indicadores se presentan en el siguiente Cuadro 7.10 y la Gráfica 7.2.

Cuadro 7.10. Consumo y dotación per cápita.

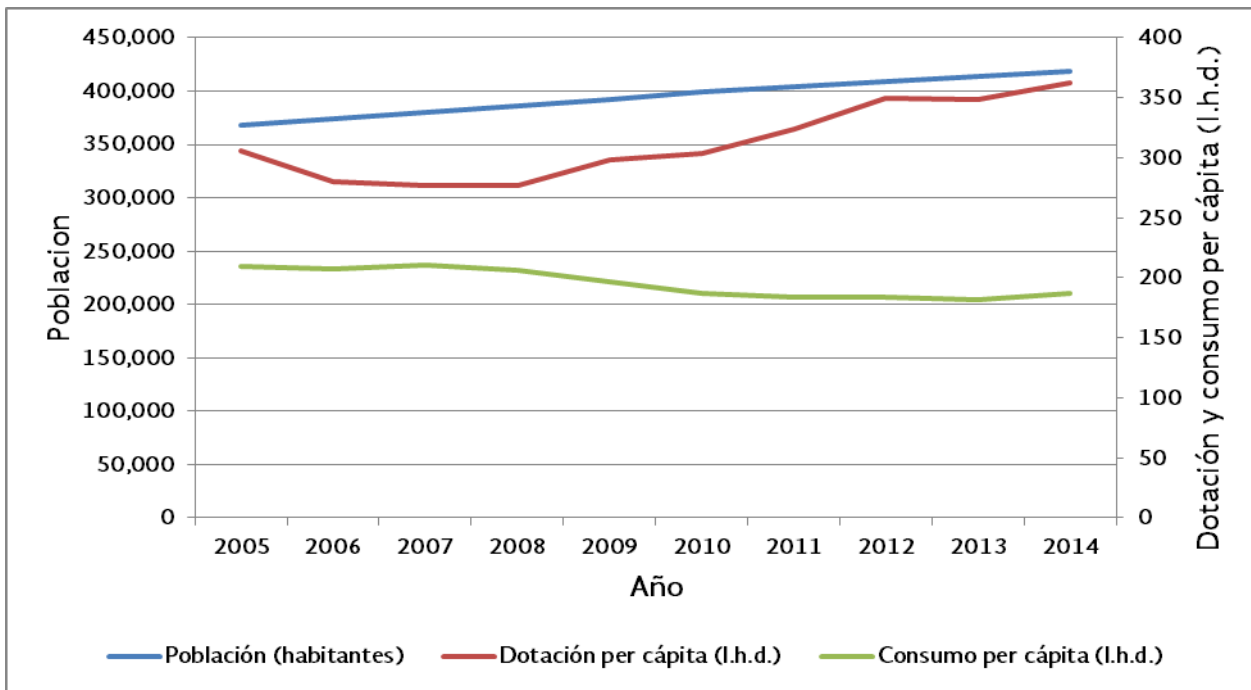
Año	Población (habitantes)	Volumen Producido (Mm ³ /año)	Volumen Facturado (Mm ³ /año)	Dotación per cápita (l.h.d)	Consumo per cápita (l/hab/día)
2005	367,538	41.091	28.151	306.3	209.8
2006	373,825	38.285	28.319	280.6	207.5
2007	380,113	38.379	29.212	276.6	210.5
2008	386,400	39.105	29.142	277.3	206.6
2009	392,688	42.700	28.178	297.9	196.6
2010	398,975	44.277	27.211	304.0	186.9
2011	404,246	47.761	27.202	323.7	184.4
2012	409,488	52.319	27.515	350.0	184.1
2013	414,311	52.655	27.409	348.2	181.3
2014	418,853	55.449	28.610	362.7	187.1
Promedio		45.202	28.095	312.7	195.5

Fuente. Elaboración propia con base a CONAGUA 2006 a 2012 y JUMAPAM, 2015.

Al analizar el cuadro y la gráfica se puede observar que a pesar del crecimiento poblacional el consumo per cápita ha disminuido, pero la dotación ha incrementado posiblemente por la razón de que las pérdidas de la red hayan aumentado en éste periodo.

De la información anterior se puede concluir que la dotación promedio es 312.7 l.h.d., pero en el año 2014 fue 362.7 l.h.d.; el consumo promedio es equivalente a 195.5 l.h.d. y en 2014 fue 187.1 l.h.d. Estos valores se pueden comparar con la dotación en otras ciudades, por ejemplo en Tijuana, Baja California, la dotación en 2013 fue 177 l.h.d y en Tehuacán, Puebla, la dotación en 2013 fue 217 l.h.d. Por medio de un taller de planificación estratégica con personal de la JUMAPAM se consensó que a largo plazo la meta para la dotación en Mazatlán debe de ser 200 l.h.d.

Gráfica 7.2. Población, dotación y consumo 2005-2014

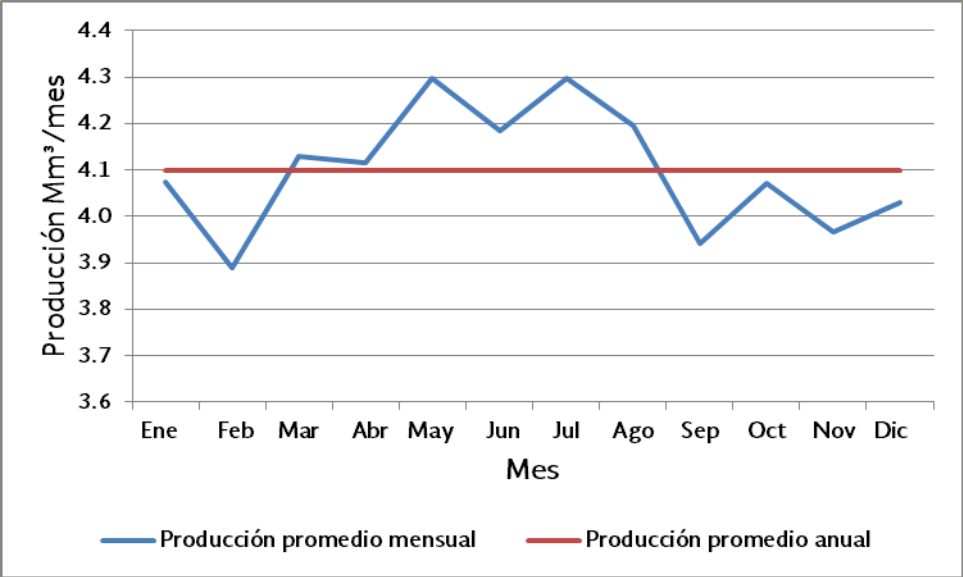


7.4. Distribución temporal de la producción

La capacidad de la infraestructura de agua a largo plazo está correlacionada con del crecimiento poblacional y económico, pero la capacidad de servicio depende de la demanda que presenta una distribución temporal y diaria pues varía según la hora del día debido a que en la noche la demanda es menor. Se

evaluó la producción de agua promedio mensual para el periodo 2010 a 2014. El resultado se muestra en la Gráfica 7.3 donde se puede observar un aumento en la producción de mayo a agosto comparada con el resto del año, en los meses de mayo y julio es el 4.84% mayor a la producción promedio anual; ésta tendencia coincide con el clima, ver la Gráfica 5.1 en el capítulo 5.

Gráfica 7.3. Distribución temporal de la producción



Fuente. JUMAPAM, 2015

7.5. Eficiencias

La eficiencia física es el cociente entre el volumen de agua facturado entre el volumen de agua producido. Es práctica común la determinación de la eficiencia física enfocada exclusivamente a las pérdidas físicas o fugas; sin embargo, a falta de estudios de evaluación de fugas, la estimación de esta eficiencia es subjetiva. De ahí uno de los problemas es la dudosa calidad de esta información.

Las causas de la baja eficiencia física son:

- La falta de macromedición y micromedición confiable.
- El inadecuado control de la presión y el caudal.
- Las redes de agua potable antiguas obsoletas.
- Las fugas de agua en las tomas domiciliarias, así como en comercios e industrias, debido a que las pérdidas de agua incrementan la demanda.

La eficiencia comercial es el cociente entre el volumen de agua recaudado entre el volumen de agua facturado y también está entrelazada con la eficiencia de cobranza que es el cociente entre el importe de agua recaudado entre el importe de agua facturado. La causa principal de la eficiencia comercial baja es la cultura de no pagar, altos niveles de morosidad, y la falta de medidas legales que permitan a los organismos operadores recuperar la cartera vencida.

La eficiencia global se define como el producto de las dos eficiencias anteriores. Las dos causas principales de la baja eficiencia global son:

- La falta de autosuficiencia de los organismos operadores, por la razón que ellos no están reglamentados para imponer las tarifas necesarias y por lo tanto carecen de recursos.
- La falta de sistemas y procesos para la gestión integral de los organismos operadores, la falta de capacitación del personal y la alta rotación en los puestos directivos de los organismos operadores.

Otros problemas identificados por los organismos operadores incluyen:

- La falta de almacenamiento.
- La falta de interconexión en la red.
- Las plantas de bombeo y equipos eléctricos obsoletos.
- La mala calidad del agua procedente de las aguas superficiales.

En el Cuadro 7.11 y la Gráfica 7.4 se presenta un resumen de la eficiencia en el abastecimiento de agua en Mazatlán analizada para el período 2010 a 2014; se puede observar que hay cambios significativos en la eficiencia en el periodo evaluado. La disminución en la eficiencia física es un indicador de un

alto nivel de pérdidas por las fugas, notablemente por la antigüedad y condición de la red y la falta de gestión de la presión. La eficiencia comercial ha mejorado lo cual repercute en los ingresos del organismo operador y sus presupuestos aumentando los recursos para mantener y mejorar el servicio y la calidad de la infraestructura. De ahí la importancia de las medidas que se presentan en el Capítulo 10 y la necesidad de impartir un plan integral para mejorar la eficiencia por medio de la metodología de Gestión de Activos (ISO 55000).

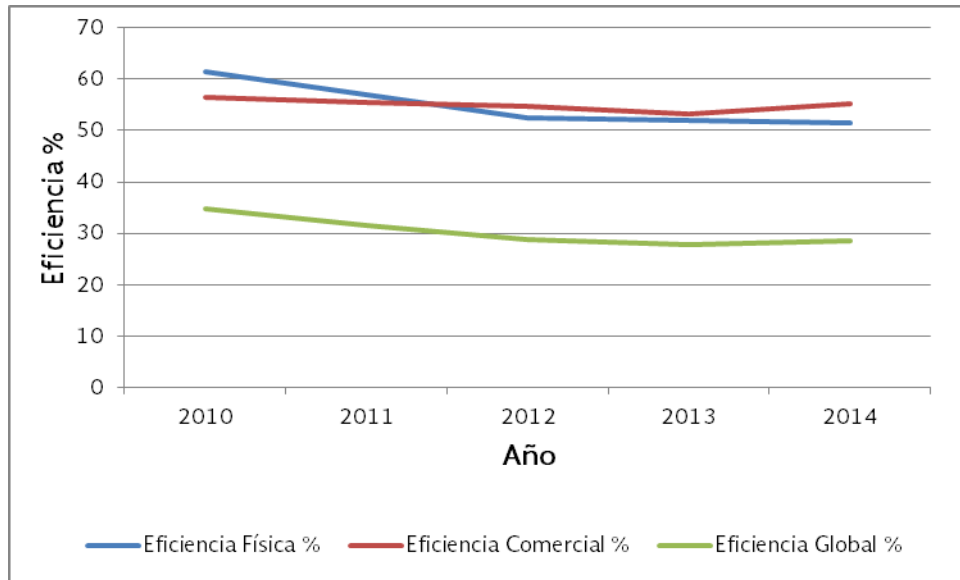
Cuadro 7.11. Eficiencia del sistema de agua potable de Mazatlán

Año	Volumen Producido (Mm ³ /año)	Volumen Facturado (Mm ³ /año)	Volumen Recaudado (Mm ³ /año)	Eficiencia Física* %	Eficiencia Comercial %	Eficiencia Global %
2010	44.277	27.211	15.346	61	56	35
2011	47.761	27.202	15.079	57	55	32
2012	52.319	27.515	15.088	53	55	29
2013	52.655	27.409	14.618	52	53	28
2014	55.449	28.610	15.777	52	55	28
Promedio	50.492	27.590	15.182	55	55	30

Fuente. Elaboración propia con base a JUMAPAM, 2014.

La eficiencia física tiene una correlación con el agua no contabilizada; por ejemplo, a nivel nacional Tecate presenta la mejor eficiencia física con un valor de 86% que corresponde al valor del agua no contabilizada de 14%. Es decir que en Tecate se produce 274 l.h.d. y solo se pierde 39 l.h.d. Al otro extremo, en Cuernavaca la eficiencia física es el 31 por ciento y el agua no contabilizada es el 69 por ciento; de los 529 l.h.d producidos se pierden 387. En Mazatlán la eficiencia física en 2014 fue 51.6%, es decir que el agua no contabilizada es el 48.4%, lo que representa un desperdicio de 175.6 l.h.d equivalentes a 26.84 Mm³/año; sí se logra reducir el agua no contabilizada un 50 por ciento, se ahorrarán 13.42 Mm³/año, suficiente para abastecer a 183,828 personas con una dotación de 200 l.h.d.

Gráfica 7.4. Eficiencias en el sistema urbano de agua potable de Mazatlán



También se ha evaluado la dotación y la eficiencia en algunas localidades en el municipio que son atendidas por la JUMAPAM, dichos datos se muestran en el Cuadro 7.12. Al igual se puede observar la baja eficiencia física, comercial y global.

Cuadro 7.12. Dotación y eficiencia en algunas localidades en el municipio de Mazatlán 2013

Localidad	Población	Producción Anual (Mm ³)	Facturación anual (Mm ³)	Eficiencia física (%)	Facturación Anual (mdp)	Recaudación anual (mdp)	Eficiencia comercial (%)	Eficiencia global (%)
Villa Unión	22,070	1.959	0.904	46	4.461	1.743	39	18
El Roble	4,738	0.599	0.203	34	0.841	0.420	50	17

Nota. La población reportada por CONAGUA no coincide con las estadísticas de INEGI.

Fuente. Elaboración propia con base a CONAGUA 2014.

7.6. Consideraciones sobre la sequía y el abasto de agua

Del análisis en los capítulos 5, 6 y 7 se puede concluir que históricamente Mazatlán y el municipio han sufrido afectaciones en épocas de sequía. Además la ciudad presenta un perfil de riesgo muy alto ante la sequía por las razones siguientes:

- Debido al abatimiento de los niveles de los acuíferos y su contaminación es probable que en el futuro el agua subterránea no será una fuente confiable. De ser así, se necesitaría un rediseño y reconstrucción total de la red de agua potable.
- La alta turbidez en el agua superficial implica costo adicional para el tratamiento.
- La falta de sectorización de la red.
- Insuficiente capacidad de almacenamiento.
- La pérdida de agua muy alta por las fugas.
- El deterioro de la red de agua potable por su edad y condición.
- La falta de sistemas para capturar el agua pluvial (cosecha de lluvia).
- Ineficiencias en la evolución del precio del agua dado que no aumenta la tarifa conforme aumentan los costos.
- Las aguas tratadas no son aprovechadas como fuente de riego de parques, jardines y riego agrícola a pesar de ser agua que cumple con estándares de calidad.

8. BALANCE DE AGUA Y EVALUACIÓN DE LA CAPACIDAD INSTALADA

8.1. Balance de agua

Los volúmenes de agua que intervienen en los abastecimientos de agua pueden clasificarse en tres grupos: I. agua que se extrae de la fuente de abastecimiento. II. agua suministrada, es la parte del volumen captado que ingresa a la distribución y III. El agua consumida que es la que reciben los usuarios para satisfacer sus necesidades. En forma aparente los tres conceptos deberán ser iguales, sin embargo en la práctica, el agua suministrada es menor que la captada a causa de diversos factores. La magnitud de esas diferencias miden la eficiencia de los procesos correspondientes y la expresión de la forma como los factores que las originan se combinan para hacer que la suma de las aguas que entran sean iguales a las que salen, eso se llama balance de agua. Este indicador es de gran importancia para el control de los procesos de abastecimiento, pero el del consumo se considera vital para el servicio, ya que es la base para la comercialización del agua.

En la práctica, se puede considerar que el balance del consumo se plantea entre los volúmenes suministrados al sistema de distribución y los correspondientes al uso racional del agua. La identificación de los elementos del consumo que intervienen en el balance puede hacerse teniendo en cuenta que la suma de los volúmenes ingresados al sistema de distribución por cualquier concepto debe ser igual a la suma de los que salen de él. En el caso de Mazatlán, la suma de los volúmenes que ingresan está integrada por las extracciones de pozos, de los ríos Tamazula y Humaya y del Canal San Lorenzo; los volúmenes que egresan resultan de sumar los consumos por tomas domiciliarias, el servicio contra incendios, el agua tomada por los carros tanque, el riego de las zonas verdes, el agua empleada en el lavado de calles, fuentes públicas, el agua perdida en las fugas de la red y la consumida en servicios ornamentales y recreativos y los errores en la medición.

Siempre se extrae de las fuentes naturales una cantidad mayor de agua a la que finalmente se consume en las ciudades, debido a que existen pérdidas a lo largo del proceso, tanto físicas como comerciales. Sin embargo, estas pérdidas deben reducirse al mínimo posible. En Singapur por ejemplo, estas son cercanas

al 5% del total del agua producida, mientras que en México, casi la mitad del agua no se contabiliza. Para reducir las pérdidas, es de vital importancia identificar en que parte del proceso se están presentando, y poder proporcionar alternativas de solución al problema. Esta identificación de las pérdidas se conoce como "Balance de Agua".

El Balance de Agua es un procedimiento que permite identificar las asimetrías entre la producción y el consumo de agua, estas pérdidas son el objetivo principal en un sistema de planeación estratégica orientado a reducir las fugas de agua en un organismo operador.

Se ha calculado el Balance de Agua con los datos obtenidos de la JUMAPAM y los datos publicados por CONAGUA en 2014, el cual se muestra para la ciudad de Mazatlán en el Cuadro 8.1. De acuerdo a las diferencias entre los volúmenes procesados y perdidos, se observa que de los volúmenes procesados en la captación y los de facturación, se tiene una pérdida física del 41.98%, que equivale a 738 lps.

Cuadro 8.1. Balance de Agua del sistema urbano de Mazatlán

Concepto	Volúmenes (lps)	%
Producción (Desinfección)	1758	
Usos		
Uso Doméstico	672	38.22
Uso Industrial	129	7.35
Uso Comercial	68	3.89
Uso Público	38	2.14
Total Facturado	907	51.60
Pérdidas		
Usuarios irregulares y clandestinos Error de micromedición Extracciones permitidas	70	4.00
Fugas- tomas	409	23.28
Fugas- red	329	18.70
Total pérdidas físicas	738	41.98
Pérdidas en la facturación	43	2.42
Total pérdidas	851	48.40

Fuente. Elaboración propia con base a JUMAPAM, 2015.

También, es de considerarse como problema la diferencia entre los volúmenes facturados y los cobrados, la cual en 2014 fue de 12.83 Mm³, que en promedio producen pérdidas en los ingresos por \$227,428 diarios que afectan las finanzas del organismo operador de agua.

Dentro del balance de agua se tienen pérdidas de agua por fugas en las líneas de distribución y agua no facturada, como la que se usa en riego de parques, jardines e instalaciones gubernamentales. Además, el conjunto de tomas clandestinas o tomas con cuota fija de consumo que reducen el volumen total facturable.

Otro problema detectado en el suministro de agua a la ciudad, son los medidores de flujo antiguos que en su funcionamiento están descalibrados, descompuestos, ocultos o colocados en sitios inaccesibles para el verificador, por lo que el volumen a cobrar se hace mediante estimaciones que en muchos casos no representan la realidad del consumo.

Con base en lo anterior, la ciudad de Mazatlán tiene pérdidas de agua entre volúmenes captados de la fuente de abastecimiento y volúmenes cobrados, equivalentes a 851 lps., que se traducen en 73,527 m³ diarios que suman el equivalente a \$507,337 al día, éste cálculo supone un costo promedio de \$6.90 por m³ de agua suministrada.

8.2. Capacidad de abasto/ Capacidad instalada

Para la planeación del consumo de agua en la ciudad de Mazatlán, deben compararse la dotación y el consumo con respecto a la capacidad instalada del sistema de distribución; en caso de tener diferencias significativas como en un evento de sequía, proponer estrategias en el sistema de captación, distribución y en los usuarios de agua, que permitan disminuir las asimetrías entre producción y consumo.

La capacidad instalada de producción de agua en cualquier sistema de potabilización, se obtiene mediante la siguiente expresión:

Capacidad Instalada (m³) = (Gasto en lps. que se pueden producir en un día) X (86,400 segundos)

Esta expresión es válida para 24 horas de funcionamiento de todo el sistema.

