

Las Aguas Subterráneas en Jalisco: una aproximación a su situación actual

*M. en C. Laura E. Peña García**

*Dr. Roberto Maciel Flores**

*Dr. José G. Rosas Elguera***

*Dr. Miguel Ángel Alatorre Zamora****

**CUCBA*

***CUVALLES*

**** CUCEI.*

Marzo 2012

Antecedentes

- La información sobre el agua subterránea esta disponible en la Universidad de Guadalajara (UdeG), la Secretaria del Medio Ambiente y Desarrollo Sustentable, Jalisco (SEMADES), Comisión Nacional del Agua (CONAGUA), Comisión Estatal del Agua de Jalisco (CEA), Comisión Federal de Electricidad y en el Instituto Nacional de Estadística, Geografía e Informática (INEGI), principalmente.
- A la fecha por lo escaso de este recurso, hay demandas legales, vedas y restricciones del uso del recurso agua.
- Existe un limitado numero de especialistas.
- En Jalisco existe un gran numero de localidades geotérmicas, no aprovechadas.

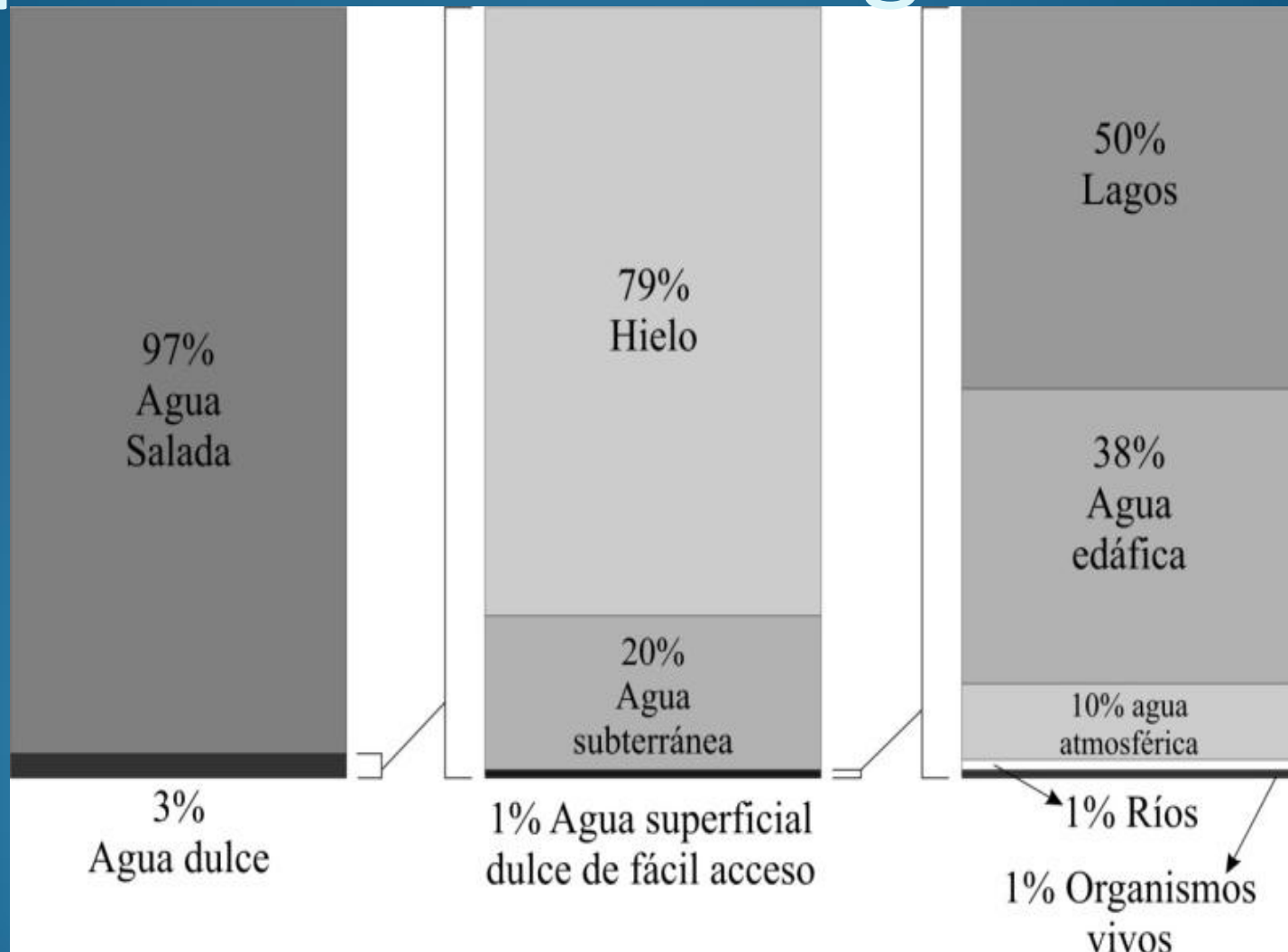
Distribución del agua en la Tierra

Situación del agua	Volumen en km ³		Porcentaje	
	Agua dulce	Agua salada	Agua dulce	Agua total
Océanos y mares	-	1'338,000,000	-	96.5
Casquetes y glaciares polares	24'064,000	-	68.7	1.74
Agua subterránea salada	-	12,870.000	-	0.94
Agua subterránea dulce	10'530,000	-	30.1	0.76
Glaciares continentales	300	-	0.86	0.022
Lagos de agua dulce	91	-	0.26	0.007
Lagos de agua salada	-	85.4	-	0.006
Humedad del suelo	16.5	-	0.05	0.001
Atmósfera	12.9	-	0.04	0.001
Embalses	11.47	-	0.03	0.0008
Ríos	2.12	-	0.006	0.0002
Agua biológica	1.12	-	0.003	0.0001
Total agua dulce	35,029.110		100	-
Total agua en la tierra	1'386,000,000		-	100

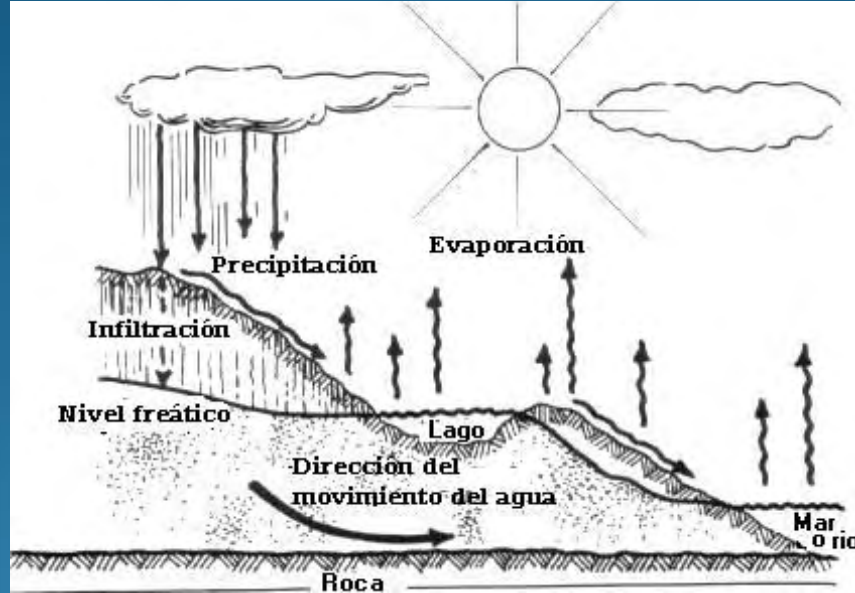
En la superficie de la Tierra hay unos 1'386,000,000 km³ de agua.

Fuente: United States Geological Survey. [Earth's water distribution](#). Consultado el 10 de marzo 2011.

