CONAGUA
COMISIÓN NACIONAL DEL AGUA

Comisión Nacional del Agua

Subdirección General Técnica

Gerencia de Aguas Subterráneas

Subgerencia de Evaluación y

Ordenamiento de Acuíferos

Actualización de la disponibilidad media anual de agua en el acuífero Huamantla (2903), Estado de Tlaxcala

Publicada en el Diario Oficial de la Federación

20 de abril de 2015

Actualización de la disponibilidad media anual de agua subterránea

Publicada en el diario oficial de la federación el 20 de Abril de 2015

El artículo 22 segundo párrafo de la Ley de Aguas Nacionales (LAN), señala que para el otorgamiento de una concesión o asignación, debe tomarse en cuenta la disponibilidad media anual del agua, que se revisará al menos cada tres años; sujetándose a lo dispuesto por la LAN y su reglamento.

Del resultado de estudios técnicos recientes, se concluyó que existe una modificación en la disponibilidad de agua subterránea, debido a cambios en el régimen natural de recarga, volumen concesionado y/o descarga natural comprometida; por lo que se ha modificado el valor de la disponibilidad media anual de agua.

La actualización de la disponibilidad media anual de agua subterránea publicada en este documento corresponde a una fecha de corte en el **Registro Público de Derechos de Agua al 30 de junio de 2014.**

CLAVE	ACUÍFERO	R	DNCOM	VCAS	VEXTET	DAS	DÉFICIT
		CIFRAS EN MILLONES DE METROS CÚBICOS ANUALES					
ESTADO DE TLAXCALA							
2903	HUAMANTLA	98.3	20.5	58.664772	58.5	19.135228	0.000000

R: recarga media anual; DNCOM: descarga natural comprometida; VCAS: volumen concesionado de agua subterránea; VEXTET: volumen de extracción de agua subterránea consignado en estudios técnicos; DAS: disponibilidad media anual de agua subterránea. Las definiciones de estos términos son las contenidas en los numerales “3” y “4” de la Norma Oficial Mexicana NOM-011-CONAGUA-2015.

ACUIFERO 2903 HUAMANTLA

VERTICE	LONGITUD OESTE			LATITUD NORTE			OBSERVACIONES
	GRADOS	MINUTOS	SEGUNDOS	GRADOS	MINUTOS	SEGUNDOS	
1	98	1	49.7	19	13	45.8	
2	98	1	21.5	19	22	15.5	
3	97	59	43.4	19	23	53.0	
4	97	58	32.6	19	25	47.2	
5	97	57	7.4	19	29	4.6	
6	97	53	29.3	19	30	34.3	DEL 6 AL 7 POR EL LIMITE ESTATAL
7	97	51	31.7	19	29	27.1	DEL 7 AL 8 POR EL LIMITE ESTATAL
8	97	55	41.7	19	9	45.4	DEL 8 AL 1 POR EL LIMITE ESTATAL
1	98	1	49.7	19	13	45.8	

Comisión Nacional del Agua
Subdirección General Técnica

Gerencia de Aguas Subterráneas

Subgerencia de Evaluación y Modelación Hidrogeológica

DETERMINACIÓN DE LA DISPONIBILIDAD DE AGUA EN EL ACUÍFERO HUAMANTLA, ESTADO DE TLAXCALA.

México, D.F, 30 de abril de 2002

DISPONIBILIDAD DE AGUAS SUBTERRÁNEAS EN EL ACUÍFERO HUAMANTLA, ESTADO DE TLAXCALA

CONTENIDO

1 **Generalidades**
- 1.1 Antecedentes
- 1.2 Localización
- 1.3 Municipios
- **1.4** Estudios técnicos realizados con anterioridad

2 **Marco Físico**
- 2.1 Clima
  - 2.1.1 Temperatura media anual
  - 2.1.2 Precipitación media anual
  - 2.1.3 Evaporación potencial media anual
- 2.2 Hidrografía
  - 2.2.1 Región hidrológica
  - 2.2.2 Cuenca
  - 2.2.3 Infraestructura Hidráulica
- 2.3 Geología
  - 2.3.1 Provincia Fisiográfica
  - 2.3.2 Geología estructural
  - 2.3.3 Estratigrafía

3 Hidrología Subterránea
- 3.1 Tipo de acuífero
- 3.2 Niveles del Agua Subterránea
  - 3.1.1 Profundidad del nivel estático
  - 3.1.2 Elevación del nivel estático
  - 3.1.3 Evolución del nivel estático
  - 3.1.4 Hidrogeoquímica y Calidad del Agua
  - 3.1.5 Censo de aprovechamientos e hidrometría

4 Balance de aguas subterráneas
- 4.1 Ecuación de balance
- 4.2 Recarga
  - 4.2.1 Recarga natural
  - 4.2.2 Recarga inducida
  - 4.2.3 Flujo horizontal
- 4.3 Descarga
  - 4.3.1 Evapotranspiración
  - 4.3.2 Descargas naturales
  - 4.3.3 Extracción de agua subterránea
  - 4.3.4 Flujo subterráneo
- 4.4 Cambio de almacenamiento

5 Disponibilidad
- 5.1 Recarga total media anual
- 5.2 Descarga natural comprometida
- 5.3 Volumen anual de agua subterránea concesionado
- 5.4 Disponibilidad de aguas subterráneas

Índice de figuras

Figura 1 localización del Acuífero
Figura 2 Plano del Acuífero
Figura 3 Profundidad del nivel estático
Figura 4 Elevación del nivel estático
Figura 5 Evolución del nivel estático

Índice de tablas

Tabla 1 Coordenadas que definen al área del acuífero Huamantla
Tabla 2 Aprovechamiento del agua subterránea

1.Generalidades

1.1 Antecedentes

La Ley de Aguas nacionales y su Reglamento (LAN) contemplan que la Comisión Nacional del Agua (CNA) debe publicar en el Diario Oficial de la Federación (DOF), la disponibilidad de las aguas nacionales, por acuífero en el caso de las aguas subterráneas, de acuerdo con los estudios técnicos correspondientes y conforme a los lineamientos que considera la Norma Oficial Mexicana (NOM) "Norma Oficial Mexicana que establece el método para determinar la disponibilidad media anual de las aguas nacionales" (NOM de Disponibilidad). Esta norma a sido preparada por un grupo de especialistas provenientes de la iniciativa privada, instituciones académicas, asociaciones de profesionales, organismos de los Gobiernos de los Estados y Municipios y de la CNA.

