



## COLEGIO DE POSTGRADUADOS

### Red de Investigadores Sociales sobre el Agua

#### VI Congreso de la Red de Investigadores Sociales sobre el Agua

*Disponibilidad y demanda de agua en el acuífero Valle de Tecamachalco,  
Puebla, en el período 2020 – 2050*

Dr. Luis Alberto Villarreal Manzo

Profesor Investigador

Colegio de Postgraduados, *Campus Puebla*

[lavilla@colpos.mx](mailto:lavilla@colpos.mx)

Diciembre 2 y 3, 2021

# Contenido

- 1. Introducción
- 2. Materiales y métodos
- 3. Resultados y discusión
- 4. Conclusiones
- 5. Recomendaciones

# 1. Introducción

## 1.1 Generalidades de los acuíferos en México

Actualmente, México presenta una crisis de sobreexplotación de sus acuíferos. En 1975, existían de un total de 653 acuíferos, 32 acuíferos sobreexplotados; 80 en 1985, 101 en el 2008 y actualmente son 106, (SEMARNAT-CONAGUA, 2014).

La reserva de agua subterránea del país se está minando a un ritmo de casi 6 km<sup>3</sup> por año. De tal manera que la sobreexplotación de los acuíferos es uno de los problemas más importantes para el manejo de agua subterránea (Gutiérrez *et al.*, 2002). Además de la ineficiencia en el uso del recurso, principalmente en el sector agropecuario, donde se pierde cerca del 60% particularmente durante la conducción (Carabias, *et al.*, 2005), (Citados por Hernández *et al.*, 2016).

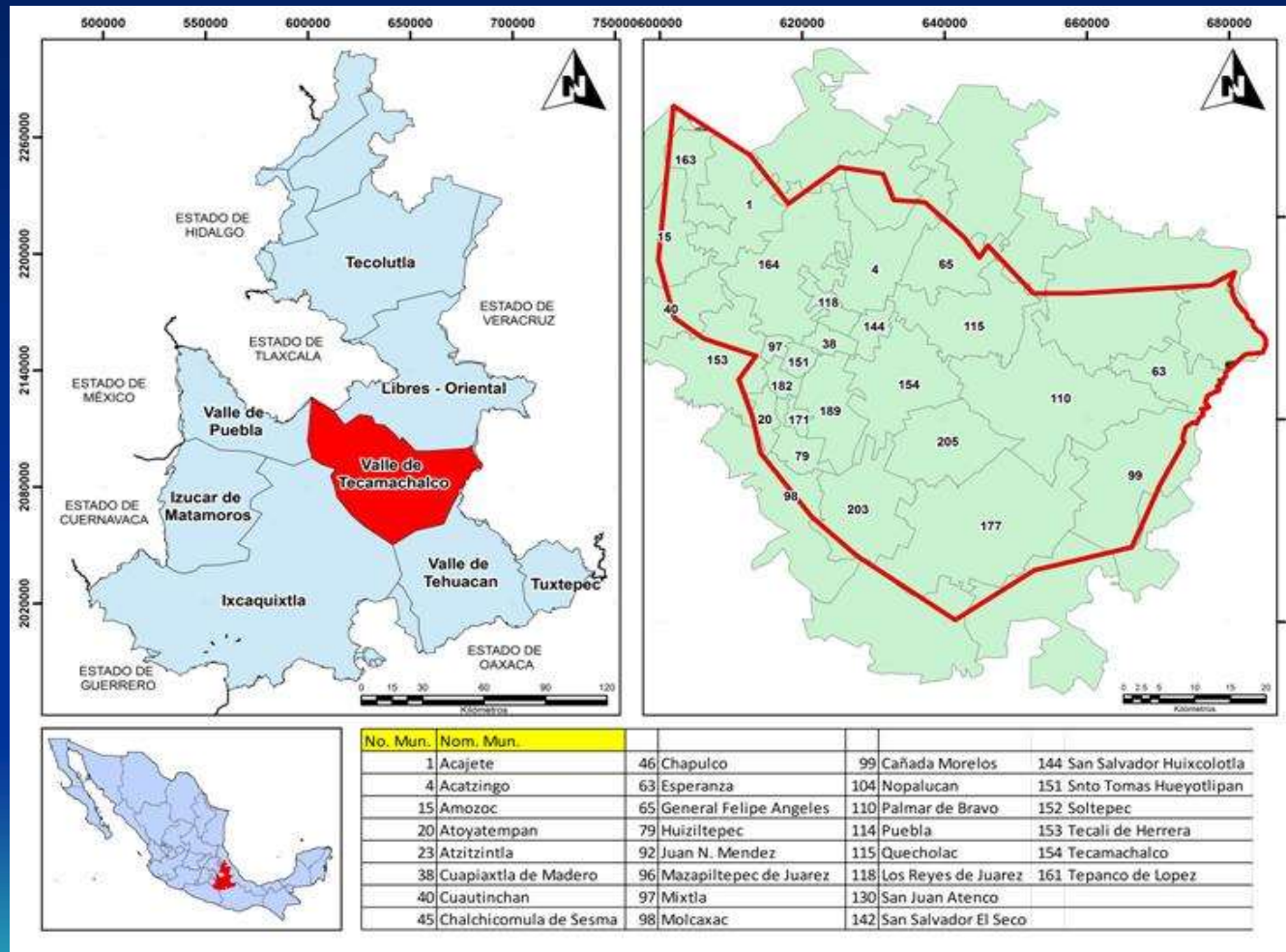
# 1. Introducción

## 1.2 Generalidades del acuífero del Valle de Tecamachalco

El Acuífero del Valle de Tecamachalco (AVT), pertenece a la Región Hidrológica IV Balsas, una de las más importantes de México ya que alberga a los estados con mayor población del centro del país. El acuífero presentaba un déficit de agua, en 2002, de -32,091,151 millones de metros cúbicos anuales (-32,091,151 hm<sup>3</sup>), para el 2013, este se incrementó a -46,779,564 millones de metros cúbicos anuales (-46,779,564 hm<sup>3</sup>), y actualmente es de -49,102,251 millones de metros cúbicos anuales (-49,102,251 hm<sup>3</sup>), mientras que la recarga media anual es de 157,1 millones de m<sup>3</sup> (157,1 hm<sup>3</sup>). (DOF SEMARNAT 2003; DOF SEMARNAT 2009; DOF SEMARNAT 2015). Introducción (Carabias, *et al.*, 2005), (Citados por Hernández *et al.*, 2016).

