



**PRONACOSE**  
Programa Nacional contra la sequía

**Organismo de Cuenca IX Golfo Norte (OCGN)  
Consejo de Cuenca del Río Pánuco**

**Programa de Medidas Preventivas y de Mitigación de la Sequía  
(PMPMS)**

**Ciudad Valles, San Luis Potosí.**



**Universidad Autónoma de Tamaulipas (UAT)**

**Centro de Investigación y Desarrollo en Ingeniería Portuaria, Marítima y  
Costera (CIDIPORT)**

**15 de abril de 2015**

## **Presentación**

De acuerdo con el censo de 2010 alrededor de 87 millones de mexicanos habitan en localidades urbanas equivalente al 78% de la población del país. El sistema de abastecimiento de agua potable y saneamiento de las ciudades está estrechamente vinculado al medio ambiente que lo rodea. Del medio ambiente provienen las fuentes de abastecimiento y al medio ambiente se regresan también las aguas residuales. De este modo, el ciclo urbano del agua es sólo una parte menor del ciclo mayor hidrológico del agua en la naturaleza. Por ello, la sequía impacta directamente en la disponibilidad de agua para las ciudades. Sin embargo, existen diferencias fundamentales entre las ciudades dependiendo del tipo de fuente de abasto que utilizan para abastecerse de agua; mientras que unas ciudades se abastecen de aguas superficiales y pueden observar directamente el volumen de los embalses y almacenamientos y su vinculación con el ciclo hidrológico es más directa, otras se abastecen de fuentes subterráneas donde su volumen y dinámica es más incierta y más distante del ciclo hidrológico estacional.

México ha cubierto ciertas metas importantes en cuanto al abasto y cobertura de agua potable y alcantarillado se refiere. Sin embargo, aún existen profundas diferencias entre los organismos municipales al interior de México. Mientras que algunos municipios son capaces de proveer el servicio de agua potable a casi todos sus habitantes, algunos se encuentran muy lejos de lograrlo, pues aun requieren conectar a grandes segmentos de la población a su red de distribución. Además de las deficiencias en cobertura, los organismos enfrentan otros problemas que dificultan la provisión adecuada de agua potable. Conforme las localidades crecen, el agua se vuelve relativamente más escasa y costosa, pues debe ser transportada desde lugares más lejanos o extraída del subsuelo mediante sistemas de bombeo eléctrico. Por otra

parte, a pesar del crecimiento poblacional y la escasez de recursos hídricos, casi la mitad del agua producida se pierde en los sistemas de distribución debido a las deficiencias de la infraestructura del sistema, o no bien es contabilizada ni se factura adecuadamente. Las pérdidas de agua implican otros problemas, tales como la insolvencia financiera de los Organismos Operadores de Agua (OOA), riesgos a la salud por la contaminación del agua potable a través de las fugas, y el deterioro ambiental asociado con la sobreexplotación de los recursos hídricos.

Un asunto que empeora esta situación es la baja proporción de recaudación de tarifas, la cual desincentiva su conservación y afecta la sustentabilidad financiera de los OOA.

El déficit de agua que padecen las ciudades durante una sequía no debe ser enfrentado sólo con aumento en la extracción de agua subterránea o superficial, sobre todo cuando ya los acuíferos están sobreexplotados; sino que por el contrario, se debe adoptar primeramente estrategias de control y reducción de la demanda. Entre las principales medidas están la reducción de pérdidas y el incremento de la eficiencia en el manejo del agua. Esta situación hace que muchos organismos sean más vulnerables a la sequía, pues no cuentan con un funcionamiento regular, lo cual reduce la efectividad de las posibles medidas aplicables en caso de un evento de sequía.

En este contexto el presente Programa de Medidas Preventivas y de Mitigación de la Sequía (PMPMS) corresponde a una evaluación de la vulnerabilidad de la Ciudad de Valles, a través de una descripción estadística de las capacidades y deficiencias del sistema de agua potable y que una vez identificadas las áreas de oportunidad se prioricen las acciones para reducir la

vulnerabilidad en el mediano y largo plazo, lo que permitirá una mayor efectividad de las acciones que se lleven para enfrentar eventos de sequía en el corto plazo.

## Contenido

Índice de Mapas .....	7
Índice de Gráficos .....	8
Índice de Tablas .....	9
Índice de Anexos.....	10
Índice de Figuras en Anexos .....	11
1. Introducción.....	1
1.1. Objetivos .....	1
1.1.1. Objetivo General .....	1
1.1.2. Objetivos Específicos .....	2
1.2. Estrategias .....	2
2. ¿Qué es sequía? .....	3
2.1. Definición de sequía.....	3
2.2. Los niveles o etapas de la sequía .....	5
3. Marco Legal e Institucional.....	10
3.1. Marco Normativo Federal.....	10
3.1.1. Ley de Aguas Nacionales .....	10
3.1.2. Acuerdo para instruir acciones de mitigación por efectos de sequía .....	16
3.1.3. Lineamientos para el establecimiento de Acuerdos de situaciones de emergencia por la ocurrencia de sequía.....	17
3.1.4. Pacto por México .....	20
3.1.5. Programa Nacional Contra la Sequía PRONACOSE .....	20
3.1.6. Programa Nacional Hídrico 2014-2018.....	20
3.1.7. Ley General de Cambio Climático.....	21
3.2. Marco normativo del estado de San Luis Potosí.....	23
3.2.1. Ley de Aguas para el estado de San Luis Potosí.....	23
3.2.2. Reglamento interior de la Comisión Estatal del Agua del Estado de San Luis Potosí CEA-SLP .....	29
3.2.3. Ley de Protección Civil del estado de San Luis Potosí.....	31
3.2.4. Reglamento de Protección Civil.....	33

3.2.5.	Plan Estatal de Desarrollo .....	35
3.3.	Marco Normativo del municipio de Ciudad Valles.....	36
3.3.1.	Plan de Desarrollo Municipal .....	36
4.	Descripción general de Ciudad Valles .....	37
4.1.	Localización geográfica .....	37
4.2.	Población .....	40
4.3.	Economía .....	41
5.	Información climática.....	42
5.1.	Precipitación y Temperatura.....	42
5.2.	Índice Estandarizado de Sequía .....	49
5.3.	Índice de Sequía por Escurrimiento.....	52
5.4.	SPI v. SDI .....	56
6.	Descripción del Organismo Operador de Agua de Ciudad Valles.....	61
6.1.	Fuentes de abastecimiento .....	61
6.2.	Sistema de potabilización de la DAPA.....	63
6.2.1.	Tanques .....	63
6.2.2.	Sistemas de conducción y distribución .....	65
6.3.	Planta de tratamiento de aguas residuales.....	65
6.4.	Volúmenes de producción histórica de agua .....	67
6.5.	Captación per cápita .....	68
6.6.	Población atendida por la DAPA.....	70
6.7.	Personal que labora en la DAPA .....	71
6.8.	Calidad del agua.....	71
7.	Evaluación de la demanda/consumo de agua .....	73
7.1.	Cobertura del servicio de agua.....	73
7.1.1.	Cobertura del servicio de agua de acuerdo a INEGI.....	75
7.1.2.	Volúmenes de micro-medición .....	75
7.2.	Padrón y tipo de usuarios.....	77
7.3.	Consumo y dotación per cápita .....	82
7.4.	Eficiencia del Organismo Operador de Agua .....	83
7.5.	Indicadores del PIGOO .....	84

8.	Balance de agua y evaluación de la capacidad instalada.....	95
8.1.	Balance de agua.....	95
8.2.	Capacidad de abasto/capacidad instalada.....	96
8.3.	Variaciones estacionales de oferta y demanda.....	97
9.	Escenarios futuros de la producción y consumo.....	100
10.	Análisis de medidas para la gestión de la sequía.....	104
10.1.	Identificación de deficiencias/debilidades y áreas de oportunidad para mejora del servicio.....	104
10.2.	Acciones recomendadas a los organismos operadores para mitigar la sequía	105
	AGRADECIMIENTOS.....	115
	ANEXOS.....	116
	Bibliografía.....	149

## **Índice de Mapas**

Mapa 4.1	Localización del municipio de Ciudad Valles, San Luis Potosí.....	38
Mapa 4.2	Localización de las subcuencas hidrológicas dentro de Ciudad Valles. ....	39
Mapa 4.3	Población por AGEB en Ciudad Valles, San Luis Potosí.....	41
Mapa 5.1	Estaciones climatológicas localizadas dentro del límite municipal de Ciudad Valles.....	43
Mapa 5.2	Distribución espacial de la temperatura media anual en el municipio de Ciudad Valles.....	45
Mapa 5.3	Distribución espacial de la precipitación media anual en el municipio de Ciudad Valles.....	47
Mapa 5.4	Estaciones hidrométricas localizadas dentro del límite municipal de Ciudad Valles.....	53
Mapa 6.1	Localización de las instalaciones de la DAPA de Ciudad Valles. ....	62
Mapa 6.2	Áreas de influencia de los tanques de distribución en Ciudad Valles. ....	64
Mapa 7.1	Cobertura de agua potable para la Cd. Valles. ....	73
Mapa 7.2	Cobertura de agua potable según INEGI.....	76

## Índice de Gráficos

Gráfico 4.1 Crecimiento poblacional de Ciudad Valles, San Luis Potosí.....	40
Gráfico 5.1 Régimen térmico en la estación climatológica 24076 Santa Rosa, 1961-2014. ....	44
Gráfico 5.2 Precipitación acumulada anual en la estación climatológica 24076 Santa Rosa.....	46
Gráfico 5.3 Régimen pluviométrico en la estación climatológica 24076 Santa Rosa. ....	47
Gráfico 5.4 Temperatura-Precipitación en la estación climatológica 24076 Santa Rosa 1961-2014.....	48
Gráfico 5.5 Comportamiento del SPI en la estación climatológica 24076 Santa Rosa. ....	51
Gráfico 5.6 Eventos de sequía registrados en la estación climatológica 24076 Santa Rosa.....	52
Gráfico 5.7 Comportamiento del SDI (oct-sep) en la estación hidrométrica 26263 Santa Rosa.....	54
Gráfico 5.8 Comportamiento del SDI (oct-dic y oct-mar) en la estación hidrométrica 26263 Santa Rosa. ....	55
Gráfico 5.9 Comportamiento del SDI (oct-mar y oct-jun) en la estación hidrométrica 26263 Santa Rosa. ....	55
Gráfico 5.10 Comportamiento del SDI (oct-jun y oct-sep) en la estación hidrométrica 26263 Santa Rosa. ....	56
Gráfico 5.11 Comportamiento del SPI-3 de la estación climatológica 24076 Santa Rosa y del SDI-k1 de la estación hidrométrica 26263 Santa Rosa. ....	57
Gráfico 5.12 Comportamiento del SPI-6 de la estación climatológica 24076 Santa Rosa y del SDI-k2 de la estación hidrométrica 26263 Santa Rosa. ....	58
Gráfico 5.13 Comportamiento del SPI-9 de la estación climatológica 24076 Santa Rosa y del SDI-k3 de la estación hidrométrica 26263 Santa Rosa. ....	59
Gráfico 5.14 Comportamiento del SPI-12 de la estación climatológica 24076 Santa Rosa y del SDI-k4 de la estación hidrométrica 26263 Santa Rosa. ....	60
Gráfico 6.1 Volúmenes de producción histórica de agua. ....	68
Gráfico 7.1 Volúmenes de micro-medición en Ciudad Valles.....	76
Gráfico 7.2 Distribución de tomas por actividad en el 2013. ....	81
Gráfico 8.1 Variaciones mensuales de dotación y consumo en años recientes.....	98
Gráfico 8.2 Variaciones mensuales de dotación y consumo en el año 2013. ....	98
Gráfico 9.1 Eficiencia física de las proyecciones de los volúmenes de producción y consumo en Ciudad Valles .....	103

## Índice de Tablas

Tabla 4.1 Municipios que constituyen el estado de San Luis Potosí. ....	37
Tabla 5.1 Estaciones localizadas dentro del límite municipal de Ciudad Valles. ....	43
Tabla 5.2 Clasificación del tipo de sequía, según el valor del SPI. ....	50
Tabla 5.3 Clasificación del tipo de sequía, según el valor del SDI. ....	53
Tabla 6.1 Situación de la Conducción y Distribución en el Sistema. ....	65
Tabla 6.2 Relación de tomas activas por actividad.....	65
Tabla 6.3 Captación per cápita en Ciudad Valles. ....	69
Tabla 6.4 Agua producida en Ciudad Valles.....	70
Tabla 6.5 Población atendida por la DAPA.....	70
Tabla 6.6 Personal que trabaja para la DAPA. ....	71
Tabla 6.7 Números de muestreos para análisis de calidad del agua. ....	71
Tabla 6.8 Pruebas NOM-127.....	72
Tabla 7.1 Porcentaje de cobertura de agua potable en Ciudad Valles.....	74
Tabla 7.2 Porcentaje de cobertura de alcantarillado en Ciudad Valles. ....	74
Tabla 7.3 Número de medidores registrados y funcionando en la Ciudad de Valles en años recientes. ....	74
Tabla 7.4 Cobertura del servicio de agua de acuerdo a INEGI.....	75
Tabla 7.5 Principales usos y porcentaje de gastos de usuarios residenciales o domésticos.....	77
Tabla 7.6 Consumo de agua para usuarios del sector público. ....	78
Tabla 7.7 Consumo típico de agua de usuarios comerciales. ....	79
Tabla 7.8 Consumo de agua típico en subsector hotelero. ....	79
Tabla 7.9 Consumos típicos para algunas industrias. ....	80
Tabla 7.10 Número de usuarios por sectores en Ciudad Valles.....	81
Tabla 7.11 Consumo y dotación per cápita en Ciudad Valles.....	82
Tabla 7.12 Nivel de eficiencia del organismo operador de agua.....	83
Tabla 7.13 Costo entre volumen producido. ....	84
Tabla 7.14 Eficiencia comercial. ....	85
Tabla 7.15 Porcentaje de la Eficiencia de Cobro. ....	85
Tabla 7.16 Porcentaje de la Eficiencia Física 1.....	86
Tabla 7.17 Porcentaje de la Eficiencia Física 2.....	86
Tabla 7.18 Porcentaje de la Eficiencia Global.....	87
Tabla 7.19 Empleados dedicados al control de fugas. ....	87
Tabla 7.20 Empleados por cada mil tomas. ....	88
Tabla 7.21 Eficiencia de la micro-medición.....	88
Tabla 7.22 Evaluación del registro confiable de usuarios. ....	89
Tabla 7.23 Pérdidas por longitud de red.....	89
Tabla 7.24 Pérdidas por toma. ....	90
Tabla 7.25 Reclamaciones.....	90

Tabla 7.26 Rehabilitación de tomas domiciliarias.....	91
Tabla 7.27 Relación Costo-Tarifa.....	91
Tabla 7.28 Relación de trabajo.....	92
Tabla 7.29 Porcentaje de la relación Inversión-PIB. ....	92
Tabla 7.30 Tomas con servicio continuo.....	93
Tabla 7.31 Usuarios con pago a tiempo. ....	93
Tabla 7.32 Volumen de agua tratada.....	94
Tabla 8.1 Balance de agua (m <sup>3</sup> ) en el año 2005. ....	95
Tabla 8.2 Balance de agua (m <sup>3</sup> ) en el año 2010. ....	95
Tabla 8.3 Volumen producido y consumido v. capacidad instalada.....	96
Tabla 8.4 Variaciones mensuales de dotación y consumo (lts/hab/día).....	97
Tabla 8.5 Volúmenes de producción y consumo v. Capacidad instalada.....	99
Tabla 9.1 Proyección de los volúmenes producidos y consumidos. ....	101
Tabla 10.1 Análisis de problemáticas para guiar las acciones de prevención. ....	104
Tabla 10.2 Acciones de mitigación según nivel de sequía. Sector Gubernamental...106	
Tabla 10.3 Acciones de mitigación según nivel de sequía. Sector Residencial.....108	
Tabla 10.4 Acciones de mitigación según nivel de sequía. Sector Comercial. ....110	
Tabla 10.5 Acciones de mitigación según nivel de sequía. Sector Industrial.....112	

## **Índice de Anexos**

<b>Anexo 1</b> Instalaciones de la DAPA de Ciudad Valles.....	117
<b>Anexo 2</b> Planos de los sectores que dividen a la red de distribución de agua potable en Ciudad Valles.....	129

## Índice de Fotografías en Anexos

Fig 1 Anexo 1 Bocatoma de la planta potabilizadora de Ciudad Valles, localizada en la margen izquierda del Rio Valles. ....	117
Fig 2 Anexo 2 Vista del Rio Valles desde la margen izquierda. ....	118
Fig Anexo 3 Vista del Rio Valles desde la margen izquierda. ....	118
Fig Anexo 4 Cárcamo número 1, donde se encuentran instalados dos equipos de bombeo verticales, que alimenta a la línea de conducción No. 1 de 18” de diámetro. ....	119
Fig Anexo 5 Cárcamo número 2, donde se encuentran instalados tres equipos de bombeo verticales, que alimentan a las líneas de conducción No. 2 y 3, de 20” y 18” respectivamente. ....	119
Fig Anexo 6 Planta potabilizadora de Ciudad Valles localizada dentro de las instalaciones de la D.A.P.A. de Ciudad Valles. ....	120
Fig Anexo 7 Descarga del agua cruda proveniente de las líneas de conducción de la bocatoma del Rio Valles, donde se dosifica una solución de cloro antes del proceso de potabilización. ....	120
Fig Anexo 8 Módulo de floculación. ....	121
Fig Anexo 9 Módulo de sedimentación. ....	121
Fig Anexo 10 Módulo de filtración. ....	122
Fig Anexo 11 Módulos de floculación y sedimentación. ....	122
Fig Anexo 12 Planta de tratamiento de aguas residuales de lodos activados “Birmania” localizada a las afueras de la zona urbana de Ciudad Valles. ....	123
Fig Anexo 13 Desarenador localizado en la recepción de las aguas residuales que ingresan a la planta de tratamiento “Birmania”. Cuenta con tres tipos de criba 1”, 1/2” y 1/4”. ....	123
Fig Anexo 14 Sistema de aireación, cuenta con vigas con sistema anti-vibratorio, válvulas de acero, de alivio y medidores a presión a todos los sopladores. ....	124
Fig Anexo 15 Cárcamo de bombeo de la planta de tratamiento “Birmania”, que consta de 4 bombas de 25 hp. ....	124
Fig Anexo 16 Reactores de la planta de tratamiento “Birmania”, que cuenta con un sistema de difusión de aire, con sopladores de 125 hp. ....	125
Fig Anexo 17 Clarisedimentador, donde se sedimentan los lodos para su retorno a los reactores y decanta el agua tratada de la parte superior del tanque. ....	125
Fig Anexo 18 Tanque de contacto de cloro, dosificación y mezclado, el agua se retiene durante media hora para eliminación de microorganismos. ....	126
Fig Anexo 19 Agua tratada de la planta de tratamiento de aguas residuales “Birmania”, que cumple con los límites máximos permisibles de contaminantes. ....	126

Fig Anexo 20 Medidor de flujo de burbuja antes de la descarga del agua tratada de la planta de tratamiento de aguas residuales “Birmania”.....	127
Fig Anexo 21 Descarga de agua tratada de la planta de tratamiento de aguas residuales “Birmania”, hacia el Rio Valles. Reforzada con piedra para evitar erosión y deslaves.....	127
Fig Anexo 22 Reunión de trabajo con personal técnico de la DAPA de Ciudad Valles dentro de sus instalaciones. ....	128
Fig Anexo 23 Reunión de trabajo con personal técnico de la DAPA de Ciudad Valles dentro de sus instalaciones. ....	128

## **1. Introducción**

El Programa de Medidas Preventivas y de Mitigación de la sequía (PMPMS) a nivel urbano se aplicará en Cd. Valles, San Luis Potosí (S.L.P.), que se encuentra dentro del Municipio de Valles en el estado de San Luis Potosí.

El municipio de Cd. Valles, S. L. P. se localiza en la cuenca del río Pánuco, en la región Hidrológica Administrativa IX Golfo Norte. En Cd. Valles, S.L.P. el organismo operador del agua es la Dirección de Agua Potable, Alcantarillado y Saneamiento (DAPA) de Ciudad Valles, S.L.P. La DAPA es el Organismo Público Descentralizado con personalidad jurídica y patrimonio propio que le confiere la Ley de Aguas para el Estado de San Luis Potosí, así como el reglamento y demás disposiciones que en materia emitan las autoridades competentes. La DAPA a través de la Dirección General y sus Unidades Administrativas, realiza sus actividades en forma autónoma, independiente y programada, de acuerdo con el proyecto estratégico de desarrollo del Organismo y acorde con las políticas y prioridades que para el sector establezca el Gobierno Municipal de Ciudad Valles, S. L. P (Periódico Oficial de S.L.P. Nov. 2006).

### **1.1. Objetivos**

#### **1.1.1. Objetivo General**

Proponer medidas preventivas y de mitigación de la sequía de modo que se incremente la seguridad hídrica de Ciudad Valles, San Luis Potosí.

### **1.1.2. Objetivos Específicos**

1. Identificar medidas de prevención y mitigación para la sequía en el corto, mediano y largo plazo.
2. Considerar las características y necesidades de los sectores de la población y sus actividades económicas multisectoriales como base fundamental para las propuestas de medidas de prevención y mitigación.
3. Mediante procesos participativos entre los diferentes sectores productivos, sociales y gubernamentales de Ciudad Valles, S.L.P; generar concesos para el desarrollo de políticas tendientes a la prevención y mitigación de la sequía.

### **1.2. Estrategias**

- a) Promover el uso racional del consumo de agua, elevando la eficiencia en la captación, conducción, potabilización, distribución del agua y la gestión; a efecto proteger las fuentes de suministro de agua que están en servicio, atenuando su incremento de explotación y evitando incorporar otras fuentes de suministro o de reservas.
- b) Establecer un sistema de información y monitoreo que permita el análisis claro y preciso del desempeño de los organismos operadores con objeto de fortalecerlos y mejorar las eficiencias y la gestión del servicio.

## **2. ¿Qué es sequía?**

### **2.1. Definición de sequía**

La sequía puede pseudo-definirse (dado que no hay una definición formal totalmente aceptada) como "un período de tiempo anormalmente seco lo suficientemente largo como para causar un desequilibrio hidrológico grave". Esto ocurre cuando la cantidad normal de humedad no está disponible para satisfacer el consumo de agua de una cierta área, lo que resulta en un déficit de agua. La sequía como un fenómeno físico o evento natural ocurre o puede ocurrir en cualquier parte y en cualquier tiempo.

Una definición general de sequía puede ser: "disminución temporal y significativa de los recursos hídricos durante un periodo suficientemente prolongado que afecta un área extensa con consecuencias socioeconómicas adversas" (Estela Monreal, s.f.).

La definición indica que el fenómeno es temporal, ya que los ciclos de precipitaciones tienen puntos altos y bajos que se alternan y de forma natural afectan a la disponibilidad de agua, presentándose algunas temporadas en que las lluvias escasean y otras en que llueve de forma abundante.

También indica que la reducción se presenta durante un tiempo suficientemente prolongado y sobre un espacio lo suficientemente extenso como para afectar a la población y su actividad económica. Estas afectaciones estarán en función de que tan preparada esté la población para hacer frente a estas condiciones y de las características de las actividades económicas de la región, específicamente, que tan intensivas son en su consumo de agua.

Sin embargo, este concepto de sequía como una disminución temporal y significativa de los recursos hídricos se puede encontrar diferentes tipos de sequía o dicho de otra manera se puede operar de diferentes modos. De este modo, según sea la causa de la reducción o disminución temporal se pueden ubicar diferentes tipos de sequía; ya sea una disminución de las precipitaciones -sequía meteorológica-, la reducción de los caudales de fuentes superficiales, almacenamiento de embalses o niveles de las fuentes subterráneas -sequía hidrológica-; o bien porque no se satisface las necesidades de los usuarios debido que la demanda excede las fuentes disponibles y otros fallos en la gestión del recurso -sequía operativa- (Estela Monreal s.f.). De este modo, se observan tres tipos diferentes de sequía, cada una con su propia causalidad y definición: la meteorológica, la hidrológica y la operativa.

Otra tipología de la sequía ubica cuatro tipos de sequía: la meteorológica (de precipitaciones), la hidrológica (de escurrimientos y almacenamiento), agrícola (cuando al cantidad de agua no alcanza a cubrir los requerimientos de las actividades agropecuarias) y socioeconómica (cuando la cantidad de agua disponible afecta a la economía de la población). En esta tipología, la sequía agrícola puede ser considerada una sequía socioeconómica cuando afecta a poblaciones poco desarrolladas cuya actividad económica depende esencialmente de las actividades primarias (Marcos Valiente, 2001).

Como puede observarse, la sequía es un fenómeno de origen multifactorial que se relaciona con el ciclo del agua y las afectaciones que la actividad humana puede ocasionar al mismo. Las precipitaciones varían de manera natural a lo largo del tiempo, por lo que la disponibilidad del agua no es constante. Las fuentes superficiales y subterráneas se abastecen por medio de

las precipitaciones, por lo que la cantidad de agua de estas fuentes tiende a variar en función de los ciclos meteorológicos y de las características geológicas, geográficas y ecológicas de una región. Así mismo, la actividad humana influye sobre este ciclo del agua, ya que las actividades económicas (principalmente las agropecuarias) hacen uso de las fuentes de agua, reduciendo su disponibilidad. Además estas actividades pueden alterar el medio ambiente por ejemplo a través de la deforestación, lo cual afecta al reabastecimiento de las fuentes. A su vez, la disminución en la disponibilidad de agua puede afectar a las actividades económicas de una región, por lo que puede presentarse un círculo vicioso que termina afectando al desarrollo humano.

## **2.2. Los niveles o etapas de la sequía**

El 22 de noviembre de 2012 se publicaron en el Diario Oficial de la Federación los “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”.

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.”

Estos lineamientos establecen las siguientes definiciones:

**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”. Esta 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. Además, este concepto 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.

**Rangos de intensidad de sequía** de acuerdo con los estándares internacionales:

#### **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.

#### **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.

### **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.

### **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.

### **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.

**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;

**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.

Acciones para enfrentar una sequía. Las acciones para enfrentar una sequía pueden ser categorizadas sobre la base del tiempo en que se espera su ejecución en dos grupos:

## **1) Acciones preventivas**

Las que permiten estimar y organizar de manera anticipada los recursos humanos, materiales y financieros que podrían ser necesarios para enfrentar el fenómeno de la sequía.

## **2) Acciones de mitigación**

Aquellas acciones que son ejecutadas durante la sequía para atenuar los impactos.

Ambas acciones son 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.

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

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

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

La emisión de los "Acuerdos de Carácter General de emergencia por ocurrencia de sequía" que expide la CONAGUA es independiente de los instrumentos jurídicos que al efecto emitan otras dependencias de la Administración Pública Federal (Cfr. Transitorio de Lineamientos). Este es el caso, por ejemplo, de las declaraciones que emite la SAGARPA para el sector agropecuario.<sup>1</sup>

---

<sup>1</sup> Por ejemplo, el 3 de julio de 2014, en el DOF se publicó la "DECLARATORIA de Desastre Natural en el Sector Agropecuario, Acuícola y Pesquero, a consecuencia de la sequía y en virtud de los daños ocasionados por dicho fenómeno que afectó a los municipios de Escuinapa, el Rosario, Concordia y Mazatlán del Estado de Sinaloa".

### **3. Marco Legal e Institucional**

#### **3.1. Marco Normativo Federal**

##### **3.1.1. Ley de Aguas Nacionales**

ARTÍCULO 5. Para el cumplimiento y aplicación de esta Ley, el Ejecutivo Federal:

I. Promoverá la coordinación de acciones con los gobiernos de los estados y de los municipios, sin afectar sus facultades en la materia y en el ámbito de sus correspondientes atribuciones. La coordinación de la planeación, realización y administración de las acciones de gestión de los recursos hídricos por cuenca hidrológica o por región hidrológica será a través de los Consejos de Cuenca, en cuyo seno convergen los tres órdenes de gobierno, y participan y asumen compromisos los usuarios, los particulares y las organizaciones de la sociedad, conforme a las disposiciones contenidas en esta Ley y sus reglamentos; contempla un capítulo sobre cultura del agua y mandata a la CONAGUA con el concurso de los Organismos de Cuenca, a promover entre la población, autoridades y medios de comunicación, la cultura del agua acorde con la realidad del país y sus regiones hidrológicas.

ARTÍCULO 7 BIS. Se declara de interés público:

- I. La cuenca conjuntamente con los acuíferos como la unidad territorial básica para la gestión integrada de los recursos hídricos;
- II. La descentralización y mejoramiento de la gestión de los recursos hídricos por cuenca hidrológica, a través de Organismos de Cuenca de índole gubernamental y de Consejos de Cuenca de composición mixta,

con participación de los tres órdenes de gobierno, de los usuarios del agua y de las organizaciones de la sociedad en la toma de decisiones y asunción de compromisos

V. La atención prioritaria de la problemática hídrica en las localidades, acuíferos, cuencas hidrológicas y regiones hidrológicas con escasez del recurso.

ARTÍCULO 9. "La Comisión" es un órgano administrativo desconcentrado de "la Secretaría", que se regula conforme a las disposiciones de esta Ley y sus reglamentos, de la Ley Orgánica de la Administración Pública Federal y de su Reglamento Interior.

IX. Programar, estudiar, construir, operar, conservar y mantener las obras hidráulicas federales directamente o a través de contratos o concesiones con terceros, y realizar acciones que correspondan al ámbito federal para el aprovechamiento integral del agua, su regulación y control y la preservación de su cantidad y calidad, en los casos que correspondan o afecten a dos o más regiones hidrológico - administrativas, o que repercutan en tratados y acuerdos internacionales en cuencas transfronterizas, o cuando así lo disponga el Ejecutivo Federal, así como en los demás casos que establezca esta Ley o sus reglamentos, que queden reservados para la actuación directa de "la Comisión" en su nivel nacional;

ARTÍCULO 13. "La Comisión", previo acuerdo de su Consejo Técnico, establecerá Consejos de Cuenca, órganos colegiados de integración mixta, conforme a la Fracción XV del Artículo 3 de esta Ley. La coordinación, concertación, apoyo, consulta y asesoría referidas en la mencionada fracción están orientadas a formular y ejecutar programas y acciones para la mejor

administración de las aguas, el desarrollo de la infraestructura hidráulica y de los servicios respectivos y la preservación de los recursos de la cuenca, así como las demás que se establecen en este Capítulo y en los Reglamentos respectivos. Los Consejos de Cuenca no están subordinados a "la Comisión" o a los Organismos de Cuenca.

Los Consejos de Cuenca considerarán la pluralidad de intereses, demandas y necesidades en la cuenca o cuencas hidrológicas que correspondan.

ARTÍCULO 14 BIS 6. Son instrumentos básicos de la política hídrica nacional:

V. La participación de las organizaciones de la sociedad y de los usuarios, y su corresponsabilidad en el desarrollo de actividades específicas.

ARTÍCULO 15. La planificación hídrica es de carácter obligatorio para la gestión integrada de los recursos hídricos, la conservación de recursos naturales, ecosistemas vitales y el medio ambiente. La formulación, implantación y evaluación de la planificación y programación hídrica comprenderá:

III. Los subprogramas específicos, regionales, de cuencas hidrológicas, acuíferas, estatales y sectoriales que permitan atender problemas de escasez o contaminación del agua, ordenar el manejo de cuencas y acuíferos.

IV. Programas especiales o de emergencia que instrumente "la Comisión" o los Organismos de Cuenca para la atención de problemas y situaciones especiales en que se encuentre en riesgo la seguridad de las personas o sus bienes.

ARTÍCULO 22. ... Las concesiones y asignaciones expedidas por "la Autoridad del Agua", en los casos referidos en el Fracción IX del Artículo 9 de la presente

Ley, señalarán expresamente las condiciones de variabilidad de la fuente de agua de la cual se realizará la extracción respectiva, y las condiciones a las cuales estará sujeta la extracción de volúmenes ante sequías y otros fenómenos. Los Títulos de concesión asignación no garantizan la existencia o invariabilidad de los volúmenes que amparan. Ante sequías y otros fenómenos, se tomarán en consideración los volúmenes aprovechables en las fuentes señaladas en tales títulos, conforme lo dispongan los reglamentos de la presente Ley.

ARTÍCULO 29 BIS 3. La concesión o asignación para la explotación, uso o aprovechamiento de aguas nacionales sólo podrá extinguirse por:

VI. Caducidad parcial o total declarada por "la Autoridad del Agua" cuando se deje parcial o totalmente de explotar, usar o aprovechar aguas nacionales durante dos años consecutivos, sin mediar causa justificada explícita en la presente Ley y sus reglamentos.

Esta declaración se tomará considerando en forma conjunta el pago de derechos que realice el usuario en los términos de la Ley Federal de Derechos y la determinación presuntiva de los volúmenes aprovechados.

No se aplicará la extinción por caducidad parcial o total, cuando:

4. Porque ceda o trasmita sus derechos temporalmente a "la Autoridad del Agua" en circunstancias especiales.

Este es el único caso permitido de transmisión temporal y se refiere a la cesión de los derechos a "la Autoridad del Agua" para que atienda sequías extraordinarias, sobreexplotación grave de acuíferos o estados similares de necesidad o urgencia;

ARTÍCULO 39. ... En los casos de sequías extraordinarias, sobreexplotación grave de acuíferos o condiciones de necesidad o urgencia por causa de fuerza mayor, el Ejecutivo Federal adoptará medidas necesarias para controlar la explotación, uso o aprovechamiento de las aguas nacionales, mismas que se establecerán al emitir el decreto correspondiente para el establecimiento de zonas reglamentadas.

ARTÍCULO 39 BIS. El Ejecutivo Federal podrá expedir Decretos para el establecimiento de Zonas de Veda para la explotación, uso o aprovechamiento de aguas nacionales, en casos de sobreexplotación de las aguas nacionales, ya sea superficiales o del subsuelo, sequía o de escasez extrema o situaciones de emergencia o de urgencia, motivadas por contaminación de las aguas o por situaciones derivadas de la explotación, uso o aprovechamiento de las aguas nacionales, cuando:

- I. No sea posible mantener o incrementar las extracciones de agua superficial o del subsuelo, a partir de un determinado volumen anual fijado por "la Autoridad del Agua", sin afectar la sustentabilidad del recurso y sin el riesgo de inducir efectos perjudiciales, económicos o ambientales, en las fuentes de agua de la zona en cuestión o en los usuarios del recurso, o
- II. Se requiera prohibir o limitar los usos del agua con objeto de proteger su calidad en las cuencas o acuíferos.

ARTÍCULO 84 BIS. "La Comisión", con el concurso de los Organismos de Cuenca, deberá promover entre la población, autoridades y medios de comunicación, la cultura del agua acorde con la realidad del país y sus regiones hidrológicas, para lo cual deberá:

- I. Coordinarse con las Autoridades Educativas en los órdenes federal y estatales para incorporar en los programas de estudio de todos los niveles educativos los conceptos de cultura del agua, en particular, sobre disponibilidad del recurso; su valor económico, social y ambiental; uso eficiente; necesidades y ventajas del tratamiento y reúso de las aguas residuales; la conservación del agua y su entorno; el pago por la prestación de servicios de agua en los medios rural y urbano y de derechos por extracción, descarga y servicios ambientales;
- II. Instrumentar campañas permanentes de difusión sobre la Cultura del Agua;
- III. Informar a la población sobre la escasez del agua, los costos de proveerla y su valor económico, social y ambiental; y fortalecer la cultura del pago por el servicio de agua, alcantarillado y tratamiento;
- IV. Proporcionar información sobre efectos adversos de la contaminación, así como la necesidad y ventajas de tratar y reusar las aguas residuales;
- V. Fomentar el uso racional y conservación del agua como tema de seguridad nacional, y alentar el empleo de procedimientos y tecnologías orientadas al uso eficiente y conservación del agua, y
- VI. Fomentar el interés de la sociedad en sus distintas organizaciones ciudadanas o no gubernamentales, colegios de profesionales, órganos académicos y organizaciones de usuarios, para participar en la toma de decisiones, asunción de compromisos y responsabilidades en la ejecución, financiamiento, seguimiento y evaluación de actividades diversas en la gestión de los recursos hídricos.