Con la publicación de la LAN en diciembre de 1992, se establece que los aprovechamientos de agua subterránea deberán de estar inscritos en el Registro Público de Derechos del Agua (REPDA), estimándose a esa fecha un universo de 140,000 pozos existentes en todo el país, de los cuales, unos 42,600 contaban con registro nacional y otros 10,000 tenían algún tipo de autorización. A finales de 1995 se emitieron Decretos Presidenciales que otorgan facilidades a los usuarios para inscribir sus pozos en el REPDA, estos decretos se prorrogaron hasta finales de 1999, con lo que se ha logrado captar a casi todo el universo de usuarios. Uno de los instrumentos que le dará certidumbre jurídica a los actos de autoridad de la CNA es la publicación en el DOF de los datos de disponibilidad de aguas subterránea en cada uno de los acuíferos del país y la publicación de los estudios técnicos correspondientes. Esta publicación deberá estar dentro de los lineamientos que establece la NOM de disponibilidad.

El método que establece la NOM indica que para calcular la disponibilidad de aguas subterránea deberá de realizarse un balance de aguas subterráneas, donde se defina de manera precisa la recarga de los acuíferos y de esta deducir los volúmenes comprometidos con otros acuíferos, la demanda de los ecosistemas y los usuarios registrados con derechos vigentes en el REPDA.

Los datos técnicos que se publiquen, deberán estar respaldados por un documento en el que se sintetice la información necesaria, en donde quede claramente especificado el balance de aguas subterráneas, se determine el rendimiento permanente, y la disponibilidad de agua subterránea susceptible de concesionar, considerando los volúmenes comprometidos con otros acuíferos, la demanda de los ecosistemas y los usuarios registrados con derechos vigentes en el Registro Público de Derechos del Agua (REPDA). La publicación de la disponibilidad servirá de sustento legal para fines de administración del recurso, en la autorización de nuevos aprovechamientos de agua subterránea, en los planes de desarrollo de nuevas fuentes de abastecimiento, y en las estrategias para resolver los casos de sobreexplotación de acuíferos y la resolución de conflictos entre usuarios.

1.2 Localización

El acuífero de Humantla, se localiza en la parte oriental del Estado de Tlaxcala. Específicamente este es el segundo acuífero en importancia del estado.

Parte de este acuífero, colinda en la porción norte con la cuenca hidrológica (RH-27) Tuxpan-Nautla. Al este con el acuífero oriental de Puebla (Cuenca cerrada Libres-Oriental RH-18), al sur con el mismo acuífero oriental de Puebla, y al poniente con el acuífero Atoyac-Zahuapan (RH-18) Alto Atoyac.

Las coordenadas del polígono para enmarcar el área de estudio se presentan en la tabla 1.

Vértice	LONGITUD OESTE			LATITUD NORTE			OBSERVACIONES
	GRADOS	MINUTOS	SEGUNDOS	GRADOS	MINUTOS	SEGUNDOS	
1	97	53	27.6	19	30	36.0	Del 1 al 2 por el límite estatal
2	97	51	36.0	19	29	27.6	Del 2 al 3 por el límite estatal
3	97	55	40.8	19	9	46.8	Del 3 al 4 por el límite estatal
4	98	1	4.8	19	13	33.6	Del 4 al 5 por el límite estatal
5	98	1	48.0	19	13	44.4	
6	98	1	33.6	19	23	6.0	
7	97	58	15.6	19	25	19.2	
8	97	56	42.0	19	29	9.6	
1	97	53	27.6	19	30	36.0	

