

ACUERDO por el que se dan a conocer los estudios técnicos del acuífero 2101 Valle de Tecamachalco y se modifican los límites y planos de localización que respecto del mismo se dieron a conocer en el acuerdo por el que se dan a conocer los límites de 188 acuíferos de los Estados Unidos Mexicanos, los resultados de los estudios realizados para determinar su disponibilidad media anual de agua y sus planos de localización.

Al margen un sello con el Escudo Nacional, que dice: Estados Unidos Mexicanos.- Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales.

JOSE LUIS LUEGE TAMARGO, Director General de la Comisión Nacional del Agua, Organismo Administrativo Desconcentrado de la Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales, de conformidad con lo dispuesto en el artículo 32 Bis fracciones III, XXIII, XXIV y XLI de la Ley Orgánica de la Administración Pública Federal; 1, 2, 4, 9 fracciones I, VI, XVII, XXXV, XLI, XLV, XLVI y LIV, 12 fracciones I, VIII, XI y XII, y 38 de la Ley de Aguas Nacionales; 1o., 14 fracciones I y XV, 73 y 77 del Reglamento de la Ley de Aguas Nacionales; 1, 13 fracciones II, XI, XXVII y XXX, en vinculación con el diverso 52 fracción V, incisos b) y e) del Reglamento Interior de la Comisión Nacional del Agua, y

CONSIDERANDO

Que el artículo 4 de la Ley de Aguas Nacionales, establece que corresponde al Ejecutivo Federal la autoridad y administración en materia de aguas nacionales y sus bienes públicos inherentes, quien las ejercerá directamente o a través de la Comisión Nacional del Agua;

Que en diversos Decretos y un Acuerdo publicados en el Diario Oficial de la Federación, a partir de los años 50's se establecieron vedas para el alumbramiento de las aguas del subsuelo dentro del área comprendida por el acuífero Valle de Tecamachalco;

El "Decreto que establece veda por tiempo indefinido para el alumbramiento de aguas del subsuelo de la cuenca cerrada denominada Oriental, en los Estados de Puebla y Tlaxcala.", publicado el 19 de agosto de 1954;

El "Decreto por el que se amplía la veda para el alumbramiento de aguas del subsuelo establecido en la zona de Tehuacán, Pue.", publicado el 2 de marzo de 1959;

El "Acuerdo por el que se establece el Distrito de Riego de la Cuenca del Río Salado, en los Estados de Puebla y Oaxaca, y se declara de utilidad pública la construcción de las obras necesarias para su operación.", publicado el 19 de marzo de 1965;

El "Decreto por el que se establece veda para el alumbramiento de aguas del subsuelo en la zona meridional del Estado de Puebla.", publicado el 15 de noviembre de 1967;

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, mediante Decreto del 12 de junio de 1967 en los Municipios de Amozoc, Puebla, Calpa, Totimehuacán, Pue. y otros.", publicado el 30 de agosto de 1969;

El "Decreto que declara de utilidad pública el establecimiento del Distrito de Acuacultura Número Dos Cuenca del Papaloapan para preservar, fomentar y explotar las especies acuáticas, animales y vegetales, así como para facilitar la producción de sales y minerales.", publicado el 6 de agosto de 1973, y

El "Decreto que declara de utilidad pública el establecimiento del Distrito de Riego Esperanza y Palmar del Bravo en terrenos ubicados en los Municipios de esos nombres y San Andrés Chalchicomula, Pue.", publicado el 6 de mayo de 1976;

Que no obstante la existencia de estas vedas para las aguas del subsuelo en el acuífero Valle de Tecamachalco, aún permanece en libre alumbramiento un 5% de su superficie, en su porción occidental;

Que el 31 de enero de 2003, se publicó en el Diario Oficial de la Federación, el "Acuerdo por el que se dan a conocer los límites de 188 acuíferos de los Estados Unidos Mexicanos, los resultados de los estudios realizados para determinar su disponibilidad media anual de agua y sus planos de localización.";

Que en dicho Acuerdo se determinó la disponibilidad media anual del agua subterránea para el acuífero 2101 Valle de Tecamachalco, obteniéndose un déficit de -32.091151 millones de metros cúbicos anuales (millones de m³/a), con fecha de corte en el Registro Público de Derechos de Agua al 30 de abril de 2002, de conformidad con la Norma Oficial Mexicana "NOM-011-CONAGUA-2000, Conservación del recurso agua-Que establece las especificaciones y el método para determinar la disponibilidad media anual de las aguas nacionales", publicada el 17 de abril del 2002 en el Diario Oficial de la Federación, y en la que se establece el método base para determinar la disponibilidad media anual de las aguas nacionales superficiales y de las subterráneas;

Que en virtud de que existían diversas fuentes de información geográfica, cada una de ellas atendiendo a distintos métodos de referencia, surge la necesidad de que el Gobierno Federal cuente con un solo marco de referencia cartográfico, por lo cual, el Instituto Nacional de Estadística, Geografía e Informática, emitió la Cartografía Básica Nacional, a escala 1:250,000, digitalizada y georreferenciada, en el que se basa el sistema único de referencia para la gestión de las aguas subterráneas;

Que atendiendo a lo anterior, es necesario ajustar la ubicación geográfica de los acuíferos, a efecto de hacerlos acordes con la Cartografía Básica Nacional y tener una ubicación más exacta de los mismos, por lo que mediante el presente acuerdo se modifican los límites que se establecían en el "Acuerdo por el que se dan a conocer los límites de 188 acuíferos de los Estados Unidos Mexicanos, los resultados de los estudios realizados para determinar su disponibilidad media anual de agua y sus planos de localización.", para el acuífero 2101 Valle de Tecamachalco, sin que ello implique modificaciones en la disponibilidad que para dicho acuífero se estableció en el mencionado Acuerdo;

Que ante un posible incremento de los volúmenes de agua extraídos, en la zona de libre alumbramiento, y una creciente demanda de agua para el desarrollo agrícola en la porción central del Estado de Puebla, se corre el riesgo de que la extracción de agua continúe rebasando más en magnitud la renovación natural del acuífero y que ello repercuta en una mayor sobreexplotación del mismo, situación que pone en peligro el abastecimiento seguro de los habitantes de la zona, al ser la principal fuente de abasto de agua, impactando a las actividades productivas que dependen del agua subterránea y al ambiente;

Que en cumplimiento de lo establecido en el artículo 38 de la Ley de Aguas Nacionales y en el diverso 73 del Reglamento de esta Ley, se realizaron los estudios técnicos del acuífero Valle de Tecamachalco, con el objetivo de definir si se presentan algunas de las causales de utilidad e interés público, previstas en dicho precepto para sustentar el establecimiento de un ordenamiento para el control de la explotación, uso o aprovechamiento de las aguas del subsuelo, y se dio participación a los usuarios organizados en el Comité Técnico de Aguas Subterráneas del Acuífero Valle de Tecamachalco, mediante la presentación de los resultados de los estudios técnicos, en reunión celebrada el día 15 de diciembre de 2008, en la ciudad de Puebla, Estado de Puebla, por lo que he tenido a bien expedir el presente:

ACUERDO POR EL QUE SE DAN A CONOCER LOS ESTUDIOS TECNICOS DEL ACUIFERO 2101 VALLE DE TECAMACHALCO Y SE MODIFICAN LOS LIMITES Y PLANOS DE LOCALIZACION QUE RESPECTO DEL MISMO SE DIERON A CONOCER EN EL ACUERDO POR EL QUE SE DAN A CONOCER LOS LIMITES DE 188 ACUIFEROS DE LOS ESTADOS UNIDOS MEXICANOS, LOS RESULTADOS DE LOS ESTUDIOS REALIZADOS PARA DETERMINAR SU DISPONIBILIDAD MEDIA ANUAL DE AGUA Y SUS PLANOS DE LOCALIZACION

ARTICULO PRIMERO.- Se modifican los límites del acuífero 2101 Valle de Tecamachalco en el Estado de Puebla, que en forma simplificada están definidos por las poligonales cuyos vértices se enumeraron en el "Acuerdo por el que se dan a conocer los límites de 188 acuíferos de los Estados Unidos Mexicanos, los resultados de los estudios realizados para determinar su disponibilidad media anual de agua y sus planos de localización", publicado en el Diario Oficial de la Federación el 31 de enero de 2003, para quedar como sigue:

ACUIFERO 2101 VALLE DE TECAMACHALCO

ACUIFERO 2101 VALLE DE TECAMACHALCO

VERTICE	LONGITUD OESTE			LATITUD NORTE			OBSERVACIONES
	GRADOS	MINUTOS	SEGUNDOS	GRADOS	MINUTOS	SEGUNDOS	
1	97	48	35.0	19	8	46.2	
2	97	45	4.8	19	8	12.1	
3	97	44	13.4	19	6	4.8	
4	97	41	43.2	19	5	52.2	
5	97	38	35.7	19	3	2.5	
6	97	37	24.2	19	1	24.1	
7	97	36	42.5	19	2	22.1	
8	97	33	5.1	18	58	30.2	
9	97	29	21.8	18	58	27.9	
10	97	18	53.8	18	59	2.0	
11	97	16	58.2	19	0	4.6	DEL 11 AL 12 POR EL LIMITE ESTATAL
12	97	14	31.7	18	54	33.4	DEL 12 AL 13 POR EL LIMITE ESTATAL
13	97	21	9.6	18	46	26.4	
14	97	23	5.4	18	43	5.2	
15	97	25	25.5	18	38	4.3	
16	97	33	13.7	18	36	17.4	
17	97	39	33.3	18	32	20.1	
18	97	47	21.1	18	37	30.8	
19	97	50	58.0	18	40	41.7	
20	97	54	59.4	18	45	50.4	
21	97	55	38.6	18	48	41.1	
22	97	56	44.3	18	51	45.7	
23	97	55	19.2	18	53	37.7	
24	97	59	30.2	18	55	2.9	
25	98	1	50.8	18	56	44.5	
26	98	3	6.2	19	1	21.6	
27	98	1	49.7	19	13	45.8	DEL 27 AL 28 POR EL LIMITE ESTATAL
28	97	55	41.7	19	9	45.4	
29	97	52	40.9	19	5	50.0	
1	97	48	35.0	19	8	46.2	

ARTICULO SEGUNDO.- Se da a conocer el resultado de los estudios técnicos realizados en el acuífero 2101 Valle de Tecamachalco, ubicado en el Estado de Puebla, en los siguientes términos:

ESTUDIO TECNICO**1. UBICACION Y EXTENSION TERRITORIAL.**

El acuífero del valle de Tecamachalco identificado con la clave 2101 se localiza en la porción central del estado de Puebla, a unos 20 kilómetros al oriente de la ciudad de H. Puebla de Zaragoza, tiene una extensión superficial aproximada de 3,600 kilómetros cuadrados (km²). Geográficamente, está limitado por los paralelos 18° 32' 20.1" y 19° 13' 45.8" de latitud norte, y por los meridianos 97° 14' 31.7" y 98° 3' 6.2" de longitud oeste; sus límites están definidos por la poligonal descrita en el ARTICULO PRIMERO de este Acuerdo.

