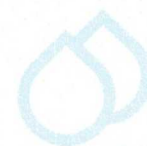




PLAN DE CONTINGENCIA ANTE DESABASTO DE AGUA

Septiembre 2023



Índice

Introducción	2
Objetivo General	4
Objetivos específicos	5
Alcance	6
Normatividad	7
Metodología del alcance del Plan de Contingencia ante el Desabasto de Agua	8
Operación general del sistema de abastecimiento de agua	9
Fuentes de abastecimiento	11
Lago de Chapala	11
Presas Elias González Chávez conocida también como Calderón y La Red	14
Sistemas de pozos profundos	15
Manantiales	16
Infraestructura de potabilización y distribución de agua	17
Planta potabilizadora no. 1 "Adol Guzmán Méndez"	17
Planta potabilizadora no. 2 "David Gutiérrez Carbajal"	19
Planta potabilizadora no. 3 "Luis Basich Leija"	20
Planta potabilizadora no. 4. Toluquilla	24
Sistemas y subsistemas de distribución de agua para uso y consumo humano	24
Componentes principales del sistema de abastecimiento de agua	27
Medidas estructurales y no estructurales	30
Plan integral de servicios rotatorios, reparto en pipas gratuitas y cisternas comunitarias	32
Gestión de riesgos y contingencias ante el desabasto de agua	35
Tipo de amenazas y emergencias	38
Cambio climático y medidas preventivas de mitigación de la sequía	45
Cambio climático y sequía	45
Características generales de las sequías	48
Niveles y etapas de la sequía	50
Criterios Técnicos para Considerar Emergencia por Sequía	53
Acuerdos de Carácter General de Emergencia por Ocurrencia de Sequía	54
Medidas Preventivas y de Mitigación que los Usuarios de las Aguas Nacionales podrán Implementar para hacer un Uso Eficiente del Agua cuando "La Comisión" emita un "Acuerdo de Carácter General de Emergencia por Ocurrencia de Sequía".	54
Esquema de gestión institucional ante desabasto de agua por sequía	58
Sistema de alarma	61
Coordinación y entrada en operación del plan de contingencia ante desabasto de agua	66
Comunicación e información	67
Referencias	69



Introducción

El presente **Plan de Contingencia ante Desabasto de Agua de SIAPA** se realiza con el fin de garantizar la prestación de los servicios de agua potable, en el momento en que se presenten problemas naturales o de fuerza mayor que comprometen la disposición del vital líquido que se distribuye a la población dentro de la zona de cobertura del Organismo, teniendo en cuenta el impacto y la afectación de este.

En las diversas actividades de operación y mantenimiento del Organismo operador, cualquier componente es susceptible o vulnerable a sufrir daños o pérdidas ante la presencia de un agente perturbador, determinado por factores físicos, sociales, económicos y ambientales; estas vulnerabilidades existen en el servicio de agua potable y en general en la infraestructura a cargo de SIAPA.

Cualquier interrupción en el servicio o desabasto de agua en la población tiene como causas principales, diversas fallas en componentes, equipos e infraestructura en general que se presentan por la operación intensiva del sistema de abastecimiento de agua; por eso, la trascendencia de incorporar una gestión integral de riesgos entendida esta como el conjunto de acciones encaminadas a la identificación, análisis, evaluación, control y reducción de los riesgos, considerándolos por su origen multifactorial y en un proceso permanente de construcción, estrategias y procedimientos que combata las causas estructurales de los desastres y fortalezca las capacidades de resiliencia, recuperación y reconstrucción; tareas que involucran a los tres niveles de gobierno así como a los sectores de la sociedad

La gestión integral de riesgos considera diversos eventos de índole natural como fenómenos hidrometeorológicos, sismos, deslizamientos, entre otros; y antropomórficos como eventos humanos en el control y manejo del sistema de abastecimiento de agua y su infraestructura, lo anterior puede impactar de sobremanera provocando fallas en los sistemas de abastecimiento, potabilización y distribución de agua potable, por tanto existen vulnerabilidades importantes capaces de dañar directa o indirectamente una instalación, componente o dispositivo del sistema.



Lo anterior es de gran importancia para que el Organismo Operador, identifique y valore los niveles de amenazas que comprometa cumplir con el suministro de agua para uso y consumo humano, en cantidad y calidad suficiente y tome las soluciones pertinentes, evaluando los riesgos en la prestación de los servicios públicos y así mitigarlos mediante un análisis de vulnerabilidad y un sistema de control y monitoreo.



Objetivo General

El objetivo principal del **Plan de Contingencias ante el Desabasto de Agua** es prevenir y preparar las acciones necesarias identificando los factores de riesgo y las afectaciones potenciales, estimando los riesgos de los eventos amenazantes y vulnerabilidades identificadas en el sistema de abastecimiento de agua, para proporcionar los mecanismos de solución con el uso de un sistema de alertas tempranas que determine los niveles de respuesta, acciones y coordinación intra e interinstitucional, así como la disposición de los recursos necesarios y suficientes para hacer frente a la contingencia o emergencia que provoque daños en la infraestructura e impactos en la prestación de los servicios públicos a cargo de este Organismo Operador, para asegurar la recuperación del funcionamiento de los componentes, subsistemas y sistemas de abasto de agua.



Objetivos específicos

- Prevenir y preparar las acciones necesarias para resolver situaciones de emergencia, contingencia o incidentes que provoquen desabasto de agua en alguno de los sistemas de abastecimiento, potabilización y/o distribución y que afecte a la población usuaria.
- Identificar y analizar los principales factores de riesgo y afectaciones potenciales en la infraestructura a cargo del Organismo Operador.
- Estimar los efectos de los eventos amenazantes y vulnerabilidades identificadas sobre la prestación de los servicios de suministro de agua en la zona de cobertura del Organismo.
- Proporcionar mecanismos de solución a la población afectada por la falta de suministro de agua para uso y consumo humano, en la colonia donde habita, circuito hidráulico o macro-sector de distribución.
- Efectuar un sistema de alertas tempranas que permitan actuar de forma adecuada y oportuna ante una situación de emergencia.
- Disponer de los recursos con los que cuenta la organización, tanto humanos, físicos y financieros, para hacer frente a la contingencia o emergencia.



Alcance

El **Plan de Contingencias ante el Desabasto de Agua**, busca mejorar la capacidad de respuesta ante una situación de contingencia y/o emergencia, que se presente en los sistemas de abastecimiento, potabilización y distribución del agua para uso y consumo humano. Este plan es aplicable a la zona de cobertura del Organismo, cubriendo todas las actividades operativas que se llevan a cabo desde la etapa de la activación hasta la normalización de todas las actividades necesarias para garantizar la dotación a los Usuarios del sistema.

1

★



Normatividad

Constitución Política de los Estados Unidos Mexicanos

Ley General de Protección Civil

Ley de Aguas Nacionales

Constitución Política del Estado de Jalisco

Ley Orgánica del Poder Ejecutivo del Estado de Jalisco

Ley de Protección Civil del Estado de Jalisco

Ley de Entidades Paraestatales del Estado de Jalisco

Ley de Agua para el Estado de Jalisco y sus Municipios

Reglamento de la Ley de Agua para el Estado de Jalisco y sus Municipios

Ley que Crea el Organismo Público Descentralizado del Poder Ejecutivo denominado Sistema Intermunicipal de los Servicios de Agua Potable y Alcantarillado

Reglamento Interno del Organismo Público Descentralizado del Poder Ejecutivo denominado Sistema Intermunicipal de los Servicios de Agua Potable y Alcantarillado.





Metodología del alcance del Plan de Contingencia ante el Desabasto de Agua

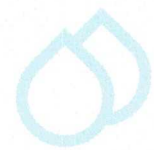
Con el propósito de implementar el **Plan de Contingencias ante el Desabasto de Agua**, dentro del sistema de Abastecimiento de agua en su zona de cobertura, se llevará a cabo la siguiente estructura temática:

Descripción del Sistema. Detalle y descripción de cada uno de los componentes del sistema de abastecimiento de agua y subsistemas de abastecimiento, potabilización y distribución de del vital líquido para uso y consumo humano.

Amenazas. Determinación de las principales amenazas que pueden afectar la infraestructura y fuentes de abastecimiento del Organismo Operador, tanto fenómenos naturales como antropogénicos y recurrencia de estos que afectan directamente el abasto de agua.

Vulnerabilidad. Estimación de los daños ante la presencia de un agente perturbador, factores o procesos físicos, sociales, económicos o ambientales que pueden generar las amenazas identificadas sobre cada componente de los sistemas y sus efectos sobre el abasto, funcionalidad, operación y la dotación del servicio.

Tratamiento de las amenazas en relación con la vulnerabilidad y respuesta a la contingencia y/o emergencia. Plan operativo o de acción, indicando el control e inventario de recursos con que se cuenta para atender eficientemente una contingencia y/o emergencia, las acciones de respuesta y seguimiento, buscando asegurar la recuperación del funcionamiento de los componentes, subsistemas y sistemas de abasto de agua. Alternativas de prevención, a fin de reducir los eventos amenazantes frente a la vulnerabilidad en la prestación de los servicios.



Operación general del sistema de abastecimiento de agua



Figura 1. Plano general del sistema de abastecimiento de agua y zonas de influencia de las plantas potabilizadoras.

El sistema de abastecimiento de agua a cargo del SIAPA cuenta con fuentes de abastecimiento, superficial y subterráneo, los volúmenes de agua superficial provienen de dos fuentes del Lago de Chapala y las Presas Elías González Chávez conocida también como Calderón y La Red; por otra parte, las fuentes subterráneas están comprendidas por los sistemas de pozos profundos, ubicados principalmente en los acuíferos Tesistán y Toluquilla, entre otros más, a lo largo y ancho del área metropolitana, así como el agua que aflora a través de manantiales como: Los Colomos, Fidel Velázquez y recientemente, Ciudad Creativa Digital y Punto Central.

SIAPA cuenta con cuatro plantas potabilizadoras, identificadas como: planta potabilizadora no. 1, "Adol Guzmán Méndez" ubicada en Miravalle, municipio de Guadalajara; la no. 2 "David Gutiérrez Carbajal" en Las Huertas, Tlaquepaque y la no. 3 "Luis Basich Leija" en San Gaspar, Tonalá; estas reciben aguas superficiales y la planta potabilizadora no. 4 ubicada en Santa María Tequepexpan, Tlaquepaque, en la que se procesan únicamente aguas subterráneas provenientes del sistema de pozos denominado Toluquilla.



En las plantas potabilizadoras números 1 y 2, las aguas provienen del Lago de Chapala a través de dos vías, una principal, por el acueducto cerrado y otra que complementa los volúmenes que requiere la ciudad a través de un sistema a cielo abierto conocido como Chapala-Río Santiago-Guadalajara que incluye los canales Atequiza y Las Pintas, junto con las presas La Calera y Las Pintas, y en el caso de la planta potabilizadora no. 3, las aguas llegan a través de un acueducto cerrado desde el sistema de presas Elías González Chávez conocida también como Calderón y La Red.

1





Fuentes de abastecimiento

Lago de Chapala

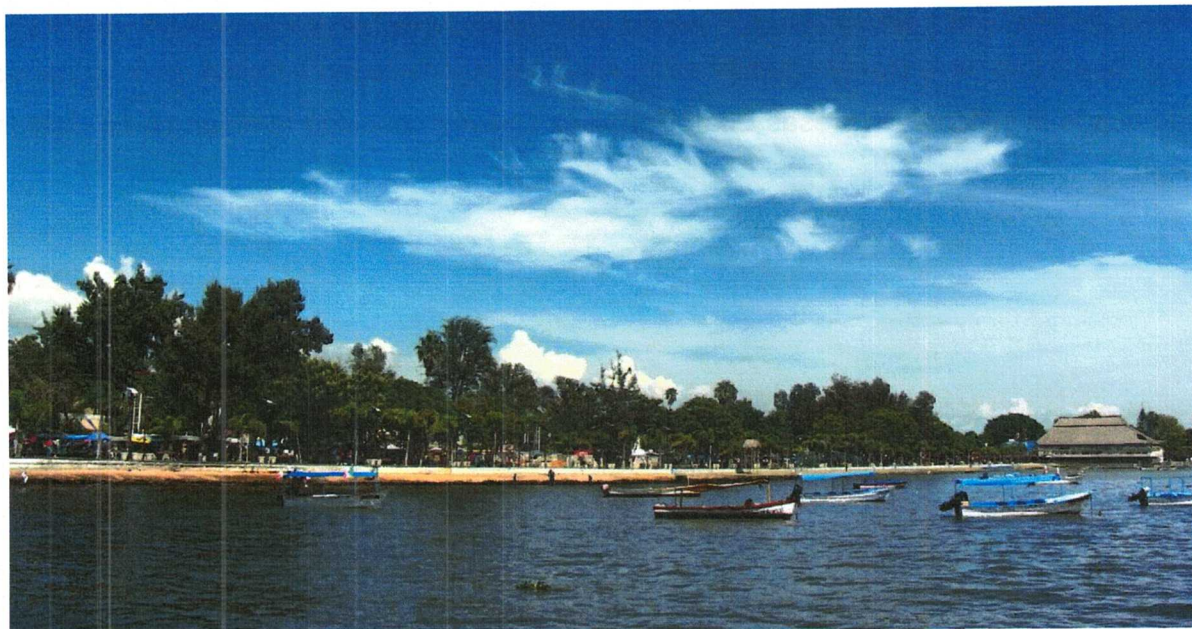


Figura 2. Fotografía del Lago de Chapala; tomada de la página web de la Comisión Estatal del Agua.

El Lago de Chapala, el lago más extenso del país es la principal fuente de abastecimiento de agua de la Zona Conurbada de Guadalajara.

El Lago de Chapala tiene una capacidad total de 7,897 Millones de metros cúbicos (Mm³).

Tiene una superficie total de 114,659 hectáreas (ha), de las cuales Jalisco ocupa el 86% y Michoacán el 14%.

Este lago, el más grande de la República Mexicana, es la principal fuente de abastecimiento de agua potable de la Zona Conurbada de Guadalajara, porque aporta el 60% del agua que llega a la ciudad (Comisión Estatal del Agua, 2023).



El lago forma parte de la Cuenca Lerma-Chapala-Santiago¹, cuenca que inicia al suroeste de la Ciudad de Toluca, con el nacimiento del Río Lerma, continúa su recorrido por el Estado de México en su porción noroeste, continúa como línea divisoria entre los estados de Querétaro y Michoacán, a través del Estado de Guanajuato, posteriormente se localiza en los límites de Jalisco, Michoacán y Guanajuato, para desembocar en el Lago Chapala, a través de un recorrido de aproximadamente 734 km.

En la parte noroeste del Lago de Chapala, cerca de la población de Ocotlán, nace el Río Santiago, el que después de recorrer 460 km a través de los estados de Jalisco y Nayarit, desemboca en el Océano Pacífico, cerca de la población de San Blas, en el Estado de Nayarit.



Figura 3. Fotografía de la planta de bombeo de SIAPA, ubicada en la ribera del Lago de Chapala entre los poblados de San Nicolas de Ibarra y Santa Cruz de la Soledad.

En la ribera del Lago de Chapala entre los poblados de San Nicolas de Ibarra y Santa Cruz de la Soledad, se encuentra la planta de bombeo de Chapala que inicio operación en el año 1991, desde esta nace el acueducto “Chapala – Guadalajara”, conducto cerrado de concreto presforzado de 2.10 metros de diámetro que recorre 42.4 kilómetros venciendo una altura de

¹ Tomado de página web de la Comisión Estatal del Agua con referencia de 2 CONAGUA. Gerencia Regional Lerma-Santiago-Pacífico. Levantamiento topobatimétrico del Lago de Chapala Estados de Jalisco y Michoacán. Informe final. (Diciembre de 2000)

1 A



138 metros y continúa su último tramo de 16.4 kilómetros por gravedad para llegar a las Plantas Potabilizadoras No.1 y No. 2.