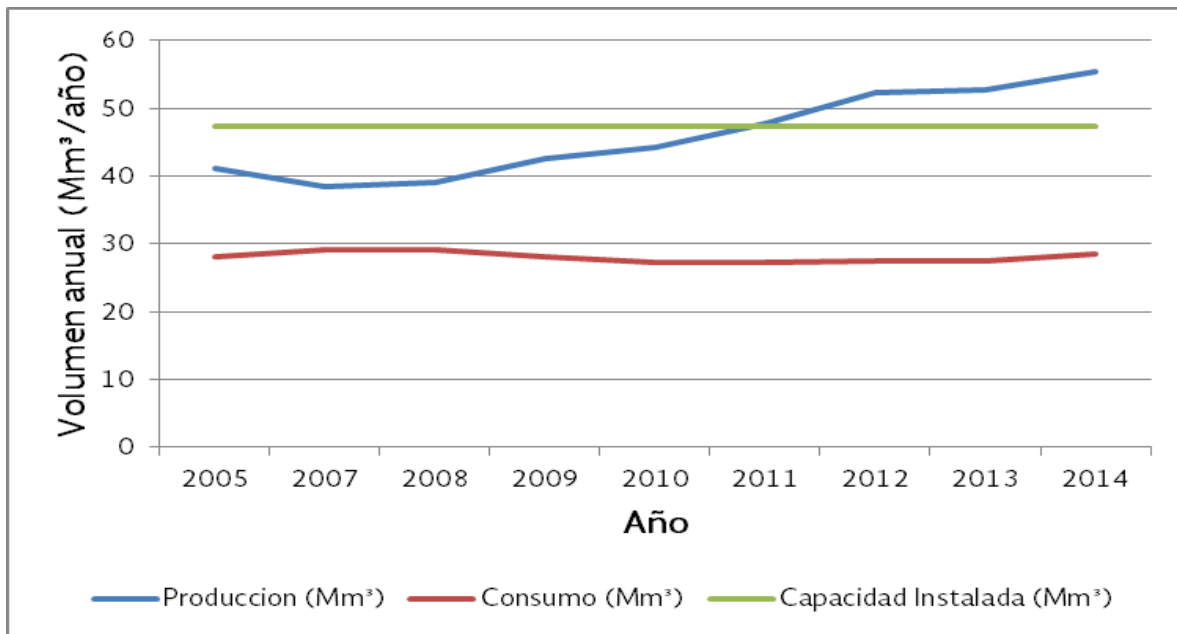
Para la evaluación de la dotación y consumo de agua en la ciudad de Mazatlán con base a la Capacidad Instalada, se proponen las variables contenidas en el Cuadro 8.2 y la descripción gráfica de sus valores se describen en la Gráfica 8.1 que muestran que la capacidad instalada para el año 2014 excede la producción (la razón de producción sobre capacidad es 117.22%), lo cual implica la necesidad de aumentar la capacidad de producción en el futuro cercano si no se toman medidas para reducir las pérdidas de la red.

Cuadro 8.2. Capacidad instalada en el sistema urbano de Mazatlán

Año	Volumen Producido Anual (Mm ³)	Volumen Consumido Anual (Mm ³)	Capacidad Instalada (Mm ³)	Razón de Producción Sobre Capacidad %	Razón de Consumo Sobre Capacidad %
2005	41.091	28.151	47.304	86.87	59.51
2006	38.285	28.319	47.304	80.93	59.87
2007	38.379	29.212	47.304	81.13	61.75
2008	39.105	29.142	47.304	82.67	61.60
2009	42.700	28.178	47.304	90.27	59.57
2010	44.277	27.211	47.304	93.60	57.52
2011	47.761	27.202	47.304	100.97	57.51
2012	52.319	27.515	47.304	110.60	58.17
2013	52.655	27.409	47.304	111.31	57.94
2014	55.449	28.610	47.304	117.22	60.48

Fuente. Elaboración propia a base de JUMAPAM, 2015.

Gráfica 8.1. Volúmenes consumidos y producidos vs. capacidad instalada



8.3. Variaciones estacionales de oferta y demanda

El consumo, y por tanto la dotación de agua, varía de acuerdo con la época del año. Un factor importante en el consumo de agua es la temperatura, ya que generalmente el consumo de agua se eleva en los meses más calurosos del año y en los estratos sociales con mayor poder económico.

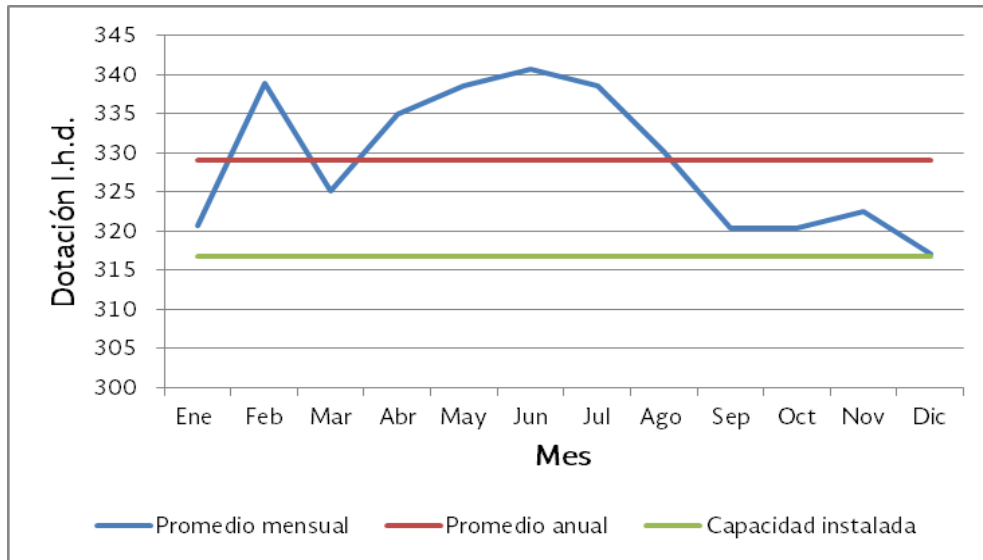
La infraestructura del organismo operador debe ser suficiente para suministrar agua en calidad y cantidad adecuada cuando se tengan demandas máximas. Por lo que el análisis del consumo de agua debe monitorearse a través del tiempo, identificar los valores máximos, mínimos y los que permanecen constantes de modo que puedan identificarse los periodos de dotación estadísticamente homogéneos (coeficiente de variación pequeños). Con base en la información estadística del organismo operador en Mazatlán, el Cuadro 8.3 describe la dotación entregada por año, mes y habitante.

Cuadro 8.3. Dotación diaria mensual

Año	Población	Dotación diaria por mes l.h.b											
		ene	feb	mar	abr	may	jun	jul	ago	sep	oct	nov	dic
2010	398,975	277	286	282	316	331	331	317	304	296	298	310	301
2011	404,246	318	301	313	305	302	327	331	287	227	233	202	209
2012	409,488	326	414	336	343	349	350	342	339	353	351	360	345
2013	414,311	336	344	344	350	350	346	352	347	354	347	360	348
2014	418,853	347	350	350	361	362	350	350	375	372	372	381	382
Promedio		321	339	325	335	339	341	339	330	320	320	322	317

Al comparar los promedios mensuales, se tiene que en periodo de verano de abril a agosto se tienen los mayores consumos de agua; sin embargo, la dotación diaria promedio menor por mes fue en septiembre del año 2011 con 227 l.h.d y la mayor fue en febrero de 2012 con 414 l.h.d. El cociente entre la dotación máxima y la promedio es 1.05. La Gráfica 8.2 muestra dicho comportamiento.

Gráfica 8.2. Comparación de dotación mensual promedio 2010 a 2014



8.4. Dotación mensual/capacidad instalada

Otra variable de interés para el análisis de variaciones estacionales, lo constituye el cociente de la dotación mensual entre la capacidad instalada para producir agua por año, si el resultado se acerca a 1 significa que el organismo tiene capacidad de manera mínima para atender el 100%, si el resultado es mayor que 1, la capacidad del sistema es insuficiente.

Por seguridad en el cumplimiento de satisfacción del análisis de las variaciones y con base en diferentes escenarios de déficit de agua se propondrá un valor menor 1 para darle continuidad al suministro.

En los años 2012 al 2014 la dotación máxima mensual fue mayor a la capacidad instalada, lo cual implica la necesidad de disminuir la dotación, por medio de la gestión de las pérdidas en la red de agua potable, o aumentar la capacidad de las planta de tratamiento para resolver esta deficiencia.

De acuerdo a los resultados obtenidos se tiene capacidad instalada menor que la dotación, la variación obtenida para el cociente dotación mensual entre capacidad instalada varía de 1.03 en enero de 2012 a 1.23 en diciembre de 2014 lo que significa que el sistema es insuficiente para continuar ofreciendo el servicio de abastecimiento de agua.

El Cuadro 8.4 establece la dotación mensual y la capacidad instalada del

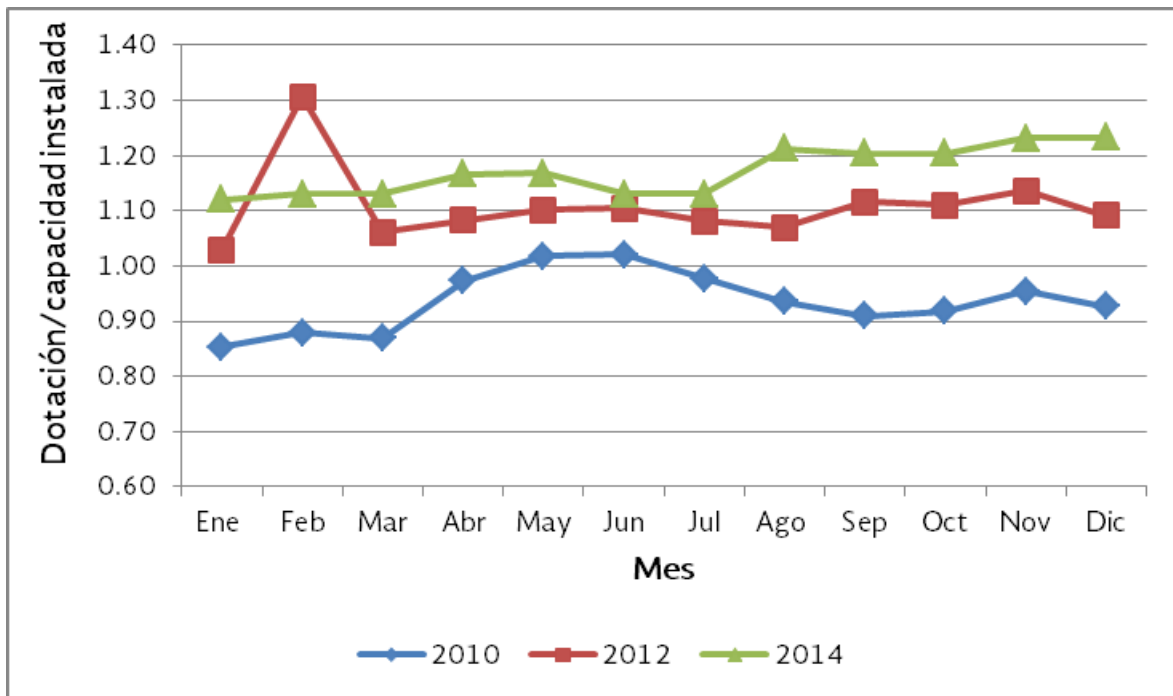
organismo operador de agua en la zona urbana de Mazatlán y la Gráfica 8.3 muestra el cociente de la dotación mensual y la capacidad instalada en el periodo de 2010 a 2014.

El cociente de la dotación máxima mensual entre la dotación promedia mensual para el 2013 fue 1.05, cual valor se utilizará para las proyecciones de la demanda futura en el capítulo 9.

Cuadro 8.4. Relación entre dotación mensual y capacidad instalada

Año	Capacidad instalada l.h.d	Mes											
		ene	feb	mar	abr	may	jun	jul	ago	sep	oct	nov	dic
2010	325	0.85	0.88	0.87	0.97	1.02	1.02	0.98	0.94	0.91	0.92	0.95	0.93
2011	321	0.99	0.94	0.98	0.95	0.94	1.02	1.03	0.89	0.71	0.73	0.63	0.65
2012	316	1.03	1.31	1.06	1.08	1.10	1.10	1.08	1.07	1.12	1.11	1.14	1.09
2013	313	1.08	1.10	1.10	1.12	1.12	1.10	1.13	1.11	1.13	1.11	1.15	1.11
2014	309	1.12	1.13	1.13	1.17	1.17	1.13	1.13	1.21	1.20	1.20	1.23	1.23
Promedio		1.01	1.07	1.03	1.06	1.07	1.08	1.07	1.04	1.01	1.01	1.02	1.00

Gráfica 8.3. Cociente dotación/capacidad instalada mensual



9. ESCENARIOS FUTUROS DE LA PRODUCCIÓN Y CONSUMO DE AGUA

9.1. Factores determinantes de la demanda

El incremento poblacional trae consigo más demanda de bienes y servicios, entre los más importantes está el abastecimiento de agua potable, pues de ella depende en buena medida la calidad de vida y el bienestar social. Sin embargo, es un recurso que está limitado a su disponibilidad regional.

La prospección provee información sobre los futuros cambios en las políticas y sus consecuencias. Con ella se busca planear y establecer políticas que permitan tomar las acciones más adecuadas entre las posibilidades que presenta el futuro, pues si bien no sabemos con exactitud lo que va a suceder, si se tiene cierto conocimiento de la probabilidad con la que pueden ocurrir determinados sucesos. Por ejemplo, en una ciudad localizada en una región árida, se puede conocer cuál ha sido el comportamiento de la precipitación en años anteriores, y se puede esperar que en promedio, se mantenga en los mismos niveles en el futuro, mientras que resulta altamente improbable tener en el futuro niveles de precipitación similares a los de zonas de selva tropical, y por lo tanto se buscará establecer políticas de manejo de recursos hídricos en función de su disponibilidad.

Así mismo, si el crecimiento de la población y de la economía ha tenido un comportamiento más o menos estable, se puede esperar que en el futuro, las condiciones se mantengan dentro de un rango similar al que se ha venido observando.

Visto de manera esquemática, hay dos soluciones para combatir la escasez de agua en una ciudad, la orientada a atender el abasto u oferta del líquido y la dirigida a administrar su consumo o demanda. La primera es la tradicional y la más frecuente, se basa en el razonamiento de que si falta agua, hay que traerla, acarrearla y conseguirla de donde se encuentre, esta alternativa conlleva a ubicar fuentes de abastecimiento lejanas y a la construcción de obras como acueductos, canales, estaciones de bombeo y otras similares. Lo anterior supone que el gobierno está obligado a suministrar el servicio al costo que sea necesario y que el consumo de la población no se cuestiona. Supone además, que los recursos naturales son para usarlos y consumirlos. El problema principal es el costo de las obras y los ayuntamientos no cuentan con

recursos suficientes, las ciudades pierden y desperdician gran parte del agua que se les provee. Esta opción cada vez es menos aceptable desde el punto de vista de la sustentabilidad ambiental (Salazar, et al, 2010).

La solución encaminada a administrar la demanda de agua considera el cuidado del medio ambiente y la sustentabilidad de los usos del agua, este enfoque es adecuado cuando el consumo es elevado y dispendioso. Se fundamenta en el principio de que cuando existe escasez lo primero que debe atenderse es la reducción y eliminar los desperdicios, esto conduce a ubicar las fugas, dar mantenimiento adecuado a las redes de suministro, revisar y suprimir los usos menos justificados, tales como el lavado de los automóviles, el riego de suelos y banquetas o emplear el recurso más eficiente en la higiene personal (Salazar, et al, 2010).

Se trata de una solución con participación social enfocada a la planeación y administración del servicio de agua considerando los usos y costumbres de la población, es una solución a largo plazo ya que requiere implementar estrategias que reduzcan el consumo hasta lo mínimo necesario.

El escenario futuro para el abastecimiento y consumo de agua para la ciudad de Mazatlán, debe estar orientado hacia una política pública sobre la demanda, haciendo énfasis en la reducción del consumo, en la sustentabilidad hídrica y en el tratamiento y uso de las aguas residuales.

Para el análisis de escenarios futuros del servicio de agua en Mazatlán, debe considerarse el incremento poblacional en los años futuros, su concentración en zonas urbanas, las elevaciones topográficas de la mancha urbana y el impacto de las fuentes de abastecimiento con la disponibilidad natural media del agua. El problema requiere analizar y cuantificar, de acuerdo al crecimiento poblacional, las variables económicas como la elasticidad del ingreso de la demanda, el consumo, la capacidad instalada y la brecha hídrica.

El concepto de elasticidad, se define como la medición del impacto o del grado de variación de las demandas o las ofertas de los productos dadas diversas variaciones en los precios. Es decir, es un parámetro que mide la sensibilidad en la cantidad demandada, ante los cambios en los ingresos de los consumidores, es la variación porcentual de la cantidad demandada cuando el ingreso aumenta en un cierto porcentaje; para el caso de Mazatlán, se propone con base en estudios realizados en otras ciudades una elasticidad de 0.30. El indicador denota que ante un aumento del precio de agua potable los usuarios disminuirán proporcionalmente su cantidad demandada. Sin embargo, este parámetro generaliza el comportamiento de los usuarios de zonas de diferente ingreso económico, por lo que debe establecerse una metodología para sectorizar su aplicación en las diferentes zonas de la ciudad.

El consumo per cápita de agua, está en función de una serie de factores inherentes a la localidad que se abastece y varía de una ciudad a otra. Los principales factores que influyen en el consumo son; el clima, nivel de vida de la población, costumbres de la población, sistema de provisión y cobranza, calidad del agua suministrada, tarifa, presión en la red de distribución, consumo comercial, consumo industrial, consumo público, pérdidas en el sistema, existencia de red de alcantarillado y otros factores (Duncan, 2003).

9.2. Escenarios alternativos

Se puede considerar que existen varios escenarios de planificación que se describen a continuación:

1. Status quo; el crecimiento poblacional es de acuerdo a las proyecciones de la CONAPO, la eficiencia física no mejora, y el consumo crece proporcionalmente al PIB.
2. Mejora en la eficiencia; el crecimiento poblacional es de acuerdo a las proyecciones de la CONAPO, la eficiencia física mejora y se logra el 70% en 5 años (esta meta se concesso con la JUMAPAM), y el consumo crece proporcionalmente al PIB.
3. Mejora en la eficiencia y se gestiona el consumo; éste es igual al escenario 2, pero se logra una reducción en el consumo progresivamente para alcanzar un disminución del 20 % por cápita en 10 años.
4. Éste escenario es igual al escenario 3, pero se supone un crecimiento poblacional mayor a las proyecciones de CONAPO; se utilizara una proyección basada en el análisis del crecimiento histórico de 1.6% TCAM.

Además las proyecciones tomaran en cuenta el aumento en el consumo en los meses de máximo consumo con un factor del 104.84% para calcular la dotación máxima mensual. Los dos escenarios para la población de Mazatlán se muestran en el Cuadro 9.1

Cuadro 9.1. Escenarios de crecimiento poblacional en el sistema urbano de Mazatlán

Escenario	Población				
	2014	2015	2020	2025	2030
1,2,3	431,807	436,208	455,020	469,793	481,599
4	431,807	436,208	472,239	511,247	553,477

Los resultados de los escenarios se muestran en la Gráfica 9.1 y en los Cuadros 9.2 a 9.5.

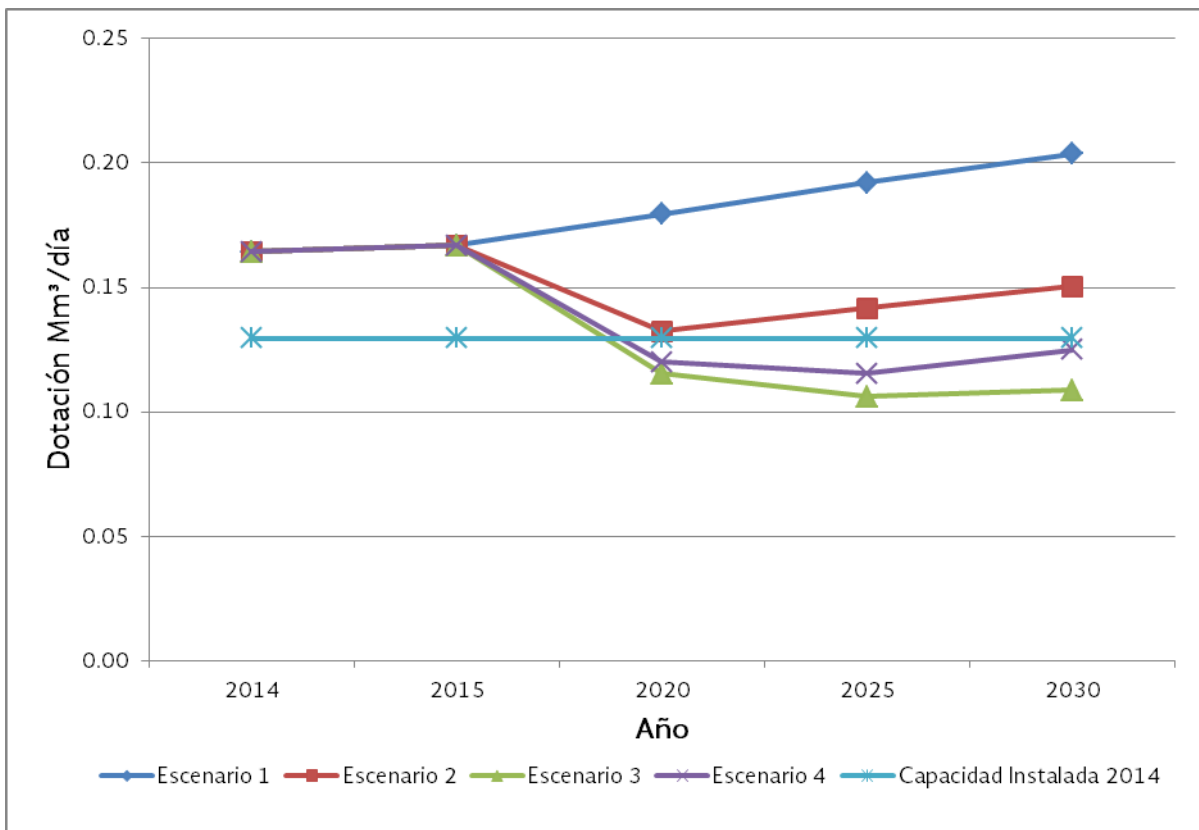
En el Escenario 1 se necesita ampliar la capacidad instalada de las planta de potabilización en el 2015, para el 2030 se necesita una capacidad instalada de 0.2038 Mm³/día, lo cual representa un aumento del 57.28 % comparado con la capacidad actual de la planta Los Horcones. Además el aumento en la demanda implicará incrementar la capacidad de la infraestructura de agua potable, y la de alcantarillado y saneamiento.

En el Escenario 2 solo se necesita ampliar ampliación la capacidad instalada por el 15.94% en el año 2030, pero será necesario la gestión de la producción hasta el año 2010 para satisfacer la demanda.

El resultado del Escenario 3 es que no se necesita aumentar la capacidad de la infraestructura, lo cual significa ahorros en el gasto de capital para la JUMAPAM.

