

UNIVERSIDAD AUTONOMA DE NUEVO LEÓN
INSTITUTO DE INVESTIGACIONES SOCIALES



TESIS DOCTORAL
EVALUACIÓN DEL POTENCIAL HÍDRICO Y SU IMPACTO EN EL
DESARROLLO DE SALTILLO, COAHUILA

PRESENTA
FERNANDO AUGUSTO VILLARREAL REYNA

COMITÉ TUTORAL
DIRECTOR: DR. JUAN MANUEL RODRÍGUEZ MARTÍNEZ
CODIRECTORES: DRA. ESTHELA GUTIÉRREZ GARZA
DR. CARLOS RAMÍREZ MARTÍNEZ

PARA OBTENER EL GRADO DE DOCTOR EN CIENCIAS SOCIALES CON
ORIENTACIÓN EN DESARROLLO SUSTENTABLE

ABRIL DEL 2013



UANL

UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DE NUEVO LEÓN

IINSO

Instituto de Investigaciones Sociales

DR. ARUN KUMAR ACHARYA
COORDINADOR
FORMACIÓN DE RECURSOS HUMANOS DEL IINSO
PRESENTE.-

Por medio de la presente, nos permitimos informarle que después de haber revisado la tesis Doctoral titulada: “Evaluación del potencial hídrico y su impacto en el desarrollo de Saltillo, Coahuila” y presentada por el alumno Fernando Augusto Villarreal Reyna, nuestro dictamen es: **aprobado para presentarse**.

Sin más por el momento, estamos a sus órdenes para cualquier aclaración al respecto.

ATENTAMENTE,
“ALERE FLAMMAM VERITATIS”
CD. UNIVERSITARIA, N.L. A 20 DE MARZO DE 2013
COMITÉ DE EVALUACIÓN DE TESIS DOCTORAL

Dr. Juan Manuel Rodríguez Martínez
Director

Dra. Esthela Gutiérrez Garza
Codirectora

Dr. Carlos Ramírez Martínez
Codirector

Dr. Luis Alberto Aguirre Uribe
Lector Externo

Dr. Francisco Martínez Gómez
Lector Externo



UANL

UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DE NUEVO LEÓN

iINSo

Instituto de Investigaciones Sociales

“EVALUACIÓN DEL POTENCIAL HÍDRICO Y SU IMPACTO EN EL
DESARROLLO DE SALTILLO, COAHUILA”

Aprobación de la Disertación:

Dr. Juan Manuel Rodríguez Martínez
Presidente

Dra. Esthela Gutiérrez Garza
Secretario

Dr. Carlos Ramírez Martínez
Vocal 1

Dr. Luis Alberto Aguirre Uribe
Vocal 2

Dr. Francisco Martínez Gómez
Vocal 3

Monterrey, N.L., México

Marzo 2013

Estos últimos años han sido de los más representativos en mi vida profesional, por momentos de mucho trabajo y dedicación. Sin embargo, nunca desistí en culminar este compromiso técnico. Hace más de 25 años inicie parte de este documento que es producto de la voluntad y el deseo de no dejar inconcluso algo que a pesar de todas las dificultades que se han cruzado durante el desarrollo de esta tarea y los intereses que ello implicó hoy termino esta etapa, aún con el antecedente de que fui actor y agente de la situación que guardan los ecosistemas que hoy expongo y ante lo cual considero en base a esta preparación, que la educación ambiental con una clara visión sustentable es el camino para no repetir acciones y políticas equivocadas en el uso y explotación del recurso del agua en nuestro país.

DEDICADA A:

Mis padres, quienes me heredaron además de la vida y patrimonio el concepto de “El mundo Real”.

A lo máximo que tengo en la vida Paty, Daniela, Ana Luisa, Fernando Alberto y Augusto Isaac.

MI MÁS SINCERO AGRADECIMIENTO

Al pueblo de México quien con el pago de sus impuestos se logra la educación pública por la cual he cruzado desde mi infancia hasta el día de hoy.

Al Consejo Nacional de Ciencia y Tecnología, por los recursos que me otorgaron para la realización de este programa del cual hubiera sido imposible por las variables económicas que esto involucra.

A la Universidad Autónoma de Nuevo León quien me brindó la oportunidad de estudiar y prepararme a nivel de posgrado.

Al Instituto de Investigaciones Sociales de la UANL de la cual he aprendido a tener una visión integral de la problemática nacional y quien nos brindó un espacio para elaborar este documento así como el de ser un estudiante a nivel de doctorado cuyo programa está inscrito en el padrón de excelencia de CONACYT.

Al Instituto de Ingeniería Civil FIC UANL por todo su apoyo, material técnico, laboratorios y el gran orgullo de participar como maestro en el programa de posgrado de Geohidrología.

A mi “Alma Mater” quien un día en mi juventud me formo como Ingeniero especialista

en el uso eficiente del agua, me abrió sus puertas como Maestro y después de 27 años me ha dado los ingresos para sostener a mi familia, orgullosamente la “Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro”.

A mi tutor Dr. Juan Manuel Rodríguez Martínez, de quien valoro primero su amistad, tiempo, paciencia y orientación en este trabajo y el que me haya permitido ser su estudiante y aprender de él. Y de quien considero que sin su ayuda técnica hubiera sido imposible terminar este documento.

A la Dra. Esthela Gutiérrez Garza mi Maestra, quien desde un principio del programa me ubicó en el contexto de la problemática nacional, siempre estaré agradecido por su amistad y asesoría. “Quien crea una institución prevalece en la memoria de sus alumnos”

Al Dr. Carlos Ramírez Martínez por el tiempo dedicado a la lectura de esta tesis y sus valiosas recomendaciones para mejorarla, así como compartir sus experiencias y su visión diferente de la problemática hídrica del país.

Al Dr. Luis Alberto Aguirre Uribe del cual me siento orgulloso por su amistad y quien siempre ha sido mi asesor, quien logró grandes cambios en la vida de la UAAAN como rector y hoy se tomo el tiempo de apoyarme como lector gracias a su experiencia. Este documento tiene una parte de él.