ARTÍCULO 96 BIS 2. Se consideran como obras públicas necesarias que competen al Ejecutivo Federal a través de "la Comisión", las que:

III. Controlen, y sirvan para la defensa y protección de las aguas nacionales, así como aquellas que sean necesarias para prevenir inundaciones, sequías y otras situaciones excepcionales que afecten a los bienes de dominio público hidráulico; sin perjuicio de las competencias de los Gobiernos Estatales o Municipales.

### **3.1.2. Acuerdo para instruir acciones de mitigación por efectos de sequía**

El 25 de Enero de 2012, la Presidencia de la República expidió en el DOF el "Acuerdo por el que se instruyen acciones para mitigar los efectos de la sequía que atraviesan diversas entidades federativas", en el cual se establecen ejes de atención que involucran a diversas dependencias federales.

- A. Abastecimiento hídrico emergente a población (CONAGUA, SEDESOL) y al campo (SAGARPA, CONAZA), salud (SS);
- B. Financiamiento/indemnizaciones/reactivación del campo (SE, SAGARPA, SHCP, Banca de Desarrollo);
- C. Proyectos/programas de apoyo en sequías (SHCP, SEGOB, Banobras, SEMARNAT, CONAGUA, SE, CONAZA, sistemas nacional/estatal/municipal de protección civil).

### **3.1.3. Lineamientos para el establecimiento de Acuerdos de situaciones de emergencia por la ocurrencia de sequía**

El 22 de Noviembre de 2012, la SEMARNAT publicó en el DOF los “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”.

Que con motivo del cambio climático se han generado severos problemas de desabasto de agua para el futuro, por lo que una de las estrategias más importantes para mitigar y prevenir los riesgos derivados de fenómenos meteorológicos e hidrometeorológicos consiste en contar con planes de contingencia, donde se incluyan acciones preventivas y de mitigación.

ARTÍCULO CUARTO.- 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.

ARTÍCULO QUINTO.- 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.

ARTÍCULO SEPTIMO.- 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.
- 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.

### **3.1.4. Pacto por México**

El Pacto por México, firmado el 2 de diciembre de 2012 por el presidente de la República y los representantes de los tres partidos políticos principales del país, establece que las sequías que afectan al norte y centro del país deberán ser atendidas de manera prioritaria y oportuna (Compromiso 52).

### **3.1.5. Programa Nacional Contra la Sequía PRONACOSE**

En Enero de 2013, la CONAGUA elabora el proyecto de implementación del PROgrama NAcional COnttra la SEquía (PRONACOSE) bajo el mandato del Ejecutivo Federal; cuyo objetivo es la elaboración de instrumentos que permitan la gestión integrada de los Consejos de Cuenca en relación al manejo del recurso hídrico bajo los efectos de este fenómeno natural, en torno a un nuevo enfoque proactivo y preventivo.

### **3.1.6. Programa Nacional Hídrico 2014-2018**

El Programa Nacional Hídrico 2014-2018, plantea como objetivo número 2 “incrementar la seguridad hídrica ante sequías e inundaciones”. Menciona que “se requiere reducir la vulnerabilidad de asentamientos humanos para evitar pérdida de vidas humanas y daños materiales a la infraestructura por efecto de fenómenos hidrometeorológicos extremos”.

**Estrategia 2.1** Proteger e incrementar la resiliencia de la población y áreas productivas en zonas de riesgo de inundación y/o sequía.

2.1.2 Implementar el Programa Nacional Contra las Sequías (PRONACOSE).

2.1.3 Fortalecer o en su caso crear grupos especializados de atención de emergencias capacitados y equipados.

2.1.6 Fortalecer los sistemas de alerta temprana y las acciones de prevención y mitigación en caso de emergencias por fenómenos hidrometeorológicos.

### **3.1.7. Ley General de Cambio Climático**

Artículo 2o. Esta ley tiene por objeto:

IV. Reducir la vulnerabilidad de la población y los ecosistemas del país frente a los efectos adversos del cambio climático, así como crear y fortalecer las capacidades nacionales de respuesta al fenómeno;

V. Fomentar la educación, investigación, desarrollo y transferencia de tecnología e innovación y difusión en materia de adaptación y mitigación al cambio climático;

Artículo 7o. Son atribuciones de la federación las siguientes:

IV. Elaborar, actualizar y publicar el atlas nacional de riesgo, y emitir los criterios para la elaboración de los atlas de riesgo estatales;

Artículo 9o. Corresponde a los municipios, las siguientes atribuciones:

II. Formular e instrumentar políticas y acciones para enfrentar al cambio climático en congruencia con el Plan Nacional de Desarrollo, la Estrategia Nacional, el Programa, el Programa estatal en materia de cambio climático y con las leyes aplicables, en las siguientes materias:

a) Prestación del servicio de agua potable y saneamiento;

Artículo 28. La federación, las entidades federativas y los municipios, en el ámbito de sus competencias, deberán ejecutar acciones para la adaptación en

la elaboración de las políticas, la Estrategia Nacional, el Programa y los programas en los siguientes ámbitos:

- I. Gestión integral del riesgo;
- II. Recursos hídricos;

Artículo 29. Se considerarán acciones de adaptación:

- V. Los programas hídricos de cuencas hidrológicas;
- VI. La construcción y mantenimiento de infraestructura;
- VII. La protección de zonas inundables y zonas áridas;

Artículo 30. Las dependencias y entidades de la administración pública federal centralizada y paraestatal, las entidades federativas y los municipios, en el ámbito de sus competencias, implementarán acciones para la adaptación conforme a las disposiciones siguientes:

- X. Elaborar los diagnósticos de daños en los ecosistemas hídricos, sobre los volúmenes disponibles de agua y su distribución territorial;
- XI. Promover el aprovechamiento sustentable de las fuentes superficiales y subterráneas de agua;

Artículo 38. La federación, las entidades federativas y los municipios establecerán las bases de coordinación para la integración y funcionamiento del Sistema Nacional de Cambio Climático, el cual tiene por objeto:

- III. Coordinar los esfuerzos de la federación, las entidades federativas y los municipios para la realización de acciones de adaptación, mitigación y reducción de la vulnerabilidad, para enfrentar los efectos adversos del cambio climático, a través de los instrumentos de política previstos por esta Ley y los demás que de ella deriven.

## **3.2. Marco normativo del estado de San Luis Potosí**

### **3.2.1. Ley de Aguas para el estado de San Luis Potosí**

ARTÍCULO 8. La Comisión Estatal del Agua residirá en la Ciudad de San Luis Potosí, San Luis Potosí; y tendrá las siguientes atribuciones:

IV. Emitir los mecanismos tendientes a conseguir las metas fijadas en el Plan Estatal Hídrico, tanto para la preservación, uso o aprovechamiento del agua y sus bienes inherentes, como para la prevención, apoyo y solución a problemas de desastres naturales;

VI. Vigilar el cumplimiento de las acciones formuladas en el Plan Estatal de Desarrollo en materia de agua, y demás instrumentos documentales;

VIII. Representar al Estado y al Titular del Ejecutivo del Estado, en las actividades de coordinación y concertación en los Organismos de Cuenca, Consejos de Cuenca, Comisiones de Cuenca, Comités de Cuenca, Comités Técnicos de Aguas Subterráneas, Comités Hidráulicos de los Distritos de Riego, así como ante cualquier persona física o moral que tenga relación con los asuntos del agua;

IX. Promover, coordinar, concertar y en su caso, realizar la investigación y desarrollo tecnológico en materia de agua, y la formación y capacitación de recursos humanos;

XXXIX. Aplicar las normas, criterios de eficiencia, indicadores de gestión y modelos técnicos-administrativos, para evaluar la gestión, ambiental, financiera y administrativa de los organismos operadores, para la determinación de inversiones, incentivos y estímulos por la Federación;

XL. Diseñar indicadores de gestión que permitan evaluar la eficiencia de los prestadores del servicio de agua potable, drenaje y alcantarillado;

ARTÍCULO 16. Los principios en que se sustenta la política hídrica estatal son:

I. El agua es un bien de dominio público, vital, vulnerable y finito, con valor social, económico y ambiental, cuya preservación en cantidad y calidad es tarea fundamental del estado y la sociedad;

III. La conservación, preservación, protección y restauración del agua en cantidad y calidad es asunto de seguridad nacional; por tanto, debe evitarse el aprovechamiento no sustentable y los efectos ecológicos adversos;

ARTÍCULO 17. El objetivo de la política hídrica estatal es fomentar la gestión integrada de los recursos hídricos existentes en el Estado, contribuir a mantener o restablecer el equilibrio entre disponibilidad y aprovechamiento de dichos recursos, considerando los diferentes usos y usuarios, y favorecer el desarrollo sustentable del estado en materia de agua.

ARTÍCULO 18. Son instrumentos básicos de la política hídrica estatal:

I. La planificación hídrica en los ámbitos municipal, estatal, cuenca hidrológica y nacional;

II. La participación informada y responsable de las instituciones, organizaciones de la sociedad y de los usuarios, para la mejor gestión de los recursos hídricos y particularmente para su conservación;

V. La gestión responsable de las aguas nacionales asignadas al Estado y al ayuntamiento, en cantidad y calidad, que le aseguren a la Entidad el bienestar social y el desarrollo económico, sin poner en peligro el equilibrio ecológico y la sustentabilidad, y

ARTÍCULO 22. La planeación hídrica estatal se instrumentará a través de:

II. El Subprograma Estatal Específico para el Uso Público Urbano que basado en un diagnóstico de las condiciones actuales de los sistemas de

agua potable, drenaje, alcantarillado, tratamiento y disposición de sus aguas residuales, y tomando en cuenta las proyecciones de incremento de la demanda y en estricto apego a los planes de desarrollo urbano, contiene la definición de los programas y acciones que se requieren para incrementar las eficiencias física y comercial, así como las coberturas de los servicios públicos en el corto, mediano y largo plazos, de tal manera que se asegure la continua satisfacción de las necesidades para las generaciones presentes y futuras en todos los asentamientos humanos, en cantidad y calidad, sin degradar el medio ambiente. Este subprograma será ejecutado por los prestadores de los servicios en coordinación con la Comisión.

El seguimiento y la evaluación a dicho subprograma, así como las adecuaciones que de su aplicación se generen, estará a cargo de la Comisión.

ARTÍCULO 23. El Programa Estatal Hídrico deberá comprender:

- I. La integración, depuración, actualización y complementación de la información básica sobre la gestión de las aguas, la que contendrá:
  - a) La disponibilidad y balances hidrológicos, expresados en términos de promedios estacionales y anuales, incluyendo la información básica de las cuencas hidrológicas de las que forma parte el Estado.
  - b) La oferta de agua, su calidad, ubicación y variación temporal, las zonas vulnerables y de interés especial, información meteorológica, hidrométrica y piezométrica, con la periodicidad necesaria para el establecimiento de pronósticos.

c) La demanda de las aguas en sus diferentes usos; los aspectos de infraestructura, equipamiento, factores que definen la demanda y su evolución.

d) La disponibilidad, origen y aplicación de recursos o acervos relacionados al aprovechamiento y control de las aguas.

e) La relación y características básicas de los programas, subprogramas y acciones correspondientes al Programa Estatal Hídrico y al Programa Operativo Anual en curso, sus índices de gestión y los que reflejen sus efectos ambientales, económicos y sociales;

II. La integración y actualización del inventario de:

a) Las aguas nacionales asignadas o concesionadas al Estado, a los municipios y a particulares, para los diferentes usos del agua.

b) Las aguas de jurisdicción estatal y sus bienes públicos inherentes.

c) La infraestructura hidráulica federal, estatal y municipal;

III. La programación y evaluación anual del cumplimiento de metas y del impacto de los programas, políticas y acciones en materia hídrica en el Estado;

IV. La adecuación necesaria de las acciones, proyectos, políticas y programas por uso específico, considerados en el Programa Estatal Hídrico, con base en la evaluación permanente y sistemática;

V. Los mecanismos de consulta, concertación y participación ciudadana para su financiamiento, ejecución y evaluación,

VI. La programación y seguimiento de inversiones;

VII. La integración del concepto de cultura del agua, de acuerdo con las condiciones sociodemográficas del Estado, para el uso y aprovechamiento racional sostenible de los recursos hídricos, y

ARTÍCULO 32. El Consejo Hídrico Estatal tendrá las siguientes atribuciones:

II. Contribuir en la elaboración de programas de mejoramiento de la gestión del recurso hídrico, con énfasis en la sustentabilidad;

ARTÍCULO 79. Cuando los servicios públicos de agua potable, drenaje, alcantarillado, tratamiento y disposición de aguas residuales sean prestados de forma centralizada por los ayuntamientos, éstos tendrán a su cargo:

XIV. Promover programas de suministro de agua potable, de uso racional y eficiente del agua y de desinfección intradomiciliaria;

ARTÍCULO 92. El organismo operador tendrá a su cargo:

X. Someter a la consideración del Congreso del Estado, a través del ayuntamiento respectivo y en los términos de esta Ley, para su resolución final, las cuotas o tarifas que se aplicarán para los cobros de los servicios de agua potable, alcantarillado y saneamiento en el área de su jurisdicción;

ARTÍCULO 164. Para el establecimiento de cuotas y tarifas en el servicio público urbano, se deben homologar los criterios y la metodología en la determinación de éstas, buscando con ello asegurar su actualización oportuna, justa y suficiente, así como propiciar:

- I. La racionalización del consumo del agua y su reuso;
- II. El acceso de la población de bajos ingresos a los servicios públicos;
- III. La autosuficiencia financiera de los prestadores de los servicios públicos, y
- IV. La orientación del desarrollo urbano e industrial.

ARTÍCULO 165. Para conseguir los objetivos del artículo anterior, la Comisión, en apoyo a los prestadores de los servicios públicos propondrá, con la opinión del Consejo Técnico Consultivo, las fórmulas que determinen los componentes del costo y su interrelación para el cálculo de las cuotas y tarifas.

Dichas fórmulas y la metodología para su aplicación, serán enviadas por la Comisión, a través del Titular del Ejecutivo del Estado, al Congreso para su aprobación y, en su caso, publicación en el Periódico Oficial del Estado.

ARTÍCULO 189. En épocas de escasez de agua, comprobada o previsible, el prestador de los servicios podrá acordar condiciones de restricción en las zonas y durante un lapso que sea necesario, previo aviso oportuno a los usuarios, a través de los medios de comunicación disponibles.

Cuando la escasez de agua sea originada por negligencia o falta de previsión del prestador de los servicios, éste responderá en los términos que prevenga el contrato respectivo.

ARTÍCULO 200. La Comisión en coordinación con las autoridades federales, estatales y municipales, así como con la participación de la sociedad, intervendrá en las actividades de seguridad hidráulica en el ámbito estatal, y establecerá programas de contingencia para prevenir los efectos de avenidas, inundaciones y otros fenómenos extremos; dichos programas deberán estar integrados en el Programa Estatal Hídrico.

ARTÍCULO 201. La Comisión coadyuvará con la federación, estados y municipios en las medidas necesarias para la construcción y operación de las obras de control de avenidas, zonas inundables y obras complementarias para la protección de las personas y de sus bienes; así como para adoptar las

medidas necesarias en casos de desastres ecológicos, originados o vinculados con el agua.

### **3.2.2. Reglamento interior de la Comisión Estatal del Agua del Estado de San Luis Potosí CEA-SLP**

ARTÍCULO 2. La Comisión Estatal del Agua del Estado de San Luis Potosí, residirá en la ciudad de San Luis Potosí, y tendrá las siguientes atribuciones:

IV. Emitir los mecanismos tendientes a conseguir las metas fijadas en el Plan Estatal Hídrico, tanto para la preservación, uso o aprovechamiento del agua y sus bienes inherentes, como para la prevención, apoyo y solución a problemas de desastres naturales.

ARTÍCULO 22. La elaboración, seguimiento, evaluación y actualización de la programación hídrica en el Estado, se llevará a cabo por parte de la Comisión, con la participación ciudadana a través del Consejo Hídrico Estatal.

ARTÍCULO 25. El Consejo Hídrico Estatal tendrá las siguientes atribuciones;

II. Contribuir en la elaboración de programas de mejoramiento de la gestión del recurso hídrico, con énfasis en la sustentabilidad.

VI. Promover la participación de las autoridades estatales y municipales en el fortalecimiento de los procesos de participación de los usuarios y de la sociedad en la atención de los asuntos relacionados con el agua, su aprovechamiento y preservación, particularmente en la gestión de conflictos en materia hídrica.

ARTÍCULO 51. Al titular de la Dirección de Planeación y Control, le corresponde desarrollar la planeación, programación, seguimiento y evaluación

de los programas, así como la integración de estudios y proyectos y la construcción de la infraestructura que gestione la Comisión, para el logro eficiente de sus objetivos y le compete el despacho de los siguientes asuntos:

VIII. Asesorar a los Municipios para la realización de planes y programas de desarrollo de infraestructura hídrica en el ámbito de su jurisdicción;

XI. Integrar un sistema de acopio de información y estadística en materia hidráulica que fundamente la realización de estudios y proyectos;

XIII. Llevar a cabo el desarrollo de indicadores de Gestión que en materia hídrica se requieran, que permitan evaluar el desarrollo de la Comisión en su gestión y su impacto Estatal;

ARTÍCULO 52. Al Departamento de Programas de la Dirección de Planeación y Control, le compete la atención de los siguientes asuntos:

X. Elaborar, operar y mantener actualizado el sistema estatal de información del agua, como herramienta para obtener de planeación y el control de los recursos para la ejecución de programas, midiendo su impacto en el bienestar social a través del desarrollo económico de las localidades.

ARTÍCULO 53. Al Departamento de Estudios y Proyectos de la Dirección de Planeación y Control, le compete la atención de los siguientes asuntos:

I. Integrar un sistema de acopio de información y estadística en materia hidráulica y de sanidad que fundamentan la realización de estudios y proyectos, con objeto de integrar y tener actualizado el catálogo general, así como de obras ejecutadas, en proceso y por ejecutar, para el seguimiento y control de las mismas;

ARTÍCULO 56. Al titular de la Dirección Técnica le corresponde prestar los servicios públicos, el desarrollo y consolidación de proyectos estratégicos de la Comisión y apoyo a autoridades municipales y organismos operadores para la operación eficiente de los sistemas de agua potable, y le compete el despacho de los siguientes asuntos:

III. Llevar a cabo los estudios y proyectos necesarios para el desarrollo de proyectos en materia de agua potable, obteniendo su certificación, procurar su implementación dentro del Programa de Modernización de Organismos Operadores (PROMAGUA) o del programa que lo sustituya;

ARTÍCULO 58. A la Coordinación de Proyectos Especiales de la Dirección Técnica, le compete la atención de los siguientes asuntos:

II. Identificar, de acuerdo los programas hídricos estatales y federales, las prioridades relativas al sector agua que puedan identificarse como proyectos estratégicos, de impacto social en beneficio los usuarios de este recurso;

III. Planear, organizar y desarrollar los proyectos especiales con la participación multidisciplinaria de las diversas instituciones y niveles de gobierno.

### **3.2.3. Ley de Protección Civil del estado de San Luis Potosí**

ARTÍCULO 6.- Corresponde al Sistema Estatal de Protección Civil, establecer, promover, coordinar y realizar, en su caso, las acciones de prevención, auxilio y recuperación para evitar, mitigar o atender los efectos destructivos de los desastres que eventualmente se produzcan en la Entidad.

ARTÍCULO 11.- Son atribuciones del Consejo Estatal de Protección Civil:

V.- Promover y fomentar el estudio e investigación en materia de protección civil a través de las instituciones de educación superior;

ARTÍCULO 15.- La Unidad Estatal de Protección Civil, es responsable de elaborar, instrumentar y dirigir la ejecución de los programas en la materia, coordinando sus acciones con las dependencias, instituciones y organismos de los sectores público, social, privado y académico, y con los grupos voluntarios y la población en general.

ARTÍCULO 17.- Compete a la Unidad Estatal de Protección Civil:

III.- Actualizar sistemáticamente los programas de protección civil, en su coordinación y operatividad, y atender específicamente el desarrollo de cada uno de los siguientes programas:

a) Programa Estatal para la prevención de fenómenos meteorológicos.

ARTÍCULO 36.- Los Sistemas Municipales de Protección Civil identificarán los principales riesgos del municipio respectivo y estudiarán las posibles medidas para prevenir su ocurrencia y aminorar sus efectos sobre la población.

ARTÍCULO 42.- Los Consejos Municipales de Protección Civil tendrán las siguientes funciones:

I.- Actuar como órgano de consulta a nivel municipal en materia de protección civil;

II.- Promover y coordinar la integración y realización de actividades relacionadas con la protección civil, que deban desarrollarse en el municipio;

III.- Vincular las necesidades municipales en materia de protección civil con el Sistema Estatal de Protección Civil;

IV.- Identificar y estudiar los riesgos a que está expuesto el municipio a que pertenece, proponiendo las estrategias de protección civil y las posibles soluciones aplicables a cada caso;

V.- Analizar el diagnóstico y la evaluación primaria que se presente en caso de calamidades o desastres, para determinar los recursos disponibles.

ARTÍCULO 45.- Compete a la Unidad Municipal de Protección Civil, la identificación y elaboración de los estudios necesarios, tendientes a prevenir o minimizar los efectos de los desastres provocados por fenómenos naturales o humanos.

Las unidades municipales de protección civil tendrán la obligación de aplicar las disposiciones de esta Ley e instrumentar sus programas en coordinación con el Sistema Estatal de Protección Civil.

### **3.2.4. Reglamento de Protección Civil**

ARTÍCULO 1º. El marco legal de este reglamento, lo constituyen los artículos 115 y de más relativos de la Constitución General de la República, los artículos 114 y 115 de la Constitución Política del Estado de San Luís Potosí, 31 Inciso b) fracción I),159 y demás relativos de la Ley Orgánica del Municipio Libre del Estado de San Luís Potosí, vigente en el Estado, y la Ley establece las Bases para la emisión de Bandos de Policía y Gobierno y ordenamientos de los Municipios del Estado de San Luís Potosí, y lo contemplado en la Ley General de Protección Civil y de la Ley de Protección Civil Vigente y demás

ordenamientos a los que corresponderá remitirse para la interpretación de las normas establecidas en el mismo.

IV. Realizar los planes, programas y medidas de seguridad a través de la Unidad de Protección Civil, para garantizar una correcta prevención de desastres naturales, humanos y tecnológicos; y

ARTÍCULO 8°. El Consejo Municipal de Protección Civil tendrá las siguientes atribuciones:

IV. Tener actualizado el atlas municipal de riesgos sobre desastres factibles en el municipio y las posibles consecuencias que puedan derivarse de cada uno de ellos a efecto de organizar acciones para eliminar aquellos o disminuir el impacto de los mismos en la población, sus bienes y en la naturaleza.

ARTÍCULO 17. La unidad de protección civil tendrá a su cargo la organización y operación del sistema municipal de protección civil y tendrá por sentar la bases para prevenir o mitigar en lo posible contingencias que puedan ser causadas por riesgos calamidades o desastres, así como realizar acciones tendientes a proteger y brindar auxilio a la población ante la eventualidad de que dichos fenómenos ocurran, a través de los programas de acción que implemente y en su caso de las medidas que considere necesarias para el restablecimiento de la normalidad en la vida comunitaria.

V. Difundir los planes y programas en materia de protección civil, con la finalidad de crear una cultura de protección civil en la población general.

ARTÍCULO 48. El programa Municipal de Protección Civil deberá de contener cuando menos:

I. Antecedentes históricos de los altos riesgos, emergencias o desastres en el municipio;

### **3.2.5. Plan Estatal de Desarrollo**

El Plan Estatal de Desarrollo 2009-2015 del Gobierno del estado de San Luis Potosí, en el Eje 3 Desarrollo Regional Sustentable establece como parte fundamental al Sector Agua, en el que plantea que el estado “contará con un manejo eficiente de los recursos hídricos que garanticen el desarrollo sustentable para la conservación del medio ambiente a través de una corresponsabilidad entre los sectores público y productivo, y la sociedad, fundamentado en una legislación acorde a los tiempos actuales”.

#### **Objetivos y estrategias:**

1. Promover el manejo integrado del recurso del agua procurando la sostenibilidad.
  - Establecer acciones para la recarga y disponibilidad de los acuíferos.
  - Sensibilizar a la población para que consideren el agua como un recurso finito, vital y escaso.
2. Impulsar el desarrollo e implementación de mejores prácticas para alcanzar el manejo sustentable del recurso hídrico.
  - Coadyuvar en la investigación y desarrollo tecnológico en materia de agua.
  - Colaborar con el sector en la formación y capacitación de recursos humanos.
3. Promover y actualizar la normatividad para el manejo de los recursos hídricos del Estado.

- Promover la creación y aplicación de la legislación respecto al uso del agua ubicada conforme a cuencas y acuíferos.

### **3.3. Marco Normativo del municipio de Ciudad Valles**

#### **3.3.1. Plan de Desarrollo Municipal**

El Plan de Desarrollo Municipal 2012-2015 del municipio de Ciudad Valles, en el Eje Rector 3 Desarrollo Municipal Sustentable, precisa que “se debe optar por una nueva cultura de desarrollo sostenible en materia de agua”, y establece como compromiso asegurar a sus habitantes el servicio y la calidad, del agua potable y del sistema de drenaje.

Entre las estrategias para aplicar a la nueva cultura de desarrollo sostenible en materia de agua se encuentran:

- La Modernización de la toma de agua de las DAPAS.
- Ampliación de la cobertura de los servicios de agua potable y drenaje en especial en la cordillera Teenek.

Y los programas a desarrollar:

- Someter los precios del agua potable a un índice ponderado de los insumos.

## 4. Descripción general de Ciudad Valles

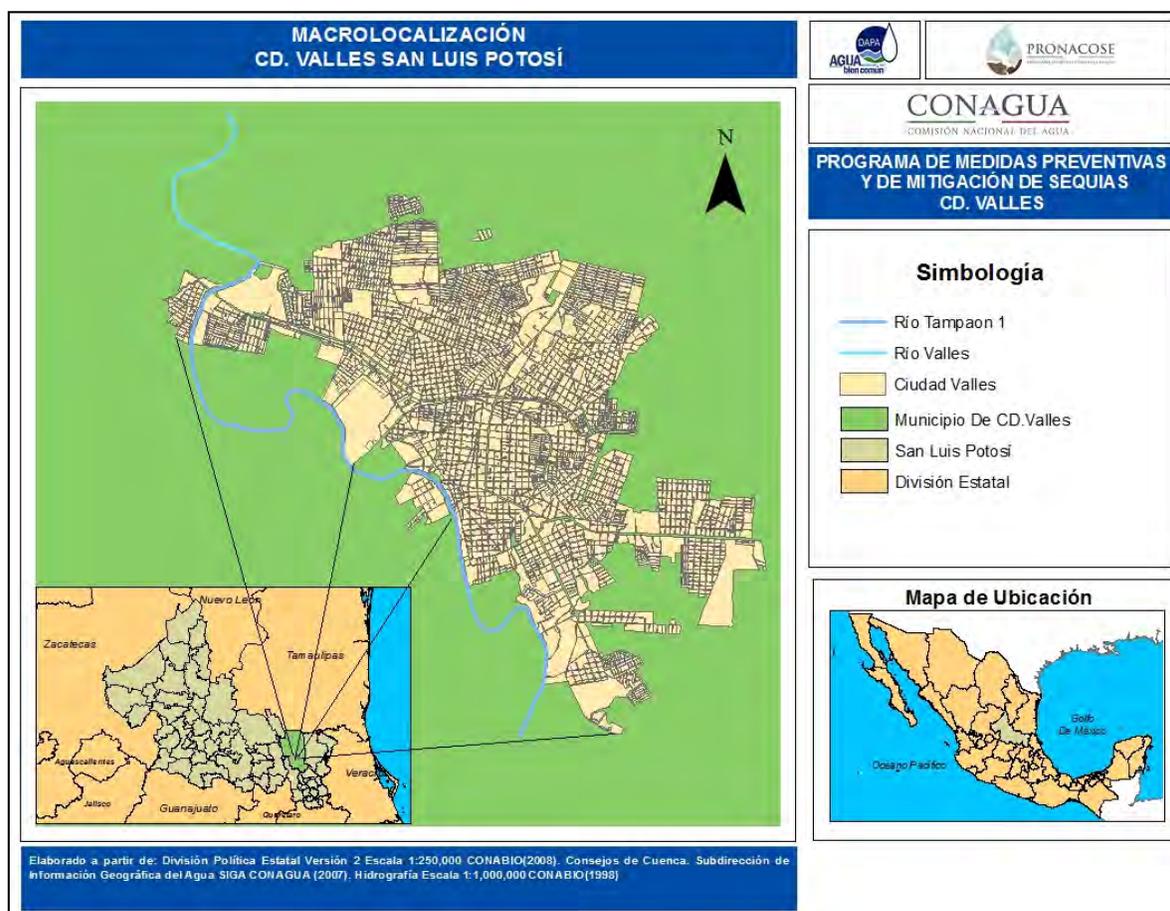
### 4.1. Localización geográfica

San Luis Potosí es un estado localizado en la región centro-norte de la República Mexicana, cuenta con una superficie de 60,982.75 km<sup>2</sup>, y tiene 2, 585, 518 habitantes (INEGI, 2010), y cuenta con 58 municipios (Tabla 4.1).

**Tabla 4.1** Municipios que constituyen el estado de San Luis Potosí.

NOMBRE MUNICIPIO	POBLACIÓN	NOMBRE MUNICIPIO	POBLACIÓN
Ahualulco	18,644	San Nicolás Tolentino	5,466
Alaquines	8,186	Santa Catarina	11,835
Aquismón	47,423	Santa María del Río	40,326
Armadillo de los Infante	4,436	Santo Domingo	12,043
Cárdenas	18,937	San Vicente Tancuayalab	14,958
Catorce	9,716	Soledad de Graciano Sánchez	267,839
Cedral	18,485	Tamasopo	28,848
Cerritos	21,394	Tamazunchale	96,820
Cerro de San Pedro	4,021	Tampacán	15,838
Ciudad del Maíz	31,323	Tampamolón Corona	14,274
Ciudad Fernández	43,528	Tamuín	37,956
Tancanhuitz	21,039	Tanlajás	19,312
<b>Ciudad Valles</b>	<b>167,713</b>	Tanquián de Escobedo	14,382
Coxcatlán	17,015	Tierra Nueva	9,024
Charcas	21,138	Vanegas	7,902
Ébano	41,529	Venado	14,492
Guadalcázar	25,985	Villa de Arriaga	16,316
Huehuetlán	15,311	Villa de Guadalupe	9,779
Lagunillas	5,774	Villa de la Paz	5,350
Matehuala	91,522	Villa de Ramos	37,928
Mexquitic de Carmona	53,442	Villa de Reyes	46,898
Moctezuma	19,327	Villa Hidalgo	14,876
Rayón	15,707	Villa Juárez	10,174
Rioverde	91,924	Axtla de Terrazas	33,245
Salinas	30,190	Xilitla	51,498
San Antonio	9,390	Zaragoza	24,596
San Ciro de Acosta	10,171	Villa de Arista	15,528
San Luis Potosí	772,604	Matlapa	30,299
San Martín Chalchicuatla	21,347	El Naranjo	20,495

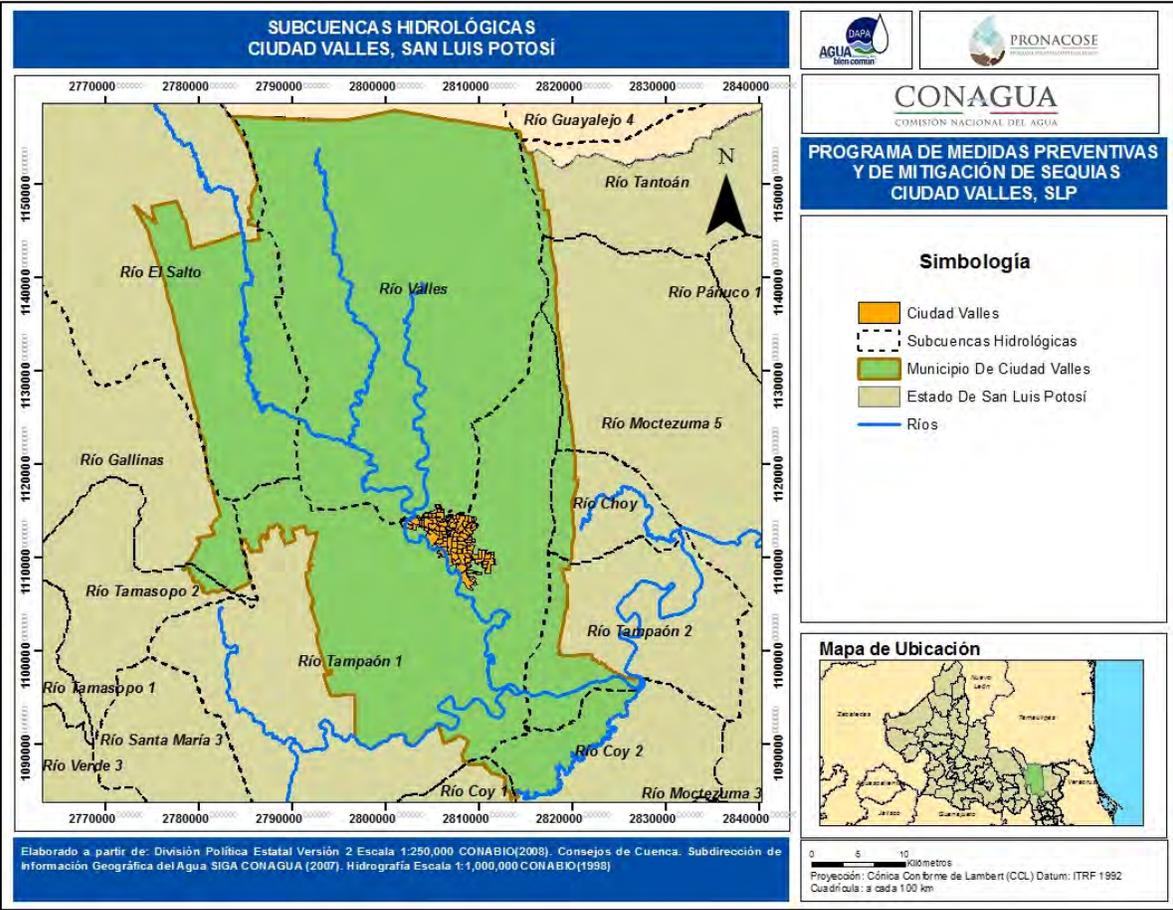
Ciudad Valles es uno de los 58 municipios de San Luis Potosí, ocupa el 4% de la superficie del estado (Mapa 4.1). Se localiza al oriente, en la región de la Huasteca entre los paralelos 22° 25' y 21° 44' de latitud norte y los meridianos 98° 49' y 99° 21' de longitud oeste. Tiene una altitud entre 20 y 900 msnm. Colinda al norte con los municipios de Nuevo Morelos y Antiguo Morelos, del Estado de Tamaulipas; al este con el municipio de Tamuín; al sur con los municipios de Aquismón y Tanlaías; y al oeste con los municipios de Tamasopo y El Naranjo, del estado de San Luis Potosí.