En el Escenario 4, a pesar de un aumento en la población de 121,670 habitantes, tampoco se necesita aumentar la capacidad del sistema de agua potable, lo cual demuestra los beneficios de la gestión de la demanda.

Gráfica 9.1. Dotación y capacidad instalada según los escenarios de planificación



Cuadro 9.2. Proyección de la demanda para el Escenario 1 (Statu Quo)

Año	2014	2015	2020	2025	2030
Población (Hab)	431,807	436,208	455,020	469,793	481,599
Elasticidad ingreso de la demanda	0.3	0.3	0.3	0.3	0.3
PIB per cápita (Índice 2014 = 100)	100	102	113	124	137
Consumo per cápita de agua(m ³ /h/día)	0.1870	0.1880	0.1940	0.2010	0.2080
Consumo de agua de la ciudad (Mm ³ /día)	0.0807	0.0820	0.0883	0.0944	0.1002
Eficiencia Física (Statu Quo) (%)	51.6	51.6	51.6	51.6	51.6
Demanda de agua de la ciudad promedio (Mm ³ /día)	0.1565	0.1589	0.1711	0.1830	0.1941
Capacidad Instalada anual (Mm ³ /día)	0.1296	0.1296	0.1296	0.1296	0.1296
Brecha hídrica con la dotación promedio anual(Mm3/día)	0.0269	0.0293	0.0415	0.0534	0.0645
Demanda de agua de la ciudad mensual máxima (Mm ³ /día)	0.1643	0.1669	0.1796	0.1922	0.2038
Brecha hídrica con la dotación mensual máxima (Mm3/día)	0.0347	0.0373	0.0500	0.0626	0.0742
Aumento en la capacidad instalada (%)	26.78	28.76	38.60	48.26	57.28

Cuadro 9.3. Proyección de la demanda para el Escenario 2 (Eficiencia física 70%)

Año	2014	2015	2020	2025	2030
Población (Hab)	431,807	436,208	455,020	469,793	481,599
Elasticidad ingreso de la demanda	0.3	0.3	0.3	0.3	0.3
PIB per cápita (Índice 2014 = 100)	100	102	113	124	137
Consumo per cápita de agua(m ³ /h/día)	0.1870	0.1880	0.1940	0.2010	0.2080
Consumo de agua de la ciudad (Mm ³ /día)	0.0807	0.0820	0.0883	0.0944	0.1002
Eficiencia Física (Statu Quo) (%)	51.6	51.6	70	70	70
Demanda de agua de la ciudad promedio (Mm ³ /día)	0.1565	0.1589	0.1261	0.1349	0.1431
Capacidad Instalada anual (Mm ³ /día)	0.1296	0.1296	0.1296	0.1296	0.1296
Brecha hídrica con la dotación promedio anual(Mm3/día)	0.0269	0.0293	-0.0035	0.0053	0.0135
Demanda de agua de la ciudad mensual máxima (Mm ³ /día)	0.1643	0.1669	0.1324	0.1416	0.1503
Brecha hídrica con la dotación mensual máxima (Mm3/día)	0.0347	0.0373	0.0028	0.0120	0.0207
Aumento en la capacidad instalada (%)	26.78	28.76	2.17	9.29	15.94

Cuadro 9.4. Proyección de la demanda para el Escenario 3 (Eficiencia física 70%, reducción de consumo 20%)

Año	2014	2015	2020	2025	2030
Población (Hab)	431,807	436,208	455,020	469,793	481,599
Elasticidad ingreso de la demanda	0.3	0.3	0	0	0
PIB per cápita (Índice 2014 = 100)	100	102	113	124	137
Consumo per cápita de agua(m ³ /h/día)	0.1870	0.1880	0.1692	0.1504	0.1504
Consumo de agua de la ciudad (Mm ³ /día)	0.0807	0.0820	0.0770	0.0707	0.0724
Eficiencia Física (Statu Quo) (%)	51.6	51.6	70	70	70
Demanda de agua de la ciudad promedio (Mm ³ /día)	0.1565	0.1589	0.1100	0.1009	0.1035
Capacidad Instalada anual (Mm ³ /día)	0.1296	0.1296	0.1296	0.1296	0.1296
Brecha hídrica con la dotación promedio anual(Mm3/día)	0.0269	0.0293	-0.0196	-0.0287	-0.0261
Demanda de agua de la ciudad mensual máxima (Mm ³ /día)	0.1643	0.1669	0.1155	0.1060	0.1086
Brecha hídrica con la dotación mensual máxima (Mm3/día)	0.0347	0.0373	-0.0141	-0.0236	-0.0210
Aumento en la capacidad instalada (%)	26.78	28.76	-10.89	-18.22	-16.17

Cuadro 9.5. Proyección de la demanda para el Escenario 4 (Escenario 3 con mayor crecimiento poblacional)

Año	2014	2015	2020	2025	2030
Población (Hab)	431,807	436,208	472,239	511,247	553,477
Elasticidad ingreso de la demanda	0.3	0.3	0	0	0
PIB per cápita (Índice 2014 = 100)	100	102	113	124	137
Consumo per cápita de agua(m ³ /h/día)	0.1870	0.1880	0.1692	0.1504	0.1504
Consumo de agua de la ciudad (Mm ³ /día)	0.0807	0.0820	0.0799	0.0769	0.0832
Eficiencia Física (Statu Quo) (%)	51.6	51.6	70	70	70
Demanda de agua de la ciudad promedio (Mm ³ /día)	0.1565	0.1589	0.1141	0.1098	0.1189
Capacidad Instalada anual (Mm ³ /día)	0.1296	0.1296	0.1296	0.1296	0.1296
Brecha hídrica con la dotación promedio anual(Mm3/día)	0.0269	0.0293	-0.0155	-0.0198	-0.0107
Demanda de agua de la ciudad mensual máxima (Mm ³ /día)	0.1643	0.1669	0.1199	0.1153	0.1249
Brecha hídrica con la dotación mensual máxima (Mm3/día)	0.0347	0.0373	-0.0097	-0.0143	-0.0047
Aumento en la capacidad instalada (%)	26.78	28.76	-7.52	-11.01	-3.65

9.3. Proyecto Picachos

El Proyecto Picachos es el eje principal del Plan de Suministro de Agua Potable para la ciudad de Mazatlán adoptado por la JUMAPAM, el cual contempla el suministro de 3.0 m³/s de la presa Picachos. Tal proyecto implica la conducción por gravedad y bifurcación hacia la actual planta potabilizadora en Los Horcones y una nueva planta potabilizadora de proyecto en Miravalles con una capacidad proyectada de 1,500 lps, igual que la capacidad de la planta Los Horcones.

Las captaciones de agua subterránea se mantendrán como fuente complementaria, o como suministros de emergencia, del sistema proveniente del acueducto. La menor extracción de agua subterránea evitará la sobreexplotación y promoverá que los niveles y calidad del agua subterránea se mantengan e incluso se recuperen.

Cabe aclarar que sí se adoptan las medidas recomendadas para la gestión de pérdidas y la demanda no se necesitará la planta en Miravalles hasta después del año 2030, por lo menos.

10. MEDIDAS PARA LA GESTIÓN DE LA SEQUÍA

10.1. Análisis de medidas para la gestión de la sequía

El Cuadro 10.1 presenta un resumen de las principales áreas en donde hay deficiencias que comprometan la resiliencia del organismo, las cuales se presentan con más detalle al igual que las acciones y medidas de prevención y mitigación se presentan en el capítulo 11. El cuadro es sólo una guía por lo que se recomienda que la JUMAPAM y el H. Ayuntamiento de Mazatlán las revisen a conciencia para plantear un conjunto de soluciones específicas a la situación específica del municipio y sus prioridades.

Cuadro 10.1 Análisis de problemáticas para guiar las acciones de prevención

Área del problema	Indicador	Evaluación del indicador	Posibles causas	Posibles soluciones
Cobertura	Cobertura de agua potable y alcantarillado	Alta (mayor o igual que el 90%); pero aún hay aprox. 1,400 personas en la ciudad sin servicio	Asentamientos con considerable elevaciones topográficas	Construcción de tanques elevados, analizar los costos para abastecimiento de sitios sin agua potable.
			Asentamientos irregulares	Ordenamiento urbano, padrón y regularización de predios. Identificar las fuentes de agua de la población actualmente sin servicio y asegurar el abasto mientras se hacen las conexiones a la red. Facturación presuntiva a comunidades ilegales.
			No hay recursos para	Gestión de recursos para incrementar cobertura;

			infraestructura	actualización de las tarifas.
--	--	--	-----------------	----------------------------------

Cont... Cuadro 10.1 Análisis de problemáticas para guiar las acciones de prevención

Área del problema	Indicador	Evaluación del indicador	Posibles causas	Posibles soluciones
Continuidad del servicio	Horas de servicio diario	Alta (más de 20 horas diarias durante siete días por semana), pero no se garantiza	Alto nivel de fugas	Establecer un programa de detección y reparación de fugas; búsqueda sistemática de conexiones clandestinas.
			No existen estándares de servicio	Diseñar estándares de acuerdo con los niveles de servicio, en consulta con los consumidores y los actores claves.
			Se necesita mejorar la capacidad y condición de la infraestructura	Gestión de activos; diseñar un plan integral hidráulico, programas de modernización y replazo de la infraestructura.
			Insuficiente recursos financieros	Mejorar la cobranza, tarifas de autosuficiencia, reducir el agua no contabilizada.
			Cultura de la organización	Diseñar e impartir una política de atención al consumidor.
Continuidad del servicio	Horas de servicio diario	Alta (más de 20 horas diarias durante siete días por semana), pero no se garantiza	Interrupción en el suministro de electricidad por la CFE	Aumentar el almacenamiento para asegurar capacidad de 24 horas; proveer generadores que funcionaran automáticamente, o si no contar con un parque de generadores móviles; negociar con la CFE contratos de suministro con garantías (incluye penaltis

Cont... Cuadro 10.1 Análisis de problemáticas para guiar las acciones de prevención

Área del problema	Indicador	Evaluación del indicador	Posibles causas	Posibles soluciones
Eficiencia física (EF)	Indicador de EF (ver Cuadro 7.11)	Mediana (50% a 69%)	No hay sectorización.	Diseñar y realizar un plan para la sectorización de la red de abastecimiento
			No se controlan presiones.	De manera inmediata controlar las presiones nocturnas por regulación de válvulas y bombas, a largo plazo diseñar e implementar un programa de gestión de la presión
			Alto nivel de fugas	Establecer un programa de gestión y control de fugas
			Infraestructura obsoleta o en mala condición, no se conoce el estado actual	Gestión de activos, programas de remplazo de la infraestructura, establecer un plan financiero para el programa
			Problemas de macromedición	Mejorar la macromedición en los elementos claves de la red, impartir sistemas de telemetría o SCADA, establecer un centro de control de operaciones

Cont... Cuadro 10.1 Análisis de problemáticas para guiar las acciones de prevención

Área del problema	Indicador	Evaluación del indicador	Posibles causas	Posibles soluciones
Eficiencia comercial	Indicador de Eficiencia Comercial	Mediana (del 70 al 89%)	Problemas de micromedición: (1) La falta de medición en la zona rural (2) Errores en la m micromedici	Establecer un programa de instalación de micromedidores en la zona rural; emplazar medidores no fiables y mejorar el sistema de lectura de los medidores
			Existe la cultura de no pago	Fortalecer y asignar recursos adecuados para el Programa Cultura del Agua; concientización de pago por abastecimiento de agua y su valor
			El área de cobranza no ejerce mayor presión sobre el usuario	Restringir el servicio al usuario moroso.
			Robo de micromedidores	Sustituir medidores de bronce por el de materiales no metálicos.
			Falta de pago por todos los consumidores	Abogar por una política pública para el pago justo y promover transparencia en los subsidios

Cont... Cuadro 10.1 Análisis de problemáticas para guiar las acciones de prevención

Área del problema	Indicador	Evaluación del indicador	Posibles causas	Posibles soluciones
Consumo	Indicador de Consumo	Mediana (de 55 a 70 m ³ por año y por persona)	No se conoce o entiende la demanda, falta de información para la toma de decisiones	Realizar estudios de la demanda por sector: patrón de uso, factores determinantes, respuesta de los consumidores ante incremento de precio, cambios en la estructura de cobro y la aplicación de políticas para la gestión de la demanda; auditorias de altos consumidores
			Tarifa Regular	Revisión y ajuste de tarifas; investigar tarifas estacionales y escalonadas
			Micromedición no completa.	Ver eficiencia comercial
			Problemas de cobranza	Revisión de procedimientos de medición y cobranza más efectivos
			Cultura de la población	Fortalecer y asignar recursos adecuados para el Programa Cultura del Agua; concientización de pago por abastecimiento de agua y su valor
			No se utilizan dispositivos ahorradores o el Diseño y Desarrollo de Bajo Impacto (DDBI)	Promover las tecnologías nuevas, realizar proyectos demostrativos, impulsar las normas de edificación sustentable, requerir que todas las tomas nuevas tengan dispositivos ahorradores

Cont... Cuadro 10.1 Análisis de problemáticas para guiar las acciones de prevención

Área del problema	Indicador	Evaluación del indicador	Posibles causas	Posibles soluciones
Ambienta 1	Calidad del agua superficial y subterránea	ICA no cumple con las metas del PNH 2014-2018; turbidez elevada	Contaminación por la erosión en la cuenca; descargas de agroquímicos, industrias y urbanas; abatimiento de los niveles en los acuíferos	Vigilancia y tratamiento adicional, especialmente en condiciones de sequía y flujos altos; impulsar en el Consejo de Cuenca y con la CONAGUA, SEMARNAT y el H. Ayuntamiento la gestión de la calidad del agua (ver PMPMS de la cuenca)
	Disponibilidad del agua superficial y subterránea durante una sequía	Grado de presión mayor que las metas del PNH 2014-2018	Falta de sistemas de soporte a la decisión; deforestación	Impulsar en el Consejo de Cuenca y con la CONAGUA, SEMARNAT y el H. Ayuntamiento la gestión sustentable de la cuenca (ver PMPMS de la cuenca); en caso de escurrimientos bajos construir ataguías; prospección de nuevas fuentes de abastecimiento

10.2. Nuevas tecnologías para la gestión de la sequía

A continuación se presentan dos propuestas de nuevas tecnologías para la gestión de la sequía: la gestión de activos que además es una metodología para lograr la eficiencia de la JUMAPAM y el Diseño y Desarrollo de Bajo Impacto y la Infraestructura verde, que ofrecen beneficios múltiples para la gestión del recurso hídrico.

10.2.1. Gestión de activos

La gestión de activos ofrece una metodología para la gestión de los servicios prestados por la infraestructura y el equipamiento en el sector público urbano (platas de tratamiento, red de distribución, bombas, medidores, etc.). La definición de la "Gestión de Activos" acorde al estándar PAS 55 (ahora

actualizado como ISO 55000) es todas aquellas actividades y prácticas sistemáticas coordinadas a través de las cuales una organización gerencia de manera óptima sus activos físicos y el comportamiento de los activos, riesgo y gastos durante su ciclo de vida útil con el propósito de alcanzar su plan estratégico organizacional. El origen de la gestión de activos se puede trazar a la industria petrolera del Mar del Norte en los años 90 donde su aplicación generó enormes beneficios en la producción del petróleo, pero también se reconoce que la gestión de activos infraestructurales se impulsó fuertemente en Australia y Nueva Zelanda en esos años.

La gestión de activos abarca las diferentes etapas del ciclo de vida, desde la planificación, operación, mantenimiento y desincorporación-renovación de los activos. Aquí surge el interés de su implementación en los procesos de mantenimiento, la gestión de riesgos, la evaluación de los ciclos de vida, costos y desempeño de una manera óptima, elementos que también apoyan la gestión de mantenimiento. La gestión de activos permite establecer los requisitos que se deben cumplir e impartir un sistema sencillo de auditoría de cumplimiento con los Niveles de Servicio y los Indicadores Claves de Despeño.

La gestión de activos permitirá a las organizaciones (por ejemplo, los organismos operadores o los módulos de riego) que cuentan con un alto número de activos evitar que un fallo en uno de ellos, por ejemplo en una línea de conducción de agua potable, resulte muy costoso y afecte a numerosos servicios. Además, permite demostrar el cumplimiento con una serie de normativas sobre seguridad, salubridad y medio ambiente a la vez que se mantiene la disponibilidad máxima de los activos para asegurar la eficiencia global y el servicio.

La gestión de activos como una estrategia corporativa es un paradigma de negocio empresarial que integra la planificación estratégica con la operación, el mantenimiento y las decisiones de inversión de capital. A nivel operativo, la gestión de activos toma en cuenta la eficiencia de todos los activos, incluyendo inventarios, cumplimiento con la normatividad y el uso eficiente de los recursos (humanos, equipos y sistemas) combinando las metas de inversión, mantenimiento, reparación y gestión de explotación. Del mismo modo, la gestión de activos incluye la mejora de la productividad, maximización del ciclo de vida, minimización del coste total y soporte a la cadena de suministro.

10.2.2. Diseño y Desarrollo de Bajo Impacto y las Infraestructuras Verdes

El Diseño y Desarrollo de Bajo Impacto (DDBI) y las Infraestructuras Verdes ofrecen una solución a los problemas causados por la deforestación y el cambio del uso del suelo, al impulsar tecnologías que buscan resolver los problemas atacando las causas más que los síntomas, manejando la escorrentía en el lugar donde se produce, manteniendo los cauces naturales y recuperando la capacidad

de infiltración y almacenamiento presente en la cuenca natural. Para esto se utilizan nuevas técnicas y elementos como: la gestión del agua pluvial con vegetación autóctona, albercas de retención y detención, humedales artificiales, jardines de lluvia para el reabastecimiento de aguas superficiales y subterráneas, aljibes, sistemas de bio-retención, pozos secos, filtros de arena, tiras de filtros con vegetación, concreto y pavimento permeable, zanjas de césped y de infiltración, cunetas de bio-retención, diseño integral de los fraccionamientos residenciales verdes y casas ecológicas (Torrecillas Núñez, 2013).

El principio que subyace en las infraestructuras verdes es que un área de territorio puede ofrecer servicios múltiples a la sociedad si sus ecosistemas están en buen estado y estos servicios tienen además un gran valor desde un punto de vista económico, reforzando la idea de que invertir en infraestructuras verdes tiene sentido.

Se puede decir, las infraestructuras verdes se apoyan en la naturaleza para generar ventajas ecológicas, económicas y sociales siendo muy notables los beneficios que pueden aportar, entre otros, su elevada rentabilidad en el tiempo, las oportunidades de trabajo que proporcionan, su ventajosa relación costo-eficiencia frente a las infraestructuras tradicionales a las que puede en algunos casos sustituir o complementar, etc. En definitiva, se trata de una medida capaz de satisfacer a un tiempo los intereses de las personas y de la naturaleza.

Los componentes que se identifican en las infraestructuras verdes son:

- El componente físico, la red de espacios verdes en los cuales y a través de los cuales los procesos y funciones naturales se mantienen. Los ríos son un ejemplo de este soporte físico.
- Los proyectos, es decir, las intervenciones diseñadas para conservar, mejorar o restaurar la naturaleza, y esos procesos y funciones naturales que aseguren múltiples servicios ecosistémicos a la sociedad: recuperación de las llanuras de inundación, construcción de escalas para peces, medidas para el control de la erosión, restauración de humedales, drenaje urbano sostenible, entre otros.
- La planificación, integrando la conservación, mejora y restauración de áreas naturales, las funciones y procesos naturales en la planificación territorial y entregando de forma sostenible a la sociedad los beneficios asociados. Los planes de gestión del riesgo de inundación y los planes hidrológicos de cuenca son ejemplos del marco de planificación en el que se pueden desarrollar las intervenciones mencionadas anteriormente.
- Las herramientas, metodologías y técnicas que ayuden a entender y valorar los beneficios que proporciona la naturaleza a la sociedad y en base a ello movilizar las inversiones necesarias para mantener y aumentar esos beneficios: elaboración de manuales técnicos y de buenas prácticas, jornadas de divulgación e intercambio de experiencias, participación pública y voluntaria.

A nivel mundial las infraestructuras verdes y medidas asociadas como la retención natural del agua (Natural Water Retention Measures) ya son consideradas como herramientas necesarias para alcanzar los objetivos propuestos para a gestión de riesgos y forman parte de los programas de medidas incluidos en el ciclo de planificación y en los planes de gestión del riesgo.

Las medidas de DDBI se describen a continuación:

- Techos Verdes o Cubiertas Vegetadas. Sistemas multicapa con cubierta vegetal que recubren tejados y terrazas de todo tipo. Están concebidas para interceptar y retener las aguas pluviales, reduciendo el volumen de escorrentía y atenuando el caudal pico. Además retienen contaminantes, actúan como capa de aislante térmico en el edificio y ayudan a compensar el efecto "isla de calor" que se produce en las ciudades.
- Depósitos Domésticos. Depósitos de agua adosados a los edificios o viviendas y conectados a sus cubiertas, que almacenan el agua de lluvia procedente de ellas permitiendo su reutilización en usos no consuntivos. Aumentan los recursos hídricos disponibles e implican al usuario en la gestión del agua.
- Superficies Permeables. Pavimentos que permiten el paso del agua a su través, abriendo la posibilidad a que ésta se infiltre en el terreno o bien sea captada y retenida en capas sub-superficiales para su posterior reutilización o evacuación. Existen diversas tipologías, entre ellas: césped o gravas (con o sin refuerzo), bloques impermeables con juntas permeables, bloques y baldosas porosas, pavimentos continuos porosos (asfalto, hormigón, resinas, etc.).
- Franjas Filtrantes. Franjas de suelo vegetadas, anchas y con poca pendiente, localizadas entre una superficie dura y el medio receptor de la escorrentía (curso de agua o sistema de captación, tratamiento, y/o evacuación o infiltración). Propician la sedimentación de las partículas y contaminantes arrastrados por el agua, así como la infiltración y disminución de la escorrentía.
- Zanjas de Infiltración. Estructuras longitudinales generalmente rellenas con material granular, que infiltran el agua de la escorrentía procedente de superficies impermeables para su infiltración al suelo.
- Pozos de Infiltración. Pozos poco profundos (1 a 3 m) rellenos de material drenante (granular o sintético), a los que vierte escorrentía de superficies impermeables contiguas. Se conciben como estructuras de infiltración capaces de absorber totalmente la escorrentía generada por la tormenta de diseño para la que han sido diseñadas.
- Drenes Filtrantes. Zanjas poco profundas rellenas de material filtrante (granular o sintético), con o sin conducto inferior de transporte, concebidas para captar y filtrar la escorrentía de superficies impermeables contiguas con el fin de transportarlas hacia aguas abajo.