Al Dr. Francisco Martínez Gómez uno de los mejores técnicos en las ciencias sociales que ha dado este país, porque a lo largo de estos últimos 20 años su experiencia y asesoría ha fortalecido mi acción en el sector agrícola, y hoy se dio el tiempo de leer y concluir este documento.

A la Dra. Gloria Tobón de Garza quien me facilitó una gran cantidad de documentos técnicos e históricos sobre la problemática del agua en SAARA y a quien considero la persona con más experiencia y quien le ha dado seguimiento técnico a la situación hídrica del valle de Saltillo.

A mis maestros Dr. José María Infante, Dra. María Estela Ortega Rubí, Dr. José Juan Cervantes Niño, Dr. José Raúl Luyando Cuevas, Dr. Arum Kumar Acharya, Dr. Julio Cesar Puente Quintanilla siempre los recordaré con afecto.

Al M.E. Manuel R. Barragán Codina, director del IINSO, por todo el apoyo académico que me brindo en mi paso por tan prestigiado Instituto de Investigación, así como a todo el personal administrativo y de servicios de cuyo excelente trabajo contribuyó a crear un buen ambiente de estudio especialmente a Sandra Ovalle de la Rosa y al Ing. Jorge Luis Loyola Castillo.

A mis compañeros estudiantes del programa doctoral, con quienes compartí grandes momentos, recibí interesantes ideas y críticas, ambas me ayudaron a conformar un mejor análisis: Jesús, Elías, Picasso, Elizabeth, Gaby, Cecy, Rosy, Lily.

Al Dr. Pedro Leobardo Valdéz Tamez hoy electo Director de la Facultad de Ingeniería Civil quien fue la primera persona que me recibió en la UANL cuando inicie esta agradable aventura del posgrado.

Así mismo a todo el personal del IIC de la UANL que se involucro en este proceso Ramiro Torres Pérez, a la Lic. María de Jesús Puente y Víctor María Conde.

A mis Compañeros del departamento de Geohidrología y Geofísica de la FIC de la UANL al Biólogo Javier Eugenio Bermúdez Cerda, M.C. Juan Antonio Valero Almaquer. Lic. Nohemí López Arriaga, M.C. Lilia Evangelina Arriaga Díaz de León, a los jóvenes que se inician en su vida profesional Ing. Erik Iván Salazar Perales, Ing. Rodolfo Montelongo Mayorga.

Desde luego, aunque muchas de las personas antes citadas han contribuido en el presente trabajo, los errores prevaecientes son exclusivamente de mi responsabilidad.

TABLA DE CONTENIDO

Capítulo		Página
	Introducción	1
1.	Marco referencial del estudio.	
	Agua, disponibilidad, gestión y desarrollo	13
	1.1. El origen y disponibilidad del agua en el planeta.....	15
	1.2. Distribución del agua en nuestro planeta.....	17
	1.3. Importancia de la creación de los continentes en la formación de cuencas hidrológicas como fuente de captación de la precipitación.....	21
	1.4. Formación de los acuíferos como fuentes de suministro de agua en zonas áridas, tipos y sus diferentes propiedades.....	27
	1.5. El recurso del agua desde el contexto social.....	28
	1.6. El recurso y disponibilidad del agua en México: La disponibilidad del agua por habitante.....	34
	1.7. La problemática hídrica del valle de SAARA.....	49
	1.8. El principal abastecedor del agua: el pozo profundo.....	55
	1.9. La gestión integral del agua urbana en el noreste de México y en la Región de SAARA.....	63
2.	Planteamiento del problema de investigación y marco metodológico	
	2.1. Objeto de estudio.....	69
	2.2. Estrategia metodológica para la evaluación de la situación existente.....	78
	2.2.1. Capacidad de captación de agua de precipitación de la cuenca, a partir de la ecuación de Balance	81
	2.2.2. Balance de acuíferos recarga y descarga utilizando el método de Theiss.....	88
	2.2.3. Abatimiento del nivel dinámico de los acuíferos en la zona de Saltillo, utilizando el método de registro directo por sonda eléctrica e isoniveles correspondientes.....	97
	2.2.4. Eficiencia en la distribución y el consumo del recurso del agua, tanto agrícola como urbana con base en el método del diagrama de flujo Stella.....	100
	2.2.5. Índice de eficacia de la gestión del agua (IEGA) utilizando un sistema de información geográfica. (ARCGIS3.4).....	103
	2.2.6. Punto de equilibrio y de inflexión entre capacidad y demanda para un requerimiento poblacional	

	básico (Índice de consumo), a través de un modelo matemático	108
	2.2.7. Atlas de riesgo y escenarios sobre las consecuencias sociales, del desabasto del recurso con respecto al tiempo.....	110
3.	El origen del agua.	
	Fenómenos meteorológicos, frecuencia e importancia en la recarga del agua subterránea.....	
3.1.	El fenómeno de la precipitación.....	115
	3.1.1. El tiempo de residencia.....	119
	3.1.2. La precipitación en México.....	120
	3.1.3. La precipitación en el valle de Saltillo, Arteaga y Ramos Arizpe SAARA).....	124
3.2.	La Temperatura.....	131
3.3.	La Evaporación.....	132
3.4.	La Región Hidrológica.....	135
3.5.	Las Cuencas.....	138
	3.5.1. Aspectos generales de la cuenca del Rio Bravo.....	140
	3.5.2. Subregiones hidrológicas y administrativas.....	142
	3.5.3. Valle o Cuenca del Estado de Coahuila.....	144
	3.5.4. Región Hidrológica 24 Bravo – Conchos.....	145
	3.5.5. Cuenca 24 B Río Bravo - San Juan.....	147
	3.5.6. Región Hidrológica 37 El Salado.....	147
3.6.	El agua superficial de la cuenca.....	148
	3.6.1 Los escurrimientos.....	148
	3.6.2. Corrientes superficiales que aportan recarga en la zona de SAARA.....	150
3.7.	El agua subterránea de la cuenca.....	151
	3.7.1 El agua Subterránea en Coahuila.....	152
	3.7.2 Estructura de la cuenca hidrográfica de SAARA en estudio.....	155
3.8.	Los Acuíferos.....	159
	3.8.1 La recarga de un acuífero.....	160
	3.8.2 Los acuíferos en México.....	164
	3.8.3 Acuíferos Rio Bravo.....	166
	3.8.4 Disponibilidad oficial de los acuíferos en Coahuila...	167
	3.8.5 Dominio de Sistemas Acuíferos en la región de SAARA.....	171
3.9.	Sustentabilidad y Aspectos Sociales de los Acuíferos.....	175
4.	Los usos del agua.....	179
4.1.	La naturaleza de la escasez del agua.....	179
4.2.	El reto del agua para alimentación y medio ambiente.....	181

