



Artículo: COMEII-18062

**IV CONGRESO NACIONAL
DE RIEGO Y DRENAJE COMEII 2018**
Aguascalientes, Ags., del 15 al 18 de octubre de 2018

PROYECCIÓN DE LA DISPONIBILIDAD Y DEMANDA DE AGUA EN EL ACUÍFERO VALLE DE PUEBLA, EN EL PERÍODO 2015 - 2070

Luis Alberto Villarreal Manzo

Colegio de Postgraduados, *Campus* Puebla. Boulevard Forjadores de Puebla No. 205 Santiago Momoxpan, Municipio de San Pedro Cholula, Puebla, México. C.P. 72760.

lavilla@colpos.mx - Tel 01(222)2851455 Ext. 2038

Resumen

El presente estudio se enmarca, a partir de un análisis de información y datos oficiales, en la proyección de escenarios futuros sobre las demandas y disponibilidades de agua subterránea del acuífero Valle de Puebla, de acuerdo a sus diferentes usos consuntivos, a saber; público-urbano, agrícola e industrial y otros usos. La metodología empleada en el presente estudio fue la de investigación bibliográfica y documental, además de la cuantitativa a través del cálculo y la estimación de requerimientos de riego de los cultivos mediante el método de Penman-Monteith.

La integración de la información consultada y generada permitió la construcción de escenarios oficiales, calculados y ajustados sobre la disponibilidad y la demanda de agua subterránea en el acuífero en el período 2015-2070, realizándose a la vez, comparaciones y conclusiones entre los mismos escenarios construidos y elaborándose finalmente una serie de recomendaciones a seguir, sobre todo en lo concerniente al uso del agua en actividades agrícolas, tendientes, las mismas, a realizar en todo momento, un uso más eficiente y racional del agua.

Los resultados obtenidos respecto la disponibilidad y la demanda de agua subterránea, de acuerdo a datos calculados y ajustados, para el período 2015-2070, muestran una disponibilidad para el año 2015 de aproximadamente un 27.36%, disponibilidad que disminuirá en años subsecuentes, hasta llegar a una disponibilidad de aproximadamente un 5.56% para el año 2050, para el año 2070 el acuífero presentará un déficit de alrededor del 5.04%, lo que significa que desde este momento se deberán implementar medidas tendientes a su uso y aprovechamiento sustentable y sobre todo a su conservación.

Palabras claves: Uso consuntivo, disponibilidad, demanda, acuífero, agua subterránea



Introducción

Ante la creciente preocupación de la población en general, los diferentes órganos de gobierno, los productores agropecuarios, los industriales y los proveedores de servicios, usuarios todos del agua subterránea de los acuíferos que forman parte de las cuencas y sub-cuencas de las regiones hidrológicas administrativas de la República Mexicana, respecto a la actual disponibilidad y demanda de agua subterránea y las perspectivas de disponibilidades futuras, se enmarca el presente estudio, en el cual a partir de un análisis de información y datos oficiales se realiza la proyección de escenarios futuros –a poco más de 50 años, de la fecha actual- sobre las demandas y disponibilidades de agua subterránea del acuífero Valle de Puebla, esto de acuerdo a los diferentes usos consuntivos del agua subterránea, a saber: agrícola, urbano e industrial y otros usos.

Aunado a lo anterior y partiendo de la premisa de que en las actividades agropecuarias se realiza un mayor uso consuntivo de este vital recurso –en ocasiones en más del 80% de los volúmenes disponibles y concesionados oficialmente- se estimaron los requerimientos y los volúmenes de riego de cada uno de los cultivos que formaron parte del patrón de cultivos establecidos, bajo condiciones de riego, en el año 2015, en el área de influencia del acuífero Valle de Puebla.

Materiales y Métodos

La metodología empleada en el presente estudio fue la de investigación bibliográfica y documental, además de la cuantitativa a través del cálculo y la estimación de requerimientos de riego de los cultivos mediante el método de Penman-Monteith.

La integración y conjunción de la información consultada y generada permitió la construcción de escenarios oficiales, calculados y ajustados sobre la disponibilidad y la demanda de agua subterránea en el acuífero Valle de Puebla en el período 2015-2070, realizándose a la vez, comparaciones y conclusiones entre los mismos escenarios construidos y elaborándose finalmente una serie de recomendaciones a seguir, sobre todo en lo concerniente al uso del agua en actividades agrícolas, tendientes, las mismas, a realizar en todo momento, un uso más eficiente y racional del agua.