Además pueden permitir la infiltración y la laminación de los volúmenes de escorrentía.

- Cunetas Verdes. Estructuras lineales vegetadas de base ancha ($> 0,5$ m) y talud tendido ($< 1V:3H$) diseñadas para almacenar y transportar superficialmente la escorrentía. Deben generar bajas velocidades ($< 1-2$ m/s) que permitan la sedimentación de las partículas para una eliminación eficaz de contaminantes. Adicionalmente pueden permitir la infiltración a capas inferiores.
- Depósitos de infiltración. Depresiones del terreno vegetadas diseñadas para almacenar e infiltrar gradualmente la escorrentía generada en superficies contiguas. Se promueve así la transformación de un flujo superficial en subterráneo, consiguiendo adicionalmente la eliminación de contaminantes mediante filtración, adsorción y transformaciones biológicas.
- Depósitos de Detención En Superficie. Depósitos superficiales diseñados para almacenar temporalmente los volúmenes de escorrentía generados aguas arriba, laminando los caudales punta. Favorecen la sedimentación y con ello la reducción de la contaminación. Pueden emplazarse en "zonas muertas" o ser compaginados con otros usos, como los recreacionales, en parques e instalaciones deportivas.
- Depósitos de Detención Enterrados. Cuando no se dispone de terrenos en superficie, o en los casos en que las condiciones del entorno no recomiendan una infraestructura a cielo abierto, estos depósitos se construyen en el subsuelo. Se fabrican con materiales diversos, siendo los de hormigón armado y los de materiales plásticos los más habituales.
- Estanques de Retención. Lagunas artificiales con lámina permanente de agua (de profundidad entre 1,2 y 2 m) con vegetación acuática, tanto emergente como sumergida. Están diseñadas para garantizar largos periodos de retención de la escorrentía (2-3 semanas), promoviendo la sedimentación y la absorción de nutrientes por parte de la vegetación. Contienen un volumen de almacenamiento adicional para la laminación de los caudales punta.
- Humedales (Wetlands). Similares a los anteriores pero de menor profundidad y con mayor densidad de vegetación emergente, aportan un gran potencial ecológico, estético, educacional y recreativo.
- Acequias. Canales abiertos que transportan el agua de escorrentía hacia las zonas de infiltración, disminuyen la temperatura del entorno sirven de riego a la vegetación urbana.
- Bordillos modificados. Elementos de separación entre calzada y acera que retienen el agua de escorrentía, disminuyen los flujos picos en la red y aumentan el tiempo de concentración (Perales Momparler, 2007).

10.3. Medidas para la gestión de la demanda

Se proponen tres estrategias para reducir la demanda:

1. Reducir el agua no contabilizada en un plazo de 3 años por medio de la gestión de las pérdidas físicas en el sistema de agua potable y mejorar la eficiencia física.
2. Reducir el agua no contabilizada en un plazo de 6 años al mejorar la eficiencia comercial.
3. Impartir un programa para reducir el consumo por habitante de manera permanente en 10 años.

Las metas preliminares propuestas correspondientes son:

1. Eficiencia física de 75 por ciento para el 2019.
2. Eficiencia comercial de 95 por ciento para el 2022.
3. Reducción en el consumo por habitante en un 20 % para el 2026.

10.3.1. Gestión de las pérdidas

Se debe realizar el balance hídrico según la metodología de la Asociación Internacional del Agua (IWA - por sus siglas en inglés) para desarrollar la mejor estrategia para reducir el agua no contabilizada orientada al objetivo del organismo operador.

El balance hídrico es una herramienta que permite realizar un diagnóstico integral sobre la situación de las pérdidas de agua en la gestión operacional y comercial de la prestación del servicio y que categoriza los diversos tipos de pérdidas de agua tal como se presenta en la Figura 10.1.



Figura 10.1. Balance hídrico de un sistema de agua potable

Para evaluar la gestión de pérdidas por el OOA, se recomienda la implementación de la metodología planteada por el World Bank Institute, 2005 (WBI, Instituto del Banco Mundial) para la Gestión de Fugas la cual establece una clasificación de acuerdo al desempeño del organismo operador. A falta del balance hídrico, que también sirve para determinar el Índice Infraestructural de Fugas (IIF), en el caso de la JUMAPAM se supone que se encuentra entre la clasificación C a D por el alto nivel de agua no contabilizada, ver Cuadro 10.2.

Cuadro 10.2. Clasificación del organismo operador

Clasificación Agua No Contabilizada	Rango IIF ¹	Descripción
A	< 2.0	Incrementar la reducción de fugas puede ser poco rentable a menos que haya escasez; se necesita un análisis de beneficio/costo detallado para su justificación.
B	2.0 a < 4.0	Posibilidades de seguir mejorando; considerar la gestión de presión, mejorar el programa de control de fugas, mejorar el mantenimiento.
C	4.0 a < 8.0	Mala gestión de las fugas, esta clasificación solo es rentable cuando existen recursos hídricos abundantes; no obstante se debe analizar el nivel y la naturaleza de las fugas, intensificar los programas para la reducción de fugas.
D	8.0 o más	Uso altamente ineficiente de los recursos, indicativo de falta de mantenimiento y mala condición del sistema; se necesita impartir programas de reducción de fugas con urgencia.

En lo referente a las pérdidas técnicas, se recomienda la implementación de las acciones sugeridas por el World Bank Institute. Por eso el plan de trabajo se debe enfocar en la elaboración de un diagnóstico integral y un plan de 5 años para lograr la mejora al próximo nivel, mejorar la gestión de la infraestructura física por medio del sistema de gestión de activos (ISO:55000), impartir programas de sustitución de redes, control activo de las fugas (rastreo sistemático en zonas identificadas con grandes pérdidas de agua en tubería), aumentar la velocidad y la calidad de las reparaciones efectuadas y el control activo de presiones (sectorización hidráulica) entre otros, ver Cuadro 10.3.

Cuadro 10.3. Programa de acciones según la Clasificación de Agua No Contabilizada

Acciones recomendadas según la clasificación	Clasificación			
	A	B	C	D
Diagnóstico integral. Revisión y evaluación del desempeño del organismo operador				✓
Plan de 5 años para lograr la mejora al próximo nivel			✓	✓
Resolver las deficiencias en la mano de obra, capacitación y comunicación			✓	✓
Gestión de activos infraestructurales	✓	✓	✓	✓
Planificación y sustitución de redes obsoletas		✓	✓	✓
Revisar la frecuencia de fugas. Búsqueda sistemática de fugas y conexiones clandestinas		✓	✓	
Evaluar el nivel económico de agua no contabilizada	✓	✓		
Revisar y mejorar el mantenimiento		✓	✓	
Introducir o mejorar el control activo de fugas (rastreo sistemático en zonas identificadas con grandes pérdidas de agua)	✓	✓	✓	
Valorar, diseñar e implementar estrategias para establecer la frecuencia de intervención óptima para los programas de gestión de fugas	✓	✓		
Mejorar la eficiencia (tiempo para completar) y la efectividad (calidad y duración) de las reparaciones	✓	✓	✓	
Gestión de la presión (incluye la sectorización de la red, sistemas de medición y control)	✓	✓	✓	
Centro automatizado de gestión y control de la red y plantas de tratamiento	✓			

Fuente. Adaptado de World Bank Institute, 2005

Las medidas para mejorar la eficiencia comercial incluyen: verificar la fiabilidad y sustituir macromedidores y micromedidores; revisión de facturación de cuentas institucionales (o contabilizar las instituciones que no pagan por el agua); facturación presuntiva de daños ocasionado por terceros; supervisión de cuentas inactivas (cortado, coactivo, predio

demolido, suspendido, acometida por instalar, depuración carter, inhabilitado); contabilización del agua usada en las obras; instalación de dispositivos antifraude; lectura remota de los grandes consumidores; facturación de predios con inspecciones por cruces de información comercial y geográfica; manejo de fraudes; análisis sistemático de bajos y altos consumos; facturación presuntiva a comunidades ilegales; instalación de macromedidores y micromedidores en conjuntos residenciales, en instituciones y en predios comerciales e industriales para la sectorización de los usos y agilizar la auditoria del consumo.

Los beneficios asociados a una reducción de pérdidas de un organismo operador son diferentes según se trate de pérdidas técnicas o comerciales. Las pérdidas técnicas de un sistema afectan principalmente a los niveles de producción y, por lo tanto, a los costos de producción, conducción, tratamiento, bombeo, distribución y los costos de oportunidad ambientales y sociales (la extracción de agua).

Las pérdidas comerciales, en cambio, afectan fundamentalmente el nivel de facturación de la empresa y su nivel de ingresos, pero no influyen significativamente en el nivel de demanda. Por ejemplo, un aumento en la eficiencia física del 60 por ciento (agua no contabilizada 40 por ciento) al 75 por ciento (agua no contabilizada 25 por ciento) significa una reducción en las pérdidas de 37.5 por ciento y un 20 por ciento en la producción neta requerida por el sistema, mientras que una reducción de 37.5 por ciento en las pérdidas comerciales significaría un incremento en la facturación, sin alterar el consumo final de agua, lo cual además produciría una disminución en la tarifa debido a que los costos se distribuyen entre un mayor número de metros cúbicos facturados.

Con base en lo indicado, el beneficio asociado a la reducción de pérdidas técnicas se considera atribuible al agua distribuida ya que los costos evitados se refieren a las etapas funcionales que anteceden la etapa comercial. En cambio, el beneficio asociado a la reducción de pérdidas comerciales se ha atribuido al agua facturada, ya que está vinculado al ingreso comercial del organismo operador.

10.3.2. Gestión del consumo

10.3.2.1. Impulsar normas y programas existentes

Impulsar el desarrollo sustentable, cosecha de lluvia y el ahorro del agua por medio de la Norma NMX-AA-164-SCF1-2013 de Edificación Sustentable. Esta norma mexicana, de aplicación voluntaria a nivel nacional, especifica los criterios y requerimientos ambientales mínimos de una edificación sustentable. Aplica a las edificaciones y sus obras exteriores, ya sean individuales o en conjuntos de edificios, nuevas o existentes, sobre una o varios predios, en arrendamiento o propias. Se aplica a una o varias de sus fases: diseño,

construcción, operación, mantenimiento y demolición, incluyendo proyectos de remodelación, renovación o reacondicionamiento del edificio. En el apartado 5.2.3.2 dice "El diseño del sistema hidráulico de la edificación debe lograr una reducción en el consumo de agua de al menos 20 %, con respecto al consumo de una edificación equivalente, calculado según el Apéndice Informativo 8".

Impulsar el desarrollo sustentable y el ahorro del agua por medio de la Norma NMX-AA-171-SCFI-2014 de Requisitos y Especificaciones de desempeño ambiental de establecimientos de Hospedaje. Esta norma tiene como objetivo establecer los requisitos y especificaciones de desempeño ambiental para la operación de establecimientos de hospedaje en la República. Aplica a los interesados en demostrar el cumplimiento de los requisitos de desempeño ambiental turístico en todo el territorio nacional. Sin embargo, aún falta que la Dirección General de Normas de la Secretaría de Economía haga la declaratoria de vigencia y fije la fecha de entrada en vigor, que se estima entrará a finales de septiembre de este año, informa la CONUEE (junio 2014). En el apartado 5.3.17 dice "Utiliza dispositivos y equipos ahorradores de agua en el 100% de las instalaciones para lograr disminuir, al menos el 20% del consumo de agua en relación con equipos tradicionales no ahorradores".

Otra medida beneficiosa sería promover con Infonavit programas de fraccionamientos y viviendas sustentables, por ejemplo Instrumentos de Edificación Sustentable del Infonavit y Hipoteca Verde del Infonavit. Este crédito fue creado en 2010 por el Infonavit para que el derechohabiente pueda comprar una vivienda ecológica y así obtener una mayor calidad de vida mediante el uso de las eco-tecnologías que disminuyen los consumos de energía eléctrica, agua y gas.

Para disminuir el consumo en el comercio y la industria se recomienda que la JUMAPAM trabaje en conjunto con la PROFEPA para impulsar los programas de la PROFEPA: Programa Nacional de Auditoría Ambiental (PNNA) y el Programa de Liderazgo Ambiental para la Competitividad.

El PNAA incluye a sectores distintos al industrial (comercio, servicios, instalaciones turísticas, municipios) y a pequeñas y medianas empresas por el que se expiden tres tipos de certificados: el de Industria Limpia, el Calidad Ambiental y el de Calidad Ambiental Turística.

El PNAA consiste en una serie ordenada de actividades necesarias para fomentar la realización de auditorías ambientales. El ingreso al programa es de carácter voluntario al cual pueden adherirse las organizaciones productivas que así lo deseen con la finalidad no solo de ayudarse a garantizar el cumplimiento efectivo de la legislación, sino mejorar la eficiencia de sus procesos de producción, su desempeño ambiental y su competitividad.

El PNAA es un esfuerzo conjunto de la PROFEPA, gobiernos locales, empresas, asociaciones empresariales, instituciones académicas, auditores ambientales y la Entidad Mexicana de Acreditación (EMA). Cada uno de los actores en el PNAA desempeña una función muy importante, ya sea promoviendo, operando o participando en el programa a través de la auditoría ambiental.

El Programa de Liderazgo Ambiental para la Competitividad es un esfuerzo de cooperación entre la industria, instituciones de asistencia empresarial,

gobiernos locales y el gobierno federal a través de la Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales y la Procuraduría Federal de Protección al Ambiente desde mediados del año 2011. Se incluye a empresas de más de 10 empleados y principalmente dedicadas a actividades de manufactura y/o transformación pertenecientes a cadenas de proveeduría de grandes compañías, para lograr beneficios económicos y ambientales que mejoren su competitividad. Mediante la aplicación de una novedosa y sencilla metodología el Programa de Liderazgo Ambiental para la Competitividad mejora el desempeño de las empresas desarrollando capacidades para generar importantes ahorros económicos en sus procesos de producción al reducir el consumo de agua, energía y materias primas, así como evitando emisiones, residuos y descargas de contaminantes.

Ejemplos de casos exitosos de los programas de PROFEPA incluyen: General Motors de México que reporta que en los últimos 5 años se ha reciclado en promedio el 47% del agua tratada residual, evitando la extracción del manto acuífero de 895,000 m³; Cervecería del Pacífico en Mazatlán, Sinaloa, la cual ahorra anualmente 40,394.28 m³ de agua; e Industria Envasadora de Querétaro con un ahorro de 18,550.02 m³ de agua cada año (SEMARNAT, 2015).

10.3.2.2. Medidas para reducir el consumo

A nivel mundial existen numerosos ejemplos de programas exitosos para la reducción de la demanda, algunos por necesidad de sequías, donde se han impartido medidas durante una sequía que han resultado en una reducción permanente de la demanda, y otros programas que se han impartido debido a la disminución de la disponibilidad de los recursos hídricos.

En el Cuadro 10.4 se presenta un resumen de algunas medidas y las barreras a su implantación en el contexto de la situación actual del organismo operador, la cual se debe a una combinación de factores generalmente fuera de su control.

Cuadro 10.4. Técnicas de gestión de la demanda en el uso público urbano

Medida	Beneficios y ventajas	Barreras	Reducción del consumo en %
Medición	<ul style="list-style-type: none"> • Fácil de implementar • Mayor potencial de ahorro 	<ul style="list-style-type: none"> • Altos costos de capital • Requiere cambios en las tarifas 	<ul style="list-style-type: none"> • 25% en área que no tienen medición
Programa integral de eficiencia del organismo operador	<ul style="list-style-type: none"> • Esencial para asegurar el servicio • Reduce el agua no contabilizada 	<ul style="list-style-type: none"> • Recursos limitados • Resistencia al cambio 	<ul style="list-style-type: none"> • 10% global aproximadamente
Tarifas	<ul style="list-style-type: none"> • Pueden inducir fuertemente al ahorro 	<ul style="list-style-type: none"> • Objeción de los usuarios • Requiere estructuras bien diseñadas para ser efectivas • Leyes 	<ul style="list-style-type: none"> • 10%
Dispositivos ahorradores	<ul style="list-style-type: none"> • Ahorros rápidos 	<ul style="list-style-type: none"> • Requiere la cooperación del usuario 	<ul style="list-style-type: none"> • Al menos 30% del consumo residencial
Reglamentación	<ul style="list-style-type: none"> • Gran potencial de ahorro • Reduce aguas residuales 	<ul style="list-style-type: none"> • Posible resistencia de constructores 	<ul style="list-style-type: none"> • Sobre un 10% del uso residencial
Restricciones al uso	<ul style="list-style-type: none"> • Efectivo en los exteriores de las casas, especialmente en sequías 	<ul style="list-style-type: none"> • Requiere la cooperación del usuario • Difícil de establecer 	<ul style="list-style-type: none"> • 10 a 20% del uso residencial
reúso y jardines eficientes	<ul style="list-style-type: none"> • Ahorros significativos • Bajo mantenimiento de las plantas autóctonas 	<ul style="list-style-type: none"> • Baja aceptación de usuarios • Preferencia de los usuarios por determinadas plantas • Puede no haber disponibilidad de plantas autóctonas 	<ul style="list-style-type: none"> • 25% del uso residencial
Educación	<ul style="list-style-type: none"> • Puede cambiar malos hábitos • Resultados a largo plazo • Promueve la participación voluntaria 	<ul style="list-style-type: none"> • Requiere un esfuerzo bien planeado y coordinado 	<ul style="list-style-type: none"> • 5% a 10%

Fuente. Adaptado de Arreguín, 1991.

11. MEDIDAS Y PROGRAMAS PARA PREVENIR Y MITIGAR LA SEQUÍA

11.1. Ámbito de Actuación

La gestión de las sequías, en su sentido más amplio, ha de integrar:

1. La planificación general de los sistemas hídricos, que ha de establecer, teniendo en cuenta las sequías, las actuaciones para asegurar el equilibrio entre disponibilidades y demandas en los horizontes futuros.
2. Las reglas de operación de los sistemas en condiciones de normalidad, que han de estar presididas por criterios de prevención de escenarios de sequía operacional.
3. Los procedimientos de gestión y resolución durante los escenarios de sequía para mitigar las afecciones.

Las situaciones de insuficiencia de recursos para atender las demandas suelen estar provocadas por episodios prolongados de precipitaciones bajas, pero no siempre son achacables a esta causa. Una evolución de la demanda no ajustada a la disponibilidad de los elementos que deben asegurar su satisfacción, en términos de recursos e infraestructuras, puede originar también episodios de insuficiencia que frecuentemente son denominados sequías.

De ahí parte el enfoque de este PMPMS en la reducción de la demanda para asegurar la disponibilidad de agua y de esa manera minimizar la frecuencia y el impacto de la sequía. Por eso se propone la denominación genérica de sequía operacional, aplicable a todos los casos cuya resolución precisa de actuaciones y operaciones que afectan a alguno de los usos del agua dependientes de los sistemas de suministro.

Tanto si en el diseño se pretende cubrir en toda circunstancia conocida la totalidad de la demanda, o se contempla y acepta, como es normal, la posibilidad de escenarios de escasez que no aseguren su satisfacción total, el PMPMS de los ríos Presidio al San Pedro gestiona estos escenarios posibles, donde se definen los umbrales para identificar el inicio de la sequía y los procedimientos a seguir a partir de dichos umbrales. Se contempla la integración del establecimiento de umbrales de identificación de escenarios de

sequía en la ciudad/municipio que respondan a las condiciones de su propio contexto y a los de interacción con el resto de la cuenca en que se sitúa.

Partiendo del punto de vista que la sequía afecta a todos los sectores, especialmente al sector agrícola, se ha establecido una jerarquía para el diseño y la implantación de los programas de medidas de prevención y mitigación. Además, se debe de reconocer que la ciudad de Mazatlán y el municipio de Mazatlán se encuentran en la cuenca de los Ríos Presidio al San Pedro y por lo tanto comparten los recursos hídricos de las aguas superficiales y subterráneas con los otros municipios y usuarios en la cuenca.

Durante una sequía las decisiones de previsión y gestión del riesgo en sistemas urbanos/municipales pueden resultar en un incremento de las afecciones a otros usos no urbanos, por ejemplo la disminución del agua disponible para uso agrícola.

Por lo tanto, estas pautas de actuación para la ciudad/municipio se deben de establecer de forma clara y consistente con el PMPMS de la cuenca. Además se contempla que en una sequía severa, excepcional o extrema la capacidad de respuesta del organismo operador se rebasará y necesitará solicitar el apoyo a nivel estatal y federal lo que necesitará elaborar un Plan de Contingencia por Sequía, el cual es una medida de prevención que se describe con más detalle en el apartado 11.2.3.

Con todo eso, los ejes principales del PMPMS de la ciudad de Mazatlán y el municipio de Mazatlán son: impulsar la eficiencia la gestión del organismo operador por medio de un Programa Integral de Eficiencia del Organismo Operador (OO), la disminución de la demanda por medio de un Plan de Gestión de la Demanda, asegurar la calidad del agua por medio de un Plan de Seguridad del Agua, y el desarrollo de un Plan de Contingencia por Sequía el cual sirve para el diseño de un Plan de Emergencia ante la Sequía.

Para resolver las carencias previstas en el servicio de agua potable se debe de elaborar un Programa de Inversión en Infraestructura. La interrelación entre los planes y programas se muestra en la Figura 11.1.