**Mapa 4.1** Localización del municipio de Ciudad Valles, San Luis Potosí.

El Municipio de Valles, San Luis Potosí; cuenta con 482 localidades y su cabecera municipal es Ciudad Valles, la cual constituye el área de estudio de este Programa.

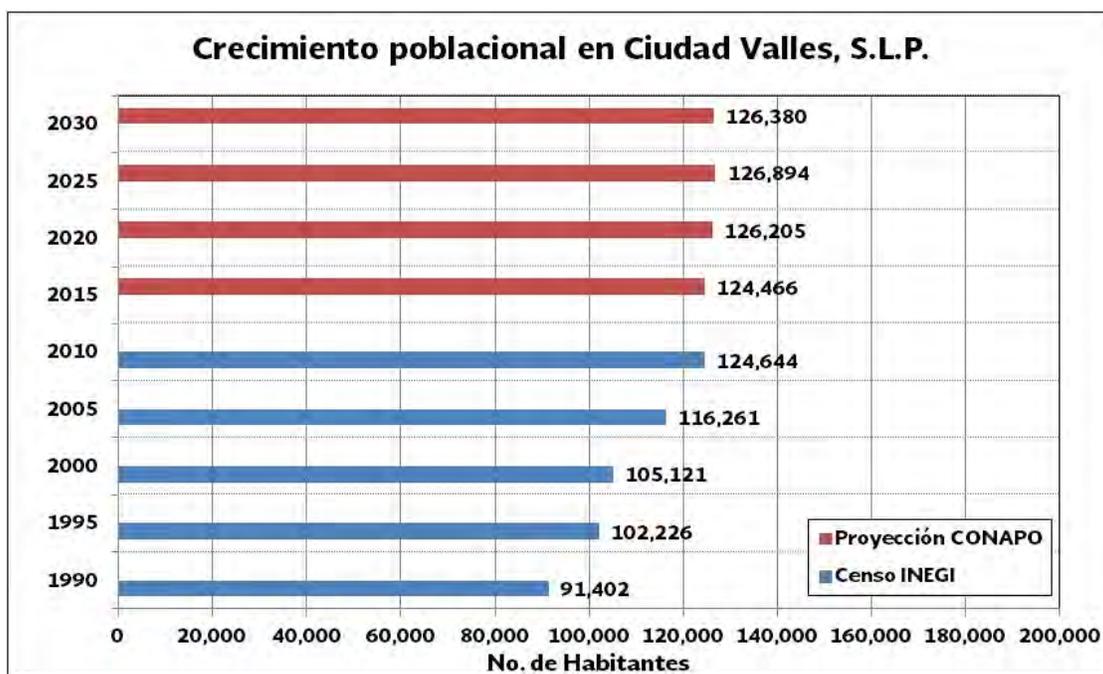
Por otro lado, en términos hidrológicos, la localización de la zona urbana de Ciudad Valles la sitúa dentro de las subcuencas Río Tropaón 1 y Río Valles, ambas pertenecientes a la subregión hidrológica del Río Tamuín (RH26C) (Ver Mapa 4.2).



**Mapa 4.2** Localización de las subcuencas hidrológicas dentro de Ciudad Valles.

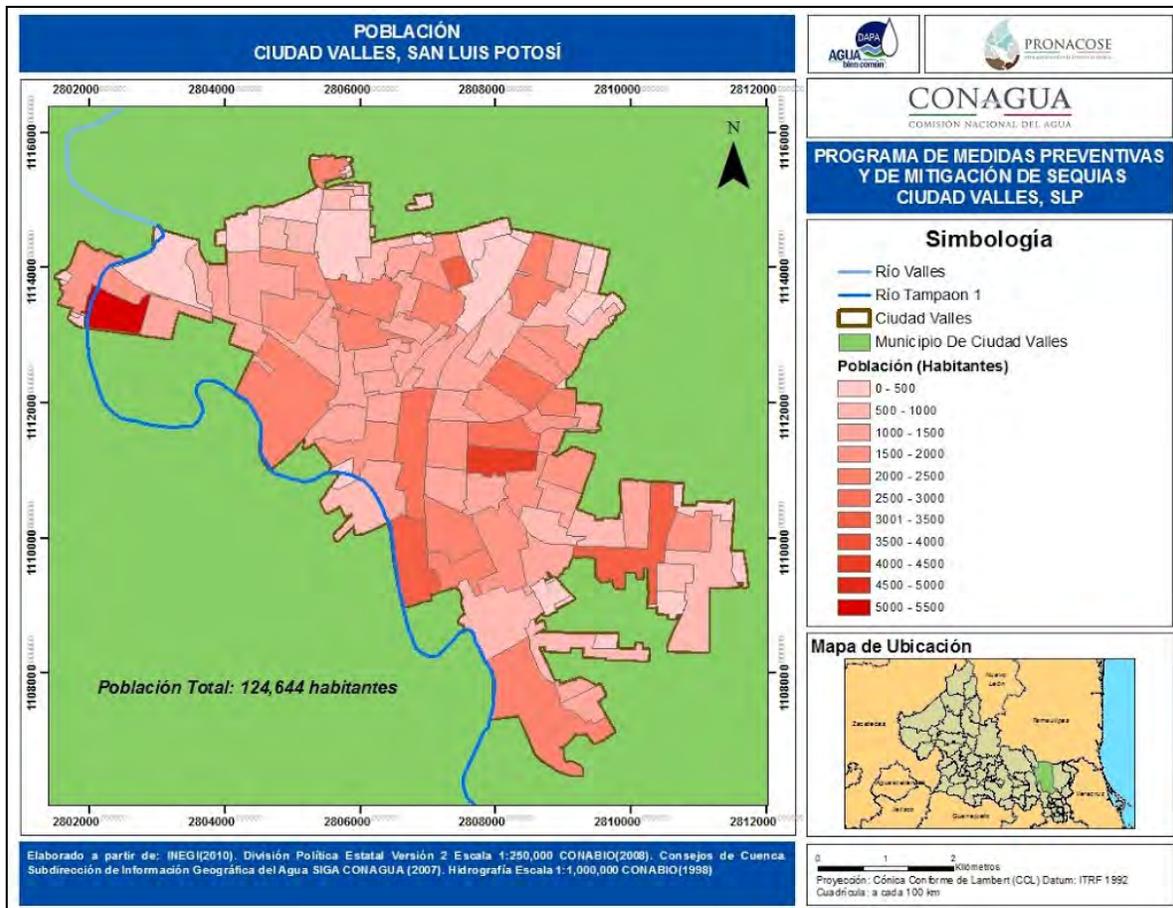
## 4.2. Población

Ciudad Valles tiene una superficie urbana de 34.298 km<sup>2</sup> y cuenta con 124,644 habitantes, según datos publicados en el año 2010 por el Instituto Nacional de Estadística y Geografía (INEGI). El crecimiento poblacional de Ciudad Valles en el año 2010 fue de 1.1%, con respecto al año 2005. El Gráfico 4.3, muestra el crecimiento poblacional de la ciudad.



**Gráfico 4.1** Crecimiento poblacional de Ciudad Valles, San Luis Potosí.

Ciudad Valles aloja 3,634.15 hab/km<sup>2</sup> y la conforman 114 AGEB (Área Geodésica Básica, definida por el INEGI), el Mapa 4.3 muestra la distribución de la población por AGEB.



**Mapa 4.3** Población por AGEB en Ciudad Valles, San Luis Potosí.

### 4.3. Economía

Ciudad Valles es un importante centro comercial agrícola y ganadero, también tiene industrias de azúcar, cemento y cuenta con servicios turísticos. Es la principal ciudad de la Huasteca Potosina y la segunda ciudad más importante después de la Zona Metropolitana de San Luis Potosí, debido a su localización geográfica y a su desarrollo urbano que se ha venido dando paulatinamente, por el rápido crecimiento de la ciudad en los últimos años. En la región se habla el idioma español y la lengua Teenek o Huasteca.

## **5. Información climática**

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 tal razón, un Programa de Medidas Preventivas y de Mitigación de la Sequía para usuarios urbanos o municipales requiere conocer los antecedentes climáticos de la localidad y la probabilidad de padecer sequías en el futuro.

De acuerdo a los *“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”*, publicados el 22 de noviembre de 2012 por la SEMARNAT en el Diario Oficial de la Federación, la CONAGUA debe analizar y dictaminar los registros climatológicos e hidrométricos de los índices denominados Índice Estandarizado de Precipitación ó *Standardized Precipitation Index (SPI)* y el Índice de Sequía por Escurrimiento ó *Streamflow Drought Index” (SDI)*.

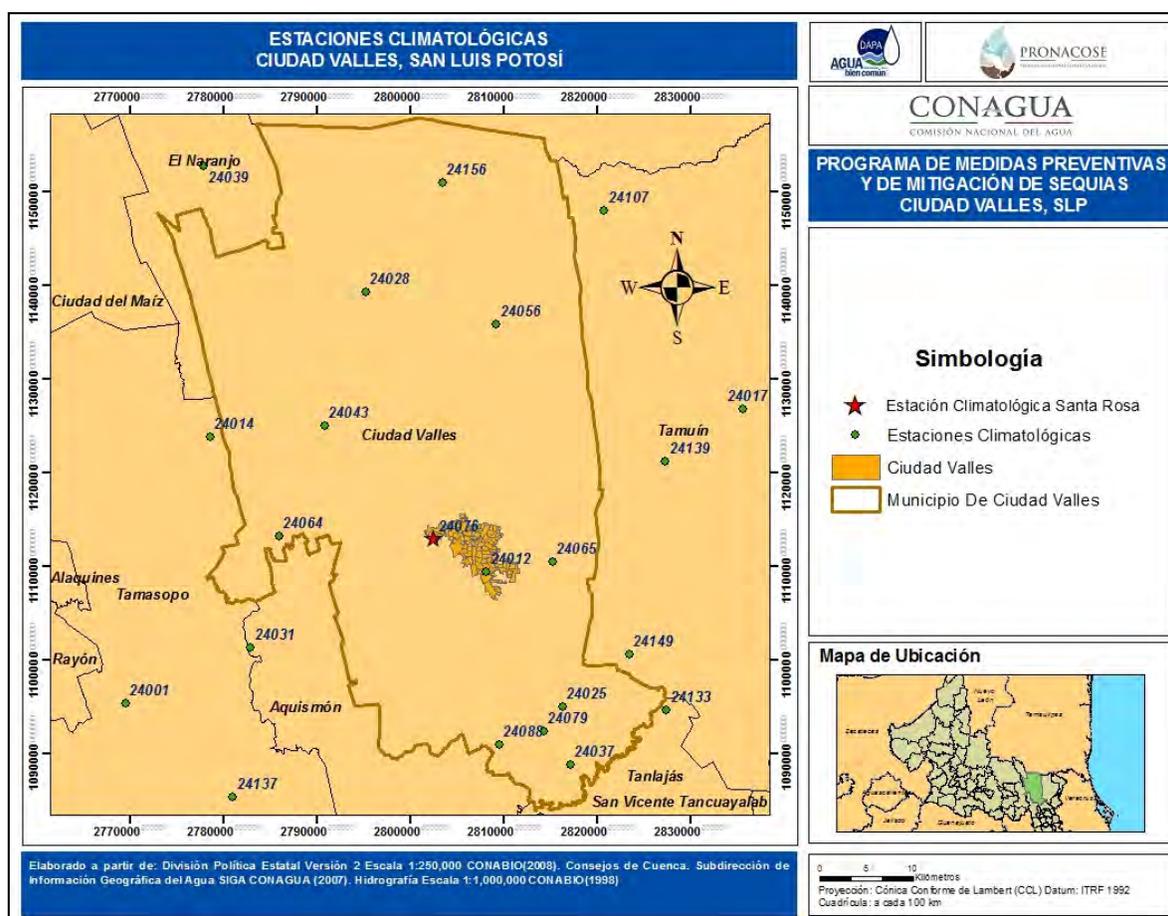
### **5.1. Precipitación y Temperatura**

La presencia o ausencia de sequías en un territorio está relacionada con el clima, y el clima, está integrado por factores como la latitud, altitud, orografía, continentalidad, circulación atmosférica y corrientes marinas (Orellana *et al*, 2009). Las variables climáticas que más se usan para caracterizar el clima son la temperatura media y la precipitación. Asimismo, otra variable que complementan el comportamiento de la temperatura media y que también

proporcionan información relevante acerca del clima y ayuda a la presencia de sequía, es la temperatura máxima extrema.

**Tabla 5.1** Estaciones localizadas dentro del límite municipal de Ciudad Valles.

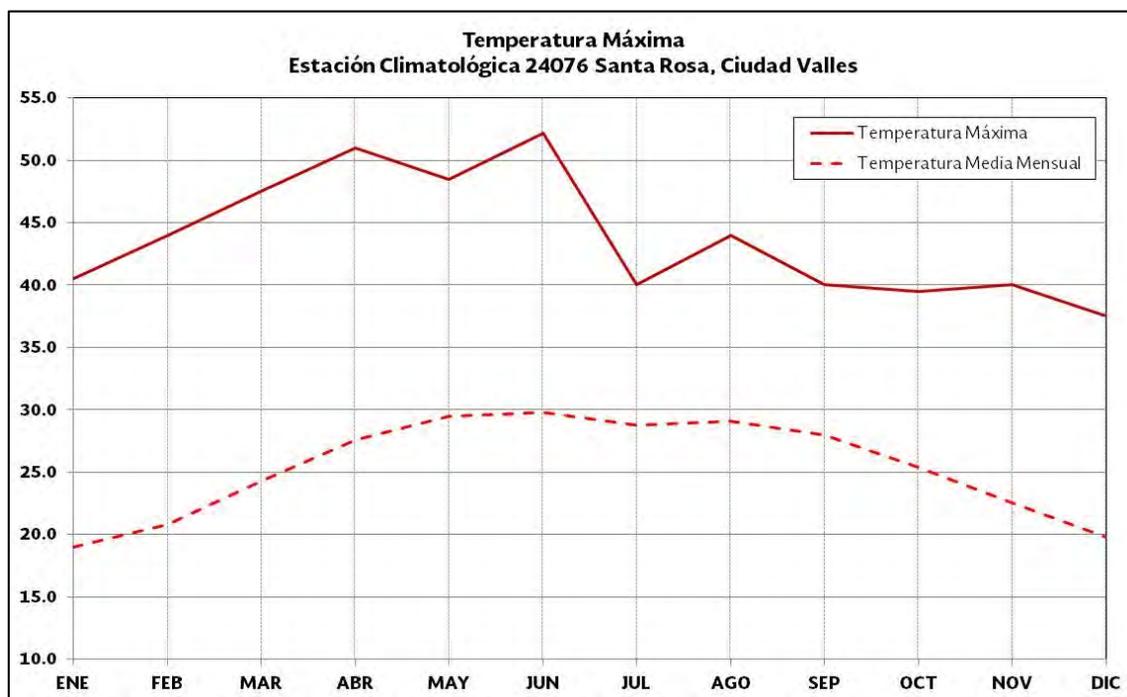
ID	ESTACIONES	ID	ESTACIONES
24012	CIUDAD VALLES	24064	SAN DIEGUITO
24025	EL PUJAL	24065	SAN FELIPE
24028	EL TIGRE	24076	SANTA ROSA
24037	LAS MORITAS	24079	SANTIAGUILLO
24043	MICOS	24088	TANTIZOHUICHE
24056	PONCIANO ARRIAGA	24156	BUENAVISTA



**Mapa 5.1** Estaciones climatológicas localizadas dentro del límite municipal de Ciudad Valles.

Para caracterizar el comportamiento de estas dos variables: precipitación y temperatura, se identificaron 12 estaciones climáticas operando ubicadas dentro del límite municipal de Ciudad Valles (Tabla 5.1 y Mapa 5.1). Para la mancha urbana de Ciudad Valles se ubicaron dos: la estación 24076 Santa Rosa localizada al oeste y la estación Valles 24012, localizada al sureste de Ciudad Valles.

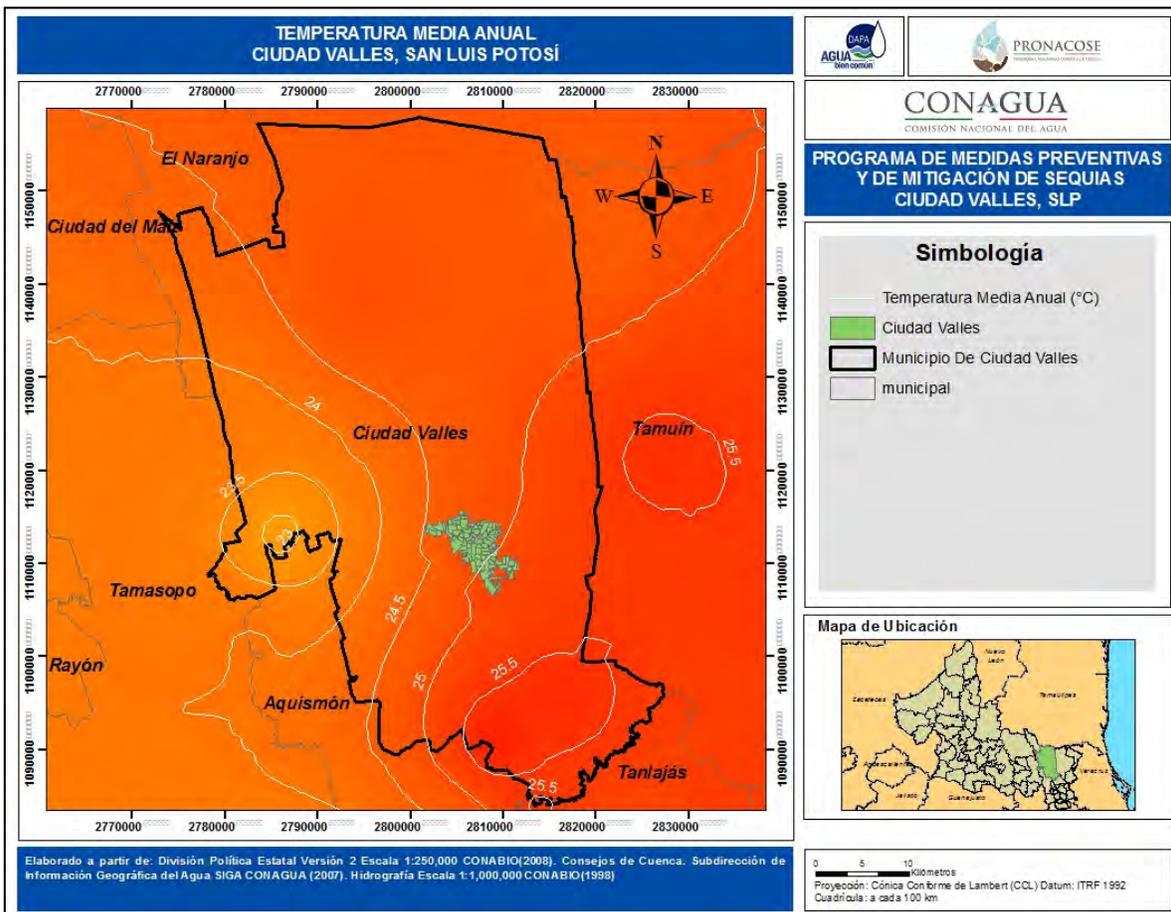
Sin embargo, sólo se ha utilizado la estación climatológica Santa Rosa para describir el comportamiento de la precipitación y la temperatura, debido a que cumple con los requisitos de serie larga (mayor a 30 años) 1961-2014, menos de 20% de datos faltantes e información continua y operativa. La estación Santa Rosa está localizada al oeste de la cabecera municipal en las coordenadas 22° 0' 23" latitud norte y 99° 3' 16" de longitud oeste, a una altitud de 81 msnm.



**Gráfico 5.1** Régimen térmico en la estación climatológica 24076 Santa Rosa, 1961-2014.

## Temperatura

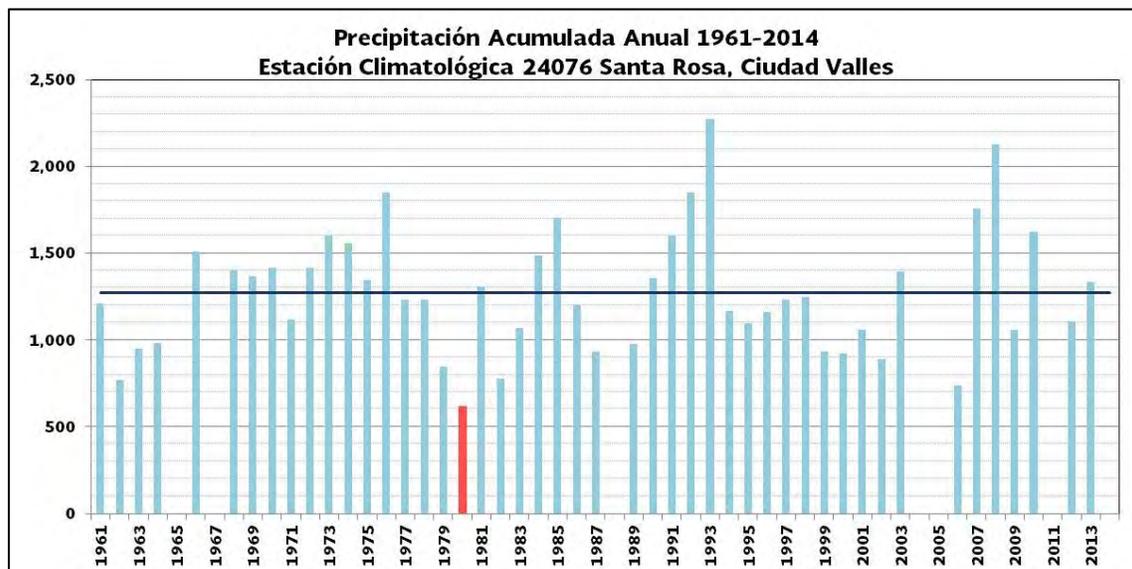
La temperatura media anual es de 25.4°C. El régimen térmico, Gráfico 5.1, muestra a los meses de mayo (29.5°C), junio (29.8°C) y agosto (29.1°C), como los más cálidos. Los meses más frescos son enero y diciembre con temperaturas de 19°C y 19.8°C, respectivamente. En lo que respecta a la temperatura máxima, esta alcanza un valor promedio anual de 43.7°C, los meses de abril y junio observan las más altas temperaturas, con valores entre 48°C y 52.2°C. La distribución espacial de la temperatura media anual en el municipio de Ciudad Valles se observa en el Mapa 5.2.



**Mapa 5.2** Distribución espacial de la temperatura media anual en el municipio de Ciudad Valles.

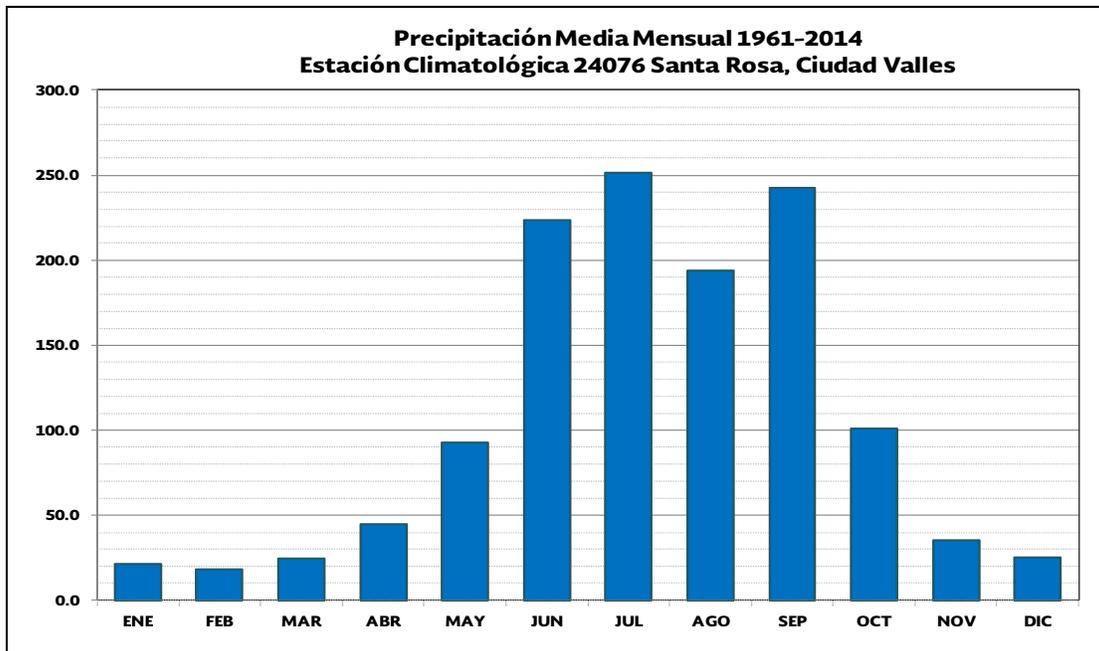
## Precipitación

La precipitación media anual en la estación Santa Rosa es de 1,273.4 mm, Gráfico 5.2. Del periodo de registro 1961-2014, se observa el año de 1980 con la menor precipitación registrada 620.5 mm. El año con mayor precipitación fue 1993, con 2,276.0 mm.

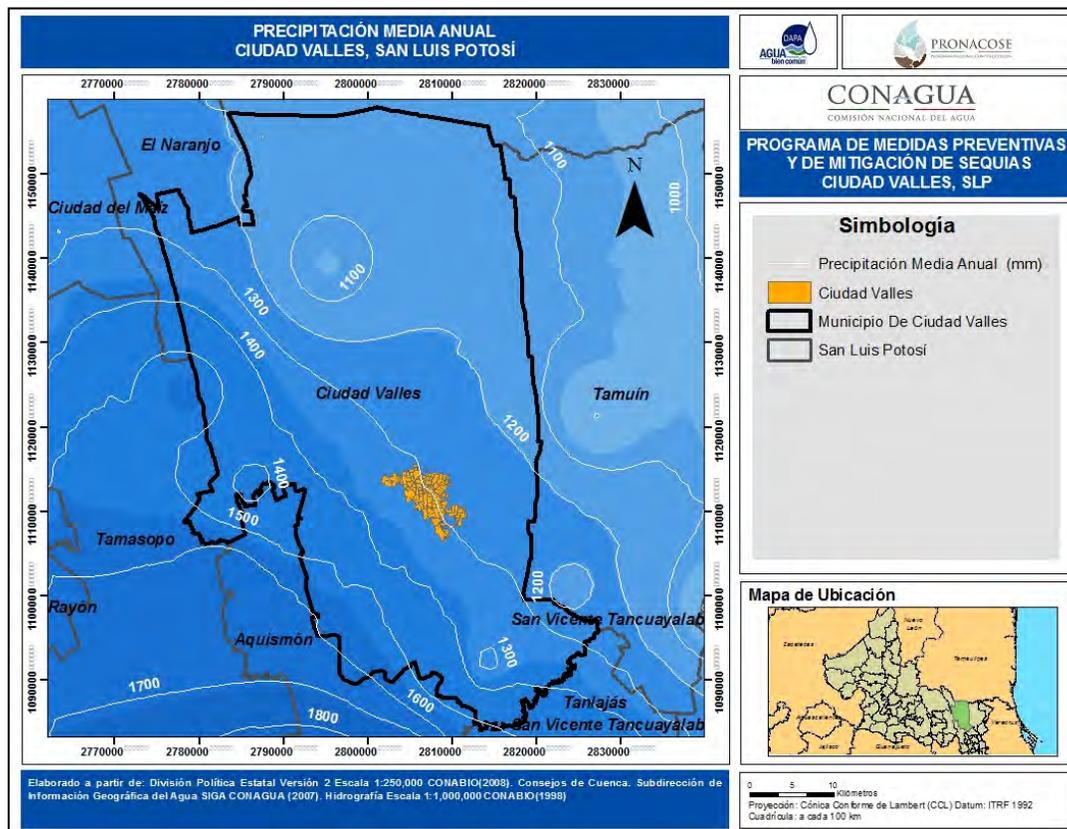


**Gráfico 5.2** Precipitación acumulada anual en la estación climatológica 24076 Santa Rosa.

El régimen pluviométrico (Gráfico 5.3, registra a los meses de junio a septiembre, como los meses más lluviosos, con valores promedio de 223.4 mm, 251.3 mm, 193.6 mm y 242.7 mm, respectivamente. Los meses secos son de diciembre a marzo con valores de 25 mm, 21.5mm, 17.9 y 24.6 mm. El Mapa 5.3, muestra la distribución espacial de la precipitación media anual en el municipio de Ciudad Valles.

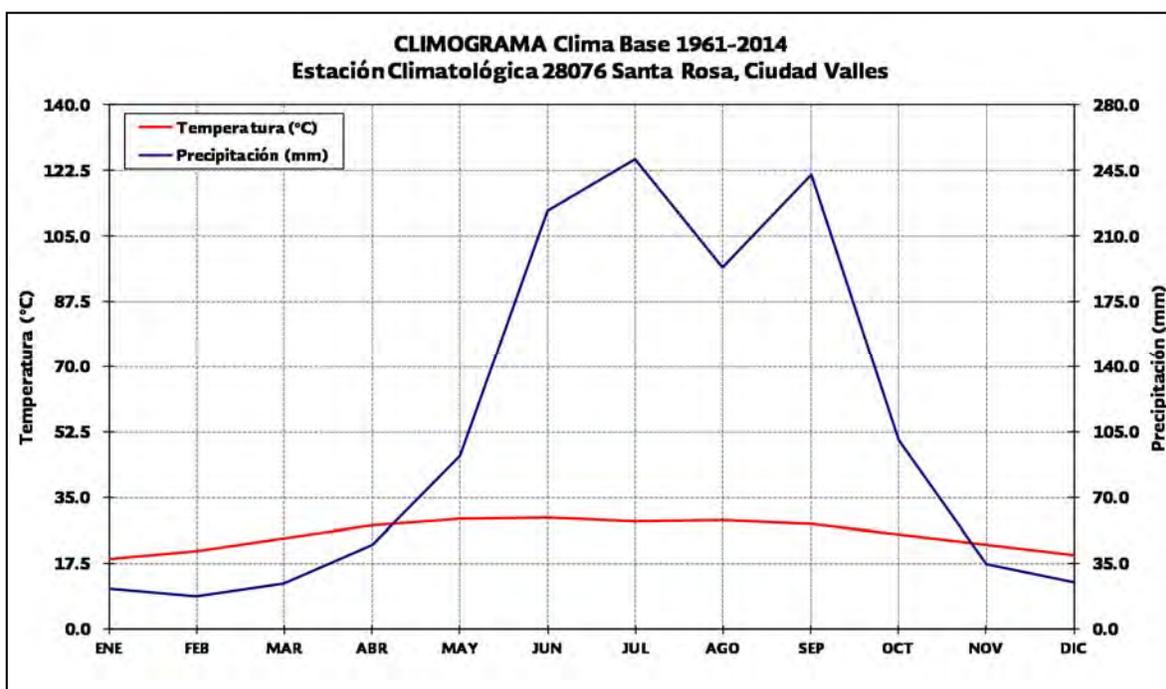


**Gráfico 5.3** Régimen pluviométrico en la estación climatológica 24076 Santa Rosa.



**Mapa 5.3** Distribución espacial de la precipitación media anual en el municipio de Ciudad Valles.

El análisis de la temperatura y la precipitación (Gráfico 5.4), nos determina el clima de Ciudad Valles como cálido húmedo con lluvias en verano. En primavera y verano se registran temperaturas máximas hasta de 52.2°C, comúnmente en esta temporada se presentan también fuertes vientos y tormentas. En invierno se observan temperaturas mínimas de 0.0°C a 2.5°C con un frío húmedo, con algunas precipitaciones y nieblas por el paso de frentes fríos.



**Gráfico 5.4** Temperatura-Precipitación en la estación climatológica 24076 Santa Rosa 1961-2014.

## 5.2. Índice Estandarizado de Sequía

El Índice Estandarizado de Sequía **SPI (Standardized Precipitation Index)** fue desarrollado por Thomas McKee (1993) con el objetivo de poner las bases para el seguimiento y definición de la sequía meteorológica en los Estados Unidos. Éste índice es uno de los índices empleados por el Centro Climático de Colorado **CCC (Colorado Climate Center)** y el Centro Nacional para la Mitigación de la Sequía **NDMC (National Drought Mitigation Center NDMC)**, los dos en Estados Unidos.

El **SPI** es un índice de normalización de la precipitación histórica que permite identificar condiciones de déficit y exceso de precipitación a corto y largo plazo. El índice es calculado en base a la suposición de que la precipitación se ajusta a una distribución probabilística Gamma, por lo que al utilizar estos índices para ajustarlos a una distribución de probabilidad normal se le nombra como estandarización o normalización de la precipitación. Los valores del **SPI** son representativos de la variabilidad de la precipitación con respecto a su historial, en donde los valores negativos indican déficit y los positivos superávit.

El **SPI** sirve para determinar la severidad y temporalidad de una sequía. Asimismo, este índice es calculado para cuantificar el déficit o exceso de precipitación en seis escalas temporales: **SPI-1/3/6/9/12/24** meses. El **SPI-1**, indica las condiciones de humedad del suelo, el **SPI-3** es una estimación de la precipitación estacional, y los **SPI-6/9/12/24**. Los impactos en los niveles de reserva de agua.

**Tabla 5.2** Clasificación del tipo de sequía, según el valor del SPI.

Categoría	Clasificación	SPI	Descripción
D0	Anormalmente Seco	-0.50 a -0.99	El déficit de agua es de 5 a 10% respecto a la demanda. Comienza la sequía.
D1	Sequía Moderada	-1.00 a -1.49	El déficit de agua es de 10 al 20% respecto a la demanda. Algunas medidas son voluntarias, pero otras ya son obligatorias.
D2	Sequía Severa	-1.50 a -1.99	El déficit de agua es de 20 a 35% respecto a la demanda. Las medidas de reducción y restricción en el uso del agua son obligatorias
D3	Sequía Extrema	-2.00 a -2.49	El déficit de agua está entre el 35 y 50% respecto a la demanda. Las reducciones restricciones y observancia de los programas de contingencia son rigurosamente observadas y sancionadas.
D4	Sequía Excepcional	-2.50 o menor	El déficit de agua superior al 50% respecto a la demanda. Condiciones de sobrevivencia. En estos casos, lo más importante es proteger el consumo humano, y tener un cuidado extremo para que la situación no avance.

Fuente: Giddings L.M. et al (2005)

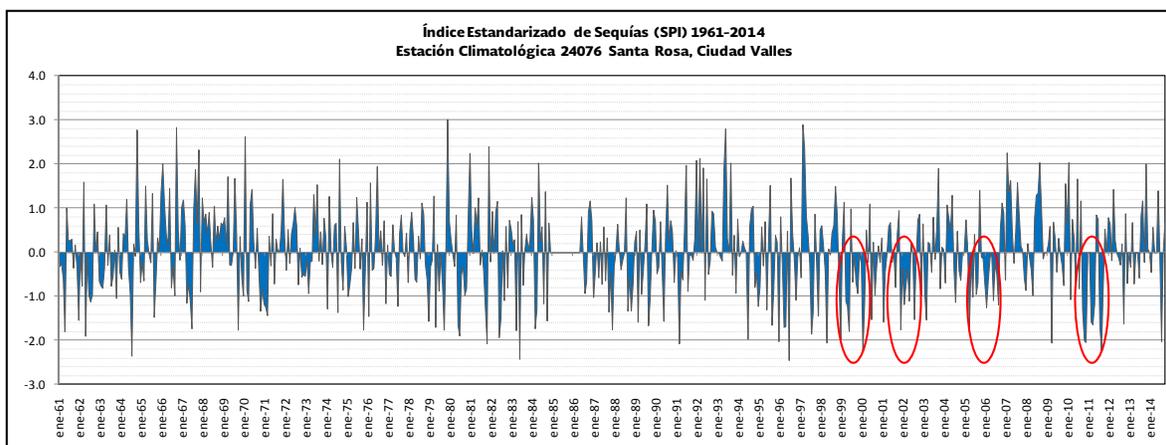
Con los valores obtenidos del SPI se clasifica la sequía en 5 categorías (Tabla 5.2) lo que está relacionado con la clasificación de la Intensidad de la Sequía de acuerdo al Monitor de Sequía de América del Norte (NADM) donde se define una descripción del tipo de sequía que se presenta en base al déficit de agua.