Debido a la falta de información de superficie y láminas de riego por cultivo, para este caso, en el estudio realizado por el Plan de Manejo (CONAGUA, 2014) se consideró que un 5% del volumen utilizado para riego, retornaba al acuífero en forma de recarga inducida, debido a la presencia de estratos de alta permeabilidad en el subsuelo. Considerando que el volumen de agua destinada al uso agrícola era de 64.22 millones de m³ anuales, si se considera además que el 5 % del volumen aplicado en la agricultura retorna al acuífero, se obtiene un volumen de 3.2 millones de m³/ año de recarga por retornos de riego. Por su parte, 158.01



millones de m³ se destinan para uso doméstico y urbano y 32.62 millones de m³ para su uso industrial y otros usos, arrojando un volumen total de agua subterránea concesionado (VCAS) de 254.85 millones de m³ anuales.

Ahora bien, parte del análisis llevado a cabo en el presente estudio y ante la necesidad de contar con información sobre superficies y láminas de riego por cultivo, se enfocó a determinar los volúmenes de agua requeridos por el patrón de cultivos establecido bajo riego en el año 2015 en el área de influencia del acuífero Valle de Puebla, de acuerdo a datos del Sistema de Información Agroalimentaria y Pesquera (SIAP) órgano desconcentrado de la Secretaría de Agricultura, Ganadería, Pesca y Alimentación (SAGARPA) del Gobierno Federal, a partir de la estimación de las láminas de riego por cultivo.

Para ello, se estimaron los requerimientos de riego del patrón de cultivos, utilizando el método de estimación de Penman-Monteith.

En la construcción de los escenarios oficiales y calculados o estimados respecto a la disponibilidad y demanda de agua en el acuífero Valle de Puebla, de acuerdo a su uso por los diferentes sectores productivos (primario y secundario) y al aprovisionamiento a la población de las localidades y municipios que forman parte del área de influencia del acuífero, se siguió el siguiente procedimiento:

Con información de los documentos *“Panorama sociodemográfico de Puebla, Tomos I y II”*, del año 2011, se contabilizó la población existente en el año 2010 en cada uno de los 26 municipios que forman parte del área de influencia del acuífero. Con información del Instituto Nacional de Geografía, Estadística e Informática (INEGI) se contabilizó la población existente para los años 2011, 2012, 2013, 2014 y 2015. Con información del Consejo Nacional de Población (CONAPO) y de acuerdo a las tasas de natalidad para los municipios estudiados, y utilizando tendencias lineales (método del mínimo cuadrado), se realizó la proyección de crecimiento poblacional hasta el año 2070.

La población total se dividió, para su análisis particular, en población urbana y población rural, correspondiendo un 72% del total a población urbana y el restante 28% a población rural.

La demanda o uso consuntivo de la población utilizado en la construcción del escenario calculado o estimado, se determinó considerando que la población urbana tiene una demanda de 172 litros por habitante por día. Por su parte, la población rural demanda 150 litros por habitante por día, demandas muy por debajo de los 320 litros por habitante por día que reporta la CONAGUA dispone cada mexicano hoy en día y también datos más cercanos a los 100 a 150 litros por persona por día que reporta la Organización Mundial de la Salud (OMS) debe



disponer una persona para cubrir sus necesidades básicas y evitar la mayor parte de los problemas de salud, (Derechos Humanos de la ONU, OMS, 2011).

Por otra parte, en la construcción del escenario oficial o ajustado, la demanda o uso consuntivo de la población se determinó considerando una demanda de agua por la población urbana de 100 litros por habitante por día y de 50 litros por habitante por día por parte de la población rural. El organismo operador de aguas del municipio de Puebla, Agua de Puebla, tandeo el agua dos veces por semana, por lo que, en términos efectivos, la población dispone de agua no los 365 días del año, sino solamente durante 104 días. Este factor fue el considerado en la estimación del uso consuntivo del acuífero para el rubro de uso público-urbano.

De acuerdo a información oficial de la CONAGUA, la demanda o uso consuntivo del agua para actividades industriales y otras, corresponde a un 13.0% del volumen concesionado de aguas subterráneas (VCAS) por parte de la misma Comisión. Para consumo público-urbano se consideró el 63.0% del VCAS y para el uso agrícola el restante 24.0% del VCAS.

Para la construcción del escenario calculado, se consideró un 16.33% para uso agrícola, un 65.77% para uso público-urbano y un 17.90% para uso industrial.