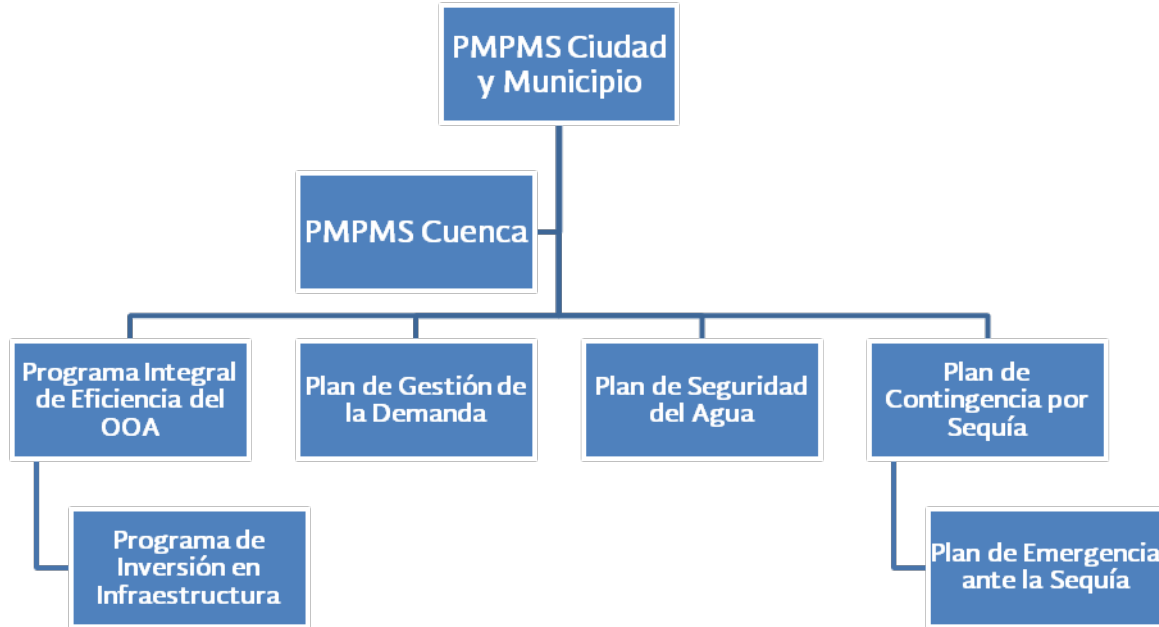


Figura 11.1. Relación entre los planes y programas de gestión

11.2. Medidas de prevención

11.2.1. Estrategias

Se proponen las estrategias siguientes:

1. Institucionales. Establecer las responsabilidades en la JUMAPAM para la implementación del PMPMS, se seguirá la Gerencia de Obras y Proyectos, y los mecanismos para la planeación e implementación del PMPMS con la participación del H. Ayuntamiento y las dependencias de los otros niveles de gobierno; para esto se recomienda el establecimiento de un Comité de Atención a la Sequía que se reunirá al menos cada 4 meses.
2. Alerta temprana y comunicación con los consumidores. Monitoreo de los indicadores de sequía (ver apartado 11.3.1), el fenómeno del Niño e indicadores de desempeño entre otros y elaboración de un informe, al menos mensual o más frecuente durante una sequía el cual se dará a conocer a los consumidores para que estén informados de la situación actual y su rol en la gestión del evento.
3. Fortalecer el Programa Cultura del Agua para inculcar en la ciudadanía la importancia de reducir la demanda y mejorar la calidad para asegurar la disponibilidad del agua durante una sequía.
4. Gestión de la demanda. Lograr las metas establecidas.

5. Identificación de otras fuentes de suministro e la implementación de nuevas tecnologías de DDBI por ejemplo para la cosecha o captura del agua de lluvia o el reciclaje y el reúso del agua residual y pluvial.
6. Identificación y aseguramiento de los recursos necesarios para hacer frente a una sequía (humanos, maquinaria, bombas, plantas potabilizadoras portátiles, etc.); incluye la preparación de presupuestos y asegurar el financiamiento para implementar las medidas.
7. Elaborar un Plan de Contingencia por la Sequía.
8. La realización de un ejercicio anual de simulación para comprobar la efectividad y eficiencia del Plan de Contingencia por la Sequía.
9. Establecer los sistema de monitoreo y evaluación.

11.2.2. Vigilancia continua

El seguimiento de los indicadores de sequía y la vigilancia de su evolución corresponde a la Gerencia de Obras y Proyectos (sujeto a confirmación por el organismo operador) en situación de normalidad, la cual incluye en esencia las siguientes tareas:

1. Recopilación de datos de las estaciones de aforo, pluviómetros, climatológicas, acuíferos, presas y calidad y cantidad del agua extraída y tratada para formar parte del sistema de indicadores. Además se debe analizar cualquier anomalía significativa que haya afectado la provisión del servicio de agua potable, alcantarillado y saneamiento en: (a) la ciudad y (b) en el municipio.
2. Análisis de la información y los indicadores de sequía (Índice De Sequía Por Escurrimiento (SDI), Monitor De Sequía, Indicadores Del Tipo De Sequía Por Municipio, Sequía Meteorológica (Mapas SPI) y Sequía Hidrológica (SDI)) disponibles en <http://www.pronacose.gob.mx/Contenido.aspx?nl=4> Análisis de la información del fenómeno del Niño/Niña y su pronóstico a largo plazo disponibles en:
 - National Weather Service Climate Prediction Center
http://www.cpc.ncep.noaa.gov/products/analysis_monitoring/enso_advisory/index.shtml
 - Servicio Meteorológico Nacional (SMN)
http://smn.conagua.gob.mx/index.php?option=com_content&view=article&id=267&Itemid=160
3. Cálculos del estado actual en relación a los umbrales de sequía y los Indicadores Claves de Desempeño.
4. Evaluación de medidas o programas impartidos previamente para disminuir la vulnerabilidad.

5. Elaboración y presentación de un resumen de todo lo anterior al Consejo Directivo del organismo operador.
6. Difusión de un boletín dirigido al público en coordinación con el Departamento de Comunicación Social.
7. El informe debe de publicarse según el umbral de la sequía; cada mes en condición de normalidad o Anormalmente Seco, quincenalmente durante una Sequía Moderada, semanalmente en una Sequía Severa, Extrema o Excepcional.

11.2.3. Plan de Gestión de la Demanda

El Plan de Gestión de la Demanda (PGD) es un ejercicio de planificación estratégica de la gestión hidrológica desarrollado fundamentalmente desde el lado de la demanda y no con el enfoque hidrológico tradicional de la oferta. El objetivo genérico de un PGD es el de asegurar a medio y a largo plazo el abastecimiento de agua de acuerdo con las siguientes condiciones:

- Minimizar la extracción de recursos naturales de agua.
- Satisfacer las diversas necesidades de servicios hidráulicos.
- Ajustar la calidad del agua a las exigencias de cada uso.
- Elevar los niveles de garantía del suministro a través del aumento de la eficiencia en la distribución y la utilización y no del aumento de dotaciones.
- Distribuir equitativamente los costes del sistema entre los abonados.
- Mantener el equilibrio económico y financiero del organismo operador.

Con estos objetivos, las intervenciones que se articulan en el marco de un PGD se centran en la optimización de la utilización final del agua mediante actuaciones muy diversas y se estructuran en torno a Programas Operativos con medidas que, en mayor o menor grado, afectan a los diferentes aspectos que intervienen en el ciclo del agua. Los programas contienen medidas o intervenciones a realizar a lo largo de varios años de duración. Éstas deben ser elaboradas bajo el criterio de la viabilidad, es decir, las medidas programadas deben ser perfectamente asumibles tanto desde un punto de vista ambiental, como social o económico.

11.2.4. Plan de Seguridad del Agua

Tradicionalmente ha existido un enfoque de remediar los aspectos de la salud pública de la gestión de la calidad del agua potable. Ha existido una confianza en esperar por los resultados de pruebas de calidad de agua, o la percepción de los consumidores con relación a problemas de salud o estéticos, antes de tomar una acción. Este enfoque ha sido exitoso para proteger la salud

pública, pero no es suficiente para representar una estrategia de protección para la salud pública preventiva.

Una limitación principal del enfoque de remediar es que los resultados de la calidad del agua sólo están disponibles después de que ya han sido expuestos. Por ejemplo, el brote de enfermedad hídrica en 2000 en Walkerton, Canadá, causó 7 muertes. Los resultados no fueron dados sino después que los consumidores habían sido expuestos a la contaminación. Otro defecto del enfoque de remediar es que no todos los contaminantes pueden ser confiablemente vigilados.

Por ejemplo, el brote de enfermedad hídrica en 1993 en Milwaukee, EE.UU., causó aproximadamente que se enfermaran 400,000 personas debido a la presencia de *Criptosporidium*. El agua abastecida en el momento cumplió con todos los estándares de agua potable de EE.UU. e internacional, pero el patógeno causante no fue fácilmente detectado a través de las pruebas. Aún hoy día, pocos laboratorios son capaces de realizar pruebas por un número relativamente pequeño de patógenos y tóxicos y la mayoría de contaminantes no cuentan con estándares.

El Plan de Seguridad del Agua (PSA) para consumo humano es un planteamiento integral basado en la evaluación y manejo del riesgo para la salud para optimizar la seguridad del agua potable y un enfoque sistémico, de base científica en el manejo del riesgo, para optimizar la seguridad del agua potable desde la cuenca de captación hasta su llegada al consumidor, con el fin de proteger la salud de la población.

El PSA es un sinónimo de inocuidad que asegura la calidad sanitaria del agua, a través de sistemas de control orientados a la prevención, en lugar de solo un análisis del producto final, lo que configura un propósito muy específico vinculado con la salud de la población.

El objetivo del PSA es asegurar las buenas prácticas de abastecimiento de agua de bebida a través de la minimización de la contaminación de las fuentes de agua, la reducción o el retiro de la contaminación por medio de procesos de tratamiento y la prevención de la contaminación durante el almacenamiento, la distribución y la manipulación del agua a nivel intradomiciliario.

El PSA se ejecuta en función de los objetivos de salud establecidos para cada sistema. Comprende la evaluación del sistema, el diseño del monitoreo operacional y la gestión, incluyendo la documentación y comunicación. Está basado en principios y conceptos de:

1. Estrategia de barreras múltiples.
2. Análisis de peligros y puntos críticos de control, APPCC (HACCP, por su sigla en inglés).
3. Enfoque sistémico de gestión.

Los PSA están siendo adoptados en todo el mundo para proteger mejor la salud pública mediante la reducción de enfermedades hídricas endémicas y prevenir las epidemias. Un enfoque preventivo involucra asegurar que la calidad del agua nunca será "insegura" de tal forma que la confiabilidad no dependa de respuestas reactivas, de un remedio basado en las pruebas de calidad del agua

y la percepción del consumidor de la calidad deficiente del agua. Los PSA brindan un amplio marco para el aseguramiento de la calidad del agua a través de una evaluación sistemática y gestión de riesgos para la salud.

La metodología para la elaboración del PSA se base en las guías preparadas por la Organización Mundial de Salud y se presenta de manera ilustrativa en la Figura 11.2. Los pasos a seguir para el desarrollo de un PSA se describen a continuación:

1. Formación del equipo del PSA.
2. Descripción del sistema de suministro de agua.
3. Evaluación de peligro y priorización de riesgo para identificar y comprender cómo los peligros pueden ingresar en el abastecimiento de agua.
4. Determinación y validación de medidas de control, y nueva evaluación y clasificación de los riesgos.
5. Elaboración, ejecución y mantenimiento de un plan de mejora o modernización.
6. Definición del monitoreo de las medidas de control.
7. Verificación de la eficacia del PSA.
8. Elaboración de procedimientos de gestión.
9. Elaboración de programas complementarios.
10. Planificación y realización de exámenes periódicos del PSA.
11. Revisión del PSA tras un incidente.



Figura 11.2. Proceso para el desarrollo de un PSA

11.2.5. Plan de Contingencia por Sequía

El propósito del Plan de Contingencia por Sequía es tipificar, caracterizar y ordenar los niveles de riesgo y sus correspondientes actuaciones preventivas y mitigadoras para los diferentes usos que comparten el sistema de agua potable de la JUMAPAM. Éste plan es genérico y establece los fundamentos para la preparación del Plan de Emergencia ante la Sequía que se desarrollara e implementara cuando se declare un estado de sequía de acuerdo con los umbrales. Además debe de incluir los sistemas de alcantarillado y saneamiento por la razón de que la sequía también afecta a éstos sistemas, por ejemplo la disminución en el flujo de agua residual durante una sequía puede requerir mantenimiento adicional o afectar las plantas de tratamiento. La intención es que se pueda catalogar cada situación y circunstancia en los sistemas, y sirva para iniciar las actuaciones pertinentes en cada caso y de referencia para la integración con lo establecido para otros usos y circunstancias en el PMPMS de la cuenca.

Los objetivos del Plan de Contingencia por Sequía son:

- Recopilar y ordenar la información básica sobre las demandas y la valoración de disponibilidades de recursos.
- Definir los estados de riesgo de escasez vinculados a sequías en los sistemas.
- Establecer las condiciones en que se incurriría en los estados de riesgo de escasez y sería necesario activar medidas especiales para mitigar los efectos de la sequía y prevenir posibles daños de alcance mayor.
- Confirmar los objetivos de reducción de demandas y refuerzo de disponibilidades y orientar sobre las medidas a implantar en las diferentes situaciones de escasez en que se puede encontrar los sistemas.
- Establecer responsabilidades en la toma de decisiones y en la forma de gestionar las diferentes situaciones posibles de sequía.
- Documentar todo lo anterior y mantenerlo actualizado

11.2.6. Medidas contempladas en el Plan de Contingencia por Sequía

Medidas para el cumplimiento de objetivos

- Designación de las responsabilidades al dentro de la JUMAPAM.

- Impulsar la incorporación de la gestión de sequía en el Plan Municipal de Desarrollo.
- Designación de una comisión o grupo de trabajo para gestión de la situación en sus distintas fases.
- Provisión de recursos económicos y humanos para resolver la sequía.
- Intensificación del seguimiento de reservas y consumos.

Medidas preparatorias

- Elaborar un Plan de Emergencia ante sequía para el Municipio de Mazatlán en colaboración con el H. Ayuntamiento de Mazatlán, CEAPAS y CONAGUA; realizar un ejercicio de simulación anual para comprobar y mejorar el Plan.
- Planificación de actuaciones en cada una de las fases.
- Planificación y diseño de campañas informativas.
- Preparación de normas y decretos en colaboración con el H. Ayuntamiento de Mazatlán, CEAPAS y CONAGUA.
- Evaluación de repercusiones económicas y sociales.
- Evaluación de repercusiones ambientales.
- Estudios de suministros alternativos.
- Revisión y puesta a punto de instalaciones de suministro alternativo.

Medidas de carácter institucional

- Establecer vínculos de cooperación con el Comité Intersecretarial de la cuenca.
- Establecimiento de un marco de información e interlocución con las autoridades e instituciones responsables en cada ámbito.
- Establecimiento de acuerdos de opciones de transferencia de derechos concesionales.
- Medidas de carácter normativo, promover cambios que permitirán restringir el uso del agua en emergencias y la disminución del consumo a largo plazo.
- Actuaciones sobre las tarifas, diseñar e impartir tarifas para la autosuficiencia de la JUMAPAM.
- Decretos o bandos sobre limitaciones o restricciones en el uso del agua.
- Medidas de vigilancia.
- Medidas para resolución de conflictos.

Medidas de incidencia social

- Incluir el tema de la sequía en el Programa de Cultura del Agua.

- Impulsar en cooperación con Protección Civil la concienciación en la sociedad de sus responsabilidades de estar preparados para sobrevivir por lo menos por tres días durante cualquier contingencia, de ahí impulsando la necesidad de almacenar agua en sus viviendas de manera segura. Dar a conocer el Plan de Protección Civil.
- Información a los consumidores.
- Información a los medios de comunicación.
- Campañas de persuasión de reducción de consumo voluntario en las Etapas 1 a 3, y obligatorio en las Etapas 4 y 5.
- Participación de los usuarios en la planificación de la sequía.
- Limitaciones de uso del agua.
- Cortes nocturnos del suministro.
- Racionamiento o tandeo.

11.3. Medidas de mitigación

11.3.1. Umbrales

Las medidas de mitigación se aplicarán de acuerdo con umbrales que se muestran en el Cuadro 11.1 establecidos por los rangos de intensidad de sequía: Anormalmente Seco (D0), Sequía Moderada (D1), Sequía severa (D2), Sequía Extrema (D3) y Sequía Excepcional (D4).

Cuadro 11.1. Etapas de sequía y reducción de la demanda

Etapa	Indicador			Meta de Reducción de la Demanda	Carácter de las acciones de racionamiento
	Nivel de almacenamiento en las presas menor a	Percentil normalizado de los niveles en los acuíferos	Intensidad de sequía		
1		Mayor al 50%	D0	5 al 10%	Voluntarias
2	80%	25% a 50%	D1	10 al 15%	Voluntarias
3	65%	10% a 24%	D2	15 al 25%	Algunas medidas obligatorias
4	40%	5% a 9%	D3	25 al 40%	Medidas obligatorias
5	25%	Menor al 5%	D4	Superior a 40%	Medidas obligatorias

Fuente. Adaptado de DOF, 2012.

11.3.2. Acciones en la Etapa 1- Fase de Prevención

En la Etapa 1, la JUMAPAM es responsable de monitorear e informar oportunamente del estado de sequía y elaborar un Plan de Emergencia ante la Sequía correspondiente a la afectación por la sequía y los pronósticos de las condiciones meteorológicas, la disponibilidad de los recursos hídricos. En esta etapa, el objetivo es alertar a los usuarios y facilitar la reducción voluntaria en el uso del agua público urbano y agrícola de 10%.

Se publica mensualmente un informe técnico, o boletín, con análisis de los umbrales, tendencias y pronóstico a largo plazo, para el municipio. Además el informe debe presentar el estado actual de los indicadores de sequía y debe de ser fácilmente accesible en internet. Se prepara un comunicado de prensa con un resumen de fácil entendimiento del informe técnico.

11.3.3. Acciones en la Etapa 2 - Fase Inicial

En la Etapa 2, la JUMAPAM debe convocar una reunión con el H. Ayuntamiento para informar del estado de sequía, acordar la necesidad de tomar acciones preventivas, y establecer un Comité Municipal de Atención a la Sequía.

Desde este punto se debe de activar un espacio, que servirá como las instalaciones para realizar todas las actividades necesarias para la gestión de la sequía.

Es importante que desde este punto se acuerde quién va a ser responsable por la gestión de la sequía y un portavoz único. En esta etapa se coordinan todas las actividades entre los tres niveles de gobierno para atender a las necesidades de la población y el Comité Municipal de Atención a la Sequía debe de tener una reunión mensual.

Se sugiere algunas acciones que se deben de desarrollar en ésta etapa:

- Solicitud de apoyo del H. Ayuntamiento al Gobierno del Estado y de este a la CONAGUA.
- Elaborar un Convenio de Colaboración entre la JUMAPAM, la CONAGUA, la SEDESOL y el Gobierno del Estado para aplicar el Plan de Emergencia.
- Coordinación entre CONAGUA, la CEAPAS y la JUMAPAM del programa de recorrido de los camiones cisterna para la distribución del agua a la población.
- Definir las fuentes y la calidad del agua de las fuentes alternas para el suministro del agua en pipas o para bombeo.

Además se debe de planear la provisión de agua en casos de emergencia a través de la coordinación entre los tres niveles de gobierno para:

- La distribución de agua por las cisternas a las comunidades afectadas, previa firma de compromisos (elaboración de bases y resguardos).
- Programación de la distribución de las plantas potabilizadoras de acuerdo a la fuente de abastecimiento.
- La programación de la distribución de los generadores de energía eléctrica para activar las fuentes alternas.
- La provisión de un informe a diario del operativo, tanto de los avances en la distribución del agua como de las comunidades y los habitantes beneficiados.
- Documentación del cierre del operativo.

En esta etapa el objetivo es una reducción voluntaria de 10 al 15 por ciento en el uso del agua. Las acciones incluyen:

- La JUMAPAM notifica a los tres niveles de gobierno que en el municipio se ha declarado la etapa 2 de sequía.
- La JUMAPAM y los medios de comunicación implementan una campaña de sensibilización informando de la "etapa de sequía" para ofrecer a los ciudadanos información actualizada sobre el estado de la sequía.
- Promoción en los medios de comunicación de uso racional del agua.
- Se activa el Plan de Emergencia ante la sequía y se establece la organización para la gestión de la sequía.
- Se aplica la normatividad para asegurar que los usuarios cumplan con las metas establecidas para disminuir el consumo de agua.
- Se aumentan los 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.
- Mantener el monitoreo exacto de las extracciones de agua, agua suministrada y registros de consumo.
- Monitorear la producción de agua diaria y presentar un informe mensual a CONAGUA y la Comisión Estatal de Agua Potable y Alcantarillado.
- Determinar la pérdida de agua y poner en marcha programas proactivos para la detección y reparación de fugas.
- Desarrollar e implementaran programas de calibración de medidores y remplazo de medidores que no cumplen con los estándares de medición. igualmente se implantaran programas para la detección y eliminación de tomas clandestinas.
- Se recomienda a los propietarios la reparación de fugas y goteos.
- Los propietarios instalan dispositivos para la conservación de agua durante la construcción y rehabilitación de edificios.

- En las instalaciones de la JUMAPAM se evalúa el uso del agua, se identifica y se repara fugas, y se instalan dispositivos de ahorro o captación de agua de manera oportuna. Además se aplicarán programas de difusión y comunicación en la JUMAPAM y el H. Ayuntamiento para involucrar a los empleados en programas para conservar el agua.
- Se invita a las empresas e industrias a desarrollar e implementar planes de contingencia para reducir el consumo de agua un 15 por ciento.

11.3.4. Acciones en la Etapa 3- Fase Severa

La etapa 3 es una evolución de la etapa 2, excepto que el Comité Municipal de Atención a la Sequía debe de mantener una reunión quincenal. Se informa a las otras dependencias de los tres niveles de gobierno de la situación actual de la sequía y se gestiona los recursos para atender a la sequía.