Además de la planta de bombeo Chapala y su acueducto que trae agua de la fuente desde el Lago de Chapala por el conducto cerrado; es importante señalar que existe un sistema de abastecimiento a cielo abierto, denominado “Chapala – Río Santiago” o “Sistema Antiguo”, complementario desde hace muchos años que conduce desde la Ciudad de Ocotlán, lugar donde se encuentra ubicada la planta de bombeo Ocotlán, instalación que envía volúmenes de agua a través del cauce del río Santiago y recorre 90 kilómetros para llegar al área Metropolitana de Guadalajara, de la siguiente forma²:

- 34 kilómetros para llegar a la presa derivadora Corona, lugar donde continua su camino el río Santiago e inicia el canal Atequiza.
- 26 kilómetros a través del canal Atequiza, para llegar a la presa La Calera, donde inicia el canal de Las Pintas.
- 24 kilómetros a través del canal de Las Pintas para llegar a la presa del mismo nombre, y de ahí bombear al canal del Cerro del Cuatro para su destino en la planta potabilizadora no. 1 en Miravalle, municipio de Guadalajara, Jalisco.

Este sistema es particularmente importante porque representa la vía de abastecimiento de agua al área Metropolitana de Guadalajara ante la eventualidad de daño o de mantenimiento al acueducto Chapala – Guadalajara, por ello mismo es fundamental cuidar su funcionamiento eficaz (Gobierno de Jalisco-SIAPA 2018).

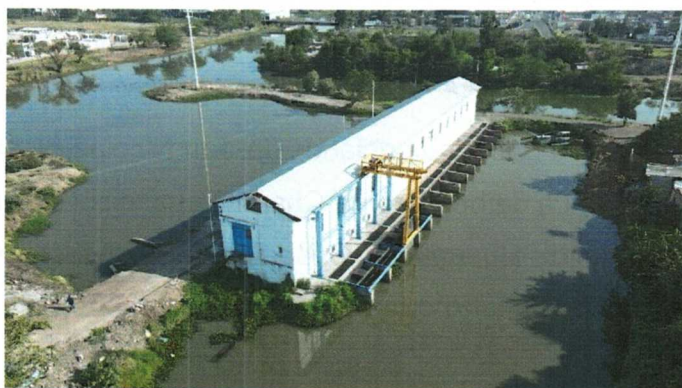


Figura 4. Fotografía de la planta de bombeo de SIAPA, ubicada en el municipio de Ocotlán.

² Tomado del libro “Río que corre entre piedras” (diciembre de 2018), publicado por el Gobierno de Jalisco y SIAPA.



Presas Elías González Chávez conocida también como Calderón y La Red.



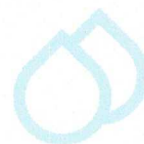
Figura 5. Fotografía de la cortina de la Presa Elías González Chávez.

La Presa Elías González Chávez³ conocida también como Calderón se localiza sobre el río del mismo nombre en los municipios de Acatic y Zapotlanejo, posee una capacidad útil de 70 millones de metro cúbicos, su cortina alcanza los 37 metros de altura máxima de materiales graduados, con 700 metros de longitud, incluye estructura de desvío del río, vertedora y de toma, donde se inicia el acueducto Calderón-San Gaspar.

La obra de desvío es un conducto cerrado de 2 por 2 metros con muros de 40 centímetros de espesor, una longitud de 145 metros y capacidad de conducción de 20 metros cúbicos por segundo.

La obra de toma es un conducto circular de 2.50 metros de diámetro y una longitud de 82 metros, construida con tubería de acero ahogada en concreto, con un puente de maniobra con longitud de 36 metros.

³ Tomado del libro Sistema Regional La Zurda – Calderón. Primera etapa (junio, 1991), Gobierno Federal-Gobierno del Estado de Jalisco. Talleres fotolitográficos Impre-Jal, S.A. Impresores de Guadalajara, Jalisco, México.



El vertedor de excedencias es de descarga lateral de concreto reforzado de 199 metros de longitud, cuanta con cimacio, canal colector, muro de contención, canal de descarga y un puente sobre el mismo canal.

La presa La Red tiene una capacidad de almacenamiento de 11 millones de metros cúbicos⁴, ubicada aguas arriba a 10 kilómetros al noreste de la Presa Calderón en el municipio de Tepatlán de Morelos, esta es parte del sistema de abastecimiento Calderón conformado por las presas La Red y Calderón, así como el acueducto del mismo nombre y la planta potabilizadora número 3, ubicada en el poblado de San Gaspar, municipio de Tonalá, Jalisco.

El acueducto Calderón que conduce el agua hasta la planta potabilizadora número 3, opera por gravedad y tiene una longitud de 32 kilómetros hasta el punto de entrega, en dicha planta ubicada al noreste del área metropolitana de Guadalajara, en el poblado de San Gaspar.

El gasto máximo de diseño es de 3 metros cúbicos por segundo, es una tubería de concreto presforzado de 1.83 metros de diámetro, excepto en el sifón invertido para cruce del río Santiago, en el que se ha empleado tubería de acero de 1.52 metros de diámetro, con una longitud aproximada de un kilómetro.

Las aguas del acueducto Calderón-San Gaspar ingresan a la planta en una estructura de reducción de presión, conocida como “quiebra-cargas” que permite ajustar las condiciones de operación del acueducto ante las variaciones estacionales del nivel de la presa Calderón. Con esta estructura se pueden también regular los caudales que requiere la planta de acuerdo con la demanda de agua, (Gobierno del Estado de Jalisco, 1991).

Sistemas de pozos profundos

Tal como se señaló anteriormente, existen dos tipos de fuentes de abastecimiento, superficial y subterráneo, y que los volúmenes de agua superficial provienen del Lago de Chapala y de las Presas Calderón y La Red. Las fuentes subterráneas, en el caso de SIAPA están conformadas por pozos profundos, instalaciones hidráulicas ubicadas a lo largo y ancho de la ciudad, los

⁴ Tomado de la página web de CONAGUA. Consultada el 11 de septiembre de 2023.





pozos tienen profundidades desde 200 hasta 500 metros según el acuífero o zona donde se encuentren.

El Sistema de Pozos del SIAPA esta conformado por 196 pozos profundos en los acuíferos de Atemajac y Toluquilla, este sistema se divide en dos grandes subsistemas; el primero conocido como Sistema de Pozos Tesistán que data sus inicios desde los años 50's del siglo pasado y en el segundo, la década de los 80's. Estos proporcionan en general, actualmente en promedio, en el primer caso 70% y en el segundo 30% de los volúmenes de agua subterránea concesionados a este Organismo Operador.

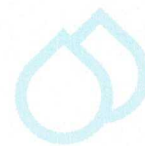
Manantiales

Actualmente, el Sistema de Manantiales del SIAPA está conformado por los manantiales del Bosque Los Colomos, Fidel Velázquez y recientemente, Ciudad Creativa Digital y Punto Central; estos, abastecen en promedio un volumen cercano a los 400 mil metros cúbicos, o sea, producen 150-160 litros por segundo, aportación al sistema de abastecimiento de agua a cargo de SIAPA.

Cabe señalar que, el abastecimiento a través de Manantiales en Colomos aporta la mayor parte de estas aguas con un caudal de 120 litros por segundo en promedio.

1

A



Infraestructura de potabilización y distribución de agua

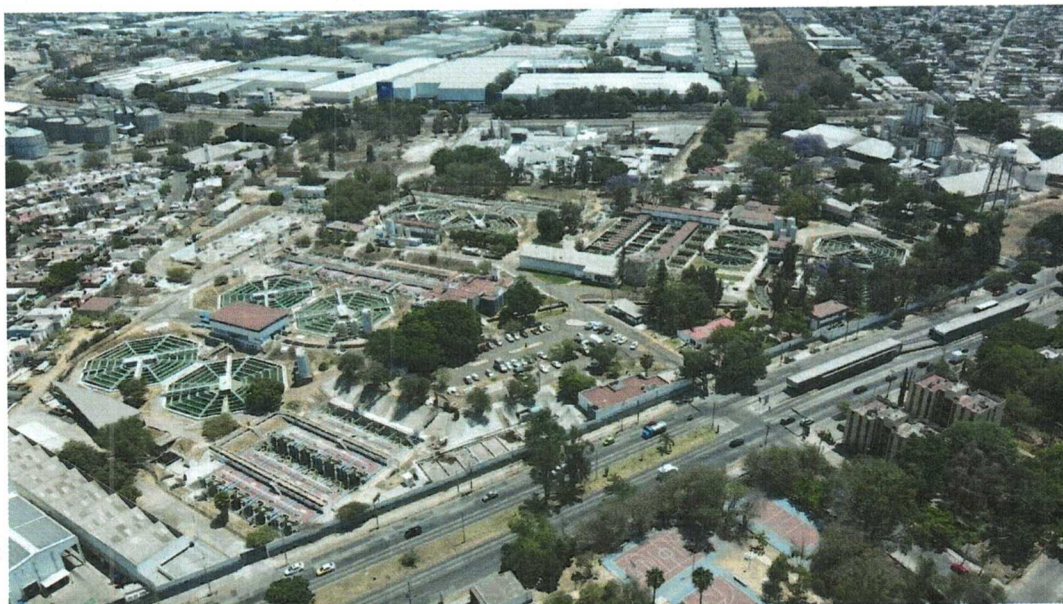


Figura 6. Vista aérea de la planta potabilizadora no. 1 ubicada en Miravalle, Guadalajara

SIAPA cuenta con cuatro plantas potabilizadoras, identificadas como: planta potabilizadora no. 1, “Adol Guzmán Méndez” ubicada en Miravalle, municipio de Guadalajara; la no. 2 “David Gutiérrez Carbajal” en Las Huertas, Tlaquepaque y la no. 3 “Luis Basich Leija” en San Gaspar, Tonalá; estas reciben aguas superficiales y la planta potabilizadora no. 4 ubicada en Santa María Tequepexpan, Tlaquepaque, en la que se procesan únicamente aguas subterráneas provenientes del sistema de pozos denominado Toluquilla.

Planta potabilizadora no. 1 “Adol Guzmán Méndez”

La Planta potabilizadora no. 1 “Adol Guzmán Méndez”, inició operaciones en el mes de noviembre de 1956 con dos unidades de clarificación y una serie de filtros de arena tipo convencionales. Debido a la creciente demanda de agua, ocasionada por la constante expansión demográfica, ha tenido que ser modificada a lo largo de los años, ampliando por etapas su capacidad de tratamiento, construyéndose 4 unidades de clarificación tipo “Guadalajara” diseñadas por el Ingeniero Adol Guzmán Méndez, y dotadas de un sistema de filtrado en las últimas tres unidades, con filtros automáticos para lograr una capacidad teórica de tratamiento de 9,000 litros por segundo (LPS).





Actualmente, esta planta es abastecida por el Acueducto Chapala-Guadalajara que parte desde el Lago de Chapala y concluye en el tanque de entrega, ubicado en el Cerro del Cuatro, al sur de la ciudad de Guadalajara, así como, por el canal a cielo abierto denominado Atequiza-Las Pintas que concluye en la Presa Las Pintas, posteriormente las aguas son bombeadas hasta el Canal Cerro del Cuatro y conducidas por gravedad hasta la planta potabilizadora.

El proceso de potabilización de la planta no. 1 es de tipo convencional: coagulación-floculación, sedimentación, filtración y desinfección, funciona casi en su totalidad de forma hidráulica, ya que solo algunas compuertas, los equipos de bombeo y los equipos destinados a la dosificación de sustancias químicas requieren de energía eléctrica.

El primer pre-tratamiento que se aplica a el agua de abastecimiento proveniente del Canal de Las Pintas, se realiza anualmente en lapsos durante el temporal de lluvias por las variaciones repentinas y considerables en la calidad del agua, por incorporación de flujos al canal de aguas no pluviales, provenientes de sus canales influentes (Arroyos El Seco, La Teja, El Edén, La Carreta, Arroyo de Enmedio); ayuda a la oxidación, utilizando Permanganato de Sodio concentrado al 20 %, en dosis que van dependiendo la demanda que se registre y sea reportada por el Laboratorio de planta No. 1, ésta dosificación se realiza inyectando el producto en la línea de conducción correspondiente, por medio de una bomba dosificadora.

A la llegada a la Planta Potabilizadora, una vez que el influente se divide a las diferentes unidades se realiza una pre-cloración inicial, para evitar que durante el proceso de clarificación proliferen microorganismos; esta pre-cloración se realiza en forma continua.

Al agua en estas condiciones, se le adiciona Sulfato de Aluminio como coagulante y un Polímero Catiónico poli-DADMAC al 40% como floculante, los cuales son aplicados en las casetas de dosificación y que permiten que las partículas en suspensión, que por su tamaño descienden por gravedad, una vez que sean agrupadas por la acción del coagulante en flóculos o grumos y adquieran peso y tamaño se depositan en el fondo de los clarificadores de los cuales son extraídos por medio de las purgas instaladas.



Finalmente, los volúmenes salientes de la planta, una vez potabilizados, se conducen para su distribución a través de los acueductos denominados sistemas poniente I, poniente II, poniente III, poniente IV, oriente I, oriente II, oriente IV, oriente V, Zona Industrial; siendo estos, las principales líneas de distribución de esta planta, es decir, este es el lugar donde “nacen” los ductos que conducen el agua potable a la zona de influencia o de alcance territorial de suministro que tiene cada uno de ellos, en la ciudad, mediante esta infraestructura se lleva agua a los macro tanques Cerro del Cuatro, El Álamo, Las Huertas, Polanco, entre otros tanques más.

Planta potabilizadora no. 2 “David Gutiérrez Carbajal”

La Planta Potabilizadora No. 2 “Ing. David Gutiérrez Carbajal” inició operaciones en el mes de enero de 1991, cuenta con una capacidad de 2,000 LPS.

El proceso de potabilización se lleva a cabo de forma convencional, mediante las etapas de recepción de agua cruda, coagulación, floculación, sedimentación, filtración, desinfección y almacenamiento.

Para la recepción de agua cruda, se cuenta con una caja receptora con capacidad para tratar un máximo de 2,000 LPS de agua proveniente del Acueducto Chapala-Guadalajara, posteriormente se divide en dos canales para continuar con la etapa de coagulación-floculación, cada canal cuenta con un punto de aplicación de un químico coagulante (Sulfato de Aluminio), el cual, se encarga de desestabilizar las partículas suspendidas en el agua e inmediatamente después, llega a otro punto de aplicación dónde se dosifica un químico coagulante-floculante (Polímero Catiónico), el cual, se encarga de aglomerar las partículas ya coaguladas, formando flóculos de tamaño y peso óptimo, después de esto, se aplica cloro-gas (meta-cloración) como auxiliar en la desinfección y clarificación.

En los sedimentadores y clarificadores, se encuentran los paneles plásticos con orificios en una inclinación de 60° grados aproximadamente, que se encargarán de detener las partículas suspendidas y sedimentarlas para hacer pasar el agua a través de ellas ya clarificada.



Posteriormente, pasará a los filtros compuestos por grava y arena sílica, que se encargarán de retener las partículas más pequeñas que no sedimentaron en la anterior etapa, para continuar en la desinfección, donde se aplicará cloro-gas en la post-cloración para la eliminación de los agentes patógenos restantes.

En este sentido, es importante señalar que, durante el proceso descrito anteriormente, el control de calidad del agua en la planta incluye 13 puntos críticos en donde se evalúa el pH, la turbidez y el color cada dos horas, dado que contamos con dos tanques de contacto de cloro, en donde se realiza el proceso de desinfección, es en estos puntos donde se verifica el cloro residual antes de su entrega al proceso de distribución.

Igualmente es un factor significativo mencionar que esta planta se abastece de manera directa por el acueducto cerrado denominado Chapala-Guadalajara, infraestructura que otorga una mayor constante en la calidad del agua cruda recibida, por lo que en esta potabilizadora la eficiencia del proceso de potabilización se evalúa solo una vez al día.

Los volúmenes salientes de la planta, una vez potabilizados, se canalizan para su distribución a través de los acueductos denominados sistemas oriente III y tapatío, siendo estos, las principales líneas de distribución de esta planta que conducen el agua potable a los tanques de almacenamiento y/o regulación para su distribución a la zona de influencia o alcance de suministro que tiene cada uno de ellos, en la ciudad, en esta infraestructura se incluyen algunos tanques que fortalecen al sistema.

Planta potabilizadora no. 3 “Luis Basich Leija”

La Planta Potabilizadora No. 3 “Luis Basich Leija”, forma parte del denominado sistema Calderón se integra por las presas Elías González Chávez también conocida como Calderón y La Red con una capacidad de 14.25 millones de metros cúbicos considerando a la cota 1792 msnm, y el Acueducto Calderón, inició operación en el mes de junio de 1991, la presa cuenta con una capacidad aproximada de 80 millones de metros cúbicos, correspondientes a la cota



1618 msnm, su cortina tiene una altura máxima de 37 metros y 7,500 metros de longitud, esta cuenta con 6 compuertas de las cuales 4 son interiores y 2 exteriores; la función principal de la presa es captar agua de lluvia y escurrimientos de la cuenca a la que pertenece para almacenarla y posteriormente hacerla llegar a la planta donde es potabilizada para el uso y consumo humano de acuerdo a la norma.