El Servicio Meteorológico Nacional calcula el SPI a partir de un conjunto de estaciones de la Base de Datos Climatológica que cumplen los requisitos de serie larga (mayor a 30 años), menos de 20% de datos faltantes y que reporten información de manera operativa. El número de estaciones puede variar debido a la pérdida de estaciones de largo período o por la incorporación de aquellas que cumplen con los requisitos establecidos.

Para la ciudad de Valles, se identificó la estación climatológica 24076 Santa Rosa, localizada al oeste de la ciudad. Esta estación tiene una serie histórica para el SPI-1 desde enero de 1961 hasta octubre de 2014. El análisis de la serie indica, que en los últimos 50 años se han presentado 16 periodos de sequías (Gráfico 5.5).

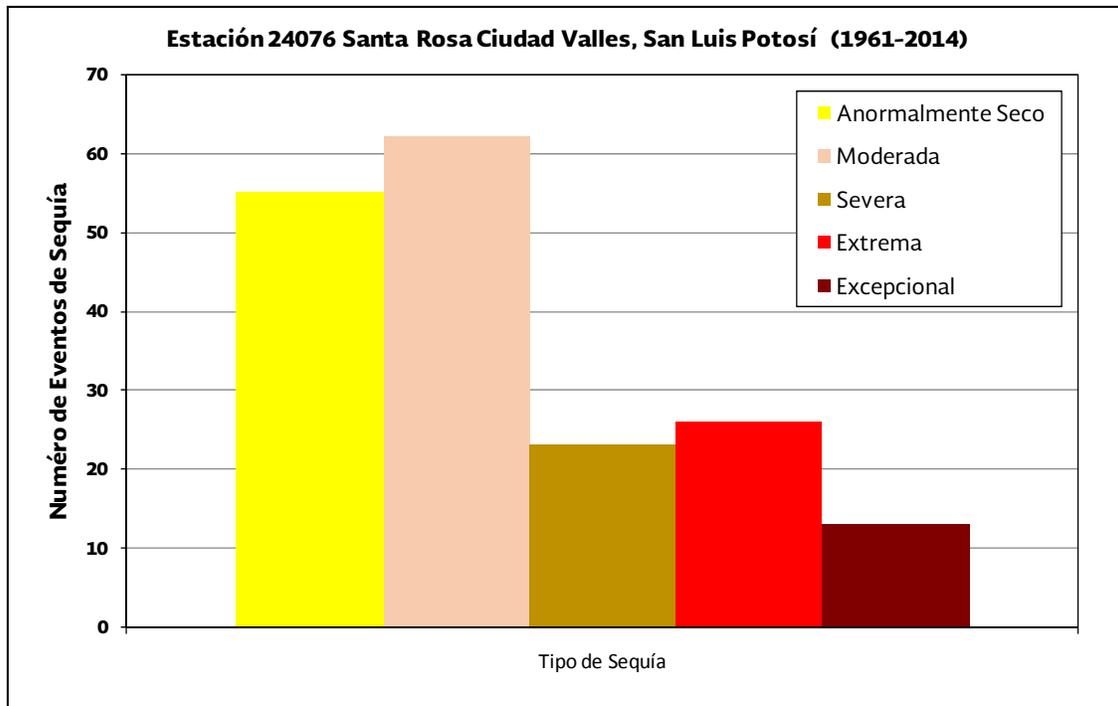
Los periodos más significativos se registran de:

- Sep-1995 a jul-1996, observándose desde sequía moderada hasta sequía excepcional, está última en los meses de enero y julio de 1996.
- Dic-1998 a mar-2000, observándose desde sequía anormal hasta sequía excepcional, está última en febrero de 2000.
- Dic-2001 a mar-2003, observándose desde sequía anormal hasta sequía severa, esta última en agosto de 2001 y febrero de 2003.
- Jun-2010 a oct-2011 (considerado el periodo más severo 17 meses), registrándose sequía excepcional en dos meses consecutivos noviembre y diciembre de 2010.



**Gráfico 5.5** Comportamiento del SPI en la estación climatológica 24076 Santa Rosa.

En total, durante el periodo 1961-2014 se han registrado 13 casos de sequía excepcional, el de mayor intensidad ocurrió en julio de 1996 con un valor de SPI de -2.45; el último se presentó en agosto de 2014 con un valor de SPI de -2.02. Han ocurrido 26 casos de sequía extrema, 23 de sequía severa, 62 de sequía moderada y 55 de condición anormalmente seca (Ver Gráfico 5.6).



**Gráfico 5.6** Eventos de sequía registrados en la estación climatológica 24076 Santa Rosa.

### 5.3. Índice de Sequía por Esguerrimiento

El Índice de Sequía por Esguerrimiento **SDI (Streamflow Drought Index)** fue desarrollo por Nalbantis y Tsakiris (2008). Este índice refiere al análisis de la sequía hidrológica debido a las deficiencias en las disponibilidades de agua superficial, es medido a partir de los esguerrimientos, y de acuerdo a su metodología, la relación de sequía entre cuatro aspectos, severidad-duración-frecuencia-área, se reduce a sólo dos: severidad vs frecuencia.

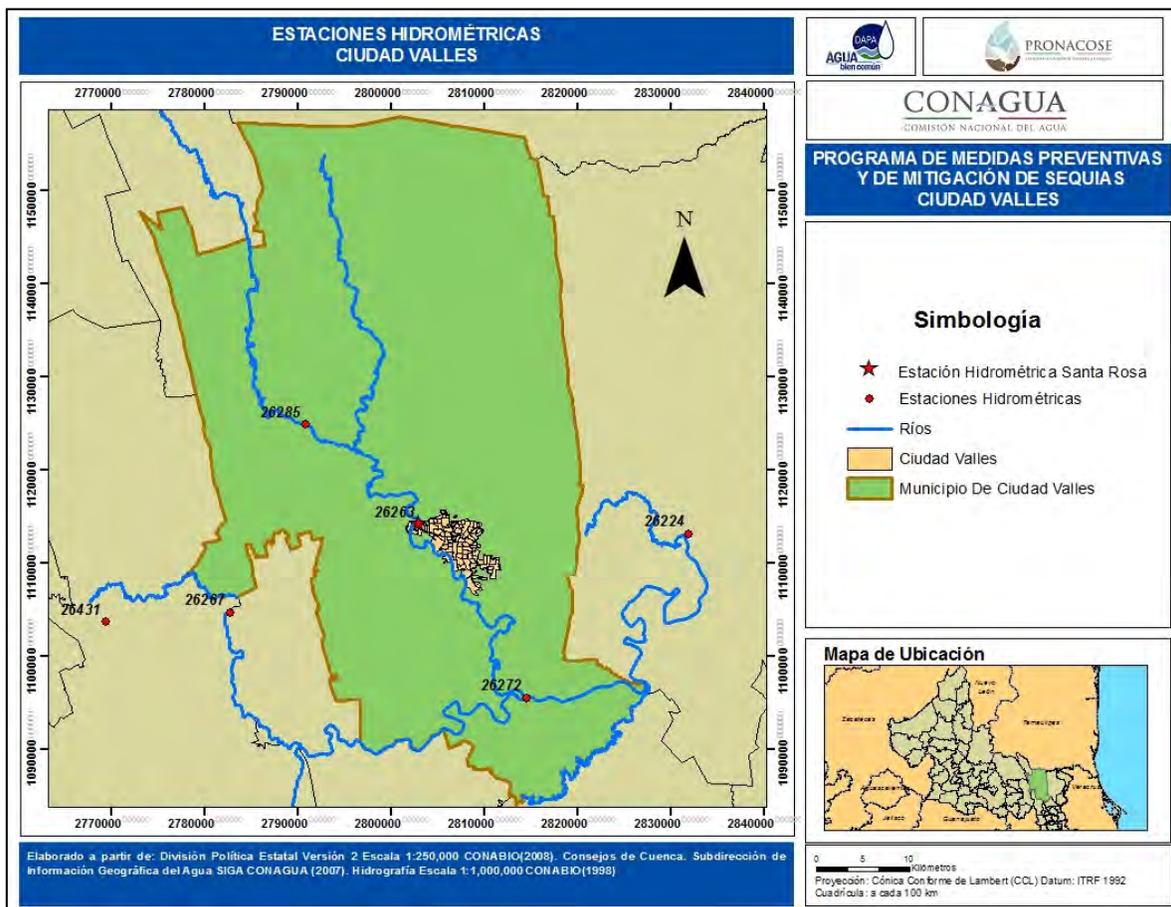
EL **SDI** al igual que el **SPI** es un índice de normalización del esguerrimiento histórico acumulado, el esguerrimiento sigue una probabilidad de distribución sesgada, la cual puede aproximarse a la familia de las funciones de distribución Gamma.

Con los valores obtenidos del SDI se clasifica la sequía en 5 categorías (Tabla 5.3) lo que está relacionado con la clasificación de la Intensidad de la Sequía.

**Tabla 5.3** Clasificación del tipo de sequía, según el valor del SDI.

Categoría	Clasificación	Criterio
(0)-NS	No Sequía	$SDI \geq 0.00$
(1)-SL	Sequía Ligera	$-1.00 \leq SDI < -0.00$
(2)-SM	Sequía Moderada	$-1.50 \leq SDI < -1.00$
(3)-SI	Sequía Intensa	$-2.00 \leq SDI < -1.50$
(4)-SE	Sequía Extrema	$SDI < -2.00$

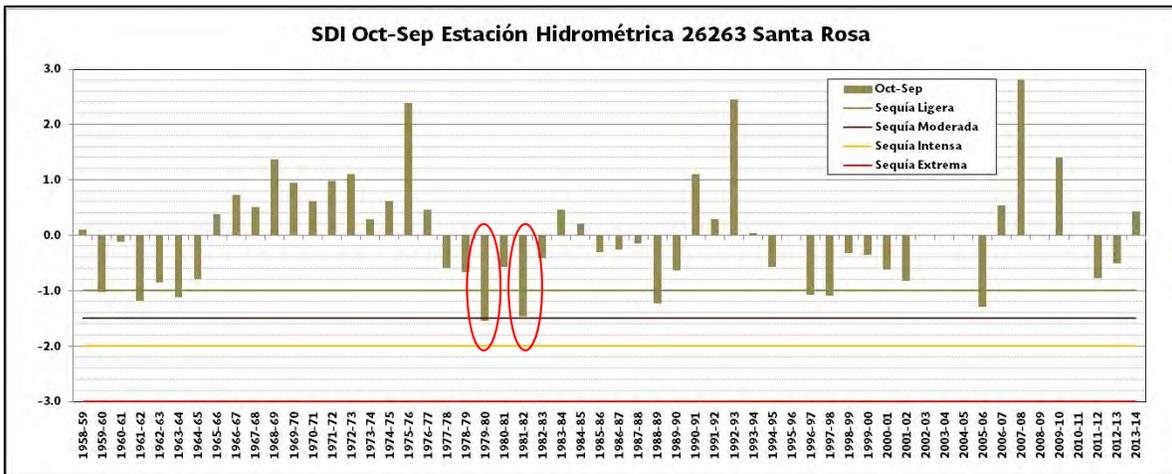
Fuente: Nalbantis y Tsakiris (2008)



**Mapa 5.4** Estaciones hidrométricas localizadas dentro del límite municipal de Ciudad Valles.

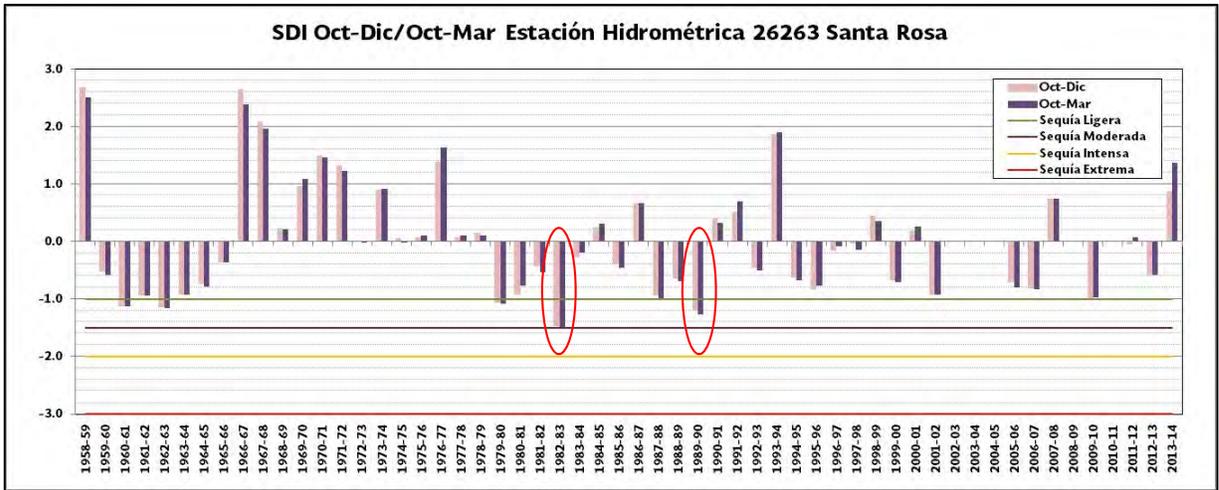
Para la Ciudad de Valles, se identificó la estación hidrométrica 26263 Santa Rosa, localizada al noroeste de la ciudad (Mapa 5.4). Esta estación tiene una serie histórica de escurrimiento desde mayo de 1958 hasta octubre de 2014. Se calculó el SDI, para esta serie, el análisis de la serie indica, que en los últimos 56 años, 27 años han presentado algún tipo de sequía.

Para el periodo oct-sep (Gráfico 5.7), se registraron 17 eventos: 18 con sequía ligera, 8 con sequía moderada y 1 con sequía intensa.



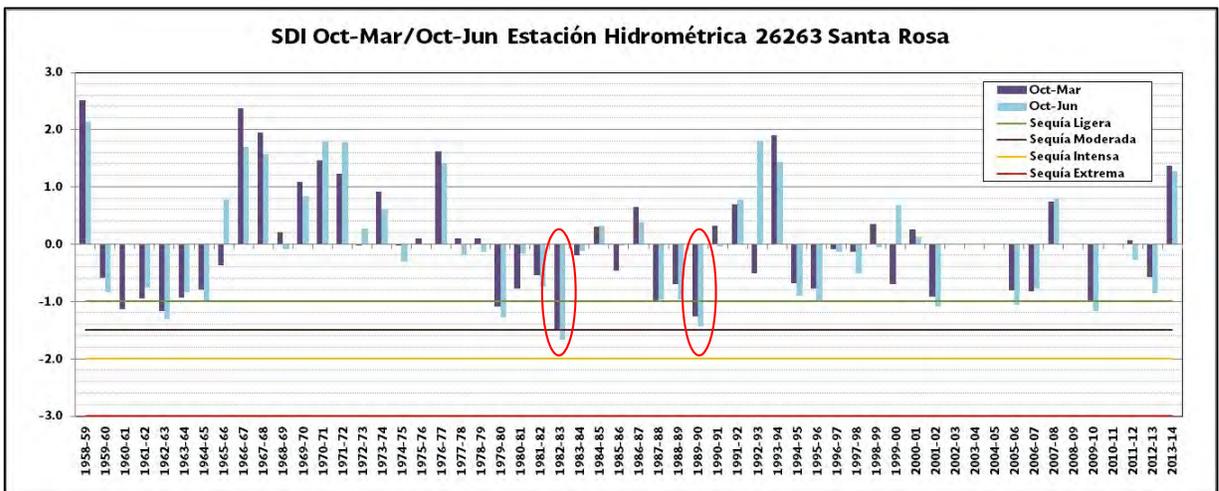
**Gráfico 5.7** Comportamiento del SDI (oct-sep) en la estación hidrométrica 26263 Santa Rosa.

Para el periodo oct-dic y oct-mar (Gráfico 5.8), se observan 27 eventos de sequía, los más significativos son, 1982-83 y 1989-90, con sequía moderada.



**Gráfico 5.8** Comportamiento del SDI (oct-dic y oct-mar) en la estación hidrométrica 26263 Santa Rosa.

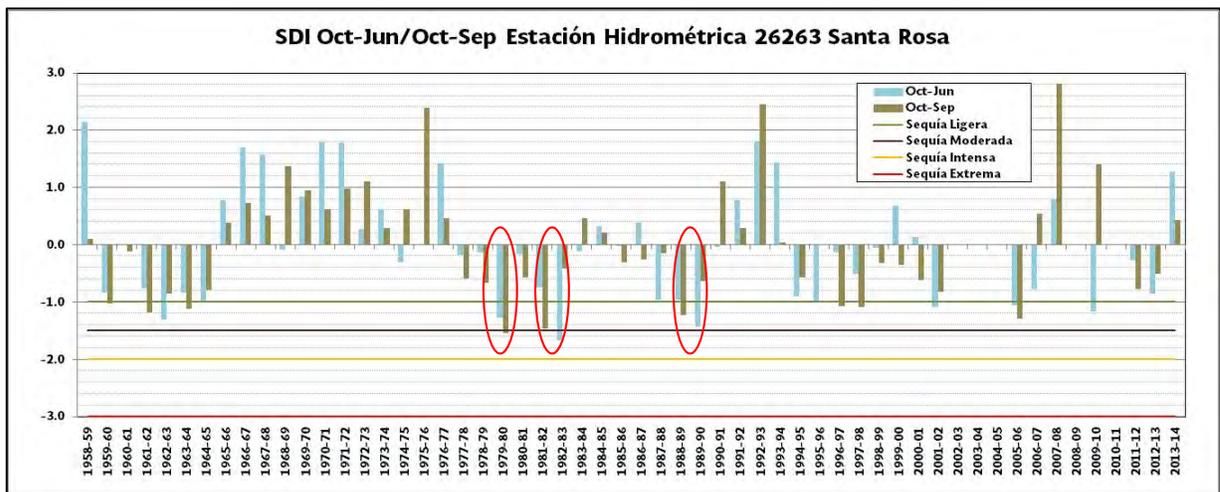
Para el periodo oct-mar y oct-jun (Gráfico 5.9), se observan 32 eventos de sequía, los más significativos son, 1982-83 con sequía intensa y 1989-90 con sequía moderada.



**Gráfico 5.9** Comportamiento del SDI (oct-mar y oct-jun) en la estación hidrométrica 26263 Santa Rosa.

Para el periodo oct-jun y oct-sep (Gráfico 5.10) se observan 33 eventos de sequía, los más significativos son, 1979-80 y 1982-83 con sequía intensa;

1981-82, 1988-89 y 1989-90 con sequía moderada.



**Gráfico 5.10** Comportamiento del SDI (oct-jun y oct-sep) en la estación hidrométrica 26263 Santa Rosa.

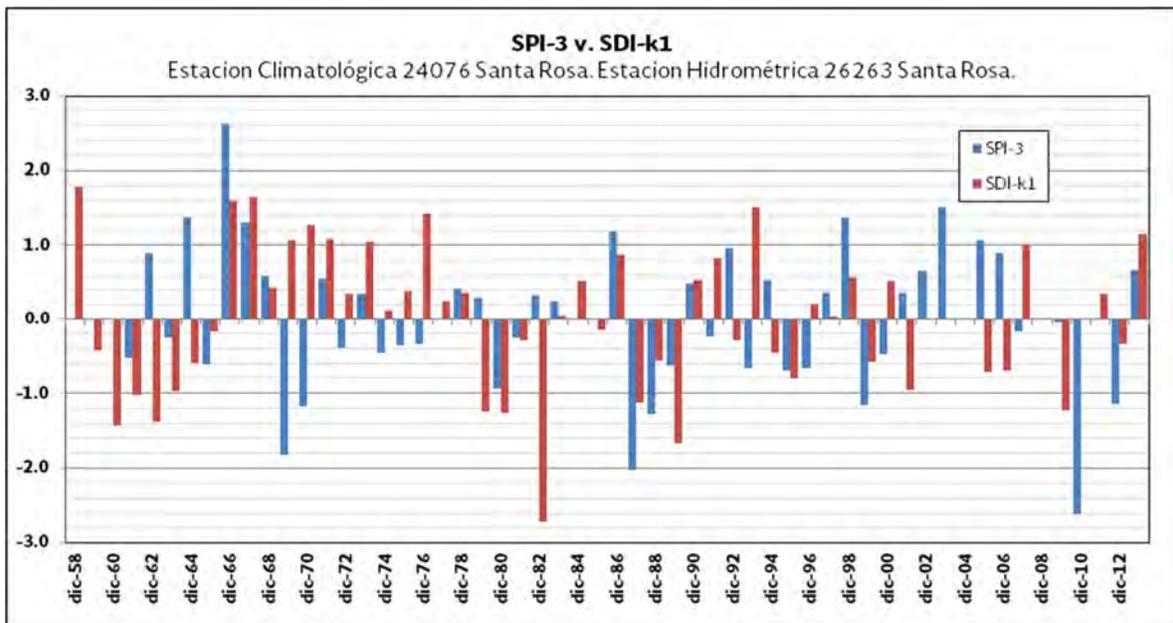
#### 5.4. SPI v. SDI

Para poder comparar el comportamiento simultáneo de los dos índices de sequía, es necesario de que el periodo de ambos índices sea el mismo; en el caso de las estaciones climatológica e hidrométrica utilizadas en Ciudad Valles es posible, ya que la información es muy completa.

El SPI-3 y el SDI-k1, ambos examinan un periodo de tres meses que contempla los meses de octubre a diciembre, periodo que podría clasificarse como una estimación de la precipitación estacional. En el caso del SPI-3 (Ver Gráfico 5.11.) se utiliza el estimado para el mes de diciembre que comprende a los mismos meses que tiene en cuenta el SDI-k1.

Se observa un comportamiento similar en los dos índices, sin embargo en algunos casos la sequía meteorológica no concuerda con lo que muestra la

sequía por escurrimiento. El caso más notable es en octubre-diciembre de 1982, donde el índice de sequía de escurrimiento (SDI) es muy bajo (-2.72), mientras que el índice de sequía meteorológica (SPI) nos muestra un pequeño valor positivo (0.33).

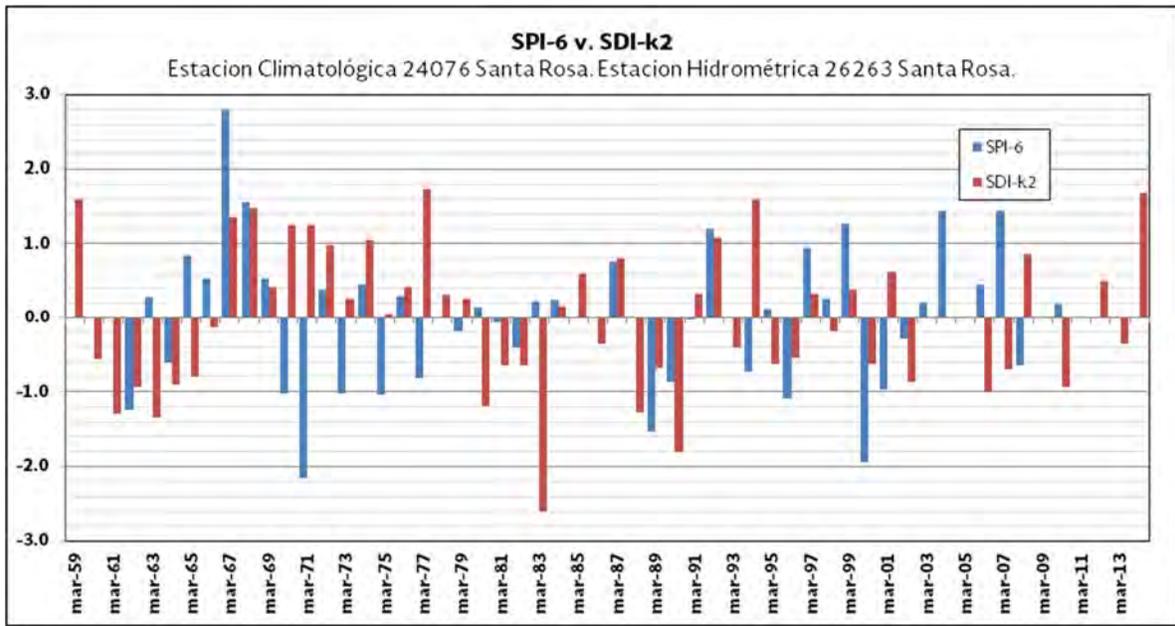


**Gráfico 5.11** Comportamiento del SPI-3 de la estación climatológica 24076 Santa Rosa y del SDI-k1 de la estación hidrométrica 26263 Santa Rosa.

En el Gráfico 5.12, se observa al SPI-6 y SDI-k2. Estos consideran un periodo desde octubre a marzo, el SPI-6 que se grafica corresponde al determinado para el mes de marzo para coincidir con el SDI-k2.

Dentro del periodo octubre-marzo 1970 hasta octubre-marzo 1978, el SPI y el SDI muestran valores opuestos. Mientras que el SDI presenta valores positivos, el SPI observa valores entre un rango de 0.45 a -2.15; lo que indica una baja precipitación que en la mayoría de los casos no se vio reflejada en el escurrimiento. En los periodos octubre-marzo 1962 a octubre-marzo 1969 y octubre-marzo 1987 a octubre-marzo 1992, la mayor parte de los valores en

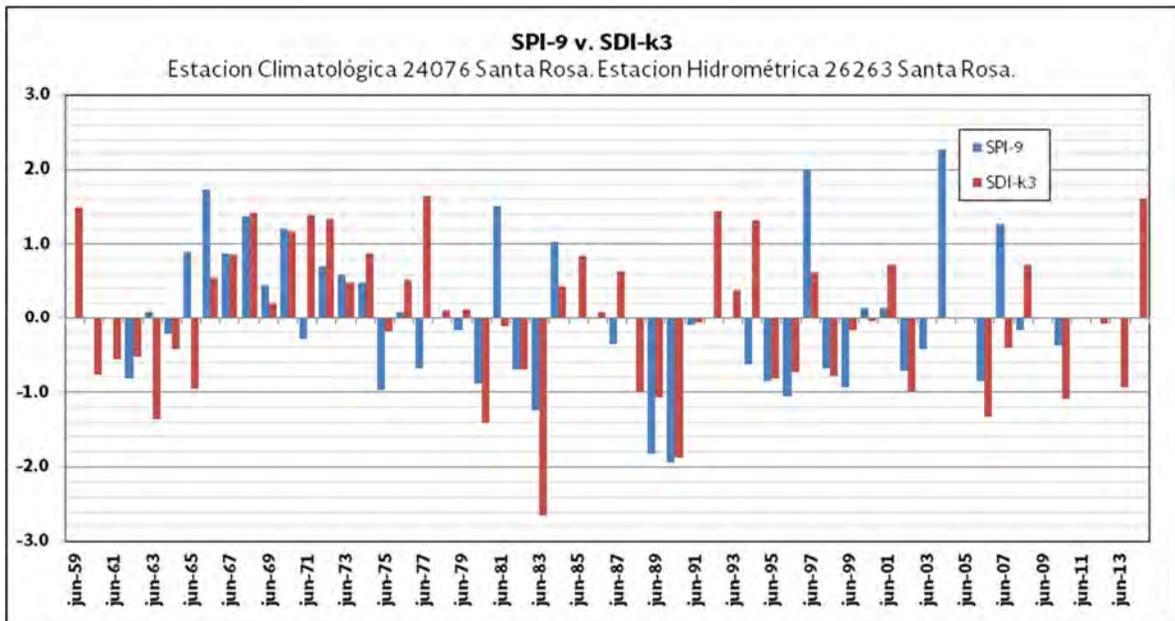
ambos índices se comportan de una manera semejante. También destaca octubre-marzo 1983 con el índice de escurrimiento más bajo del registro (-2.59), acompañado por un valor muy pequeño en el SPI (0.22).



**Gráfico 5.12** Comportamiento del SPI-6 de la estación climatológica 24076 Santa Rosa y del SDI-k2 de la estación hidrométrica 26263 Santa Rosa.

El SPI-9 y SDI-k3, contemplan un periodo de nueve meses a partir de octubre hasta el mes de junio, periodo en el que se pueden representar los impactos en los niveles de reserva de agua.

En el Gráfico 5.13, se muestra un comportamiento muy semejante entre los dos índices de sequías, principalmente en los periodos octubre-junio 1962 a octubre-junio 1974, donde se observa una temporada, a partir del año 1966, en la que en su mayor parte no se presentaron niveles de sequías; y el periodo octubre-junio 1989 a octubre-junio 1998, siendo que se registraron sequías significativas dentro de los primeros años de este periodo de acuerdo a los dos índices.

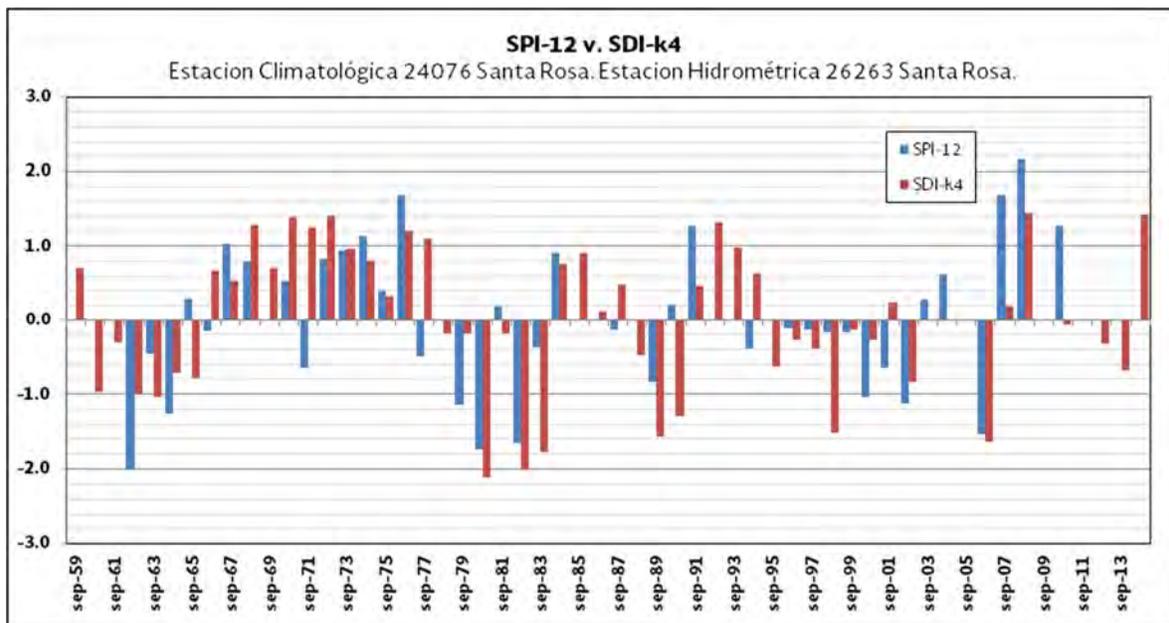


**Gráfico 5.13** Comportamiento del SPI-9 de la estación climatológica 24076 Santa Rosa y del SDI-k3 de la estación hidrométrica 26263 Santa Rosa.

El SPI-12 y el SDI-k4, contemplan un periodo de doce meses a partir de octubre hasta el mes de septiembre, lo que representa el comportamiento de valores anuales, tanto de precipitación como de escurrimientos. El SPI-12 que se grafica corresponde al determinado para el mes de septiembre para coincidir con el SDI-k4.

En el Gráfico 5.19, se muestra los dos índices de sequía, y que se comportan de forma muy similar. Se observa un periodo de sequía continuo en el periodo octubre-septiembre 1962 a octubre-septiembre 1964, siendo el SPI más marcado que el SDI, y también en el periodo de octubre-septiembre 1980 hasta octubre-septiembre 1983, donde los índices de sequía son muy bajos. Recientemente destaca el periodo de octubre-septiembre de 2006.

También se observa un periodo donde no hubo sequías que corresponde de octubre-septiembre 1966 hasta octubre-septiembre 1977.



**Gráfico 5.14** Comportamiento del SPI-12 de la estación climatológica 24076 Santa Rosa y del SDI-k4 de la estación hidrométrica 26263 Santa Rosa.

## **6. Descripción del Organismo Operador de Agua de Ciudad**

### **Valles**

El agua es un recurso estratégico para la seguridad nacional ya que posee un alto valor económico, social y ambiental (FCEA, s.f.). En México, los servicios del agua potable están a cargo de los municipios, que crean organismos operadores (O.O.) para atender las necesidades de abasto, alcantarillado, saneamiento y disposición sin riesgo de las aguas residuales.

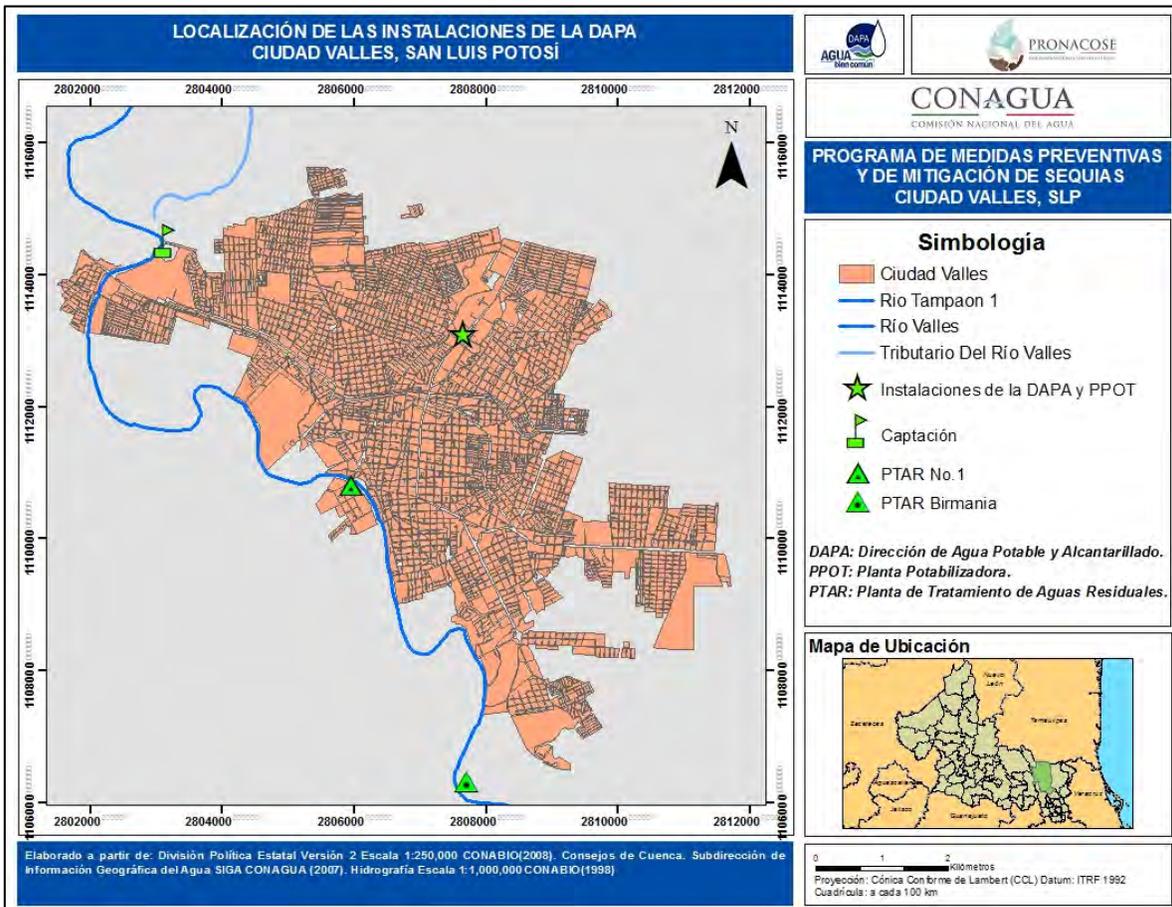
Como ya se mencionó en capítulos anteriores, el organismo operador de agua en la zona urbana del municipio de Ciudad Valles corresponde a la Dirección de Agua Potable, Alcantarillado y Saneamiento (DAPA) de Ciudad Valles, S.L.P (Ver **Anexo 1**).