4.3.	Elementos básicos para el uso del agua.....	183
4.4.	Acciones más comunes que se proponen en el mundo para contribuir y enfrentar los retos del agua, la alimentación y el medio ambiente.....	184
4.5.	El efecto del cambio climático en el uso del agua.....	186
4.6.	Disponibilidad y distribución del agua.....	190
4.7.	Usos del Agua en la Cuenca Río Bravo.....	192
4.8.	Usos del Agua en SAARA.....	193
4.9.	Análisis específico de la disponibilidad de agua por habitante en SAARA.....	197
4.10.	Análisis del consumo del agua en SAARA agropecuario agua y productividad.....	198
4.11.	Sobreexplotación de los recursos del agua del subsuelo..	206
4.12.	El bombeo libre. (Libre alumbramiento).....	209
4.13.	Consecuencias de la sobreexplotación con respecto a la calidad del agua y deterioro ecológico.....	218
4.14.	El abatimiento en la región de SAARA.....	223
4.15.	Historial del abatimiento de los niveles dinámicos en los sectores de pozos que se explotan en el valle de Saltillo..	225
4.16.	Interpretación de los abatimientos en la zona de SAARA..	231

5. Evaluación del estado que guarda el potencial hídrico y su impacto social en SAARA.

5.1.	Evaluación Saltillo Sur.....	238
5.1.1.	Localización de las muestras Saltillo Sur.....	244
5.1.2.	Calidad del agua Saltillo Sur.....	248
5.1.3.	Las condiciones de los acuíferos predominantes en el sureste del municipio.....	249
5.1.4.	Forma de evaluación del estudio.....	252
5.1.5.	Los pozos explotados por AGSAL en el sureste del municipio para abasto urbano.....	265
5.2.	La Región de Derramadero.....	269
5.2.1.	Perforaciones del Valle de Derramadero.....	277
5.2.2.	Los pozos explotados por AGSAL en el acuífero de Derramadero.....	278
5.3.	El Valle de SAARA.....	285
5.3.1.	Historia del abasto del agua en el Valle de Saltillo...	286
5.3.2.	Análisis del desarrollo poblacional de SAARA.....	296
5.3.3.	Evolución de la población de SAARA.....	297
5.3.4.	La disponibilidad del agua por habitante en el Valle de SAARA.....	299
5.3.5.	Los acuíferos a portantes a SAARA.....	301
5.4.	Índice de eficiencia sobre gestión del agua.....	307
5.4.1.	Metodología del levantamiento de datos.....	308
5.5.	Diagrama de Flujo Stella.....	312

5.6.	La Calidad del Agua en SAARA.....	316
5.7.	Curva final de disponibilidad por habitante contra crecimiento poblacional.....	318
6.	Resultados y Discusiones	
	Análisis de los Resultados.....	320
6.1.	Recomendaciones Introducción y resumen de la problemática.....	334
6.2.	Disminución de la disponibilidad de recursos hídricos de Buena calidad en la región.....	335
6.3.	Altas pérdidas de agua por fugas en la red municipal y programas deficientes de conservación y ahorro de agua para uso urbano.....	339
6.4	Carencia de planes y acciones de largo alcance para aumentar la disponibilidad de agua.....	339
6.5	Falta de optimización del uso del agua en los sectores agrícola e industrial.....	340
6.6	Falta de planes para promover el reúso total de las aguas residuales municipales tratadas.....	341
6.7	Información insuficiente sobre volúmenes y calidad del agua de abasto y residual.....	342
6.8	Escenario más de lo mismo.....	345
6.9	Diagrama de Flujo de propuestas.....	349
	Bibliografía, Consulta y Referencias.....	351
	Anexos, Mapas, Balance de Abatimiento de pozos, Gráficas.....	363

Relación de Imágenes

Número de Imagen	Página	Descripción
1	142	<i>Región medio Rio Bravo.</i>
2	145	<i>Cuencas del Estado de Coahuila.</i>
3	155	<i>Ubicación de las regiones hidrológicas del área de estudio</i>
4	171	<i>Dominio de Sistemas Acuíferos en la región de SAARA.</i>
5	363	<i>Plano SAARA ubicación del proyecto.</i>
6	363	<i>Ubicación de las comunidades y localidades del Municipio de Saltillo.</i>
7	364	<i>El Diagrama de Piper. Calidad del agua en el sureste del Municipio de Saltillo en 1980</i>
8	364	<i>El Diagrama de Schoeller calidad de agua del sureste del municipio de Saltillo en 1980</i>
9	365	<i>Distribución de las dos porciones del acuífero, así como su zona de recarga.</i>
10	366	<i>Estratigrafía del lugar y del vecino valle de Derramadero.</i>
11	366	<i>Tipos de materiales que conforman la estratigrafía del lugar y del vecino valle de Derramadero.</i>
12	367	<i>Muestra el grado de Abatimiento de la Zona del sureste del Municipio de Saltillo con Respecto al tiempo</i>
13	367	<i>Cono de Abatimiento para pozos de 1,000 Mts</i>
14	368,369	<i>Diagrama de Piper y Schoeller. Antes y después en calidad del agua del sureste de Municipio</i>
15	370	<i>Localidades a lo largo de la línea del abastecimiento para SAARA que no cuentan con agua potable.</i>
16	371	<i>Censo de pozos CONAGUA 2004 Derramadero</i>
17	371	<i>Pozos Derramadero. Profundidad , Gasto, Nivel Dinámico CONAGUA 2004</i>
18	372	<i>Evoluciones del nivel estático en Derramadero con respecto al tiempo en MSNM según CONAGUA</i>
19	373	<i>“Evolución de los niveles Dinámicos” y el comportamiento general de este acuífero</i>
20	374	<i>Evolución niveles Zona Sur Jurasico Superior</i>
21	375	<i>Evolución de niveles Zona Sur y volúmenes de extracción Cretácico inferior</i>
22	376	<i>“Mapa de IEGA” Atlas de Riesgo evaluación para la zona urbana de SAARA.</i>