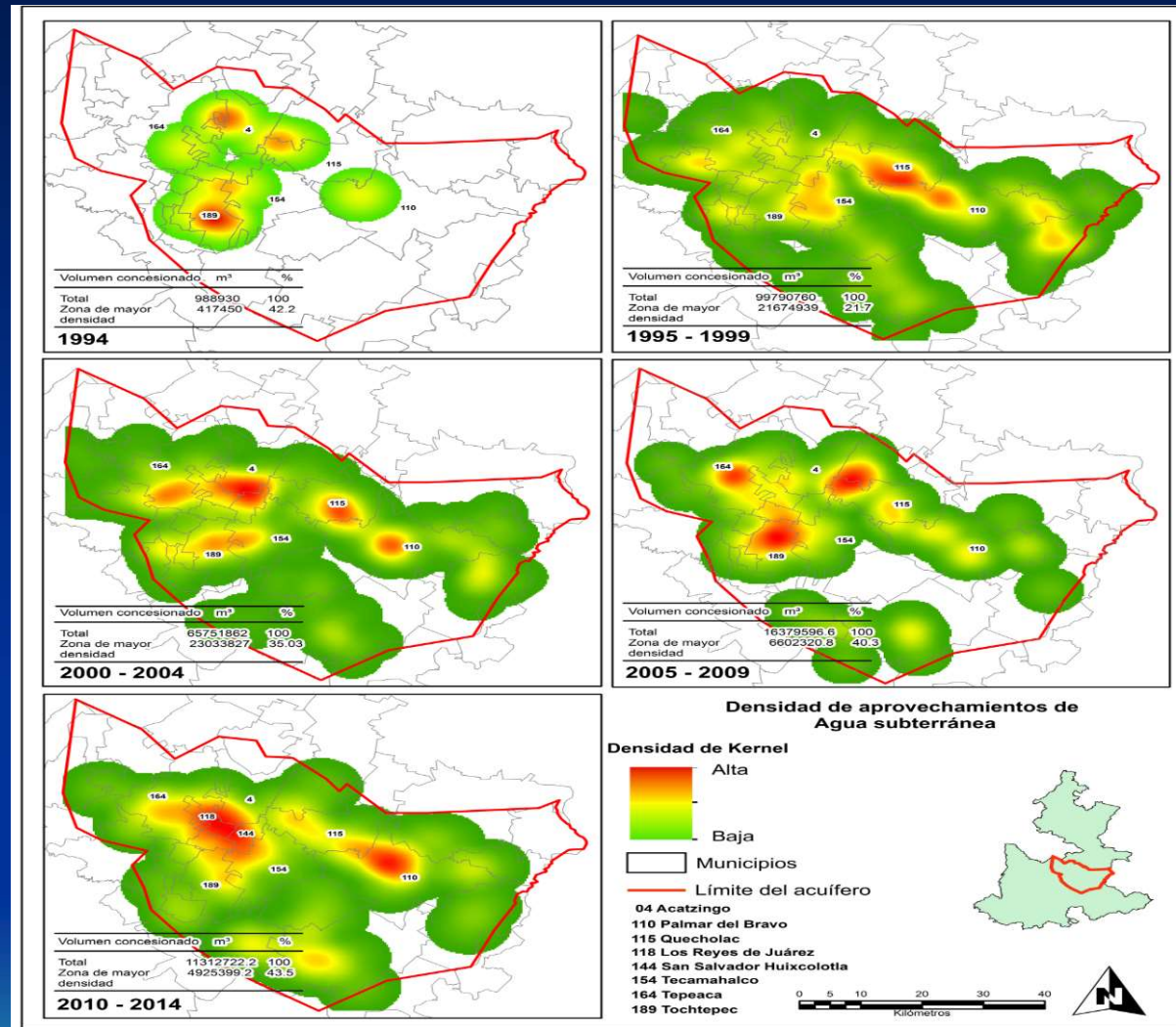
# 1. Introducción

## 1.3 Evolución temporal y espacial de los aprovechamientos de agua del Acuífero del Valle de Tecamachalco



Ubicación del Acuífero del Valle de Tecamalco y los acuíferos del estado de Puebla. Hernández *et al.* 2019.