#### **6.1. Fuentes de abastecimiento**

La DAPA de Cd. Valles, S.L.P. (Ver Mapa 6.1), tiene como única fuente de abastecimiento de agua potable al Río Valles, el aprovechamiento se hace en la margen izquierda del río, mediante 2 bocatomas separadas de sección circular con tuberías de 20 y 24 pulgadas de diámetro respectivamente, estas alimentan dos cárcamos de bombeo:

- El cárcamo número 1 tiene instalados 2 equipos de bombeo verticales tipo turbina de 300 h.p. c/u (gasto = 160 lps cdt = 90 mca c/u). Del cárcamo número 1 nace la línea de conducción número 1 de 18 pulgadas de diámetro construida con tubería de asbesto-cemento y con una longitud de 5 kilómetros.

- El cárcamo número 2 cuenta con 3 equipos de 300 h.p. (gasto = 150 lps cdt= 110 mca c/u). El cárcamo número 2 nacen la línea de conducción N°2 de 20 pulgadas de diámetro de asbesto cemento, y también la línea de conducción N°3 de 18" de diámetro de polietileno de alta densidad, de igual longitud;
- Tres líneas de conducción terminan en la planta potabilizadora, la que tiene una capacidad instalada de 600 lps, está ubicada en la parte norte de la mancha urbana sobre las coordenadas 22° 00' 24.05" latitud norte, 99° 00' 18.26" longitud oeste.



**Mapa 6.1** Localización de las instalaciones de la DAPA de Ciudad Valles.

## **6.2. Sistema de potabilización de la DAPA**

El sistema de potabilización en Ciudad Valles se lleva a cabo en la planta potabilizadora Ciudad Valles, localizada dentro de las instalaciones principales de la DAPA. La planta potabilizadora tiene una capacidad instalada de 600 lps.

El sistema de potabilización de la planta potabilizadora, consta:

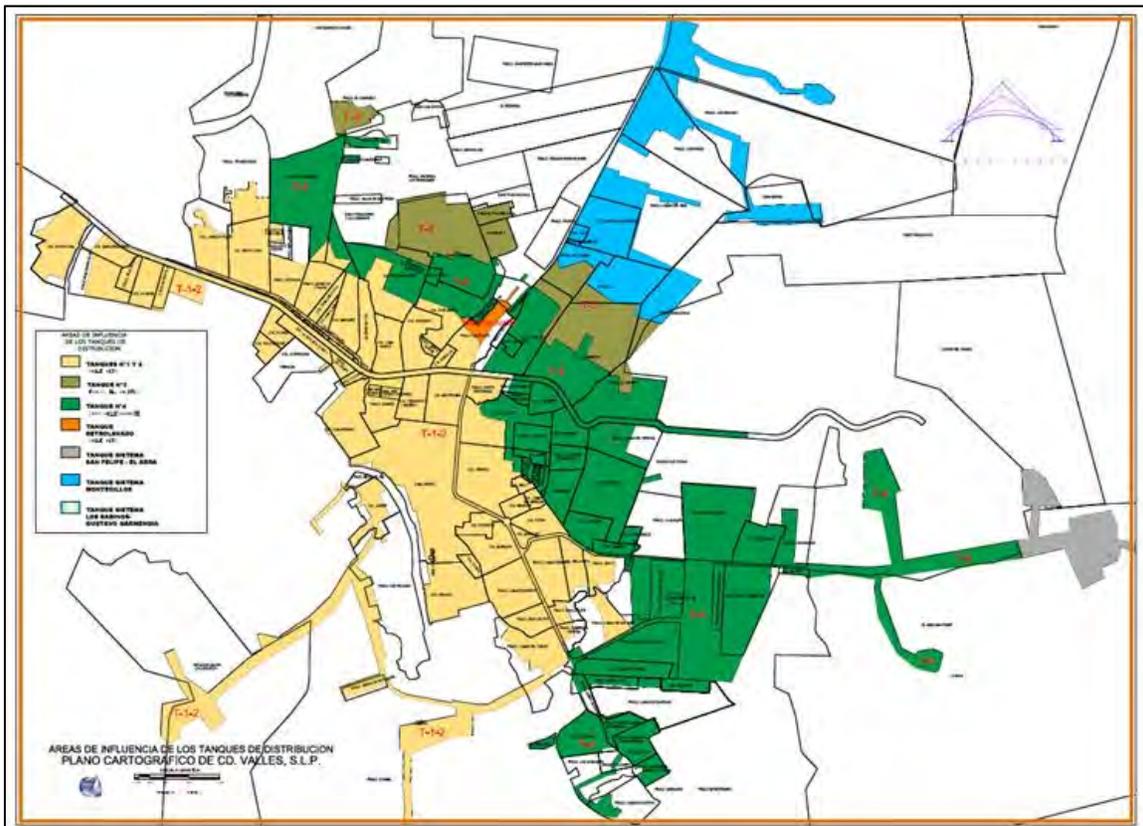
- A. Módulo de floculación.- se tienen en operación 2 módulos con una capacidad de 200 lps y 2 módulos con una capacidad de 100 lps cada uno.
- B. Módulo de sedimentación.- junto con los módulos de floculación se cuenta con 2 módulos de sedimentación de 200 lps y 2 módulos de 100 lps cada uno.
- C. Filtración.- en la actualidad se cuenta con 6 módulos de filtración rápida con una capacidad de 100 lps cada uno, formados con elementos filtrantes: antracita, arena sílica y grava.
- D. Sistema de cloración formado por dos cloradores, y 9 cilindros con una capacidad para almacenar gas cloro de 1 tonelada cada uno.

### **6.2.1. Tanques**

El sistema de distribución en la zona urbana se realiza a partir de seis tanques de regulación (Mapa 6.2), siendo estos:

- El número **1** y **2** con una capacidad de 2, 500 m<sup>3</sup> cada uno, abastecen la zona baja, y son alimentados por gravedad desde la planta potabilizadora.
- El tanque número **3** con una capacidad de 1, 000 m<sup>3</sup> es alimentado mediante dos bombas de 60 hp c/u desde la planta potabilizadora y abastece la parte alta de la ciudad.

- El tanque número **4** de 2, 500 m<sup>3</sup> de capacidad y abastece la parte media de la ciudad y se abastece mediante dos equipos de bombeo 1 de 100 hp y 1 de 60 hp desde la planta potabilizadora, además de estos, están el tanque del **hospital general** con una capacidad de 450 m<sup>3</sup> y alimenta al hospital, al club campestre y a los locales comerciales y viviendas aledañas al hospital y el tanque del **Fracc. Huastecas** con una capacidad de 250 m<sup>3</sup> que alimenta a los fraccionamientos huastecas, Fovissste lomas de Santiago el gavilán i, ii y iii. Estos tanques se abastecen del tanque 4.



**Mapa 6.2** Áreas de influencia de los tanques de distribución en Ciudad Valles.

## 6.2.2. Sistemas de conducción y distribución

La DAPA hasta el año 2013 tiene un cobertura de 50.93 km<sup>2</sup>, una longitud de conducción de 15 km y una longitud de distribución de 646.25 km (Ver Tabla 6.1), y cuenta con diferentes diámetros que van desde 4 hasta 24 pulgadas distribuidas por todo el sistema.

**Tabla 6.1** Situación de la Conducción y Distribución en el Sistema.

Longitud (km)	2008	2009	2010	2011	2012	2013
<b>Conducción</b>	15.00	15.00	15.00	15.00	15.00	15.00
<b>Distribución</b>	607.00	S/D	614.48	616.91	625.75	646.25

Para el año 2013 el sistema tenía 43, 023 tomas activas, corroboradas en sitio, distribuidas en tomas domésticas, comerciales, industriales y otras (Ver Tabla 6.2).

**Tabla 6.2** Relación de tomas activas por actividad.

Actividad	2008	2009	2010	2011	2012	2013
<b>Doméstica</b>	35,949	36,375	37,130	38,202	38,941	39,693
<b>Comercial</b>	2,135	2,534	2,528	2,457	2,483	2,509
<b>Industrial</b>	354	349	362	359	386	390
<b>Otras</b>			418	419	418	431
<b>Total</b>	<b>38,438</b>	<b>39,258</b>	<b>40,438</b>	<b>41,437</b>	<b>42,228</b>	<b>43,023</b>

## 6.3. Planta de tratamiento de aguas residuales

Para el tratamiento de aguas residuales en Ciudad Valles, la DAPA cuenta con tres estaciones de bombeo de agua residual (A. R.):

1. Estación de bombeo de aguas residuales N°1: Cuenta con subestación eléctrica, caseta de control de motores, patio de maniobras, generador

de energía eléctrica diésel y 4 equipos de bombeo sumergibles (3 equipos de 7.5 hp y 1 equipo de 10 hp) y agua potable.

2. Estación de bombeo de aguas residuales N°2: Cuenta con subestación eléctrica, caseta de control de motores, patio de maniobras, generador de energía eléctrica diesel y 4 equipos de bombeo sumergibles (de 60 hp cada uno) y agua potable.
3. Estación de bombeo de aguas residuales Tampaya: Cuenta con subestación, caseta de control de motores, patio de maniobras y 2 equipos de bombeo sumergibles para agua residual de 7.5. Hp c/u.

y dos plantas de tratamiento (Ver Mapa 6.1):

1. Planta de tratamiento de aguas residuales N°1. Planta de tratamiento de aguas residuales a base de lagunas con una capacidad de tratamiento instalada de 180 litros por segundo (lps), cuenta con 2 trenes de tratamiento que a su vez están divididos en:
  - 2 lagunas anaeróbicas
  - 3 lagunas facultativas
  - Caseta de medición de flujo
  - Sistema fotovoltaico para el medidor de flujo
  - Medidor de flujo electrónico.
2. Planta de tratamiento de agua residual “Birmania”. Planta de tratamiento de aguas residuales mecanizada bajo el principio de lodos activados aireación extendida con una capacidad de tratamiento de 120 lps y cuenta con:

a) Pretratamiento dividido en:

- 1 desarenador.
- 1 sistema de rejillas de desbaste.
- 1 hidrocriba automática.
- 1 cárcamo de bombeo con 4 bomba sumergible de 25 hp c/u.

b) Tratamiento:

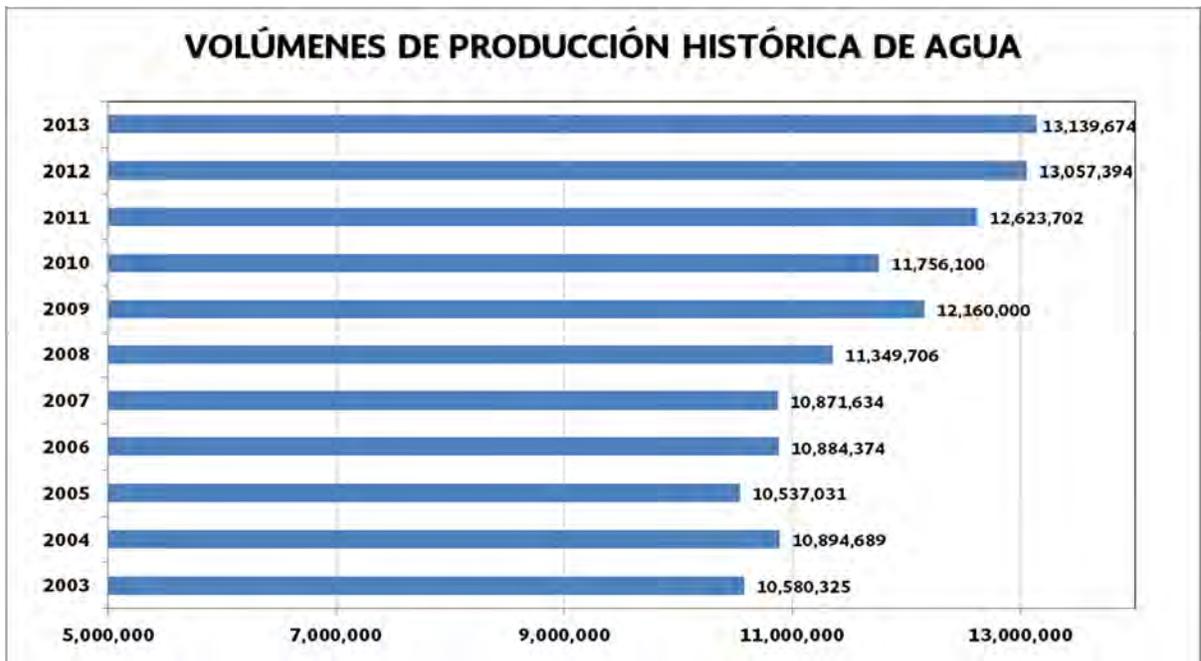
Está conformado por dos trenes de tratamiento dividido en:

- 1 reactor biológico con sistema de aireación sumergida por difusores de burbuja fina.
- 1 digestor de lodos con sistema de aireación sumergida por difusores de burbuja gruesa. cada uno, además: 1 sedimentador secundario, 1 tanque de contacto de cloro, 1 equipo para medición de flujo, 1 subestación eléctrica, 1 cuarto de control de motores, 4 equipos sopladores, Equipos de bombeo varios, 1 filtro prensa, 1 sistema de desinfección del agua en base a cloro gas.

#### **6.4. Volúmenes de producción histórica de agua**

Los volúmenes de producción de agua en Ciudad Valles han ido aumentando en los últimos años, en comparación con datos obtenidos desde 2003 (Ver Gráfico 6.1), siendo el volumen de producción más alto el que se registró en 2013, con un total de 13, 139, 674 m<sup>3</sup>. También destaca la producción en los años anteriores al 2013, donde la producción fue mayor a los 12 millones de m<sup>3</sup> (13, 057, 394 m<sup>3</sup> en el año 2012; 12, 623, 702 m<sup>3</sup> en 2011; y 12, 160, 000 m<sup>3</sup> en 2009).

Por otro lado, se tiene que el volumen de producción más bajo ocurrió en 2005, con un volumen de producción de 10, 537, 031 m<sup>3</sup>, seguido de los años 2003 y 2007, con volúmenes de 10, 580, 325 m<sup>3</sup> y 10, 871, 634 m<sup>3</sup>.



**Gráfico 6.1** Volúmenes de producción histórica de agua.

### 6.5. Captación per cápita

Con la información de la producción de agua para el sistema urbano de agua potable y con la población servida, se calcula el indicador denominado “captación per cápita” (ICPC). Este indicador se obtiene dividiendo el total anual de producción de agua en millones de metros cúbicos entre la población servida por el sistema urbano de agua potable.

$$\text{Captación per cápita} = \text{producción anual} / \text{población servida}$$

Si la producción está en metros cúbicos por habitante, se recomienda convertir esta cantidad en litros por habitante por día (l.h.d.) para que el resultado sea en la unidad de litros por habitante por día de agua producida o captada.

La información proporcionada por la DAPA indica que en el año 2013, el volumen producido fue de 35, 999, 107 litros por día (valor más alto de producción); además con el número de población atendida anualmente por el organismo operador, permitió determinar el ICPC (Ver Tabla 6.3).

**Tabla 6.3** Captación per cápita en Ciudad Valles.

<b>Año</b>	<b>Producción Diaria (lit.)</b>	<b>Población Servida (hab.)</b>	<b>ICPC</b>
<b>2003</b>	28,987,192	155,389	186.55
<b>2004</b>	29,848,463	156,809	190.35
<b>2005</b>	28,868,578	158,229	182.45
<b>2006</b>	29,820,203	137,692	216.57
<b>2007</b>	29,785,299	138,124	215.64
<b>2008</b>	31,095,085	138,538	224.45
<b>2009</b>	33,315,068	138,925	239.81
<b>2010</b>	32,208,493	139,315	231.19
<b>2011</b>	34,585,485	139,692	247.58
<b>2012</b>	35,773,682	140,125	255.30
<b>2013</b>	35,999,107	140,559	256.11

En este caso el ICPC en el año 2013 es de 256.11 lts/hab/día, mientras que en 2005, el indicador es menor, con un valor de 182.45.

En la Tabla 6.4., se agrupan los volúmenes de agua producida y los volúmenes de agua micro-medida (volumen consumido), así como las pérdidas existentes entre ambos valores, y finalmente el ICPC calculado en la tabla anterior.

**Tabla 6.4** Agua producida en Ciudad Valles.

<b>AÑO</b>	<b>Total de agua producida (introducida al sistema )</b>	<b>Total de agua suministrada (micro-medida o estimada)</b>	<b>Estimación de pérdida de agua en la red*</b>	<b>Captación per cápita (producción/población servida)</b>
<b>2003</b>	10,580,325	5,402,099	5,178,226	186.55
<b>2004</b>	10,894,689	5,805,772	5,088,917	190.35
<b>2005</b>	10,537,031	6,036,404	4,500,627	182.45
<b>2006</b>	10,884,374	6,915,811	3,968,563	216.57
<b>2007</b>	10,871,634	6,712,622	4,159,012	215.64
<b>2008</b>	11,349,706	7,020,270	4,329,436	224.45
<b>2009</b>	12,160,000	7,293,000	4,867,000	239.81
<b>2010</b>	11,756,100	7,056,566	4,699,534	231.19
<b>2011</b>	12,623,702	7,663,310	4,960,392	247.58
<b>2012</b>	13,057,394	7,242,782	5,814,612	255.30
<b>2013</b>	13,139,674	7,457,999	5,681,675	256.11

\*Pérdidas entre el volumen producido y el volumen micro-medido.

## 6.6. Población atendida por la DAPA

La población atendida por el organismo operador en Ciudad Valles desde el año 2003 hasta el año 2013, es en promedio 143, 945 habitantes por año, con una población atendida en el año 2013 de 140, 559 habitantes (Ver Tabla 6.5).

**Tabla 6.5** Población atendida por la DAPA.

<b>Año</b>	<b>Población Servida (hab.)</b>	<b>Año</b>	<b>Población Servida (hab.)</b>
<b>2003</b>	155,389	<b>2009</b>	138,925
<b>2004</b>	156,809	<b>2010</b>	139,315
<b>2005</b>	158,229	<b>2011</b>	139,692
<b>2006</b>	137,692	<b>2012</b>	140,125
<b>2007</b>	138,124	<b>2013</b>	140,559
<b>2008</b>	138,538		

## 6.7. Personal que labora en la DAPA

Para el año 2013, la DAPA cuenta con un total 265 empleados entre personal administrativo, personal de campo, sindicalizados y empleados de confianza (Ver Tabla 6.6); este valor es menor al registrado en los últimos dos años.

**Tabla 6.6** Personal que trabaja para la DAPA.

Empleados	2009	2010	2011	2012	2013
Administrativo	88	100	135	71	84
Personal de Campo	140	136	139	203	181
Sindicalizados	189	196	124	217	204
Confianza	49	41	128	57	61
<b>Total</b>	<b>241</b>	<b>236</b>	<b>274</b>	<b>274</b>	<b>265</b>

## 6.8. Calidad del agua

El número de muestreos para el análisis de la calidad del agua que realiza el organismo operador de agua de Cd. Valles, oscila alrededor de los 1,500 muestreos al año (ver Tabla 6.7), siendo 2011 el año con la mayor cantidad de muestreos registrados con un total de 1,512.

**Tabla 6.7** Números de muestreos para análisis de calidad del agua.

Año	No. de muestreos para análisis de calidad del agua	Año	No. de muestreos para análisis de calidad del agua
2003	---	2009	1,500
2004	1,500	2010	1,506
2005	1,494	2011	1,512
2006	1,494	2012	1,506
2007	1,500	2013	1,506
2008	1,494		

La norma NOM-127-SSA1-1994, publicada el 18 de enero de 1996 y modificada el 22 de noviembre de 2000, establece los límites permisibles de calidad y tratamiento a los que debe someterse el agua para su potabilización. En la Tabla 6.8, se muestran el número de pruebas NOM-127 que ha realizado la D.A.P.A. de Cd. Valles en los últimos años.

**Tabla 6.8** Pruebas NOM-127.

<b>Año</b>	<b>No. de pruebas NOM-127</b>	<b>Año</b>	<b>No. de pruebas NOM-127</b>
<b>2003</b>	18,421	<b>2009</b>	20,027
<b>2004</b>	19,792	<b>2010</b>	17,384
<b>2005</b>	20,134	<b>2011</b>	22,836
<b>2006</b>	19,687	<b>2012</b>	21,168
<b>2007</b>	18,533	<b>2013</b>	23,922
<b>2008</b>	16,907		



En la Tabla 7.1, se observa el porcentaje de cobertura de agua potable anual de Ciudad Valles que ha estado incrementándose gradualmente año tras año a partir del 2003.

**Tabla 7.1** Porcentaje de cobertura de agua potable en Ciudad Valles.

AÑOS	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013
%	92.00	92.00	92.00	91.20	93.11	94.63	95.92	98.61	98.78	98.85	99.17

Dentro de los servicios de alcantarillado, se ha logrado una cobertura del 85.57% en el año 2013, siendo este porcentaje un incremento en comparación con años anteriores, excluyendo al año 2012 cuya cobertura fue la mayor con un 85.62%. En la Tabla 7.2, se observa el porcentaje de cobertura de alcantarillado en años recientes.

**Tabla 7.2** Porcentaje de cobertura de alcantarillado en Ciudad Valles.

AÑO	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013
%	83.00	84.00	84.00	74.45	77.84	79.13	80.51	83.36	84.31	85.62	85.57

Es notable también el número de medidores registrados y funcionando en Ciudad Valles (Ver Tabla 7.3), que ha aumentado en un 41.9% a partir del 2003, con un total de 41,847 medidores en 2013.

**Tabla 7.3** Número de medidores registrados y funcionando en la Ciudad de Valles en años recientes.

Año	No. de Medidores	Año	No. de Medidores
2003	29,492	2009	37,156
2004	31,243	2010	39,141
2005	32,536	2011	40,156
2006	35,099	2012	41,444
2007	36,679	2013	41,847
2008	36,563		

### 7.1.1. Cobertura del servicio de agua de acuerdo a INEGI

A partir de información recopilada de INEGI ([www.inegi.org.mx](http://www.inegi.org.mx)), y del organismo operador, se obtuvo la cobertura de agua potable en Ciudad Valles. En la Tabla 7.4, se presenta el porcentaje de viviendas con toma de agua potable en la vivienda en años recientes.

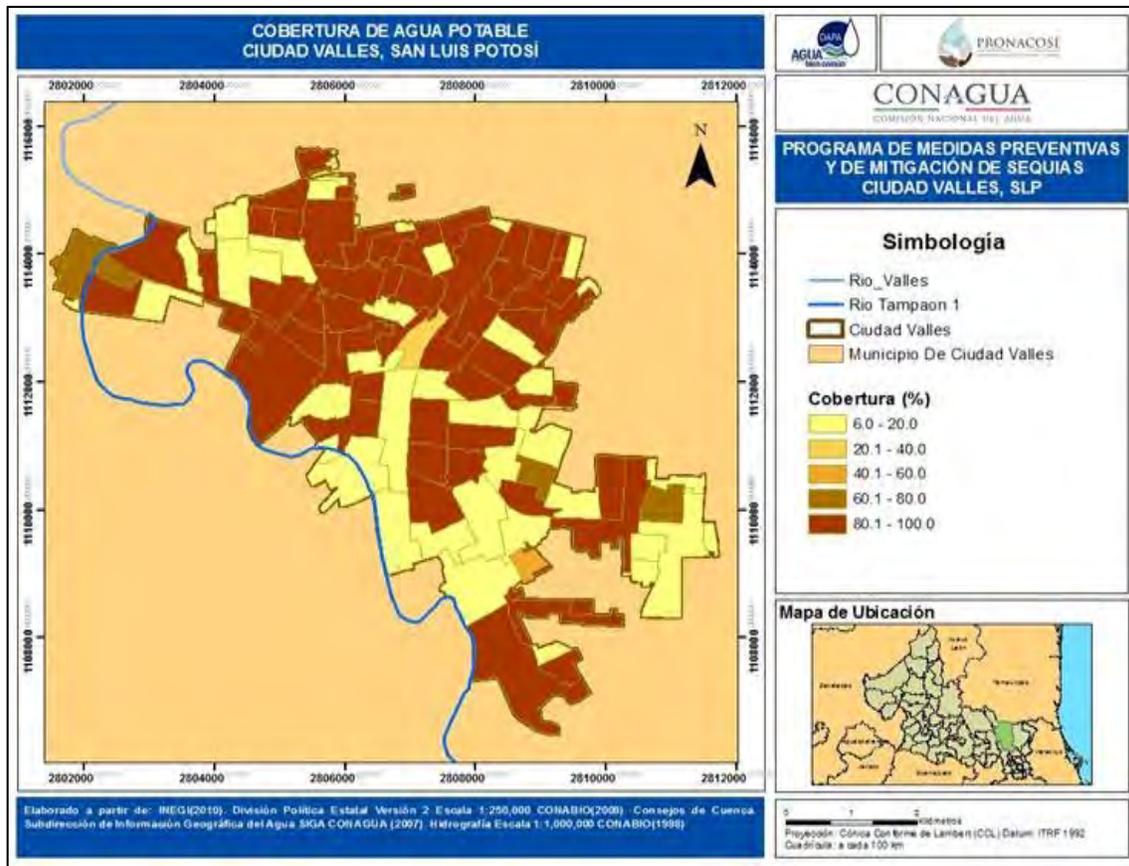
**Tabla 7.4** Cobertura del servicio de agua de acuerdo a INEGI.

Año	Viviendas totales (A)	Volumen Facturado (m <sup>3</sup> ) (B)	% de Viviendas con toma de agua potable en la vivienda
2005	30,059	6,516,507	95.25 %
2010	33,727	7,056,566	91.42 %

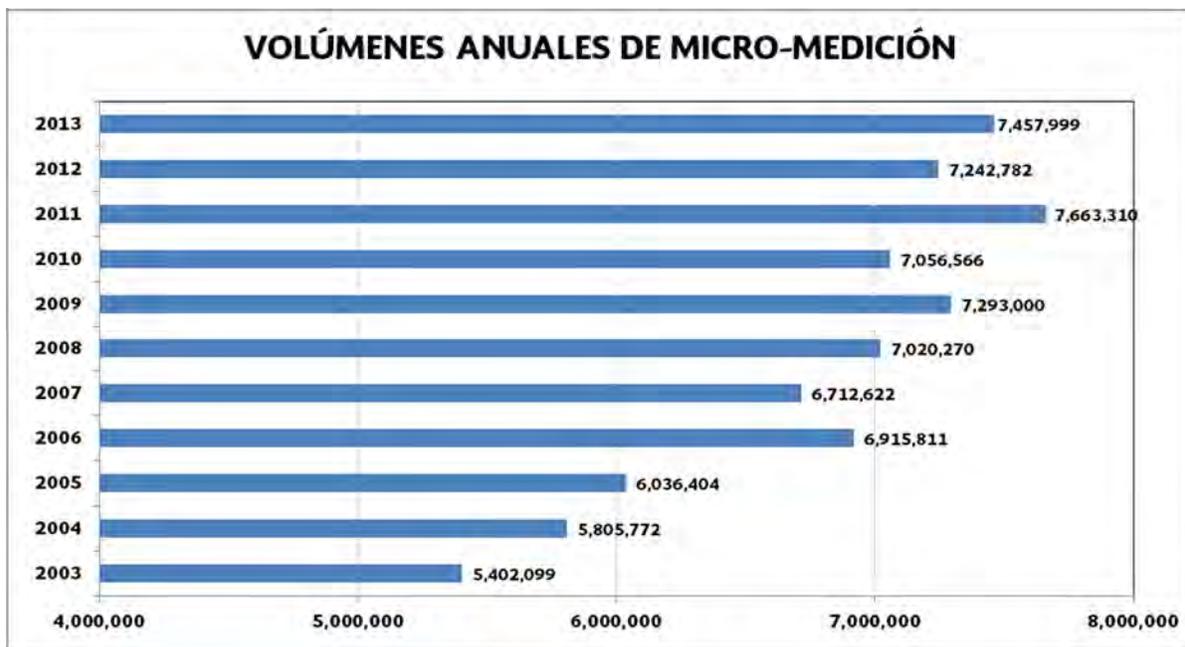
A partir de información de los censos y conteos del INEGI, utilizando el AGEB (Área Geoestadística Básica) como herramienta del Marco Geoestadístico Nacional, se puede obtener una cobertura de agua potable más específica dentro del área urbana de Ciudad Valles. En el Mapa 7.2, se muestra el porcentaje de cobertura de agua potable por AGEB.

### 7.1.2. Volúmenes de micro-medición

Los volúmenes de micro-medición registrados por la DAPA de 2003 al 2013, observan un constante aumento desde el año 2003 a la fecha. En el Gráfico 7.1, se observan los volúmenes micro-medidos en años recientes, siendo el año de 2011 el que registro el mayor volumen, con 7,663,310 m<sup>3</sup>, seguido de los años 2013 y 2009 (7,457,999 m<sup>3</sup> y 7,293,000 m<sup>3</sup>, respectivamente).



**Mapa 7.2** Cobertura de agua potable según INEGI.



**Gráfico 7.1** Volúmenes de micro-medicación en Ciudad Valles.

## 7.2. Padrón y tipo de usuarios

El padrón de usuarios es la base de datos relacionada que describe las características generales de los predios, las tomas y los usuarios. El número de usuarios se refiere al número de tomas. Los usuarios generalmente se dividen en cuatro grandes tipos: Residencial o doméstico, público/gubernamental, comercial e industrial.

**Residencial o doméstico:** Se refiere al usuario en casa habitación. La gran mayoría de los usuarios pertenecen a este grupo, por lo general son aproximadamente el 95% de las tomas. El agua en el interior de las viviendas se gasta en los siguientes rubros:

Dos de los principales usos son el agua para excusados y regaderas (Ver Tabla 7.5). Sin embargo, la instalación de estos dispositivos requiere de dos condiciones: primero, que la presión y continuidad del servicio sean adecuados, ya que solo así se obtiene el funcionamiento óptimo de los dispositivos; y segundo, que existan incentivos para que los usuarios lleven a cabo la instalación, los cuales no se podrán aplicar si previamente no existe un monitoreo y cobranza adecuados. También existe un potencial importante en la reducción de consumos mediante la detección y reparación de fugas.

**Tabla 7.5** Principales usos y porcentaje de gastos de usuarios residenciales o domésticos.

Usos	Gasto en Viviendas (%)
Excusados	26%
Lavar ropa	21.7%
Regaderas	16.8%
Lavabos	15.7%
Fugas	13.7%
Otros	5.3%

Fuente (AWWA, 1999).

**Público/Gubernamental:** En este apartado se refiere a las oficinas de gobierno y a las dependencias gubernamentales; en la Tabla 7.6, se observan los valores de consumos típicos de usuarios de este sector.

Generalmente a estos usuarios no se les mide ni se les cobra por el uso del agua, lo que hace difícil la cuantificación de su consumo y no genera incentivos para el ahorro. Sin embargo en algunas ciudades se han establecido convenio para el pago del servicio. En este rubro se encuentran los hospitales, las escuelas del sector público y las estaciones de bomberos, las cuales no pueden carecer de agua ya que esto podría generar problemas de salud y seguridad pública.

**Tabla 7.6** Consumo de agua para usuarios del sector público.

TIPO DE INSTALACIÓN	CONSUMO DE AGUA	
<b>SALUD:</b>		
Hospitales clínicas y Centros de Salud	800 l/cama/día	(a, b)
Orfanatorios y asilos.	300 l/huésped/día	(a)
<b>EDUCACIÓN Y CULTURA:</b>		
Educación elemental	20 l/alumno/turno	(a, b)
Educación media y superior	25 l/alumno/turno	(a, b)
<b>RECREACION:</b>		
Alimentos y bebidas	12 l/comida	(a, b)
Entretenimientos (teatros públicos)	6 l/asiento/día	(a, b)
Recreación social (deportivos municipales)	25 l/asistente/día	(a)
Deportes al aire libre, con baño y vestidores	150 l/asistente/día	(a)
Estadios	10 l/asiento/día	(a)
<b>SEGURIDAD:</b>		
Cuarteles	150 l/persona/día	(a)
Reclusorios	150 l/interno/día	(a)
<b>COMUNICACIONES Y TRANSPORTE:</b>		
Estaciones de transporte	10 l/pasajero/día	
Estacionamientos	2 l/m <sup>2</sup> /día	
<b>ESPACIOS ABIERTOS:</b>		
Jardines y parques	5 l/m <sup>2</sup> /día	
<b>Nota:</b>		
<b>a) Las necesidades de riego se consideran por separado a razón de 5 l/m<sup>2</sup>/día.</b>		
<b>b) Las necesidades generadas por empleados o trabajadores se consideran por separado a razón de 100 l/trabajador/día.</b>		

Fuente: (CONAGUA, 2007).

**Comercial:** Se refiere a los usuarios que se dedican a actividades del sector secundario (Ver Tabla 7.7).

**Tabla 7.7** Consumo típico de agua de usuarios comerciales.

TIPO DE INSTALACION	CONSUMO DE AGUA	
Oficinas (cualquier tipo)	20 l/ m <sup>2</sup> /día	(a)
Locales comerciales	6 l/m <sup>2</sup> /día	(a)
Mercados	100 l/local/día	
Baños Públicos	300 l/bañista/regadera/día	(b)
Lavanderías de Autoservicio	40 l/kilo de ropa seca	
Clubes		
Deportivos y Servicios Privados	150 l/asistente/día	(a, b)
Cines y Teatros	6 l/asistente/día	(b)

Fuente: (CONAGUA, 2007)

En este rubro es importante poner atención al abasto de hospitales y escuelas del sector privado, ya que la falta de agua en estos establecimientos, al igual que en los del sector público, pueden ocasionar problemas a la salud pública. En zonas turísticas, por ejemplo, las empresas hoteleras (Ver Tabla 7.8) representan una fuente de ingresos importante y utilizan agua como un insumo importante para el desarrollo de su actividad.

**Tabla 7.8** Consumo de agua típico en subsector hotelero.

Clasificación	Consumo en hoteles (l/cuarto/día)	
	Zona turística	Zona urbana
<b>Gran turismo</b>	2000	1000
<b>4 y 5 estrellas</b>	1500	750
<b>1 a 3 estrellas</b>	1000	400

Fuente: (CONAGUA, 2007)

**Industrial:** Son los usuarios que utilizan el agua como insumo para actividades del sector terciario. Algunos consumos típicos de usuarios de este sector, según el área de actividad económica (Ver Tabla 7.9).

En este caso es importante identificar el tipo de industria que existe en la localidad, ya que el consumo de estas es muy variable según el ramo de la actividad al que pertenezca.

**Tabla 7.9** Consumos típicos para algunas industrias.

INDUSTRIA	RANGO DE CONSUMO (m <sup>3</sup> /día)
<b>Azucarera</b>	4.5 - 6.5
<b>Química (c)</b>	5.0 - 25.0
<b>Papel y celulosa (d)</b>	40.0 - 70.0
<b>Bebidas €</b>	6.0 - 17.0
<b>Textil</b>	62.0 - 97.0
<b>Siderúrgica</b>	5.0 - 9.0
<b>Alimentos (f)</b>	4.0 - 5.0
<b>Notas:</b>	
a) Variable de acuerdo al producto.	
b) Se indican sólo los índices de celulosa.	
c) Se tomó como representativa la cerveza.	
d) Se tomó como representativos los alimentos lácteos.	