Finalmente, un escenario ajustado consideró un 23.90% para uso agrícola, un 49.91% para uso público-urbano y un 26.19% para uso industrial.

El escenario de uso consuntivo oficial de demanda y disponibilidad de agua respecto al uso del suelo (ponderado general), para el período 2015 – 2017, se construyó a partir de información de la superficie en hectáreas dedicadas a cada una de las actividades sustantivas de análisis para el uso del agua del acuífero Valle de Puebla, a saber: uso agrícola, uso público-urbano y uso industrial y otros usos.

Los usos consuntivos de agua por actividad sustantiva, se tomaron de los cálculos realizados en las hojas correspondientes a volúmenes de agua requeridos por el patrón de cultivos establecido -que corresponde al uso consuntivo agrícola- el uso consuntivo realizado por la población y el uso consuntivo realizado por la industria.

La suma de estos usos consuntivos representa la demanda total de agua, misma que se graficó contra la disponibilidad de agua subterránea reportada por la CONAGUA en su estudio “Actualización de la disponibilidad media anual de agua del acuífero Valle de Puebla al 20 de abril de 2015”.

Mismo procedimiento se siguió para la construcción del escenario de uso consuntivo calculado o ajustado.



Finalmente, se realizó un análisis ponderado de los usos consuntivos de agua en el acuífero Valle de Puebla, considerando como línea base la superficie agrícola sembrada y cosechada, el volumen de agua requerido por el patrón de cultivos establecido, e incrementos proyectados del 21% y del 50% de la superficie agrícola sembrada en el área de influencia del acuífero.

Los usos consuntivos público-urbano e industrial y otros usos, fueron los mismos reportados en los escenarios oficial y calculado o ajustado.

Resultados y Discusión

El patrón de cultivos en el año 2015, estuvo conformado por 49 cultivos anuales y perennes establecidos bajo riego, destacando la alfalfa verde en cuanto a superficie sembrada con 2,189.00 has, siguiéndole el maíz grano, el haba verde, la gladiola y el maíz forrajero con 1,534.00; 629.50; 340.00 y 291.00 has, respectivamente.

La superficie sembrada total fue de 9,083.40 has, obteniéndose un total de 1,335,175.51 toneladas de productos agrícolas, con un valor de la producción de \$544'942,000.61, destacando la gladiola con una aportación de \$153'431,540.00, representando poco más del 28% del valor de la producción total en el acuífero Valle de Puebla.

En la construcción de los escenarios de uso consuntivo, se consideraron los volúmenes de agua de acuerdo a la superficie sembrada y requeridos por cada uno de los cultivos establecidos. Destacando los volúmenes requeridos o usos consuntivos del cultivo de alfalfa, maíz grano, haba verde y pera, esto de acuerdo a la superficie sembrada y cosechada de cada uno de estos cultivos, mientras que el resto de cultivos mostraron una tendencia más o menos uniforme en cuánto a sus requerimientos de riego. Los cultivos establecidos en el área de influencia del acuífero Valle de Puebla, tuvieron un uso consuntivo total de 30'234,957.00m³ de agua en las 9,083.40 has sembradas, uso consuntivo que representó el 11.86% del volumen total de agua subterránea concesionado.

De acuerdo a datos oficiales y considerando un consumo de agua de 172 litros por día por habitante de localidades urbanas y de 150 litros por día por habitante de localidades rurales, los 26 municipios que conforman el acuífero Valle de Puebla, con una población total de 6'679,416 habitantes, demandaron en el año 2010, un volumen de agua total de 115'202,292 m³. Para el año 2015, la población proyectada sería de 7'059,137 habitantes, misma que demandaría un volumen de agua total de 121'751,480 m³; 379,721 habitantes más respecto al año 2010 y 6'549,188 m³ de agua adicional.

Para el año 2070, la proyección de acuerdo a datos de CONAPO y de los resultados obtenidos aplicando tendencias lineales (método de mínimos cuadrados), la población total será de 9'671,774 habitantes, misma que



demandará un volumen de agua total de 166'812,570 m³; 2'612,637 habitantes más que en el año 2015 y 45'061,090 m³ de agua adicional al mismo año

Conforme a datos ajustados y considerando un consumo de agua de 100 litros por día por habitante de localidades urbanas y de 50 litros por día por habitante de localidades rurales, los 26 municipios que conforman el acuífero Valle de Puebla, con una población total de 6'679,416 habitantes, demandaron en el año 2010, un volumen de agua total de 59'740,697 m³. Para el año 2015, la población proyectada sería de 7'059,137 habitantes, misma que demandará un volumen de agua total de 63'136,923 m³; 379,721 habitantes más respecto al año 2010 y 3'396,226.00 m³ de agua adicional.