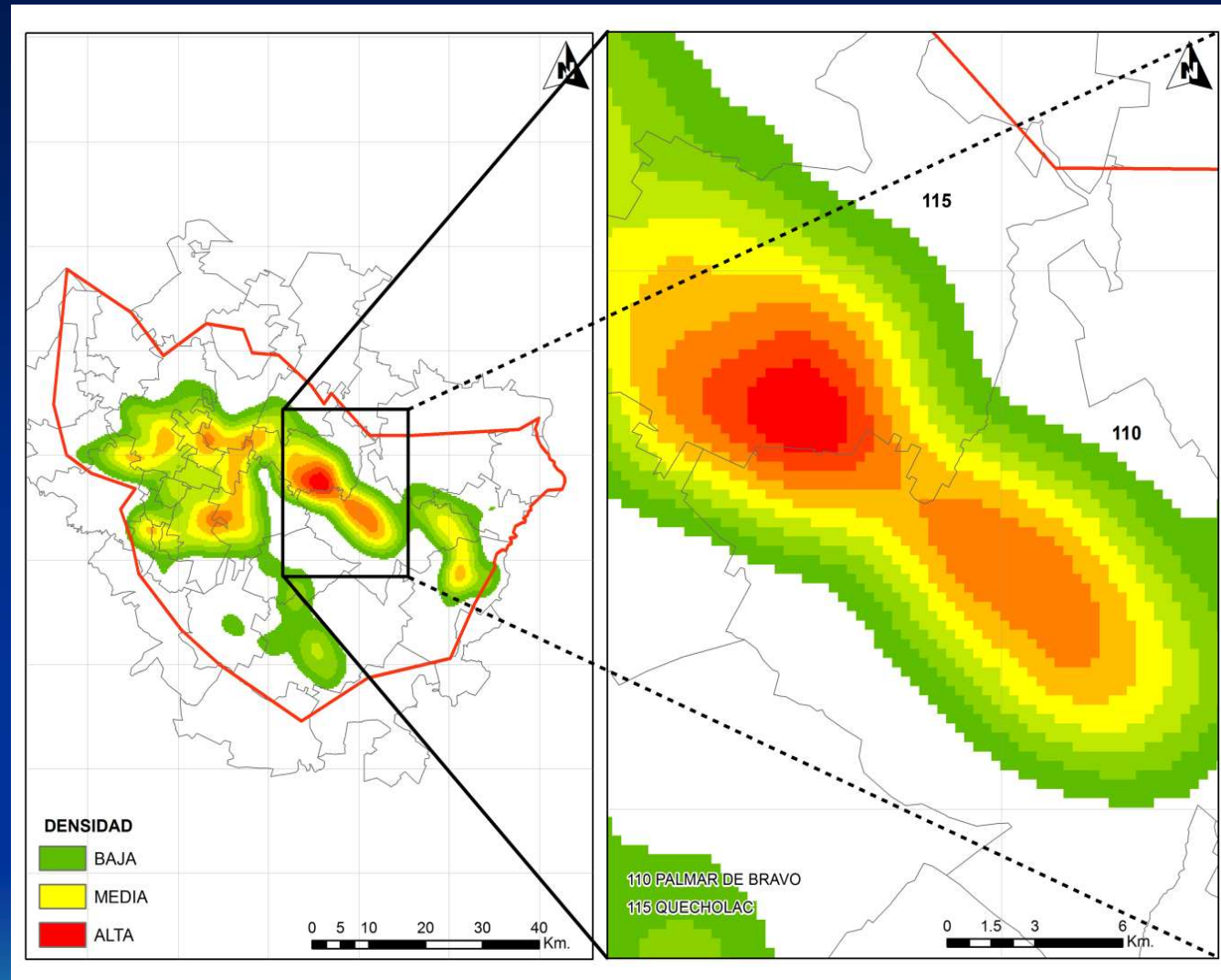
# 1. Introducción



Patrones de distribución espacial de aprovechamientos de agua subterránea del AVT en cinco momentos del periodo analizado.

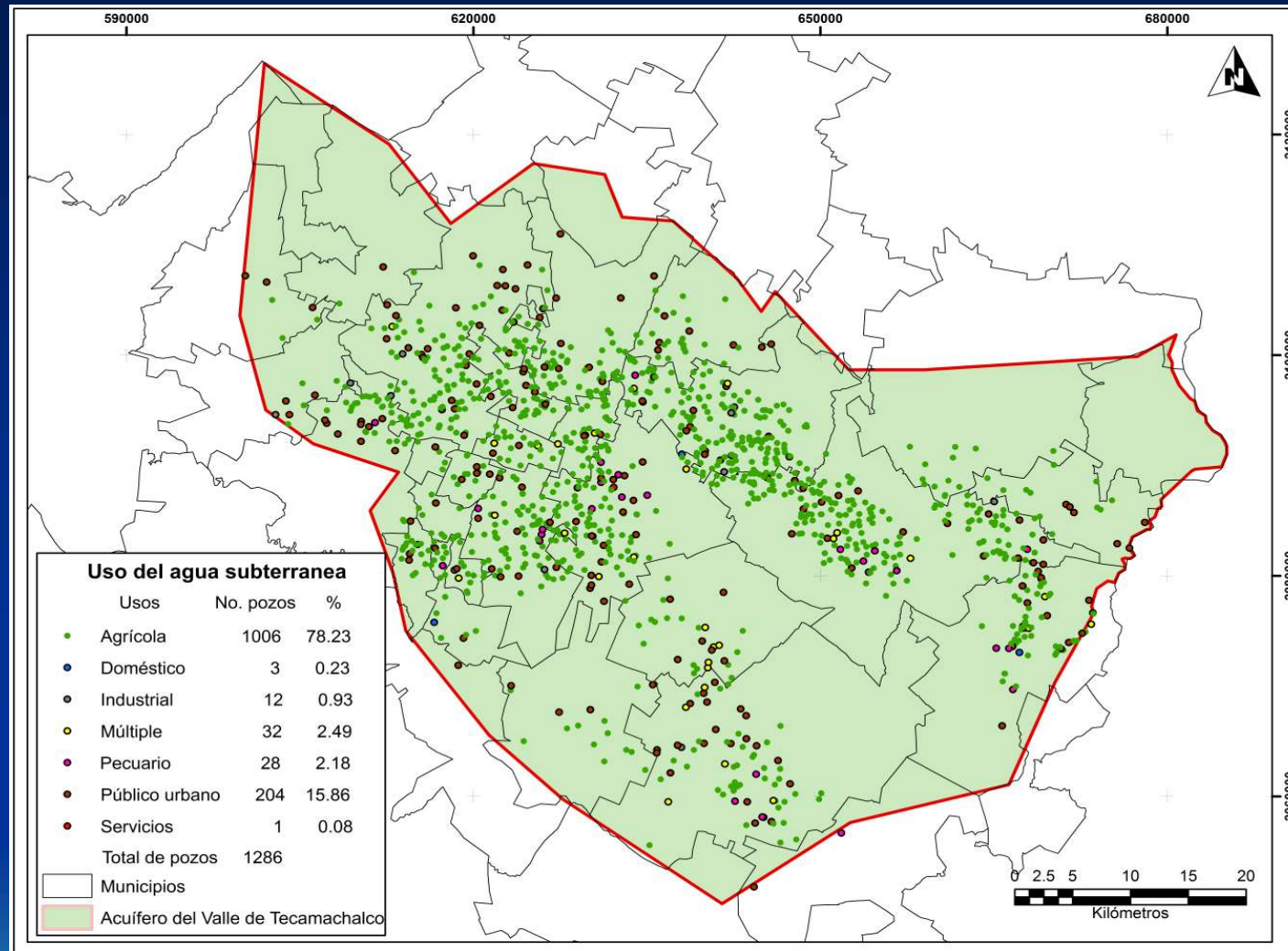
Fuente: Hernández *et al.* 2019 con información del REPDA de la CONAGUA

# 1. Introducción



Zona de mayor densidad de aprovechamientos de agua subterránea de 1994 a 2014. Hernández *et al.* 2019.

# 1. Introducción



Distribución geoespacial de los aprovechamientos de agua subterránea y sus usos.  
Fuente: Hernández *et al.* 2019 con información del REPDA de la CONAGUA



# 2. Materiales y métodos

## 2.1 Estadística agrícola 2020 del acuífero del Valle de Tecamachalco

Ciclicos y perennes	Cultivo	Sup. Sembrada	Sup. Cosechada	Producción	Rendimiento	PMR	Valor Producción
		(Ha)	(Ha)	(Ton)	(Ton/Ha)	(\$/Ton)	(Miles de Pesos)
1	Maíz grano	19,980.63	19,980.63	124,831.81	6.25	4,157.34	518,967.96
2	Alfalfa verde	9,643.60	9,643.60	759,730.50	78.63	514.78	338,210.48
3	Frijol	3,911.35	3,911.35	4,592.02	1.17	14,656.53	67,303.06
4	Sorgo grano	2,703.33	2,703.33	13,561.28	5.02	3,879.89	52,616.32
5	Lechuga	2,148.50	2,148.50	51,242.63	23.85	3,538.18	181,305.87
6	Brócoli	1,875.50	1,875.50	32,518.59	17.34	4,021.03	130,758.08
7	Cilantro	1,663.20	1,663.20	24,084.18	14.48	4,495.80	108,277.62
8	Tomate verde	1,657.00	1,657.00	23,592.48	14.24	5,119.94	120,792.18
9	Cebolla	1,630.50	1,630.50	31,179.22	19.12	6,306.10	196,619.19
10	Calabacita	1,472.68	1,472.68	21,783.72	14.79	5,428.66	118,256.33
11	Avena forrajera	1,431.20	1,431.20	37,680.34	26.33	559.58	21,085.09
12	Maíz forrajero	1,409.16	1,409.16	98,140.34	69.64	637.88	62,601.70
13	Zanahoria	1,395.50	1,395.50	45,281.12	32.45	3,529.11	159,802.14
14	Col (Repollo)	1,359.80	1,359.80	62,769.12	46.16	2,654.62	166,627.86
15	Elote	894.33	894.33	18,467.75	20.65	2,378.14	43,918.84
16	Rábano	815.84	815.84	16,694.87	20.46	2,994.01	49,984.57
17	Ejote	590.32	590.32	5,032.97	8.53	7,094.33	35,705.55
18	Chile verde	509.79	509.79	3,077.45	6.04	13,843.79	42,603.57
19	Haba grano	461.17	461.17	1,411.98	3.06	16,122.28	22,764.33
20	Coliflor	387.00	387.00	6,887.27	17.8	4,551.11	31,344.73