2. CLIMATOLOGIA.

Las características del clima fueron analizadas con base en los registros de las 14 estaciones climatológicas, ubicadas en la propia zona, denominadas "Acatzingo de Hidalgo, Ahuatepec, Ciudad Serdán (Sistema Meteorológico Nacional), Cuesta Blanca, Palmar de Bravo, San Diego Texmelucan, San Isidro Canoas Altas, San Pedro Temamatla, Tecamachalco, Tepeaca, Xochitlán Todos Santos, Acajete, Santa Catarina los Reyes y Molcaxac". El análisis climatológico comprendió los lapsos 1931-2008.

El clima en la zona de acuerdo a W. Köppen y modificado por E. García corresponde a varios Tipos, en la parte oriental y donde se localizan las poblaciones de Palmar de Bravo, Esperanza Cañada Morelos, Tlacotepec, San Marcos Tlacoyo y Pozoltepec el denominado BS1Kw (w) que es del Tipo de climas semisecos, subtipos semisecos templados. En la parte central del área de estudio, dentro de la cual se localizan las poblaciones de Tecamachalco, Quecholac y Santo Tomás Hueyotlipan, el clima preponderante es el C(w)(w) que es del Tipo templado subhúmedo (agrupa a los subtipos menos húmedos de los templados subhúmedos); hacia la parte noroccidental, donde se localizan los poblados de Acatzingo de Hidalgo, Tepeaca y Acajete, los climas dominantes corresponden a los denominados C(w1) (w) y C(w2) (w), que indican climas de Tipos templados subhúmedos (el primero agrupa a los subtipos de humedad media de los templados subhúmedos, y el segundo tipo agrupa a los subtipos más húmedos de los templados húmedos). En menor proporción se presentan otros climas como el de la zona de Tehuacán BS1hw(w), ya fuera del área de estudio, del tipo clima semiseco, subtipo semiseco semicálido, y como el que se registra en la zona del volcán de La Malinche C(E)(w2)(w), que es de Tipo semifrío subhúmedo. Todos los climas anteriores son con lluvias de verano, con un porcentaje de precipitación invernal menor de 5.

Precipitación: De acuerdo con la información estadística de las estaciones en la zona, para el periodo 1961-2003, (INIFAP 2007), la precipitación media en la zona es de 602 milímetros (mm), y varía de 353 mm en las zonas de Valle a 850 mm en las zonas cercanas al Pico de Orizaba y el volcán La Malinche. La distribución anual muestra dos máximos en los meses de junio y septiembre, y una disminución en los meses de julio y agosto, periodo dentro del cual se presenta la sequía intraestival o canícula. Las primeras lluvias se registran en el mes de mayo y la temporada generalmente termina en la primera semana de octubre.

Temperatura: La temperatura media anual es de 16.5 grados Celsius (°C), con los valores máximos al sureste de la zona en la región de Molcaxac, donde se registra una temperatura media de 18.6 °C. Las zonas más frías se localizan en las faldas de los volcanes donde el valor de la temperatura media es de 12 a 14 °C.

Evaporación: La evaporación total calculada de acuerdo con el tanque americano tipo "A", muestra una variación entre 700 mm hacia la zona de los volcanes y 1860 mm en Xochitlán que corresponde a una de las regiones más cálidas del estado. El promedio para la región es de 1450 mm. Este es el valor predominante en la zona del Valle. Como es de esperarse las evaporaciones máximas ocurren en los meses más calurosos y secos del año que en la región son los meses de marzo a mayo.

Estaciones Climatológicas:

NUM	CLAVE	NOMBRE	MUNICIPIO
3837	00021005	ACATZINGO DE HIDALGO	ACATZINGO
3839	00021007	AHUATEPEC	TECALI DE HERRERA
3858	00021026	CIUDAD SERDAN (SMN)	CHALCHICOMULA DE SESMA
3862	00021031	CUESTA BLANCA	PALMAR DE BRAVO
3891	00021060	PALMAR DE BRAVO	PALMAR DE BRAVO
3903	00021072	SAN DIEGO TEXMELUCAN	CHALCHICOMULA DE SESMA
3904	00021073	SAN ISIDRO CANOAS ALTAS	CHALCHICOMULA DE SESMA
3910	00021079	SAN PEDRO TEMAMANTLA	CHALCHICOMULA DE SESMA
3913	00021082	TECAMACHALCO	TECAMACHALCO
3917	00021086	TEPEACA	TEPEACA
3932	00021102	XOCHITLAN TODOS SANTOS	XOCHITLAN TODOS SANTOS
3965	00021136	ACAJETE	ACAJETE
3979	00021154	SANTA CATARINA LOS REYES	ESPERANZA
4028	00021203	MOLCAXAC	MOLCAXAC

3. CARACTERIZACION SOCIOECONOMICA.

Según datos del X Censo Nacional de Población y Vivienda del Instituto Nacional de Estadística, Geografía e Informática (INEGI), en el año 2000 la población asentada en el acuífero era de 637,123 habitantes. Conforme a la tendencia actual, para el año 2030 se espera que la población tenga un ligero incremento, el Consejo Nacional de Población (CONAPO 2000) estima que será de aproximadamente unos 900,000 habitantes con una tasa de crecimiento estimada variable entre 0.64 y 1.93 % anual.

POBLACION ACTUAL Y FUTURA EN LA ZONA DE ESTUDIO

MUNICIPIO	2006	2007	2008	2009	2010	2020	2030
Acajete	54 091	54 439	54 764	55 068	55 351	57 221	57 491
Acatzingo	47 193	48 299	49 395	50 481	51 557	61 799	70 805
Amozoc	81 016	84 190	87 373	90 566	93 768	126 113	157 975
Atoyatempa	6 315	6 393	6 469	6 541	6 612	7 223	7 653
Cuapiaxtla de Madero	7 277	7 391	7 502	7 610	7 715	8 616	9 244
Cuautinchán	7 897	8 029	8 158	8 284	8 406	9 488	10 321
Esperanza	13 590	13 598	13 599	13 595	13 586	13 260	12 584
General Felipe Angeles	17 992	18 566	19 141	19 719	20 299	26 224	32 178
Huitziltepec	4 931	4 939	4 944	4 946	4 946	4 838	4 579

Mixtla	2 193	2 192	2 191	2 188	2 183	2 096	1 948
Molcaxac	5 733	5 593	5 457	5 327	5 201	4 182	3 520
Cañada Morelos	18 097	18 025	17 945	17 858	17 765	16 571	15 050
Palmar de Bravo	40 052	40 892	41 726	42 555	43 378	51 364	58 685
Quecholac	43 493	44 344	45 188	46 024	46 854	54 833	62 042
Los Reyes de Juárez	24 446	24 949	25 441	25 924	26 398	30 699	34 162
San Salvador Huixcolotla	12 466	12 822	13 178	13 533	13 889	17 449	20 875
Santo Tomás Hueyotlipan	7 597	7 551	7 501	7 450	7 396	6 779	6 074
Tecali de Herrera	18 514	18 665	18 808	18 943	19 071	19 993	20 317
Tecamachalco	65 610	66 537	67 441	68 323	69 182	76 707	82 193
Tepatlaxco de Hidalgo	15 033	14 930	14 822	14 709	14 591	13 252	11 756
Tepeaca	68 284	68 819	69 323	69 796	70 239	73 300	74 078
Tepeyahualco de Cuauhtémoc	3 014	3 001	2 987	2 971	2 954	2 744	2 480
Tlacotepec de Benito Juárez	45 444	45 884	46 307	46 713	47 103	50 263	52 092
Tlanepantla	4 733	4 825	4 916	5 005	5 093	5 920	6 627
Tochtepec	18 499	18 581	18 654	18 720	18 778	19 019	18 714
Xochitlán Todos Santos	5 479	5 500	5 518	5 534	5 548	5 564	5 402
Yehualtepec	21 310	21 577	21 837	22 091	22 339	24 520	26 132
TOTAL	660 299	670 531	680 585	690 474	700 202	790 037	864 977

En 1998, el PIB de la región de Tecamachalco ascendió a 15,662 millones de pesos, a precios del año 2000, representando el 9.1% del alcanzado por el estado de Puebla.

La región de Tecamachalco muestra ritmos excepcionalmente altos de expansión tanto urbana como rural, superiores al estatal y nacional. Se destaca por su dinamismo demográfico, habiendo crecido 2.9% anual entre 1990 y 2000. En las zonas rurales, donde habita cerca de la cuarta parte de la población, la tasa anual de crecimiento observada correspondió a cuatro veces la nacional (2.3% vs. 0.6%). En las zonas urbanas, la expansión fue de 3.1% anual, en contraste con 2.3% a nivel nacional.

Entre 1990 y 2000, Tecamachalco experimentó un auge en el empleo, aumentando a una tasa de 5.2% anual. Casi dos quintas partes de los trabajadores (37%) se encuentra en el sector agropecuario. Si bien en las manufacturas sólo está empleado el 16% del total de trabajadores, la planta laboral creció a una tasa de 9.2% anual en la década de referencia. Los servicios representaron el 33% de la planta laboral, creciendo al 8.3% anual. El sector agropecuario fue el más modesto en crecimiento local (2.5% anual); no obstante, contrasta con el nivel nacional (0.1% anual de aumento).