El agua cruda proveniente de la presa es conducida por medio de un acueducto entubado que tiene una longitud de 32 km aproximadamente, al inicio de este acueducto, en caso necesario, se dosifica CuSO_4 (sulfato de cobre) para eliminar algas que pudieran afectar posteriormente el proceso a su llegada a la planta, en la obra de toma.

Uno de los puntos más importantes de este Acueducto es el cruce con el Río Santiago para el cual se realizó un sifón invertido a fin de salvar un desnivel máximo de 218 metros.

A la planta potabilizadora, el caudal de agua cruda llega a través del Acueducto, este es regulado en conjunto por operadores de compuertas en la presa y por personal de operación de la planta potabilizadora, según los requerimientos del sistema de distribución.

El proceso de potabilización se lleva a cabo de forma convencional: coagulación, floculación, sedimentación, filtración y desinfección, para su posterior almacenamiento y distribución.

El agua cruda ingresa a la planta al tanque de llegada o inicio con una capacidad de 600 metros cúbicos que tiene la función de captar y distribuir el producto crudo, el mismo cuenta con un sistema para prevenir derrames y las demasías son conducidas por un ducto de 48 pulgadas de diámetro.

En este tanque se inicia el proceso en sí, primeramente, con la dosificación de cloro, proceso de pre-cloración, el cual nos ayuda a ir oxidando algunos componentes del agua de la fuente; posteriormente se lleva a cabo la distribución del agua a tres cajas de mezclado rápido (cada una para abastecer a un tren), estas cuentan con dos compuertas cada una, las cuales nos sirven para regular el caudal de entrada de agua hacia ellas. En éstas se lleva a cabo la dosificación de algunas de las sustancias químicas, como son el sulfato de aluminio y policloruro de aluminio (PAC), aprovechando el salto hidráulico para un mejor mezclado de estas y por ende más adelante una mejor coagulación.





En la planta se cuenta con tres trenes, la planta fue diseñada para tener una capacidad de hasta 3,000 LPS y cada tren tiene una capacidad de 1,000 LPS, dos trenes (sistema convencional) se componen de 4 floculadores, 8 sedimentadores y 12 filtros cada uno, la función del floculador es separar los sólidos suspendidos y disueltos que contiene el agua, mediante la ayuda del coagulante, sulfato de aluminio, esto es ocasionado por la turbulencia generada durante el recorrido de 36 metros.

Enseguida, el agua, al salir del floculador pasa por un canal de reposo para luego entrar a los sedimentadores en dos trenes, en el tercer tren pasa a un sistema DAF (sistema de flotación por aire disuelto por sus siglas en inglés), su función es asentar o precipitar el "floc" (floculo, conjunto de sólidos disueltos y suspendidos que se aglomeran por la acción del sulfato de aluminio) que fue formado en los floculadores haciendo o generando un lodo que se acumula en unas tolvas que se encuentran en el fondo del sedimentador para luego ser expulsado por medio de unas purgas (14 válvulas de mariposa por tren), posteriormente al salir el agua de los sedimentadores pasa a los filtros, 6 en cada lado de cada tren, es decir 36 en total.

Estos tienen la función de retener todos los sólidos que no precipitaron en el sedimentador y que lograron pasar a la siguiente etapa, los filtros están formados por 2 capas, 1 cama de 30 centímetros de grava o granzón y otra de 90 centímetros de arena sílica; en la base de los filtros hay 1,500 espreas que permiten el paso del agua tratada y filtrada a un espacio por el cual se conduce la misma hacia las tuberías que llevan el agua al Tanque de Aguas Claras. Estos filtros tienen una capacidad aproximada de 240 metros cúbicos, cada uno.

El último tren tiene la misma función que los otros dos, la cual es eliminar los sólidos suspendidos y disueltos del agua cruda. La sección de floculadores es idéntica, la diferencia es el sistema DAF que sustituye la etapa de sedimentación de los trenes convencionales y su función consiste en hacer flotar el "floc" generado, en lugar de sedimentarlo, para después barrerlo de la superficie mediante la ayuda de unas rastras y desecharlo con la acción mecánica de un rodillo con paletas.

Asimismo, los químicos utilizados cambian, en este proceso se utiliza además del sulfato de aluminio, policloruro de aluminio y polímero catiónico. Este sistema cuando están trabajando ambos lados nos puede dar un rendimiento de 1,200 a 1,400 LPS dependiendo de las



características de agua. Una vez que es tratada el agua en el sistema DAF pasa, igual que en la etapa convencional, a los filtros.

Al salir el agua ya filtrada se conduce al Tanque de Aguas Claras, en éste se encuentra la regleta que nos permite conocer el tirante o nivel del tanque, el cuál rige nuestra operación a la hora de aumentar y disminuir caudal, el tanque se divide a su vez en tres secciones, el primero es el tanque de contacto, al ingreso de este se lleva a cabo el último paso del proceso que es la desinfección (post cloración) añadiendo cloro al agua, que nos permite garantizar la eliminación de microorganismos que pudieran estar en el agua tratada, de este tanque se utiliza el agua para el retro lavado de filtros, el segundo es el tanque de reposo en el que se busca dar al agua en un recorrido de aproximadamente 30 y 45 metros de salida un mejor contacto del cloro con el agua, para hacer más eficiente este proceso y finalmente pasa el agua potabilizada al último tanque con una capacidad de 7,200 metros cúbicos para su distribución.

Es importante señalar que, durante el proceso descrito anteriormente, el control de calidad del agua en la planta incluye 15 puntos críticos, cada dos horas se evalúa el pH, la turbidez y el color, adicional a esto, se analiza cada cuatro horas la concentración de manganeso presente en el agua de entrada, toda vez que la fuente de abastecimiento presenta una concentración elevada de este metaloide.

La planta cuenta con un tanque de contacto de cloro, en donde se realiza el proceso de desinfección, es en este punto donde se verifica el cloro residual antes de su entrega al proceso de distribución. Evaluamos la eficiencia de la potabilización dos veces al día, para asegurar el cumplimiento de las especificaciones, antes de su entrega para su distribución.

Los volúmenes salientes de la planta no. 3, una vez potabilizados, se conducen a través del tanque de distribución que conecta directamente al ducto conocido como Acuaférico de 72 pulgadas de diámetro, que sigue una trayectoria paralela al periférico desde la zona de San Gaspar en Tonalá, bordeando hacia el norte y poniente de la ciudad, suministrando el agua potable a través de varias ramificaciones e interconexiones en dicho trayecto, así como de algunos tanques que fortalecen al sistema.





Planta potabilizadora no. 4.Toluquilla

La planta potabilizadora no. 4 Toluquilla, está ubicada en Santa María Tequepexpan, Tlaquepaque, en la planta se procesan únicamente las aguas subterráneas provenientes del sistema de pozos denominado Toluquilla, por la ubicación de estos, donde el agua cruda de los pozos es conducida por tres líneas de impulsión a esta potabilizadora.

El proceso de potabilización de esta planta es mediante oxidación (ozono y cloro), floculación, filtración, suavización (ácido clorhídrico) y desinfección, el diseño de la planta obedece principalmente a que la mayoría de los pozos ubicados en esta zona de la ciudad que forma parte del Valle de Toluquilla, presentan en su mayoría concentraciones elevadas de Fierro, Manganeseo, Arsénico y Dureza Total.

Cabe mencionar que la planta potabilizadora no. 4 es operada por una empresa privada denominada Operadora de Ecosistemas, S.A. de C.V. desde el año 2012, por medio de un contrato de prestación de servicios; su sistema de bombeo envía las aguas potabilizadas desde la salida de la planta al tanque Santa María ubicado cerca del cerro del mismo nombre, lugar donde son almacenadas para su administración y distribución, a cargo de SIAPA.

Sistemas y subsistemas de distribución de agua para uso y consumo humano

El sistema de distribución nace a la salida de cada una de las plantas potabilizadoras, este sistema tiene varios componentes y tiene por objeto entregar el agua con calidad y presión optima hasta el límite de la propiedad de los usuarios.

Es conveniente recordar que, según la norma NOM-179-SSA1-2020, el sistema de abastecimiento de agua es el conjunto intercomunicado o interconectado de fuentes de abastecimiento, obras de captación, plantas potabilizadoras, tanques de almacenamiento y regulación, líneas de conducción y distribución, incluyendo vehículos cisterna, que abastece de agua para uso y consumo humano; y las normas NOM-230-SSA1-2002 definen a la red de distribución como el conjunto de tuberías que sirve para llevar el agua hasta el usuario, y la NOM-001-CONAGUA-2011 lo dice que es el conjunto de tubería, piezas especiales, válvulas y estructuras que conducen el agua desde los tanques de regulación hasta las tomas domiciliarias o hidrantes públicos.



De ello, se desprende que en el sistema y subsistemas de distribución se deben tomar en cuenta, de manera general, los tanques de almacenamiento y regulación, cárcamos de bombeo, el conjunto integral de válvulas y entronques, líneas de conducción y red de distribución; así como, considerar los accesorios como lo son todo tipo de válvulas de control hidráulico y manejo operativo de los volúmenes disponibles de agua potable, la infraestructura electromecánica y de telemática, así como de manera específica, los acueductos como redes primarias y los de menor dimensión como redes secundarias, los sectores hidrométricos en que está conformada el área de cobertura institucional, los subsistemas de distribución con sus zonas de influencia por acueducto, etc., naturalmente sin descuidar todas las tareas y labores de mantenimiento a la infraestructura hidráulica para su adecuada operación y administración del sistema.

El organismo cuenta con un total de 212 tanques, cárcamos y rebombes con capacidades desde 20 hasta 50,000 metros cúbicos, que en conjunto suman una capacidad mayor a 649,000 metros cúbicos de almacenamiento y regulación.

Las líneas de conducción o acueductos principales, actualmente, tienen una longitud de 478 kilómetros con diámetros de 16 a 72 pulgadas, y las secundarias con más de 8,123 kilómetros de tuberías con diámetros de 3 a 14 pulgadas de diámetro, esto es, un total de 8,601 kilómetros de tuberías diversas conforman la red de distribución a cargo de este organismo operador.

Como se puede ver, la mayoría de las líneas y redes de distribución son tuberías subterráneas, estas, se ubican longitudinalmente en la calle, en los extremos laterales de la misma a un nivel superior al de alcantarillado y a la máxima distancia posible de éste, y como parte del sistema de abastecimiento; las construcciones, instalaciones y equipos que lo integran deben cumplir los requisitos sanitarios para proteger el agua potabilizada de contaminación externa.

La presión hidrostática en la red de distribución para la operación, movimiento y empuje de los volúmenes potabilizados, se da tanto por gravedad desde los tanques o zonas altas como por los equipos de bombeo para la impulsión, el manejo y control a través de válvulas de control hidráulico, algunas automatizadas y otras de forma manual, así hasta llegar al domicilio del usuario; estas presiones en el sistema de colectores y tuberías de agua potable son monitoreadas por personal de distribución; estas redes son vigiladas mediante puntos de muestreo en los que se obtienen muestras para su análisis y control analítico de la calidad del



agua potabilizada, a lo largo y ancho de la zona de cobertura, influencia o alcance por planta potabilizadora, pozo profundo, manantial, tanque o incluso acueducto principal.

Las presiones de servicio de agua potable en la red deben estar comprendidas entre 1.0 Kg/cm^2 y 1.5 Kg/cm^2 , sin omitir mencionar que existen presiones hidrostáticas de hasta 15 Kg/cm^2 o más, en algunas infraestructuras de conducción.

En las redes de distribución de todo organismo operador existen sus extremos terminales o muertos, que deben drenarse y desinfectarse periódicamente, según la norma, los cuales en este organismo se tienen identificados en su mayoría, buscando que en los nuevos proyectos de redes de distribución se interconecten para la continuidad del flujo de agua, teniendo en cuenta la disponibilidad de recursos financieros para su ejecución.

En ese sentido, este organismo ejecuta permanentemente programas de desfogues para garantizar velocidades recomendables en las líneas primarias y secundarias de distribución, de limpieza y desinfección de tanques de almacenamiento y/o regulación de agua, y los de inspección y mantenimiento preventivo y correctivo a los sistemas e infraestructura hidráulica y electromecánica con la que cuenta este organismo operador en la ciudad; se incluye en caso necesario, la instalación de aditamentos o válvulas, rehabilitación de tanques o cualquier tipo de infraestructura, las interconexiones entre líneas para favorecer la circulación del agua potable en la red, todo ello, para coadyuvar a la revisión, monitoreo, limpieza y control de calidad del agua potable.

Junto a ello, se distingue que los procesos de distribución son complejos, principalmente porque, se deben contemplar variables de conducción como el diámetro, presión hidrostática, velocidad, flujo, topografía, bombeos, distancia desde la fuente de abasto o tanque, las características de las redes aledañas de ingreso a las colonias y/o fraccionamientos para su libre disposición en las tomas domiciliarias, variedad de materiales diversos en las tomas y líneas de conducción de agua potable, la edad de las redes, entre otras más.



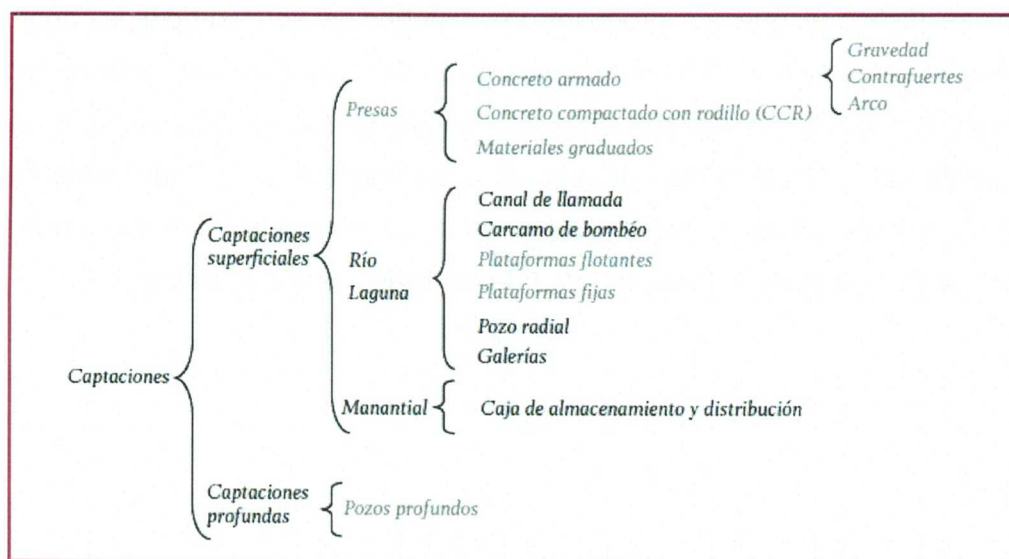


Componentes principales del sistema de abastecimiento de agua

El manual de agua potable, alcantarillado y saneamiento emitido por la Comisión Nacional del Agua (CONAGUA) en el libro número 6 *“Estudios técnicos para proyectos de agua potable, alcantarillado y saneamiento: Diseño estructural”*, documento que busca ser una referencia sobre los criterios, procedimientos, normas, índices, parámetros y casos de éxito que la CONAGUA, en su carácter de entidad normativa federal en materia de agua, considera recomendable utilizar, a efecto de homologarlos, para que el desarrollo, operación y administración de los sistemas se encaminen a elevar y mantener la eficiencia y la calidad de los servicios a la población.

De forma general, los elementos que componen el sistema de abastecimiento de agua, entendidos como el conjunto intercomunicado o interconectado de fuentes de abastecimiento, obras de captación, plantas potabilizadoras, tanques de almacenamiento y regulación, líneas de conducción y distribución. De estos elementos, algunos, por sus características específicas requieren un análisis estructural especial, entre estas estructuras se encuentran las presas y algunas obras que están en contacto directo con los cauces y escurrimientos de arroyos y ríos.

A continuación, exponemos los principales elementos y/o estructuras que componen la infraestructura hídrica a cargo de los Organismos operadores y/u Organismos reguladores estatales (captaciones, conducciones y redes), según CONAGUA.