Al comenzar esta etapa, se solicita a la CONAGUA de un resolutivo para emitir un Acuerdo de Carácter General para definir la emergencia por la ocurrencia de sequía. En esta etapa, el objetivo es una reducción obligatoria en el consumo público urbano de 15 al 25%. Las acciones incluyen la implementación progresiva de las acciones en la Etapa 2 más las siguientes:

- La JUMAPAM notifica a los tres niveles de gobierno y a los usuarios que en el municipio se ha declarado la etapa 3 de sequía.
- Se controla el volumen entregado a los consumidores para asegurar el cumplimiento con la meta.
- La JUMAPAM continúa la activación de sus planes de emergencia ante la sequía y la organización para la gestión de la sequía.
- El Departamento de Comunicación Social de la JUMAPAM acuerda con las estaciones de radio y televisión locales para emitir actualizaciones semanales del estado de sequía al público.
- Se proporcionan al público recomendaciones para la conservación del agua.
- La JUMAPAM, la CONAGUA y la Comisión Estatal de Agua Potable y Alcantarillado monitorean problemas observados en los sistemas de agua.
- La página web de la JUMAPAM se actualiza cada dos semanas o más frecuentemente si es necesario.
- Se activan los planes de conservación de agua.
- Se persiguen agresivamente la detección de fugas y los programas de reparación de redes de agua potable y fugas.
- 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.
- Se recomienda a los propietarios de viviendas, instalaciones del gobierno, los negocios y la industria la reducción en el uso de agua, especialmente para el riego de jardines y espacios verdes.

11.3.5. Acciones en la Etapa 4 - Fase Extrema

La etapa 4 es una expansión de la etapa 3 y se mantienen reuniones semanales del Comité Municipal de Atención a la Sequía con la participación de todas las dependencias responsables de los tres niveles de gobierno.

En esta etapa el objetivo es una reducción obligatoria en todos los sectores de 25 al 40 por ciento en el uso del agua. Las acciones implantadas en la Etapa 3 se intensifican y además:

- La JUMAPAM notifica a los tres niveles de gobierno que en el municipio se ha declarado la etapa 4 de sequía y aconseja al público, servicios públicos, empresas y la industria de los cambios en los Indicadores.
- El Departamento de Comunicación Social de la JUMAPAM 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 página web de la JUMAPAM se actualiza cada semana o más frecuentemente si es necesario.
- 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.

11.3.6. Acciones en la Etapa 5 - Fase Excepcional

La etapa 5 es una continuación de la etapa 4, y se mantienen reuniones semanales del Comité Municipal de Atención a la Sequía con la participación de todas las dependencias responsables de los tres niveles de gobierno.

En esta etapa el objetivo es una reducción obligatoria en todos los sectores mayor al 40 por ciento en el uso del agua y que el nivel de las presas se conserve mayor al 25 por ciento. Las acciones implantadas en la Etapa 4 se intensifican y además:

- El Departamento de Comunicación Social de la JUMAPAM acuerda con las estaciones de radio y televisión locales para emitir actualizaciones diarias del estado de sequía al público
- Se establece una Sequía Hotline (línea telefónica de atención).

- 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 asegurar el cumplimiento con las restricciones.
- Se impulsan programas de eficiencia del uso del agua con los grandes consumidores del sector industria y comercio.

11.3.7. Acciones de mitigación según nivel de sequía por cada sector

Los Cuadros 11.2 a 11.5 indican una lista de acciones que se pueden llevar a cabo en la etapa de mitigación de la sequía para cada tipo de usuario.

Las acciones específicas a llevar a cabo en cada nivel de sequía serán decididas por el equipo de elaboración y planeación del PMPMS municipal. Este equipo puede sugerir otras acciones que se puedan llevar a cabo según las características de la localidad.

Cuadro 11.2 Acciones de mitigación según nivel de sequía: Sector Público/Gubernamental

Medidas	Umbrales				
	D0	D1	D2	D3	D4
Desarrollar campañas públicas de educación con estrategias manejo de la demanda a corto y largo plazo.	✓	✓	✓	✓	✓
Identificar usuarios de alto consumo de agua y desarrollar metas de ahorro.		✓	✓	✓	✓
Implementar medidas de conservación que también provean beneficios de ahorro de agua durante periodos de sequía.	✓	✓	✓	✓	✓
Promover el uso de las aguas pluviales.	✓	✓	✓	✓	✓
Imponer medidas de ahorro cuando se autoricen nuevas tomas	✓	✓	✓	✓	✓
Establecer sistemas de contabilidad para capturar los costos y diseñar un plan financiero de recuperación. No se recomienda incrementar tarifas durante una sequía, pues es una desincentiva para la comunidad.	✓	✓	✓	✓	✓
Conducir auditorías de irrigación en los administradores municipales de parques y espacios abiertos.			✓	✓	✓
Educar al personal de los administradores o municipio sobre cómo ahorrar agua.	✓	✓	✓	✓	✓
Proveer instrucciones a negocios u oficinas en el desarrollo de medidas específicas para sequías y planes de acciones directas.	✓	✓	✓	✓	✓
Eliminar o reducir la irrigación en jardines y parques.				✓	✓
Limitar el riego de exteriores a tiempos específicos del día.			✓	✓	✓
Limitar el número de días de riego a la semana			✓	✓	✓
Establecer tiempos límite para el riego			✓	✓	✓
Prohibir el riego durante el otoño, el invierno y los primeros meses de primavera.				✓	✓
Convertir aspersores a irrigación de bajo volumen donde sea apropiado.					✓
Restringir dispositivos de rocío en exteriores.			✓	✓	✓
Limitar o prevenir lavado de las flotas de vehículos de la ciudad o el municipio.			✓	✓	✓
Limitar el lavado con hidrantes.		✓	✓	✓	✓
Limitar el uso de del agua para entrenamiento en incendios.		✓	✓	✓	✓
Apagar fuentes ornamentales en los edificios y los parques.			✓	✓	✓
Instalar dispositivos ahorradores de agua en los baños de los edificios municipales.			✓	✓	✓
Conducir auditorías de agua en usos interiores y exteriores.				✓	✓
Prohibir o limitar el lavado de autos gubernamentales.				✓	✓

Cuadro 11.3. Acciones de mitigación según nivel de sequía: Sector Residencial

Medidas	Umbrales				
	D0	D1	D2	D3	D4
Promover el uso de las aguas pluviales.	✓	✓	✓	✓	✓
Promover auditorías de agua en usos interiores y exteriores.	✓	✓	✓	✓	✓
Aplicar restricciones de riego en jardines.			✓	✓	✓
Limitar riego exterior a tiempos específicos del día.			✓	✓	✓
Limitar el número de días de riego por semana.			✓	✓	✓
Establecer tiempo límite para el riego.			✓	✓	✓
Prohibir riego de los jardines durante el otoño, el invierno y la primavera temprana.				✓	✓
Limitar el riego con manguera o dispositivos sin aspersores.				✓	✓
Convertir aspersores a irrigación de bajo consumo, donde sea apropiado.					✓
Limitar o restringir los dispositivos de rocío en exteriores.			✓	✓	✓
Limitar o prohibir el plantar nuevos árboles o vegetación paisajística.				✓	✓
Aplicar guías de política para la instalación de nueva vegetación paisajística.	✓	✓	✓	✓	✓
Aplicar restricciones a la aplicación de agua a superficies impermeables.		✓	✓	✓	✓
Prohibir o limitar el lavado de autos.				✓	✓
Prohibir o limitar las fuentes sin recirculación de agua.				✓	✓
Prohibir o limitar el llenado y uso de albercas.				✓	✓
Promover hábitos ahorradores para el uso de agua en los interiores.	✓	✓	✓	✓	✓
Promover instalación de dispositivos eficientes de agua en las viviendas y en los desarrollos.	✓	✓	✓	✓	✓
Proveer información para ayudar a los consumidores en identificar fugas y su reparación.	✓	✓	✓	✓	✓
Requerir el uso de dispositivos eficientes de agua en la reventa de casas o en remodelaciones.	✓	✓	✓	✓	✓

Cuadro 11.4 Acciones de mitigación según nivel de sequía: Sector Comercial

Medidas	Umbrales				
	D0	D1	D2	D3	D4
Promover el uso de las aguas pluviales.	✓	✓	✓	✓	✓
Limitar y medir el uso de agua para la construcción.			✓	✓	✓
Aplicar guías de política o limitaciones para la instalación de nuevas plantas u otras aplicaciones paisajísticas.	✓	✓	✓	✓	✓
Aplicar restricciones de regadío en paisajes exteriores.			✓	✓	✓
Promover auditorías de agua en usos interiores y exteriores.	✓	✓	✓	✓	✓
Apagar la operación de fuentes ornamentales.				✓	✓
Prohibir o limitar el llenado y uso de albercas.				✓	✓
Promover y aplicar la instalación de dispositivos eficientes de agua.	✓	✓	✓	✓	✓
Apagar los surtidores de agua para los bebederos públicos.					✓
Promover la reducción del uso de aire acondicionado.	✓	✓	✓	✓	✓
Promover que los edificios con aire acondicionado que usen agua eleven sus termostatos modestamente.	✓	✓	✓	✓	✓
Prohibir el lavado de autos.				✓	✓
Aplicar restricciones del uso de agua en el lavado de autos comerciales.				✓	✓
Promover que los lavados de autos comerciales usen agua reciclada.	✓	✓	✓	✓	✓
Promover el servicio de agua en restaurantes únicamente bajo pedido.		✓	✓	✓	✓
Promover la reducción en la frecuencia del servicio de lavado y secado de toallas en hoteles.	✓	✓	✓	✓	✓
Proveer recursos para el desarrollo de planes de conservación específicos en oficinas y negocios.			✓	✓	✓

Cuadro 11.5 Acciones de mitigación según nivel de sequía: Sector Industrial

Medidas	Umbrales				
	D0	D1	D2	D3	D4
Promover el uso de las aguas pluviales.	✓	✓	✓	✓	✓
Limitar y medir el uso de agua para la construcción.			✓	✓	✓
Aplicar guías de política o limitaciones para la instalación de nueva planta de producción.	✓	✓	✓	✓	✓
Aplicar restricciones de regadío en paisajes exteriores.				✓	✓
Promover auditorías de agua en usos interiores y exteriores.	✓	✓	✓	✓	✓
Promover y aplicar la instalación de dispositivos eficientes de agua.	✓	✓	✓	✓	✓
Promover la reducción del uso de aire acondicionado.	✓	✓	✓	✓	✓
Promover que los edificios con aire acondicionado que usen agua eleven sus termostatos modestamente.	✓	✓	✓	✓	✓
Prohibir el lavado de autos.				✓	✓
Aplicar restricciones del uso de agua en el lavado de autos y maquinaria industrial.				✓	✓
Promover el uso de agua reciclada y el reúso de agua.	✓	✓	✓	✓	✓
Promover la conversión al uso de torres de enfriamiento.		✓	✓	✓	✓
Promover la eficiencia en los sistemas de lavado.	✓	✓	✓	✓	✓
Impulsar la optimización de los procesos de producción.	✓	✓	✓	✓	✓
Establecer alianzas para el desarrollo de planes de conservación específicos en las industrias (especialmente con la PROFEPA).	✓	✓	✓	✓	✓

12. PROGRAMAS Y PRESUPUESTOS

Se contempla un programa integral para implementar los planes y medidas contempladas en el PMPMS para la ciudad y el municipio. Los proyectos prioritarios presentan una estrategia para mejorar la eficiencia y eficacia de los organismos operadores en un plazo de 5 años, por la razón que debido a la complejidad de la situación actual no es factible lograr la efectividad en menos tiempo. Los proyectos abarcan:

- Impartir la metodológica de la gestión de activos con base a los fundamentos del ISO 55000 que provee un enfoque integral para lograr la eficiencia de los organismos operadores.
- La implementación de sistemas informáticos integrales en colaboración con los municipios y la actualización de los equipos de informática.
- Sectorización de la red y gestión de la presión.
- El levantamiento del padrón de usuarios y medidores.
- Mejorar la macromedición y micromedición.
- Levantamiento del catastro de la red urbana de agua potable.
- La implementación de un programa de detección y reparación de fugas, para disminuir el agua no contabilizada.
- Sustitución de redes antiguas a fin de reducir las fugas.
- La promoción de dispositivos ahorradores de agua y la reducción de las fugas de agua en las tomas en los domicilios, comercios e industrias.
- Impulsar la Cultura del Agua.
- Mejorar la capacidad y condición de la infraestructura.

El presupuesto preliminar para lograr los objetivos es 2,316.4 millones de pesos (mdp), la mayor inversión es 619.9 mdp, el 26.76% para mejorar la red de distribución, ver Cuadro 12.1. Cabe aclarar que el programa de inversiones es solo una estimación del orden de magnitud de las inversiones que se requieren y no se puede utilizar dicha información para los propósitos presupuestarios.

Cuadro 12.1. Programa de inversiones

Concepto	2017- 2019 (mdp)	2020- 2024 (mdp)	2025- 2029 (mdp)	Total (mdp)	%
Gestión de activos (ISO 55000)	4.0	3.0	3.0	10.0	0.43
Programa Cultura del Agua	10.2	12.4	12.4	34.9	1.51
Sistemas informáticos y actualización de equipos	9.3	18.5	18.5	46.4	2.00
Sistema comercial y capacitación	16.2	4.6	7.9	28.7	1.24
Levantamiento del padrón de usuarios y medidores	8.7	0.0	8.7	17.3	0.75
Catastro de la red urbana de agua potable.	9.3	0.0	9.3	18.5	0.80
Programa de detección y reparación de fugas en la red	12.2	20.3	20.3	52.8	2.28
Renovación de la infraestructura existente	48.8	81.3	81.3	211.3	9.12
Promoción de dispositivos ahorradores y la reducción de fugas domésticas	3.7	3.7	3.7	11.1	0.48
Estudio ejecutivos	1.9	1.9	1.9	5.6	0.24
Captaciones	0.0	19.2	18.7	37.9	1.64
Micromedición	51.8	59.4	38.5	149.6	6.46
Macromedición	1.5	0.0	1.5	2.9	0.13
Planta potabilizadora	18.2	12.7	10.9	41.9	1.81
Pozos	0.0	17.2	0.0	17.2	0.74
Líneas de conducción	48.3	137.6	206.4	392.3	16.93
Equipo electromecánico	22.2	36.9	59.1	118.3	5.11
Tanques	93.0	27.6	16.5	137.1	5.92
Mejoras en la red de agua potable	104.5	190.1	325.3	619.9	26.76
Equipos complementarios	45.7	14.2	6.3	66.3	2.86
Sectorización	71.9	118.6	37.9	228.4	9.86
Ampliación de cobertura	24.7	21.6	21.6	68.0	2.94
Total	606.0	800.8	909.6	2,316.4	100
Inversión por año	202.0	160.2	181.9		

Con base a la experiencia internacional se puede esperar que la metodología de la Gestión de Activos (ISO 55000) disminuirá la inversión en infraestructura al menos en un 20%, o 463.28 mdp.

BIBLIOGRAFÍA

- Arreguín, C. F. (1991). Uso eficiente del agua. Ingeniería hidráulica en México. Instituto Mexicano de Tecnología del Agua, CNA.
- CONAGUA (2007). Manual de Agua Potable, Alcantarillado y Saneamiento. Edición 2007 ISBN: 978-968-817-880-5.
- CONAGUA (2011). Plan operativo de inundaciones de la ciudad de Mazatlán, Sinaloa Organismo de Cuenca Pacífico Norte. Comisión Nacional del Agua.
- CONAGUA (2014). Programa de Medidas Preventivas y de Mitigación de la Sequía Consejo de Cuenca Ríos Presidio al San Pedro. Segunda Versión.
- CONAPO (2008). Programa Nacional de Población (2008-2010). Primera edición, ISBN: 970-628-931-3, México.
- CONAPO (2014). Programa Nacional de Población (2014-2018). Primera edición, ISBN: 978-607-427-9, México.
- Díaz C., García D., Solís C. (2000). "Sequía en un Mundo de Agua", San José, Toluca. Piriguazú Ediciones / CIRA-UAEM, 2000, 420p.
- Hardy, R., Wright, P., Kingston, J., and Gribbing, J. (1982). The Weather Book (Boston: Little; Brown).
- IMTA (2010). Extractor Rápido de Información Climatológica, ERIC III (Disco compacto). Instituto Mexicano de Tecnología del Agua.
- INEGI (2010). Instituto Nacional de Estadística Geografía e informática. Censo de Población y Vivienda 2010.
- McKee, T.B., Doesken, N.J., and Kleist, J. (1993). The relationship of drought frequency and duration to time scales. In Proceedings of the 8th Conference on Applied Climatology, Anaheim, Calif. 17-22 enero 1993. American Meteorological Society.
- OMS, 1979. Calidad del Agua Potable (1979). Novena revisión de Ginebra, Suiza. Organización Mundial de la Salud.
- Perales Momparler, S. y Andrés-Doménech, I. (2007). Los sistemas urbanos de drenaje sostenible: una alternativa a la gestión del agua de lluvia. Equipamiento y servicios municipales, ISSN 1131-6381, N°. 133 (Septiembre-Octubre), 2007, págs. 66-77.
- SECTUR, 2012. Compendio estadístico. Secretaría de Turismo.

Torrecillas Núñez, C., 2013. Formulación del programa de medidas preventivas y de mitigación de la sequía para los consejos de cuenca de los Ríos Presidio al San Pedro, Ríos Mocorito al Quelite y Ríos Fuerte y Sinaloa, 1ª y 2ª versión.

Yevjevich, V. (1983). "Coping with Droughts", libro publicado por Water Resources Publications, POB 2841, Littleton, Colorado, Estados Unidos.

Páginas de Internet básicas consultadas

CONAGUA, 2015. Indicadores del tipo de Sequía por Municipio.

<http://www.pronacose.gob.mx/Contenido.aspx?n1=4&n2=16&n3=16>

Diario Oficial de la Federación. www.dof.gob.mx

INEGI 2009. Censos económicos 2009

http://www.inegi.org.mx/est/contenidos/espanol/proyectos/censos/ce2009/calc_CENSAL-municipio.asp

www.JUMAPAM.gob.mx

www.pigoo.gob.mx

Ley de Aguas Nacionales. Diario Oficial de la Federación (DOF: 22/11/2012)

http://dof.gob.mx/nota_detalle.php?codigo=5278695&fecha=22/11/2012

PRONACOSE. Programa Nacional Contra la Sequía. <http://www.pronacose.gob.mx>.

Reglamento de Agua Potable y Alcantarillado del Estado de Sinaloa, 1983. <http://www.JUMAPAM.gob.mx/images/IMAGENES/pdfs/pdf/reg.aguapot.pdf>

SMN, 2014. Normales Climatológicas por Estación. Página web

http://smn.cna.gob.mx/index.php?option=com_content&view=article&id=42&Itemid=75

ANEXOS

Anexo A. Encuestas de los diferentes sectores

ENCUESTA DEL SECTOR: DOMÉSTICO



Datos Generales

Nombre del informante _____ Nombre del encuestador _____

Hombre Mujer Fecha _____

Edad _____ Email _____

Comunidad _____ Encuesta n°
Sector _____

A. DATOS PERSONALES Y SU ACTIVIDAD

1. SU FAMILIA

¿Quien vive en la casa? Papa Mama Hijos (Cuantos) Otros (Número y especificar)

¿Quién es el jefe de familia? Papa Mama Otros especificar _____

¿Quién o quiénes trabajan en el predio? Papa Mama Hijos Otros _____

¿Cuál es la principal fuente de ingresos de la familia?
Industria Comercio Ambas Otras actividades especificar

¿Cuáles son los ingresos (autónomos) promedios que percibe su hogar en un mes, en pesos? _____

¿Recibe alguna ayuda, subsidios? Si No ¿Si es si, de que tipo? (de un familiar, de instituciones estatales...)

¿Pertenece a algún programa del estado? Si No Cuál (es)

¿Perteneció a algún programa? ¿A cuál? ¿Puede precisar por qué ya no pertenece?

¿Pertenece a alguna asociación, agrupación campesina junta de vecinos, mujeres rurales, algún club? Si No

¿A cuál / a
cuáles
pertenece? _____

2. SU ALIMENTACIÓN

¿Cuáles son los alimentos que
consume diariamente? _____

¿Cuáles son los alimentos que consume en forma regular
(una vez a la semana)? _____

¿Cuáles son los alimentos que consume de
vez en cuando? _____

¿Los alimentos que no
consume jamás? _____

3. ACTIVIDAD DEL SECTOR DOMÉSTICO

¿Te encuentras ubicado en una zona Si No
de estiaje?

¿Cuáles son los problemas de
estiaje en tu zona?

¿Tu zona está bien informada de la Si No
temporada de estiaje?

¿Por qué medios de comunicación se informa que se suspende el agua en temporada de estiaje?
Impreso Correo Televisión Radio Periódico Otros _____

¿Las autoridades te informan si tu zona se encuentra Si No
en peligro por estiaje?

¿De quién?

H. Juntas de Protección Otros
Ayuntamiento Agua Civil especifique _____

¿Sigues tú las instrucciones que emiten las autoridades, a través de Si No
medios masivos de comunicación?

¿Sabes que significa Si No
Tandeo?

¿Sabe en qué consiste el programa Si No
Tandeo del agua?

¿Cómo calificaría el programa? (1-10)
siendo 10 - Excelente

¿Ha tenido problemas con este programa: Si No Especifique
(Horarios no respetados, presión del
agua, agua contaminada)?

B. LA SEQUÍA 2013 - 2014

1. IMPACTO SOBRE SUS FUENTES DE AGUA

¿Noto una disminución de sus fuentes de agua?

Agua de canal	Si	<input type="checkbox"/>	No	<input type="checkbox"/>	Caudal/nivel normal	<input type="text"/>	Reducción de nivel	<input type="text"/>
Agua de pozo o noria	Si	<input type="checkbox"/>	No	<input type="checkbox"/>	Caudal/nivel normal	<input type="text"/>	Reducción de nivel	<input type="text"/>
Agua vertiente y quebradas	Si	<input type="checkbox"/>	No	<input type="checkbox"/>	Caudal/nivel normal	<input type="text"/>	Reducción de nivel	<input type="text"/>
Acumulación agua riego	Si	<input type="checkbox"/>	No	<input type="checkbox"/>	Caudal/nivel normal	<input type="text"/>	Reducción de nivel	<input type="text"/>

2. ACCESO AL AGUA POTABLE

¿No tiene acceso al agua potable?