La agricultura es la principal actividad económica. Es sustentada, principalmente, por el agua que se extrae del acuífero mediante pozos profundos diseminados en toda la zona.

En el periodo 1999-2001 se cultivaron un promedio de 50 mil hectáreas irrigadas, incluyendo dobles cultivos, con un valor de 700 millones de pesos, a precios del año 2000. Los cultivos básicos absorben la mitad de la superficie (52%), aportando la cuarta parte (24%) del valor. En las hortalizas se presenta un fenómeno inverso a los básicos pues, cubriendo poco más de la cuarta parte (27%) de la superficie, generan la mitad (50%) del valor. Los forrajes ocupan el 21% de la superficie y producen el 26% del valor. En cada uno de estos grupos de cultivos se observa un grado de concentración manifiesta. El 85% de la superficie de básicos corresponde a maíz. El 84% de la de forrajes se cultiva con alfalfa.

Los recursos hídricos son aprovechados en su gran mayoría por la agricultura. Por lo que respecta a los de origen superficial son del orden de 207 millones de m³/año, provenientes de la presa Valsequillo, obra de cabecera del Distrito de Riego No. 030. La superficie irrigada es del orden de 16,000 ha, superficie que corresponden a la segunda y tercera unidades, el 84% de la superficie total del Distrito, ya que la tercera unidad se ubica en el acuífero Valle de Tehuacán.

Las extracciones de las aguas subterráneas de acuerdo con el análisis de los estudios y datos existentes han ido incrementándose, en 1988 la extracción se estimó en 228 millones de m³/año, en 1999 de 283 millones de m³/a y actualmente 343 millones de m³/año. En forma regional, la mayor parte de las extracciones se concentran en la zona del Distrito de Riego y la menor en la zona de Esperanza, con volúmenes similares en las zonas de Tepeaca y Palmar de Bravo.

Dentro del ámbito territorial del acuífero, está comprendida una superficie aproximada de 50,000-00-00 hectáreas de riego cultivables, de las cuales 16,000-00-00 hectáreas de riego corresponden a la zona del Distrito 030 Tecamachalco y el resto corresponden a terrenos ejidales y de pequeña propiedad.

En el ámbito privado los predios irrigados abarcaron el 42% del total, con un promedio de 2.4 hectáreas irrigadas, ligeramente superior a las 2.2 hectáreas observadas en el sector de propiedad social (ejidal), con lo cual el minifundismo es predominante. En el sector ejidal (social), una tercera parte de los sujetos de derecho tenía más de 60 años, en tanto sólo una cuarta parte contaba con menos de 45 años, coadyuvando a que se disocie la función de trabajo con la de la propiedad ejidal, induciendo al rentismo parcelario.

En la región bajo estudio, el sector primario, mismo que incluye la minería, además del sector agropecuario, produjo 2,852 millones de pesos en 1998, correspondiendo al 18.3% del PIB regional. El sector secundario produjo 4,170 millones de pesos, participando con un 26.7 % dentro del PIB local. La mayor parte del PIB es aportada por el sector terciario, con 8,600 millones de pesos, equivalente al 55.1 % del valor generado.

La agricultura, tanto de riego como de temporal, generó un PIB de 1,082 millones de pesos en Tecamachalco, representando un 6.9% del PIB regional. Dentro de esta participación, la agricultura de riego contribuye con 759 millones de pesos, equivalentes al 4.9%. Dentro de esta proporción, tres quintas partes provienen de las hortalizas (473 millones de pesos). Los cultivos básicos aportaron 1.3%, mientras que los forrajes contribuyeron con el 0.5% al PIB regional (197 y 89 millones de pesos, respectivamente).

Por lo que se refiere a la agricultura de temporal, ésta participó con 323 millones de pesos, correspondientes al 2.1% del PIB regional. En este ámbito, los cultivos básicos prevalecieron con 203 millones de pesos (1.3% del PIB regional), mientras que los frutales correspondieron a 113 millones de pesos (0.7% del PIB regional).

Las actividades pecuarias en Tecamachalco aportaron 1,728 millones de pesos al PIB regional (11.1%), magnitud manifiestamente superior a la contribución de la agricultura en su conjunto (6.9%). Dentro de la producción ganadera, la postura de huevo contribuyó con 1,162 millones de pesos (7.4%). En segundo orden está la producción de leche de bovino, generando un PIB de 262 millones de pesos (1.7%). El resto de actividades ganaderas, por un monto de 2% del PIB, están repartidas en el resto de productos pecuarios.

PIB Total y Sectorial. Región de Tecamachalco y Puebla. 1998
(Millones de pesos correspondiente al año 2000)

	Tecamachalco			Puebla	
	Valor	% del total	% del estado	Valor	% del total
Total	15,622	100.0%	9.1%	171,375	100.0%
PRIMARIO	2,852	18.3%	34.8%	8,185	4.8%
SECUNDARIO	4,170	26.7%	7.2%	57,690	33.7%
Manufacturas	3,200	20.5%	6.7%	47,737	27.9%
Agroindustria	405	2.6%	5.0%	8,151	4.8%
No agroindustria	2,795	17.9%	7.1%	39,586	23.1%
Resto*	970	6.2%	9.7%	9,953	5.8%
TERCIARIO	8,600	55.1%	8.2%	105,499	61.6%
PIB per cápita**	28		79.7%	35	

* Incluye Construcción, Electricidad, Gas y Agua

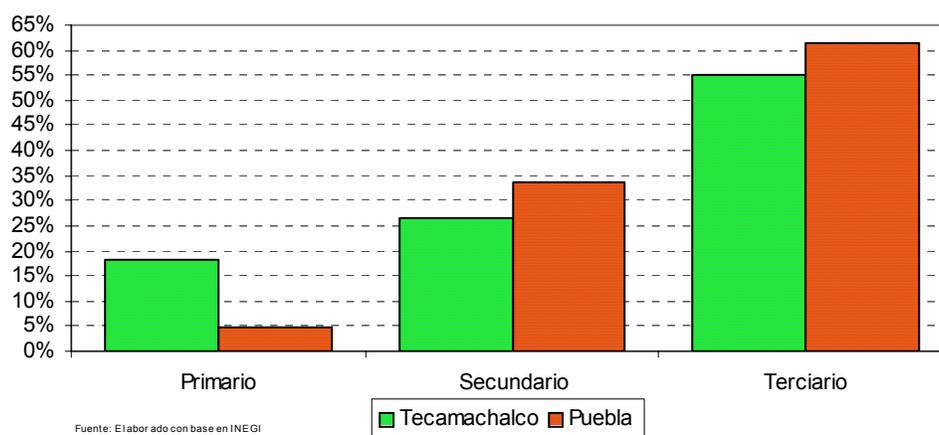
Fuente: Estimado con base en INEGI

En cuanto a manufacturas, el valor agregado fue de 3,200 millones de pesos, de los cuales 405 correspondieron a agroindustria, y 2,795 a actividades no agroindustriales. Agroindustria y resto de manufacturas, representan el 2.6% y el 17.9% de PIB manufacturero, respectivamente, en la región de Tecamachalco. Esta región participó con el 6.7% de la generación del PIB manufacturero de Puebla.

Con 8,600 millones de pesos, más de la mitad del PIB de Tecamachalco, corresponde al sector servicios (55.1%). A nivel estatal, los servicios representan tres quintas partes (61.6%), del total del valor generado, con lo cual se confirma el predominio, presente en términos de valor, que en ambas zonas tienen estas actividades. En ellas quedan englobados comercio, comunicaciones y transporte, servicios financieros, así como los comunales, sociales y personales, entre otros.

Al considerar las participaciones sectoriales del PIB, la importancia del sector agropecuario en Tecamachalco (18.3%), contrasta de sobremano con el peso que estas actividades tienen en el estado (4.8%). El sector secundario, con 26.7%, tiene una importancia menor a la de la entidad (33.7%). Este fenómeno se replica en el ámbito de los servicios (61.6%).

Región de Tecamachalco y Puebla. PIB por Sector de Actividad. 1998
(% del total)



En cuanto indicador global de bienestar, y tomando en cuenta la población existente en 1998, el ingreso per cápita fue de 28 mil pesos, en 1998, mientras que a nivel estatal fue 35 mil pesos, en ambos casos a precios del año 2000. En otras palabras, la riqueza generada por habitante en la región bajo estudio es cercana a cuatro quintas partes (80%) del obtenido estatalmente.

El resto de la producción manufacturera en la región de Tecamachalco está altamente concentrada. La producción de minerales no metálicos tiene un peso mayoritario, con 1,496 millones de pesos, generando el 68.5% de la generación del PIB estatal.

De acuerdo a la información disponible en 1998, el valor agregado agroindustrial en la región de Tecamachalco fue de 202 millones de pesos, a precios del año 2000. La actividad más importante es la fabricación de alimentos para animales, con 81 millones de pesos, representando el 48.9% de la generación de valor regional. La molienda de cereales, con 76 millones de pesos, es la segunda actividad en orden de importancia, participando con el 37.7% del total.

De un promedio de 50 mil hectáreas cultivadas bajo riego, los cultivos básicos absorbieron el 52% de la superficie, contribuyendo con una cuarta parte del valor. En otro extremo están las hortalizas, cultivadas en la cuarta parte de la superficie (26.6%) generan la mitad del valor (50.2%). Los forrajes están en una situación intermedia, pues en una quinta parte de la superficie (21.4 %) producen el 25.7% del valor de la producción. Los cultivos básicos están dominados en un 87.5% de la superficie por el maíz, y en los forrajes el 91% del área cosechada es alfalfa. Dentro de las hortalizas, tomate verde, lechuga, col, zanahoria, cilantro y jitomate, ocuparon el 77% de la superficie hortícola y el 85% del valor hortícola.