Disponibilidad del agua



Tipos y porcentaje de agua existente en la Tierra

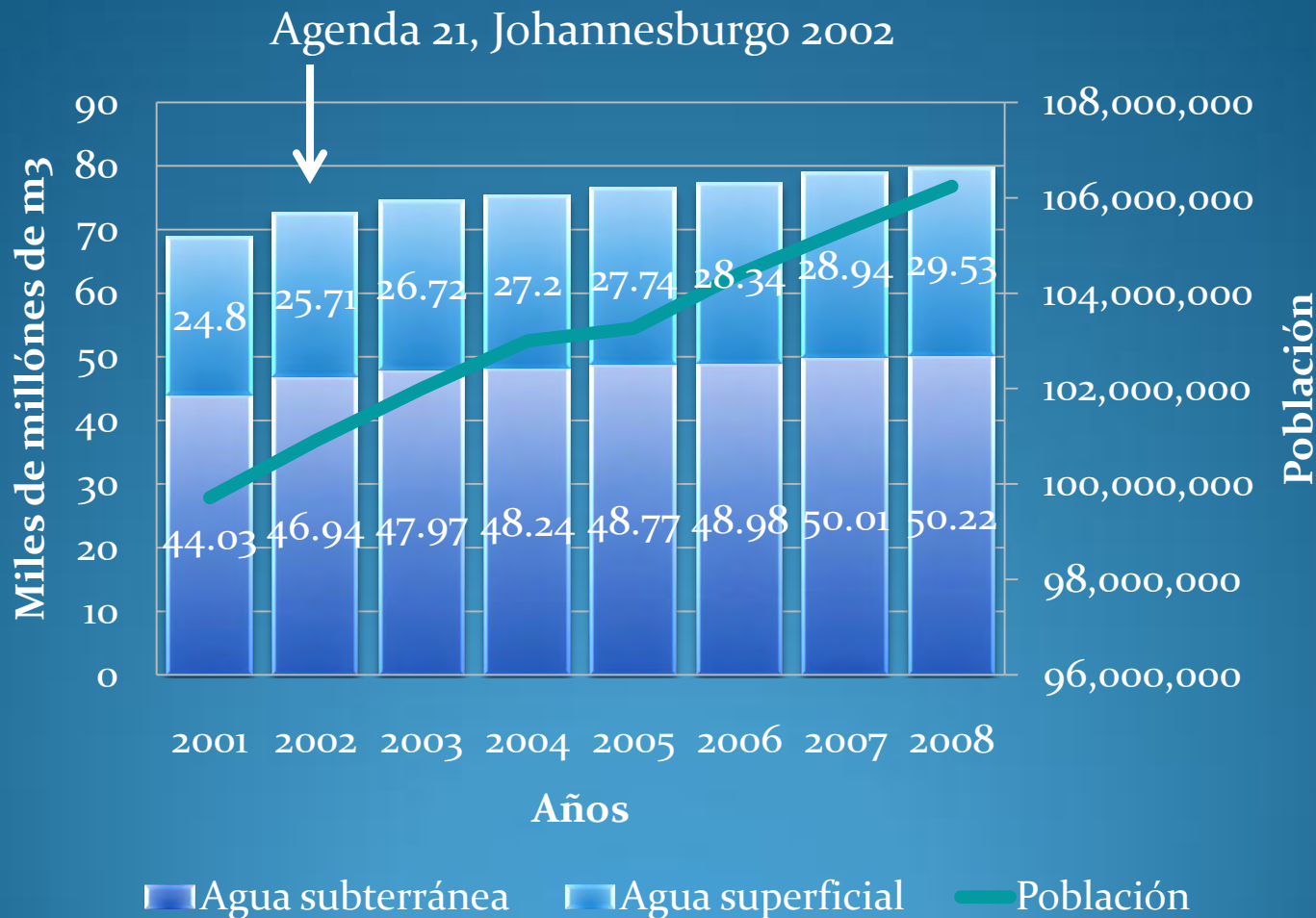


Considerando que en el año 2008 la precipitación media anual en México fue de 900.7 mm. en 2009, disminuyó a 723.6 mm.

El uso del suelo se ha modificado y con ello los parámetros de infiltración, evaporación y escurrimientos. Las variaciones climáticas han modificado la precipitación.

La extracción del agua subterránea aumentó, al igual que el uso del agua superficial.

Evolución del volumen concesionado por tipo de fuente.



Fuente: CONAGUA. Estadísticas del Agua en México, .2010. México, D.F., 2010.

Estados Unidos Mexicanos	Disponibilidad natural media per cápita a/ (Metros cúbicos por habitante al año)						
	2001	2002 b/	2004	2005	2006	2007	2008
Total nacional	4,685	4,547	4,505	4,573	4,416	4,312	4,288

a/ Las medias se refieren a valores históricos de acuerdo con la disponibilidad de estudios hidrológicos.

b/ Con base en proyecciones de población al año 2003, de Conapo.

Fuente: Para 2001. SEMARNAT. CONAGUA. Compendio Básico del Agua en México, 2001. México, D.F.
Para 2002 a 2008: SEMARNAT. CONAGUA. Estadísticas del Agua en México (varios años). México, D.F. CONAPO.
Proyecciones de la Población de México 2005-2050, México, D.F.