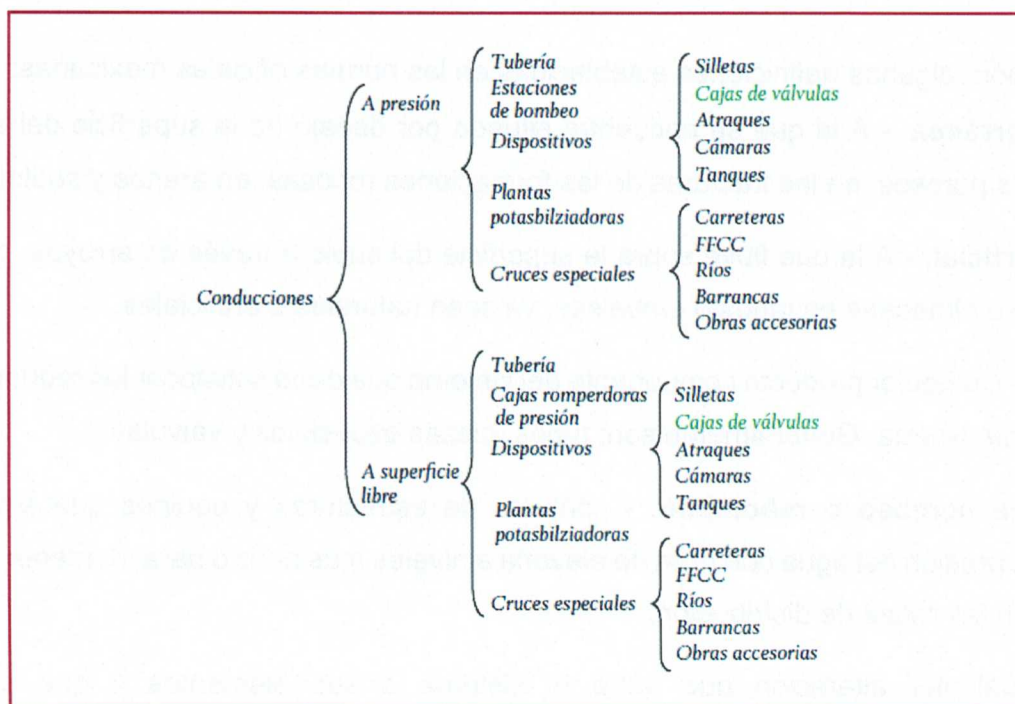
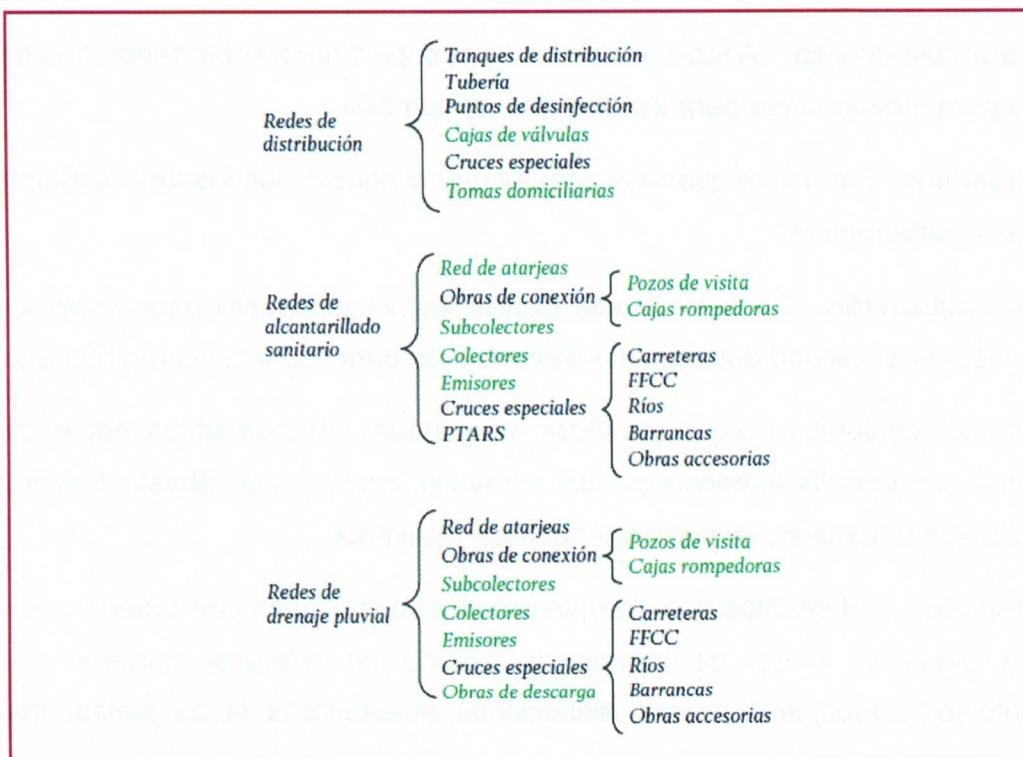


Figura 7. Principales elementos que componen la infraestructura hídrica a cargo de los Organismos Operadores (captaciones, conducciones y redes), según CONAGUA.



A continuación, algunas definiciones establecidas en las normas oficiales mexicanas:

Agua subterránea. - A la que se encuentra situada por debajo de la superficie del suelo, en sus espacios porosos, en las fracturas de las formaciones rocosas, en arenas y sedimentos.

Agua superficial. - A la que fluye sobre la superficie del suelo a través de arroyos, canales y ríos, o que se almacene en lagos o embalses, ya sean naturales o artificiales.

Elemento. - Cualquier producto componente del sistema que debe satisfacer los requerimientos de la presente Norma. Generalmente son: tubos, piezas especiales y válvulas.

Estación de bombeo o rebombeo. - conjunto de estructuras y equipos que sirven para aumentar la presión del agua con el fin de elevarla a niveles más altos o para mantener uniforme la presión en las redes de distribución.

Falla. - Cualquier alteración que sufra el sistema o sus elementos y que afecte su funcionamiento tales como fracturas, fuga de agua, envejecimiento prematuro, o reventamiento.

Fuente de abastecimiento. - A todo cuerpo de agua superficial o subterráneo que es o puede ser utilizado para proveer agua para uso y consumo humano.

Obra de captación. - Estructura que sirve para extraer el agua de las fuentes de abastecimiento superficiales o subterráneas.

Planta de potabilización. - Conjunto de estructuras, instalaciones, procesos y operaciones que sirven para mejorar la calidad del agua, haciéndola apta para uso y consumo humano.

Pozo. - Obra de ingeniería en la que se utilizan maquinarias y herramientas mecánicas para su construcción y que permite extraer agua del subsuelo, con fines de abastecimiento de agua para uso y consumo humano, en sistemas públicos y privados.

Piezas especiales. - Elementos que permiten realizar conexiones con tubería y válvulas, en cambios de dirección, unión de tramos de tubería de diferente material y diámetro. Generalmente son: codos, tees, cruces, reducciones, adaptadores, tapas, juntas, entre otros.



Red de distribución. - Conjunto de tubería, piezas especiales, válvulas y estructuras que conducen el agua desde los tanques de regulación hasta las tomas domiciliarias o hidrantes públicos.

Sistema de agua potable. - Es el conjunto de tubería, piezas especiales y válvulas, que conducen y distribuyen el agua generalmente desde la captación hasta las tomas domiciliarias.

Sistema de alcantarillado. - Red de conductos, generalmente tubería, a través de las cuales se deben evacuar en forma eficiente y segura las aguas residuales domésticas, y de establecimientos comerciales o pluviales, conduciéndose a una planta de tratamiento y finalmente, a un sitio de vertido.

Tanque de almacenamiento o regulación. - Depósito superficial o elevado que sirve para almacenar el agua o regular su distribución.

Toma domiciliaria. - Instalación que se conecta a la tubería de la red de distribución y permite el suministro de agua potable a los usuarios.

Válvula. - Accesorio que se utiliza en los sistemas de agua para seccionar y controlar el paso del agua.

Medidas estructurales y no estructurales

Como se puede observar, los componentes y elementos del sistema de abastecimiento de agua, especialmente enfocados en los subsistemas de abastecimiento, potabilización y distribución; en ello, es importante valorar lo relacionado con las medidas estructurales, es decir todo lo relacionado a la conservación, mantenimiento y reforzamiento de infraestructura de estos subsistemas, los elementos clave para sostener el buen funcionamiento y a su vez dar un carácter de resiliencia al mejorar e incrementar los volúmenes de agua potable disponibles a los circuitos y macro sectores de distribución.

Las medidas estructurales consisten en la prevención y realización de obras de infraestructura que actúan sobre un sistema para su mejoramiento e incremento de capacidades de resiliencia,





por ende, la capacidad de recuperación es o puede ser inmediata, y en casos extremos se contemplan mayores tipos de recuperación, pero tomando en cuenta escenarios alternativos.

Así mismo es importante señalar que en todo plan de contingencias además de las medidas estructurales también se deben considerar las medidas no estructurales⁵ que incluyen políticas concientización, desarrollo del conocimiento, reglas de operación, mecanismos de participación pública e información a la población de modo que pueda reducirse los riesgos o vulnerabilidades identificadas en un sistema y los impactos derivados del fenómeno amenazante.

Por lo anterior, este Organismo considera las siguientes medidas básicas para el reforzamiento del sistema de abastecimiento de agua, dentro de su área de cobertura.

Medidas estructurales:

1. Rehabilitación de compuertas, subestaciones y equipos de bombeo.
2. Reparación en tramo de línea de conducción.
3. Limpieza de canales abiertos.
4. Rehabilitación de acueductos y accesorios.
5. Rehabilitación de tanques.

Medidas no estructurales:

1. Campaña intensiva de cultura uso eficiente del agua a población.
2. Políticas de extracción y operación eficientes en fuentes de abastecimiento.
3. Plan integral de servicios rotatorios, reparto en pipas gratuitas y cisternas comunitarias.

⁵ Tomado del Plan Básico de Ordenamiento Territorial del Gobierno de Colombia. Consultado en <https://www.rivera-huila.gov.co/Transparencia/PBOT/MEDIDAS%20NO%20ESTRUCTURALES.pdf>



Componentes del sistema de abastecimiento de agua



Medidas estructurales

Optimizar el uso y aprovechamiento del agua en la infraestructura, a través de acciones de conservación, mantenimiento y mejoramiento de todos y cada uno de los componentes del sistema de abastecimiento de agua.

Medidas no -estructurales

Sensibilización de los actores locales de la ocurrencia y vulnerabilidad, o propensión de un agente afectable a sufrirdaños o pérdidas ante la presencia de un agente perturbador.

Medidas emergentes

Conjunto de acciones encaminadas a controlar y reducir riesgos considerándolos por su origen multifactorial y en proceso permanente de recuperación y reconstrucción

Vulnerabilidad física

Relacionada con la calidad o tipo de material utilizado en la construcción de edificaciones e instalaciones.

Vulnerabilidad económica

Se refiere a la destinación de los recursos, a su escasez o uso inadecuado que impiden cambiar o mejorar una condición

Vulnerabilidad ambiental

Se relaciona con la calidad o cantidad de los recursos presentes en el medio ambiente

Vulnerabilidad social

Hace referencia a la baja capacidad de la comunidad para organizarse en pro del desarrollo.

Figura 8. Principales elementos que componen la infraestructura del sistema de abastecimiento de agua a cargo del SIAPA. Elaboración propia.

Plan integral de servicios rotatorios, reparto en pipas gratuitas y cisternas comunitarias

El suministro de agua potable es un servicio público esencial para el desarrollo económico y social de cualquier ciudad por su total relación con la salud y el crecimiento de la población. La dotación y continuidad del servicio puede sufrir intermitencia y en casos extremos, interrupción. Históricamente, diversas colonias y zonas urbanas ubicadas en puntos de mayor vulnerabilidad por infraestructura insuficiente y topográficamente alejadas del sistema de abastecimiento, así como las zonas urbanas establecidas en las partes altas de la ciudad, año con año resienten el desabasto debido a la falta de instalaciones para bombear el agua.

Por ello el SIAPA ha considerado dentro de su presupuesto contar con alternativas que mitiguen cualquier afectación por tareas de mantenimiento correctivo y preventivo, dando apoyo con el suministro a través de camiones cisterna (pipas), este servicio es totalmente gratuito y se programa en función de lo anterior. Sin embargo, en el caso de presentarse alguna contingencia



que impacte el abasto de agua en alguna colonia, o zona específica hidráulica, el Gobierno del Estado, a través de diversas dependencias puede detonar un programa emergente de atención de acuerdo con el nivel de contingencia establecida en el semáforo, que incluye los siguientes componentes:

- Estrategia operativa para implementar rotación en el servicio en la colonias y fraccionamientos, según área de influencia de su fuente de abastecimiento.
- Reparto gratuito a través de pipas, en las zonas de mayor vulnerabilidad hídrica e impactadas por desabasto de agua.
- Instalación de cisternas comunitarias (de 10 mil litros) en puntos estratégicos, definidos según las características de las zonas afectadas.

Aunado a ello, el área de Comunicación Social de SIAPA, desarrolla campañas de concientización para racionalizar el consumo del agua en la zona y período de contingencia. A continuación, un ejemplo de las medidas aplicables por parte de la población.



1

Siapa te invita al **cuidado del agua**

<p>Ahorrarás 100 litros de agua</p>  <p>Al remojar los trastes para lavarlos, enjabona sin tener la llave abierta y solo ábrela para el enjuague final.</p>	<p>Ahorrarás 100 litros de agua</p>  <p>Toma baños cortos y cierra la llave mientras te enjabonas.</p>	<p>Ahorrarás 100 litros de agua</p>  <p>Lávate los dientes con un vaso con agua y no con la llave abierta.</p>
<p>Ahorrarás 80 litros de agua por día</p>  <p>Cambia los empaques de las llaves cada que sea necesario y así evitas que estas goteen.</p>	<p>Ahorrarás 80 litros de agua cada vez que realices esa actividad</p>  <p>Usa una cubeta y un trapo para lavar el coche en lugar de manguera.</p>	<p>Ahorrarás 60 litros de agua en una hora</p>  <p>Si riegas tu jardín o la calle con cubeta en lugar de manguera.</p>
<p>Ahorrarás 100 litros de agua al mes</p>  <p>Si colocas una botella de un litro con arena en el deposito del inodoro.</p>	<p>Ahorrarás 30% del agua utilizada</p>  <p>Usa la lavadora solo con cargas completas. Puedes reutilizar el agua para lavar el patio.</p>	<p>Evita fugas</p>  <p>Cambia la válvula de descarga (ranita) en el tanque del inodoro.</p>
<p>Evita fugas</p>  <p>Si tienes tinaco o aljibe, revisalos periódicamente, evitarás fugas y el desperdicio del agua que ocasionan altos consumos en tu estado de cuenta</p>	<h1 style="color: white;">Ahora lo sabes, solo falta hacerlo</h1>	



SIAPA



Figura 9. Principales medidas de cuidado del agua promovidas por SIAPA. Elaboración propia.



La Secretaría de Gestión Integral del Agua (SGIA) a través del Sistema Intermunicipal de los Servicios de Agua Potable y Alcantarillado (Siapa), así como la Comisión Estatal del Agua (CEA), en coordinación con los ayuntamientos del Área Metropolitana de Guadalajara coadyuvan en la implementación del presente plan con el fin de garantizar el abastecimiento y mitigar las afectaciones por la temporada de estiaje y los bajos niveles que se puedan presentar en las fuentes de abastecimiento.

Gestión de riesgos y contingencias ante el desabasto de agua

La Ley General de Protección Civil en su artículo 2, fracción XXVIII, define a la gestión integral de riesgos como el conjunto de acciones encaminadas a la identificación, análisis, evaluación, control y reducción de los riesgos, considerándolos por su origen multifactorial y en un proceso permanente de construcción, que involucra a los tres niveles de gobierno, así como a los sectores de la sociedad, lo que facilita la realización de acciones dirigidas a la creación e implementación de políticas públicas, estrategias y procedimientos integrados al logro de pautas de desarrollo sostenible, que combatan las causas estructurales de los desastres y fortalezcan las capacidades de resiliencia o resistencia de la sociedad. Involucra las etapas de: identificación de los riesgos y/o su proceso de formación, previsión, prevención, mitigación, preparación, auxilio, recuperación y reconstrucción.