Ciclicos y perennes	Cultivo	Sup. Sembrada	Sup. Cosechada	Producción	Rendimiento	PMR	Valor Producción
		(Ha)	(Ha)	(Ton)	(Ton/Ha)	(\$/Ton)	(Miles de Pesos)
21	Zempoalxochitl	346.00	346.00	3,003.15	8.41	3,267.61	12,134.99
22	Betabel	317.49	317.49	7,121.79	22.43	4,268.92	30,402.33
23	Tomate rojo (Jitomate)	308.33	308.33	50,568.00	164.01	5,751.83	290,858.34
24	Haba verde	290.17	290.17	1,396.46	4.81	6,528.33	9,116.55
25	Statice	220.00	220.00	2,173.50	9.43	3,412.33	5,391.56
26	Acelga	205.20	205.20	2,777.33	13.53	3,978.80	11,050.44
27	Aguacate	195.00	195.00	1,977.34	10.14	18,108.82	35,807.30
28	Espinaca	184.33	184.33	3,350.71	18.18	3,596.92	12,052.25
29	Poro	180.00	180.00	2,788.07	15.49	5,398.32	15,050.89
30	Nube	170.50	170.50	1,370.04	7.92	6,754.50	9,102.50
31	Chícharo	166.50	166.50	899.41	5.40	6,631.77	5,964.68
32	Pepino	166.00	166.00	5,783.67	34.84	5,287.76	30,582.68
33	Alhelí	152.00	152.00	1,263.33	8.36	5,945.87	7,629.37
34	Apio	148.84	148.84	6,042.32	40.60	5,296.11	32,000.80
35	Nabo	90.83	90.83	1,416.91	15.60	2,831.96	4,012.64
36	Ajo	82.33	82.33	972.91	11.82	23,189.36	22,561.16
37	Huauzontle	39.50	39.50	265.23	6.71	4,689.96	1,243.92
38	Trigo grano	32.50	32.50	72.20	2.22	5,227.42	377.42
39	Manzanilla	26.50	26.50	171.77	6.48	3,490.35	599.54
40	Perejil	24.67	24.67	323.49	13.11	3,894.48	1,259.83
41	Durazno	20.50	20.50	136.55	6.66	15,463.88	2,111.59
42	Amaranto	15.84	15.84	25.68	1.62	8,339.90	214.17
43	Hierbabuena	2.00	2.00	47.20	23.60	5,415.73	255.62
		<b>59,325.43</b>	<b>59,325.43</b>	<b>1,476,506.70</b>	<b>20.87</b>	<b>6,122.19</b>	<b>3,009,326.04</b>

# 2. Materiales y métodos

## 2.2 Escenarios sobre el uso agrícola del agua

### Necesidades hídricas Penman-Monteith

Mes	No. de días del ciclo	Ajuste por Temperatura	Radiación neta	Calor latente de vaporización	Ajuste por Humedad	Temperatura promedio	Velocidad del viento	Déficit de presión de vapor (es - ea)	ETo (mm/día)	ETo para mes completo (mm/mes)	Kc	ETp para ciclo vegetativo (mm/mes)
			Rn (cal/cm2 día)	L (cal/g)		T (°C)	u2 (m/s)	(mb)	(mm/día)	(mm/mes)		(mm/mes)
Abr	30	0.56	298.90	585.10	0.17	19.50	4.98	10.83	5.60	168.00	0.47	79.00
May	31	0.58	301.00	585.10	0.17	19.50	4.52	8.85	5.10	158.10	0.65	102.80
Jun	30	0.58	316.90	585.40	0.17	18.90	4.47	6.83	4.70	141.00	0.94	132.50
Jul	31	0.57	299.40	585.80	0.17	18.00	4.77	6.30	4.50	139.50	1.06	147.90
Ago	31	0.58	282.80	585.70	0.17	18.30	4.38	6.51	4.30	133.30	1.01	134.60
Sep	27	0.62	276.70	585.80	0.19	18.00	3.18	5.03	3.80	114.00	0.89	91.30
<b>Sumas y medias</b>	<b>180</b>		<b>1775.70</b>	<b>3512.90</b>		<b>112.20</b>	<b>26.30</b>	<b>44.35</b>	<b>28.00</b>	<b>853.90</b>		<b>688.10</b>

### RESUMEN

CULTIVO: Maíz grano  
 CICLO VEGETATIVO: 180 días  
 FECHA DE SIEMBRA: 1 de Abril  
 NECESIDAD HIDRICA: 688,1 mm

### Requerimiento de riego Penman-Monteith

Mes	RH (mm/mes)	P (mm/mes)	Pe (mm/mes)	RR (mm/mes)
Abr	79.00	16.40	11.80	67.20
May	102.80	76.40	53.70	49.10
Jun	132.50	95.20	69.50	63.00
Jul	147.90	48.80	39.70	108.20
Ago	134.60	44.60	35.50	99.10
Sep	91.30	55.90	39.60	51.70
<b>Sumas</b>	<b>688.10</b>	<b>337.30</b>	<b>249.80</b>	<b>438.30</b>