Sobreexplotación de acuíferos

- El agua subterránea, del país se ha dividido administrativamente en 653 acuíferos.
- En 1975 había 32 acuíferos sobreexplotados, ahora existen 101.
- Entre los problemas asociados a la sobreexplotación, destacan la:
 - Disminución de las reservas de agua subterránea a un ritmo cercano a 6 km³ por año,
 - Problemas asociados al hundimiento del subsuelo y fracturas que generan grietas que dañan las edificaciones.
 - Mayor concentración de sales a medida que aumenta la profundidad de extracción,
 - Acuíferos (16) que registran intrusión marina y en otros 32 que contienen agua salobre o que se localizan en suelos salinizados.

Usos del agua en Jalisco

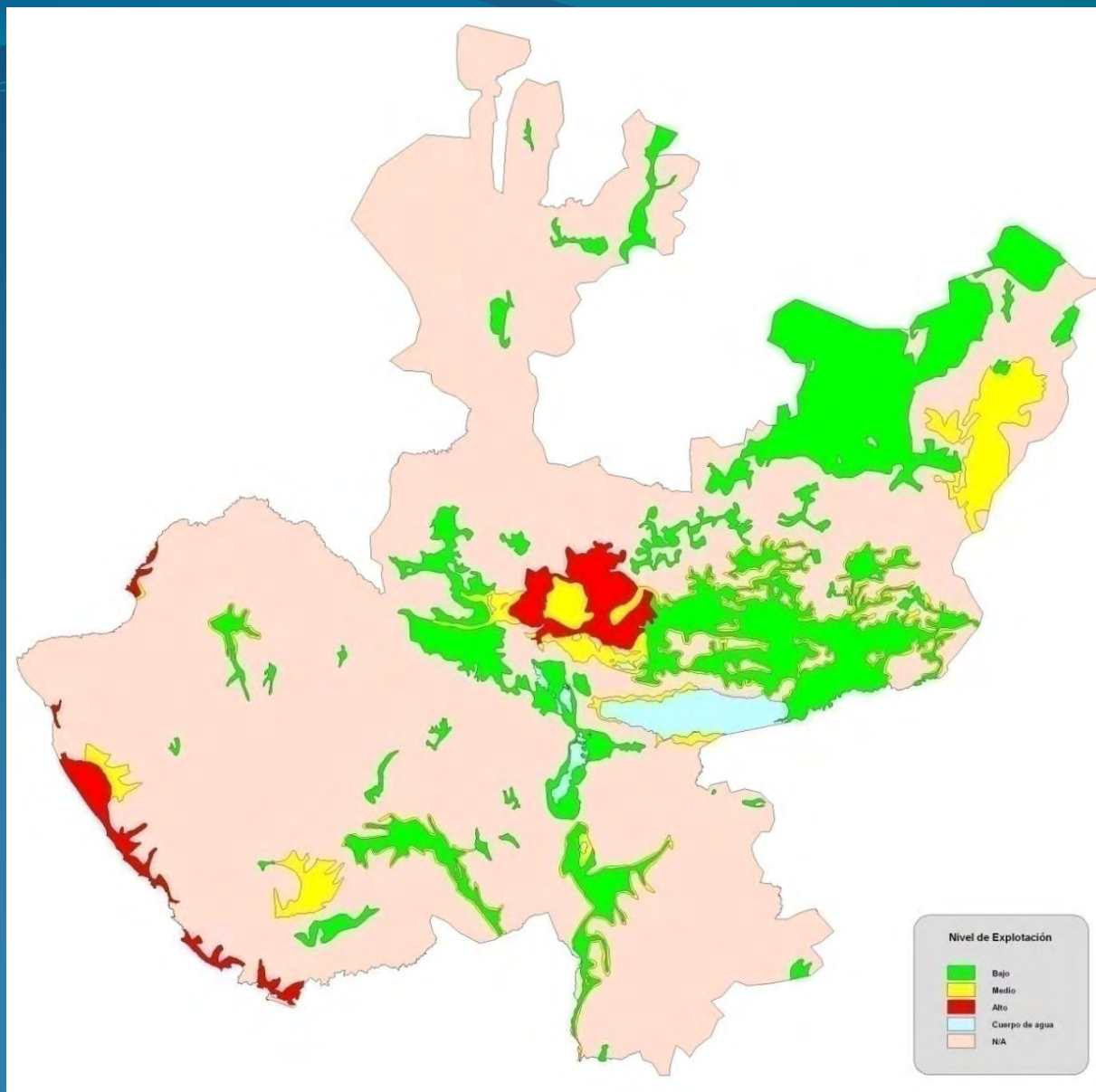
- El aprovechamiento total de aguas superficiales y subterráneas en el estado, es cerca de 3,050 millones de metros cúbicos por segundo, si la población es de 7 350,682 (2010), tenemos un uso de 414.92 m³ de agua por segundo. Lo que significa que existe un consumo excesivo.
- Existen un numero creciente de empresas extranjeras del sector agropecuario y otros, que se instalan en Jalisco, usan nuestros recursos (suelo, clima, mano de obra y AGUA) para generara sus productos los cuales envían al extranjero exportando de esta manera un volumen considerable de agua virtual, sin pago adicional por nuestros recursos.