Tabla 1 Coordenadas que definen al área del Acuífero Huamantla, Tlaxcala

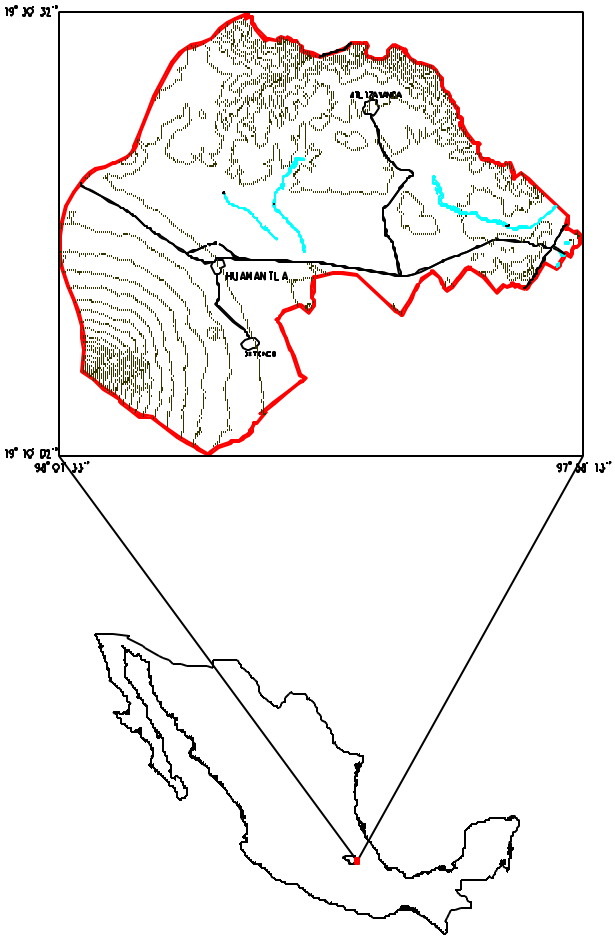


FIGURA 1 LOCALIZACION DEL ACUIFERO DE HUAMANTLA

1.3 Municipios

Los municipios que conforman este acuífero son 8, siendo estos: Terrenate, Tocatlán, Xalostoc, Huamantla, Altzayanca, Cuapiaxtla, El Carmen Tequexquitla, Ixtenco y Trinidad Sánchez Santos

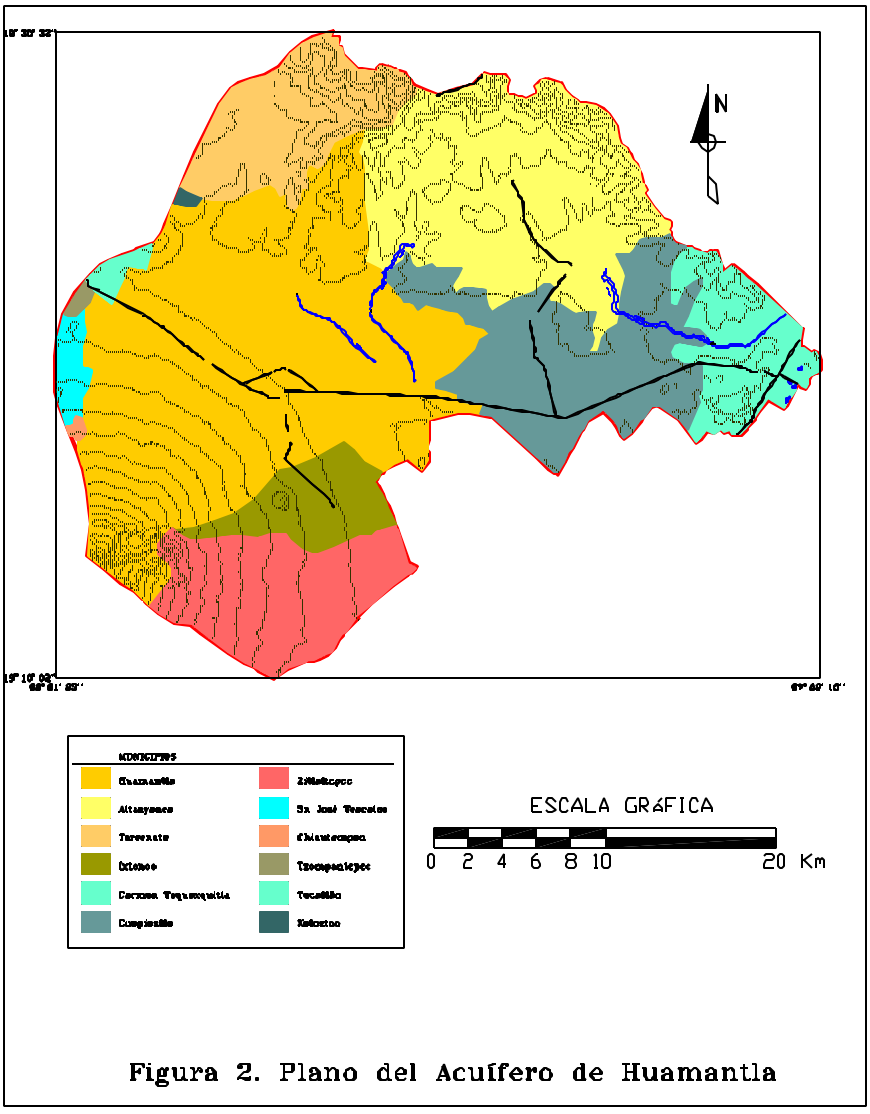


Figura 2. Plano del Acuífero de Huamantla

La zona norte y noroeste del acuífero, incluye parcialmente a 4 municipios siendo estos Terrenate, Tocatlán, Xalostoc y Huamantla, respectivamente colindan con los acuíferos Emiliano Zapata y Atoyac-Zahuapan.

1.4 Estudios técnicos realizados con anterioridad

La mayoría de los estudios (1-3) realizados en este acuífero, son considerados de carácter preliminar, mediante los cuales, se describían ciertas características geohidrológicas, no determinando ningún tipo de disponibilidad recomendando en su mayoría, realizar estudios de mayor detalle. El estudio reciente que analiza cierta disponibilidad del recurso subterráneo para el estado de Tlaxcala, es el denominado "Actualización de los Acuíferos del Valle de Puebla" realizado por Geotecnología S.A. Dicho estudio, fue contratado por el organismo operador de agua potable del estado de Puebla (SOAPAP), en orden cronológico, dichos estudios se enlistan a continuación:

1 Las Aguas Subterráneas del Sistema APAN oriental, 1967
2 Estudio Geohidrológico preliminar del Valle de Huamantla,1980
3 Actividades de carácter geohidrológico de las zonas de Altzayaca-Huamantla y Cuapiaxtla, 1981
4 Estudio Geohidrológico de la zona Huamantla-Cuapiaxtla, 1984
5 Actualización del Estudio Geohidrológico de los Acuíferos del Valle de Puebla, 1997.