# 2. Materiales y métodos

## 2.3 Uso consuntivo total del patrón de cultivos

Cultivo	Riego		Demanda neta de riego	UC total
	Hectáreas	%	m <sup>3</sup> * ha	m <sup>3</sup> /año
Maíz grano	18556.28	31.92	4,383.00	81,332,175.24
Alfalfa verde	9643.60	16.59	10,565.00	101,884,634.00
Frijol	3692.74	6.35	2,538.00	9,372,174.12
Lechuga	2611.73	4.49	3,385.00	8,840,706.05
Sorgo grano	2319.50	3.99	6,473.00	15,014,123.50
Brócoli	2093.50	3.60	6,338.00	13,268,603.00
Maíz forrajero	1855.20	3.19	4,358.00	8,084,961.60
Col (Repollo)	1600.50	2.75	6,281.00	10,052,740.50
Cilantro	1599.64	2.75	1,845.00	2,951,335.80
Avena forrajera	1448.50	2.49	5,387.00	7,803,069.50
Cebolla	1395.92	2.40	3,931.00	5,487,361.52
Tomate verde	1353.50	2.33	3,717.00	5,030,959.50
Zanahoria	1269.72	2.18	4,377.00	5,557,564.44
Elote	910.50	1.57	4,383.00	3,990,721.50
Calabacita	891.00	1.53	2,055.00	1,831,005.00
Rábano	830.30	1.43	1,817.00	1,508,655.10
Haba verde	661.36	1.14	7,318.00	4,839,832.48
Haba grano	617.20	1.06	7,318.00	4,516,669.60
Ejote	548.00	0.94	2,585.00	1,416,580.00
Chile verde	472.00	0.81	5,424.00	2,560,128.00
Tomate rojo (Jitomate)	378.71	0.65	3,717.00	1,407,665.07

# 2. Materiales y métodos

## 2.3 Uso consuntivo total del patrón de cultivos

Coliflor	375.00	0.64	6,308.00	2,365,500.00
Zempoalxochitl	346.00	0.60	2,095.00	724,870.00
Betabel	343.00	0.59	2,819.00	966,917.00
Chícharo	309.60	0.53	2,463.00	762,544.80
Espinaca	253.00	0.44	2,051.00	518,903.00
Stalice	220.00	0.38	3,750.00	825,000.00
Acelga	219.00	0.38	2,051.00	449,169.00
Poro	182.00	0.31	3,390.00	616,980.00
Nube	170.50	0.29	3,750.00	639,375.00
Trigo grano	164.50	0.28	5,115.00	841,417.50
Alhelí	152.00	0.26	2,945.00	447,640.00
Apio	150.50	0.26	4,909.00	738,804.50
Pepino	110.50	0.19	2,598.00	287,079.00
Nabo	104.50	0.18	3,931.00	410,789.50
Aguacate	98.00	0.17	11,167.00	1,094,366.00
Ajo	72.50	0.12	1,864.00	135,140.00
Manzanilla	26.50	0.05	4,181.00	110,796.50
Huauzontle	39.00	0.07	3,771.00	147,069.00
Perejil	24.20	0.04	1,845.00	44,649.00
Durazno	22.00	0.04	4,156.00	91,432.00
Amaranto	6.00	0.01	2,743.00	16,458.00
Hierbabuena	2.00	0.00	1,839.00	3,678.00
<b>Total</b>	<b>58,139.70</b>	<b>100.00</b>	<b>177,936.00</b>	<b>308,990,243.32</b>

# 2. Materiales y métodos

## 2.4 Uso consuntivo oficial; urbano y rural del acuífero

Municipio		2010	2020	2030	2050
Acajete	001	60,353	65,034	71,632	79,511
Acatzingo	004	52,078	56,117	61,810	68,610
Amozoc	015	100,964	108,795	119,832	133,014
Atoyatempan	020	6,426	6,924	7,627	8,466
Atzitzintla	023	8,408	9,060	9,979	11,077
Cañada Morelos	099	18,954	20,424	22,496	24,971
Cuapiaxtla de Madero	038	8,709	9,384	10,337	11,474
Cuautinchán	040	9,538	10,278	11,320	12,566
Chalchicomula de Sesma	045	43,882	47,285	52,083	57,812
Esperanza	063	13,785	14,854	16,361	18,161
General Felipe Ángeles	065	19,040	20,517	22,598	25,084
Huitziltepec	079	5,306	5,718	6,298	6,990
Los Reyes de Juárez	118	25,553	27,535	30,328	33,665
Mixtla	097	2,216	2,388	2,630	2,919
Molcaxac	098	6,218	6,700	7,380	8,192
Palmar de Bravo	110	42,887	46,213	50,902	56,501
Quecholac	115	47,281	50,948	56,117	62,290
San salvador Huixcolotla	144	13,541	14,591	16,072	17,839
Santo Tomás Hueyotlipan	151	8,016	8,638	9,514	10,561
Tecali de Herrera	153	20,267	21,839	24,055	26,701
Tepeaca	164	74,708	80,502	88,670	98,423
Tecamachalco	154	71,571	77,122	84,946	94,290
Tepatlxaco de Hidalgo	163	16,275	17,537	19,317	21,441
Tepeyahualco de Cuauhtémoc	170	16,390	17,661	19,453	21,593
Tlacotepec de Benito Juárez	177	48,268	52,012	57,288	63,590
Tlanepantla	182	4,833	5,208	5,736	6,367
Tochtepec	189	19,701	21,229	23,383	25,955
Xochitlán Todos Santos	203	6,049	6,518	7,179	7,969
Yehualtepec	205	22,976	24,758	27,270	30,269
<b>Total[1]</b>		<b>794,193</b>	<b>855,789</b>	<b>942,614</b>	<b>1,046,302</b>
población urbana		571,819	616,168	678,682	753,337
uso consuntivo (l/d/hab)	150				
uso consuntivo (m3/d)		85,773	92,425	101,802	113,001
población rural		222,374	239,621	263,932	292,964
uso consuntivo (l/d/hab)	75				
uso consuntivo (m3/d)		16,678	17,972	19,795	21,972
<b>Uso consuntivo del acuífero (m3/año)</b>		<b>37,394,577</b>	<b>40,294,843</b>	<b>44,382,979</b>	<b>49,265,107</b>