23	377	<i>“Mapa de IEGA” Atlas de Riesgo evaluación para la zona urbana de Arteaga.</i>
24	378	<i>“Mapa de IEGA” Atlas de Riesgo evaluación para la zona urbana de Ramos Arizpe</i>
25	379,380	<i>“Mapa de IEGA” Atlas de Riesgo evaluación para la zona rural</i>
26	381	
26 A	382	<i>Diagrama de Flujo “COBERTURA DE ABASTO SAARA”</i>

Relación de Figuras

Número De Figura	Página	Descripción
1	43	Vínculos entre la población y el agua dulce
2	106	La distribución del agua subterránea.
3	117	La precipitación en el planeta
4	121	Disponibilidad anual promedio de recursos Hídricos en México
5	383-386	Formato de evaluación del IEGA “Censo regional Sobre IEGA”

Relación de Tablas

Número de Tabla	Página	Descripción
1	5	<i>Distribución del volumen de agua dulce en México</i>
2	18	<i>Volúmenes de agua terrestre, bajo forma sólida, líquida y gaseosa</i>
3	37	<i>Tendencias de la disponibilidad de agua media anual natural en México</i>
4	117	<i>Diagrama de flujo. la precipitación en el planeta</i>
5	118	<i>Distribución de aguas naturales en porciento de masa</i>
6	123	<i>Precipitación medio mensual histórico mm por región administrativa (1941 – 2010)</i>
6 A	127	<i>Precipitación anual en Saltillo desde el periodo de 1961-2010</i>
7	129	<i>Las precipitaciones medias promedio mensuales obtenidas de las</i>

		<i>estaciones climatológicas en los últimos 60 años. 1950-2010).</i>
8	132	<i>Temperatura media de las estaciones climatológicas de SAARA</i>
9	133	<i>Evaporación promedio mensual en el periodo 1961-2010. en el valle de SAARA</i>
10	133	<i>Evaporación promedio anual en la estación Saltillo 1949-2011 en (mm).</i>
11	142	<i>Superficie Administrativa km² por subregión</i>
12	143	<i>Distribución Municipal y de población Cuenca Rio Bravo</i>
13	145	<i>Cuencas del Estado de Coahuila</i>
14	146	<i>Región Hidrológica 24 rio Bravo - Conchos</i>
15	148	<i>Región Hidrológica 37 El Salado</i>
16	154	<i>Localización de las 28 unidades Geohidrológicas en el Estado de Coahuila.</i>
17	168	<i>Disponibilidad de agua por regiones y subregiones del Rio Bravo</i>
18	170	<i>Disponibilidades medias anuales de los diferentes acuíferos en hm³/año Región hidrológico-administrativa VI "Rio Bravo"</i>
19	170	<i>Región Hidrológico-Administrativa VII "Cuencas Centrales del Norte</i>
20	171	<i>Dominio de Sistemas Acuíferos en la Región de SAARA</i>
21	192	<i>Volumen de agua extraída y concesionada por tipo de uso en México según el REPDA</i>
22	192	<i>Volúmenes de agua subterránea concesionados para explotación de acuíferos en la Cuenca "Río Bravo"</i>
23	194	<i>Usos del agua en SAARA 2011 volúmenes actuales de extracción de todos los acuíferos a portantes</i>
24. A	195	<i>Volúmenes actuales de extracción anual al cierre del 2011 en hectómetros cúbicos en SAARA</i>
24. B	195	<i>Volúmenes de extracción sustentable para precipitación promedio en SAARA</i>
24 C	196	<i>Volúmenes de extracción sustentable para el 70 % de recarga del valor promedio en SAARA</i>
25	197	<i>Habitantes en SAARA por municipio.</i>
26	203	<i>Superficie y Volumen de agua, por ciclo agrícola en SAARA</i>

27	204	<i>Porciento de superficie sembrada con respecto al total municipal en SAARA</i>
28	204 ,205,206	<i>Cultivos que se siembran en la región de SAARA y cuál de estos es el que consume más agua en su proceso.</i>
29		<i>Comunidades que constituyen el municipio de Saltillo, así como el número de habitantes al cierre del censo 2010</i>
30 A	392 393	<i>Ejidos del municipio de Saltillo que contaban con el recurso del agua desde 1970 según el plan “Benito Juárez”</i>
30 B	394 395	<i>Ejidos del municipio de Saltillo que contaban con el recurso del agua desde 1970 según el plan “Benito Juárez” y su comparación al cierre 2012</i>
31	242	<i>Constituyentes iónicos en el Agua Subterránea.</i>
32	245	<i>Composición química del agua según Piper</i>
33	248	<i>Análisis químico del agua en los ejidos del sureste del municipio de Saltillo en el año de 1980</i>
34	396-403	<i>Evaluación pozos sureste Saltillo</i>
35	261	<i>Calidad del agua en el sureste del municipio de Saltillo en el año 2005</i>
36	404	<i>Pozos del acuífero Carneros</i>
37	271	<i>Coordenadas de los vértices de la poligonal simplificada del acuífero 0502 cañón de Derramadero</i>
38	276	<i>Población actual del valle de Derramadero censo 2010 INEGI</i>
39	405	<i>Relación de profundidad de los pozos Derramadero con respecto al tiempo</i>
40	406,407 ,408	<i>Pozos en el acuífero Agua Nueva- Derramadero</i>
41	409	<i>Pozos operados por Aguas de Saltillo del acuífero Derramadero</i>