2. Marco Físico

2.1 Clima

Un factor importante que influye en el clima del estado es la incidencia del viento. A Tlaxcala llegan dos tipos de vientos: por el norte los del Golfo de México, que en su camino pierden calor y humedad, son fríos y secos; por el sur llegan vientos provenientes de las costas del pacífico principalmente sobre el valle Tlaxcala-Puebla y en la ladera sur de la Malintzi; son más cálidos están cargados de humedad y son determinantes en la intensidad de las lluvias.

Como producto de esto y otros factores el clima del Estado de Tlaxcala se clasifica dentro del grupo de climas templados y sólo en las cumbres del volcán de la Malintzi apreciamos climas fríos y muy fríos. De acuerdo con la clasificación de Köppen modificada por García, el clima en la región del acuífero de Huamantla es Templado subhúmedo con poca oscilación de la temperatura, marcha de la temperatura tipo ganges y presencia de canícula.

2.1.1 Temperatura media anual

En la mayor parte del año, y en casi toda la superficie estatal las mañanas son frescas y el medio día templado, la temperatura promedio varia entre los 10° C y 16° C, las temperaturas máximas, se registran en el verano, llegando alcanzar valores que van de los 25° C a 32° C y en el invierno, registran un descenso de hasta (1.0° C a –11.0° C), ocurriendo estas respectivamente, en las zonas de Huamantla y El Carmen Tequexquitla, del mismo modo, la entidad se ve afectada con heladas del orden de 70 por año, ocurriendo las más severas, principalmente en las zonas anteriormente descritas.

2.1.2 Precipitación media anual

Se estima que la precipitación anual promedio del estado, es de 850mm, mientras que en la zona oriente del estado, es de 537.85 mm.

2.1.3 Evapotranspiración potencial media anual

En la porción alta del acuífero y toda la parte oriental se genera una evaporación del orden de 1501 a 2006 mm anuales.

2.2 Hidrografía

2.2.1 Región hidrológica

El acuífero Huamantla se ubica en la Región hidrológica No. 18 Río Balsas, que incluye parcialmente a los estados de Jalisco, Michoacán, Guerrero, México, Oaxaca, Puebla, Tlaxcala, Veracruz, Distrito Federal y la totalidad del Estado de Morelos, a su vez, esta región se divide en las subregiones del Alto, Medio y Bajo Balsas. El acuífero Huamantla se ubica en la cuenca Cerrada denominada "Libres-Oriental".

2.2.2 Cuenca

El Estado de Tlaxcala, es el inicio del Río Atoyac (alto Balsas), en esta parte se incluye el acuífero Huamantla se ubica en la cuenca Cerrada "Libres Oriental", la principal corriente en este acuífero es el río Guadalupe. La superficie total de la cuenca cerrada Libres-Oriental es de 5047 km^2

2.2.3 Infraestructura hidráulica

El acuífero Huamantla, es el segundo en orden de importancia del estado, representa el 24.79% (970 km^2) con respecto a la superficie total estatal (3,914 km^2), se concentra aproximadamente más del 35% de la infraestructura hidráulica del total del estado, ya que aquí se tiene la mayor parte de las actividades agrícolas del estado. En esta zona del estado de Tlaxcala, se abastece una buena parte del sector productivo (riego agrícola, y público-urbano industrial, doméstico-abrevadero y en última instancia, el sector comercial-servicios). En este mismo orden de importancia, se tienen pozos de uso: agrícola (192), público-urbano (63), doméstico (5), pecuario (1), industrial (1) y de servicios (1).

2.3 Geología

2.3.1 Provincia fisiográfica

El acuífero de Huamantla, se encentra localizado dentro de la Provincia Fisiográfica que Raisz (1964) denominó, Planicie Neovolcánica, esta provincia, se caracteriza por estar formada principalmente por campos volcánicos monogenéticos y grandes estratovolcanes como la Malitzin.

2.3.2 Geología estructural

En lo concerniente y de manera especifica a la cuenca cerrada que corresponde a la parte oriente del estado, presenta algunas estructuras que atraviesan el área en direcciones ESE-WNW y NE-SW. Las estructuras que limitan la fosa tectónica, se encuentran conjugadas en un sistema NE-SW y NW-SE. Estas fallas son muy recientes pues afectan rocas del Pleistoceno.

2.3.3 Estratigrafía

Las principales unidades hidrogeológicas que constituyen este acuífero son las siguientes:

Qal.- Cuaternario Aluvial Permeable

Esta unidad, está constituida por material arcillo-arenoso, limos y cenizas volcánicas. Es un medio granular con espesores que varían de los 100 a los 250 metros de espesor, en el que se encuentran emplazadas la mayor parte de las obras en explotación con caudales desde 10 lps a 80 lps. La recarga que recibe esta unidad, se origina en el Volcán la Malintzi, en menor proporción de la Sierra de las Ánimas, y por infiltración directa de lluvia en la zona de valles.

Qvab.- Cuaternario Volcánico Andesítico

Esta unidad, está constituida por una secuencia volcánica andesítica. Generalmente, esta unidad en estado sano (sin alteración), tiene un comportamiento de roca impermeable, pero debido a los esfuerzos que han actuado en la región asociados a la actividad volcánica circundante, esta unidad presenta fracturamiento que le confiere una permeabilidad por porosidad secundaria.

Tvab.- Terciario Volcánico Andesítico Basáltico

Esta unidad, está constituida por rocas andesíticas y basálticas, en el subsuelo, se describen boleos, gravas, derrames lávicos y piroclásticos. En esta zona, se encuentran horizontes mayores a los 250 metros, en condiciones sanas, generalmente tienen baja permeabilidad, pero debido al fracturamiento, son permeables por porosidad secundaria.