# 2. Materiales y métodos

## 2.5 Uso consuntivo ajustado; urbano y rural del acuífero

Municipio		2010	2020	2030	2050
Acajete	001	60,353	65,034	71,632	79,511
Acatzingo	004	52,078	56,117	61,810	68,610
Amozoc	015	100,964	108,795	119,832	133,014
Atoyatempan	020	6,426	6,924	7,627	8,466
Atzitzintla	023	8,408	9,060	9,979	11,077
Cañada Morelos	099	18,954	20,424	22,496	24,971
Cuapixtla de Madero	038	8,709	9,384	10,337	11,474
Cuautinchán	040	9,538	10,278	11,320	12,566
Chalchicomula de Sesma	045	43,882	47,285	52,083	57,812
Esperanza	063	13,785	14,854	16,361	18,161
General Felipe Ángeles	065	19,040	20,517	22,598	25,084
Huitziltepec	079	5,306	5,718	6,298	6,990
Los Reyes de Juárez	118	25,553	27,535	30,328	33,665
Mixtla	097	2,216	2,388	2,630	2,919
Molcaxac	098	6,218	6,700	7,380	8,192
Palmar de Bravo	110	42,887	46,213	50,902	56,501
Quecholac	115	47,281	50,948	56,117	62,290
San salvador Huixcolotla	144	13,541	14,591	16,072	17,839
Santo Tomás Hueyotlipan	151	8,016	8,638	9,514	10,561
Tecali de Herrera	153	20,267	21,839	24,055	26,701
Tepeaca	164	74,708	80,502	88,670	98,423
Tecamachalco	154	71,571	77,122	84,946	94,290
Tepatlatxco de Hidalgo	163	16,275	17,537	19,317	21,441
Tepeyahualco de Cuahtémoc	170	16,390	17,661	19,453	21,593
Tlacotepec de Benito Juárez	177	48,268	52,012	57,288	63,590
Tlanepantla	182	4,833	5,208	5,736	6,367
Tochtepec	189	19,701	21,229	23,383	25,955
Xochitlán Todos Santos	203	6,049	6,518	7,179	7,969
Yehualtepec	205	22,976	24,758	27,270	30,269
<b>Total[1]</b>		<b>794,193</b>	<b>855,789</b>	<b>942,614</b>	<b>1,046,302</b>
población urbana		571,819	616,168	678,682	753,337
uso consuntivo (l/d/hab)	100				
uso consuntivo (m3/d)		57,182	61,617	67,868	75,334
población rural		222,374	239,621	263,932	292,964
uso consuntivo (l/d/hab)	50				
uso consuntivo (m3/d)		11,119	11,981	13,197	14,648
<b>Uso consuntivo del acuífero (m3/año)</b>		<b>24,929,718</b>	<b>26,863,229</b>	<b>29,588,653</b>	<b>32,843,405</b>

# 2. Materiales y métodos

## 2.6 Tabla comparativa de usos consuntivos del acuífero

Datos oficiales 2015			Oficial 2020		Ajustado 2020	
VCAS	Porcentaje	206,202,251.00	Porcentaje	193,366,539.28	Porcentaje	180,193,059.67
DOF 20 abril 2015	%	m <sup>3</sup>	%	m <sup>3</sup>	%	m <sup>3</sup>
Agrícola	0.83	171,250,969.46	78.24	151,289,192.53	83.96	151,289,192.53
Público	0.16	32,394,373.63	20.44	39,520,438.83	14.62	26,346,959.22
Industria y otros	0.01	2,556,907.91	1.32	2,556,907.91	1.42	2,556,907.91
suma	1.00	206,202,251.00	100.00	193,366,539.28	100.00	180,193,059.67
			<b>Consideraciones:</b> 150 l/hab/día uso urbano 75 l/hab/día uso rural 59,027.48 hectáreas		<b>Consideraciones:</b> 100 l/hab/día uso urbano 50 l/hab/día uso rural 59,027.48 hectáreas	



# 3. Resultados y discusión

## 3.1 Escenario oficial de usos consuntivos del acuífero

Acuífero del Valle de Tecamachalco - Escenarios de uso de suelo (ponderado general)										
Descripción	2019 (Ha)	Uso consuntivo (M3/año)	2020 (Ha)	Uso consuntivo (M3/año)	2030 (Ha)	Uso consuntivo (M3/año)	2050 (Ha)	Uso consuntivo (M3/año)	2070 (Ha)	Uso consuntivo (M3/año)
Uso agrícola	59,325.43	151,289,192.53	59,325.43	151,289,192.53	62,291.70	158,853,652.16	65,406.29	166,796,334.77	68,676.60	175,136,151.51
Uso público urbano	34,159.00	41,031,544.77	35,866.95	41,384,416.05	37,660.30	44,382,979.30	39,543.31	49,265,107.02	41,520.48	54,147,234.74
Uso Industrial y otros	580.00	2,556,907.91	590.00	2,608,046.07	600.00	2,660,206.99	610.00	2,713,411.13	620.00	2,767,679.35
<b>Total</b>	<b>94,064</b>	<b>194,877,645.21</b>	<b>95,782.38</b>	<b>195,281,654.66</b>	<b>100,552.00</b>	<b>205,896,838.45</b>	<b>105,559.60</b>	<b>218,774,852.92</b>	<b>110,817.08</b>	<b>232,051,065.61</b>

CCXII		REGIÓN HIDROLÓGICO-ADMINISTRATIVA "BALSAS"					
CLAVE	ACUÍFERO	R	DNCOM	VCAS	VEXTET	DAS	DÉFICIT
		CIFRAS EN MILLONES DE METROS CÚBICOS ANUALES					
ESTADO DE PUEBLA							
2101	VALLE DE TECAMACHALCO	157.1	0	206.202251	343	0	-49.102251

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

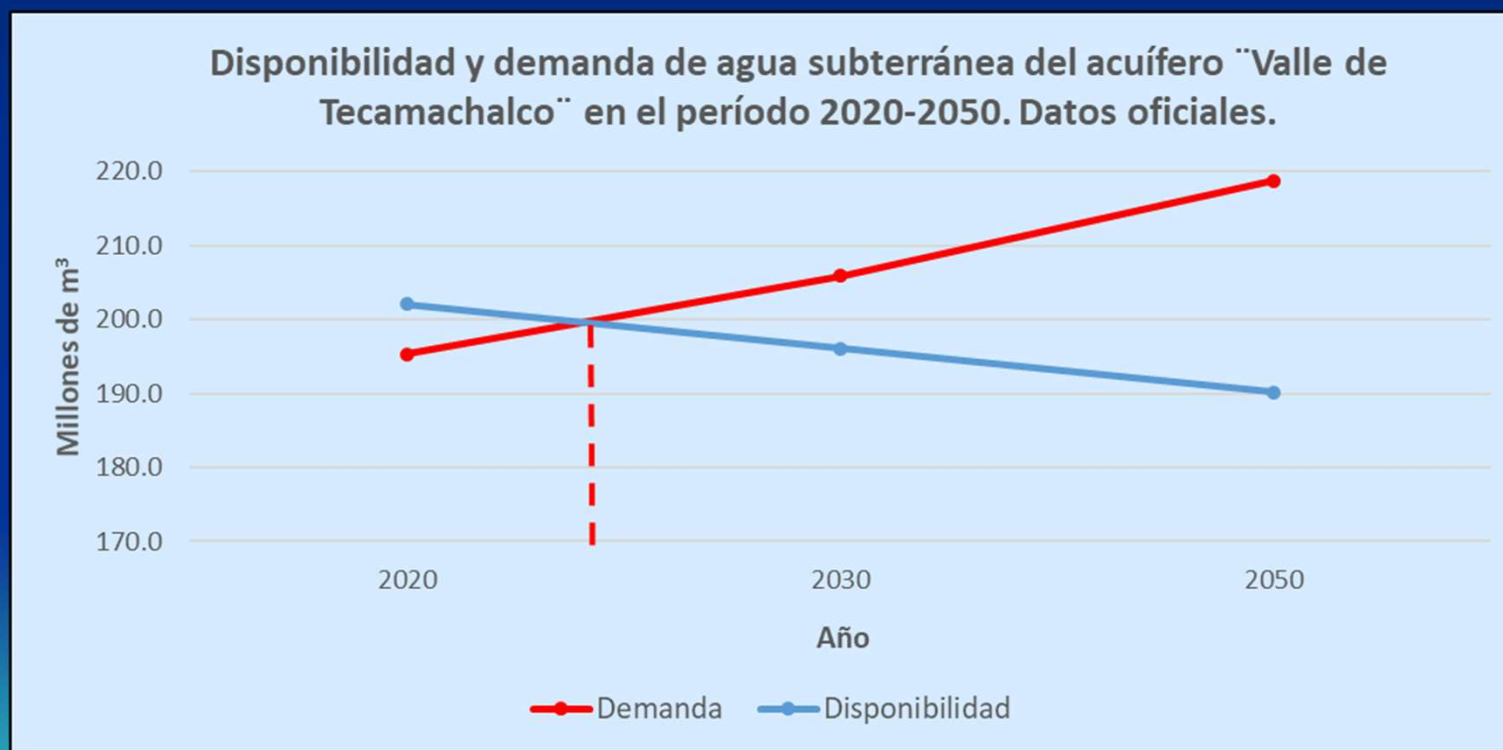
DAS = Disponibilidad media anual de agua subterránea