Aguas subterráneas

- Jalisco cuenta con 64 acuíferos en 28 zonas geohidrológicas, con una recarga anual de 4,852 millones de metros cúbicos al año; es decir, tres veces más que la aportación media anual que Chapala recibe de la Cuenca Lerma Chapala y se estima una extracción de 1,165 millones de metros cúbicos anualmente. Se utiliza sólo el 24% del agua a través de 9,163 aprovechamientos subterráneos.
- Las principales zonas con disponibilidad de agua superficial y subterránea en el Estado se ubican en: Ciudad Guzmán, Región Ameca, Mascota, Tequila, Lagos de Moreno, Altos de Jalisco, Teocaltiche, Puerto Vallarta, Tomatlán, Mixtlán, La Huerta, Talpa de Allende, Tala, Norte de Jalisco, entre otras.

Mantos acuíferos	Recarga (Mm ³ /año)	Volumen de extracción (Mm ³ /año)	Diferencia (Mm ³ /año)
64	4,852.09	1,165.30	3,686.7

Balance de agua subterránea (SEMADES, 2002)



Acuíferos del estado de Jalisco

Volumen de consumo de agua estimado por tipo de uso (Mm³).

Uso	Subterráneo	Superficial	Total	%
Agrícola	680.92	1,560.24	2,241.16	73.53
Doméstico	296.94	297.95	594.89	19.52
Industrial	98.61	24.28	122.89	04.03
Otros	88.83	,	88.83	2.92
Total	1,165.3	1,882.47	3,047.77	100.00

Fuente: Secretaría del Medio Ambiente para el Desarrollo Sustentable.

Volumen de consumo de agua estimado por tipo de uso

- El 74% de esas aguas se destinan al uso agrícola, actividad que se practica en sólo una cuarta parte de la superficie estatal.
- El 20% se destina para uso público urbano con el cual se logra una cobertura estatal del 95%; y el 5% restante se abastece mediante pipas, norias o alguna otra fuente. Debemos aclarar que, aún cuando la cobertura estatal es aceptable, existe desigualdad entre los municipios, dado que mientras que en Guadalajara se tiene una cobertura estimada del 99%, en Mezquitic, municipio de la Región Norte, la cobertura es del 44%.
- El 3% se aprovecha en la industria que se concentra en la zona metropolitana de Guadalajara, en el corredor industrial de El Salto, en Ocotlán y los ingenios azucareros.
- El otro 3% se destina a usos múltiples.

Disponibilidad de Aguas Subterráneas por Acuífero, en Millones de metros cúbicos.

Acuífero	Recarga Media Anual	Extracción	Disponibilidad de Aguas
			Subterráneas
Atemajac	147.3	159.7	-1.413137
Cajititlán	41	29.7	10.784124
Poncitlán	33.8	25.9	3.29931
Ocotlán	88.6	57.1	12.593076
Ciudad Guzmán	266	105.6	135.081469
Lagunas	178.7	62.8	120.207559
San Isidro	64.2	26.9	12.866826
Huejotitlán	9.6	4.2	5.370422
* La barca	67	96.7	-24.94164
* Ameca	277.3	110.6	159.435312
* Lagos de moreno	196	85	116.105058
* Tepatitlán	41.1	8.8	30.135357
* Autlán	76	19	54.77023
* Encarnación	63.3	112.6	-34.643193
* Puerto Vallarta	86.5	37.2	38.584507
Sumatoria	1636.4	941.8	638.23528