3. Hidrología Subterránea

3.1 Tipo de acuífero

Geohidrológicamente, en el estado de Tlaxcala, se tiene una unidad acuífera principal, siendo del tipo granular, considerado como un acuífero del tipo libre.

La extensión del acuífero de Huamantla es de 970 km^2, de los cuales, 505.64 km^2 se consideran como zona de recarga y 464.36 como zona acuífera y/o valle donde se genera la extracción.

El acuífero, se encuentra alojado en un medio granular, en condiciones libres, formado por arcillas, limos, arenas, tobas y depósitos piroclásticos que sobreyacen a las rocas

andesíticas. Los parámetros hidráulicos obtenidos de pruebas de bombeo realizadas en los estudios, se encuentran en el rango de 2.7 x 10^{-4} a 2.4 x 10^{-2} m^2/s.

3.2 Niveles del Agua Subterránea

3.2.1 profundidad al nivel estático

El nivel piezométrico, observado en los 22 pozos piloto establecidos en del acuífero Huamantla, varía de 3.0 a 140 metros de profundidad. En el Municipio del Carmen Tequexquitla, está entre los 3 y 20 metros de profundidad. Para el municipio de Huamantla, se registra un nivel estático de 30.0 a 90.0 metros y los niveles estáticos más profundos, se localizan en el municipio de Altzayanca alcanzando hasta 140 metros de profundidad.

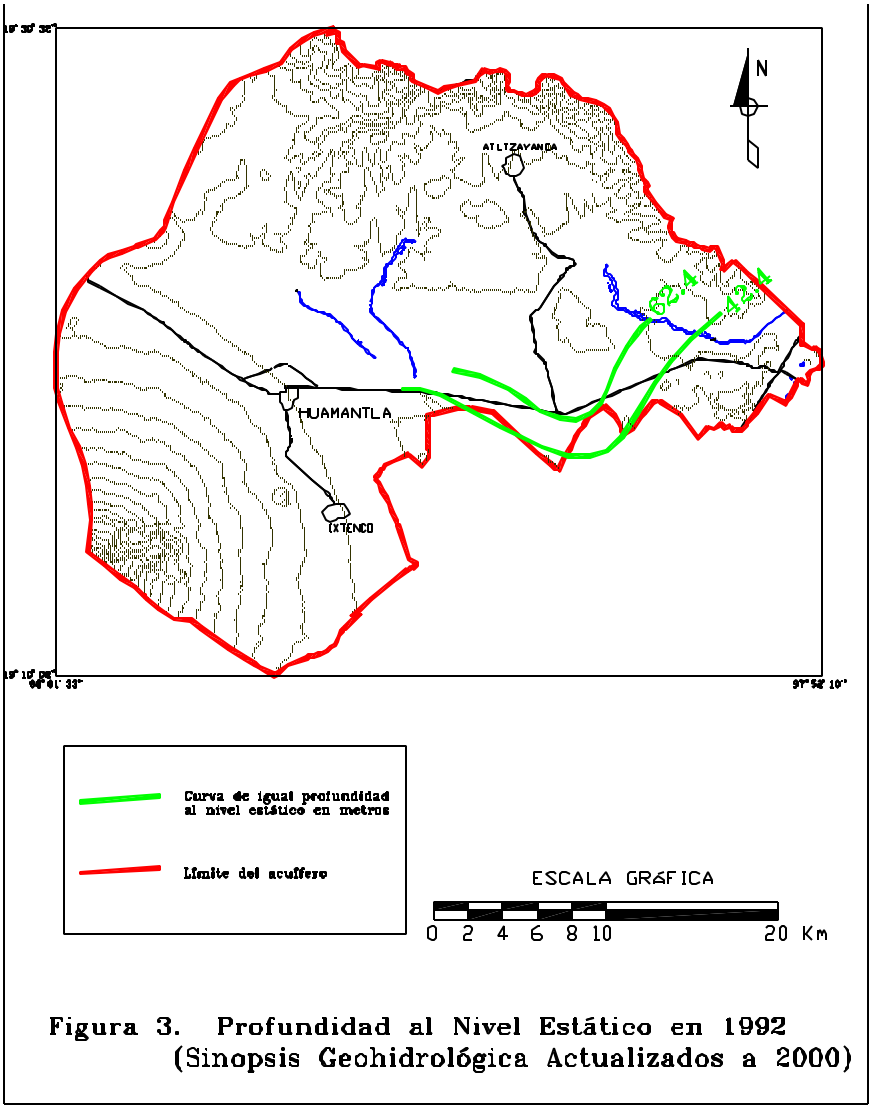


Figura 3. Profundidad al Nivel Estático en 1992 (Sinopsis Geohidrológica Actualizados a 2000)

3.2.2 elevación del nivel estático

La elevación del nivel estático, con referencia al nivel medio del mar, se establece entre la elevación 2,333 a 2,430, siendo la elevación más baja, la que se presenta en el municipio de Tequexquitla y la más alta, en el municipio de Altzayanca, determinándose un gradiente hidráulico de 0.00203. Con lo anterior, se deduce que el

sentido del flujo subterráneo, proviene de las direcciones norte y sur, convergiendo al oriente hasta la laguna de Totolcingo, dando lugar a una zona saturada.