La actividad pecuaria más importante es la producción de huevo, con un máximo cercano a 2.5 miles de millones en 1998, la región de Tecamachalco produjo el 56% del huevo a nivel estatal y cerca de la quinta parte de la producción de huevo a nivel nacional. Por otra parte, contribuyó con el 58% de la producción pecuaria en la zona. Aunado al pollo de engorda y a la leche de bovino, estos tres productos representaron el 87.3% de la producción pecuaria local. Cada uno de estos dos últimos productos participa con cerca del 15% de la producción local. Se observa una alta sensibilidad a los precios, particularmente en huevo, en donde un incremento en éstos de 1% redundó en aumentos de 1.7% en el valor producido. En leche de bovino, este resultado si bien es semejante, muestra un grado de respuesta inferior, con 1.3% de incremento en la producción ante aumentos de 1% en el precio.

Ganado porcino y bovino tienen una importancia menor, con 9.1 % y 1.3 % del valor pecuario de la región. El resto de productos pecuarios tiene una importancia menor al uno por ciento en términos de valor.

Dentro del sector manufacturero, la agroindustria generó un valor agregado de 202 millones de pesos en 1998, concentrada en dos actividades. Fabricación de alimentos para animales y molienda de cereales generaron 40.2% y 37.7%, respectivamente, del monto mencionado. La primera se desarrolla básicamente en Cuapiaxtla de Madero, y la segunda en establecimientos en Tecamachalco. En el caso de los forrajes, se trata de un insumo para el huevo.

Con base en lo anterior, en Tecamachalco predomina la monoproducción. Es el caso de básicos (maíz) y de forrajes (alfalfa), en el sector agrícola. Sólo las hortalizas escapan a este esquema. En cuanto a actividades pecuarias, huevo en primer plano, seguido de pollo y leche de bovino, contribuyen a dicho patrón. En agroindustria, también los alimentos para animales y molienda de cereales tienen un peso importante. Considerando la diseminación hortícola con la que efectivamente lograda, es posible, con organización e introducción de técnicas alternas de cultivo, elevar la productividad física, estimular el empleo y el ingreso obtenidos. De manera paralela, se estarán sentando las bases para el procesamiento de productos hortícolas, estimulando los enlazamientos productivos al interior de la región, posibilitando la transformación de Tecamachalco como región agroindustrial autosustentable.

4. GEOLOGIA.

Fisiográficamente, la zona de Tecamachalco se encuentra enclavada en el extremo oriente de la provincia "Cordillera Volcánica Transmexicana" y parte de la provincia "Sierra Madre del Sur". La primera de carácter volcánico, con basaltos, andesitas y riolitas, que han dado origen a conos de escoria y de cenizas, volcanes compuestos y escudo, así como sierras y cadenas montañosas, entre las que se han originado tres unidades geomorfológicas: planicies, volcanes y zonas de plegamientos.

Las planicies se localizan en las partes bajas de los valles de forma alargada con dirección noroeste-sureste (NW-SE), sensiblemente paralelos a las sierras que lo delimitan. Los volcanes están representados por cono cineríticos y estratovolcanes, destacando La Malinche, al noroeste (NW) del área.

Los plegamientos caracterizan a las rocas calcáreas que a su vez constituyen una sierra de forma alargada, de orientación noroeste-sureste (NW-SE), como se observa en la Sierra de Soltepec y Cuesta Blanca, localizadas en la porción septentrional de la zona de estudio. Fisiográficamente estas últimas dividen los valles de Esperanza y Palmar de Bravo. Mientras que la sierra el Monumento delimita los valles de Palmar de Bravo y el de Tepeaca-Tecamachalco.

Otras estructuras compuestas por rocas sedimentarias son las sierras de Tentzo, Zapotitlán y Tehuacán localizadas en las porciones sur y sureste del área de trabajo.

Geomorfológicamente, se le considera a esta zona como una cuenca del tipo exorréico, cuyos límites topográficos los constituyen las sierras tanto volcánicas como sedimentarias; desarrollando un drenaje del tipo subdendrítico rectangular.

La secuencia litológica identificada en la zona de Tecamachalco según los levantamientos geológicos realizados queda comprendida desde el Cretácico Inferior al Reciente.

Las rocas cretácicas se encuentran representadas por una secuencia de areniscas y lutitas, manifestándose superficialmente como una serie de cerros redondeados, al oriente de la ciudad de Tehuacán. Algunos cortes de esta secuencia litológica muestran que están cubiertas por rocas del Cretácico inferior, razón por la cual se les ha asignado una edad del Pre-Cretácico Inferior, correlacionable con la formación San Marcos.

Descansando sobre la unidad anterior se presenta una secuencia compuesta por rocas calcáreas pertenecientes a la Formación Orizaba, esta unidad se caracteriza por la presencia de bandas y nódulos de pedernal, interdigitalizada con estratos de calizas arrecifales, mostrando efectos del proceso de disolución.

Coronando en forma concordante a la Formación Orizaba, se encuentra una alternancia de calizas arcillosas lutitas y areniscas de la Formación Cuesta del Cura del Cretácico Superior. De forma general todas las rocas descritas con

anterioridad se han agrupado genéricamente como rocas calcáreas del Cretácico; regionalmente se menciona la existencia de acuíferos contenidos en los plegamientos calizos, así como la presencia de fenómenos kárticos en algunas localidades tales como las sierras Monumento y Tetzoyocan, lo que se atribuye propiamente a las calizas arrecifales afectadas por el proceso de disolución. Por lo que las formaciones calcáreas, del Cretácico, actúan como receptoras de recarga y transmiten el agua infiltrada hacia las partes bajas, ya que presentan denso fracturamiento, haciendo que el agua circule a profundidad, aunque si la estructura es irregular y las fracturas están rellenas por sedimentos finos, el agua transita sobre las calizas, sin llegar a alimentar a éstas.

La presencia de un conglomerado compuesto por clastos de calizas fosilíferas, con la presencia de nódulos de pedernal, empacada en una matriz arenosa y cementada con carbonato de calcio, marca el inicio del período Terciario.

Para este tiempo los episodios volcánicos se encuentran representados por una serie de emisiones volcánicas de composición andesítica, localizados principalmente al norte de la zona de Tecamachalco, formando cerros aislados de pequeñas dimensiones estructuralmente se presenta en forma de coladas sucesivas acompañadas por potentes espesores de brechas basales. Las características genéticas de estas formaciones le confieren hidrológicamente una permeabilidad secundaria, pero las pequeñas dimensiones de sus afloramientos le resta importancia desde un punto de vista geohidrológico.

Sobreyaciendo la secuencia anterior se han identificado secuencias sedimentarias compuestas por materiales lacustres, variando verticalmente, desde su base, de calizas lacustres con interdigitaciones de lentes arenosas, hasta alcanzar una fase química de travertino masivo e impermeable. Cubriendo al periodo Terciario se encuentran sedimentos aluviales, caracterizados por la interdigitación de tobas arenosas, de composición andesítica, por su baja consolidación su permeabilidad debe ser de media a alta, sin embargo, al igual que las andesíticas basálticas, sus pequeñas dimensiones le restan importancia geohidrológica.

Para el periodo cuaternario se han reportado las siguientes unidades litológicas: arenas tobáceas; arenas y gravas; depósitos de pie de Monte, depósitos aluviales y depósitos fluviales, todas ellas consideradas como permeables. Entre las rocas ígneas contemporáneas se reportan conos cineríticos y derrames de basalto los que por su composición, elevación topográfica y fracturamiento, funcionan como buenas transmisoras de agua hacia rocas del subsuelo.

Las arenas tobáceas, afloran en gran parte de los valles Esperanza y Palmar de Bravo, conformadas por arenas pumíticas que presentan estructura laminar de media a delgada, que cubren discordantemente a derrames basálticos reciente, la génesis de estos materiales le confiere una permeabilidad alta.

Cubriendo discordantemente tanto a las calizas del cretácico como a los conglomerados calizos se encuentran materiales de abanicos aluviales antiguos y recientes compuestos principalmente por arenas tobáceas calcáreas que se interdigitan con lentes de gravas y derrames basálticos, sobre todo en los valles Esperanza y Palmar de Bravo. Al norte de la zona en materia, en el volcán de La Malinche, se encuentran las rocas volcánicas de los derrames andesíticos y los piroclastos poco compactados del Cuaternario, que son permeables por su fracturamiento y actúan como receptoras y transmisoras del agua que escurre a través de ellas. De igual manera, las rocas no consolidadas son excelentes receptores de recarga, por tener alta capacidad de infiltración, constituyendo un gran acuífero de transmisividad media a alta en la zona de saturación, por lo que se comporta como "libre", pero, puede estar semiconfinado, localmente, por lentes

de materiales arcillosos; es frecuente que la permeabilidad de los depósitos no consolidados decrezca conforme aumenta la profundidad, debido a la compactación originada por su peso propio.

5. HIDROLOGIA SUPERFICIAL.

Con base en las delimitaciones del acuífero la zona de estudio queda comprendida en las regiones del Papaloapan y del Balsas, con la siguiente distribución; el valle Esperanza desde la segunda unidad del Distrito de Riego hasta Tehuacán pertenece a la subcuenca del río Salado, emplazada en la Región Hidrológica No. 28, Cuenca del Río Papaloapan, La principal corriente de esta zona está representado por torrente, que nace en el estrechamiento formado por la sierra que limita lateralmente el valle Esperanza, formando un escurrimiento que con un rumbo norte sur cruza la cañada Morelos, incrementando su caudal a la altura del poblado de Miahuatlán, por el aporte de un pequeño tributario que se desarrolla a lo largo del valle Tepeaca-Tecamachalco, desde la unión de este afluente en adelante el río toma el nombre de río Salado, siendo el principal afluente del río Tonto, tributario del Papaloapan.

La porción noroccidental del valle incluyendo la primera unidad del distrito de riego Valsequillo, al igual que la zona de Palmar de Bravo, queda comprendida dentro de la Región Hidrológica del Río Balsas (RH-18). Por su parte, las corrientes principales son el río Atoyac que desde la presa Manual Avila Camacho presenta un rumbo noroeste-sureste

(NW-SE), hasta Molcaxac donde cambia su dirección hacia el noreste, a la altura del poblado de Tepeaca sobre su margen izquierdo recibe aportaciones de varios escurrimientos provenientes del norte y que se originaron desde la sierra de Soltepec.

En el valle se carece de importantes corrientes superficiales, destaca solamente la Barranca El Aguila, tributaria del Atoyac.