Reconocer y valorar las pérdidas o daños probables sobre los agentes afectables y su distribución geográfica, a través del análisis de los peligros y la vulnerabilidad en la infraestructura estratégica a cargo de un Organismo Operador como SIAPA; esta infraestructura identificada como aquellos componentes y elementos, instalaciones vitales que son indispensable para la provisión de bienes y servicios públicos, y cuya destrucción o inhabilitación es una amenaza en contra de la seguridad nacional y ocasionaría una afectación a la población, sus bienes o entorno.

Lo anterior se realiza con el fin de garantizar la prestación de los servicios de agua potable, en el momento en que se presenten problemas naturales o de fuerza mayor que comprometen la



disposición del vital líquido que se distribuye a la población dentro de la zona de cobertura del Organismo, teniendo en cuenta el impacto y la afectación de este.

En las diversas actividades de operación y mantenimiento del Organismo operador, cualquier componente o elemento es susceptible o vulnerable a sufrir daños o pérdidas ante la presencia de un agente perturbador, determinado por factores físicos, sociales, económicos y ambientales; estas vulnerabilidades existen en el servicio de agua potable y en general en la infraestructura a cargo de SIAPA.

Cualquier interrupción en el servicio o desabasto de agua en la población tiene como causas principales, diversas fallas en componentes o elementos, como equipos e instalaciones en general que se presentan por la operación intensiva del sistema de abastecimiento de agua y las vulnerabilidades que se encuentran presentes en todo momento en la infraestructura de un Organismo Operador como SIAPA; y la preparación de la acciones de respuesta necesarias que combatan las causas estructurales de los desastres y fortalezca las capacidades de resiliencia , recuperación y reconstrucción; tareas que involucran a las diversa dependencias en primera instancia las que conforman el sector del agua, gobiernos municipales, estatal y federal, así como los sectores de la sociedad.

Esta gestión de riesgos y contingencias considera diversos eventos de índole natural como fenómenos hidrometeorológicos, sismos, deslizamientos, entre otros; y antropomórficos como eventos humanos en el control y manejo del sistema de abastecimiento de agua y su infraestructura, lo que puede impactar de sobremanera provocando fallas en los sistemas de abastecimiento, potabilización y distribución de agua potable, por tanto existen vulnerabilidades importantes capaces de dañar directa o indirectamente una instalación, componente o dispositivo del sistema.

Lo anterior es de gran importancia para que el Organismo Operador, identifique y valore los niveles de amenazas que comprometa cumplir con el suministro de agua para uso y consumo humano, en cantidad y calidad suficiente y tome las soluciones pertinentes, evaluando los



riesgos en la prestación de los servicios públicos y así mitigarlos mediante un análisis de vulnerabilidad y un sistema de control y monitoreo.





Tipo de amenazas y emergencias

La Ley General de Protección Civil en el Artículo 2 fracción XVIII define a la emergencia como: Situación anormal que puede causar un daño a la sociedad y propiciar un riesgo excesivo para la seguridad e integridad de la población en general, generada o asociada con la inminencia, alta probabilidad o presencia de un agente perturbador;

La emergencia podrá ser causada por eventos de índole natural como fenómenos hidrometeorológicos, sismos, deslizamientos o eventos antropomórficos que requiere de la reacción inmediata y la atención de las entidades del Estado, los medios de comunicación y de la comunidad en general.

El manual de agua potable, alcantarillado y saneamiento, publicado por la CONAGUA, menciona que *los desastres naturales son causados por fuerza naturales o acontecimientos que generen situaciones de emergencia por su naturaleza pueden ser geológicos (terremotos, erupciones volcánicas), hidrometeorológicos (tormentas, huracanes, vientos fuertes e inundaciones), incendios forestales y otras condiciones climáticas severas como la congelación o la sequía.*

Igualmente menciona, los desastres causados por el hombre (antropogénicos); *estos desastres causados por actos intencionales o accidentales crean situaciones de emergencia de servicios públicos de agua. Los desastres causados por hombre pueden ser el resultado de: errores de los operadores, vandalismo, disturbios civiles, terrorismo, contaminación biológica, derrames de productos químicos peligrosos, falla en los equipos, incendios y explosiones incendiarias.*

La ocurrencia y gravedad de los desastres naturales varía según la ubicación geográfica, mientras que los desastres de origen humano pueden afectar a cualquier sistema y en cualquier lugar (CONAGUA, 2015).



Por ello se conceptualiza en el siguiente esquema⁶, los riesgos con el fin de identificar las causas probables que puedan generar una contingencia o emergencia en la operación del sistema, que pueda afectar el abasto de agua. (IMEPLAN,2021).



Figura 10. Conceptos básicos de gestión de riesgos.

⁶ Tomada y adecuada de la Ley General de Protección Civil (2014), Atlas Metropolitano de Riesgo elaborado por el Instituto de Planeación y Gestión del Desarrollo del Área Metropolitana de Guadalajara (IMEPLAN) en el año 2021, y liga: <https://www.gub.uy/sistema-nacional-emergencias/comunicacion/publicaciones/componentes-del-riesgo>



A continuación, se describen los desastres naturales más comunes y los riesgos asociados con esos.

Terremotos. - Los daños causados por un terremoto pueden ser extensos. La energía liberada por un terremoto puede ser el equivalente a la explosión de millones de toneladas de dinamita. El grado de daño sufrido se relaciona con la magnitud del sismo, la distancia desde el epicentro (la parte de la superficie de la tierra directamente sobre el foco de un terremoto), los tipos de suelo en el área, y el modo como resultado de fallo de tierra.

Falla. - Es causada por el movimiento diferencial de dos masas de tierra a lo largo de una línea. Si una tubería cruza una falla que se rompe, la conducción experimentará fuerzas que pueden deformar o dividir el tubo o secciones separadas en las articulaciones. Las fallas conocidas son identificadas en mapas geológicos y sísmicos.

Oscilación del suelo. - La energía creada por un terremoto irradia en ondas desde el epicentro como ondas provocadas por una piedra arrojada a un estanque. Las ondas que se propagan causan que el suelo oscile. Cuanto más cerca se esté del epicentro, más violenta y vertical será el movimiento; cuanto más lejos del epicentro, la oscilación será menos severa y de forma horizontal. El tipo de suelo afecta a la intensidad de los temblores. La energía hace que las dos aceleraciones, vertical y horizontal, pueden dañar los componentes del sistema de distribución.

Licuefacción. - Entre los poros de las partículas de los suelos se encuentra alojada agua; La energía de un terremoto genera alta presión en el suelo y en el agua de poros que puede superar la fricción entre las partículas del suelo. Cuando la presión del agua de los poros es superior a la fricción de las partículas, principalmente en arenas sueltas con alto contenido de agua, el suelo se convertirá en una suspensión de agua del suelo con una resistencia muy baja al esfuerzo cortante. El resultado puede ser la falla de cimentaciones, asentamiento diferencial, desplazamiento lateral, o flotación de los componentes subterráneos. La licuefacción también puede causar una pérdida de estabilidad de taludes y crear deslizamientos.



Densificación y consolidación. - El temblor de la tierra debido a un terremoto puede causar la consolidación del suelo. Es un proceso similar al uso de un rodillo vibratorio para compactar. Esto provoca hundimientos del suelo.

Deslizamiento. - Un deslizamiento de tierra se produce cuando laderas pierden resistencia al corte a causa de una perturbación por lluvia o temblor de tierra. Los deslizamientos de tierra pueden causar que las presas de tierra fallen. En algunas zonas propensas a los terremotos, se han desarrollado mapas de peligros de deslizamientos.

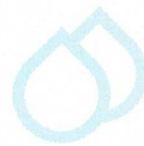
Huracanes. - Un huracán es un viento de fuerza extraordinaria que forma torbellino y gira en grandes círculos en el cual los vientos máximos sostenidos alcanzan o superan los 252 km/h.

Sequías. - La sequía es un fenómeno complejo por lo que existen varias definiciones de la misma, dependiendo de la causa sobre la cual se ponga mayor énfasis: por disminución de la precipitación (sequía meteorológica), por reducción de caudales de las fuentes superficiales, almacenamiento de embalses o niveles de fuentes subterráneas (sequía hidrológica); la demanda supera la oferta del recurso hídrico para satisfacer las necesidades de los usuarios y otras fallas en la gestión del recurso (sequía operativa).

En seguida se describen los riesgos de desastres más comunes causados por el hombre y los riesgos asociados con esos desastres:

Ingreso de material peligroso. - Todos los materiales que pueden dañar a los seres humanos directamente o contaminar el aire o el agua, deben ser considerados peligrosos. Algunos materiales peligrosos, tales como el cloro, se utilizan en el tratamiento del agua y otros pueden no ser utilizados por los organismos operadores, pero pueden ser introducidos en la red de manera accidental.

Incendio de estructuras. - Un incendio en una estación de bombeo, una planta de tratamiento o planta potabilizadora pueden afectar seriamente el suministro de agua y pueden destruir



muchos componentes críticos, tales como los equipos eléctricos. Los incendios también pueden destruir edificios administrativos (incluyendo el equipo, materiales y registros en el interior) y estructuras de almacenamiento y mantenimiento.

Accidentes de tránsito y ejecución de obras. - Los accidentes durante la construcción de obras cercanas a la infraestructura de la red de distribución pueden dañar los componentes del sistema de agua, tanto en las estructuras superficiales y como las subterráneas. Los accidentes de todas las formas de transporte deben ser considerados en la planificación de atención a emergencias, incluida la carretera, ferrocarril, agua y aire.

Vandalismo, motines, huelgas. - En las amenazas antrópicas se ha considerado la incidencia de amenazas provocadas por acción del hombre, como son: vandalismo contra las instalaciones de agua potable y alcantarillando, líneas de conducción, plantas de tratamiento, etc., lo cual podría producir daños tanto o más grandes que un desastre de origen natural.

Teniendo en cuenta los riesgos más probables, se debe determinar los componentes del sistema que son vulnerables ante estos eventos, para identificar los elementos que son vulnerables, una vez realizado el resumen de riesgos se debe determinar el efecto que estos pueden causar en los distintos elementos del Organismo Operador, en la calidad y cantidad del servicio proporcionado. Cada Sistema es único, sin embargo, puede ser descrito y analizado en términos de sus componentes y el nivel esperado de servicio. Una evaluación de la vulnerabilidad es esencialmente un procedimiento de cuatro pasos (CONAGUA, 2015):

1. Identificar y describir todos los componentes del Sistema.
2. Estimar los efectos potenciales de los riesgos asociados a un desastre probable en cada componente del sistema.
3. Establecer objetivos de rendimiento y los niveles de servicio aceptables para el sistema.
4. Si en condiciones potenciales de desastre el sistema no cumple con los objetivos, identificar los elementos clave o críticos del sistema que son los principales responsables de la falla.

A continuación, se expone la matriz⁷ de resumen de riesgo y los efectos sobre los componentes para un sistema de agua potable:

[illegible]

Figura 11. Matriz de resumen de riesgo y los efectos sobre los componentes para un sistema de agua potable, según CONAGUA.

⁷ Tomada del Manual de Agua Potable, Alcantarillado y Saneamiento. Libro número 3 “Establecimiento de medidas preventivas, de seguridad y diseño de obras de protección de la infraestructura de agua potable en situaciones de emergencia”, publicado por CONAGUA en 2015.



La identificación de los componentes críticos del sistema, o sus subcomponentes es el último paso en el análisis de la vulnerabilidad.

Los componentes críticos son aquellos vulnerables a la falla total o parcial, a causa de un desastre. El fallo de un componente crítico reducirá la capacidad del sistema para cumplir con los objetivos mínimos de salud y seguridad. La mejor manera de identificar estos elementos es seleccionar un escenario de desastre particular; centrarse en los componentes y como se interrelacionan con otros con el fin de identificar cuáles son los elementos que ocasionarían que todo el sistema falle o que no permita cumplir con los objetivos mínimos; estos son los componentes más vulnerables.

Una vez revisada la información anterior, nos dimos a la tarea de determinar a través de un análisis de vulnerabilidades minucioso respecto a los componentes principales del sistema de abastecimiento de agua a cargo de SIAPA.

A continuación, se exponen las variables identificadas como riesgos y contingencias genéricas, esto es, las principales problemáticas determinadas, las cuales afectan a la infraestructura y operatividad del servicio de agua para uso y consumo humano, especialmente en lo que se refiere a contingencias y vulnerabilidades ante el desabasto de agua:

Contingencia identificada	Tipo de vulnerabilidad
Bloqueo por terceros	Social
Contaminación extrema	Ambiental
Daño en Infraestructura	Física
Falla de equipo electromecánico	Física
Sequia de la fuente	Ambiental

Figura 12. Matriz de contingencias identificadas y tipo de vulnerabilidad, elaborado por SIAPA.



Cambio climático y medidas preventivas de mitigación de la sequía

Cambio climático y sequía

Es un cambio en el clima que es atribuido directa o indirectamente a las actividades humanas que **altera la composición global de la atmósfera**. El cambio de temperatura actual está sucediendo en un espacio de tiempo muy corto, esto se vincula al aumento en la concentración de los Gases de Efecto Invernadero (GEI)

Se puede presentar en una amplia gama de fenómenos globales:



Figura 13. Conceptos básicos de cambio climático, tomado de la información proporcionada en documentos utilizados en el curso “Programa de fortalecimiento de capacidades para la gestión integral de riesgos y resiliencia” impartido por el Instituto de Planeación y Gestión del Desarrollo del Área Metropolitana de Guadalajara (IMEPLAN).

El Cambio climático es atribuible directa o indirectamente a la actividad humana que altera la composición de la atmósfera mundial y que se suma a la variabilidad natural del clima, observada durante períodos de tiempo comparables. (Ley General de Protección Civil, 2021).

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. Los modelos con los que se cuenta hasta ahora han pronosticado una reducción de la precipitación en el país y un aumento en la temperatura a lo largo del siglo XXI (Montero y Pérez 2008).

El aumento en la temperatura puede ocasionar un incremento en la demanda de agua, mientras que la reducción de las precipitaciones puede restringir la cantidad de agua disponible para las ciudades de México. Si bien no se puede conocer con precisión los posibles efectos del cambio climático sobre los recursos hídricos y su consumo, 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 plazo⁸.

No existe una definición de la sequía precisa y aceptada universalmente, lo cual incrementa la confusión acerca de si se está o no en sequía y de su grado de severidad en caso de estar en ella. Las definiciones de sequía deben ser específicas para una región y el uso o impacto estudiado. Los umbrales para declarar la sequía son arbitrarios en la mayoría de los casos, y no están vinculados a impactos específicos en sectores económicos claves.

Los impactos de la sequía son no estructurales y se extienden sobre un área geográfica más grande que los daños y perjuicios que son resultado de otros desastres naturales. La sequía rara vez produce daño estructural. Por estos motivos, la cuantificación de impactos y la provisión de apoyos son tareas mucho más difíciles para la sequía que para otros desastres naturales. Estas características han dificultado el desarrollo de estimaciones exactas, confiables, y oportunas de severidad e impactos y, en última instancia, la formulación de planes de emergencia ante situaciones de sequía por la mayor parte de gobiernos.

Los desastres naturales fueron clasificados con base en sus características e impactos por Bryan (1991). Las características claves utilizadas para la clasificación de los desastres incluyen una expresión del grado de severidad, longitud del evento, extensión superficial, pérdida de vidas, pérdidas económicas, efectos sociales, impactos a largo plazo, tiempo necesario para su desarrollo y ocurrencia de otros desastres naturales asociados⁹.

El concepto de sequía es bastante complejo; es importante definirlo claramente para evitar malentendidos y diferentes interpretaciones. En primer lugar, es necesario distinguir entre sequía y aridez. La sequía es una característica recurrente normal del clima; ocurre virtualmente en todos los regímenes climáticos, tanto en áreas con alta y baja precipitación. Es una aberración temporal, en contraste con la aridez, que es un rasgo permanente del clima y es restringida a áreas de precipitación baja.

⁸ Tomado de "PMPMS PARA USUARIOS URBANOS DE AGUA POTABLE Y SANEAMIENTO". Estudio elaborado por el Consejo de Cuenca del Río Santiago (COCURS) y Organismo de Cuenca Lerma-Santiago. CONAGUA 2015

⁹ IDEM



La sequía es la consecuencia de una reducción natural en la cantidad de la precipitación recibida durante un periodo de tiempo prolongado, por lo general una estación o más, en muchas regiones del mundo existen otros factores climáticos (como altas temperaturas, vientos, y baja humedad relativa) que pueden asociarse con la sequía y agravar significativamente la severidad del evento. La sequía está también relacionada con el tiempo (estación principal en la que ocurre, retraso en el inicio de la temporada de lluvias, ocurrencia de lluvias en relación con las etapas principales de desarrollo de los cultivos) y la efectividad de las lluvias (intensidad y número de eventos de lluvia).