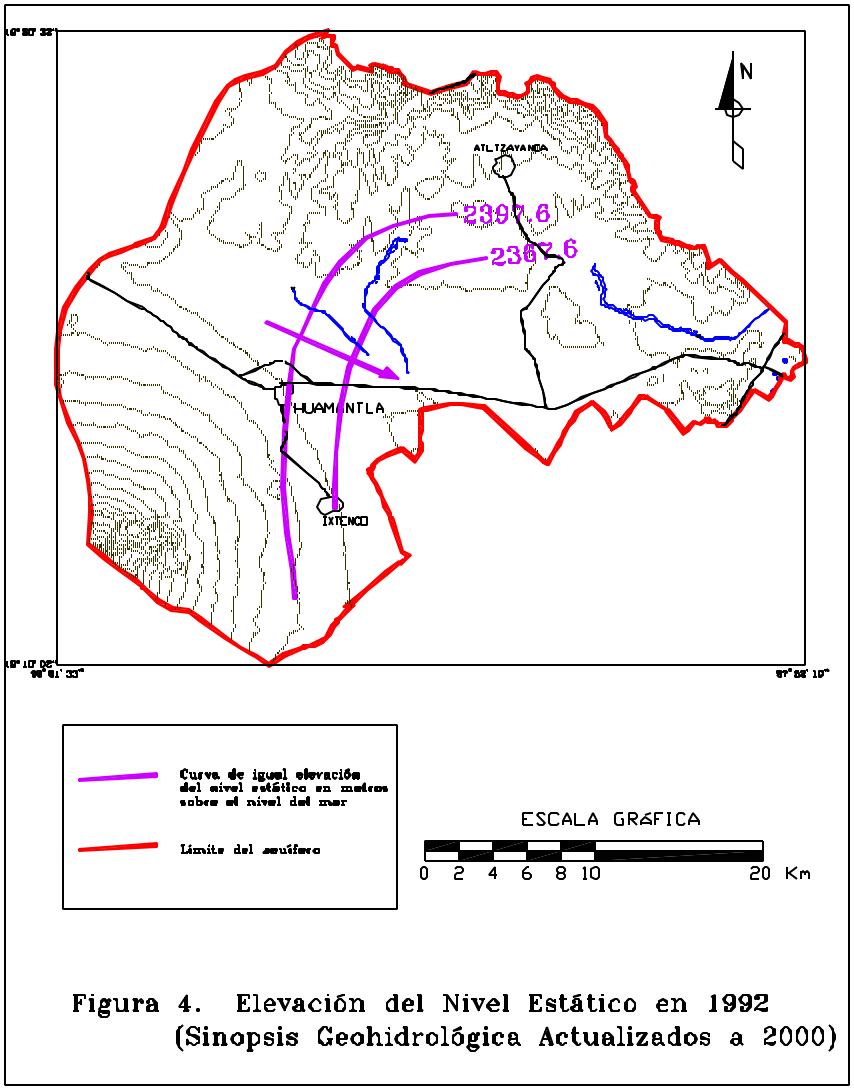


Figura 4. Elevación del Nivel Estático en 1992 (Sinopsis Geohidrológica Actualizados a 2000)

3.2.3 evolución del nivel estático

Con respecto a un período de observación de 12 años (1987-1999), el nivel estático, presenta un abatimiento local específicamente en cuatro zonas, siendo este entre valores de 1.40 a 6.0 metros. El abatimiento más alto, se presenta en el municipio de Altzayanca con un descenso en su nivel de 0.50 metros por año. El más bajo, se encontró en el

municipio de Tequexquitla siendo este de 0.11 metros por año. Para la zona del Valle de Huamantla, se tiene un abatimiento de 0.33 metros, en promedio el abatimiento para este acuífero, fue de 0.30 metros por año.