42	Anexo CD	<i>Comportamiento de los Pozos Derramadero, con respecto al tiempo, y sus graficas de Abatimiento</i>
43	297	<i>Evolución de las poblaciones Saltillo, Ramos Arizpe y Arteaga en el periodo 1900-2010</i>
44	298	<i>Crecimiento de la población de las tres ciudades en cada década</i>
45	299	<i>Relación en porciento de los Habitantes de SAARA</i>
46	410	<i>Historial de necesidades contra consumo de agua generado en Saltillo</i>
47	302	<i>Volúmenes actuales de extracción por acuífero y su destino de consumo</i>
48	302	<i>Distribución y usos del agua en diferentes sectores</i>
49	304	<i>Balance negativo imperante en los acuíferos regionales.</i>
50	305	<i>Extracción sustentable para precipitación promedio</i>
51	Anexo CD	<i>Caudales y niveles zona urbana 1</i>
52	Anexo CD	<i>Caudales y niveles Zapaliname 1</i>
53	Anexo CD	<i>Caudales y niveles Loma Alta 1</i>
54	411-426	<i>Gestión integral de la eficiencia del agua IEGA Saltillo Coahuila</i>
55	427	<i>Gestión integral de la eficiencia del agua IEGA Ramos Arizpe</i>
56	428- 429	<i>Gestión integral de la eficiencia del agua IEGA Arteaga</i>
57	430-431	<i>Gestión integral de la eficiencia del agua IEGA Rural</i>
58	312	<i>Tabla de eficiencia en la distribución y conducción del agua en SAARA</i>
59	313	<i>Monitoreos de aforo de las descargas de agua residual.</i>
60	Anexo CD	<i>“Calidad del agua de los acuíferos regionales que aportan a SAARA.</i>
61	432	<i>Litros/hab/día por bombeo” en SAARA</i> <i>Producción de bombeo en el mes de abril del 2011</i>
62	432	<i>“Disponibilidad de agua en el valle de SAARA con respecto al tiempo</i>

63	338	<i>Parámetros fuera de norma en el agua de pozos. Análisis realizados por el Laboratorio Estatal de Salud de Coahuila en diciembre de 2010</i>
64	336	<i>Balance recarga/extracción/concesión de cuatro acuíferos que cuentan con Estudio de Disponibilidad de Agua en la región SRAA (CONAGUA 2002, 2007, 2010</i>

Relación de Graficas

Número de Grafica	Página	Descripción
1	38	Disponibilidad Natural de agua en México
2	118	Relación de aguas en base a su masa
3	122	Distribución Temporal del agua en México 2010. Precipitación en mm
4	123	Precipitación media mensual histórica, en México. 1941-2010
5	124	Precipitación medio mensual histórico mm por región administrativa (1941 – 2010)
6	126	Precipitación anual en Saltillo desde el periodo de 1961-2010
7	126	Comportamiento de la precipitación contra evaporación a lo largo de 62 años para SAARA en el periodo 1949-2012.
8	129	Las precipitaciones medias promedio mensuales obtenidas de las estaciones climatológicas en los últimos 60 años. 1950-2010).
9	132	Temperatura media de las estaciones climatológicas de SAARA
10	133	Evaporación promedio mensual en el periodo 1961-2010. En el valle de SAARA
11	134	Evaporación promedio anual en la estación Saltillo 1949-2011 en (mm).
12	136	Fases de cierre de una cuenca Hidrológica.

17	389	Relación en porciento de los habitantes de SAARA.
18	389	Habitantes de Saltillo vs. necesidades y suministro de agua (lps)
19	390	Acuíferos A portantes al suministro del valle de SAARA en Hectómetros Cúbicos
20	390	Volumen Total Consumido por áreas en SAARA en Hectómetros Cúbicos
21	391	“Disponibilidad de agua en el valle de SAARA con respecto al tiempo
	391	Dos fronteras sobre la disponibilidad en el valle de SAARA La calidad del agua y los metros cúbicos anuales
24	325	Comportamiento de IEGA en Ramos Arizpe , Coahuila
	328	Comportamiento de IEGA en Saltillo, Coahuila
	332	Comportamiento de IEGA en Arteaga, Coahuila
13		Usos del Agua en SAARA 2011 Volúmenes Actuales de Extracción de todos los acuíferos a portantes
14	387	Aforo de pozo profundo
15	388	Evolución de las poblaciones Saltillo, Ramos Arizpe y Arteaga en el periodo 1900-2010
16	388	Relación de Crecimiento de SAARA con respecto al tiempo por década

INTRODUCCIÓN

En el umbral del siglo XXI México se enfrenta a la posibilidad de una crisis del agua que comprometería el futuro inmediato de su proceso de desarrollo. En función de esta crisis potencial, el agua se ha convertido en asunto de seguridad nacional, ya que dicha crisis se interpone en la transición hacia un desarrollo realmente sustentable.

El problema del agua en México presenta múltiples dimensiones. Aunque su análisis desborda en el reconocimiento de la creciente escasez del recurso y de los procesos de contaminación que lo afectan, los indicadores de cantidad y calidad del agua permiten calibrar el alcance del problema.

Sin embargo en el noreste del país no es una amenaza futura sino un proceso que ya se hace sentir y que podría alcanzar niveles críticos en el primer cuarto de este siglo. Principalmente el deterioro de la calidad de vida y el agravamiento de los problemas de salud pública en sectores poblacionales.

Cada vez es mayor la cantidad de pobres que no tienen acceso a una calidad de vida tolerable en base a la disponibilidad y calidad del agua que cumpla con las normas básicas sanitarias.