¿Tuvo algún problema de agua potable? Si No Periodo

¿Sufrió algún problema de salud? Si No

¿Problemas de salud por falta de agua potable?

¿Recibió algún tipo de ayuda? (Para el, agua potable) Si No

¿Qué tipo de ayuda? _____

(Precisar en qué consistió de parte de quién y cuándo fue entregada)

3. SU ALIMENTACIÓN DURANTE LA SEQUÍA

¿Tuvo que comprar alimentos que no compra normalmente, por la sequía?
(Se le seco el huerto, etc...)

Si No ¿Cuáles y porque?

¿Hay alimentos que dejo de consumir o que consumió en menor cantidad? (Precisar)
Alimentos que dejo de consumir: _____

Alimentos que consumió en menor cantidad: _____

¿La familia recibió alimentos durante la sequía? Si No

¿Cuáles? _____

¿Quién se los dio?
(Instituciones, parientes, etc...)

4. ¿CONOCIÓ OTRAS PÉRDIDAS ECONÓMICAS DURANTE LA SEQUÍA? (Venta patrimonio o posesiones, endeudamiento, etc...) Precisar en pesos.

\$	\$	\$
\$	\$	\$

¿Tomó un crédito por sequía? Si No ¿Para qué?

5. OTROS CAMBIOS QUE IMPLICO LA SEQUÍA

¿Tuvo que realizar otra(s) actividad(es) extra(s) para aumentar sus ingresos? Si No

Realizó esa actividad: _____ ¿Cuál actividad?

Dentro de la comunidad

Fuera de la comunidad

¿Cuáles fueron entonces sus ingresos promedios durante la sequía? \$ _____

¿Cambiaremos sus gastos? ¿En que, de cuánto?

¿Se vio afectado en el cotidiano? (Lavado de ropa, aseo, etc.) Si No

6. PERCEPCIÓN DE LA SEQUÍA

¿Qué años de sequía recuerda? _____

Años de las sequías más importantes _____

¿En qué años de sequía se vio más afectado? _____

¿En qué época del año lo afectaría más una sequía?
(Precisar por qué, en qué) _____

¿En qué grado se ve afectado por una sequía? Muy bajo Bajo Medio Alto Muy Alto

¿Por qué? _____

¿Qué le indica que se está en un periodo de sequía?
(Como sabe que está en sequía) _____

Comparado con otros vecinos de la comunidad, ¿usted se vio más o menos afectado por la sequía del año 2013-2014 (Precisar porque, en qué)?

¿Cómo se comparan las pérdidas de la sequía del 2011-2012 con las pérdidas del 2013 - 2014?

¿Qué hizo durante la sequía para tener agua potable?

¿Qué haría para enfrentar una nueva sequía?

7.

ASISTENCIA

¿Reporto sus pérdidas a alguna institución? Si No ¿A cuáles?

¿Ayuda recibida?	1	\$	Cuándo	<input type="text"/>	De	<input type="text"/>
	2	\$	Cuándo	<input type="text"/>	quién	<input type="text"/>
	3	\$	Cuándo	<input type="text"/>	De	<input type="text"/>
	4	\$	Cuándo	<input type="text"/>	quién	<input type="text"/>

Evaluación ayuda integrada:

Evaluación global Muy bajo Bajo Medio Alto Muy Alto

Tiempos del proceso de solicitud Muy bajo Bajo Medio Alto Muy Alto

Cantidad requerida Muy bajo Bajo Medio Alto Muy

8. ACTIVIDADES PARA FORMULAR UN PLAN COMUNITARIO EN TEMPORADAS DE ESTIAJE

¿En qué almacena agua? _____

¿Sabe del riesgo que se corre con el almacenamiento del agua? Si [] No []

¿En tu vivienda lavas y desinfectas los depósitos de agua destinados para el consumo humano y uso doméstico? Si [] No []

¿Estas informado sobre los apoyos de limpieza y cloración que dan en la Comisión Municipal del Agua y Saneamiento para los que tienen algún sistema de almacenamiento de agua? Si [] No []

En caso de no contar con el vital líquido, solicitas apoyo a las autoridades correspondientes para que te suministren de agua. Si [] No [] ¿A quiénes? []

¿Reportas a tiempo las fugas de tu vivienda? Si [] No [] ¿A quiénes y cuantas veces al año? []

¿Cuentas con un Sistema de Captación de Agua de Lluvia en tu casa? Si [] No [] ¿Qué tipo? []

¿Cuentas con equipos y/o accesorios ahorradores de agua? Si [] No [] ¿Qué tipo y en donde está instalado? []

¿Reutilizas el agua? Si [] No [] ¿Qué tipo y en dónde? []

¿Qué haces tu para evitar contaminar los cuerpos de agua? _____

¿Evitas tu exponerte a la radiación solar por mucho tiempo? Si [] No []

¿Qué haces para protegerte de los rayos solares y el calor? _____

¿A qué hora del día realizas tus actividades físicas (deporte)? _____

¿Cuantos litros de agua bebes diario? _____

¿Qué tipo de techo tienes en tu casa? _____

¿Qué colores usas en tu casa para reducir la sensación de calor? _____

¿Te gustaría sembrar árboles en tu predio o comunidad? Si [] No []

¿Estas informado sobre los apoyos que existen para realizar obras de diferentes almacenamientos de agua? Si [] No [] Especifica []

¿De qué dependencia y que tipo? _____

¿Has recibido apoyos por problemas de estiaje? Si No Especifica

¿De quién y para qué? _____

¿Te gustaría realizar acciones y obras para tu beneficio, de tu familia y patrimonio, para estar prevenidos y preparados para posteriores temporadas de estiaje? A corto Mediano o largo ¿De qué tipo?

¿Te gustaría que tu comunidad cuente con un Plan de Protección en la temporada de estiaje con el objeto prevenir y disminuir sus efectos adversos? Si No ¿Qué te gustaría incluirle al plan?

9. EVALUACIÓN DE DEPARTAMENTOS GUBERNAMENTALES

¿Cree que el Gobierno está gestionando bien la crisis del agua? Si No

¿Conoces el Programa de Medidas Preventivas que el Gobierno está impulsando? Si No Nombra el programa _____

¿Cree que el gobierno está tomando las medidas adecuadas para solucionar el problema? Si No

¿Cuál considera que es a largo plazo la mejor medida contra la sequía? _____

¿Quién cree que tiene la culpa de la falta de agua? _____

10. MEDIDAS DE MITIGACIÓN

¿Qué estás dispuesto hacer tú para que el consumo del agua no se encuentre por encima de la media nacional? _____

¿Crees que el precio del agua es? Baj o Alt o Adecuado

¿Estará dispuesto a utilizar medidas para capturar el agua? Si No

¿Estará dispuesto a utilizar tecnologías de Diseño y Desarrollo de Bajo impacto (DDBI) o las Buenas Prácticas y Aplicaciones (BPA)? Marca con una X las de tu interés.

Medidas para el uso eficiente del agua	<input type="checkbox"/>
Tratamiento y reúso de las aguas residuales	<input type="checkbox"/>
Captura de las agua pluviales en aljibes para sustituir el agua potable	<input type="checkbox"/>
Uso de pavimento permeable	<input type="checkbox"/>
Construcción de un techo verde	<input type="checkbox"/>
El uso eficiente de energía térmica y eléctrica	<input type="checkbox"/>
Instalación de dispositivos ahorradores de agua	<input type="checkbox"/>
Reparación de fugas de agua	<input type="checkbox"/>
Reducción del uso del sistema de aire acondicionado	<input type="checkbox"/>
Restricción de lavados de banquetas con agua potable	<input type="checkbox"/>

Restricción de lavados de autos con agua potable	
Manejo de residuos sólidos	
Huertos familiares	
Plantar Arboles	
Restricción del riego de jardines y paisajes exteriores	

¿Qué recomendaría usted para mejorar el apoyo durante la emergencia por sequía?

Observaciones

¡¡MUCHAS GRACIAS POR SU COLABORACIÓN!!

ENCUESTA DEL SECTOR: INDUSTRIA Y COMERCIO



Datos Generales

Nombre del informante _____ Nombre del encuestador _____

Nombre de la compañía _____ Dirección social _____

Hombre Mujer Fecha _____

Edad _____ Email _____

Comunidad _____ Encuesta n°

Sector _____

C. DATOS PERSONALES Y SU ACTIVIDAD

4. SU EMPRESA

¿Cuántos empleados remunerados hay en la empresa?

Población atendida con agua potable _____ Población atendida con servicio de agua residual _____

¿Cuáles son sus productos o servicios principales? _____

¿Recibe alguna ayuda o subsidio en temporada de estiaje? Si No ¿Si es si, de que tipo?
(de un familiar, de instituciones estatales...)

¿Pertenece a algún programa del estado o federal? Si No Cuál (es)

¿Perteneció a algún programa? ¿A cuál? ¿Puede precisar por qué ya no pertenece?

¿Pertenece a alguna asociación o agrupación? Si No

¿A cuál / a cuáles pertenece? _____

5. ACTIVIDAD DEL SECTOR

¿Te encuentras ubicado en una zona de estiaje? Si No

¿Cuáles son los problemas de estiaje en tu zona?

¿Tu zona está bien informada de la temporada de estiaje? Si No

¿Por qué medios de comunicación se informa que se suspende el agua en temporada de estiaje?
 Impreso Correo Televisión Radio Periódico Otros

¿Las autoridades te informan si tu zona se encuentra en peligro por estiaje? Si No

¿De quién?
 H. Ayuntamiento Juntas de Agua Protección Civil Otros especifique

¿Sigues tú las instrucciones que emiten las autoridades, a través de medios masivos de comunicación? Si No

¿Sabes que significa Tandeo? Si No

¿Sabe en qué consiste el programa Tandeo del agua? Si No

¿Cómo calificaría el programa? (1-10) siendo 10 - Excelente

¿Ha tenido problemas con este programa: (Horarios no respetados, presión del agua, agua contaminada)? Si No Especifique

D. LA SEQUÍA 2013 - 2014

11. IMPACTO SOBRE SUS FUENTES DE AGUA

¿Noto una disminución de sus fuentes de agua?

Agua de canal	Si <input type="checkbox"/>	No <input type="checkbox"/>	Caudal/nivel normal	<input style="width: 80px;" type="text"/>	Reducción de nivel	<input style="width: 80px;" type="text"/>
Agua de pozo o noria	Si <input type="checkbox"/>	No <input type="checkbox"/>	Caudal/nivel normal	<input style="width: 80px;" type="text"/>	Reducción de nivel	<input style="width: 80px;" type="text"/>
Agua vertiente y quebradas	Si <input type="checkbox"/>	No <input type="checkbox"/>	Caudal/nivel normal	<input style="width: 80px;" type="text"/>	Reducción de nivel	<input style="width: 80px;" type="text"/>
Acumulación agua riego	Si <input type="checkbox"/>	No <input type="checkbox"/>	Caudal/nivel normal	<input style="width: 80px;" type="text"/>	Reducción de nivel	<input style="width: 80px;" type="text"/>

12. ACCESO AL AGUA POTABLE

¿No tiene acceso al agua potable?

¿Tuvo algún problema de agua potable? Si No Periodo

¿Sufrió algún problema de salud? Si No

¿Problemas de salud por falta de agua potable?

¿Recibió algún tipo de ayuda? Si No
(Para el, agua potable)

¿Qué tipo de ayuda? _____

(Precisar en qué consistió de parte de quién y cuándo fue entregada)

13. ¿CONOCIÓ OTRAS PÉRDIDAS ECONÓMICAS DURANTE LA SEQUÍA? (Venta patrimonio o posesiones, endeudamiento, etc...) Precisar en pesos.

\$	\$	\$
\$	\$	\$

¿Tomó un crédito por sequía? Si No ¿Para qué?

14. OTROS CAMBIOS QUE IMPLICÓ LA SEQUÍA

¿Tuvo que realizar otra(s) actividad(es) extra(s) para aumentar sus ingresos? Si No

Realizó esa actividad: ¿Cuál actividad?
Dentro de la comunidad
Fuera de la comunidad

¿Cuáles fueron entonces sus ingresos promedios \$ durante la sequía? _____

¿Cambiamos sus gastos?
¿En que, de cuánto?

¿Se vio afectado en el cotidiano? Si No
(Lavado de ropa, aseo, etc.)

15. PERCEPCIÓN DE LA SEQUÍA

¿Qué años de sequía recuerda?

Años de las sequías más importantes

¿En qué años de sequía se vio más afectado?

¿En qué época del año lo afectaría más una sequía?
(Precisar por qué, en qué)

¿En qué grado se ve afectado por una sequía?

Muy bajo Bajo Medio Alto Muy Alto

¿Por qué?

¿Qué le indica que se está en un periodo de sequía?

(Como sabe que está en sequía)

Comparado con otros vecinos de la comunidad, ¿usted se vio más o menos afectado por la sequía del año 2013-2014 (Precisar porque, en qué)?

¿Cómo se comparan las pérdidas de la sequía del 2011-2012 con las pérdidas del 2013 - 2014?

¿Qué hizo durante la sequía para tener agua potable?

¿Qué haría para enfrentar una nueva sequía?

16.

ASISTENCIA

¿Reporto sus pérdidas a alguna institución?

Si No

¿A cuáles?

¿Ayuda recibida?

1	\$	Cuándo		De quién	
2	\$	Cuándo		De quién	
3	\$	Cuándo		De quién	
4	\$	Cuándo		De quién	

Evaluación ayuda integrada:

Evaluación global	Muy bajo	<input type="checkbox"/>	Bajo	<input type="checkbox"/>	Medio	<input type="checkbox"/>	Alto	<input type="checkbox"/>	Muy Alto
Tiempos del proceso de solicitud	Muy bajo	<input type="checkbox"/>	Bajo	<input type="checkbox"/>	Medio	<input type="checkbox"/>	Alto	<input type="checkbox"/>	Muy Alto
Cantidad requerida v/s lo entregado	Muy bajo	<input type="checkbox"/>	Bajo	<input type="checkbox"/>	Medio	<input type="checkbox"/>	Alto	<input type="checkbox"/>	Muy Alto

17.

ACTIVIDADES PARA FORMULAR UN PLAN COMUNITARIO EN TEMPORADAS

DE ESTIAJE

¿En qué almacena agua?

¿Sabe del riesgo que se corre con el almacenamiento del agua? Si No

¿En tu vivienda lavas y desinfectas los depósitos de agua destinados para el consumo humano y uso doméstico? Si No

¿Estas informado sobre los apoyos de limpieza y cloración que dan en la Comisión Municipal del Agua y Saneamiento para los que tienen algún sistema de almacenamiento de agua? Si No

En caso de no contar con el vital líquido, solicitas apoyo a las autoridades correspondientes para que te suministren de agua Si No ¿A quiénes?

¿Reportas a tiempo las fugas de tu vivienda? Si No ¿A quiénes y cuantas veces al año?

¿Cuentas con un Sistema de Captación de Agua de Lluvia en tu casa? Si No ¿Qué tipo?

¿Cuentas con equipos y/o accesorios ahorradores de agua? Si No ¿Qué tipo y en donde está instalado?

¿Reutilizas el agua? Si No ¿Qué tipo y en dónde?

¿Qué haces tu para evitar contaminar los cuerpos de agua?

¿Evitas tu exponerte a la radiación solar por mucho tiempo? Si No

¿Qué haces para protegerte de los rayos solares y el calor?

¿A qué hora del día realizas tus actividades físicas (deporte)?

¿Cuantos litros de agua bebes diario?

¿Qué tipo de techo tienes en tu casa?

¿Qué colores usas en tu casa para reducir la sensación de calor?

¿Te gustaría sembrar árboles en tu predio o comunidad?

Si No

¿Estas informado sobre los apoyos que existen para realizar obras de diferentes almacenamientos de agua?

Si No Especifica

¿De qué dependencia y que tipo?

¿Has recibido apoyos por problemas de estiaje?

Si No Especifica

¿De quién y para qué?

¿Te gustaría realizar acciones y obras para tu beneficio, de tu familia y patrimonio, para estar prevenidos y preparados para posteriores temporadas de estiaje?

A corto Mediano o largo

¿De qué tipo?

¿Te gustaría que tu comunidad cuente con un Plan de Protección en la temporada de estiaje con el objeto prevenir y disminuir sus efectos adversos?

Si No

¿Qué te gustaría incluirle al plan?

18.

EVALUACIÓN DE DEPARTAMENTOS GUBERNAMENTALES

¿Cree que el Gobierno está gestionando bien la crisis del agua?

Si No

¿Conoces el Programa de Medidas Preventivas que el Gobierno está impulsando?

Si No

Nombra el programa _____

¿Cree que el gobierno está tomando las medidas adecuadas para solucionar el problema?

Si No

¿Cuál considera que es a largo plazo la mejor medida contra la sequía?

¿Quién cree que tiene la culpa de la falta de agua?

19.

MEDIDAS DE MITIGACIÓN

¿Qué estás dispuesto hacer tú para que el consumo del agua no se encuentre por encima de la media nacional?

¿Crees que el precio del agua es?

Bajo Alto Adecuado

¿Estará dispuesto a utilizar medidas para capturar el agua?

Si No

¿Estará dispuesto a utilizar tecnologías de Diseño y Desarrollo de Bajo impacto (DDBI) o las Buenas Prácticas y Aplicaciones (BPA)?
Marca con una X las de tu interés.

Instalación de dispositivos ahorradores de agua	
Tratamiento y reúso de las aguas residuales	
Captura de las agua pluviales en aljibes para sustituir el agua potable	
Uso de pavimento permeable	
Construcción de un techo verde	
El uso eficiente de energía térmica y eléctrica	
El uso eficiente de materias primas	
Operación y de planeación de la producción	
Reciclaje de material de empaque o de los residuos de producción	
Reparación de fugas en instalaciones hidráulicas	
Reducción del uso del sistema de aire acondicionado	
Aprovechamiento de residuos	
Restricción del riego de jardines y paisajes exteriores	
Uso de agua reciclada en centros de lavados de autos y camiones	
Implementación de innovación tecnológica de la conservación y manejo del agua	

¿Qué recomendaría usted para mejorar el apoyo durante la emergencia por sequía?

Observaciones

¡¡MUCHAS GRACIAS POR SU COLABORACIÓN!!

ENCUESTA DEL SECTOR: JUNTAS DE AGUA POTABLE



Datos Generales

Nombre del informante _____ Nombre del encuestador _____

Nombre de la compañía _____ Dirección social _____

Hombre Mujer Fecha _____

Edad _____ Email _____

Comunidad _____ Encuesta n°

Sector _____

E. DATOS PERSONALES Y SU ACTIVIDAD

6. SU EMPRESA

¿Cuántos empleados remunerados hay en la empresa?

Población atendida con agua potable _____ Población atendida con servicio de agua residual _____

¿Cuáles son sus productos o servicios principales? _____

¿Recibe alguna ayuda o subsidio en temporada de estiaje? Si No ¿Si es si, de que tipo?
(de un familiar, de instituciones estatales...)

¿Pertenece a algún programa del estado o federal? Si No Cuál (es)

¿Perteneció a algún programa? ¿A cuál? ¿Puede precisar por qué ya no pertenece?

¿Pertenece a alguna asociación, agrupación campesina junta de vecinos, mujeres rurales, algún club? Si No

¿A cuál / a cuáles pertenece? _____

7. ACTIVIDADES DE LAS JUNTAS DE AGUA Y PROTECCIÓN CIVIL

¿Cuentas con un plan para enfrentar las temporadas de estiaje? Si No

¿Tienes ubicadas las zonas de estiaje? Si No

¿Qué problemas atiendes en la temporada de estiaje?

¿Informas a tu comunidad de la temporada de estiaje? Si No

¿Por qué medios de comunicación les informas sobre la temporada de estiaje?
 Impreso Correo Televisión Radio Periódico Otros _____

¿Cuentas con un programa de Tandeo? Si No

¿Informas a la comunidad en qué consiste el programa Tandeo? Si No

¿Cómo calificaría el programa? (1-10) siendo 10 - Excelente

¿Han tenido problemas con este programa: (Horarios no respetados, presión del agua, agua contaminada)? Si No

Especifique _____

F. LA SEQUÍA 2013 - 2014

20. IMPACTO SOBRE LAS FUENTES DE AGUA

¿Noto una disminución de sus fuentes de agua?

Agua de canal	Si <input type="checkbox"/>	No <input type="checkbox"/>	Caudal/nivel normal <input style="width: 80px; height: 20px;" type="text"/>	Reducción de nivel <input style="width: 80px; height: 20px;" type="text"/>
Agua de pozo o noria	Si <input type="checkbox"/>	No <input type="checkbox"/>	Caudal/nivel normal <input style="width: 80px; height: 20px;" type="text"/>	Reducción de nivel <input style="width: 80px; height: 20px;" type="text"/>
Agua vertiente y quebradas	Si <input type="checkbox"/>	No <input type="checkbox"/>	Caudal/nivel normal <input style="width: 80px; height: 20px;" type="text"/>	Reducción de nivel <input style="width: 80px; height: 20px;" type="text"/>
Acumulación agua riego	Si <input type="checkbox"/>	No <input type="checkbox"/>	Caudal/nivel normal <input style="width: 80px; height: 20px;" type="text"/>	Reducción de nivel <input style="width: 80px; height: 20px;" type="text"/>

Otros especifique _____

21. PERCEPCIÓN DE LA SEQUÍA

¿Qué años de sequía recuerda? _____

Años de las sequías más importantes _____

¿En qué años de sequía se vio más afectado? _____

¿En qué época del año afectaría más una sequía?
(Precisar por qué, en qué) _____

¿En qué grado el municipio se ve afectado por una sequía?