Administrativamente, el acuífero pertenece al Organismo de Cuenca Balsas (Región Hidrológica No.18 Balsas) y al Organismo de Cuenca Golfo Centro (Región Hidrológica No. 28 Papaloapan).

6. FUNCIONAMIENTO DEL SISTEMA ACUIFERO.

La zona de estudio involucra tres valles intermontanos escalonados, con desniveles topográficos del orden de los 200 metros entre cada uno de ellos, siendo el más alto el de Esperanza con elevaciones promedio de los 2400 metros sobre el nivel del mar (msnm); Palmar de Bravo 2200 msnm, mientras que la zona de Tepeaca-Tecamachalco, es la más baja con altitud del orden de los 2000 msnm.

El acuífero Valle de Tecamachalco está conformado por rocas calcáreas con la presencia de materiales detríticos sedimentarios. En las porciones bajas de la zona, su tramo superior está constituido por depósitos cuaternarios no consolidados, de grano medio a grueso, mientras que en las inmediaciones de los macizos montañosos sedimentarios, se constituyen como parte del acuífero los materiales fracturados.

Mientras que en las zonas de Palmar de Bravo y Esperanza lo conforman materiales detríticos granulares, así como arenas tobáceas, coronadas por los depósitos cuaternarios de pie de monte, fluviales y aluviales. Se encuentra limitado lateral e inferiormente por rocas sedimentarias de plataforma, como la Formación San Marcos, con espesores variables en el subsuelo, de forma escalonada. Tal vez las calizas arrecifales de las Formaciones Orizaba, constituyen la parte inferior del acuífero regional, aun cuando parte de la zona está separada por el relleno de calizas arcillosas, areniscas y lutitas de baja permeabilidad, que actúan como un gran acuitardo discontinuo (Cuesta del Cura).

La profundidad a los niveles estáticos varían en la zona de Esperanza entre unos 10 a poco más de 90 metros: los niveles más someros se localizan al sur de la población de Tepeaca, en tanto las más profundas se han identificado en las inmediaciones del cerro Tlacomilco.

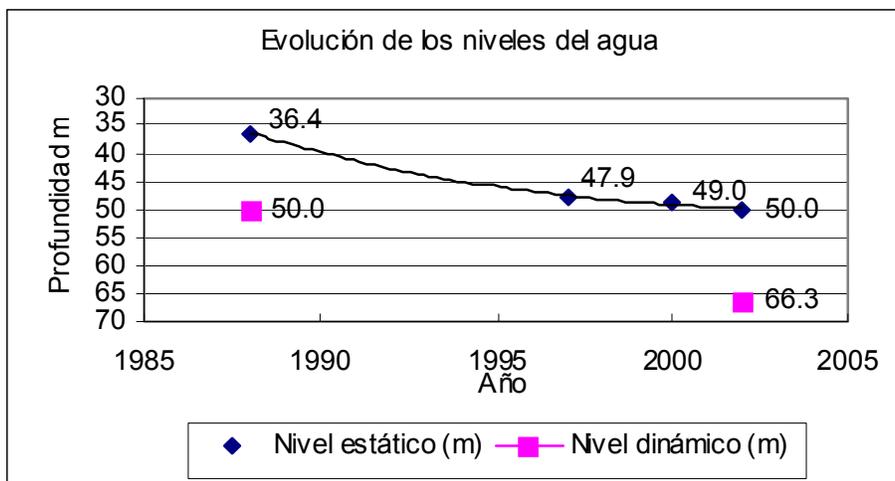
En el valle de Palmar de Bravo la distribución de las profundidades también obedece a las condiciones topográficas, con profundidad al nivel estático de 20 metros en el área central del valle, en tanto los más profundos se encuentran dentro del rango de 50 a 60 metros en las estribaciones de las sierras El Monumento.

En el área correspondiente al distrito de riego los horizontes del agua se localizan entre 20 y 60 metros de profundidad, localizándose los niveles más someros en las vecindades del canal principal, mientras que los más profundos se encuentran en los alrededores del Poblado de Santa María la Alta. Cabe señalar que en la denominada 3 Unidad de Riego los niveles se encuentran relativamente más someros variando entre 5 y 50 metros de profundidad, alcanzando los niveles someros hacia Tehuacán y los profundos hacia Temalayuca y Cacaloapan.

De datos del año 1996 correspondientes a la zona Tepeaca-Tecamachalco, el promedio del nivel estático con base a 163 pozos que disponían de dato fue de 47.1 m y un nivel dinámico promedio de 58 m pertenecientes a 249 pozos. El promedio del caudal instantáneo, obtenido a través de 153 pozos fue de 23 litros por segundo (lps). De acuerdo a lo anterior el caudal específico del acuífero explotado es del orden de 2 lps/m.

Del último censo disponible, considerado en el modelo del año de 1999, se obtiene que el acuífero es explotado a través de 937 pozos activos, de los cuales sólo 310 cuentan con datos de profundidad total con un promedio de 110 metros, entre ellos, 138 aprovechamientos presentan profundidades mayores a 100 metros y con un promedio total de perforación del orden de 140 metros; asimismo, el diámetro promedio de ademe en 102 pozos que cuentan con dato varía de 10 a 46 centímetros con promedio de 35.6 centímetros. En cuanto al promedio de gastos instantáneos, reportados en el censo para 150 pozos, es de 23 lps.

Los valores promedio de los niveles de agua para el período 1997-2002 considerando 33 pozos piloto, de acuerdo con la información de lecturas de niveles estáticos realizado en el año de 1997, el promedio del nivel estático fue de 47.9 metros; para el año 2000 el promedio fue de 49 metros y para el año 2002 el valor promedio del nivel estático es de 50.0 metros obtenido en los mismos pozos piloto.



En relación al abatimiento promedio de los niveles estáticos, obtenidos como un promedio aritmético, de 1988 a 2002, es de 1.0 metros/año.

Una configuración más reciente de curvas de igual abatimiento de los niveles estáticos, corresponde al período 1988-1996, pero es exclusiva de la zona Tepeaca-Tecamachalco. Para el área de Amozoc-Acatzingo los cambios piezométricos en el período son básicamente de -10 metros (-1.2 metros/año). En las inmediaciones de los poblados de Santo Tomás Hueyotlipan, San Miguel Zacoala, Cuapiaxtla de Madero y hacia San Martín Caltenco se registró un descenso importante de los niveles estáticos del orden de -20.0 m (-2.5 m/año); asimismo se observa un abatimiento de -10.0 metros en la población de San Francisco Mixtla, mientras que hacia el sur de Tepeaca e inmediaciones de los poblados de San Hipólito Xochiltlenango, Buenavista de Juárez, San Simón Coatepec y San Luis Ajajalpan, no hubo variación de los niveles estáticos del acuífero en esta zona. En el área Atoyatempan-Primera Unidad, por la sobreexplotación del acuífero, los niveles de agua subterránea continuaron descendiendo en forma considerable ya que para este período oscilaron entre -10.0 a -25.0 metros (-1.2 a -3.1 metros/año).

De acuerdo con la configuración de curvas de igual evolución del nivel estático 1997-2000, se observa que el acuífero presenta abatimientos del nivel estático en forma generalizada; en el valle de Palmar de Bravo los descensos alcanzan, para este período, valores de hasta -2.0 metros en los alrededores de las poblaciones San Miguel Xaltepec-Palmar de Bravo-Cuacnopalan, en el valle de Tepeaca-Tecamachalco los valores máximos son del orden de -3.0 metros entre las poblaciones de Tepeaca y Acatzingo, en el valle de Esperanza no se tiene información para este período.

La configuración de la elevación de los niveles estáticos del acuífero de Tecamachalco, Pue., más antigua y representativa que se dispone, corresponde al año de 1974 la cual muestra que para ese año, en el valle de Esperanza, se presentaba una recarga proveniente de la sierra Negra; el flujo de agua subterránea seguía una trayectoria de sentido noreste suroeste (NE-SW), desde las estribaciones de la sierra Negra, hasta las estribaciones de los plegamientos de calizas que dividen a este valle con el del Palmar de Bravo. Se observó para esa época que en las inmediaciones del poblado de San Francisco Piletas se formó un cono de abatimiento; asimismo, el flujo subterráneo continuaba su curso entre los cerros Cimarrón y Pachón, en forma semejante a las corrientes superficiales, en sentido norte a sur hacia la zona de Cañada Morelos, para posteriormente seguir su curso hacia el sur hasta Santiago Miahuatlán, lugar donde converge con otros flujos subterráneos provenientes de Tecamachalco.

Para ese año de 1974, en el valle de Palmar de Bravo, la recarga principal provenía de la sierra Cuesta Blanca y la sierra Soltepec, que divide a esta región con la zona del acuífero denominado Oriental y donde el agua subterránea fluye hacia esa sierra, la cual no es completamente impermeable y es posible que llegue a permitir un flujo a través de ella pero en cantidades muy bajas. El Valle de Palmar de Bravo también recibe agua subterránea de las estribaciones de la sierra que divide a este valle con el de Esperanza; el flujo subterráneo en esta zona era en sentido noreste-suroeste, hacia las estribaciones de la sierra El Monumento. En el área de San Sebastián Villanueva y Acatzingo de Hidalgo el flujo subterráneo sigue un curso convergente preferencial hacia la zona donde se localiza el poblado de Tecamachalco.

En el valle de Tepeaca-Tecamachalco se presentaba una recarga por el noreste proveniente del valle del Palmar de Bravo. Asimismo se apreciaba una recarga por el noroeste proveniente de las partes bajas del Volcán de La Malinche y entre los cerros Santa Rosa, Xonacayo, Atlacuilo y Cerros Encinos Grandes entre otros; el flujo subterráneo en la zona

entre Tepeaca y Tecamachalco tiende a seguir una trayectoria noroeste-sur; posteriormente, en la zona de la Primera Unidad del Distrito de Riego, el flujo se dirige hacia las estribaciones de la sierra de Tetzoyocan.