Información publicada en el Diario Oficial de la Federación al 13-08-2007; excepto *, con información publicada el 31-01-2003.
Fuente: CONAGUA. Subgerencia Regional Lerma Santiago Pacífico

- Los cuatro acuíferos mas importantes por ser los que sustentan los más grandes desarrollos urbanos, industriales y agrícolas de la Entidad son:
 - Atemajac (urbano e industrial),
 - Toluquilla (agrícola, industrial y urbano),
 - Ameca (agrícola) y
 - La Barca (agrícola).
- Es evidente que la mala distribución de los asentamientos urbanos en Jalisco, conlleva a una sobreexplotación de los recursos naturales.
- En estos también se realiza la explotación más intensiva del agua subterránea.
- No debemos dejar de mencionar al acuífero costero de Puerto Vallarta cuyo aprovechamiento de aguas sustenta el desarrollo de este centro turístico, uno de los principales del país y el más importante de la entidad. (LG)

Problemas de Salud y Agua

- En el capítulo de Aguas Subterráneas del Ordenamiento Ecológico Territorial, desde 2005, se define que existen varios acuíferos con problemas de contaminación sin que exista hasta la fecha un plan de mitigación.
- En el estado se han desarrollado proyectos de investigación sobre salud ambiental y contaminación del agua.

<u>Zona Geohidrológica</u>	Nivel Freático	Observaciones
<u>1 Atemajac</u>	Descendió de 1 a 2 m	Aprovechamientos con niveles de plomo, nitritos, fluoruro y boro, arriba de los límites permisibles.
<u>2 Toluquilla</u>	Descendió de 4 a 45 m	Pozos que rebasan los límites permisibles para fluoruro, plomo y nitratos. Existe una zona anómala en donde se tienen altas concentraciones de sólidos totales disueltos hasta de 2,000 mg/l, que se ubica en la parte central del Valle, entre las poblaciones de Toluquilla, San Sebastián y Santa Anita.
<u>3 Cajititlán</u>	Descendió de 5 a 8 m	Se afirma que los niveles de Fe y Mn sobrepasan, en muchos casos, los límites permisibles para agua potable. Se observaron niveles altos de cadmio en las 3 regiones geohidrológicas, desde el sur de Guadalajara hasta los límites entre las zonas geohidrológicas de Poncitlán(4) y Ocotlán(5). Se reporta aprovechamientos con valores altos de nitratos
<u>4 Poncitlán</u>	Descendió de 3 a 8 m	Se reportaron 6 aprovechamientos con valores de nitritos arriba de la norma
<u>5 Ocotlán</u>	Descendió de 4 a 7 m	Presenta varios aprovechamientos con valores de fluoruros por encima de la norma de la SS, según reportan análisis del Instituto Mexicano de Tecnología del Agua (IMTA)
<u>6 Ciudad Guzmán</u>	Descendió de 1 y 3 m	
<u>7 La Barca</u>	Descendió de 6 a 13 m	
<u>8 Ameca</u>	Descendió de 0.9 a 3.5 m	
<u>9 Lagos de Moreno</u>	Descendió de 1 a 2 m	
<u>14 Puerto Vallarta</u>	Descendió de 2 y 7 m	
<u>15 Lago de Chapala</u>	Descendió de 1.0 y 1.6 m	
<u>24 Zacoalco</u>	Descendió de 1 y 4 m	

Nitratos y nitritos en Tesistán

- Peña (2009), estudio norias y pozos del acuífero de Tesistan del 2006 al 2008 , encontrando en 2007, que 23.3% de los puntos de muestreo presentaron niveles de Nitratos, superiores a los que marca la NOM-127-SSA1-1994 y en 2008, fue el 25.9%. Con respecto a Nitritos 3.33% de las muestras analizadas presentó 1.25 mg/l en 2007.
- El problema fundamental es que la población, incluyendo los menores de 4 años de edad, beben o usan esta agua diariamente

Pérez (2003) define que en Mexxicacan Jal., tres de los pozos muestreados se tienen niveles de flúor en el agua por arriba de 1.5 mg/l, que es el limite máximo permitido por la NOM 127-SSA1-1994, provoca daños a dientes y huesos (13.25 a 2.6 mg/l), de la misma manera el agua embotellada excedió la norma 041-SSA1-1993, que establece un máximo permisible de 0.7 mg/l para aguas envasadas (0-81 a 1.32 mg/l), lo que ha contribuido a generar problemas de fluorosis dental .