Muy bajo	<input type="checkbox"/>	Bajo	<input type="checkbox"/>	Medio	<input type="checkbox"/>	Alto	<input type="checkbox"/>	Muy Alto	<input type="checkbox"/>
----------	--------------------------	------	--------------------------	-------	--------------------------	------	--------------------------	----------	--------------------------

¿Cuáles son las sindicaturas o colonias más afectadas? _____

¿Por qué? _____

¿Qué le indica que se está en un periodo de sequía?
(Como sabe que está en sequía) _____

¿Cuál fue la afectación de la sequía 2013-2014 (Precisar porque, en qué)?

¿Cómo se comparan las pérdidas de la sequía del 2011-2012 con las pérdidas del 2012 - 2013?

¿Qué programas de apoyo impulsaron en los diferentes sectores de los diferentes usos del agua?

¿Qué programas ofrecen actualmente para prevenir la sequía?

22.

ASISTENCIA

¿Reporto las pérdidas a alguna institución? Si No ¿A cuáles?

Cuenta con programas de apoyo, ¿Cuáles?	1	\$	Cuándo	<input style="width: 100px; height: 20px;" type="text"/>	De quién	<input style="width: 100px; height: 20px;" type="text"/>
	2	\$	Cuándo	<input style="width: 100px; height: 20px;" type="text"/>	De quién	<input style="width: 100px; height: 20px;" type="text"/>
	3	\$	Cuándo	<input style="width: 100px; height: 20px;" type="text"/>	De quién	<input style="width: 100px; height: 20px;" type="text"/>
	4	\$	Cuándo	<input style="width: 100px; height: 20px;" type="text"/>	De quién	<input style="width: 100px; height: 20px;" type="text"/>

Los programas de apoyo son:

Evaluación global Muy bajo Bajo Medio Alto Muy Alto

Tiempos del proceso de solicitud Muy bajo Bajo Medio Alto Muy Alto

Cantidad requerida v/s lo entregado Muy bajo Bajo Medio Alto Muy Alto

23.

MEDIDAS DE MITIGACIÓN

¿Su compañía registró un aumento en el consumo de agua durante la sequía del 2014 en comparación con 2013?, indique el mes y el aumento aproximado en uso.

Mes Aumento aproximado

¿Tuvo un aumento en el uso de agua para el ganado durante la sequía del 2014 en comparación con 2013?, indique el mes y el aumento aproximado en uso.

Mes Aument o

¿Hubo algún problema de calidad del agua en su Junta como consecuencia de la sequía?

Especifi que

¿Su sistema de distribución tuvo algún problema con baja presión o falta de presión en el 2014?

Si No

¿Su Junta tuvo que emitir un aviso de precaución por la falta de presión en su sistema de distribución?

Si No

¿Tuvo que activar o localizar un suministro de agua de emergencia durante la sequía (por ejemplo, otras fuentes de agua, interconexiones con otros sistemas)?

Si No Especificue

¿Su Junta tiene identificadas otras fuentes de agua como respaldo de emergencia para su sistema de agua?

Si No

¿Sus fuente de agua llegaron a un nivel tan bajo que te preocupó que la demanda de los otros usuarios estaban amenazando el suministro de agua?

Si No Especifique
 ue _____

¿Su Junta tuvo que poner en práctica la conservación del agua durante la sequía?

Si No Especifique si fue voluntaria
 o obligatoria _____

¿Su Junta fue capaz de cuantificar la reducción del uso en relación con la conservación del agua?

Si No Especifique el porcentaje de
 reducción del agua _____

¿Conoce algunas empresas locales directamente afectadas por las medidas de escasez de agua tomadas por su comunidad (por ejemplo, se cerraron lavaderos de autos o campos de golf, etc.)?

Si No Especifique
 ue _____

¿Su Junta observó un aumento en las fugas o brechas en el sistema de agua potable durante la sequía?

Si No

Concepto	Unidad	Meses	Colonia	Ingresos en pesos
<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	\$ <input type="text"/>
<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	\$ <input type="text"/>
<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	\$ <input type="text"/>
<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	\$ <input type="text"/>
<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	\$ <input type="text"/>
<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	\$ <input type="text"/>
<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	\$ <input type="text"/>
<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	\$ <input type="text"/>
<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	\$ <input type="text"/>
<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	Total

¿Cómo compararía los problemas de suministro de agua de la sequía en 2014 a los impactos de la sequía que se produjo en 2011-2013?

Los impactos fueron peores en 2014 que en 2011-2013

Los impactos fueron peores en 2011-2013 que en 2014

Los impactos fueron iguales en 2014 que en 2011-2013

¿La junta cuenta con una cultura del agua?

Si No Cuál es su
 eslogan _____

¿Cuántas comunidades atienden al año en la promoción de la cultura del agua?

Número de comunidades

Número de habitantes

¿En las juntas se promueve las tecnologías de Diseño y Desarrollo de Bajo impacto (DDBI) o las Buenas Prácticas y Aplicaciones (BPA)?

Marca con una **X** las que se promueven y escribe si el sector es doméstico, comercial, industrial o agrícola.

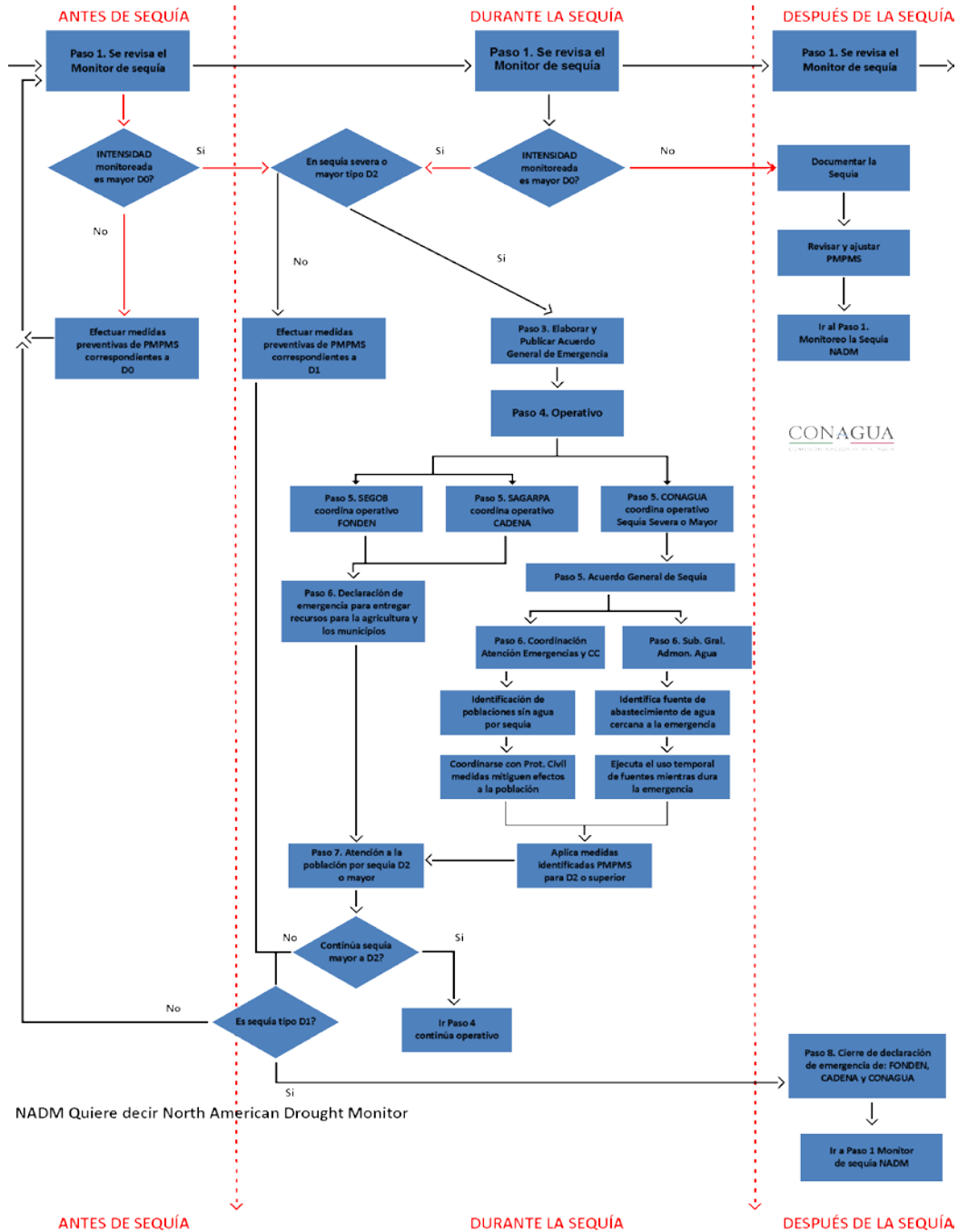
	Marcar	Sector
Instalación de dispositivos ahorradores de agua		
Tratamiento y reúso de las aguas residuales		
Captura de las agua pluviales en aljibes para sustituir el agua potable		
Uso de pavimento permeable		
Construcción de un techo verde		
El uso eficiente de energía térmica y eléctrica		
El uso eficiente de materias primas		
Operación y de planeación de la producción		
Reciclaje de material de empaque o de los residuos de producción		
Reparación de fugas en instalaciones hidráulicas		
Reducción del uso del sistema de aire acondicionado		
Aprovechamiento de residuos		
Restricción del riego de jardines y paisajes exteriores		
Uso de agua reciclada en centros de lavados de autos y camiones		
Implementación de innovación tecnológica de la conservación y manejo del agua		
Instalación de tinacos para el consumo humano.		
Construcción de una presa filtrante de piedra acomodada.		
Construcción de bordo de tierra compactada.		
Cunetas biológicas para capturar, tratar y reusar las descargas de las aguas de riego.		
La gestión de las granjas de conformidad con sus propiedades, distribución y utilización potencial de los suelos, llevando un registro de los insumos y productos de cada unidad de gestión agraria.		
La conservación o enriquecimiento de la materia orgánica del suelo mediante la rotación de cultivos, favorable para el suelo, y la utilización de prácticas apropiadas de labranza mecánica o de conservación.		
La conservación de la cubierta del suelo para reducir al mínimo su pérdida por erosión eólica o hídrica.		
La aplicación de sustancias agroquímicas y fertilizantes orgánicos e inorgánicos en cantidades, aplicaciones y métodos adecuados a las necesidades agronómicas y ambientales.		
Sistema de riego eficiente.		
Plantar árboles en el predio.		
Pequeñas represas o humedales para el almacenamiento		
Medidas para el uso eficiente del agua		
Reparación de fugas de agua		
Restricción de lavados de banquetas con agua potable		
Restricción de lavados de autos con agua potable		
Manejo de residuos sólidos		
Huertos familiares		

¿Qué recomendaría usted para mejorar el apoyo durante la emergencia por sequía?

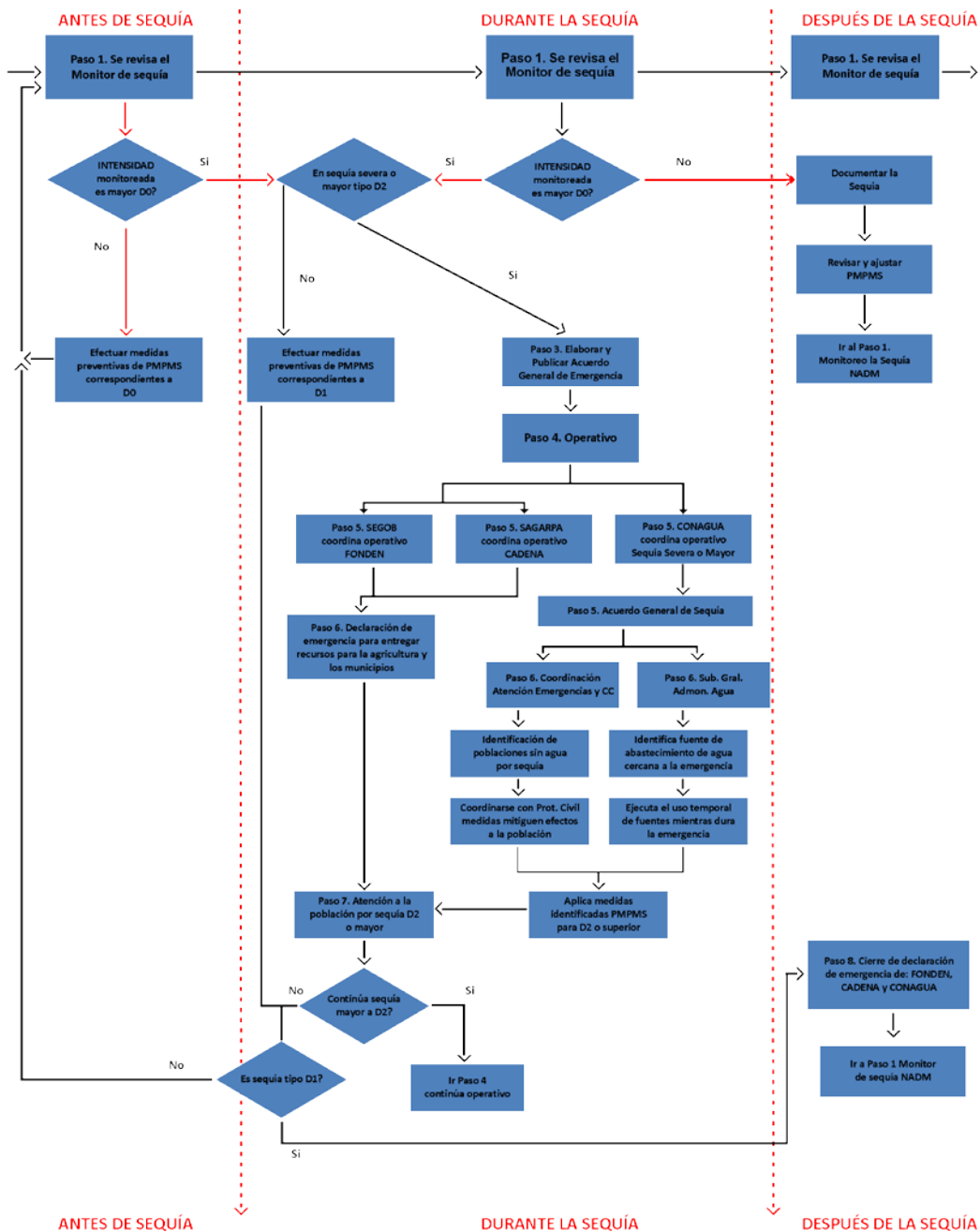
Observaciones

¡¡MUCHAS GRACIAS POR SU COLABORACIÓN!!

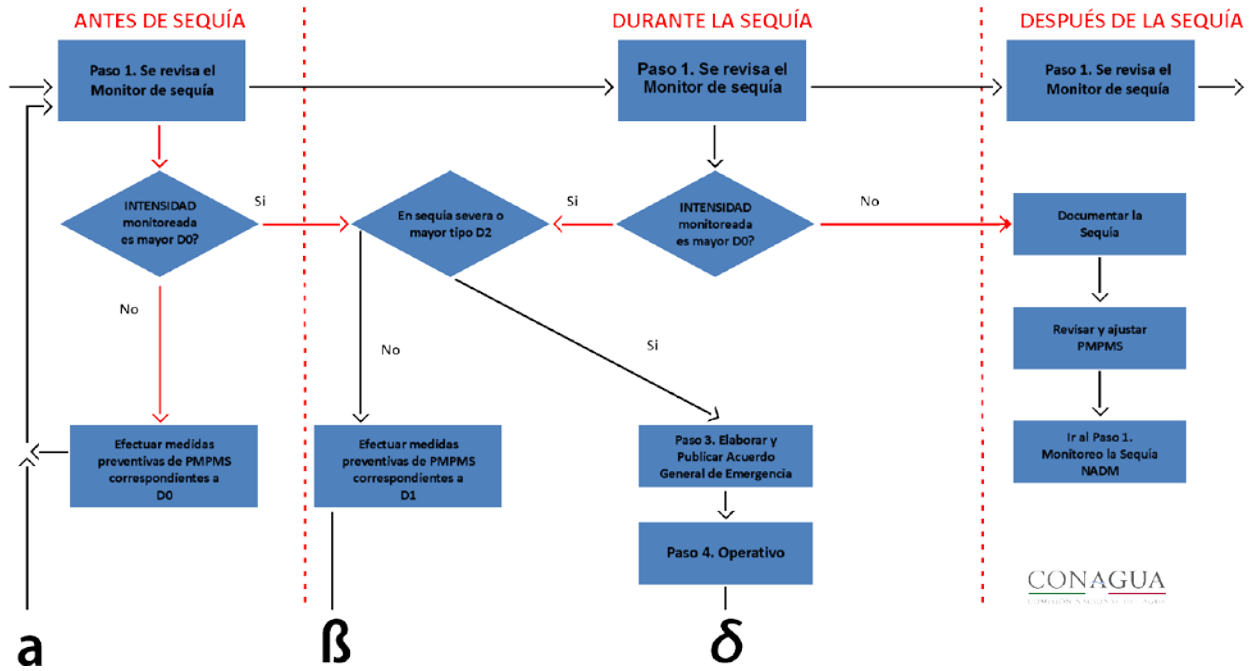
Anexo B. Protocolo de Alerta y de Acciones para Sequías



PROTOCOLO DE ACCIONES DE ALERTAMIENTO CONTRA SEQUÍAS



PROTOCOLO DE ACCIONES DE ALERTAMIENTO CONTRA SEQUÍAS



a



a

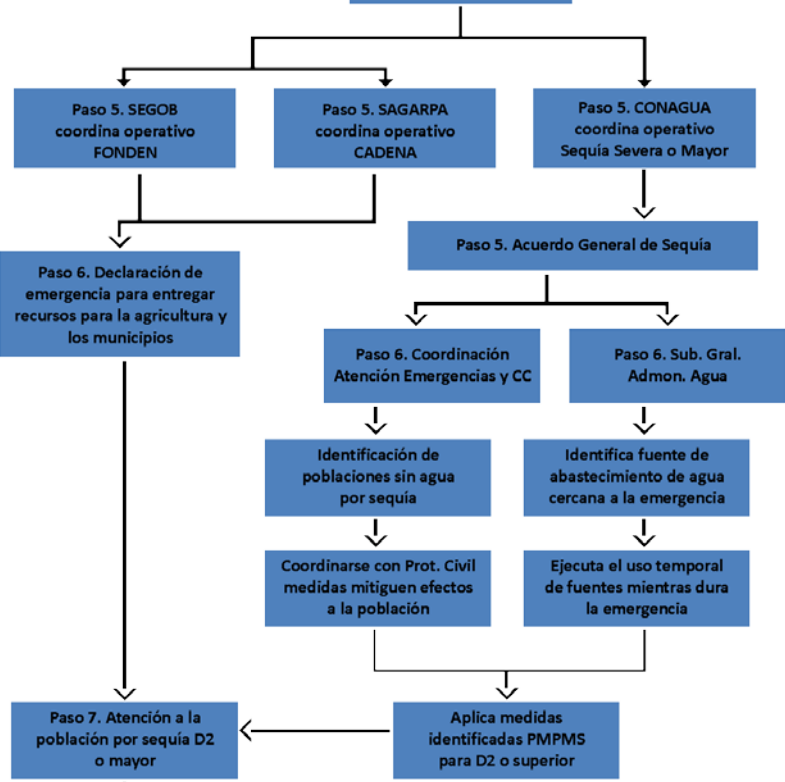
β



β

δ

Paso 4. Operativo

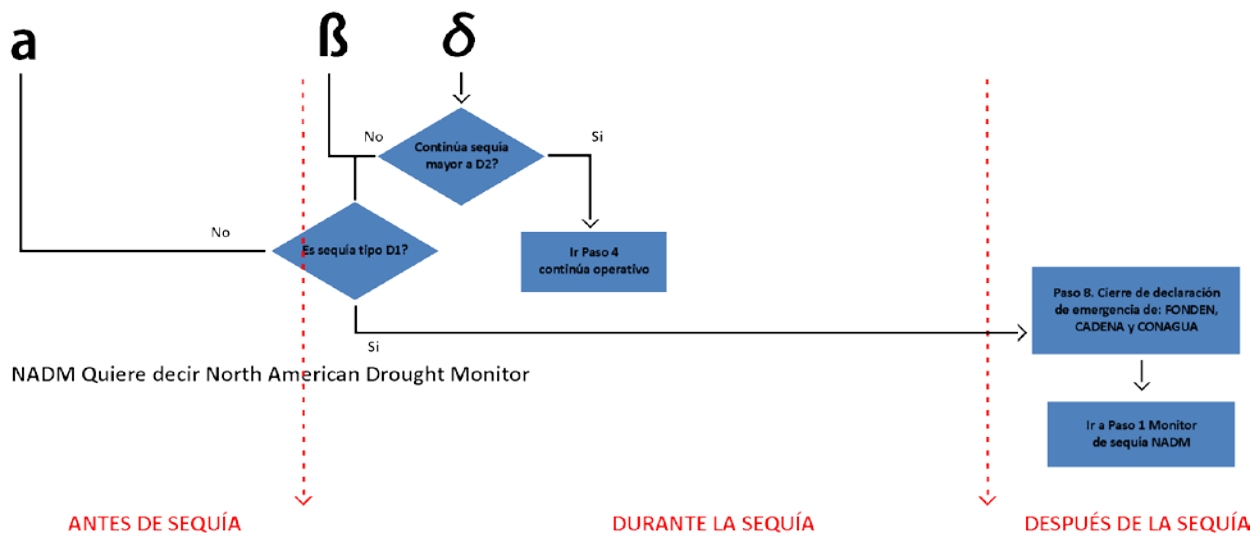


No

Continúa sequia mayor a D2?

Si

δ



Supervisores Técnicos:

Ing. Rafael Sanz Ramos

Comisión Nacional del Agua

Dr. Héctor Manuel Cárdenas Cota

Universidad Tecnológica de Culiacán

Autores:

Ing. Antonio José Miguel Rodríguez

Auckland, Nueva Zelanda

M.C. Cruz Elisa Torrecillas Núñez

Facultad de Ingeniería Culiacán

Dr. Andrés Ravelo

Universidad Nacional de Córdoba, Argentina



Juntos Valoremos el Agua

www.semarnat.gob.mx • www.conagua.gob.mx