Este país enfrenta un reto casi insuperable para asegurar unos servicios universales de agua potable que sean eficientes y viables económicamente y que al mismo tiempo, asuman su responsabilidad social, ecológica y sustentable.

“La distribución de agua potable y servicios de saneamiento sigue siendo un modelo de desigualdad característico de una región con agudas disparidades socioeconómicas” sumadas a condiciones de baja precipitación, zonas desérticas e incremento en la población consecuencia de un crecimiento desordenado en relación a la baja

disponibilidad del recurso.”¹ Los recursos hídricos de México están constituidos por ríos, arroyos, lagos y lagunas, así como por almacenamientos subterráneos y grandes masas de agua oceánica. Existe una gran cantidad de cuencas hidrológicas, sobre todo en las zonas donde las sierras están en contacto directo con el mar y en el Altiplano seco endorreico; sin embargo, el número de grandes cuencas que abarcan amplias zonas del país es reducido.²

Existen 653 acuíferos en México que proveen el 70% del volumen de agua que se suministra a las ciudades para abastecer a casi 75 millones de personas, así como para regar una tercera parte de la superficie agrícola del país, por lo que el recurso del agua del subsuelo tiene un papel estratégico en la producción de alimentos. Sin embargo, la extracción inmoderada ha causado la sobreexplotación de 102 acuíferos al cierre del balance de marzo del 2012.

A esta velocidad cada vez se exploran a mayor profundidad recursos de agua que se deberían guardar para un futuro más promisorio, pero al contrario se extrae más agua y de mayor distancia de otros ecosistemas para poder cumplir la sedienta demanda de las manchas urbanas, que tal parece da la imagen de ser infinita, deteriorando las cuencas y en consecuencia los ecosistemas que convergen en el área.

El mecanismo de explotación del agua subterránea es a través de norias u orificios a cielo abierto en la corteza terrestre, y en los últimos 100 años por pozos profundos realizados con maquinaria especializada en roturar el suelo a mayores profundidades,

¹ Véase CARABIAS JULIA Y LANDA ROSALVA AGUA, MEDIO AMBIENTE Y SOCIEDAD HACIA LA GESTIÓN INTEGRAL DE LOS RECURSOS HÍDRICOS DE MÉXICO. Página 21 UNAM, ,Colegio de México 2005

² Estadísticas del agua en México 2010 (INEGI, 1995, y UNAM, 1990).

con el objeto de encontrar el recurso del agua que proviene de la recarga de la cuenca por efecto de la infiltración de la precipitación.

Esta tecnología de perforación primero de percusión, después de rotación y actualmente de roto martillo con fluidos especializados para el corte en las rocas han provocado la explotación de recursos que se deberían de guardar para futuras generaciones, tomando en cuenta el tiempo que tarda el agua en llegar a esas profundidades (tiempo de retorno).

Siendo el noreste de México una zona semiárida en base a la baja precipitación, perforar a grandes profundidades es como predestinar a una sociedad al deterioro de su calidad de vida, ya que estas predisponiendo de un recurso que en el futuro generara un déficit hídrico.

La recarga del agua del subsuelo de estas zonas proviene de la precipitación o de la influencia de los ríos arroyos ó lagos.

En México existen cerca de 42 ríos principales que transcurren en tres vertientes: occidental o del océano Pacífico, oriental o del océano Atlántico (Golfo de México y Mar Caribe) e interior, cuyos ríos desembocan en lagunas interiores.³

Destaca la del río Nazas entre las cuencas endorreicas. Algunas cuencas que recogen aguas de zonas húmedas lejanas son relativamente grandes, como las de los ríos Nazas, Agua naval y Casas Grandes. Otras son de tamaño reducido, como las que en conjunto forman el llamado Bolsón de Mapimí en Coahuila, Durango y Chihuahua, o el Bolsón del Salado que abarca los estados de Zacatecas, San Luis Potosí, Nuevo León, Coahuila y Tamaulipas.

³ (INEGI, 1995). *Boletín técnico informativo*

Debido al régimen climático del país, en casi todos los ríos existe una diferencia notable entre el volumen de agua que llevan en la época de secas y la de lluvia. Esta variación se acentúa por las obras de retención de agua y su uso para irrigación, de tal manera que muchos de los ríos que originalmente eran permanentes ahora se vuelven intermitentes, por lo menos en algunos tramos de su recorrido. En amplias zonas, la deforestación y la erosión del suelo producen un aumento en el escurrimiento superficial y la disminución de la infiltración del agua de lluvia.

En cuanto a lagos y lagunas, la mayor parte de las formaciones naturales son de origen endorreico o están ligadas con los litorales. Las cuencas endorreicas son originadas por la obstrucción del drenaje superficial debido a fenómenos volcánicos o tectónicos o como consecuencia de la aridez, pues los cauces no llevan suficiente agua para que ésta recorra todo el camino hasta el mar. Las lagunas costeras son comunes en zonas donde la planicie mal drenada hace contacto con el mar.

La distribución del agua en el país presenta fuertes contrastes. En el sureste, que abarca cerca de 15% del territorio del país, se concentra 42% del escurrimiento fluvial; mientras que en el altiplano del centro y la parte norte del país, 36% del territorio, se localiza sólo 4% de los escurrimientos.⁴

En la superficie de la República Mexicana se registra una precipitación pluvial media al año de 777 mm, lo que equivale a un volumen aproximado de 1.52 billones de m³, anuales. El escurrimiento en los ríos se estima en 410 mil millones de m³, mientras que

⁴ Véase Volumen de agua en México Boletín informativo (INEGI, 1995b)

el almacenamiento en cuerpos naturales, como lagos y lagunas, se calcula en 14 mil millones de m³.⁵ Como se muestra en la Tabla número 1

Distribución del volumen de agua dulce en México

Lluvia	1 522 000
Ríos	412 000
Presas	180 000
Lagos y lagunas	14 000

Millones de Metros Cúbicos ó Hectómetros cúbicos

Fuente: Balance Hídrico Nacional Gobierno del Estado de México 2010

La precipitación se distribuye de manera desigual a lo largo del territorio nacional. En la zona norte, en un área equivalente a 30% del país, sólo se tiene un escurrimiento de 3% del total. El sureste tiene 50% de la disponibilidad de agua, con una proporción de 20% de la superficie global. La región central, que ocupa 50% de la extensión territorial de México, tiene 47% de la disponibilidad de escurrimientos.