Para el año 2070, la proyección de acuerdo a datos de CONAPO y de los resultados obtenidos aplicando tendencias lineales (método de mínimos cuadrados), la población total será de 9'671,774 habitantes, misma que demandará un volumen de agua total de 86'504,348 m³; 2'612,637 habitantes más que en el año 2015 y 23'367,425 m³ de agua adicional al mismo año.

El uso consuntivo mayoritario del agua subterránea recae en el uso público-urbano, que de acuerdo a datos oficiales ocupa un 63% del volumen de agua total concesionado, le siguen el agrícola y el industrial y otros usos.

De acuerdo a datos calculados, los porcentajes de volúmenes concesionados cambian a 65.77%, 17.90% y 16.33% para usos consuntivos público-urbano, industrial y otros usos y agrícola, respectivamente. Por su parte el VCAS se ajusta a 185'117,291.51 m³, 69'735,434.49 m³ menos respecto el VCAS oficial.

Datos ajustados, considerando un consumo de 100 litros de agua por habitante por día de localidades urbanas y de 50 litros de agua por habitante por día de localidades rurales, muestran un 49.91% de los volúmenes concesionados para uso público-urbano, un 26.19% para uso industrial y un 23.90% para agrícola. Resultando un VCAS ajustado de 126'502,734.26 m³; 128'349,991.74 m³ menos respecto el VCAS oficial.

Por lo que respecta al escenario de uso consuntivo de acuerdo a datos oficiales y conforme al uso del suelo (ponderado) de cada uno de los usos consuntivos de agua subterránea del acuífero Valle de Puebla, para los años 2015, 2020, 2030, 2050 y 2070, se encontró que la superficie sembrada al 2015, era de 9,083.40 has, 57,708.00 has ocupadas por localidades urbanas y rurales, 435.00 has ocupadas por parques industriales y otros usos, con un uso consuntivo total de 126'502,734.26 m³ de agua.

Para el año 2070, la superficie agrícola será, de acuerdo a datos oficiales, de 11,040.93 has; la superficie ocupada por localidades urbanas y rurales será de 70,144.43 has, mientras que la ocupada por parques industriales será de 475.00 has. El uso consuntivo total será de 159'117,029.23 m³; 32'614,294.97 m³ más respecto el uso consuntivo total del año 2015.



El volumen concesionado o extraído de agua subterránea del acuífero Valle de Puebla (VCAS) y la disponibilidad de agua subterránea (DAS), conforme datos oficiales al 2015, la suma de estos volúmenes se ha afectado por los factores 0.98 para el año 2020 y de 0.97 para los años 2030, 2050 y 2070. Los resultados indican volúmenes totales de 254.85 millones de m³ para el año 2015, disminuyendo dicho volumen en años subsecuentes hasta llegar a 227.94 millones de m³ para el año 2070.

Conforme a lo anterior, la disponibilidad de agua subterránea, de acuerdo a datos oficiales, para el período 2015-2070 fue de casi el 50.36% para el año 2015, reduciéndose ésta paulatinamente en los años subsecuentes hasta llegar al 30.20% de déficit aproximadamente para el año 2070 (Tabla 1 y Figura 1).

Tabla 1. Disponibilidad y demanda de agua subterránea del acuífero Valle de Puebla, de acuerdo a datos oficiales, en el período 2015 - 2070.

Año	Demanda de agua subterránea (m ³)	Disponibilidad de agua subterránea (m ³)	%	Superávit/ Déficit
2015	126,502,734.26	254,852,726.00	49.64	50.36
2020	131,654,945.34	249,755,671.48	52.71	47.29
2030	138,708,584.07	242,263,001.34	57.26	42.74
2050	148,864,245.23	234,995,111.30	63.35	36.65
2070	159,117,029.23	227,945,257.96	69.80	30.20