La configuración de curvas de igual elevación del nivel estático del año de 1988, indica en términos generales que las recargas y flujos de agua subterránea en toda la región son semejantes a las del año 1974; sin embargo, se pueden distinguir algunos cambios, como el hecho de que en el valle de Esperanza, no se aprecia el cono de abatimiento en la zona de San Francisco Piletas y de Cuesta Blanca, debido probablemente a una escasa información de datos de niveles de agua de esta área, obtenidos durante 1988; se observa también que aun cuando la forma de las curvas son semejantes a la del año 1974, los valores de las mismas son menores, provocados posiblemente por la explotación del acuífero; dicha situación se observa tanto en el valle de Esperanza como en el de Palmar de Bravo y en la zona de Tepeaca-Tecamachalco, ya que precisamente hacia el suroeste de esta población y donde se localiza la Primera Unidad de Riego, los valores de las curvas de igual elevación del nivel estático descendieron significativamente por el bombeo de agua subterránea, provocado por la sobreexplotación del acuífero. En la Segunda Unidad de Riego, por un lado, se presenta una componente de flujo de agua subterránea que se dirige hacia las estribaciones de la Sierra de Zapotitlán, y por otro lado, un flujo que se dirige hacia la Tercera Unidad de riego donde la trayectoria del agua subterránea presenta una dirección noroeste-suroeste. Se observa que en la zona comprendida entre la sierra Tetzoyocan y sierra de Zapotitlán existen flujos subterráneos que tienden a fugarse del acuífero por la sierra de Zapotitlán. Además, se muestra mayor información piezométrica en el área ubicada al pie del volcán de La Malinche, donde se aprecia que esta estructura y los cerros que se localizan en esa área son zonas de recarga para el acuífero en estudio.

De la configuración de los niveles estáticos en 1996 de la zona del acuífero en Tepeaca-Tecamachalco y gran parte de la Primera Unidad del Distrito de Riego se corrobora la recarga proveniente desde las estribaciones del volcán de La Malinche hacia Tepeaca-Tecamachalco y a la Primera Unidad de Distrito de Riego y hacia la sierra de Tetzoyocan. En comparación con la configuración de 1988 los valores de las curvas de igual elevación del nivel estático disminuyeron en forma generalizada en toda el área, debido al abatimiento de los niveles provocado por la sobreexplotación del acuífero en esas zonas.

Se pueden apreciar en las configuraciones de los niveles estáticos más recientes y que corresponden a los años 2000 y 2002, que el flujo subterráneo presenta un comportamiento de flujo semejante a lo establecido en años anteriores; la elevación del nivel estático varía de 1825 msnm, en la porción sur del acuífero a 2210 msnm hacia la parte noroeste.

Las recargas naturales que alimentan al acuífero provienen principalmente de agua de lluvia que se presenta en toda el área de estudio, a través de infiltración vertical. La lluvia que se infiltra en las partes altas del área, posteriormente se adiciona como flujos subterráneos horizontales que se presentan principalmente en las zonas norte y oeste del acuífero Valle de Tecamachalco, además de la Sierra del Monumento. De acuerdo a lo anterior se puede resumir que la recarga natural queda constituida por la recarga vertical producida por la infiltración de la lluvia y la recarga por flujo horizontal subterráneo.

Otro componente importante de la recarga al acuífero la constituye la originada por la infiltración de agua utilizada en los sistemas y áreas de riego y por las fugas en las tuberías de distribución de los sistemas de abastecimiento a núcleos urbanos. Las recargas inducidas por el uso del agua de riego comprenden las provenientes de agua subterránea y por las aguas superficiales provenientes del Distrito de Riego que son almacenadas y controladas a través de la Presa Manuel Avila Camacho.

El acuífero Valle de Tecamachalco también es alimentado por la precipitación pluvial y por flujos subterráneos horizontales que en parte tienen su origen en el agua de lluvia que se infiltra en las partes altas de la zona de estudio y posiblemente por agua subterránea que se “fuga” por la parte sur del acuífero denominado “Oriental”, básicamente a través de la sierra de Soltepec.

Por otro lado el acuífero presenta salidas de agua, las cuales se realizan prácticamente en forma de bombeo y una parte por medio de flujos horizontales subterráneos, localizados principalmente hacia los límites de la zona sur del acuífero, en el valle denominado Tepeaca-Tecamachalco, con dos componentes, una parte a través de la cordillera Tenzo y del Cordón La Cuesta y otra parte hacia la zona de Tehuacán. En la región cubierta por el acuífero Valle de Tecamachalco, no existen ríos de importancia que alimenten al acuífero o viceversa, es decir no hay flujos base de importancia en la región, asimismo no existen efectos de la evapotranspiración sobre el acuífero en la zona de estudio, debido a las profundidades de los niveles estáticos.

Zona	Extensión en el valle	Rango Prof. nivel estático (m)	Espesor medio (m)	Caudal de prod. Litros por segundo (lps)	Calidad del agua (Sólidos Totales Disueltos)
PALMAR DE BRAVO	1,100 km ² (30%)	20-60	200	15-40 (Promedio 25 lps)	625-750
TEPEACA-TECAMACHALCO	1,600 km ² (45%)	20-60	200	10-40 (Promedio 30 lps)	400-1000
ESPERANZA	800 km ² (25%)	10-90	200	5-25 (Promedio 15 lps)	200-650

7. EXTRACCION DEL AGUA SUBTERRANEA Y SU DISTRIBUCION POR USOS.

Antes de la década de los 60, la existencia de pozos era escasa, dado el buen funcionamiento y la predominancia de galerías, tanto que hace de la región la primera en el país por la cantidad y extensión de éstas.

Con información de los estudios más recientes, actualmente la extracción de agua subterránea se estima del orden de 343 millones de m³/año.

La distribución del agua por sectores es como sigue: al sector agrícola se destinan cerca del 81% (278 millones de m³/año) del volumen de agua extraído; al sector público urbano le corresponde el 17.4% (60 millones de m³/año), en el sector industrial el 0.4% (1.0 millones de m³/año), y en los sectores servicios y pecuario extraen un 1.2% (4.0 millones de m³ /año) del agua utilizada.

USO DEL AGUA	VOLUMEN DE EXTRACCION (millones de m ³ /año)	PORCENTAJE
AGRICOLA	278	81.0
PUBLICO URBANO	60	17.4
INDUSTRIAL	1	0.4
OTROS	4	1.2
TOTAL	343	100

La base del censo de aprovechamientos de agua subterránea que se dispone actualmente de la región dentro de la cual se encuentra el acuífero, incluye información de extracciones de agua subterránea obtenida durante el censo del año 1999 correspondiente a las zonas I Amozoc-Acatzingo, II Tepeaca-Hueyotlipan y III Atoyatempan-Primera Unidad. De la base completa del censo de aprovechamientos subterráneos indicada anteriormente, se seleccionó la que corresponde al área limitada por el acuífero, obteniéndose un total de 1,342 aprovechamientos, de los cuales 1,102 están activos. En cuanto a las norias activas son del orden de 112, además de 3 manantiales y 3 galerías filtrantes que se localizan dentro del área del acuífero.

Censo de aprovechamientos localizados en el acuífero de Tecamachalco, Pue. (1999)

Uso	Pozos	Norias	Manantiales	Galerías filtrantes	Sin tipo de obra	Total aprovechamientos
Agrícola	758	51		3		812
Público Urbano	199	14	3			216
Doméstico	6	35				41
Industrial	8	0				8
Ganadero	33	10				43
Avícola	11					11

Pecuario	0					0
Sin uso y otros	108	55			48	211
Total	1,123	165	3	3	48	1,342

En cuanto al promedio de gastos instantáneos, reportados en el censo para 150 pozos, es de 23 lps. Siendo gastos variables en la Zona de Palmar de Bravo con gastos entre 15 y 40 lps; en la zona de Tepeaca-Tecamachalco entre 10 y 40 lps y en la zona de Esperanza entre 5 y 25 lps.

8. CALIDAD DEL AGUA SUBTERRANEA.

De los análisis físico-químicos efectuados a muestras obtenidas en el área de Tepeaca y del Distrito de Riego de Valsequillo, durante el año de 1974, se obtuvieron resultados de los cationes de sodio, calcio y magnesio. El sodio varió de 1 a 731 partes por millón (ppm), con promedio de 155 ppm; en orden de importancia sigue el calcio, con una concentración que varió entre 11 a 258 ppm, con promedio de 61 ppm; respecto al magnesio sus concentraciones variaron entre 2 a 86 ppm, con un promedio de 36 ppm.

Los aniones principales determinados fueron: cloruros, sulfatos y bicarbonatos; las concentraciones para el bicarbonato variaron de 83 a 2,098 ppm, mientras que las concentraciones de sulfatos variaron de 3 a 650 ppm y las de los cloruros de 4 a 518 ppm.

Las cantidades de sólidos totales disueltos variaron de 114 a 2220 con un promedio de 798 ppm. Para 1996 de la configuración de curvas de igual contenido de sólidos totales, en las zonas de Tepeaca y en las inmediaciones de la población de Tochtepec, los isovalores máximos son de 1000 ppm.

De acuerdo a los parámetros analizados, en general el agua subterránea cumple con los criterios establecidos en la Modificación a la Norma Oficial Mexicana NOM-127-SSA1-1994, Salud ambiental. Agua para uso y consumo humano. Límites permisibles de calidad y tratamientos a que debe someterse el agua para su potabilización, en toda el área estudiada, a excepción de pequeñas zonas; por lo que respecta a su uso en la agricultura, el agua resultó de calidad apta para el riego.

De acuerdo con información reciente sobre la calidad del agua subterránea, existente en la Dirección Local Puebla de la CONAGUA, comparada con la obtenida en el año de 1974, se puede considerar que se observa un deterioro de la calidad, lo anterior se puede deducir al comparar la concentración de sólidos totales, que para el año de 1974 sobrepasaban el límite permisible por consumo humano (1000 ppm) en la zona de Tepeaca, así como en los alrededores del poblado de Tochtepec, y en el resto de la zona se encontraba por abajo de estos límites; en la zona de Palmar de Bravo y Quecholac las concentraciones de los sólidos totales eran del orden de 700 ppm; al respecto con la información actual y disponible de resultados de análisis físico-químicos, se observa que actualmente los sólidos totales presentan valores máximos de 1278 ppm en la zona de Tepeaca y de 695 en Quecholac.