La severidad de la sequía no depende solamente de la duración, intensidad y extensión geográfica de un episodio específico, sino de las demandas impuestas por las actividades humanas y la vegetación de la región. Las características de sequía, con sus impactos de gran alcance, hacen difíciles de identificar y cuantificar sus efectos sobre la sociedad, economía y el ambiente.

Muchas personas consideran que la sequía es un acontecimiento natural o físico. Sin embargo, como se ilustra en la figura 13, la sequía además de la componente natural tiene otra social. El riesgo asociado con la sequía para cualquier región es el producto de la exposición de la región al acontecimiento (probabilidad de ocurrencia a varios niveles de severidad) y de la vulnerabilidad de la sociedad ante éste. El riesgo natural (por ejemplo, sequía meteorológica) es el resultado de la presencia o persistencia de alteraciones de gran escala en el patrón de circulación global de la atmósfera. La exposición a la sequía meteorológica varía espacialmente y hay poco, si es que hay algo, que se pueda hacer para cambiar la presencia de dicha sequía. La vulnerabilidad está determinada por factores sociales como: la población, características demográficas, tecnología, política, estrategias de gestión de los recursos y comportamiento social. Algunos de estos factores cambian y otros pueden cambiar con el tiempo y de esta forma la vulnerabilidad puede aumentar o disminuir en respuesta a dichos cambios.



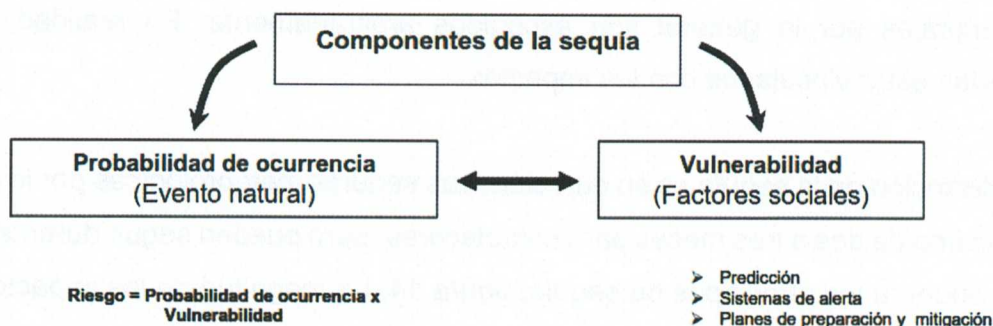


Figura 14. Componentes de la sequía adaptado (adaptado de Wilhite, 2000). Tomado de PMPMS PARA USUARIOS URBANOS DE AGUA POTABLE Y SANEAMIENTO. CONAGUA 2015.

Por lo expuesto anteriormente, queda claro que la sequía meteorológica es un riesgo natural que es prácticamente inevitable. Por lo tanto, los esfuerzos en la gestión de la sequía deben dirigirse a disminuir la vulnerabilidad de la sociedad ante dicho fenómeno natural.

La sequía meteorológica es el origen de todos los diferentes tipos de sequía. Cuando ésta se extiende en el tiempo, se pueden presentar la sequía edáfica, hidrológica, operativa y como consecuencia de esta la socioeconómica.

Características generales de las sequías

Existen tres características esenciales que permiten diferenciar una sequía de otra: intensidad, duración, y cobertura espacial. La intensidad se refiere al grado de escasez de la precipitación y/o a la severidad de los impactos asociados con dicha escasez. Generalmente es medido por la separación de algún índice climático respecto de su valor medio y está estrechamente ligado a la duración en la determinación de los impactos. El índice más simple y ampliamente utilizado es el porcentaje de la precipitación normal o promedio. Con este índice, la precipitación actual registrada es comparada con la precipitación normal para diferentes períodos de tiempo desde uno a doce o más meses. La precipitación actual normalmente es comparada con el valor esperado o promedio mensual, estacional, anual, o año hidrológico (septiembre-octubre). Una de las dificultades principales con este índice es la elección del umbral debajo el cual la deficiencia de precipitación debe caer (el 75 por ciento de normal) para definir el inicio de la



sequía. Los umbrales por lo general son escogidos arbitrariamente. En realidad, dichos umbrales deberían estar vinculados con los impactos.

Otro rasgo de distinción de la sequía es su duración. Las sequías meteorológicas por lo general requieren un mínimo de dos a tres meses para establecerse, pero pueden seguir durante meses o años, dando origen a los otros tipos de sequía, figura 14. La magnitud de los impactos de la sequía está estrechamente relacionada con el tiempo de inicio de la escasez de precipitación, su intensidad, y la duración del acontecimiento. La sequía de cinco años (1979-83) en el noreste Brasil es un buen ejemplo en este tema.

En esta serie de años, 1979 y 1980 fueron ambos años de sequía en el sentido clásico (una deficiencia significativa durante la estación lluviosa). En 1981, los totales de precipitación estacionales fueron ligeramente por encima de lo normal, pero la distribución temporal causó una sequía agrícola. En 1982, los totales de precipitación estuvieron por debajo de lo normal, pero la distribución temporal de precipitación permitió el desarrollo de los cultivos. Los impactos agrícolas fueron menos adversos. Estos cuatro años “de sequía” fueron seguidos por el año de sequía más severo (1983) de los veinticinco años anteriores, con impactos agrícolas dramáticos (Magalhaes et al. 1988).

Las sequías también se diferencian en términos de sus características espaciales. Las áreas afectadas por severas sequías se desarrollan gradualmente, y las regiones de máxima intensidad cambian de una estación a otra. En los países más grandes, como Brasil, China, India, los Estados Unidos, o Australia, la sequía raras veces afecta el país entero. Para países más pequeños, es más probable que el país entero puede ser afectado ya que las sequías son fenómenos por lo general regionales, son resultado de anomalías en los patrones atmosféricos de circulación general que se establecen y persisten durante meses, estaciones, o por más tiempo.

Desde una perspectiva de planificación, las características espaciales de sequía tienen serias implicaciones. Las naciones deberían conocer la probabilidad de que la sequía puede afectar simultáneamente todas o varias regiones de producción principalmente agrícola dentro de sus fronteras y desarrollar planes de contingencia si tal acontecimiento ocurriera. Aunque la sequía



es un riesgo natural¹⁰, el termino gestión de la sequía implica que la intervención humana puede reducir la vulnerabilidad e impactos. Para tener éxito en este esfuerzo, muchas disciplinas deben trabajar juntas en el estudio y seguimiento de las complejas cuestiones asociadas con el descubrimiento, respuesta, y preparación para afrontar los inevitables eventos futuros. La gestión de desastres, de la cual la gestión de la sequía es un subconjunto, requiere que los científicos y tomadores de decisiones se enfoquen tanto en la porción de la protección, así como en la de recuperación/rehabilitación del ciclo mostrado en la figura 14.

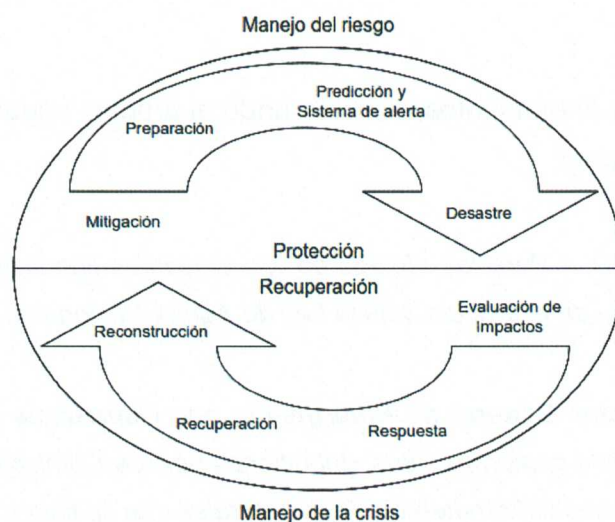


Figura 15. El ciclo del manejo de desastres adaptado de (Wilhite, 2000). Tomado de PMPMS PARA USUARIOS URBANOS DE AGUA POTABLE Y SANEAMIENTO. CONAGUA 2015.

Niveles y etapas de la sequía

El 22 de noviembre de 2012¹¹ se publicaron en el Diario Oficial de la Federación los “LINEAMIENTOS que establecen los criterios y mecanismos para emitir acuerdos de carácter

¹⁰ Tomado de “PMPMS PARA USUARIOS URBANOS DE AGUA POTABLE Y SANEAMIENTO”. Estudio elaborado por el Consejo de Cuenca del Río Santiago (COCURS) y Organismo de Cuenca Lerma-Santiago. CONAGUA 2015.

¹¹ LINEAMIENTOS que establecen los criterios y mecanismos para emitir acuerdos de carácter general en situaciones de emergencia por la ocurrencia de sequía, así como las medidas preventivas y de mitigación, que podrán implementar los usuarios de las aguas nacionales para lograr un uso eficiente del agua durante sequía. DOF 22 de noviembre de 2012. Consultado en: https://dof.gob.mx/nota_detalle.php?codigo=5278695&fecha=22/11/2012#gsc.tab=0



general en situaciones de emergencia por la ocurrencia de sequía, así como las medidas preventivas y de mitigación, que podrán implementar los usuarios de las aguas nacionales para lograr un uso eficiente del agua durante sequía”.

El objetivo de estos Lineamientos es: “establecer los criterios y mecanismos aplicables para que la Conagua pueda emitir Acuerdos de Carácter General de emergencia por ocurrencia de sequía, así como proponer a los usuarios de las aguas nacionales las medidas preventivas y de mitigación de la sequía conforme a las cuales podrán lograr un uso eficiente del agua, preservándola.”

De conformidad con dichos lineamientos, considerando el artículo segundo, a continuación, se exponen los conceptos citados:

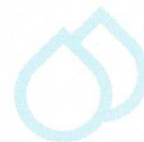
ARTICULO SEGUNDO. - Para los efectos de los presentes lineamientos, se entenderán los conceptos establecidos en el artículo 3 de la Ley de Aguas Nacionales, así como los siguientes:

I. Acuerdo de Carácter General de Emergencia por Ocurrencia de Sequía: Acuerdo de Carácter General emitido conforme a sus atribuciones por "La Comisión" en el momento que se presenten las condiciones hidrometeorológicas naturales que tipifiquen una sequía severa;

II. Emergencia por sequía: Situación derivada de un evento hidrometeorológico extremo que genera un déficit de agua en términos de lluvia y/o escurrimiento de características tales, que requiere de una atención inmediata;

III. La Comisión: La Comisión Nacional del Agua, Órgano Administrativo Desconcentrado de la Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales;

IV. Mitigación de la sequía: Acción orientada a disminuir el impacto o daño ante la presencia de sequía sobre el conjunto de personas, bienes, infraestructura y servicios, así como sobre el medio ambiente;



V. Sequía: 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.

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 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:

V.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.

V.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.

V.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.

V.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.

V.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. Las acciones para enfrentar una sequía pueden ser categorizadas sobre la base del tiempo en que se espera su ejecución en dos grupos: acciones preventivas y acciones de mitigación. Las primeras permiten estimar y organizar de manera anticipada los recursos humanos, materiales y financieros que podrían ser necesarios para enfrentar el fenómeno



de la sequía. Las segundas son aquellas que son ejecutadas durante la sequía para atenuar los impactos. Ambas son acciones concebidas dentro de un proceso de planeación anticipada, a fin de que por un lado, sean más eficientes, articuladas y conocidas por parte de los sujetos y organizaciones que las habrán de llevar a cabo, y de que por otro lado, se reduzcan los costos que deriven de una sequía. Siempre resultará de utilidad realizar la evaluación general una vez concluida la sequía, esto a efecto de poder detectar oportunidades de mejorar la organización de acciones implementadas y de actores involucrados.

VI. 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 ...

VII. 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.

Criterios Técnicos para Considerar Emergencia por Sequía

Para que "La Comisión" determine la existencia de una emergencia por sequía, llevará a cabo los análisis y un dictamen de sus registros climatológicos e hidrométricos utilizando los índices denominados "Streamflow Drought Index" (SDI) o "Standardized Precipitation Index" (SPI). Sin embargo, a futuro "La Comisión" podrá utilizar otros métodos o índices con reconocimiento nacional e internacional, mismos que estén vigentes y sean viables de aplicar. Cuando esto ocurra, "La Comisión" reemplazará los anteriores y los dará a conocer conforme a la normatividad vigente.

El criterio para considerar la existencia de una emergencia por sequía será cuando en el SDI o SPI se determine una clasificación de sequía severa. Para otros índices de análisis "La Comisión" se reserva el derecho de determinar un nivel de sequía equivalente al anterior para emitir el "Acuerdo de Carácter General de Emergencia por Ocurrencia de Sequía"; así mismo, se reserva el derecho de evaluar la sequía basándose en la información meteorológica, climatológica e hidrológica histórica y en curso obtenida de la red nacional que se encuentra bajo su administración.



Acuerdos de Carácter General de Emergencia por Ocurrencia de Sequía

El "Acuerdo de Carácter General de Emergencia por Ocurrencia de Sequía" será el acto mediante el cual "La Comisión" determinará que una o varias cuencas hidrológicas o acuíferos se encuentran ante la presencia de una situación natural anormal generada por una sequía severa.

"La Comisión" determinará a través del "Acuerdo de Carácter General de Emergencia por Ocurrencia de Sequía" 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 "La Comisión", apoyándose en el monitoreo de las condiciones hidrometeorológicas.

"La Comisión" 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 Comisión" 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 que se mencionan en el Capítulo IV de los presentes Lineamientos 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.

Medidas Preventivas y de Mitigación que los Usuarios de las Aguas Nacionales podrán Implementar para hacer un Uso Eficiente del Agua cuando "La Comisión" emita un "Acuerdo de Carácter General de Emergencia por Ocurrencia de Sequía".

Los concesionarios y asignatarios de las aguas nacionales, a través de sus representantes dentro del ámbito de su respectivo Consejo de Cuenca podrán implementar medidas antes, durante y posterior a una contingencia por sequía, para lo cual podrán considerar:



- I. Que los concesionarios y asignatarios podrán participar en la formulación y aplicación de medidas para prevenir y enfrentar la sequía;*
- II. Que sean específicas en la delimitación de su zona de influencia, tipo de usos, y acciones que se consideren necesarias para la salvaguarda de las personas, sus bienes, el entorno y el funcionamiento de los servicios vitales y sistemas estratégicos;*
- III. Que promuevan la participación ciudadana en la elaboración, ejecución y evaluación de las acciones para hacer uso eficiente del agua ante la contingencia, a fin de que estas acciones contribuyan para alcanzar los objetivos y prioridades del mismo. Esto puede lograrse a través de diversos mecanismos como mesas de trabajo, concertación, buzones de sugerencias, entre otros;*
- IV. Que busquen garantizar la equidad en las acciones, de tal manera que no existan usuarios con preferencias frente a otros en igualdad de circunstancias;*
- V. Que insten la participación entre las dependencias y entidades de los distintos niveles de gobierno y la sociedad organizada;*
- VI. Que los datos que se recaben para la elaboración, ejecución y evaluación de las acciones para hacer un uso eficiente del agua ante la contingencia sean detallados, confiables y transparentes, a efecto de que sean más efectivas las proyecciones de información y la selección de acciones;*
- VII. Que vigilen que en el momento de enfrentar una sequía se proporcione a la sociedad la información suficiente y las alternativas de acciones, para que cada usuario pueda elegir con flexibilidad las acciones que juzgue más adecuadas a su situación particular;*
- VIII. Que procuren que cada acción para hacer un uso eficiente del agua ante la contingencia sea específica por cuenca, ya que cada cuenca y sistema de agua tiene una distribución particular conforme a la demanda. Esto es así, en virtud de que en algunas cuencas el orden de prelación de los usos es diferente, y*
- IX. Que se propongan acciones restrictivas a la demanda, de carácter obligatorio y de carácter voluntario.*

Los concesionarios y asignatarios de las aguas nacionales, en el seno del Consejo de Cuenca que les corresponda, podrán plantear, acordar e implementar medidas preventivas que consideren necesarias para enfrentar una sequía. A su vez, "La Comisión" propone que las medidas preventivas para el caso específico de los usos doméstico y público urbano señalen entre otras:



- I. El área de influencia para su aplicación;
- II. Las fuentes de abastecimiento, demandas y eficiencias por usos y la manera en que se distribuirá el agua;
- III. La proporción en que serán compartidas las aguas nacionales de las fuentes de abastecimiento con otras cuencas;
- IV. La descripción de la infraestructura que detalle la capacidad de potabilización y tratamiento del agua, pudiendo incluir la información de cotas topográficas que permita identificar si se requiere de bombeo o si la conducción es por gravedad;
- V. El equipo de trabajo dentro del área de influencia que durante la sequía tomaría el encargo de los trabajos de coordinación de acciones;
- VI. Que se definan las actividades prioritarias que requieran de una continuidad en su servicio de abastecimiento de agua durante la contingencia. Sirve a manera de ejemplo: la continuidad del uso doméstico, las actividades de salubridad y de combate contra incendios, entre otras;
- VII. Que se detallen las proyecciones de demanda y de abastecimiento, cuando menos hacia los siguientes cinco años y suponiendo la ocurrencia de la peor sequía hallado en los registros históricos e incluso la repetición de sequías severas con muy corto tiempo de recuperación por lluvia entre ellas;
- VIII. Las posibilidades que llegaren a existir para almacenar volúmenes de agua de reserva, a fin de que éstos puedan cubrir cuando menos las actividades prioritarias;
- IX. Las fuentes alternas de agua que pudieren estar disponibles en caso de sequía. Así mismo, podrán ser incluidas fuentes diferentes de las más próximas para el caso de que las primeras estén también expuestas a sequía. De igual modo, que se defina la forma en que se podrían conducir o transportar dichos volúmenes. Incluir, en lo posible, un detalle de las interconexiones existentes con otras cuencas, y también los costos y tiempos requeridos para el caso de tener que desarrollar dichas interconexiones, si no existieren. Finalmente, especificar el detalle de costos y volúmenes disponibles a partir de la perforación emergente de pozos;
- X. La relación entre la severidad y duración de una sequía, con las metas de ahorro y el carácter de las acciones que en cada caso se puedan definir, a efecto de buscar el equilibrio entre abastecimiento y demanda, por ejemplo:

<i>Etapas</i>	<i>Reducción de Agua</i>	<i>Meta de Reducción de Demanda</i>	<i>Carácter de las acciones</i>
1	Mínima	10 al 15%	Voluntarias
2	Moderada	15 al 25%	Algunas medidas de racionamiento obligatorias
3	Severa	25 al 40%	Medidas de racionamiento obligatorias
4	Crítica	Superior a 40%	Medidas de racionamiento obligatorias



Estos 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 territorio al 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 (Segundo Transitorio de Lineamientos, DOF-2012).

Por lo anterior, el Ejecutivo Federal como autoridad máxima, una vez realizado las solicitudes correspondientes y cubierto los requisitos planteados en los lineamientos señalados anteriormente; esto es, llevada a cabo la petición de declaratoria de emergencia por riesgo inminente de sufrir un desabasto de agua en el área metropolitana de Guadalajara, deberá expedirse el decreto correspondiente, el cual establece el plan de acción inmediata para atender la emergencia por el desabasto de agua potable para uso público urbano y doméstico en los municipios afectados de la Ciudad por baja disponibilidad en sus fuentes de abastecimiento



(sistemas Lago de Chapala, presas Calderón-La Red y sistemas de pozos metropolitano). Lo anterior deberá ser una resolución emitida por causa de utilidad pública, interés público y un asunto de seguridad nacional, donde se ordena aprovechar temporalmente los derechos de agua existentes, mediante la modificación o reducción provisional de volúmenes concesionados, destinados para usos distintos del doméstico y del público urbano.

Esquema de gestión institucional ante desabasto de agua por sequía

El esquema de gestión ante desabasto de agua por sequía tiene como base una descripción que define la situación de sequía existente en el territorio nacional por entidad Federativa, el riesgo de sequía se calcula por la vulnerabilidad y probabilidad de sequía.

El monitor de sequía es el principal componente para la resolución de declaratoria de emergencia por desabasto de agua, el cuál visibiliza la situación actual de sequía en una región determinada.

A continuación, se puede observar el monitor de sequía con fecha al 31 de agosto de 2023:

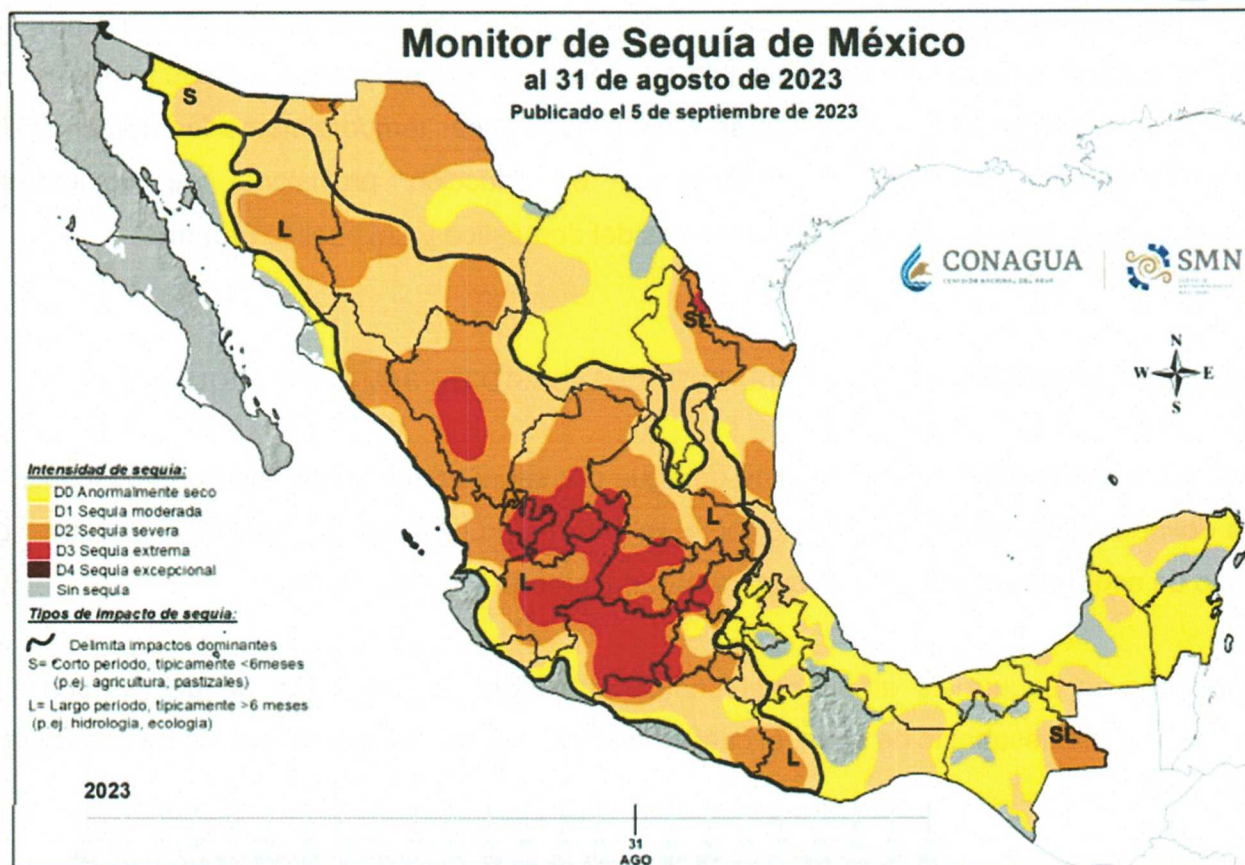


Figura 16. Mapa monitor de sequía en México. CONAGUA.

Como se puede observar, la sequía es un problema que afecta la calidad de vida y las actividades económicas de la población. El criterio para considerar la existencia de una emergencia por sequía será cuando la Conagua alerte o determine la existencia de una sequía severa. Por ello, un programa de medidas contingentes contra la sequía requiere conocer cuál son los antecedentes climáticos de la localidad y cuál es su probabilidad de padecer sequías en el futuro. Además, se requiere conocer cuáles son las fuentes de información que nos informan sobre la incidencia de este fenómeno en nuestra localidad o región de referencia.

Derivado de lo anterior, aunado a lo que señala el programa de medidas preventivas y de mitigación de la sequía emitido por la Conagua y los Consejos de Cuenca Lerma-Chapla-Santiago, tal como se describió en el presente documento; es importante señalar que este Organismo Operador ha considerado los posibles escenarios que se pueden presentar en la



dotación de agua potable en el área metropolitana de Guadalajara, para ello conformó un esquema en el que se puede observar de manera pormenorizada todas y cada una de las acciones principales para atender y mitigar el desabasto de agua mediante la gestión y procesos en los que se definen los pasos y acciones a realizar por cada una de las dependencias, entidades y unidades administrativas conforme a sus atribuciones.

A continuación, exponemos la cadena de responsabilidades en el esquema de supuestos y procedimientos que ilustran las gestiones a cargo de cada uno de los responsables, según unidades administrativas de SIAPA y dependencias del Gobierno del Estado.

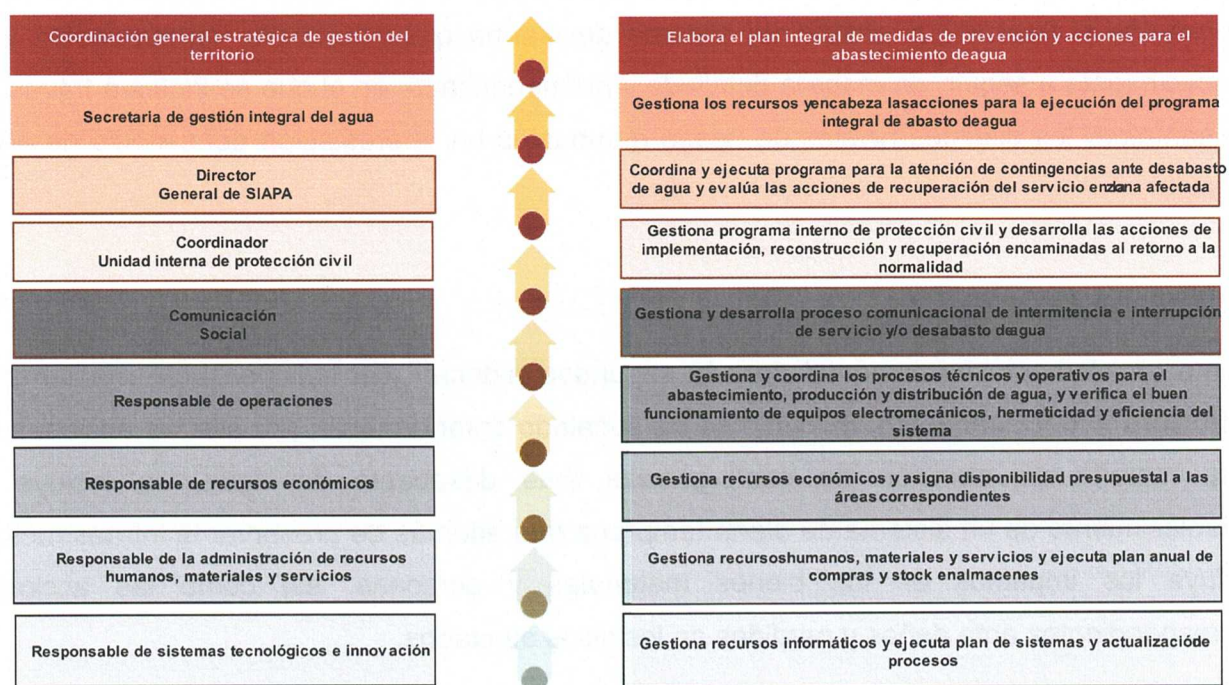


Figura 17. Esquema de supuestos y procedimientos que ilustran las gestiones a cargo de cada uno de los responsables, según unidades administrativas de SIAPA y dependencias del Gobierno del Estado.

Lo anterior se construyó con la finalidad de establecer los pasos a seguir y flujo de gestiones creciente para solicitar a los distintos participantes y autoridades, para la emisión de los acuerdos correspondientes para atender cualquier contingencia derivada de intermitencias o interrupciones en el suministro de agua potable; así como, en su caso, la emisión de un acuerdo de carácter general de inicio de emergencia por ocurrencia de sequía severa y extrema; lo que

7 X



en primera instancia puede establecer medidas y limitaciones de racionamiento obligatorias de manera temporal necesarias para mitigar los efectos de sequía y/o cambio climático.

En el entendido que este acuerdo podrá llevarse a cabo en su primer paso, un decreto estatal y a su vez el decreto federal correspondiente, tal como se ha señalado en el procedimiento de medidas preventivas y de mitigación de la sequía, inicio de emergencia por ocurrencia de sequía severa y extrema, plan que contenga medidas de mitigación por sequía y estrategias de respuesta que en su momento puedan ser aplicadas por el Organismo.

Este Organismo Operador, a través de las Direcciones de Abastecimiento y Operación y de Innovación y Tecnología, diseñó un sistema de alarma que contempla los supuestos y el procedimiento a seguir, de manera detallada y pormenorizada, en el que se indica a través de un semáforo los distintos niveles de riesgo e impactos en la prestación del servicio de agua potable.

Sistema de alarma

Como un elemento fundamental para la seguridad hídrica¹², es indispensable mantener la estructura y funcionamiento, tal como se ha señalado anteriormente, por ello las acciones en esta materia de atención de contingencias ante desabasto de agua, se incluye el establecimiento de un sistema de alerta temprana que además de preservar la infraestructura incluya los impactos en los bienes materiales y personas, así como las acciones correspondientes ante daños y pérdidas en los sitios afectados.

A menudo, las medidas preventivas no requieren gran inversión, sin embargo, bajo las condiciones de vulnerabilidad alta, es posible ejecutar acciones más complejas y costosas. La vulnerabilidad de los componentes identificados anteriormente se puede disminuir a través de acciones de mitigación. Estas acciones están destinadas a eliminar o reducir los efectos dañinos de los fenómenos naturales y antropogénicos en la infraestructura del sistema.

¹² Tomado de la página 58 del libro "Perspectivas del agua en México propuestas hacia la seguridad hídrica" editado por UNAM, CERSHI, UNESCO Agua Capital. (año 2022).



Las acciones de respuesta abarcan un amplio espectro de actividades, desde la consideración de estos efectos en el diseño de los componentes del sistema, la modificación de la infraestructura existente o la sustitución temporal de algún elemento durante un desastre, están se pueden identificar como medidas estructurales.

De acuerdo con la evaluación de niveles de riesgo, realizada por este Organismo Operador respecto a las posibles pérdidas y daños derivadas de las principales contingencias identificadas, población impactada y temporalidad medida en días, que se podrían ocasionar por la presencia de un evento fortuito, fenómeno natural o antropogénico a la infraestructura del sistema de abastecimiento de agua y su respectiva afectación a la prestación del servicio de agua para uso y consumo humano, se obtuvieron los siguientes resultados, impactos y variables, las cuales se pueden observar en el siguiente cuadro:



Infraestructura	Contingencia	Temporalidad (días)		Población afectada por día
		Límite mínimo	Límite máximo	
Fuente de abastecimiento superficial	Bloqueo por terceros	1	7	2,669,343
Fuentes subterráneas	Bloqueo por terceros	1	1	7,191
Presas	Bloqueo por terceros	1	3	417,085
Sistema de conducción abierto	Bloqueo por terceros	1	7	888,891
Tanques / bombeos	Bloqueo por terceros	1	3	14,600
Fuente de abastecimiento superficial	Contaminación extrema	365	365	2,669,343
Presas	Contaminación extrema	7	120	417,085
Sistema de conducción abierto	Contaminación extrema	1	120	888,891
Tanques / bombeos	Contaminación extrema	1	3	14,600
Acueductos	Daño en Infraestructura	1	7	320,834
Fuente de abastecimiento superficial	Daño en Infraestructura	1	90	2,669,343
Fuentes subterráneas	Daño en Infraestructura	1	120	1,042,712
Presas	Daño en Infraestructura	30	365	417,085
Sistema de conducción abierto	Daño en Infraestructura	1	10	888,891
Sistemas de conducción cerrado	Daño en Infraestructura	1	30	1,777,782
Tanques / bombeos	Daño en Infraestructura	1	120	14,600
Acueductos	Falla equipo electromecánico	1	10	320,834
Fuentes subterráneas	Falla equipo electromecánico	1	15	1,042,712
Sistema de conducción abierto	Falla equipo electromecánico	1	60	888,891
Tanques / bombeos	Falla equipo electromecánico	1	7	14,600
Fuente de abastecimiento superficial	Falla equipo electromecánico	1	180	2,669,343
Presas	Falla equipo electromecánico	1	60	417,085
Sistemas de conducción cerrado	Falla equipo electromecánico	1	365	1,777,782
Fuente de abastecimiento superficial	Sequia de la fuente	365	365	2,669,343
Presas	Sequia de la fuente	365	365	417,085

Figura 18. Matriz de niveles de riesgo con base en contingencias identificadas y posibles afectaciones en infraestructura de SIAPA e impactos según temporalidad y población, elaborado por SIAPA.