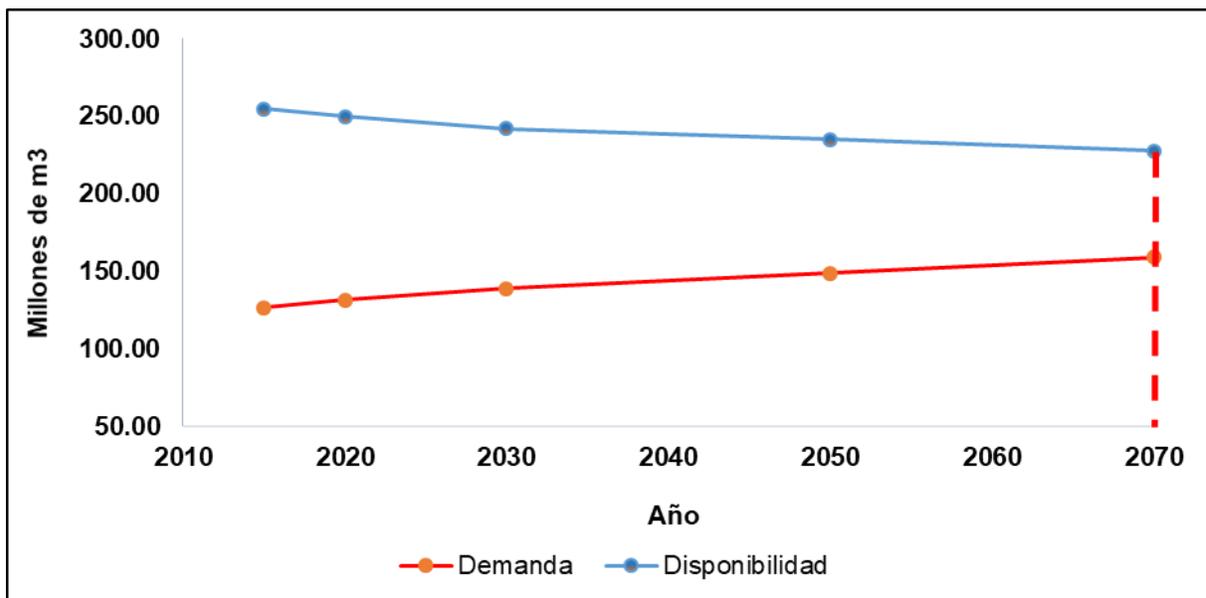


Figura 1. Disponibilidad y demanda de agua subterránea del acuífero Valle de Puebla, de acuerdo a datos oficiales, en el período 2015 – 2070.



Por otra parte, la disponibilidad y la demanda de agua subterránea, de acuerdo a datos calculados y ajustados, para el período 2015-2070, muestran una disponibilidad de alrededor del 27.36% para el año 2015, disminuyendo paulatinamente esta disponibilidad en los años subsecuentes hasta llegar a un 5.56% de disponibilidad para el año 2050, finalmente, para el año 2070, el acuífero presentará un déficit de alrededor del 5.04%, (Tabla 2 y Figura 2).

Tabla 2. Disponibilidad y demanda de agua subterránea del acuífero Valle de Puebla, de acuerdo a datos calculados y ajustados, en el período 2015 - 2070.

Año	Demanda de agua subterránea (m ³)	Disponibilidad de agua subterránea (m ³)	%	Superávit/ Déficit
2015	185,117,291.51	254,852,726.00	72.64	27.36
2020	193,034,051.83	249,755,671.48	77.29	22.71
2030	204,534,995.86	242,263,001.34	84.43	15.57
2050	221,931,562.32	234,995,111.30	94.44	5.56
2070	239,425,251.62	227,945,257.96	105.04	-5.04