Las definiciones de estos términos son las contenidas en los numerales "3" y "4" de la Norma Oficial Mexicana NOM-011-CONAGUA-2015

# 3. Resultados y discusión

## 3.1 Escenario oficial de usos consuntivos del acuífero

Año	Demanda	Disponibilidad	%	Superávit/déficit
2020	195,281,654.66	202,078,205.98	96.64	3.36
2030	205,896,838.45	196,015,859.80	105.04	-5.04
2050	218,774,852.92	190,135,384.01	115.06	-15.06



# 3. Resultados y discusión

## 3.2 Escenario ajustado de usos consuntivos del acuífero

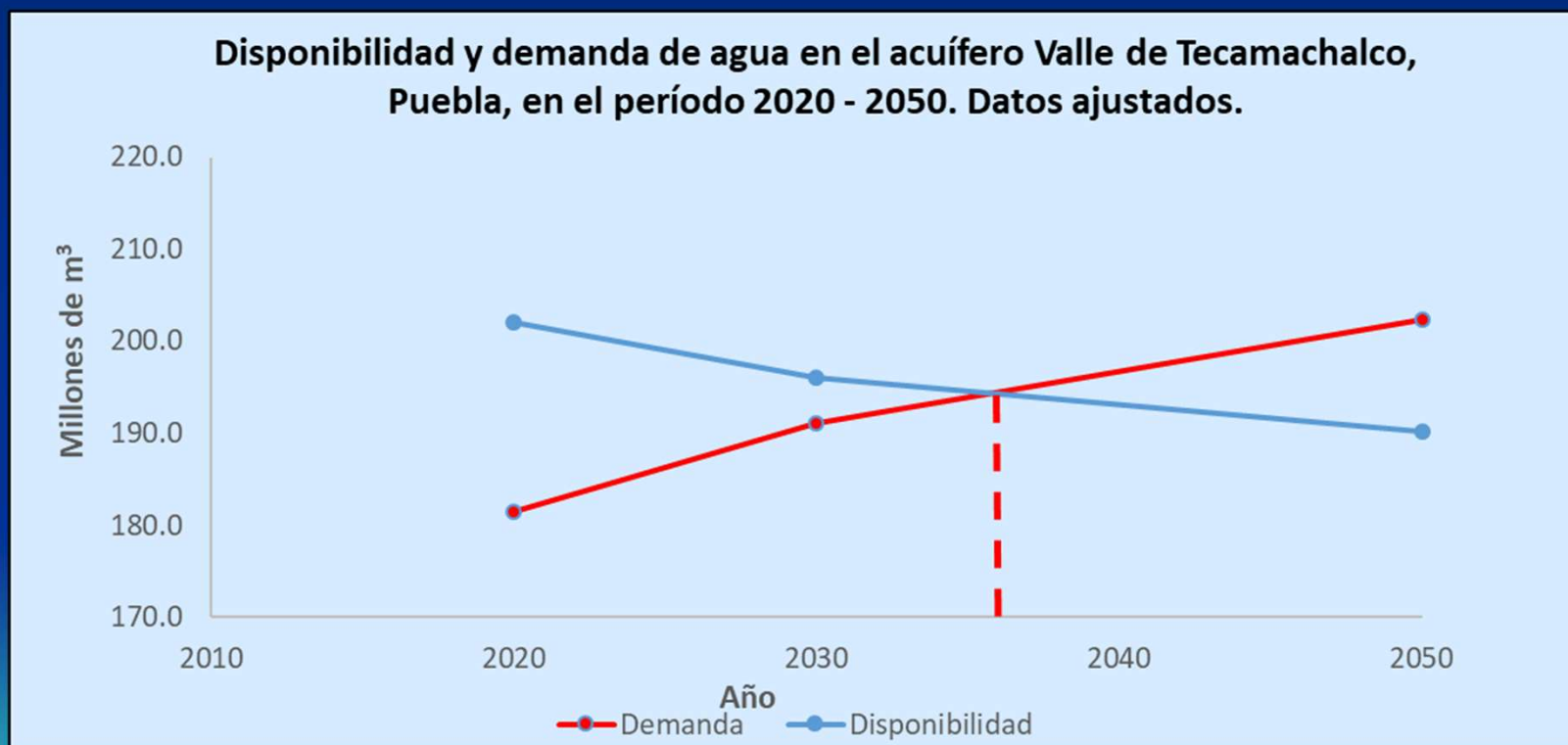
Acuífero Valle de Tecamachalco - Escenarios de uso consuntivo

Descripción	2019 (Ha)	Uso consuntivo (M3/año)	2020 (Ha)	Uso consuntivo (M3/año)	2030 (Ha)	Uso consuntivo (M3/año)	2050 (Ha)	Uso consuntivo (M3/año)	2070 (Ha)	Uso consuntivo (M3/año)
Uso agrícola	59,325.43	151,289,192.53	59,325.43	151,289,192.53	62,291.70	158,853,652.16	65,406.29	166,796,334.77	68,676.60	175,136,151.51
Uso público urbano	34,159.0	27,354,363.18	35,866.95	27,589,610.70	37,660.30	29,588,652.87	39,543.31	32,843,404.68	41,520.48	36,098,156.50
Uso Industrial y otros	580.00	2,556,907.91	590.00	2,608,046.07	600.00	2,660,206.99	610.00	2,713,411.13	620.00	2,767,679.35
Total	<b>94,064</b>	<b>181,200,463.62</b>	<b>95,782.38</b>	<b>181,486,849.31</b>	<b>100,552.00</b>	<b>191,102,512.02</b>	<b>105,559.60</b>	<b>202,353,150.58</b>	<b>110,817.08</b>	<b>214,001,987.36</b>