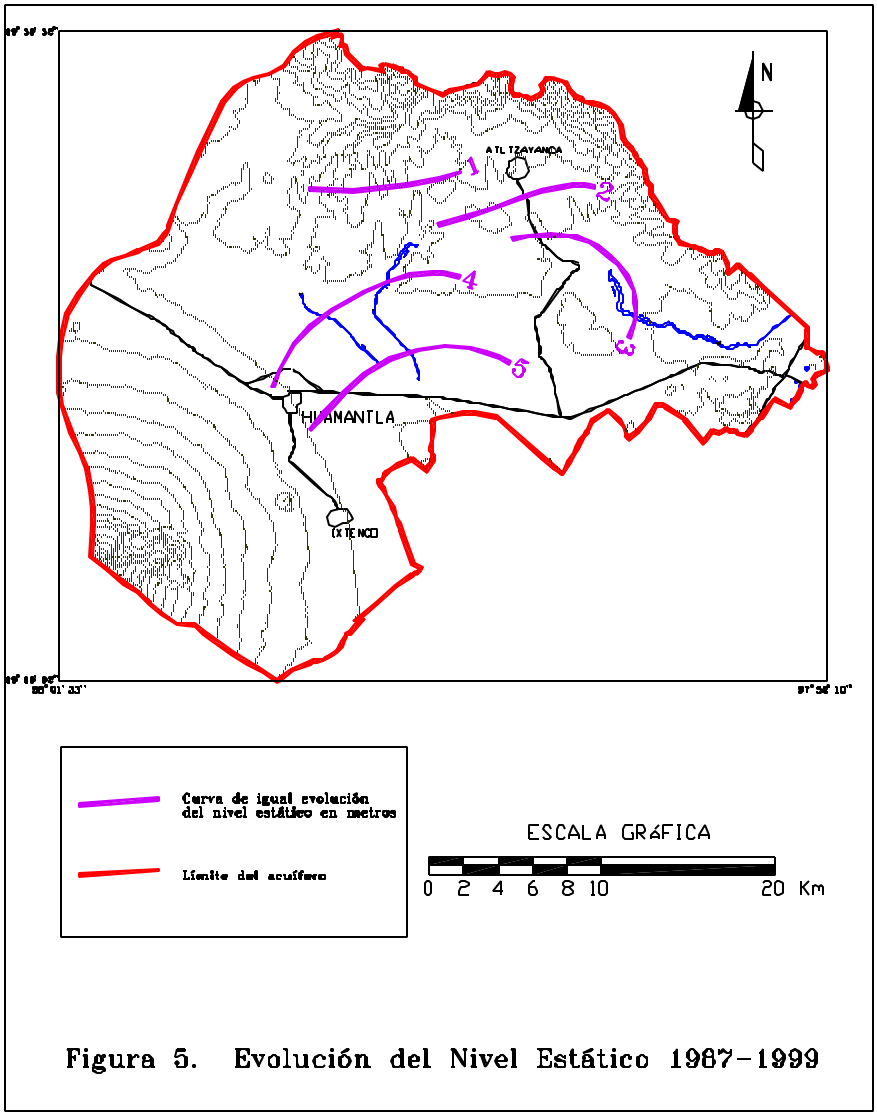


Figura 5. Evolución del Nivel Estático 1987-1999

3.3 Hidrogeoquímica y calidad del agua subterránea

El incremento de la población y creciente desarrollo agrícola en el acuífero de Huamantla, ha generado fuentes potenciales de contaminación que ponen en riesgo los recursos naturales. Los acuíferos, se ven más amenazados por los efectos contaminantes de las descargas de aguas residuales, de las zonas agrícolas en donde riegan con aguas contaminadas y en donde se emplean sin control los fertilizantes, herbicidas, pesticidas. Se encuentran también, los tiraderos de basura al aire libre y rellenos sanitarios mal manejados, etc.

Aunado a lo anterior, se ha determinado que debido a las características de los suelos, constituidos predominantemente por rellenos aluviales, el acuífero, presenta una "alta vulnerabilidad" a la contaminación por infiltración proveniente de los focos contaminantes superficiales.

Por lo antes expuesto, se ha implementado un monitoreo continuo y sistemático de la calidad del agua subterránea, comenzando desde el año de 1984 con el muestreo de diversos pozos profundos en los que se observó que en general el agua es de "buena calidad", apta para el consumo humano y en consecuencia para otros usos.
Sin embargo, en los últimos años (1996-1998), de los análisis realizados por la Comisión Nacional del Agua, se detectó que en algunas zonas, principalmente aquellas donde existe una gran actividad agrícola y tiraderos de basura fuera de control, el agua de ciertos pozos ya rebasaron ligeramente el parámetro de Nitritos y Coliformes.

Específicamente en el año de 1998, los resultados de los dos muestreos, uno de época de estiaje y el otro en temporada de lluvias, se promediaron y se compararon con los límites permisibles marcados por la norma oficial mexicana NOM.-127-SSA-1994 (agua para consumo humano), encontrándose 10 pozos fuera de norma.

Asimismo, y de acuerdo con la ayuda de los diagramas triangulares de Piper, se clasificó el agua subterránea de acuerdo a los valores de iones principales resultando que el agua del acuífero de Huamantla, es del tipo Mixta Bicarbonatada Magnésica Calcica.

Con relación al parámetro de sólidos totales disueltos, el agua está por debajo de los 1000 mg/l como lo indica la norma oficial mexicana.

En lo referente a los resultados ligeramente fuera de norma en cuanto a coliformes fecales, posiblemente se deba a la aplicación de fertilizantes orgánicos o a los tiraderos de basura sin control, no descartando también los problemas de traslado de muestras al laboratorio.

Con respecto a los parámetros fuera de norma en nitritos, posiblemente se deba a la aplicación de fertilizantes químicos sin ninguna orientación técnica, principalmente en los pozos agrícolas.

Con base en los resultados obtenidos, se concluye en términos generales, que el agua es de buena calidad, apta para el uso y consumo humano y en consecuencia para cualquier uso.

Por lo anterior, es de suma importancia proseguir con el monitoreo de la red de los pozos piloto, utilizando para el monitoreo químico la misma red de pozos que en la piezometría (dos muestras por año), para poder detectar los focos de contaminación, ya sea de origen antropogénico o natural, para poder tomar las medidas correspondientes.

3.4 Censo de aprovechamientos e Hidrometría

En la tabla siguiente, se muestra el aprovechamiento por usos del agua subterránea en los municipios del Acuífero Huamantla, de acuerdo con la información de la Gerencia Estatal Tlaxcala (1999).

Uso	**Volumen Mm^3/año**	**Porcentaje (%)**
PUB.-URBANO	9.05	37.86
AGRÍCOLA	48.36	30.10
INDUSTRIAL	0.51	13.75
SERVICIOS	0.11	13.15
DOMESTICO	0.33	3.22
PECUARIO	0.04	0.51
TOTAL	**58.52**	**100%**

Tabla 2 Aprovechamiento del agua subterránea

Del total de los 298 aprovechamientos registrados en el área, 58 son de uso público-urbano, 189 son de uso agrícola, 3 de uso industrial y 48 de uso doméstico-pecuario.

La extracción total de agua subterránea en la zona, es de 58.52 Mm^3/año, la cual se destina principalmente para la agricultura y abastecimiento de agua potable.

Hay en toda la Cuenca de Libres Oriental 833 aprovechamientos: 298 en Tlaxcala, 485 en Puebla y 50 en Veracruz, de acuerdo con la revisión realizada por personal técnico de los estados correspondientes.

4 Balance de aguas subterráneas

4.1 Ecuación de Balance

La diferencia entre la suma total de las entradas (recarga) y la suma total de las salidas (descarga) representa el volumen de agua perdido o ganado anualmente por el almacenamiento no renovable del subsuelo.