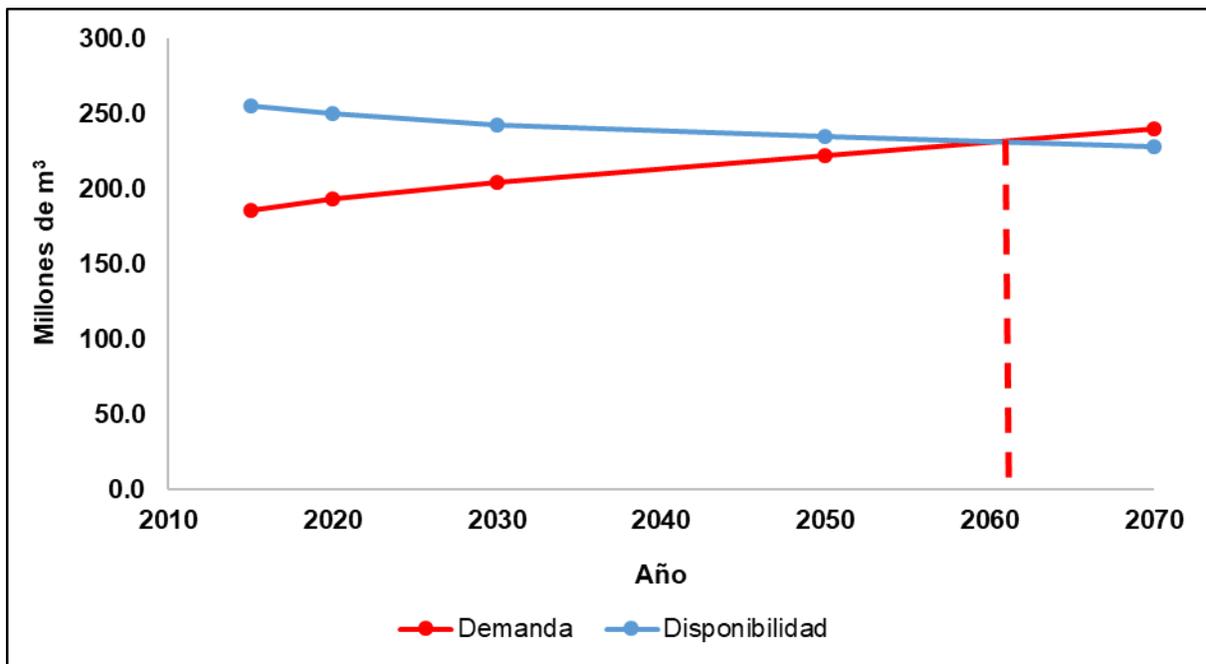


Figura 2. Disponibilidad y demanda de agua subterránea del acuífero Valle de Puebla, de acuerdo a datos calculados y ajustados, en el período 2015 – 2070.



Conclusiones

El acuífero Valle de Puebla cubre una superficie de 2,025 km², lo que representa el 5.9% con respecto a la superficie total del estado de Puebla.

Presenta una disponibilidad de aguas subterráneas, al año 2015, de 44.647 millones de m³.

Respecto la demanda de agua subterránea por los diferentes usos consuntivos que se realizan en la región, conforme a datos oficiales, el uso público-urbano demanda un volumen de agua subterránea de 160'557,217.38 m³, volumen que representa el 63% del volumen total de aguas subterráneas concesionado (VCAS).

La actividad agrícola en el área de influencia del acuífero Valle de Puebla, al año 2015, se fundamentó en el establecimiento y producción de 49 cultivos, con una superficie sembrada al mismo año de 9,083.40 has, con cultivos entre los que destacan por su superficie sembrada y cosechada, la alfalfa verde, el maíz grano, el haba verde, la gladiola y el maíz forrajero. El valor de la producción de los cultivos sembrados y cosechados en el área de influencia del acuífero, en el año 2015, fue de \$544'942,610.00.

Considerando un consumo de agua per cápita de 172 l/hab/día en localidades urbanas y de 150 l/hab/día en localidades rurales; el volumen total de agua subterránea concesionado disminuiría hasta los 185'117,291.15 m³; 69'735,434.49 m³ menos del volumen oficial concesionado en el año 2015.

Ajustando el consumo de agua per cápita a 100 l/hab/día en localidades urbanas y a 50 l/hab/día en localidades rurales; el volumen total de agua subterránea concesionado disminuiría a 126'502,734.26 m³; 128'349,991. 47 m³ de agua subterránea menos del volumen oficial concesionado en el año 2015.

La superficie agrícola sembrada al 2015 fue de 9,083.40 has, 57,708.00 has estuvieron ocupadas por localidades urbanas y rurales y 435.00 has fueron ocupadas por parques industriales, con un uso consuntivo total de 284'952,127.27 m³ de agua.

Para el año 2070, la superficie agrícola será, de acuerdo a datos oficiales, de 11,040.93 has; la superficie ocupada por localidades urbanas y rurales será de 70,144.43 has, mientras que la ocupada por parques industriales será de 475.00 has. El uso consuntivo total será de 159'117,029.23 m³; 32'614,294.97 m³ más respecto el uso consuntivo total del año 2015.

La disponibilidad de agua subterránea, de acuerdo a datos oficiales, para el período 2015-2070 fue de casi el 50.36% para el año 2015, reduciéndose ésta



paulatinamente en los años subsecuentes hasta llegar al 30.20% de disponibilidad aproximadamente para el año 2070.