En la agricultura, los problemas se agudizan en muchas áreas de riego. La extracción ha sido superior a la infiltración, lo que ha provocado la salinización de una superficie de cerca de 500 mil Has en los diferentes distritos de riego de México, principalmente en las zonas áridas y semiáridas. Este efecto perjudicial amenaza la producción de alimentos en importantes áreas estratégicas agrícolas.

El balance nacional de los acuíferos pareciera ser favorable, ya que el volumen extraído equivale a 70% de la recarga natural. Pero este balance global es sólo aparente y no refleja la crítica situación que prevalece en vastas regiones de nuestro territorio, ya que la mayor parte de la explotación tiene lugar en las regiones áridas donde la recarga es pobre y el balance hidráulico negativo; por consiguiente, se está minando el

⁵ Balance Hídrico Nacional Gobierno del Estado de México, (1996).

almacenamiento subterráneo. Mientras tanto, en las regiones más lluviosas y menos desarrolladas, una fracción considerable del volumen renovable permanece desaprovechada.⁶

México, al igual que muchos países, ha vivido la globalización como un proceso de modificación de sus marcos jurídicos buscando que respondan a las nuevas relaciones sociales y económicas que el capital, en su escala global, requiere. (Bonnano y Douglas, 2004).

Como consecuencia, la prestación del servicio de agua potable y alcantarillado, desde mediados de la década de 1980, se viene transfiriendo de la Federación a los estados y municipios, y en ese contexto se establecen las Comisiones Estatales de Agua y Saneamiento (CEAS)⁷ así como la responsabilidad de prestar los servicios a los municipios, acatando la enmienda al Artículo 115 de la Constitución mexicana de 1983.

La mayor parte de las administraciones locales de agua urbana proviene del recurso del agua subterránea a través de pozos profundos y carecen de los recursos y los conocimientos necesarios para cumplir con las normativas ambientales, sanitarias, económicas y sociales que garantizan un servicio adecuado.

Era previsible que el valle de Saltillo tendría serios problemas en el abastecimiento del agua derivados del crecimiento poblacional, asociado al desarrollo industrial que se vivía, así como por una reducción en los niveles de recarga del agua subterránea, vinculados con el sobrepastoreo y la erosión de los lugares de infiltración, con el

⁶ Véase *Diversidad Biológica de México: Estudio de País, Comisión Nacional para el Conocimiento y uso de la biodiversidad. CONABIO : Estudio de País. México. 1998.*

⁷ El 31 de agosto de 1993 se creó por ley el organismo público descentralizado: Comisión Estatal de Aguas y Saneamiento de Coahuila (CEAS).

agravante de que toda el agua que se consumía (y se consume) en Saltillo, provenía de mantos freáticos de naturaleza fósil. Por ello, la extracción desmedida o por encima de la recarga natural ocasiona un déficit irreversible de recarga.

Aunado a esos factores estaban el deterioro de la red de distribución, las fugas y toma clandestina, así como el desperdicio de agua de los propios consumidores, ocasionando que más de 50 % del gasto de agua que entraba en la red de distribución urbana se perdiera. Por tanto, desde 1980 estaba documentado que los niveles de agua subterránea de la región habían bajado. Se hablaba de una caída de más de 300 metros y se señalaban que debían perforarse a profundidades mayores de 1,200 metros.⁸

La disponibilidad natural promedio de agua en el país es un indicador útil, sobre todo para comparaciones internacionales, pero no refleja la realidad cuando tomamos en cuenta la desigual ocurrencia espacial y temporal del agua.⁹

Si se toman en cuenta la distribución de la población, la actividad económica y las tasas de crecimiento por regiones, resulta que el agua es un factor limitante en aquéllas donde se concentra la actividad económica y la mayoría de la población.

La pobreza puede ser medida en base a la disponibilidad de la calidad y cantidad del agua, dentro de los grandes esfuerzos que realizan los países a lo largo de este planeta es el de erradicar la enorme desigualdad que existe con respecto a la disponibilidad de agua.

⁸ Véase *La construcción de resistencias en un mundo global* Aboites Gilberto, Martínez Francisco primera edición 2007 página 91 P y V editores

⁹ *Disponibilidad natural promedio de agua en el país* (CNA, 2004).

Como se expresa en el documento que la Universidad Autónoma de Nuevo León desarrollo¹⁰ La sociedad Mexicana está inmersa en un intenso proceso de cambio debido a los grandes avances derivados de la innovación en las comunicaciones, del conocimiento, y de las facilidades para el acceso a bienes y servicios, entre otros. Somos una sociedad mejor informada y escolarizada, en acelerada transformación e índices vitales en aumento mayor esperanza de vida y menores tasas de mortalidad, entre otras.

Sin embargo, está bajo cuestionamiento no sólo el ritmo, sino también el sentido de ese cambio, pues no está produciendo una sociedad cohesionada e integrada: su rasgo central sigue siendo la desigualdad, la exclusión, el predominio de los privilegios extremos. Con los cambios han surgido también nuevas patologías y riesgos sociales que demandan respuestas innovadoras. La desigualdad se mantiene a largo plazo tanto en la distribución del ingreso funcional por hogares, como en la distribución de los recursos naturales especialmente el acceso al agua, y en las brechas de acceso y coberturas. El índice de Gini, de alrededor de 0.5, nos sigue colocando dentro del primer quintil de países con mayor concentración de la riqueza y del ingreso en el mundo.