La ecuación general de balance de acuerdo a la ley de la conservación de la masa es como sigue:

Entradas (E) - Salidas (S) = Cambio de almacenamiento ……. (1)

Aplicando esta ecuación al estudio del acuífero, las entradas quedan representadas por la recarga total, las salidas por la descarga total y el cambio de masa, al cambio de almacenamiento de una unidad hidrogeológica, representada como sigue:

Recarga total	-	Descarga total	=	Cambio de almacenamiento en la unidad hidrogeológica	..(2)

4.2 Recarga

Con base en la información geohidrológica elaborada por la Jefatura de Departamento de Aguas Subterráneas de la Comisión Nacional del Agua en Tlaxcala, que incluye piezometría, cálculo de gradientes hidráulicos, pruebas de bombeo y transmisividades, se tiene que las estradas subterráneas suman 44.5 millones de metros cúbicos.

4.2.1 Recarga natural

La recarga natural considerada como la suma de la infiltración del agua de lluvia (50.1 millones de metros cúbicos) más el flujo subterráneo proveniente de las zonas montañosas que rodean al valle se ha calculado en 94.60 millones de metros cúbicos.

4.2.2 Recarga Inducida

Se incluyó como componentes de la recarga inducida a las fugas en la red de canales de riego, las fugas en las redes de agua potable y de drenaje en las ciudades, las infiltraciones por sobre riego directamente en las parcelas, ya sea por riego mediante pozos como por las aguas residuales. El monto total de la recarga inducida se ha calculado en 3.7 Mm^3/año.

4.3 Descarga

4.3.1 Evapotranspiración

Se considera como la salida de agua subterránea por el proceso de evaporación en el suelo y transpiración de la cubierta vegetal en acuíferos con niveles freáticos someros. Para este caso, no se considera por tener niveles del agua en la zona acuífera mayor a los 30 metros.

4.3.2 Descargas naturales

Se consideró como el volumen de agua subterránea que se aprovecha en todos los usos, provenientes de manantiales, concesionado y registrado en el REPDA de la Gerencia Estatal. Para este caso la Sm = 0.5 Mm^3/año.

4.3.3 Extracción de agua subterránea

Se consideró como el volumen de agua subterránea extraído por bombeo para todos los usos, como de 58.52 Mm^3/año.

4.3.4 Flujo subterráneo

Se consideró como la salida de agua subterránea en forma natural hacia un acuífero vecino, con base en la información de la red de flujo, gradiente hidráulico y transmisividad del acuífero se tiene que las salidas horizontales son del orden de los 40.33 millones de metros cúbicos.

4.3.5 Descargas a la red de drenaje

4.4 Cambio de almacenamiento

La evolución de la piezometría, refleja una disminución de volumen en el acuífero de 15,955 Mm^3, en un lapso de 13 años, por lo que el promedio anual es de 1.227 Mm^3.

5 Disponibilidad

Para el cálculo de la disponibilidad de aguas subterráneas, se aplica el procedimiento establecido en la Norma Oficial Mexicana NOM-011-CNA-2000, que establece las especificaciones y el método para determinar la Metodología para calcular la disponibilidad media anual de las aguas nacionales, que en la fracción relativa a las aguas subterráneas

La disponibilidad se determina por medio de la expresión siguiente:

Disponibilidad media anual de agua subterránea en una unidad hidrogeológica	=	Recarga total media anual	-	Descarga natural comprometida	-	Volumen anual de agua subterránea concesionado e inscrito en el REPDA	(3)

5.1 Recarga total media anual

La recarga total media anual (Rt), corresponde con la suma de todos los volúmenes que ingresan al acuífero, en forma de recarga natural, más la recarga inducida, que para este caso es de 98.3 Mm^3/año.

5.2 Descarga natural comprometida

La descarga natural comprometida, se cuantifica mediante medición de los volúmenes de agua procedentes de manantiales o de caudal base de los ríos alimentados por el acuífero, que son aprovechados y concesionados como agua superficial, así como las salidas subterráneas que deben ser sostenidas para no afectar a las unidades hidrogeológicas adyacentes. Para el caso de la zona en estudio la descarga natural comprometida es de 20.50.

5.3 Volumen concesionado de agua subterránea

El volumen anual de extracción, de acuerdo con los títulos de concesión inscritos en el Registro Público de Derechos de Agua (REPDA), de la Subdirección General de Administración del Agua, al 30 de abril de 2002, es de 63,904,523 m^3/año.

5.4 Disponibilidad de aguas subterráneas

La disponibilidad de aguas subterráneas, conforme a la metodología indicada en la norma referida, se obtiene de restar el volumen de recarga total media anual, el valor de la descarga natural comprometida y el volumen de aguas subterráneas concesionado e inscrito en el REPDA, que de acuerdo con la expresión (3), resultó ser de 13,895,477 m^3/año.

13,895,477 = 98,300,000 – 20.500,000 – 63,904,523

La cifra indica que existe volumen disponible de 13,895,477 m^3 anuales para nuevas concesiones en el acuífero de Huamantla, Tlaxcala.

Bibliografía y Referencias

Agrogeología S.A. 1973. Estudio geohidrológico preliminar de los Valles de Puebla Alto Atoyac en el estado de Puebla y del Río Zahuapan Alto Atoyac en el estado de Tlaxcala.

Constructora Virgo S.A. 1981. Estudio Fotogeológico de la población norte del estado de Tlaxcala, municipios de Tetla y Tlaxco.

Grupo Ingeniería, Consultoría, Obras S.A. 1997 Actualización del estudio geohidrológico de los acuíferos del Valle de Puebla.

Actualización Hidrogeológica del Acuífero de Huamantla, 2000, Estado de Tlaxcala, Comisión Nacional del Agua, Gerencia Estatal Tlaxcala, Subgerencia Técnica, Departamento de Aguas Subterráneas.