Una vez identificados los niveles de riesgo que podrían afectar a la infraestructura y a la prestación del servicio de agua para uso y consumo humano, se procedió a elaborar el siguiente sistema de alerta, que contempla el semáforo de niveles de riesgo escalonados con base en las contingencias, identificadas y/o daños en componentes y elementos de infraestructura, así como los niveles de impactos a la población y sus rangos de temporalidad de afectación en el servicio.



Nivel de riesgo	Nivel de Impacto	Infraestructura operativa	Contingencia identificada	Población afectada por día	Afectación en el servicio
1	MUY BAJO	Fuentes subterráneas	Bloqueo por terceros	7,191	Intermitencia del servicio: La afectación a la continuidad o prestación regular del servicio de distribución de agua para uso y consumo humano, va de 1 a 7 días
		Tanques / bombeos	Bloqueo por terceros	14,600	
			Contaminación extrema		
			Falla equipo electromecánico		
2	BAJO	Presas	Bloqueo por terceros	417,085	Intermitencia del servicio: La afectación a la continuidad o prestación regular del servicio de distribución de agua para uso y consumo humano, va de 8 a 30 días.
		Tanques / bombeos	Daño en Infraestructura	14,600	
		Acueductos		320,834	
			Sistema de conducción abierto	Bloqueo por terceros	
		Daño en Infraestructura			
		3	MEDIO	Fuentes subterráneas	
Fuente de abastecimiento superficial	Bloqueo por terceros			2,669,343	
Presas	Falla equipo electromecánico			417,085	
	Contaminación extrema				
Sistemas de conducción cerrado	Daño en Infraestructura			1,777,782	
Sistema de conducción abierto	Falla equipo electromecánico			888,891	
4	ALTO	Sistema de conducción abierto	Contaminación extrema	888,891	Interrupción del servicio: La afectación a la continuidad o prestación regular del servicio de distribución de agua para uso y consumo humano, va de 91 a 270 días.
		Fuentes subterráneas	Daño en Infraestructura	1,042,712	
		Presas		417,085	
			Sequia de la fuente	2,669,343	
		Fuente de abastecimiento superficial	Daño en Infraestructura		
		Sistemas de conducción cerrado	Falla equipo electromecánico	1,777,782	
5	MUY ALTO	Fuente de abastecimiento superficial	Contaminación extrema	2,669,343	Interrupción del servicio: La afectación a la continuidad o prestación regular del servicio de distribución de agua para uso y consumo humano, superior a 270 días.
			Sequia de la fuente		

Figura 19. Sistema de alerta (semáforo) de niveles de riesgo con base en contingencias identificadas y/o daños en componente y elementos de infraestructura e impactos según población y rangos de temporalidad de afectación en el servicio, elaborado por SIAPA.

Para la atención de las contingencia ante la intermitencia y/o interrupción del servicio de agua para uso y consumo humano, en primera instancia, las áreas operativas de la Dirección de Abastecimiento y Operación en conjunto con las áreas administrativas y de apoyo, atienden, dan seguimiento y resuelven las incidencias y contingencias presentadas en el sistema de



abastecimiento de agua; ello, con coordinación directa con las áreas que proveen recursos humanos, materiales y financieros, para garantizar la suficiencia de insumos, materiales, equipos y cualquier otro elemento necesario para la atención de la contingencia y mitigación de los impactos referidos en la figura 12.

A continuación, se presenta el organigrama general de SIAPA donde se muestra la articulación de las áreas principales y de apoyo para el mantenimiento y buen funcionamiento de la infraestructura y prestación del servicio de agua para uso y consumo humano.

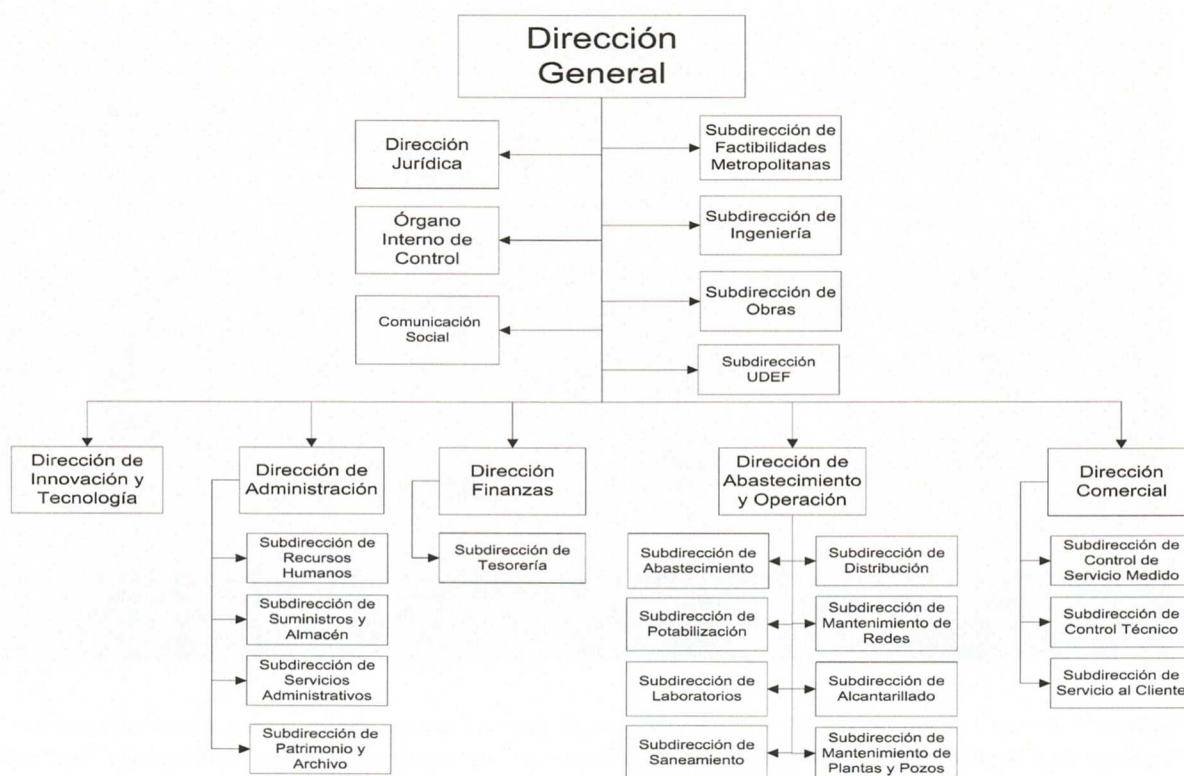


Figura 20. Organigrama institucional de SIAPA.



Coordinación y entrada en operación del plan de contingencia ante desabasto de agua

Este plan se define como el conjunto secuencial de acciones a ponerse en marcha en el momento que se presente una contingencia y que pueda originar afectaciones en la infraestructura y que impacte en el suministro del servicio de agua para consumo humano.

El conjunto secuencial de acciones a ponerse en marcha en el momento que se presente una contingencia será encabezado y desarrollado a través del siguiente esquema operativo:

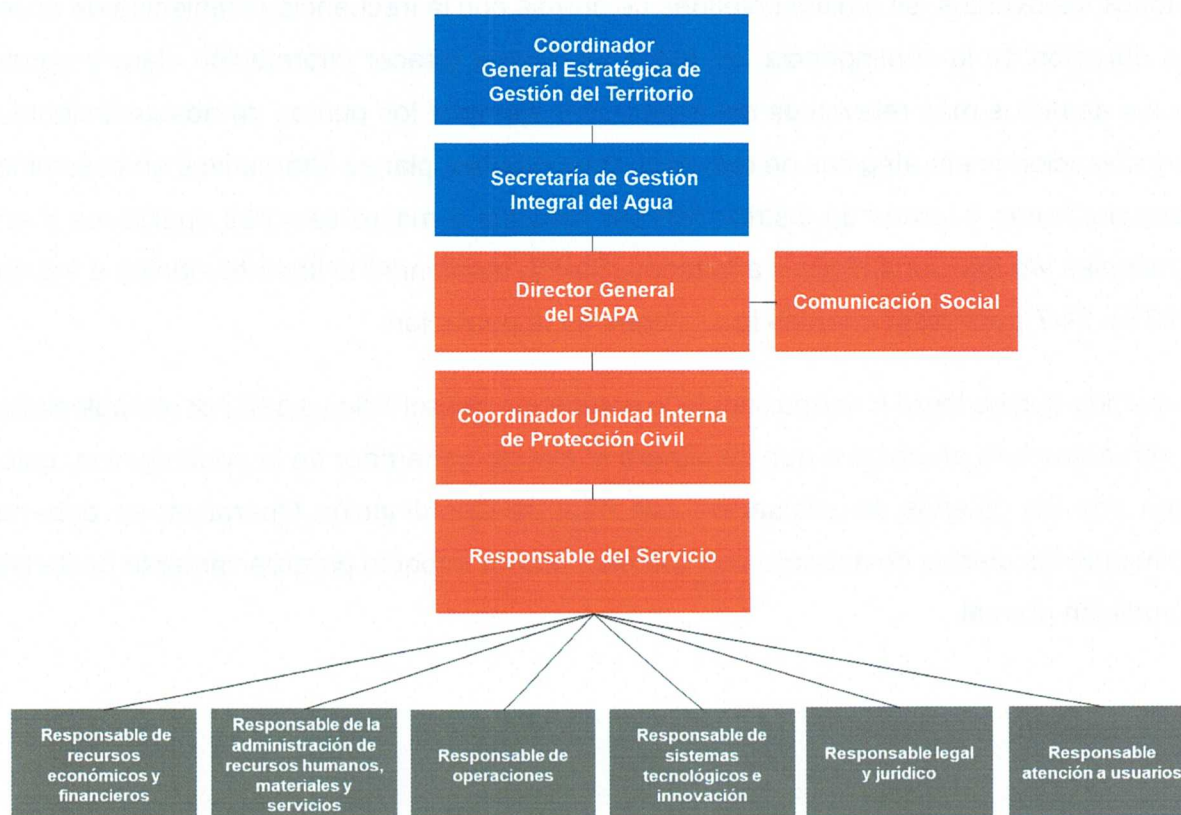


Figura 21. Estructura para la atención de contingencias ante desabasto de agua.



Comunicación e información

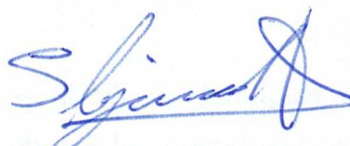
Se creará una red de comunicación permanente en donde se difundirá información general referente a la activación del plan para superar la contingencia. Se remitirá a través de correos electrónicos institucionales, emisoras y medios oficiales, entre otros; se hará difusión sobre las recomendaciones a llevar a cabo y demás información que se considere importante hasta manejar y superar la contingencia.

Para todos los eventos, se emitirá boletines de prensa con la frecuencia establecida de acuerdo con la duración de la contingencia, en éstos se deberá ofrecer información clara y oportuna sobre los aspectos más relevantes del mismo, por ejemplo: los puntos de abastecimiento con pipas y ubicaciones estratégicas de cisternas comunitarias, planes alternativos en el suministro del servicio, horas y turnos de distribución por circuitos o macro sectores operativos y en su caso colonias y/o fraccionamientos afectados. SIAPA mantendrá la línea telefónica a través de SIAPATEL 24/7 para responder las inquietudes de la población.

En la medida que se logre ir normalizando la prestación del servicio ya sea por restablecimiento de la infraestructura afectada o que se superó el evento generador de la contingencia, esto de acuerdo con los criterios de evaluación que haga la Coordinación Operativa, se deberán ir desactivando las alertas de acuerdo con su color, nivel e impacto progresivamente hasta llegar a la condición normal.





EMITE	Ing. Carlos Enrique Torres Lugo Director General 
EMITE	Ing. José Luis Montaña Ochoa Director de Abastecimiento y Operación 
REVISA	Lic. Alejandro Armando Ancira Espino Director Jurídico de SIAPA 
ELABORA	Ing. Simón Alejandro Delgado Buitrón Director de Innovación y Tecnología 

Las funciones y obligaciones a cargo de las diversas unidades administrativas establecidas en el presente plan de contingencias ante el desbaste de agua, emanan y se encuentran alineadas a las atribuciones conferidas en la Ley que Crea el Organismo Público Descentralizado del Poder Ejecutivo denominado Sistema Intermunicipal de los Servicios de Agua Potable y Alcantarillado y el Reglamento Interno del propio Sistema Intermunicipal de los Servicios de Agua Potable y Alcantarillado.



Referencias

- [Agenda de Resiliencia Hídrica del Área Metropolitana de Guadalajara](#) (2022) Instituto de Planeación y Gestión del Desarrollo del Área Metropolitana de Guadalajara, IMEPLAN.
- [Atlas Metropolitano de Riesgo \(2021\)](#) Instituto de Planeación y Gestión del Desarrollo del Área Metropolitana de Guadalajara (IMEPLAN)
- Constitución Política de los Estados Unidos Mexicanos, consultado el 31 de agosto de 2023.
- Constitución Política del Estado de Jalisco, consultado el 31 de agosto de 2023.
- Ley de Aguas Nacionales, consultado el 31 de agosto de 2023.
- Ley de Agua para el Estado de Jalisco y sus Municipios, consultado el 31 de agosto de 2023.
- [Ley General de Protección Civil](#), consultado el 31 de agosto de 2023.
- Ley de Entidades Paraestatales del Estado de Jalisco, consultado el 31 de agosto de 2023.
- [Ley de Protección Civil del Estado de Jalisco](#), consultado el 31 de agosto de 2023.
- Ley que Crea el Organismo Público Descentralizado del Poder Ejecutivo denominado Sistema Intermunicipal de los Servicios de Agua Potable y Alcantarillado, consultado el 31 de agosto de 2023.
- Libro “Río que corre entre piedras” (diciembre de 2018), publicado por el Gobierno de Jalisco y SIAPA.
- Libro Sistema Regional La Zurda – Calderón. Primera etapa (junio, 1991), Gobierno Federal-Gobierno del Estado de Jalisco. Talleres fotolitográficos Impre-Jal, S.A. Impresores de Guadalajara, Jalisco, México.
- Libro “Perspectivas del agua en México propuestas hacia la seguridad hídrica” editado por UNAM, CERSHI, UNESCO Agua Capital. (año 2022).
- LINEAMIENTOS que establecen los criterios y mecanismos para emitir acuerdos de carácter general en situaciones de emergencia por la ocurrencia de sequía, así como las medidas preventivas y de mitigación, que podrán implementar los usuarios de las aguas nacionales para lograr un uso eficiente del agua durante sequía. [DOF 22 de noviembre de 2012](#).



- Manual de agua potable, alcantarillado y saneamiento. [Libro 3 establecimiento de medidas preventivas, de seguridad y diseño de obras de protección de la infraestructura de agua potable en situaciones de emergencia](#), Conagua 2015.
- Página web de CONAGUA.
- Página web de la Comisión Estatal del Agua.
- [Plan de emergencia y contingencia para los servicios públicos de acueducto y alcantarillado](#). Julio 2018. Municipio de Guarne (Antioquia), Colombia.
- Programa de Medidas Preventivas y Mitigación de la Sequía para Usuarios Urbanos de Agua Potable y Saneamiento (PMPMS). Estudio elaborado por el Consejo de Cuenca del Río Santiago (COCURS) y Organismo de Cuenca Lerma-Santiago. CONAGUA 2015.
- Reglamento de la Ley de Agua para el Estado de Jalisco y sus Municipios, consultado el 31 de agosto de 2023.
- Reglamento Interno del Organismo Público Descentralizado del Poder Ejecutivo denominado Sistema Intermunicipal de los Servicios de Agua Potable y Alcantarillado, consultado el 31 de agosto de 2023.
- [Sistema Nacional de Emergencias](#), Presidencia de la República de Uruguay, consultado el 31 de agosto de 2023.