De acuerdo a datos calculados y ajustados, la superficie sembrada al 2015, abarcó 9,083.40 has, 57,708.00 has ocupadas por localidades urbanas y rurales, 435.00 has ocupadas por parques industriales, con una superficie total de acuerdo a estos usos consuntivos, de 67,226 has y con un uso consuntivo total de 185'117.291.51 m³ de agua.

Para el año 2070, la superficie agrícola será, de acuerdo a datos calculados y ajustados, de 11, 040.93 has; la superficie ocupada por localidades urbanas y rurales será de 70,144.43 has, mientras que la ocupada por parques industriales será de 475.00 has, haciendo una superficie total para ese año de 81,660.36 has. El uso consuntivo total será de 239'425,251.62 m³; 54'307,960.11 m³ más respecto el uso consuntivo total del año 2015.

La disponibilidad y la demanda de agua subterránea, de acuerdo a datos calculados y ajustados, para el período 2015-2070, muestran una disponibilidad de alrededor del 27.36% para el año 2015, disminuyendo ésta paulatinamente en los años subsecuentes hasta llegar al 5.56% de disponibilidad para el año 2050, para el año 2070 el acuífero presentará un déficit de alrededor del 5.04%.

Por último y de acuerdo a un escenario ponderado considerando la información oficial y la información calculada y ajustada en el presente estudio, con respecto al uso consuntivo del agua en actividades agrícolas, la línea base muestra una superficie agrícola de 9,083.40 has, con un uso consuntivo de agua subterránea de 30.23 millones de m³. También como línea base se establece un uso consuntivo del agua subterránea de 63.14 millones de m³ para uso público-urbano y un uso consuntivo del agua subterránea de 33.13 millones de m³ para uso industrial y otros usos.

En este escenario ponderado, la superficie agrícola se incrementa primeramente en un 21%, derivando este incremento en 10,990.91 has y un cambio del uso consuntivo en esta actividad a 36.57 millones de m³ de agua, arrojando esto un incremento de 6'340,000 m³ de agua. El uso consuntivo de la población y el de la industria y otros usos, permanecen sin cambio.

Finalmente, se considera que en el área de influencia del acuífero Valle de Puebla, existe una superficie potencial con vocación agrícola de 13,625.10 has, con un uso consuntivo de agua subterránea proyectado de 45.35 millones de m³.

El acuífero Valle de Puebla pertenece al Organismo de Cuenca IV "Balsas" y es jurisdicción territorial de la Dirección Local en Puebla. Su territorio se encuentra parcialmente vedado, casi la totalidad está sujeto a las disposiciones de dos decretos de veda; en la mayor parte de su superficie rige el "*Decreto por el que se establece veda para el alumbramiento de aguas del subsuelo en la Zona*



Meridional del Estado de Puebla”, publicado en el Diario Oficial de la Federación (DOF) el 15 de noviembre de 1967.

En la porción oriental rige el “*Decreto que amplía por tiempo indefinido la veda para el alumbramiento de aguas del subsuelo establecida para la Zona Meridional del Estado de Puebla*”, publicado en el DOF el 30 de agosto de 1969. Ambos decretos son de tipo III, en los que la capacidad de los mantos acuíferos permite extracciones limitadas para usos domésticos, industriales, de riego y otros.

El extremo suroccidental, que corresponde al municipio San Nicolás de Los Ranchos, no está sujeto a ningún decreto de veda para la extracción de agua subterránea.

La porción no vedada del acuífero Valle de Puebla, clave 2104, se encuentra sujeta a las disposiciones del “*ACUERDO General por el que se suspende provisionalmente el libre alumbramiento en las porciones no vedadas, no reglamentadas o no sujetas a reserva de los 175 acuíferos que se indican*”, publicado en el Diario Oficial de la Federación el 5 de abril de 2013, a través del cual en dicha porción del acuífero, no se permite la perforación de pozos, la construcción de obras de infraestructura o la instalación de cualquier otro mecanismo que tenga por objeto el alumbramiento o extracción de las aguas nacionales del subsuelo, sin contar con concesión o asignación otorgada por la Comisión Nacional del Agua, quien la otorgará conforme a lo establecido por la Ley de Aguas Nacionales, ni se permite el incremento de volúmenes autorizados o registrados previamente por la autoridad, sin la autorización previa de la Comisión Nacional del Agua, hasta en tanto se emita el instrumento jurídico que permita realizar la administración y uso sustentable de las aguas nacionales del subsuelo.