# 3. Resultados y discusión

## 3.2 Escenario ajustado de usos consuntivos del acuífero

Año	Demanda	Disponibilidad	%	Superávit/déficit
2020	181,486,849.31	202,078,205.98	89.81	10.19
2030	191,102,512.02	196,015,859.80	97.49	2.51
2050	202,353,150.58	190,135,384.01	106.43	-6.43



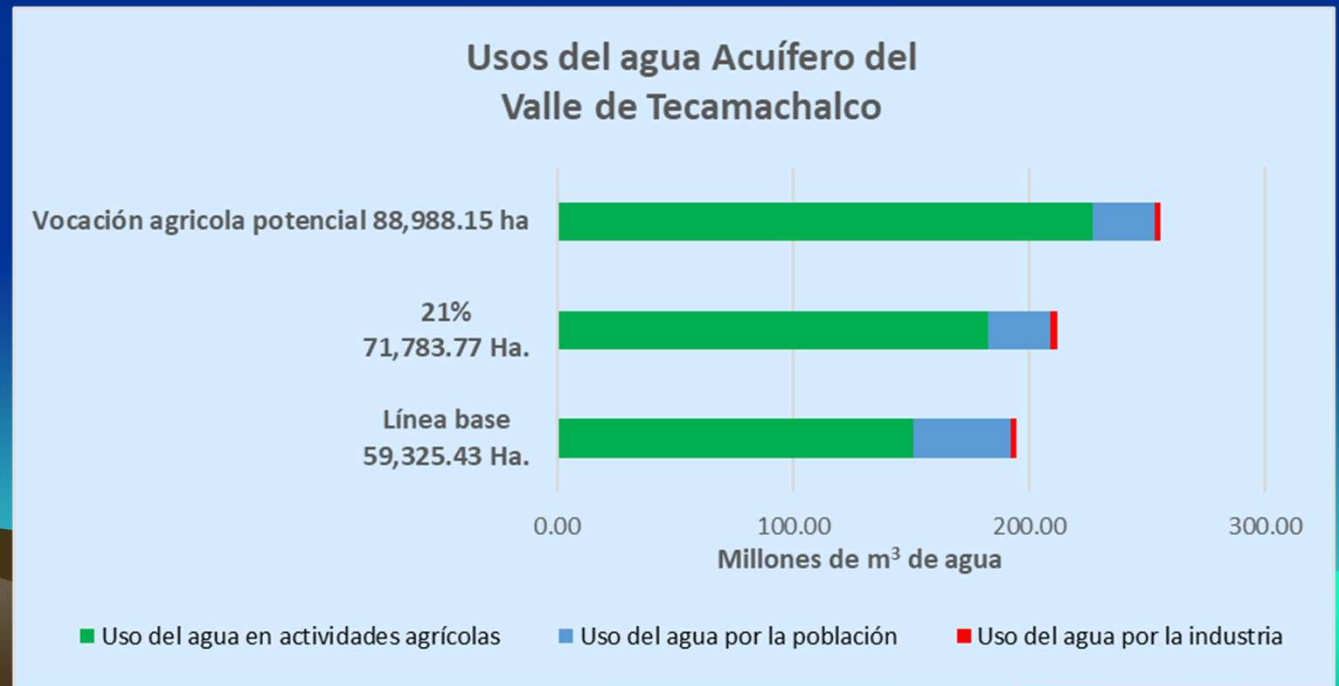
# 3. Resultados y discusión

## 3.3 Usos consuntivos ponderados del acuífero

2020

Millones de metros cúbicos

	Uso del agua en actividades agrícolas	Uso del agua por la población	Uso del agua por la industria
Línea base 59,325.43 Ha.	151.29	41.03	2.56
21% 71,783.77 Ha.	183.06	26.35	2.56
Vocación agrícola potencial 88,988.15 ha	226.94	26.35	2.56



# 4. Conclusiones

4.1 La proyección y construcción de los escenarios actual y futuro, a partir de datos oficiales y ajustados, sobre la disponibilidad y demanda de agua del AVT, proporciona una idea clara sobre la tendencia de reducción paulatina y constante de los volúmenes de agua disponibles y su insuficiencia para satisfacer una demanda creciente, en cada uno de los usos consuntivos de la misma.

4.2 El escenario construido y proyectado a partir de datos oficiales muestra que aproximadamente a partir del año 2023, la disponibilidad igualará a la demanda, por lo que prácticamente a partir de ese año se registrará un déficit gradual y progresivo de agua en el acuífero, mismo que llegará a ser de aproximadamente el 15% para el año 2050.

4.3 El escenario ajustado muestra que prácticamente para el año 2036, la disponibilidad se verá igualada a la demanda, por lo que a partir de ese año se estaría registrando un déficit de agua en el acuífero, mismo que llegaría a ser del orden del 6.5% para el año 2050.

4.4 A partir de los resultados encontrados en el presente estudio, las autoridades de todos los niveles de gobierno, deben implementar acciones tendentes a revertir los efectos negativos de la disminución de la disponibilidad del agua subterránea del acuífero, recomendando, implementando, evaluando y mejorando acciones orientadas a maximizar la recarga natural del acuífero, y sobre todo a realizar un uso más eficiente del agua en todas y cada una de las actividades consuntivas que se realizan en los municipios y localidades asentadas en el área de influencia del acuífero.



# 5. Recomendaciones

## 5.1. Alternativas sustentables para el manejo del agua en el acuífero.

1. Investigación-acción-participativa (IAP)
2. Planeación de trabajo en microcuencas hidrográficas
3. Identificación de zonas de recarga del acuífero
4. Reforestación y manejo de bosques
5. Programa de obras de conservación de suelo y agua
6. Actualización de censo de aprovechamientos hidráulicos
7. Modernización de la Infraestructura hidráulica
8. Medición de volúmenes extraídos
9. Uso eficiente del agua
10. Tecnificación del riego agrícola
11. Captación y aprovechamiento del agua de lluvia



¡¡Muchas gracias por su atención!!

Dr. Luis Alberto Villarreal Manzo

Profesor Investigador

Colegio de Postgraduados, *Campus Puebla*

[lavilla@colpos.mx](mailto:lavilla@colpos.mx)

Cel. 2226745473