Niños	Porcentaje	Grado de fluorosis dental
20	6	0
24	7	1 o cuestionable
72	20	2 o muy leve
105	30	3 o leve
117	32	4 o moderada
17	5	5 severa

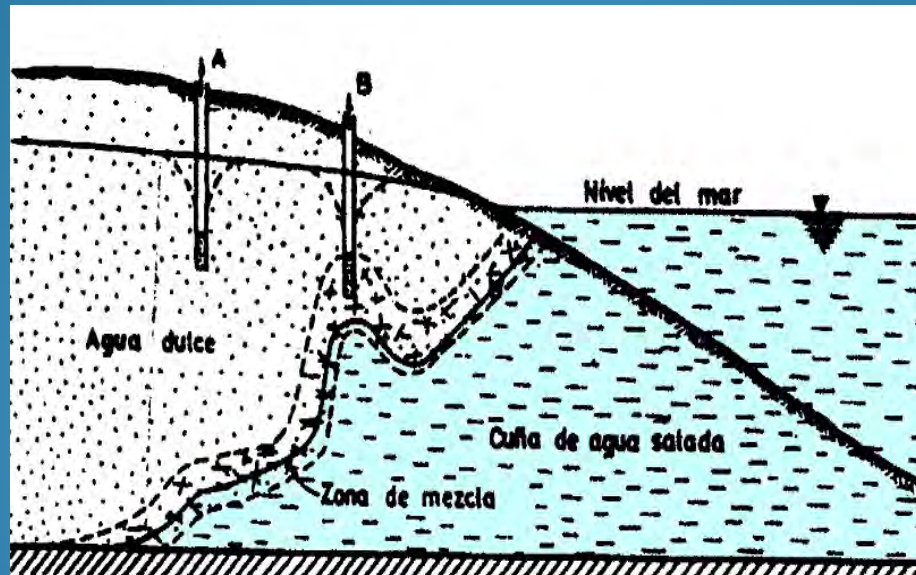
Muestreo en Ameca, Jalisco

- La Cuenca del río Ameca, desde la formación del río, el agua contiene arsénico, proveniente fuentes naturales de sulfuros del Bosque de la Primavera, lo que le da una calidad deficiente.
- En los municipios de Tala y Ameca predomina el cultivo de caña, demanda gran cantidad el recurso hídrico que se obtiene de aguas subterráneas.

Fuentes de contaminación por la presencia de minas (extracción, beneficio y creación de presas de jales), actividades agrícolas (uso de agroquímicos) y ganado estabulado (compactan el suelo y producen excretas).



- Intrusión de agua marina en las zonas costeras de Jalisco, principalmente Puerto Vallarta.
- Los acuíferos en la parte suroccidental de Jalisco son pobres, debido a la presencia de rocas ígneas intrusivas y la demanda es alta, por la presencia de numerosos complejos turísticos.



Conclusiones y recomendaciones

1. Considerar las norias en los estudios.
2. Limitar la tendencia de continuar sobreexplotando y contaminando el agua.
3. Estudiar la interacción agua -roca –tiempo de residencia.
4. Realizar modelos de comportamiento geoquímico para acuíferos sobreexplotados.
5. Generar acciones concretas para remediar los acuíferos contaminados con sales o gases.
6. Estudiar la sobreexplotación de acuíferos vs daños a infraestructuras (grietas urbanas (Ameca, Nextipac y Santa Lucia).
7. Definir y proteger las zonas de recarga natural.
8. Dar un valor adecuado al agua.

Conclusiones y recomendaciones (cont.)

9. Considerar al agua subterránea como reserva estratégica para México.
10. Formar profesionistas en campos asociados a la geohidrología.
11. Crear un plan de manejo optimo del agua.
12. Considerar el aprovechamiento del agua geotérmica de baja temperatura.
13. Difundir la información actualizada y la crisis actual del agua.
14. Vigilar en forma continua y sistematizada el recurso.
15. Sanear los cuerpos de agua superficial (Fuente de recarga de los acuíferos).
16. Estudiar morbilidad y mortalidad asociada al consumo del agua y sus tendencias ante los cambios climáticos y sobreexplotación.
17. Estudiar riesgos emergentes asociados a la extracción del agua subterránea.



Cuerpo Académico de Geología
Ambiental y Contaminación

GRACIAS