Fuente: (CONAGUA, 2007)

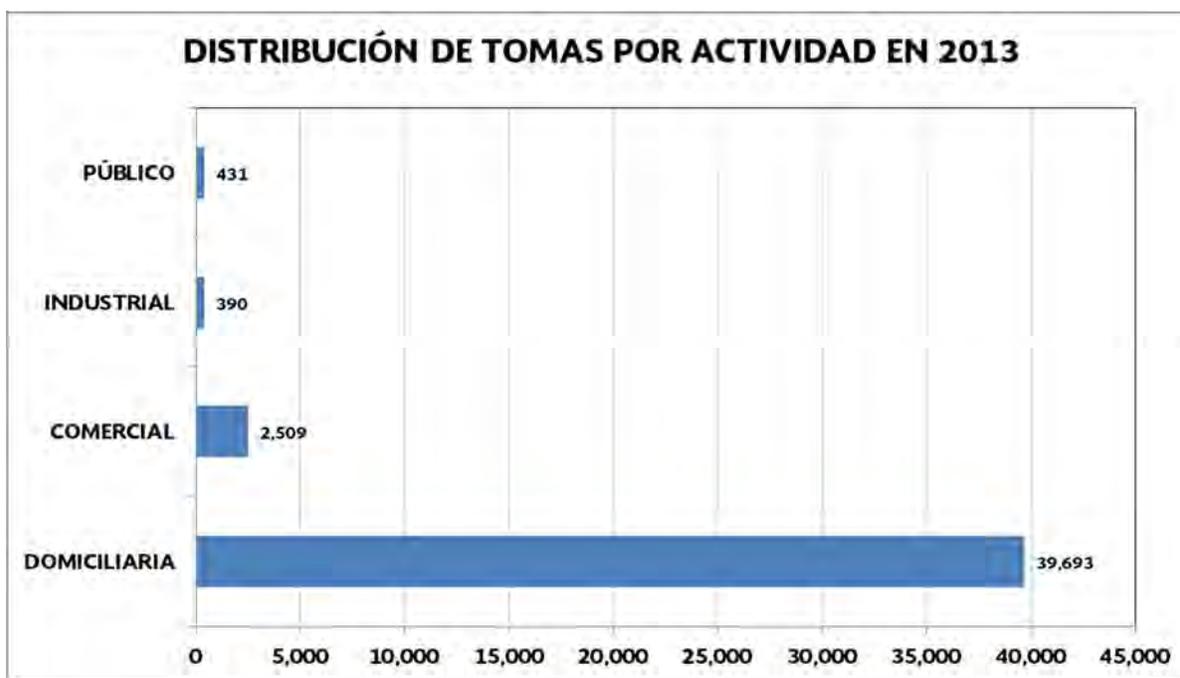
Por otra parte es importante conocer la distribución por tipo de usuario ya que esto permitirá tener un mejor control para el manejo de la demanda. Los usuarios de tipo comercial e industrial representan una proporción mucho menor que los usuarios domésticos, pero en general tienen consumos más elevados. Esto representa dos ventajas: primero, al ser un número menor, sus consumos más fáciles de monitorear y medir que los de los usuarios domésticos y segundo, al consumir una cantidad mayor de agua, su impacto sobre la reducción en los consumos mediante la aplicación de medidas para la conservación de agua (por ejemplo, a través de tarifas más altas para determinados consumos) puede ser significativa.

La DAPA tiene dividida a Cd. Valles en 20 sectores para un mejor servicio y administración del sistema (Ver **Anexo 2**). En la Tabla 7.10, se muestran el número de usuarios por sector hasta noviembre de 2014.

**Tabla 7.10** Número de usuarios por sectores en Ciudad Valles.

No. Sector	No. de Usuarios	No. Sector	No. de Usuarios
1	1,815	11	2,715
2	3,355	12	2,747
3	2,072	13	1,389
4	1,939	14	1,107
5	2,371	15	2,591
6	2,615	16	2,296
7	2,100	17	1,399
8	2,241	18	2,382
9	2,481	19	2,185
10	2,099	20	1,781

En el Gráfico 7.2, se muestra la distribución de tomas por actividad de Cd Valles, S.L.P. en el año 2013, en donde se observa que la actividad residencial o domestica representa el 92.26% (39, 693 tomas), la sigue la actividad comercial con un 5.83% (2, 509 tomas), posteriormente la actividad pública con 1.00% (431 tomas) y finalmente la actividad industrial que representa 0.91% (390 tomas).



**Gráfico 7.2** Distribución de tomas por actividad en el 2013.

### 7.3. Consumo y dotación per cápita

La dotación es la producción total de agua dividida entre el número de habitantes, mientras que el consumo es una estimación que considera el volumen consumido entre el número de habitantes. El cálculo de estos indicadores se muestra en la Tabla 7.11.

Ambos valores están representados en litros por habitante por día (lt/hab/día), mientras que la población utilizada es la población atendida por el organismo operador anualmente, un dato proporcionado por el mismo.

**Tabla 7.11** Consumo y dotación per cápita en Ciudad Valles.

<b>Año</b>	<b>Volumen Producido (m<sup>3</sup>)</b>	<b>Volumen Consumido (m<sup>3</sup>)</b>	<b>Población (habitantes)</b>	<b>Dotación per cápita</b>	<b>Consumo per cápita</b>
	<b>(A)</b>	<b>(B)</b>	<b>(C)</b>	<b>(A*1000)/ (C*365)</b>	<b>(B*1000)/ C*365)</b>
<b>2003</b>	10,580,325	5,402,099	155,389	186.55	95.25
<b>2004</b>	10,894,689	5,805,772	156,809	190.35	101.44
<b>2005</b>	10,537,031	6,036,404	158,229	182.45	104.52
<b>2006</b>	10,884,374	6,915,811	137,692	216.57	137.61
<b>2007</b>	10,871,634	6,712,622	138,124	215.64	133.15
<b>2008</b>	11,349,706	7,020,270	138,538	224.45	138.83
<b>2009</b>	12,160,000	7,293,000	138,925	239.81	143.82
<b>2010</b>	11,756,100	7,056,566	139,315	231.19	138.77
<b>2011</b>	12,623,702	7,663,310	139,692	247.58	150.30
<b>2012</b>	13,057,394	7,242,782	140,125	255.30	141.61
<b>2013</b>	13,139,674	7,457,999	140,559	256.11	145.37

El valor más alto de dotación fue en el año 2013 con 256.11 lt/hab/día, mientras que el año 2005 fue el año en el que menos agua se dotó a la población, con 182.45 lt/hab/día. Por otro lado, el 2011 fue el año con el

mayor consumo de agua con 150.30 lt/hab/día, a diferencia del 2003 con un consumo per cápita de 95.25 lt/hab/día.

#### 7.4. Eficiencia del Organismo Operador de Agua

Los organismos operadores de agua y saneamiento en todo el país hacen frente a desafíos como el aumento de los costos, el deterioro de la infraestructura por el paso del tiempo, los estrictos requisitos de regulación, los cambios en la población, y una fuerza de trabajo que cambia apresuradamente (ANEAS, 2012).

La gestión eficiente de los organismos operadores puede ayudar a mejorar la administración de su infraestructura y su desempeño en muchas áreas importantes lo que permite responder a los retos actuales y futuros.

En la Tabla 7.12., se muestra el nivel de eficiencia del organismo operador de agua en años recientes, que puede ser determinada mediante una serie de indicadores con información recolectada del mismo organismo operador. Cabe destacar que existen dos maneras de determinar la eficiencia física, una con el volumen consumido y otra con el volumen facturado; la que se muestra en la Tabla 7.12, se determinó con el volumen facturado.

**Tabla 7.12** Nivel de eficiencia del organismo operador de agua.

Año	Volumen Producido(m <sup>3</sup> )	Volumen Facturado(m <sup>3</sup> )	Volumen Recaudado(m <sup>3</sup> )	Eficiencia Física	Eficiencia Comercial	Eficiencia Global
	(A)	(B)	(C)	(B/A)x100	(C/B)x100	(C/A)x100
<b>2003</b>	10,580,325	6,015,394	4,170,621	56.85%	69.33%	39.42%
<b>2004</b>	10,894,689	6,288,872	4,898,470	57.72%	77.89%	44.96%
<b>2005</b>	10,537,031	6,516,507	5,203,062	61.84%	79.84%	49.38%
<b>2006</b>	10,884,374	6,915,811	5,350,007	63.54%	77.36%	49.15%
<b>2007</b>	10,871,634	6,712,622	4,826,568	61.74%	71.90%	44.40%

Año	Volumen Producido(m <sup>3</sup> )	Volumen Facturado(m <sup>3</sup> )	Volumen Recaudado(m <sup>3</sup> )	Eficiencia Física	Eficiencia Comercial	Eficiencia Global
	(A)	(B)	(C)	(B/A)x100	(C/B)x100	(C/A)x100
<b>2008</b>	11,349,706	7,020,270	6,871,304	61.85%	97.88%	60.54%
<b>2009</b>	12,160,000	7,293,000	6,608,648	59.98%	90.62%	54.35%
<b>2010</b>	11,756,100	7,056,566	6,888,475	60.02%	97.62%	58.59%
<b>2011</b>	12,623,702	7,663,310	7,663,310	60.71%	100.00%	60.71%
<b>2012</b>	13,057,394	7,242,782	6,972,110	55.47%	96.26%	53.40%
<b>2013</b>	13,139,674	7,457,999	7,146,323	56.76%	95.82%	54.39%

## 7.5. Indicadores del PIGOO

El Instituto Mexicano de Tecnología del Agua (IMTA) ha determinado una serie de indicadores para evaluar a los organismos operadores dentro del país, labor que ha realizado desde el año 2005 a través del Programa de Indicadores de Gestión de Organismos Operadores (PIGOO).

A continuación se muestran algunos indicadores, determinados a partir de las fórmulas utilizadas en el PIGOO y con la información proporcionada por la D.A.P.A. de Ciudad Valles:

- 1. Costo entre volumen producido:** Evaluar los costos generales (Ver Tabla 7.13).

$$C_{VPP} = \frac{C_{OMA}}{V_{APP}}$$

$C_{OMA}$ : Costo (operación, mantenimiento y administración) (\$).

$V_{APP}$ : Volumen de agua potable producido (m<sup>3</sup>).

**Tabla 7.13** Costo entre volumen producido.

AÑO	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013
<b>\$/m<sup>3</sup></b>	3.52	3.37	3.94	3.55	3.47	3.95	4.17	4.38	4.72	5.01	5.80

**2. Eficiencia Comercial:** Evalúa la eficiencia entre la facturación y el pago de la misma (Ver Tabla 7.14).

$$E_{COM} = \frac{V_{AP}}{V_{AF}} * 100$$

$V_{AP}$ : Vol. de agua pagado (m<sup>3</sup>).

$V_{AF}$ : Vol. de agua facturado (m<sup>3</sup>).

**Tabla 7.14** Eficiencia comercial.

AÑO	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013
%	69.3	77.9	79.8	77.4	71.9	97.9	90.6	97.6	100.0	96.3	95.8

**3. Eficiencia de Cobro:** Evalúa la eficiencia de cobro del agua (Ver Tabla 7.15).

$$E_{COB} = \frac{P_{VEN}}{P_{FAC}} * 100$$

$P_{VEN}$ : Ingreso por venta de agua (\$)

$P_{FAC}$ : Dinero facturado por venta de agua (\$).

**Tabla 7.15** Porcentaje de la Eficiencia de Cobro.

AÑO	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013
%	89.66	92.37	91.40	96.72	95.94	92.68	91.76	92.10	91.90	96.26	95.82

**4. Eficiencia Física 1:** Evalúa la eficiencia entre lo consumido y lo producido (Ver Tabla 7.16).

$$E_{FISI1} = \frac{V_{CON}}{V_{APP}} * 100$$

$V_{CON}$ : Vol. de agua consumido (m<sup>3</sup>).

$V_{APP}$ : Vol. anual de agua potable producido (m<sup>3</sup>).

**Tabla 7.16** Porcentaje de la Eficiencia Física 1.

AÑO	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013
%	51.06	53.29	57.29	63.54	61.74	61.85	59.98	60.02	60.71	55.47	56.76

**5. Eficiencia Física 2:** Evalúa la eficiencia entre lo facturado y lo producido (Ver Tabla 7.17).

$$E_{FISI2} = \frac{V_{AF}}{V_{APP}} * 100$$

$V_{AF}$ : Vol. de agua facturado (m<sup>3</sup>).

$V_{APP}$ : Vol. anual de agua potable producido (m<sup>3</sup>).

**Tabla 7.17** Porcentaje de la Eficiencia Física 2.

AÑO	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013
%	56.85	57.72	61.84	63.54	61.74	61.85	59.98	60.02	60.71	55.47	56.76

**6. Eficiencia Global:** Se calcula la eficiencia global del sistema de agua potable existente (Ver Tabla 7.18).

$$E_{global} = E_{FIS2} * E_{COM}$$

$E_{FIS2}$ : Eficiencia física 2 (%).

$E_{COM}$ : Eficiencia comercial (%).

**Tabla 7.18** Porcentaje de la Eficiencia Global.

AÑO	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013
%	39.42	44.96	49.38	49.15	44.40	60.54	54.35	58.59	60.71	53.40	54.39

**7. Empleados dedicados al control de fugas:** Evaluar la capacidad existente en atención de fugas (Ver Tabla 7.19).

$$E_{DF} = \frac{N_{RDF} * 1000}{N_{FOR}}$$

$N_{EDF}$ : No. de empleados dedicados al control de fugas.

$N_{FOR}$ : No. de fugas ocurridas y reparadas.

**Tabla 7.19** Empleados dedicados al control de fugas.

AÑO	2004	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013
Trab./fugas	12.56	11.26	14.68	15.37	6.5	6.36	9.24	10.26	13.33	11.51

**8. Empleados por cada mil tomas:** Expresa el uso eficiente de la fuerza laboral (Ver Tabla 7.20).

$$E_{MT} = \frac{N_{EEO} * 1000}{T_{REG}}$$

$N_{EEO}$ : No. de empleados en el organismo operador.

$T_{REG}$ : No. de tomas registradas.

**Tabla 7.20** Empleados por cada mil tomas.

AÑO	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013
Núm.	8.74	8.43	7.59	6.96	6.19	5.91	6.13	5.84	6.61	6.49	6.16

**9. Micro-Medición:** Es la capacidad de medir el agua consumida por usuario (Ver Tabla 7.21).

$$MICRO = \frac{MIC}{T_{REG}} * 100$$

MIC: No. de micro mediciones funcionando.

TREG: No. de tomas registradas.

**Tabla 7.21** Eficiencia de la micro-medición.

AÑO	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013
%	94.78	96.09	95.34	99.72	99.53	95.12	94.57	96.79	96.91	98.14	97.27

- 10. Padrón de Usuarios:** Evalúa el registro confiable de los usuarios (Ver Tabla 7.22).

$$PU = \frac{T_{CORR}}{T_{REG}} * 100$$

$T_{CORR}$ : No. de tomas del padrón activo.

$T_{REG}$ : No. de Tomas registradas.

**Tabla 7.22** Evaluación del registro confiable de usuarios.

AÑO	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013
%	97.42	99.34	98.79	100.0	100.0	100.0	99.92	100.0	100.0	100.0	100.0

- 11. Pérdidas por longitud de red:** Determinar pérdidas de agua en la red por kilómetro (Ver Tabla 7.23).

$$P_{LR} = \frac{V_{APP} - V_{CON}}{L_{ONG}}$$

$V_{CON}$ : Volumen anual consumido ( $m^3$ ).

$V_{APP}$ : Volumen anual producido ( $m^3$ ).

$L_{ONG}$ : Longitud de red de distribución (Km).

**Tabla 7.23** Pérdidas por longitud de red.

AÑO	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013
$m^3/km$	-	-	-	-	-	7133	-	7648	8041	9292	8792

- 12. Pérdidas por toma:** Evalúa el volumen prorrateado de pérdidas por toma (Ver Tabla 7.24).

$$P_{PT} = \frac{V_{APP} - V_{CON}}{T_{REG}}$$

$V_{APP}$ : Volumen anual producido ( $m^3$ )

$V_{CON}$ : Volumen anual consumido ( $m^3$ )

$T_{REG}$ : No. de toma registrada.

**Tabla 7.24** Pérdidas por toma.

AÑO	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013
<b>m<sup>3</sup>/toma</b>	166.	156.	131.	112.	112.	112.	123.	116.	119.	137.	132.
<b>a</b>	4	5	9	7	9	6	9	2	7	7	1

- 13. Reclamaciones:** Evalúa la calidad del servicio en lo referente a la satisfacción del cliente (Ver Tabla 7.25).

$$RECLA = \frac{R_U * 1000}{T_{REG}}$$

$R_U$ : No. de reclamaciones de usuarios.

$T_{REG}$ : No. total de tomas Registradas.

**Tabla 7.25** Reclamaciones.

AÑO	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013
<b>c/mil tomas</b>	246.0	227.2	228.5	181.8	158.2	193.0	244.3	272.0	211.6	62.7	61.3

- 14. Rehabilitación de tomas domiciliarias:** Evaluar la capacidad del organismo operador de mantener actualizada la infraestructura de tomas domiciliarias (Ver Tabla 7.26).

$$R_{ETOM} = \frac{T_{OMRE}}{T_{DOMREG}} * 100$$

$T_{OMRE}$ : No. de tomas rehabilitadas.

$T_{DOMREG}$ : No. total de tomas domiciliarias registradas.

**Tabla 7.26** Rehabilitación de tomas domiciliarias.

AÑO	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013
%	0.58	0.36	0.18	-	-	-	13.62	11.51	11.77	10.96	10.90

- 15. Relación Costo-Tarifa:** Conocer cuál es la relación entre el costo de producción y venta del agua (Ver Tabla 7.27).

$$R_{CT} = \frac{T_{MD}}{C_{VP}}$$

$C_{VP}$ : Costo por volumen producido (\$/m<sup>3</sup>).

$T_{MD}$ : Tarifa media Domiciliaria (\$/m<sup>3</sup>).

**Tabla 7.27** Relación Costo-Tarifa.

AÑO	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013
$R_{CT}$	-	-	-	1.09	1.11	1.10	1.04	1.05	1.04	7.99	7.25

- 16. Relación de trabajo:** Relación de ingresos y egresos (Ver Tabla 7.28).

$$R_eT_a = \frac{E_{Tot}}{I_{Tot}} * 100$$

$E_{Tot}$ : Egresos totales (\$).

$I_{Tot}$ : Ingresos totales (\$).

**Tabla 7.28** Relación de trabajo.

AÑO	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013
%	125.4	112.9	114.5	101.4	97.3	102.4	97.0	105.5	91.1	96.7	114.5

- 17. Relación Inversión-PIB:** Conocer cuál es el porcentaje de inversión que realiza el organismo operador con respecto al producto interno bruto de la ciudad (Ver Tabla 7.29).

$$INVPIB = \frac{I_{NV}T_{OT}}{PIB} * 100$$

$I_{NV}T_{OT}$ : Inversión total (\$).

PIB: Producto Interno Bruto (\$).

**Tabla 7.29** Porcentaje de la relación Inversión-PIB.

AÑO	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013
%	0.04	0.03	0.02	0.03	0.12	0.02	0.21	0.17	0.11	1.31	6.62

- 18. Tomas con servicio continuo:** Evalúa la continuidad en el servicio de agua (Ver Tabla 7.30).

$$T_{SC} = \frac{T_{CONT}}{T_{REG}} * 100$$

T<sub>CONT</sub>: No. de tomas con servicio continuo.

T<sub>REG</sub>: No. total de tomas registradas.

**Tabla 7.30** Tomas con servicio continuo.

AÑO	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013
%	97.4	99.3	98.8	100.0	100.0	100.0	100.0	100.0	100.0	100.0	100.0

- 19. Usuarios con pago a tiempo:** Conocimiento del pago del servicio (Ver Tabla 7.31).

$$U_{PAT} = \frac{N_{UP}}{T_{REG}} * 100$$

N<sub>UP</sub>: No. de usuarios con pago a tiempo.

T<sub>REG</sub>: No. total de tomas registradas.

**Tabla 7.31** Usuarios con pago a tiempo.

AÑO	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013
%	44.84	53.79	53.91	53.20	71.57	85.02	85.96	85.79	85.51	86.44	90.38

**20. Volumen Tratado:** Conocer la cobertura de tratamiento (Ver Tabla 7.32).

$$V_{TRAT} = \frac{V_{ART}}{V_{APP} * 0.7} * 100$$

$V_{ART}$ : Volumen de anual de agua residual tratada (m<sup>3</sup>).

$V_{APP}$ : Volumen de agua potable producida. (m<sup>3</sup>).

**Tabla 7.32** Volumen de agua tratada.

<b>AÑO</b>	<b>2003</b>	<b>2004</b>	<b>2005</b>	<b>2006</b>	<b>2007</b>	<b>2008</b>	<b>2009</b>	<b>2010</b>	<b>2011</b>	<b>2012</b>	<b>2013</b>
<b>%.</b>	50.40	48.94	33.74	52.11	52.17	46.57	22.60	68.40	71.50	75.17	68.62

## 8. Balance de agua y evaluación de la capacidad instalada

### 8.1. Balance de agua

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

Para reducir las pérdidas es de vital importancia identificar en que parte del proceso se están presentando para poder proporcionar alternativas de solución al problema. Esta identificación de las pérdidas se conoce como “balance de agua”. Con el balance se comienza a hacer la evaluación general de las medidas de prevención para la sequía.

En las Tablas 8.1 y 8.2, se muestra el balance de agua en los años 2005 y 2010; donde se puede observar que las mayores pérdidas existen dentro de la red de distribución (desde que sale de la planta de tratamiento hasta que llega a las diferentes tomas).

**Tabla 8.1** Balance de agua (m<sup>3</sup>) en el año 2005.

Volúmenes	Captación	Producción (desinfección)	Facturación	Cobranza
<b>Procesados</b>	11,061,546	10,537,031	6,516,507	5,203,062
<b>Perdidos</b>	0	524,515	4,020,524	1,313,445

**Tabla 8.2** Balance de agua (m<sup>3</sup>) en el año 2010.

Volúmenes	Captación	Producción (desinfección)	Facturación	Cobranza
<b>Procesados</b>	12,293,140	11,756,100	7,056,566	6,888,475
<b>Perdidos</b>	0	537,040	4,699,534	168,091

## 8.2. Capacidad de abasto/capacidad instalada

Para cuantificar un margen de maniobra potencial en la producción de agua ante una amenaza de sequía, se puede comparar los volúmenes consumidos y de producción con la capacidad instalada; para lo cual la capacidad instalada debe de expresarse en las mismas unidades que los volúmenes, considerando que la capacidad instalada del sistema puede operar todas sus fuentes las 24 horas, durante los 365 días del año.

En la Tabla 8.3, se muestra la razón de lo producido sobre la capacidad instalada del sistema, así como la razón de lo consumido sobre la capacidad; donde la producción representa en promedio un 61% sobre la capacidad instalada, mientras que el consumo constituye en promedio un 36%.

**Tabla 8.3** Volumen producido y consumido v. capacidad instalada.

Año	Volumen Producido (m³) (A)	Volumen Consumido (m³) (B)	Capacidad Instalada* (m³) (C)	Razón de producción sobre capacidad (A/C)	Razón de consumo sobre capacidad (B/C)
2003	10,580,325	5,402,099	18,921,600	0.56	0.29
2004	10,894,689	5,805,772	18,921,600	0.58	0.31
2005	10,537,031	6,036,404	18,921,600	0.56	0.32
2006	10,884,374	6,915,811	18,921,600	0.58	0.37
2007	10,871,634	6,712,622	18,921,600	0.57	0.35
2008	11,349,706	7,020,270	18,921,600	0.60	0.37
2009	12,160,000	7,293,000	18,921,600	0.64	0.39
2010	11,756,100	7,056,566	18,921,600	0.62	0.37
2011	12,623,702	7,663,310	18,921,600	0.67	0.41
2012	13,057,394	7,242,782	18,921,600	0.69	0.38
2013	13,139,674	7,457,999	18,921,600	0.69	0.39

\* Capacidad instalada de 600 l.p.s., expresada en m³/año, considerando que se pueden operar todas las fuentes las 24 hrs., durante los 365 días del año.

### 8.3. Variaciones estacionales de oferta y demanda

El consumo y la dotación de agua varían en cada época del año. Un claro ejemplo son los cambios en la temperatura a lo largo del año, ya que generalmente el consumo de agua se eleva en temporadas más cálidas; por lo cual es imprescindible conocer la cantidad de agua requerida en periodos de mayor consumo.

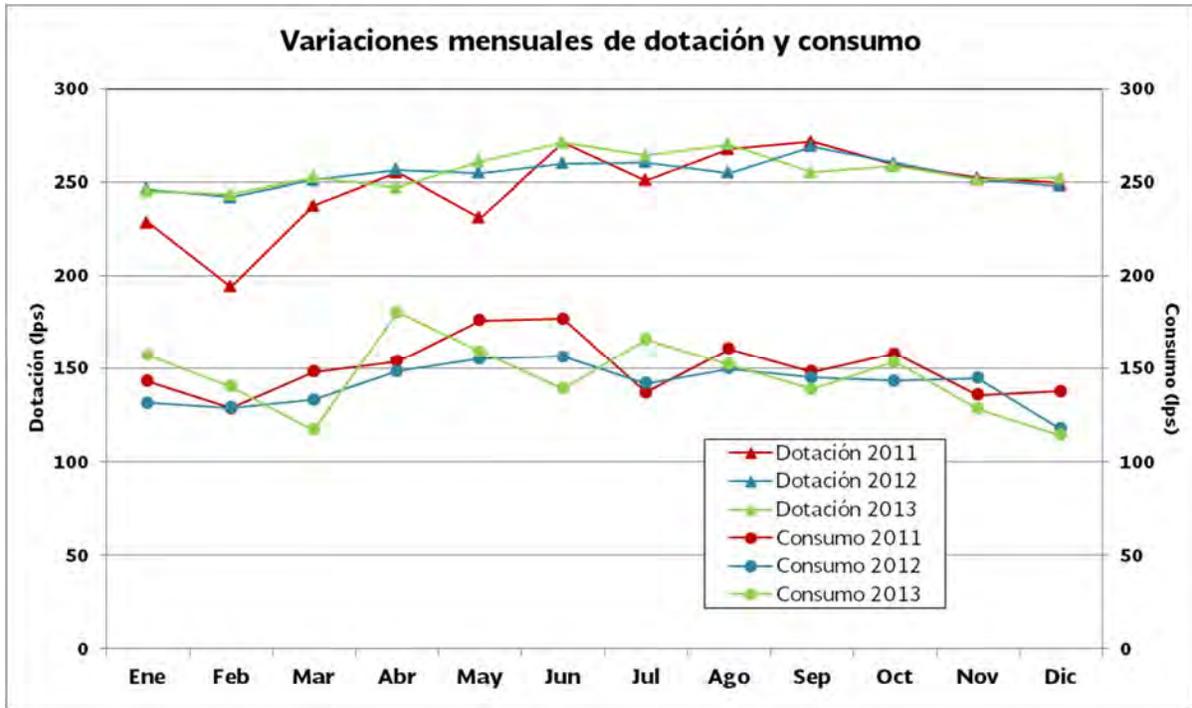
En la Tabla 8.4, se muestran las variaciones mensuales en la dotación y el consumo, determinadas a partir de los volúmenes de producidos y consumidos en los últimos tres años representados en litros por segundo (lts/hab/día).

**Tabla 8.4** Variaciones mensuales de dotación y consumo (lts/hab/día).

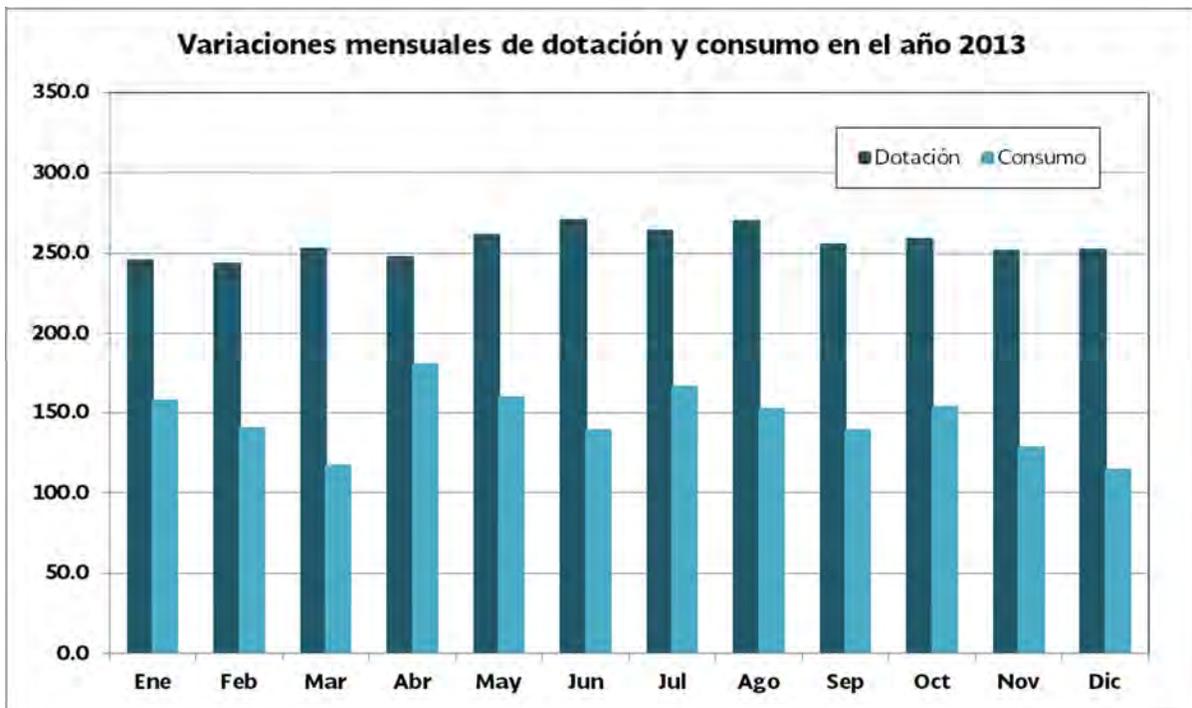
Año		Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Sep	Oct	Nov	Dic
2011	Dotación	228.4	194.1	237.4	255.1	231.0	271.0	250.9	267.6	271.5	259.1	252.2	249.5
	Consumo	142.8	128.4	148.0	153.6	175.9	176.8	136.9	160.6	148.1	157.9	135.6	137.6
2012	Dotación	246.4	242.1	251.2	256.6	254.9	259.9	260.4	254.9	268.9	260.3	251.3	248.0
	Consumo	131.2	128.8	132.9	148.5	155.2	156.3	141.8	149.7	145.0	143.2	144.7	117.5
2013	Dotación	245.2	243.6	252.6	247.2	261.1	270.9	264.2	270.2	255.2	258.4	251.1	252.4
	Consumo	157.2	140.1	116.8	180.1	159.0	138.8	165.7	151.9	138.6	153.6	128.2	114.0

Los valores de mayor dotación y consumo ocurren generalmente entre los meses de Abril y Octubre cuando las temperaturas son más cálidas en la región, alcanzando valores de dotación de hasta 271.5 lts/hab/día (septiembre 2011) y valores de consumo de 180.1 lts/hab/día (abril 2013).

En el Gráfico 8.1, se puede observar gráficamente el comportamiento mensual de la dotación y el consumo; además en el Gráfico 8.2, se compara entre los valores mensuales correspondientes durante el año 2013.



**Gráfico 8.1** Variaciones mensuales de dotación y consumo en años recientes.



**Gráfico 8.2** Variaciones mensuales de dotación y consumo en el año 2013.

Para determinar si existe una capacidad de maniobra para manejar una situación de sequía es necesario establecer un coeficiente resultado de los volúmenes producidos o consumidos, entre la capacidad instalada mensual. Si el valor es cercano a 1, significa que existe una capacidad de maniobra reducida (Tabla 8.5).

**Tabla 8.5** Volúmenes de producción y consumo v. Capacidad instalada.

<b>Año</b>		<b>Ene</b>	<b>Feb</b>	<b>Mar</b>	<b>Abr</b>	<b>May</b>	<b>Jun</b>	<b>Jul</b>	<b>Ago</b>	<b>Sep</b>	<b>Oct</b>	<b>Nov</b>	<b>Dic</b>
<b>2011</b>	Vol. producido / Cap. Instalada*	0.64	0.49	0.66	0.69	0.64	0.73	0.70	0.75	0.73	0.72	0.68	0.69
	Vol. consumido / Cap. Instalada	0.40	0.32	0.41	0.41	0.49	0.48	0.38	0.45	0.40	0.44	0.37	0.38
<b>2012</b>	Vol. producido / Cap. Instalada	0.69	0.63	0.70	0.69	0.71	0.70	0.73	0.71	0.73	0.73	0.68	0.69
	Vol. consumido / Cap. Instalada	0.37	0.34	0.37	0.40	0.43	0.42	0.40	0.42	0.39	0.40	0.39	0.33
<b>2013</b>	Vol. producido / Cap. Instalada	0.69	0.62	0.71	0.67	0.73	0.73	0.74	0.76	0.69	0.72	0.68	0.71
	Vol. consumido / Cap. Instalada	0.44	0.35	0.33	0.49	0.45	0.38	0.46	0.43	0.38	0.43	0.35	0.32

\* Capacidad instalada de 600 l.p.s., expresada en m<sup>3</sup>/año, considerando que se pueden operar todas las fuentes las 24 hr, durante los 30 días del mes (en promedio).

## **9. Escenarios futuros de la producción y consumo**

La prospección provee información sobre los futuros cambios en las políticas y sus consecuencias. Con ello se busca planear y establecer políticas que permitan tomar las acciones más adecuadas entre las posibilidades que presenta el futuro, pues si bien no sabemos con exactitud lo que va a suceder, si tenemos cierto conocimiento de la probabilidad con la que va a suceder.

La prospección también permite un mejor manejo de la administración pública a través del entendimiento de las políticas pasadas y sus consecuencias. Así, si observamos que políticas han tenido un efecto positivo, podemos anticipar que esas mismas políticas producirán un efecto similar en el futuro. Además, la prospección permite decidir en qué momento se debe llevar a cabo una determinada acción.

Los escenarios son visiones alternativas del futuro, y son contruidos para tomar en consideración los efectos de diferentes decisiones de política.

El crecimiento de la población en Ciudad Valles, origina que la demanda de agua incremente, motivo por lo cual el organismo operador debe asegurarse que la cobertura del servicio cubra las necesidades de la población.

Las proyecciones de población en Ciudad Valles se realizaron a partir de la población atendida por el organismo operador (Tabla 9.1). Ya que la DAPA de Cd. Valles posee un registro de la población atendida año con año, es posible determinar una tasa de crecimiento que sirvió para determinar una proyección de la población.

**Tabla 9.1** Proyección de los volúmenes producidos y consumidos.

Año	Proyección de Población	Proyecciones(lt/hab/día)		Vol. Producido (m3/año)	Vol. Consumido (m3/año)	Cap. Instalada de la PPOT
		Dotación	Consumo			
2020	143,512	297.40	148.38	15,578,269	7,772,629	18,921,600
2021	143,939	303.82	148.82	15,961,786	7,818,650	18,921,600
2022	144,367	310.37	149.26	16,354,744	7,864,944	18,921,600
2023	144,796	317.07	149.70	16,757,377	7,911,512	18,921,600
2024	145,227	323.91	150.14	17,169,922	7,958,356	18,921,600
2025	145,659	330.90	150.58	17,592,623	8,005,477	18,921,600
2026	146,092	338.04	151.02	18,025,731	8,052,877	18,921,600
2027	146,527	345.34	151.46	18,469,501	8,100,557	18,921,600
2028	146,963	352.79	151.91	18,924,196	8,148,520	18,921,600
2029	147,400	360.40	152.35	19,390,085	8,196,767	18,921,600
2030	147,838	368.18	152.80	19,867,444	8,245,300	18,921,600

Bajo el supuesto de que exista un aumento en la dotación y el consumo en Ciudad Valles en los próximos años, es necesario determinar una proyección en estos valores para estimar los volúmenes de agua que serán producidos y consumidos durante esos periodos.