Los valores de la alcalinidad total, que en 1974 oscilaban entre 68 y 936 ppm, actualmente se observan valores de hasta 945 ppm, lo que significa que continúan prácticamente con los mismos valores máximos; respecto a la dureza Total como carbonato de calcio (CaCO₃), para el año 1974 los valores oscilaban entre 56 y 424 ppm y recientemente se han observado valores máximos de 847 ppm en la zona de Tepeaca y en general con tendencia a sobrepasar la norma establecida para agua potable, como se obtuvo de resultados que corresponden al año 2002.

El agua para consumo humano, en algunas zonas del Valle de Esperanza, sobrepasa la norma para agua potable en algunos parámetros como amonio, hierro, boro, nitritos y dureza total; en general, en el Valle de Palmar de Bravo el agua excede el límite máximo permisible de dureza total y los nitritos; en los Valles Tepeaca-Tecamachalco-Tehuacán se ha reportado que el agua cumple la norma citada, con excepción de los bicarbonatos, aunque esta condición no ocasiona problemas a la salud.

Para riego, en los Valles de Esperanza y Palmar de Bravo no presenta problemas la calidad del agua subterránea, existiendo sólo presencia de concentraciones altas de boro en el segundo valle; en cuanto al Valle Tepeaca-Tecamachalco-Tehuacán el agua tiene concentraciones medias y altas de salinidad, pudiendo utilizarse con un sobre riego moderado y aplicarse a cultivos tolerables a las sales, esta zona también tiene un contenido medio de sodio, utilizándose el agua de preferencia en suelos arenosos o en suelos orgánicos.

En cuanto a uso industrial, en general el agua debe sujetarse a tratamientos para su ablandamiento previo a su empleo, debido a que tiende a incrustarse en las tuberías.

En la zona del Distrito de Riego es de esperarse que las concentraciones de sales en el agua subterránea se vayan incrementando, debido a que se utilizan aguas residuales para el riego y parte de esta agua llega a recargar al acuífero.

9. BALANCE DE AGUAS SUBTERRANEAS.

La recarga del acuífero se estimó aplicando el método conocido como “Balance de Aguas Subterráneas” al intervalo de tiempo 1994-1996. La expresión más sencilla del balance es:

$$\text{RECARGA} = \text{DESCARGA} + \text{CAMBIO DE ALMACENAMIENTO}$$

Conforme al modelo conceptual descrito en el apartado 6 de este documento, la descarga del acuífero está compuesta por la Descarga natural comprometida que para este acuífero es nula y por las extracciones de agua por bombeo.

Con base en los datos obtenidos en los estudios, la descarga total del acuífero resultó de 343.0 millones de m³/año, volumen compuesto únicamente por la extracción por bombeo de los aprovechamientos existentes. El cambio de almacenamiento negativo del acuífero, de 185.9 millones de m³/año, se determinó con base en la diferencia entre lo que entra y sale del acuífero durante el intervalo de balance.

Aplicando estos valores en la expresión anterior, la recarga total del acuífero resulta:

$$\text{RECARGA} = 157.10 \text{ millones de m}^3/\text{año}$$

Este volumen corresponde a la recarga media total que recibe el acuífero e incluye el flujo subterráneo que proviene de las sierras aledañas que alimentan al valle, como el aporte vertical que recibe el acuífero, que puede originarse de la infiltración del agua de lluvia, el lateral que se genera de los acuíferos adyacentes, de los retornos de riego, de fuga de las tuberías de agua potable.

10. DISPONIBILIDAD MEDIA ANUAL DE AGUA SUBTERRANEA.

La Disponibilidad Media Anual fue determinada conforme al método establecido en la Norma Oficial Mexicana NOM-011-CONAGUA-2000, Conservación del recurso agua-Que establece las especificaciones y el método para determinar la disponibilidad media anual de las aguas nacionales, publicada en el Diario Oficial de la Federación el 17 de abril del 2002, aplicando la expresión:

$$\text{Disponibilidad} = \text{Recarga} - \text{Descarga natural} - \text{Volumen} \\ \text{media anual} \quad \text{total} \quad \text{comprometida} \quad \text{concesionado}$$

Recarga total media anual: Corresponde con la suma de todos volúmenes que ingresan al acuífero, en forma de recarga natural más la recarga inducida, que para el acuífero Valle de Tecamachalco es de 157.1 millones de m³/año.

Descarga natural comprometida: Se cuantifica mediante la 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 de ser sostenidas para no afectar a las unidades hidrogeológicas adyacentes. Para el acuífero Valle de Tecamachalco, la descarga natural comprometida es nula.

Respecto a los volúmenes concesionados e inscritos en el Registro Público de Derechos de Agua (REPGA), se tiene registrado un volumen total de 225'471,754.40 m³/año (al 30 de septiembre de 2008).

Disponibilidad de aguas subterráneas:

La disponibilidad de aguas subterráneas conforme a la metodología indicada en la norma referida, se obtiene de restar al volumen de recarga total media anual, el valor de la descarga natural comprometida y el volumen de aguas subterráneas concesionadas e inscritas en el REGPA:

Disponibilidad =	Recarga	- Descarga natural	- Volumen
media anual	total	comprometida	concesionado
- 68'371,754.4 =	157'100,000	- 0 -	225'471,754.40

La cifra indica que no existe volumen disponible para otorgar nuevas concesiones o incrementar el volumen de las ya existentes en el acuífero Valle de Tecamachalco.

Tal resultado implica que existe un déficit de agua de 68'371,754.4 m³/año que incide directamente en la sobreexplotación del acuífero. En su condición actual, el acuífero se encuentra parcialmente vedado ya que una porción de su superficie se encuentra en zona no vedada de donde se extrae el agua del subsuelo.

11. SITUACION REGULATORIA, PLANES Y PROGRAMAS DE LOS RECURSOS HIDRICOS.

Conforme a lo dispuesto en el quinto párrafo del artículo 27 de la Constitución Política de los Estados Unidos Mexicanos, "...Las aguas del subsuelo pueden ser libremente alumbradas mediante obras artificiales y apropiarse por el dueño el terreno, pero cuando lo exija el interés público o se afecten otros aprovechamientos, el Ejecutivo Federal podrá reglamentar su extracción y utilización y aún establecer zonas vedadas...". Esta disposición es reiterada en el artículo 18 de la Ley de Aguas Nacionales, lo que puede dar lugar a que se construyan y operen captaciones en la porción no vedada del acuífero.

Para controlar la extracción de agua subterránea, proteger a los acuíferos y dar sustentabilidad al desarrollo, se emitieron un Acuerdo Presidencial y 6 decretos de veda desde los años 50's, los cuales cubren parcialmente la superficie del acuífero Valle de Tecamachalco.

El "Decreto que establece veda por tiempo indefinido para el alumbramiento de aguas del subsuelo de la cuenca cerrada denominada Oriental en los Estados de Puebla y Tlaxcala.", publicado en el Diario Oficial de la Federación el 19 de agosto de 1954.

El "Decreto por el que se amplía la veda para el alumbramiento de las aguas del subsuelo establecida en la zona de Tehuacán, Pue.", publicado en el Diario Oficial de la Federación el 2 de marzo de 1959.

El "Acuerdo por el que se establece el Distrito de Riego de la Cuenca del Río Salado, en los Estados de Puebla y Oaxaca, y se declara de utilidad pública la construcción de las obras necesarias para su operación.", publicado en el Diario Oficial de la Federación el 19 de marzo de 1965, el cual establece que para el debido control de aprovechamientos con aguas del subsuelo en las áreas que comprenden las Unidades de Riego, es indispensable establecer veda para su alumbramiento y confirmar las existentes.

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 el 15 de noviembre de 1967.

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, mediante Decreto de 12 de junio de 1967 en los Municipios de Amozoc, Puebla, Calpa, Totimehuacán, Pue. y otros.", publicado en el Diario Oficial de la Federación el 30 de agosto de 1969.

El "Decreto que declara de utilidad pública el establecimiento del Distrito de Acuacultura Número Dos Cuenca del Papaloapan para preservar, fomentar y explotar las especies acuáticas, animales y vegetales, así como para facilitar la producción de sales y minerales." publicado en el Diario Oficial de la Federación el 6 de agosto de 1973, el cual establece que es procedente establecer un Distrito de Acuacultura y las vedas para el otorgamiento de concesiones de aguas superficiales y para alumbramiento de aguas del subsuelo en la zona que comprende el Distrito.

El "Decreto que declara de utilidad pública el establecimiento del Distrito de Riego Esperanza y Palmar del Bravo en terrenos ubicados en los Municipios de esos nombres y San Andrés Chalchicomula, Pue." publicado en el Diario Oficial de la Federación el 6 de mayo de 1976, mismo que establece veda por tiempo indefinido, dentro del perímetro del Distrito, para el alumbramiento de aguas del subsuelo y para el otorgamiento de concesiones de dichas aguas.

En conjunto, con los ordenamientos anteriores se estableció veda en un 95% de la superficie cubierta por el acuífero Valle de Tecamachalco, quedando en zona libre para el alumbramiento de las aguas del subsuelo el 5% de su extensión superficial.

Adicionalmente a los Decretos que establecieron veda para la extracción de las aguas del subsuelo, en distintas porciones del acuífero Valle de Tecamachalco, en la zona existen 3 Declaratorias de Parques Nacionales (Pico de Orizaba, Cañón de Río Blanco y La montaña Malinche o Matlalcuéyat), además el "Decreto por el que se declara área natural protegida, con el carácter de reserva de la biosfera, la región denominada Tehuacán-Cuicatlán ubicada en los estados de Oaxaca y Puebla.", publicado en el Diario Oficial de la Federación el 18 de septiembre de 1998, mismo que establece que desde el punto de vista hidrológico, la reserva protegerá la zona de manantiales y recarga de acuíferos, además del desarrollo de acciones y obras tendientes a evitar la contaminación de los acuíferos.

El 31 de enero del 2003, se publicó en el Diario Oficial de la Federación la Disponibilidad Media Anual del acuífero Valle de Tecamachalco, presentando un déficit de 32.091151 millones de metros cúbicos por año. Actualizando este valor con los datos del REPDA a septiembre de 2008, el déficit se ha incrementado a 68'371,754.4 metros cúbicos por año.