De acuerdo con la Ley Federal de Derechos en Materia de Agua 2014, el acuífero se clasifica como zona de disponibilidad 3. El uso principal del agua es el público-urbano. El acuífero pertenece al Consejo de Cuencas del Río Balsas decretado el 26 de marzo de 1999. En el territorio que cubre el acuífero se localiza una pequeña parte de Distrito de Riego 056 “Atoyac-Zahuapan”. A la fecha no se ha constituido el Comité Técnico de Aguas Subterráneas (COTAS)

Referencias Bibliográficas

- Allen, R.G., Pereira, L.S., Raes, D. y Smith, M. 2006. Evapotranspiración del cultivo. Guías para la determinación de los requerimientos de agua de los cultivos. Estudio FAO Riego y drenaje no. 56. Roma, Italia.
- Comisión Nacional del Agua (CNA). 2014. Determinación de la disponibilidad de agua en el acuífero Valle de Puebla (2015), Estado de Puebla. Subdirección General Técnica. Gerencia de Aguas Subterráneas. Subgerencia de Evaluación y Ordenamiento de Acuíferos. México, D.F. Junio de 2014.
- Comisión Nacional del Agua. 2003. Integración del Plan de Manejo del acuífero Valle de Puebla, Pue. Elaborado por Ariel Consultores, S.A. de C.V.



- Servicio de Información Agroalimentaria y Pesquera. Gobierno Federal. 2014. Avances de siembras y cosechas. <http://www.gob.mx/siap>. México, D.F.
- Diario Oficial de la Federación. 2016. Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales. Acuerdo por el que se dan a conocer los valores de cada una de las variables que integran las fórmulas para determinar durante el **ejercicio** fiscal 2016 las zonas de disponibilidad de aguas superficiales y subterráneas. <http://www.dof.gob.mx/> México, D.F.
- Secretaría de Agricultura, Ganadería, Desarrollo Rural, Pesca y Alimentación. SAGARPA. Subsecretaría de **Desarrollo** Rural. Colegio de Postgraduados. 2016. Estimación de las demandas de consumo de agua. www.sagarpa.gob.mx/.../INSTRUCTIVO_DEMANDAS%20DE%20AGUA.pdf. México, D.F.
- Organización de las Naciones Unidas. Oficina del Alto Comisionado de las Naciones Unidas para los Derechos Humanos. Organización Mundial de la Salud. 2011. El derecho al agua. **Folleto** informativo no. 35. Palais des Nations, 8-14 avenue de la Paix, CH-1211 Ginebra 10, Suiza. www.ohchr.org/Documents/Publications/FactSheet35sp.pdf
- Instituto Nacional de Estadística, Geografía e Informática. 2016. "Estadísticas a propósito del **Día** Mundial del Agua (22 de marzo)". Aguascalientes, México. www.inegi.org.mx/saladeprensa/aproposito/2016/agua2016_0.pdf
- Comisión Nacional del Agua. 2009. Revista del Consumidor en Línea. Artículo: ¿Y tú, derrochas el agua? www.revistadelconsumidor.gob.mx
- Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales. Comisión Nacional del Agua. 2015. Estadísticas del Agua en México. Edición 2015. www.conagua.gob.mx/CONAGUA07/Publicaciones/Publicaciones/EAM2015.pdf
- Alcobendas, C. P.J. y Moreno, V. M.M. Necesidades de riego de los cultivos. Universidad de Castilla-La Mancha. España. www.uclm.es/area/ing_rural/Hidraulica/PresentacionesPDF.../NecesidadesRiego.pdf Consultado el 26/10/2016.
- Almorox, A. J. Métodos de estimación de las evapotranspiraciones. Evapotranspiración potencial según Thornthwaite. Universidad Politécnica de Madrid. España. www.ocw.upm.es/ingenieria-agroforestal/...aplicada.../metodosevapotranspiraciones.pdf Consultado el 26/10/2016
- López, A. J.E. Universidad Autónoma de Sinaloa. Facultad de Agronomía. Irrigación y Drenaje. Unidad III Necesidades hídricas de los cultivos. Método de Blanney y Criddle para determinar la Evapotranspiración de los cultivos. www.buyteknet.info/fileshare/data/analisis_lect/blanney.pdf Consultado el 26/10/2016.