Para las proyecciones de la dotación y el consumo, se determinó una tasa de crecimiento medio a partir de los valores de dotación y consumo de los últimos 8 años (2006–2013) que se aplicó al último valor, obteniendo así una proyección de dotación y consumo. Al multiplicar los valores proyectados de dotación y consumo con la proyección de población se obtuvo un volumen producido y un volumen consumido anual en metros cúbicos anuales (m3/año).

Como puede observarse el volumen producido en los años 2028,2029 y 2030 es mayor a la capacidad instalada de la planta potabilizadora. Esto nos puede indicar dos situaciones diferentes:

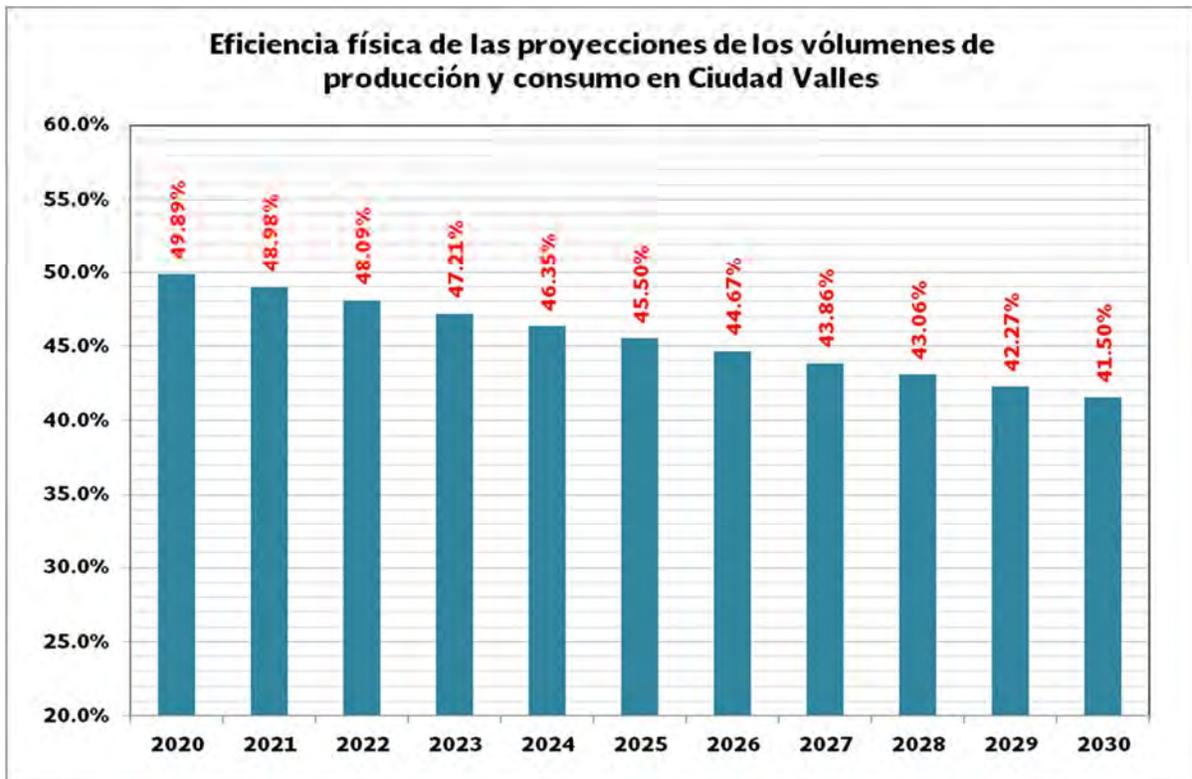
1. La capacidad instalada de la planta potabilizadora de Ciudad Valles no va a ser suficiente para producir el agua necesaria para la población en los años correspondientes.
2. La cantidad de agua producida es mucho mayor a la necesaria, por lo que será preciso reducir en un valor su producción.

El segundo punto se fundamenta en que el consumo doméstico medio para un clima cálido es de 230 lts/hab/día (CONAGUA, 1994), por lo que la cantidad producida por el organismo operador sería muy alta comparada a los valores consumidos. Sin embargo, tomando en cuenta de que existe un gran volumen de agua que se pierde en el sistema, esto obligaría al organismo operador a producir valores mucho más altos de los que realmente se consumen.

Con base en lo anterior, se confirmaría la necesidad de una reparación de la red de distribución de agua potable para que los volúmenes de agua que se pierden dentro de la red sean menores, aportando grandes beneficios al organismo operador ya que podría bajar su producción sin que existan riesgos de pérdidas altas en los volúmenes de agua.

El Modelo Hidráulico de la Red de Distribución de Agua de Ciudad Valles (MHIREDA-Ciudad Valles) realizado con el software especializado EPANET permite, entre otras cosas, determinar los sectores donde exista una deficiencia física en los tramos de la red, facilitando el proceso en la reparación de la red de distribución de agua potable.

También cabe mencionar que el porcentaje de volumen de agua perdida aumentará de acuerdo a los escenarios proyectados, alcanzando en 2030 un eficiencia física de 41.50% como se muestra en la Figura 9.1.



**Gráfico 9.1** Eficiencia física de las proyecciones de los volúmenes de producción y consumo en Ciudad Valles

## 10. Análisis de medidas para la gestión de la sequía

### 10.1. Identificación de deficiencias/debilidades y áreas de oportunidad para mejora del servicio

El reconocimiento de la deficiencias/debilidades del organismo operador, mediante la identificación de indicadores tales como la cobertura, eficiencia física, comercial, etc., permitirá identificar la vulnerabilidad ante la sequía de la ciudad. La Tabla 10.1, muestra una lista de las principales áreas en donde pueden existir deficiencias que comprometan la resiliencia del organismo. La condición del organismo operador de agua generará un perfil de la problemática y el contexto geográfico, hidrológico e institucional para plantear un conjunto de soluciones específicas para cada situación.

**Tabla 10.1** Análisis de problemáticas para guiar las acciones de prevención.

Área del problema	Valor del Indicador <sup>1</sup>	Evaluación del indicador	Posibles causas	Posibles soluciones
Cobertura de agua potable ≥ 90% Alta 89% - 80% Media <80% Baja	99.17%	Alta	---	No se requiere
Continuidad del servicio <sup>2</sup>	100.00%	Alta	---	No se requiere
Eficiencia física ≥ 70% Alta 69% - 50% Media < 50% Baja	56.76%	Media	- Falta de cobertura en la reparación de fugas en la red de distribución. - Falta de control en las presiones del sistema - Falta de eficiencia en la micro-medición	- Reparación de fugas y control de presiones en la red de distribución, - Control en la efectividad de la micro-medición.
Eficiencia comercial ≥90% Alta 89%- 70% Media <70% Baja	95.82%	Alta	---	No se requiere

Consumo per cápita ≥70m <sup>3</sup> /año Alto <70 m <sup>3</sup> /año Bajo	53.06 m <sup>3</sup> /año	Bajo	---	No se requiere
Dotación per cápita <sup>3</sup> ≥83.95m <sup>3</sup> /año Alto <83.95m <sup>3</sup> /año Bajo	93.48 m <sup>3</sup> /año	Alta	---	No se requiere
Eficiencia de cobro ≥90% Alta 89%- 70% Media <70% Baja	95.82%	Alta	---	No se requiere
Eficiencia global ≥ 70% Alta 69% - 50% Media < 50% Baja	54.39%	Media	La eficiencia física es media por lo que afecta a la eficiencia global	Reparación de fugas en la red de distribución, revisar micro-medición efectiva.
Micro-medición ≥90% Alta 89%- 70% Media <70% Baja	97.27%	Alta	---	No se requiere
Cobertura de alcantarillado ≥ 90% Alta 89% - 80% Media <80% Baja	85.57%	Media	-Existencia de asentamientos irregulares, -Falta de infraestructura.	-Gestión de recursos para incrementar cobertura, ordenamiento urbano, etc.
Volumen tratado ≥ 70% Alta 69% - 50% Media < 50% Baja	68.62%	Media	- Sólo se trata una parte del agua residual, no existen recursos para infraestructura.	- Incrementar capacidad de las plantas de tratamientos, gestión de recursos para infraestructura.

<sup>1</sup>Indicadores correspondientes al año 2013.

<sup>2</sup>Tomas con servicio continuo sobre tomas registradas.

<sup>3</sup> Consumo doméstico per cápita 230 lts/hab/día. (CONAGUA, 1994)

## 10.2. Acciones recomendadas a los organismos operadores para mitigar la sequía

En las Tablas 10.2-10.5, se indican una lista de acciones que se pueden llevar a cabo en la etapa de mitigación de la sequía para cada uno de los tipos de usuarios.

**Tabla 10.2** Acciones de mitigación según nivel de sequía. Sector Gubernamental.

Medidas / Nivel de sequía	D0: Anormalmente seco	D1: Moderada	D2: Severa	D3: Extraordinaria	D4: Excepcional
Desarrollar campañas públicas de educación con estrategias manejo de la demanda a corto y largo plazo *	X	X	X	X	X
Identificar usuarios de alto consumo de agua y desarrollar metas de ahorro *	X	X			
Implementar medidas de conservación que también provean beneficios de ahorro de agua durante periodos de sequía	X	X			
Restringir la autorización de nuevas tomas.		X	X	X	X
Implementar recargos en la época de sequías *		X	X	X	X
Implementar una tasa modificada para periodos de sequía *				X	X
Conducir auditorías de irrigación en los administradores municipales de parques y espacios abiertos *	X	X	X	X	X
Educar al personal de los administradores o municipio sobre cómo ahorrar agua*	X	X	X	X	X
Proveer instrucciones a negocios u oficinas en el desarrollo de medidas específicas para sequías y planes de acciones directas *	X	X	X	X	X
Eliminar o reducir la irrigación en jardines y parques			X	X	X
Limitar el riego de exteriores a tiempos específicos del día			X	X	X
Limitar el número de días de riego a la semana			X	X	X
Establecer tiempos límite para el riego		X	X	X	X
Convertir aspersores a irrigación de bajo volumen donde sea apropiado *	X	X			
Restringir dispositivos de rocío en exteriores		X			

<b>Medidas / Nivel de</b>	<b>D0:</b>	<b>D1: Moderada</b>	<b>D2: Severa</b>	<b>D3:</b>	<b>D4: Excepcional</b>
Limitar o prevenir lavado de las flotas de vehículos de la ciudad o el municipio			X	X	X
Limitar el lavado con hidrantes Limitar el uso de del agua para entrenamiento en incendios				X	X
Eliminar todos los hidrantes de incendio, excepto aquellos requeridos para seguridad pública					X
Apagar fuentes ornamentales en los edificios y los parques				X	X
Instalar dispositivos ahorradores de agua en los baños de los edificios municipales *	X				
Conducir auditorías de agua en instalaciones interiores *	X				

\*Para la implementación de estas acciones se requiere tener un nivel de eficiencia alto y contar con una cobertura amplia de infraestructura de tratamiento de aguas para poder implementarlas y monitorear su desempeño y resultados.

**Tabla 10.3** Acciones de mitigación según nivel de sequía. Sector Residencial.

Medidas / Nivel de sequía	D0: Anormalmente seco	D1: Moderada	D2: Severa	D3: Extraordinaria	D4: Excepcional
Aplicar restricciones de riego en jardines	X	X	X	X	X
Limitar riego exterior a tiempos específicos del día	X	X	X	X	X
Limitar el número de días de riego por semana	X	X	X	X	X
Establecer tiempo límite para el riego	X	X	X	X	X
Prohibir riego de los jardines durante el otoño, el invierno y la primavera temprana			X	X	X
Limitar el riego con manguera o dispositivos sin aspersores	X	X	X	X	X
Promover auditorías de agua en zonas exteriores			X	X	X
Convertir aspersores a irrigación de bajo consumo, donde sea apropiado	X				
Limitar o restringir los dispositivos de rocío en exteriores			X	X	X
Limitar o prohibir el plantar nuevos árboles o vegetación paisajística				X	X
Aplicar guías de política para la instalación de nueva vegetación paisajística				X	X
Aplicar restricciones a la aplicación de agua a superficies impermeables					X
Prohibir o limitar el lavado de autos				X	X
Prohibir o limitar las fuentes sin recirculación de agua*				X	X
Prohibir o limitar el llenado y uso de albercas				X	X
Aplicar restricciones de agua en los interiores					X
Promover auditorías de agua en interiores					X
Promover instalación de dispositivos eficientes de agua *	X				

<b>Medidas / Nivel de</b>	<b>D0:</b>	<b>D1: Moderada</b>	<b>D2: Severa</b>	<b>D3:</b>	<b>D4:</b>
Promover el uso de las aguas grises*		X	X	X	X
Proveer medidores acústicos para ayudar a los consumidores en identificar fugas *	X	X			
Requerir el uso de dispositivos eficientes de agua en la reventa de casas o en remodelaciones *	X				

\*Para la implementación de estas acciones se requiere tener un nivel de eficiencia alto y contar con una cobertura amplia de infraestructura de tratamiento de aguas para poder implementarlas y monitorear su desempeño y resultados.

**Tabla 10.4** Acciones de mitigación según nivel de sequía. Sector Comercial.

Medidas / Nivel de sequía	D0: Anormalmente seco	D1: Moderada	D2: Severa	D3: Extraordinaria	D4: Excepcional
Prohibir o limitar el uso de agua para la construcción			X	X	X
Aplicar guías de política o limitaciones para la instalación de nuevas plantas u otras aplicaciones paisajísticas		X	X		
Aplicar restricciones de regadío en paisajes exteriores				X	X
Promover auditorías de agua en interiores y exteriores donde sea aplicable			X	X	X
Apagar la operación de fuentes ornamentales Prohibir o limitar el llenado y uso de albercas			X	X	X
Promover y aplicar la instalación de dispositivos eficientes de agua	X				
Apagar los surtidores de agua para los bebederos públicos				X	X
Promover la reducción del uso de aire acondicionado *	X	X			
Promover que los edificios con aire acondicionado que usen agua eleven sus termostatos modestamente *	X				
Prohibir el lavado de autos Aplicar restricciones del uso de agua en el lavado de autos comerciales				X	X
Promover que los autolavados comerciales usen agua reciclada	X	X	X		
Promover el servicio de agua en restaurantes únicamente bajo pedido					X
Promover la reducción en la frecuencia del servicio de lavado y secado de toallas en hoteles *				X	X

<b>Medidas / Nivel de</b>	<b>D0:</b>	<b>D1: Moderada</b>	<b>D2: Severa</b>	<b>D3:</b>	<b>D4:</b>
Proveer recursos para el desarrollo de planes de conservación específicos en oficinas y negocios				X	X

\*Para la implementación de estas acciones se requiere tener un nivel de eficiencia alto y contar con una cobertura amplia de infraestructura de tratamiento de aguas para poder implementarlas y monitorear su desempeño y resultados.

**Tabla 10.5** Acciones de mitigación según nivel de sequía. Sector Industrial.

Medidas / Nivel de sequía	D0: Anormalmente seco	D1: Moderada	D2: Severa	D3: Extraordinaria	D4: Excepcional
Prohibir o limitar el uso del agua en la construcción			X	X	X
Aplicar guías de política para la instalación de nuevas plantas y otras aplicaciones paisajísticas	X	X			
Aplicar restricciones de regadío en paisajes exteriores			X	X	X
Promover auditorías de agua en interiores y exteriores donde sea aplicable			X	X	X
Promover la reducción del uso de aire acondicionado con agua *	X	X			
Promover que los edificios con aire acondicionado que usen agua eleven sus termostatos modestamente *	X				
Promover la conversión al uso de torres de enfriamiento *	X	X	X		

\*Para la implementación de estas acciones se requiere tener un nivel de eficiencia alto y contar con una cobertura amplia de infraestructura de tratamiento de aguas para poder implementarlas y monitorear su desempeño y resultados.

Otras de las medidas propuestas que son importantes para prevenir y mitigar en alguna manera a la zona urbana de Ciudad Valles en contra de la sequía se enlistan a continuación.

### **Reparación de la red de distribución de agua potable**

Una cantidad considerable del agua potable que el organismo operador produce al año, se pierde en la red distribución; lo que perjudica en gran medida a la eficiencia física de la DAPA de Cd. Valles. Por esta razón es

necesario hacer más eficiente a la red de distribución del agua potable a través de la reparación de tuberías, así como la detección de fugas y de tomas clandestinas dentro de la red.

### **Sectorización del consumo de agua potable**

Es importante conocer y tener un control de la cantidad consumida en cada uno de los sectores de distribución del agua potable, para delimitar con una mayor facilidad las problemáticas a nivel sectorial, además, de conocer la dinámica en cada uno de ellos. Por lo tanto, es preciso realizar modelaciones hidráulicas en cada uno de los sectores, donde se pueda observar con mayor detalle el consumo de agua potable. En una segunda etapa de este PMPMS se trabajará en la construcción del modelo hidráulico del sistema de distribución de agua, empleando el software especializado EPANET (*software del Environmental Protection Agency*), con el objetivo de identificar los sectores problemáticos e implementar medidas de acción acorde a la problemática.

### **Cultura del Agua**

El organismo operador de agua de Ciudad Valles, la DAPA, ha realizado campañas y pláticas para informar a la comunidad acerca del uso racional del agua. Es fundamental que estas acciones se sigan implementando de igual manera para concientizar a la población y seguir fomentando el cuidado y buen uso del agua, ya que una sociedad informada y sensible a su entorno resultará en una mejora hacia el recurso hídrico en la región.

Desarrollar programas de cultura del agua en conjunto con instituciones educativas en cada uno de los niveles de educación. Es necesario tomar en cuenta a estudiantes de nivel superior cuya área de estudio sea referente, entre otras cosas, al cuidado y preservación del recurso hídrico.

### **Uso de dispositivos ahorradores de agua**

Fomentar e implementar el uso de dispositivos ahorradores en grifos, duchas e inodoros tanto en domicilios y residencias, como en edificios, oficinas gubernamentales y lugares públicos.

### **Aguas grises**

La planta de tratamiento de aguas residuales “Birmania” de la DAPA de Cd. Valles, trata 120 lps de aguas residuales. Promover el uso de esta agua para diversos fines puede ser de utilidad, ya que su calidad es confiable y monitoreada, además de que se le daría otro uso al agua tratada.

### **Incentivar a los usuarios**

Realizar incentivos o descuentos a aquellos usuarios que reduzcan su consumo de agua o que realicen prácticas sustentables que beneficien al cuidado y preservación del recurso hídrico. Por otro lado, también es importante identificar usuarios de alto consumo y establecer acuerdos con la finalidad de reducir el consumo del recurso hídrico.

## **AGRADECIMIENTOS**

Se agradece al Lic. Luis Felipe Alcocer Espinosa, Director General del Organismo de Cuenca Golfo Norte y al Ing. Antonio Juárez Trueba, Director Técnico del Organismo de Cuenca Golfo Norte.

De igual manera, se agradece al Lic. Eligio Quintanilla González Director de Agua Potable y Saneamiento de Cd. Valles, y al Ing. Raymundo Cano Tinajero Director Técnico del mismo organismo, así como también a todo su personal técnico y administrativo, por las facilidades y la información proporcionada para la integración y elaboración del documento presente.

## **ANEXOS**

## **Anexo 1** Instalaciones de la DAPA de Ciudad Valles

Las imágenes incluidas dentro del Anexo A fueron tomadas en las visitas de trabajo que se realizaron dentro de las instalaciones de la DAPA de Ciudad Valles en conjunto con personal de la dirección técnica y durante un recorrido a través de sus instalaciones que se realizó el día 6 de febrero de 2015, además de algunas fotografías proporcionadas por el organismo operador.

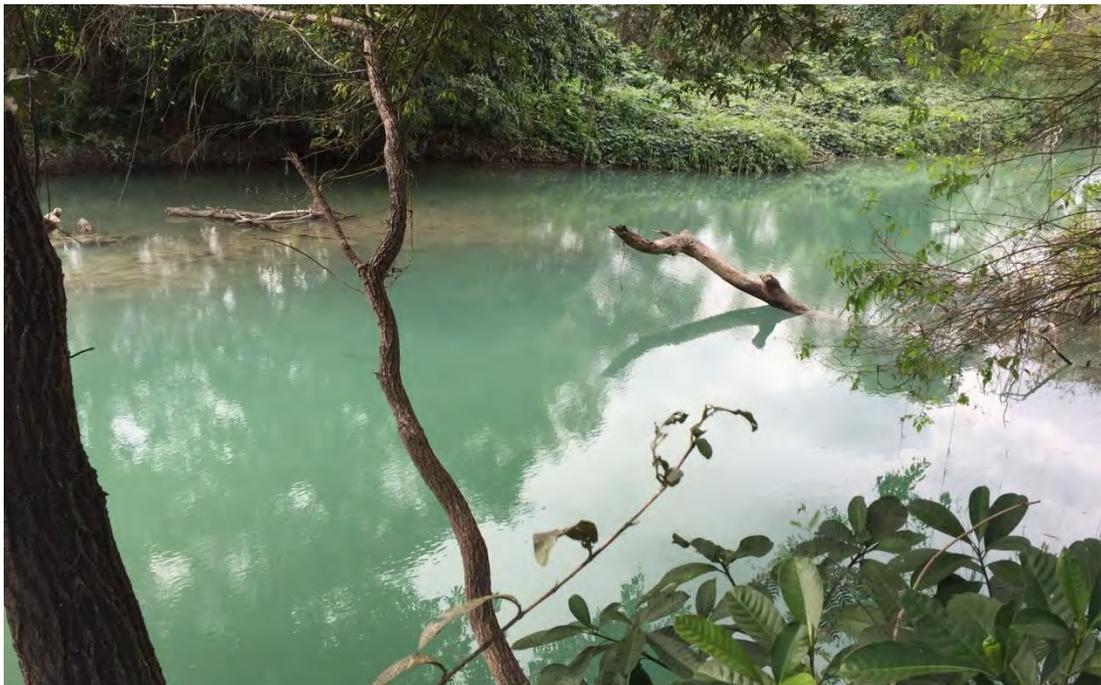
Durante el recorrido, que el organismo operador nos facilitó a través de sus instalaciones, se tomaron fotografías de las instalaciones visitadas como la planta potabilizadora (dentro de las instalaciones de la DAPA), la captación a orillas del Rio Valles, y a la planta de tratamiento de aguas residuales “Birmania”, ubicada a las afueras de la zona urbana de Ciudad Valles.



**Fig. 1** Bocatoma de la planta potabilizadora de Ciudad Valles, localizada en la margen izquierda del Rio Valles.



**Fig. 2** Vista del Rio Valles desde la margen izquierda.



**Fig. 3** Vista del Rio Valles desde la margen izquierda.



**Fig. 1** Cárcomo número 1, donde se encuentran instalados dos equipos de bombeo verticales, que alimenta a la línea de conducción No. 1 de 18" de diámetro.



**Fig. 2** Cárcomo número 2, donde se encuentran instalados tres equipos de bombeo verticales, que alimentan a las líneas de conducción No. 2 y 3, de 20" y 18" respectivamente.



**Fig. 3** Planta potabilizadora de Ciudad Valles localizada dentro de las instalaciones de la D.A.P.A. de Ciudad Valles.



**Fig. 4** Descarga del agua cruda proveniente de las líneas de conducción de la bocatoma del Rio Valles, donde se dosifica una solución de cloro antes del proceso de potabilización.



**Fig. 5** Módulo de floculación.



**Fig. 6** Módulo de sedimentación.



**Fig. 7** Módulo de filtración.



**Fig. 8** Módulos de floculación y sedimentación.



**Fig. 9** Planta de tratamiento de aguas residuales de lodos activados “Birmania” localizada a las afueras de la zona urbana de Ciudad Valles.



**Fig. 10** Desarenador localizado en la recepción de las aguas residuales que ingresan a la planta de tratamiento “Birmania”. Cuenta con tres tipos de criba 1”, 1/2” y 1/4”.



**Fig. 11** Sistema de aireación, cuenta con vigas con sistema anti-vibratorio, válvulas de acero, de alivio y medidores a presión a todos los sopladores.



**Fig. 12** Cárcamo de bombeo de la planta de tratamiento “Birmania”, que consta de 4 bombas de 25 hp.



**Fig. 13** Reactores de la planta de tratamiento “Birmania”, que cuenta con un sistema de difusión de aire, con sopladores de 125 hp.



**Fig. 14** Claris sedimentador, donde se sedimentan los lodos para su retorno a los reactores y decanta el agua tratada de la parte superior del tanque.



**Fig. 15** Tanque de contacto de cloro, dosificación y mezclado, el agua se retiene durante media hora para eliminación de microorganismos.



**Fig. 16** Agua tratada de la planta de tratamiento de aguas residuales “Birmania”, que cumple con los límites máximos permisibles de contaminantes.



**Fig. 17** Medidor de flujo de burbuja antes de la descarga del agua tratada de la planta de tratamiento de aguas residuales “Birmania”.



**Fig. 18** Descarga de agua tratada de la planta de tratamiento de aguas residuales “Birmania”, hacia el Rio Valles. Reforzada con piedra para evitar erosión y deslaves.