12. PROBLEMATICA.

12.1.- Escasez Natural de Agua

El acuífero Valle de Tecamachalco, está ubicado en una región donde confluyen diversos climas: semiseco templado en la zona noreste (Valle de Esperanza), templado subhúmedo en la zona central (Valle de Palmar de Bravo), templado subhúmedo en la zona noroeste (Zona Tepeaca), y semifrío subhúmedo en la zona noroeste (zona la Malinche).

Con una precipitación pluvial media en la zona de 602 milímetros, y varía de 353 milímetros en las zonas de Valle a 850 en las zonas cercanas al Pico de Orizaba y el volcán La Malinche; y una evaporación potencial media anual promedio para la región de 1450 milímetros, valor predominante en la zona del Valle. Las evaporaciones máximas ocurren en los meses más calurosos y secos del año que en la región son los meses de marzo a mayo.

Aunque existe infraestructura hidráulica superficial, principalmente en el Distrito de Riego 030, ésta no es suficiente para cubrir la demanda de agua en la región

12.2.- Sobreexplotación

En estudios anteriores al año de 1975, prácticamente no se presentaban manifestaciones de sobreexplotación en el acuífero. Sin embargo, años después, con la construcción de un gran número de captaciones de agua subterránea y la concentración del bombeo de pozos, los niveles del agua subterránea comenzaron a descender, con lo que se incrementaron progresivamente los costos de bombeo, la reposición de pozos a profundidades cada vez mayores y los problemas asociados.

Ante la creciente demanda de agua se ha llegado a la necesidad de minar o aprovechar la reserva almacenada no renovable, lo que ha generado un impacto ambiental negativo que frena y compromete el desarrollo sostenible de los sectores productivos de la región.

Actualmente, el déficit en la disponibilidad media anual de agua subterránea, del orden de 68.37 millones de m³ anuales, pone en peligro el abastecimiento seguro a los habitantes de la zona, ya que el acuífero es la principal fuente de abasto.

El uso del agua a costa del almacenamiento subterráneo ha tenido como consecuencia efectos tales como: agotamiento del recurso, modificación del sistema de flujo subterráneo, desaparición de la mayoría de manantiales.

12.3.- Calidad del agua.

De acuerdo a los resultados de los análisis de los parámetros estudiados, en general el agua subterránea cumple con los criterios establecidos para agua potable en toda el área del acuífero, a excepción de pequeñas zonas localizadas en el Distrito de Riego; respecto al uso agrícola, la calidad del agua resultó apta para riego.

12.4.- Costo por agotamiento

El proceso de agotamiento del recurso hídrico en el acuífero Valle de Tecamachalco ha provocado a través del tiempo una serie de efectos ambientales, lo que ha representado un costo reflejado en el ambiente como de agotamiento. Estos efectos se manifiestan en varias formas, desde problemas de calidad hasta el agotamiento de la vida útil de las captaciones, obligando a constantes reposiciones y relocalizaciones de pozos.

13. CONCLUSIONES.

- El acuífero Valle de Tecamachalco tiene un recurso hídrico limitado que debe estar sujeto a una explotación controlada.
- El volumen de agua subterránea extraído con base en los estudios técnicos es de 343.0 millones de m³/año, de los cuales al sector agrícola se destinan cerca del 81% del volumen; al sector público urbano le corresponde el 17.4%, y el sector industrial, servicios y pecuario extraen un 1.6% del agua utilizada.
- Los decretos de veda publicados en el Diario Oficial de la Federación cubren el 95% de la superficie del acuífero.
- El 5% de la superficie restante del acuífero se ubica en una zona libre para el alumbramiento de las aguas del subsuelo, por lo que en esta porción no se requiere permiso de la Autoridad del Agua para la explotación, uso y aprovechamiento de las aguas del subsuelo.
- No obstante lo anterior, la zona de libre alumbramiento corresponde a un área mayormente montañosa, donde según la información de los censos más recientes, a la fecha existen pocos usuarios de agua subterránea.
- En la situación actual y conforme a la NOM-011-CONAGUA-2000, el acuífero presenta un déficit de agua de 68'371,754.4 m³/año, por lo que no existe volumen disponible para otorgar nuevas concesiones o incrementar el volumen de las ya existentes en el acuífero Valle de Tecamachalco.

- De acuerdo a los resultados de los estudios técnicos, el acuífero se encuentra en condición geohidrológica de sobreexplotación al ser el valor de su recarga menor que el volumen de extracción, y presentarse efectos tales como modificación del sistema de flujo subterráneo y desaparición de algunos manantiales.
- A fin de no comprometer el desarrollo sustentable de la región, es necesario ajustar el volumen de extracción del acuífero al valor de la recarga media anual, estimada actualmente en 157.1 millones de m³/año.
- Los niveles de abatimiento del agua subterránea del acuífero propician continuas solicitudes de reposición y relocalización de pozos.
- El agua en la región del acuífero presenta, en general, calidad apta para consumo humano y para uso agrícola, a excepción del contenido de sales en algunas áreas, principalmente en el Distrito de Riego Esperanza y Palmar del Bravo.
- La escasez natural del agua en contraste con la creciente demanda del recurso hídrico, implican el riesgo de que se agrave la sobreexplotación y se presenten efectos negativos tanto en el ambiente como en los usuarios del recurso, por lo que debe buscarse el restablecimiento del equilibrio hidrológico de las aguas del subsuelo.
- Considerando que el acuífero se encuentra parcialmente vedado y que la actual unidad de gestión es el acuífero, se debe establecer una nueva veda que se extienda a la totalidad del acuífero Valle de Tecamachalco.
- La protección, mejoramiento, conservación y restauración de acuíferos, el restablecimiento del equilibrio hidrológico de las aguas nacionales del subsuelo, incluidas las limitaciones de extracción en zonas reglamentadas, las vedas, la atención prioritaria de la problemática hídrica en acuíferos con escasez del recurso y el control de la extracción y de la explotación, uso o aprovechamiento de las aguas del subsuelo constituyen causales de interés y utilidad públicos para decretar la veda en el acuífero y proceder posteriormente a su reglamentación.

14. RECOMENDACIONES.

- Como primer paso, se recomienda decretar una nueva veda para el alumbramiento de las aguas del subsuelo que se extienda a toda la superficie del acuífero Valle de Tecamachalco, a fin de hacerla congruente con la condición geohidrológica actual del acuífero y lo que establece la Ley de Aguas Nacionales.
- Al momento de decretar la nueva veda, es recomendable simultáneamente derogar los decretos presidenciales que establecen veda para el alumbramiento de las aguas del subsuelo únicamente en el área que se encuentra dentro de la superficie del acuífero Valle de Tecamachalco, a excepción de las que aplican en los Distritos de Riego. Además se deberán tomar en cuenta las disposiciones vigentes en los Parques Nacionales y el Area Natural Protegida, conforme a las declaratorias emitidas.
- Una vez establecida la veda, otorgar un plazo de 60 días hábiles, a los usuarios de la zona en libre alumbramiento para que se registren como usuarios de aguas nacionales, y al término de dicho plazo, emprender la concertación del Reglamento del acuífero, con la participación de los concesionarios y asignatarios.
- Se recomienda ajustar el volumen de extracción en el acuífero al valor de la recarga media anual, que se estima actualmente en 157.10 millones de m³/año.
- Como actualmente el acuífero presenta un déficit, es necesario ajustar el volumen de extracción, mediante un programa de reducciones que formará parte del Reglamento del Acuífero, el cual deberá formularse una vez concluido el periodo de registro de usuarios que otorgue el decreto de veda.
- El Reglamento del acuífero será elaborado e integrado, por la Comisión Nacional del Agua en consenso con los asignatarios y concesionarios organizados del acuífero.
- El Reglamento debe estar encaminado a optimizar la explotación del acuífero y fomentar una política de extracción que aminore los efectos de la sobreexplotación y permita un uso sustentable del acuífero; regule la magnitud y distribución espacial de las extracciones de agua subterránea, establezca las medidas para la reducción de las extracciones y mitigue la afectación a los concesionarios y asignatarios asentados en el acuífero.

- Considerando que en el área del acuífero se presentan distintas condiciones de explotación, ritmos de abatimiento, concentración de captaciones y extracción para diversos usos del agua subterránea, es recomendable establecer dentro del Reglamento del acuífero, reglas de operación específicas para cada área.
- Promover la aplicación de las acciones establecidas en el plan de manejo para la gestión integrada de los recursos hídricos en el Reglamento del Acuífero, con el propósito de asegurar el suministro de agua tanto en calidad como en cantidad.
- Continuar y mejorar el monitoreo de los componentes del Ciclo Hidrológico de la zona, a la medición de la precipitación pluvial en las sierras y la medición de las extracciones en los pozos de mayor capacidad y el monitoreo del comportamiento de los niveles del agua subterránea.
- Evaluar y dar seguimiento del comportamiento del acuífero para identificar su respuesta a las acciones que se emprendan.

TRANSITORIOS

PRIMERO.- El presente Acuerdo entrará en vigor al día siguiente de su publicación en el Diario Oficial de la Federación.

SEGUNDO.- Los estudios técnicos que contienen la información detallada, planos y memorias de cálculo con la que se elaboró el presente Acuerdo, estarán disponibles para consulta pública en las oficinas de la Comisión Nacional del Agua, en su Nivel Nacional, que se ubican en Av. Insurgentes Sur 2416, colonia Copilco El Bajo, México, D.F., código postal 04340; y en su Nivel Regional Hidrológico-Administrativo, en las direcciones que se indican a continuación: Organismo de Cuenca IV Río Balsas, en Avenida Nueva Bélgica, Esquina Pedro de Alvarado sin número, Colonia Reforma, ciudad de Cuernavaca, Morelos, código postal 62260; y en la Dirección Local en Puebla, en Circuito Juan Pablo II número 505, tercer piso, Colonia Residencial Boulevares, ciudad de H. Puebla de Zaragoza, Puebla, código postal 72440.

Atentamente

México, Distrito Federal, a los diecisiete días del mes de septiembre de dos mil nueve.- El Director General, **José Luis Luege Tamargo**.- Rúbrica.