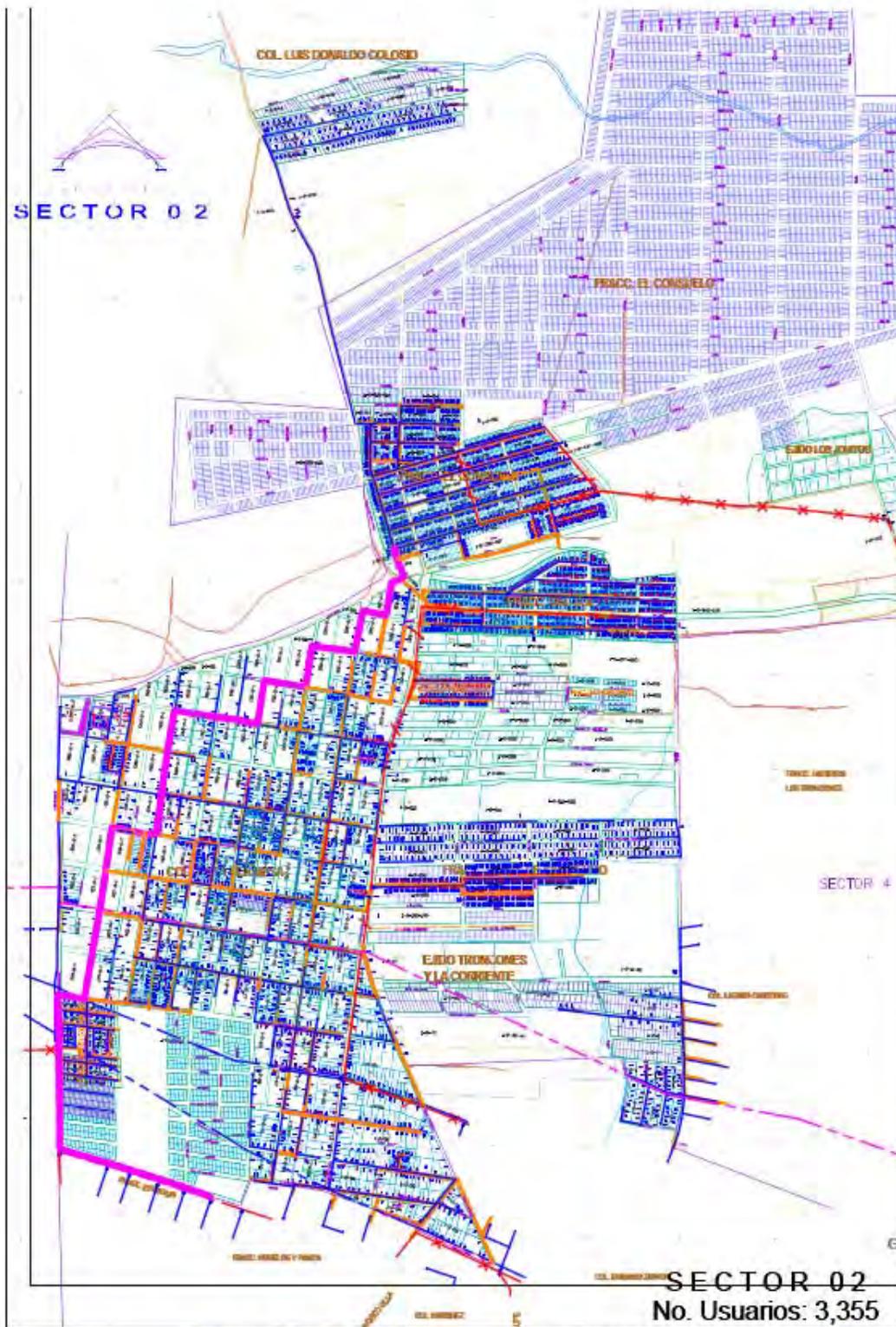


**Fig. 19** Reunión de trabajo con personal técnico de la DAPA de Ciudad Valles dentro de sus instalaciones.



**Fig. 20** Reunión de trabajo con personal técnico de la DAPA de Ciudad Valles dentro de sus instalaciones.





**SECTOR 02**  
**No. Usuarios: 3,355**

**RED DE AGUA POTABLE**

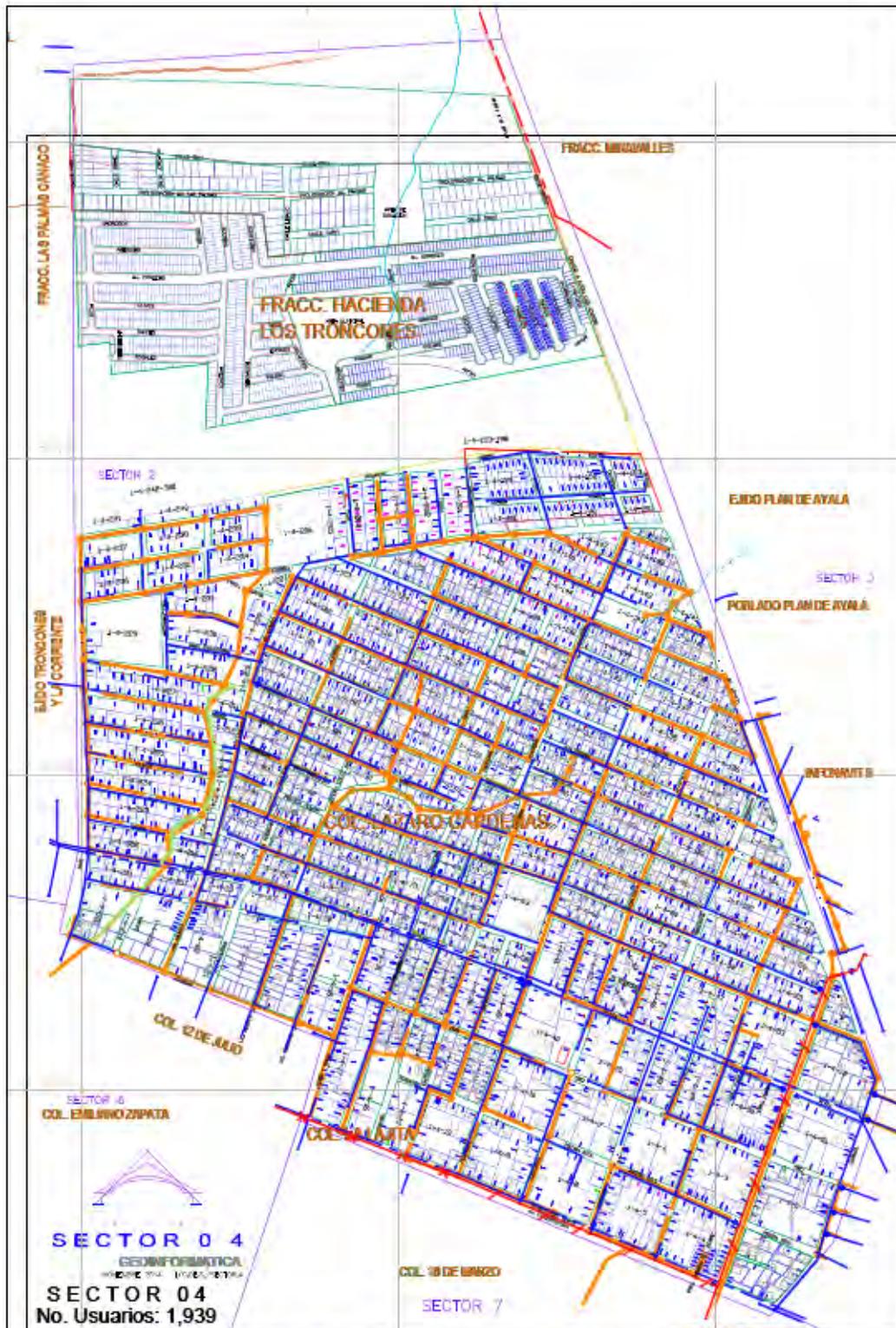
**RED DE DRENAJE**



SECTOR 02  
 CROQUIS DE LOCALIZACION  
 10/01/2014







RED DE AGUA POTABLE

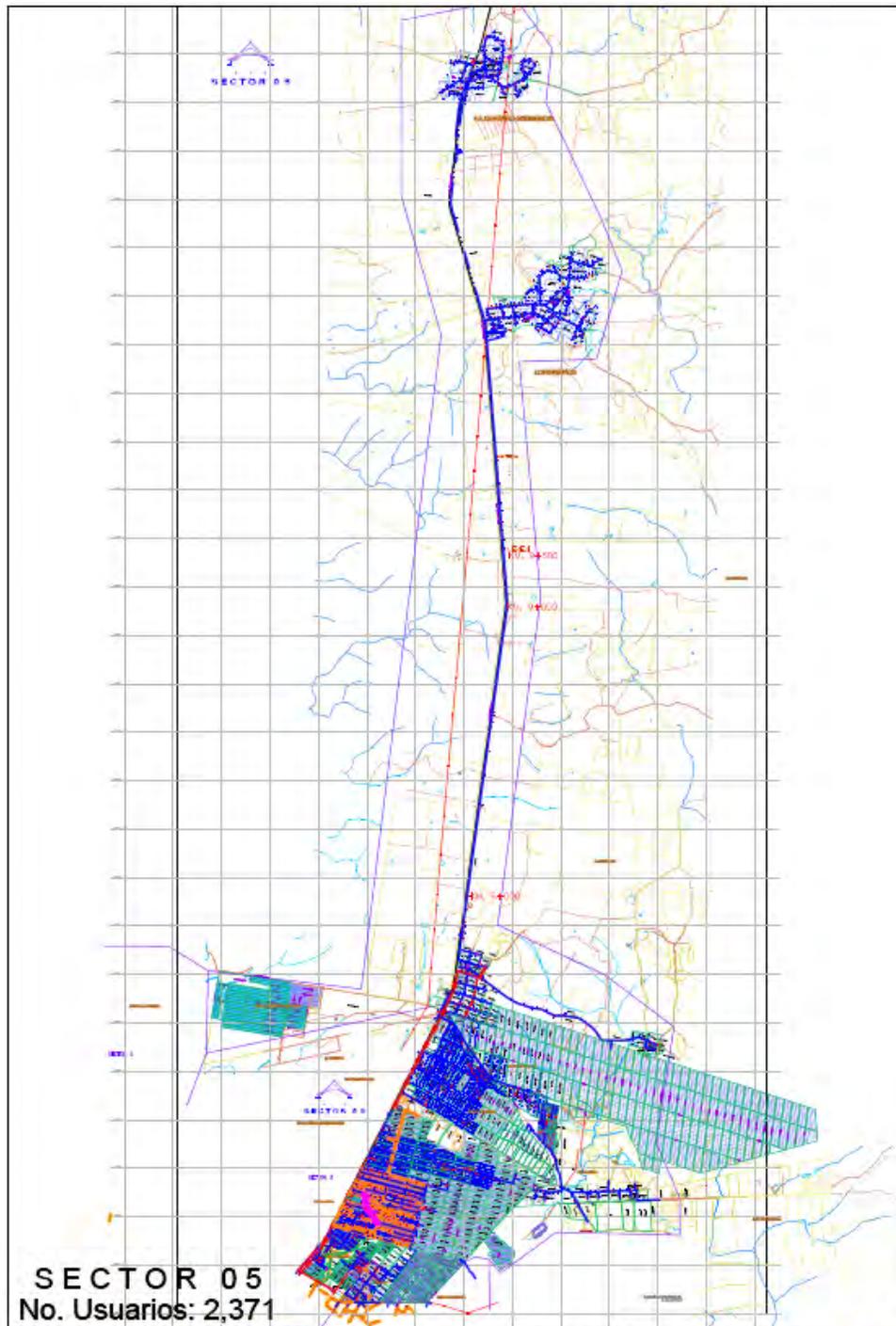
RED DE DRENAJE

**SECTOR 04**  
 GEOMORFOLOGIA  
 INFORMACIONAL  
**SECTOR 04**  
 No. Usuarios: 1,939

**SECTOR 04**  
**CROQUIS DE LOCALIZACION**  
 10 DE MARZO DEL 2014 3h 20min



GEOMORFOLOGIA  
 INFORMACIONAL

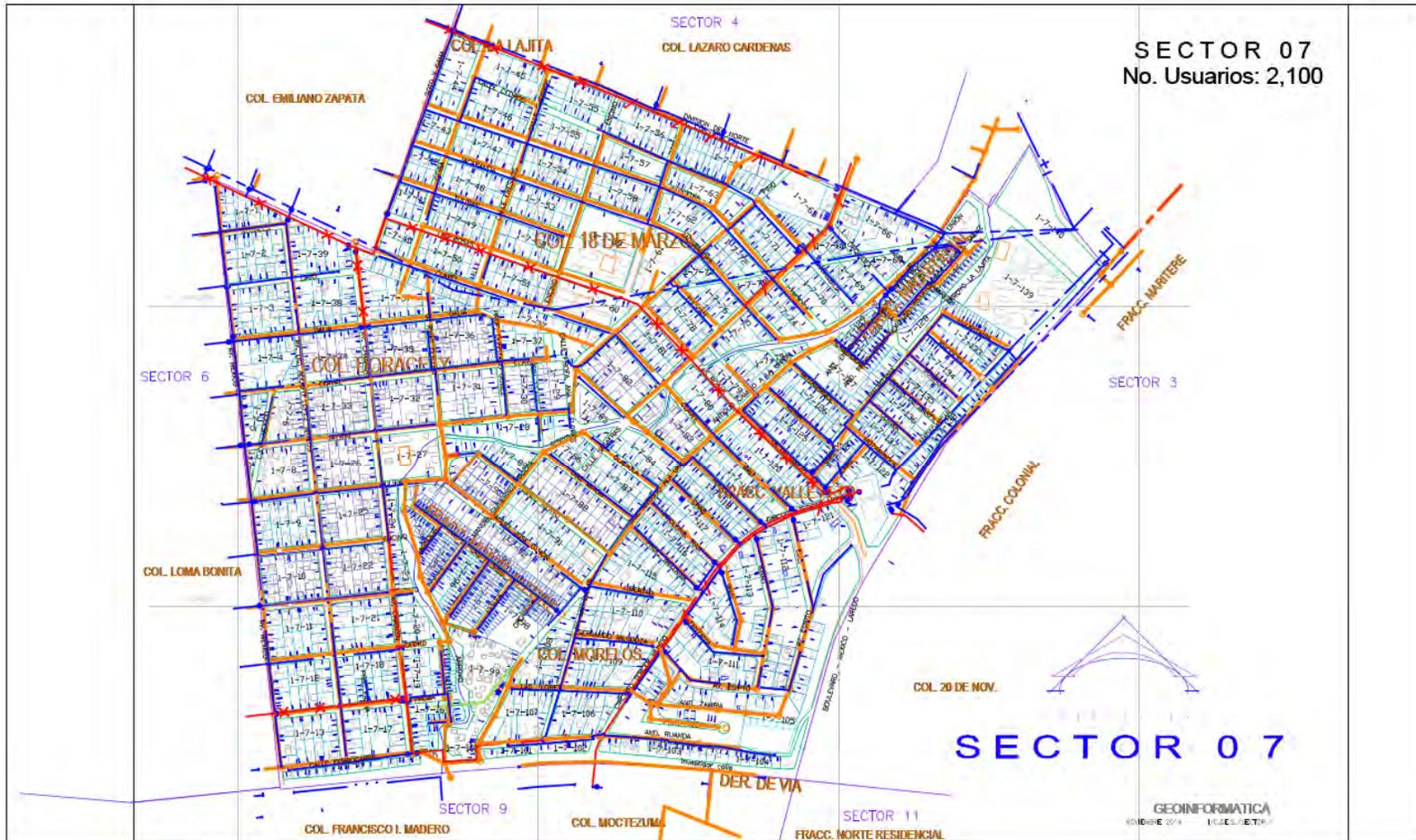


**SECTOR 05**  
**No. Usuarios: 2,371**

**RED DE AGUA POTABLE**      **RED DE DRENAJE**  
**SECTOR 05**  
**CROQUIS DE LOCALIZACION**  
NOVIEMBRE DEL 2014      SR 02044







SECTOR 07  
No. Usuarios: 2,100

SECTOR 07

RED DE AGUA POTABLE

RED DE DRENAJE

SECTOR 07  
CROQUIS DE LOCALIZACION

NOVIEMBRE DEL 2014

5/1 ESCALA



GEOINFORMATICA  
1998-2014





**SECTOR 09**  
 No. Usuarios: 2,481



**RED DE AGUA POTABLE**

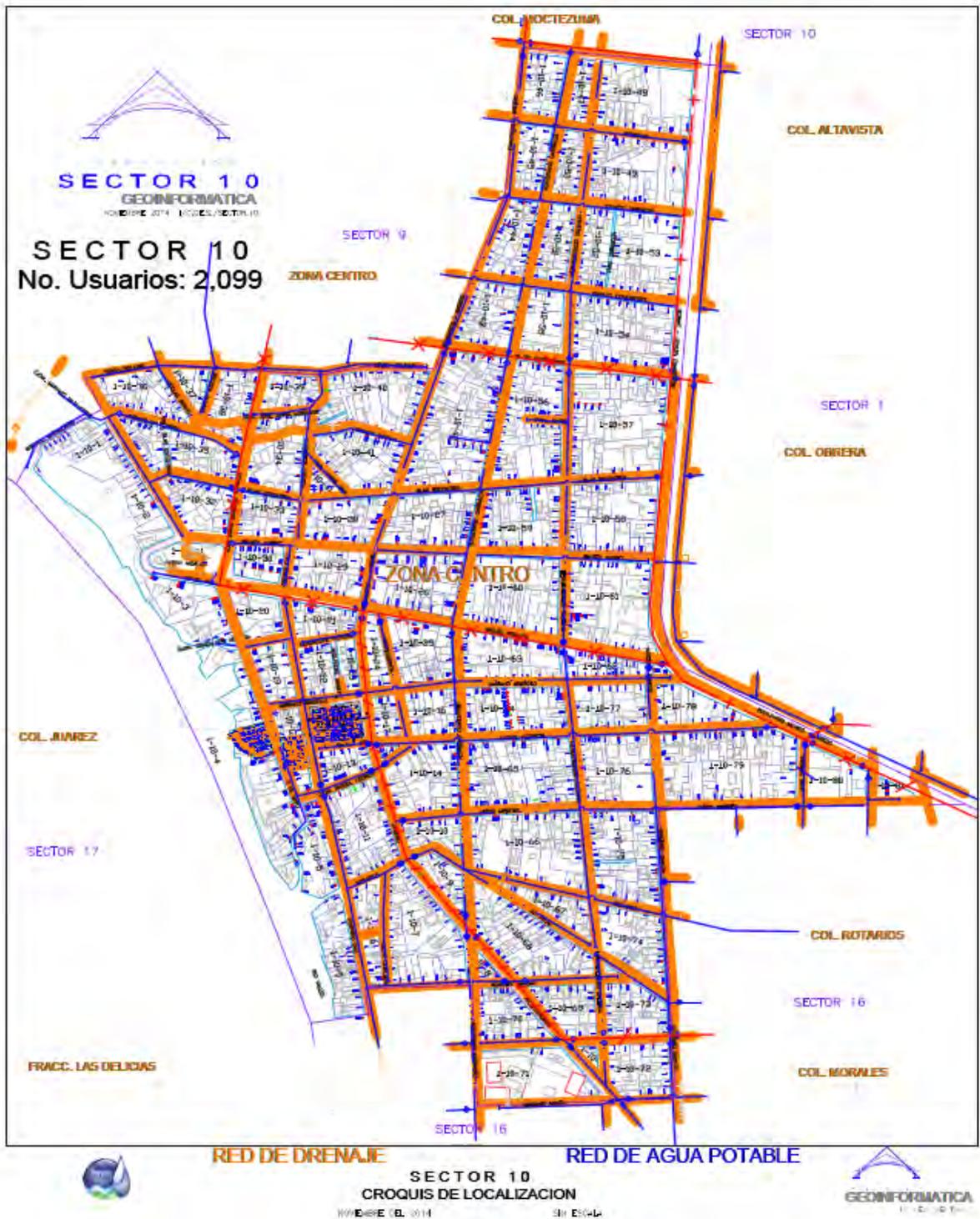
**RED DE DRENAJE**

**SECTOR 09**  
**CROQUIS DE LOCALIZACION**  
 NOVIEMBRE DEL 2014

5/11 ESCALA



**GEOMATICA**  
 URS CORP.







**RED DE DRENAJE**

**RED DE AGUA POTABLE**

**SECTOR 12**  
**CROQUIS DE LOCALIZACION**  
 NOVIEMBRE DEL 2014



**SECTOR 13**  
No. Usuarios: 1,389



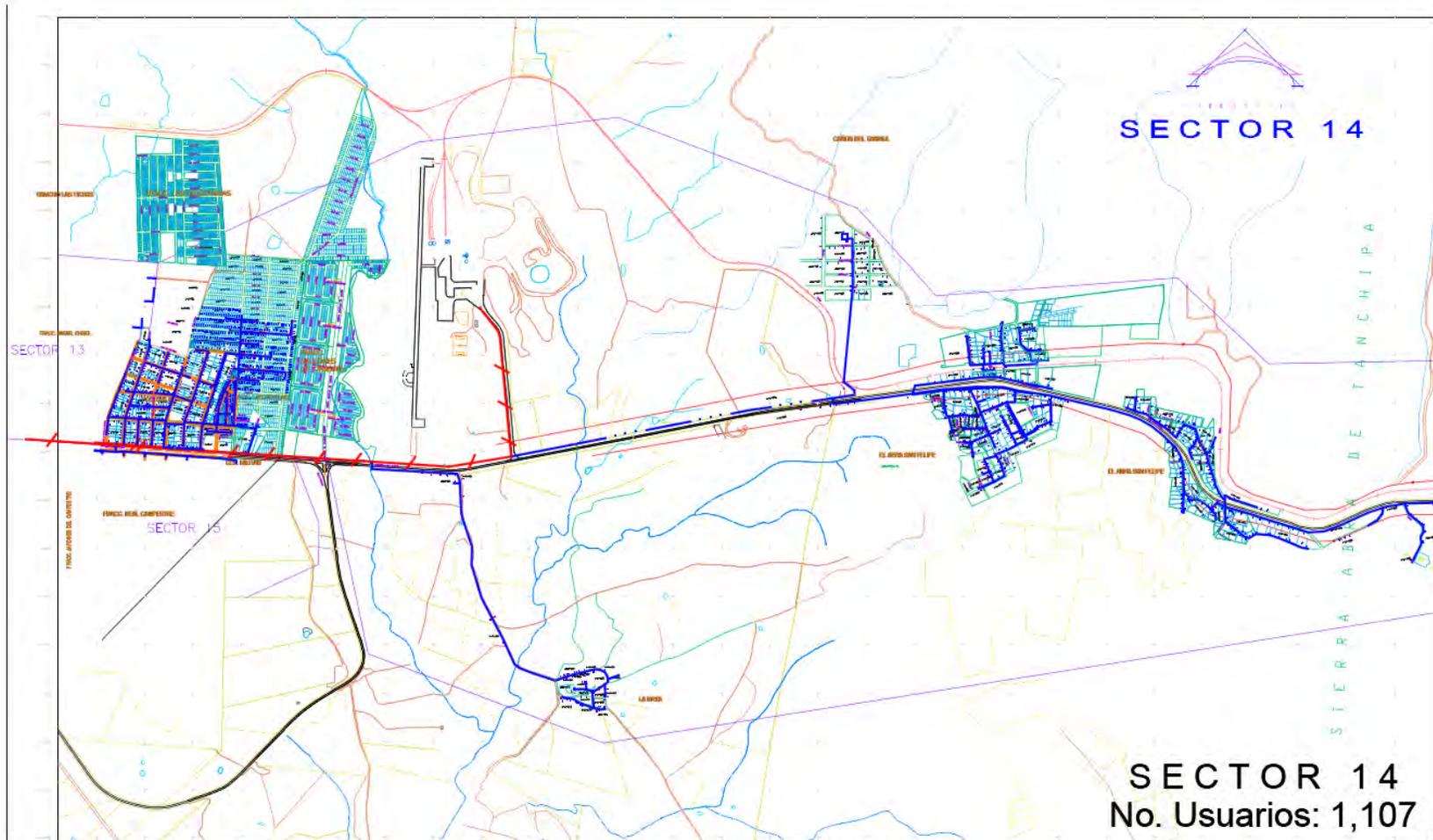
RED DE DRENAJE

RED DE AGUA POTABLE

**SECTOR 13**  
CROQUIS DE LOCALIZACION  
NOVIEMBRE DEL 2014 SIN ESCALA



GEONFORMATICA  
(C.I.C.S.A. S. DE R.L.)



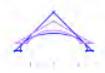
**SECTOR 14**

**SECTOR 14**  
**No. Usuarios: 1,107**

**RED DE AGUA POTABLE**      **RED DE DRENAJE**

**SECTOR 14**  
**CROQUIS DE LOCALIZACION**

NOVIEMBRE DEL 2014      SIN ESCALA



**GEOINFORMATICA**  
LOCALIZACION





**SECTOR 16**  
**No. Usuarios: 2,296**

SECTOR 17

**RED DE DRENAJE**

**RED DE AGUA POTABLE**

**SECTOR 16**  
**CROQUIS DE LOCALIZACION**

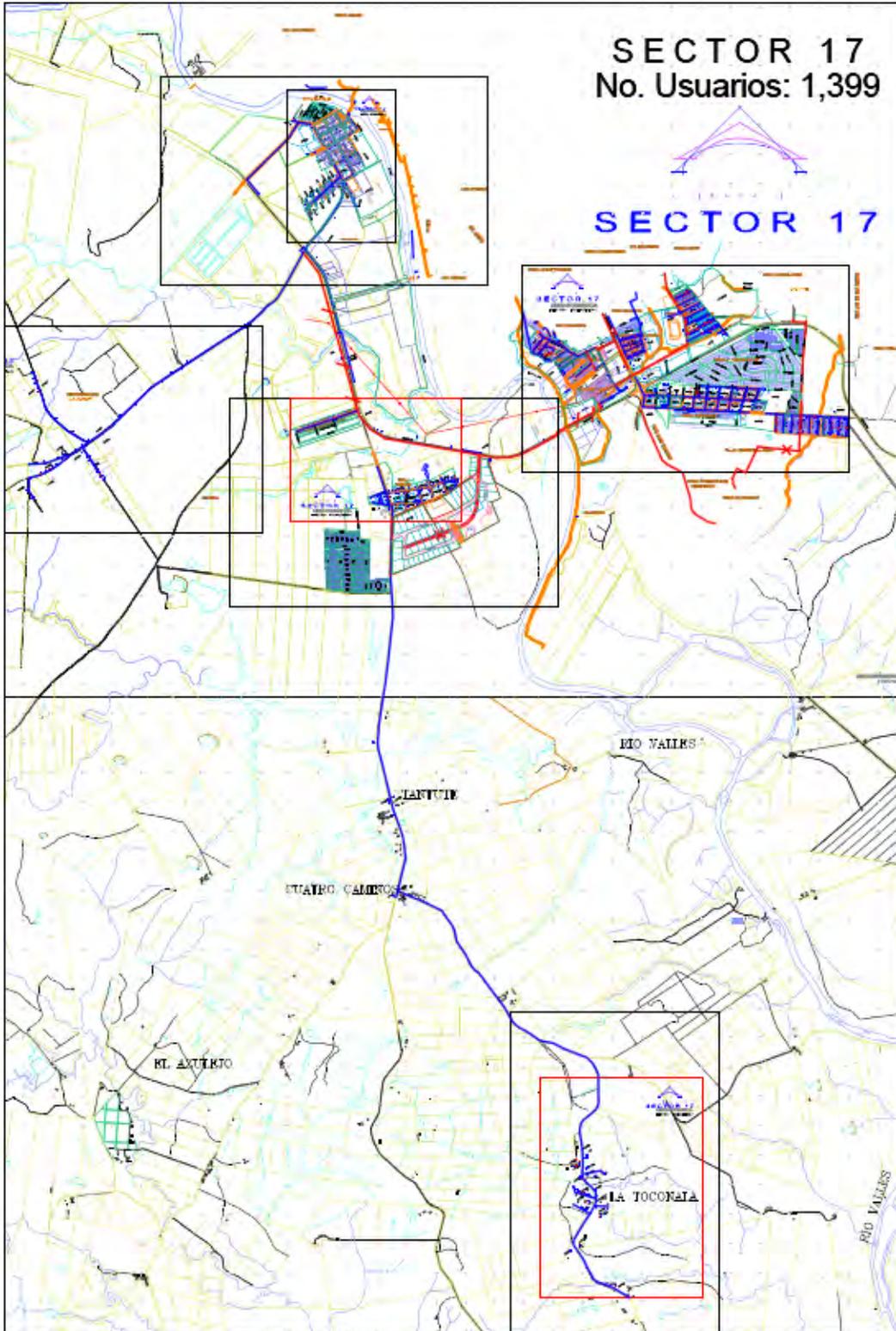
NOVIEMBRE DEL 2014

3/1 ESCALA

GEOINFORMATICA  
 (S.C. DE CV)

GEOINFORMATICA  
 (S.C. DE CV)





**SECTOR 17**  
 No. Usuarios: 1,399

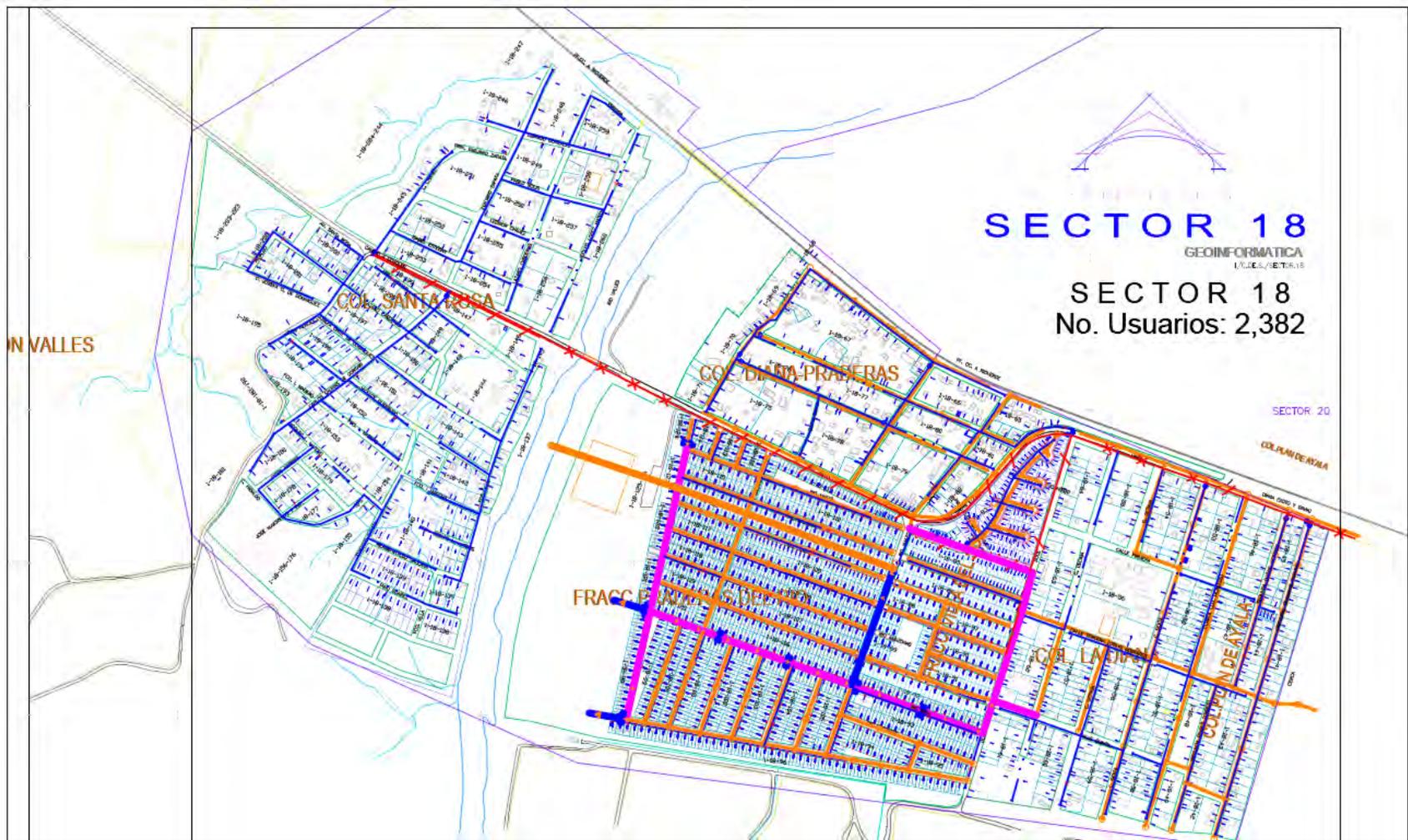
**SECTOR 17**

**RED DE AGUA POTABLE RED DE DRENAJE**  
**SECTOR 17**  
**CROQUIS DE LOCALIZACION**

NOVIEMBRE DEL 2014

SR. RICARDO

GEOSIFORMATICA



  
**SECTOR 18**  
 GEOINFORMATICA  
 U.C.E.S./SECT.18  
**SECTOR 18**  
 No. Usuarios: 2,382

VALLES

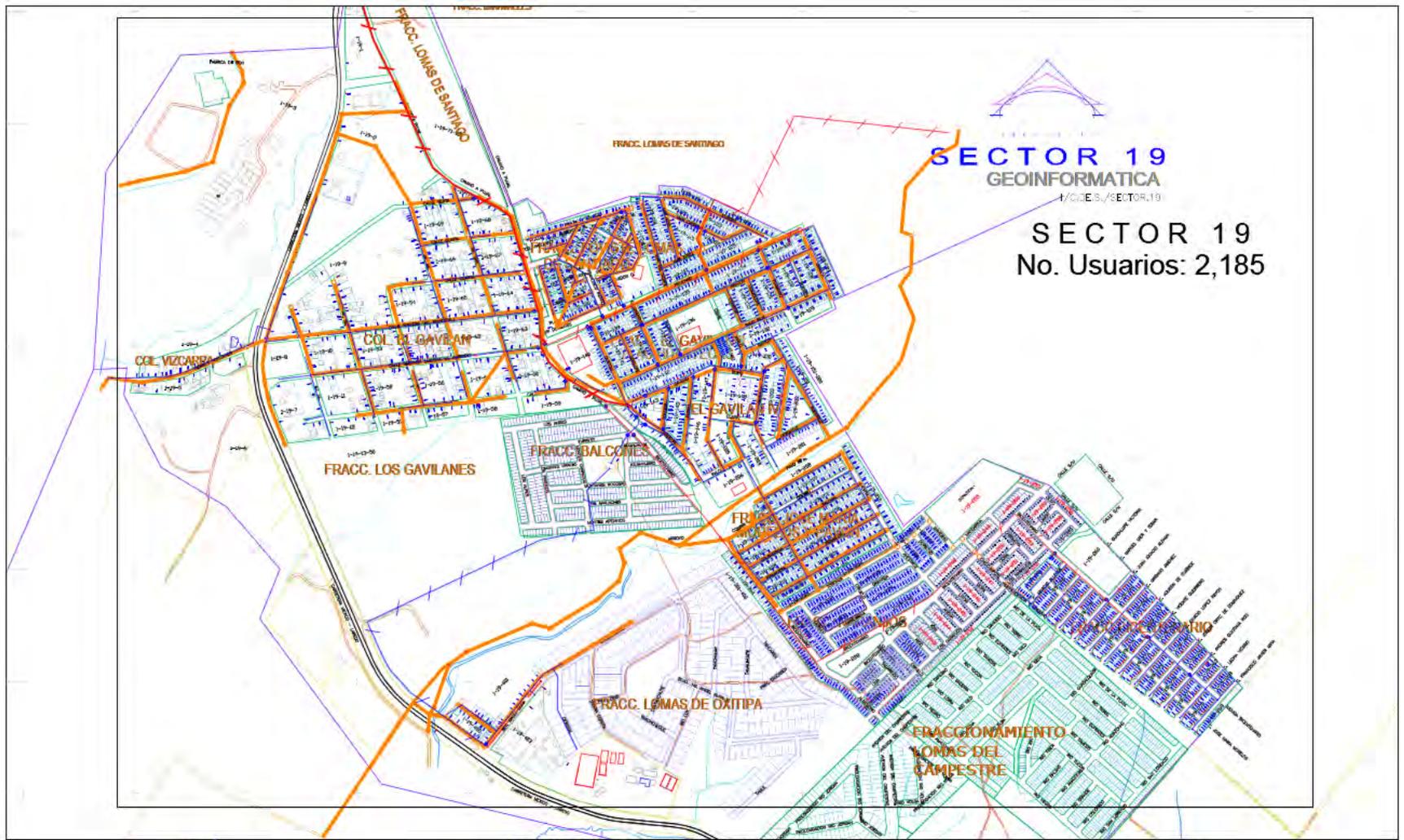
SECTOR 20

RED DE AGUA POTABLE      RED DE DRENAJE

SECTOR 18  
 CROQUIS DE LOCALIZACION  
 NOVIEMBRE DEL 2014      SIN ESCALA



GEOINFORMATICA  
U.C.E.S./SECT.18

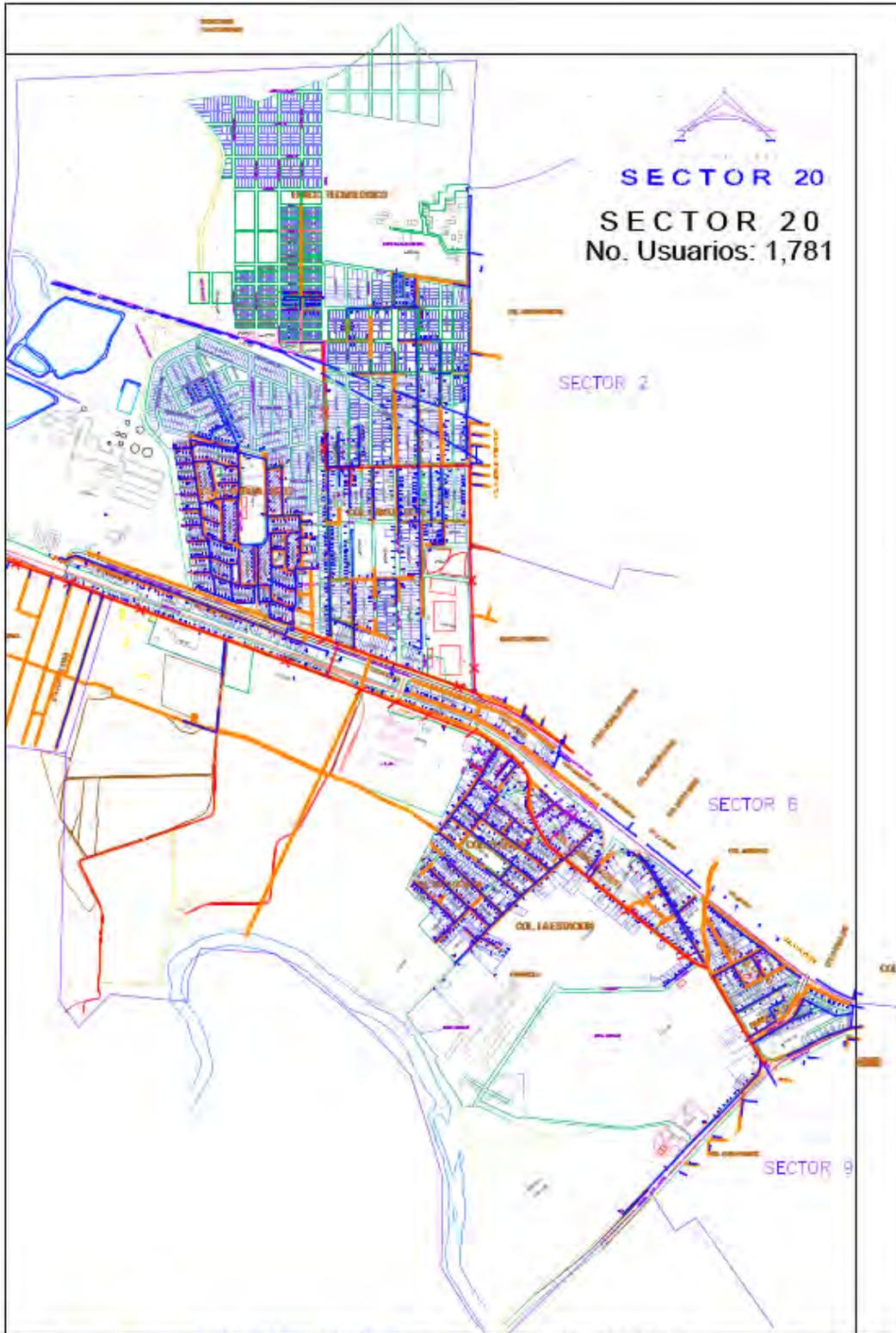


  
**SECTOR 19**  
**GEOINFORMATICA**  
 /COD.ES./SECTOR.19  
**SECTOR 19**  
**No. Usuarios: 2,185**

**RED DE AGUA POTABLE**    **RED DE DRENAJE**  
**SECTOR 19**  
**CROQUIS DE LOCALIZACION**  
 NOVIEMBRE DEL 2014    SIN ESCALA



**GEOINFORMATICA**  
UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE MEXICO



  
**SECTOR 20**  
**SECTOR 20**  
 No. Usuarios: 1,781

**RED DE AGUA POTABLE**      **RED DE DRENAJE**

**SECTOR 20**  
**CROQUIS DE LOCALIZACION**

HOJA 01 DE 014

DE 2014



## **Bibliografía**

- ANEAS. (2012). *Gestión eficiente de los organismos operadores: Manual para los organismos operadores de agua potable y saneamiento*. México: Asociación Nacional de Empresas de Agua y Saneamiento en México.
- AWWA. (1999). *End uses of water*. Research Foundation and American Water Works Association.
- CONAGUA. (1994). *Lineamientos técnicos para la elaboración de estudios y proyectos de agua potable y alcantarillado*. Comisión Nacional del Agua. Gerencia de Ingeniería Básica y Normas Técnicas.
- CONAGUA. (2007). *Manual de Agua Potable, Alcantarillado y Saneamiento*.
- CONAGUA. (2014a). *Estadísticas del Agua en México*. Comisión Nacional del Agua, Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales.
- CONAGUA. (2014b). *Guía para la elaboración del PMPMS para usuarios urbanos. Versión 2.0*. México: Comisión Nacional del Agua.
- CONAPO. (s.f.). *Consejo Nacional de Población*. Obtenido de Proyecciones de Población: [www.conapo.gob.mx](http://www.conapo.gob.mx)
- DOF. (07jun2013). Ley de Aguas Nacionales 2013. 7 de junio de 2013. México, D.F.: Congreso de los Estados Unidos Mexicanos.
- DOF. (22nov2012). 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 nac. 22 de Noviembre de 2012. México, D.F.: Secretaria de Medio Ambiente y Recursos Naturales SEMARNAT.
- DOF. (25ene2012). ACUERDO por el que se instruyen acciones para mitigar los efectos de la sequía que atraviesan diversidad entidades federativas.
- Estrela Monreal, T. (s.f.). *Gestión de Sequías en España*.
- FCEA. (s.f.). *Guía para organismos operadores de agua potable, alcantarillado y saneamiento*. México: Fondo para la Comunicación y la Educación Ambiental A.C.
- Gobierno de la República. (2013-2018). *Programa Nacional Hídrico*.
- Gobierno Estatal de San Luis Potosí. (2009-2015). *Plan Estatal de Desarrollo*.

- H. Ayuntamiento de Ciudad Valles. (2012-2015). *Plan de Desarrollo Municipal Ciudad Valles*.
- INEGI. (s.f.). *Censo de Población y Vivienda*. Obtenido de [www.inegi.org.mx](http://www.inegi.org.mx)
- Instituto de Investigaciones Legislativas. (2010). *Ley de Protección Civil del Estado de San Luis Potosí*.
- Instituto de Investigaciones Legislativas. (2013). *Ley de Aguas para el estado de San Luis Potosí*.
- Ley de Aguas Nacionales. (07Jun2013). *Ley de Aguas Nacionales*.
- Ley General de Cambio Climático. (07May2014). *Ley General de Cambio Climático*.
- Marcos Valiente, Ó. (2001). Investigaciones Geográficas No. 26. *Sequía: Definiciones, Tipologías y Métodos de Cuantificación*.
- NOM. (1994). NOM-127-SSA1-1994. *Salud ambiental, agua para uso y consumo humano-límites permisibles de calidad y tratamientos a que debe someterse el agua para su potabilización*.
- Orellana, R., Espadas, C., Conde, C., & Gay, C. (2009). Atlas Escenarios de Cambio Climático en la Península de Yucatán. Mérida, Yucatán, México: Centro de Investigación Científica de Yucatán y centro de Ciencias de la Atmósfera UNAM.
- PIGOO. (2015). *Programa de Indicadores de Gestión de Organismos Operadores*. Obtenido de [www.pigoo.gob.mx](http://www.pigoo.gob.mx)
- PRONACOSE. (2014). *Programa Nacional Contra la Sequía PRONACOSE. Comisión Nacional del Agua CONAGUA*. Recuperado el 5 de octubre de 2014, de <http://www.pronacose.gob.mx/Contenido.aspx?n1=1&n2=1>
- Secretaría General de Gobierno. (2009). *Reglamento de Protección Civil*.
- Secretaría General de Gobierno. (2012). *Periódico Oficial del Estado Libre y Soberano de San Luis Potosí*.
- Secretaría General de Gobierno. (2012). *Reglamento Interior de la Comisión Estatal del Agua del estado de San Luis Potosí CEA-SLP*.
- SMN. (2015). *Servicio Meteorológico Nacional*. Obtenido de <http://smn.cna.gob.mx>