Nos encontramos aún en un largo ciclo de transformación y crisis sistémica y estructural: económica, social, cultural, política y ambiental. Los índices de pobreza se mantienen muy altos a largo plazo, y las mejoras son temporales y discontinuas entre un ciclo de crisis y otro. La pobreza ha cambiado, tiene ahora otros rostros y modalidades y se confronta de otro modo con el pasado, pues por un lado las

¹⁰ Véase. *Aportaciones de la Universidad Autónoma de Nuevo León al Plan Nacional de Desarrollo 2012-2018 Acuerdo Social para la Igualdad y la Erradicación de la Pobreza.2013. Gutiérrez Garza Esthela Secretaria de Desarrollo Sustentable de la UANL.*

modalidades de consumo que ahora imperan abarcan bienes y servicios más sofisticados y por otro, han surgido nuevas patologías sociales que aunque se extienden a todos los grupos sociales, afectan más a los pobres.

Las formas de exclusión también han variado y, además de las tradicionales, ahora se expresan en las brechas de acceso a las nuevas tecnologías y conocimientos, a los consumos de última hora.

En México ocho de cada diez personas no tienen garantizado el respeto a sus derechos sociales, mucho menos el derecho al acceso del agua, sobre todo los indígenas, los niños, los adolescentes y los adultos mayores de 70 años. La elevada concentración del ingreso y la riqueza producen insuficiencia económica, discriminación y exclusión, en tanto que las deficiencias de la política pública reproducen y mantienen una estructura social excluyente y polarizada, específicamente en la negación del recurso hídrico si no es por la vía tarifaria.

En los años recientes, el aumento de la pobreza ha sido resultado, sobre todo, de la disminución de los ingresos reales y de un menor acceso a una alimentación nutritiva en la que se ve envuelta la política hídrica como mecanismo de agua para alimentación y saneamiento suficiente y de calidad. En nuestro país es típico ligar la pobreza extrema con la falta del fluido agua.

En promedio tenemos 2.5 carencias¹¹ y solo 19.3 % de la población mexicana no es pobre ni vulnerable; es decir que cuenta con ingresos suficientes y tiene satisfechos todos sus derechos. En 2010, 46 de cada 100 personas fue considerada pobre por el

¹¹ Las carencias se refieren a la insuficiencia de alguno de los siguientes derechos normados: ingreso, acceso a la salud, acceso a la seguridad social, rezago educativo, calidad y espacios de la vivienda, carencias sociales, acceso a servicios básicos especialmente el agua y acceso a la alimentación.

criterio multidimensional. Los hogares en pobreza patrimonial nunca habían sido tantos como ahora, si le sumamos la carencia de agua que se avecina en los próximos años por el efecto del calentamiento global estaremos ingresando al margen crítico de la pobreza absoluta, en la que se debate la ausencia total de ingresos y agua.

En el centro, norte y noroeste del país (más de 80% del territorio), donde se presenta tan solo 32 % del escurrimiento nacional, se concentra la mayor parte de la población 77% y la actividad económica representa 85% del producto interno bruto (PIB), la disponibilidad natural de agua¹² alcanza los 1.897 m³/hab/año de los cuales solo el 13% se utiliza en el suministro urbano y de estos se tienen eficiencias globales de consumo del 42% lo que da una disponibilidad real de 150 a 200 lts/día/hab.

En contraste, la zona sureste que contribuye con 15% del PIB y concentra el 23% de la población, tiene una alta disponibilidad del 66% de los recursos hidrológicos aproximadamente 13,759 m³/hab/año. De este modo, el promedio de disponibilidad de agua nacional es de 4573 m³/hab/año. Se estima que el 28% del agua disponible es consumida por el 77% de la población que contribuye con 84% del producto interno bruto (PIB) y en contraste, el 72% del agua disponible es consumida por el 23% de la población que contribuye con el 16% del PIB.¹³

Este trabajo de investigación comprende el valle conurbado de Saltillo, Ramos Arizpe y Arteaga (SAARA) y es el típico ejemplo de la situación que guarda el noreste de nuestro

¹² "La disponibilidad natural" es el volumen de agua que durante cierta época del año escurre por un tramo específico de una corriente superficial o que está almacenado en un reservorio o en un acuífero, mientras que la disponibilidad jurídica es el volumen que durante cierta época del año puede ser concesionado o asignado en un tramo específico de una corriente superficial o en una área específica de un acuífero. La diferencia entre ambas consiste en que la primera es el agua almacenada físicamente, mientras que la segunda es el volumen susceptible de ser concesionado o asignado.

¹³ Boletín informativo de (Banxico 2005).

país en donde se concentra una gran mancha urbana y un complejo desarrollo industrial no acorde al recurso del agua del subsuelo, la cultura de consumo, la baja eficiencia en sus sistemas de distribución que en conjunto han llevado al lastre los ecosistemas superficiales de la cuenca y sus vecindades depredando su estructura ecológica por el excesivo bombeo de pozos en la zona.

El valle de Saltillo no cuenta con presas o lagos, ríos o arroyos de esta magnitud ya que los lagos de los desiertos son cuerpos aislados: los oasis y los de las cuencas cerradas, son del tipo de los bolsones.

Este trabajo trata de debatir técnicamente el discurso oficial que señala: los recursos hídricos para el valle de SAARA están asegurados y además sustentados sus volúmenes de explotación; así como que se cuenta con la suficiente cantidad de agua para asegurar un crecimiento y desarrollo ordenado.

Aporta elementos para el debate entre el derecho del agua por ciudadano y la capacidad que ofrece la naturaleza de suministrar en cantidad y calidad el vital líquido.

Una cronología de la depredación se muestra en los capítulos posteriores, así como el fenómeno de la industrialización manufacturera de coches y su impactó en el ecosistema.

La relación entre Valle, Cuenca, Acuífero y Mancha Urbana, así como sus límites geográficos y topográficos, el despojo del recurso del agua a los originales propietarios y el grado de pobreza que genera esta dinámica.

Este trabajo al ir desarrollándolo se aboca a una nueva forma de investigar el problema social, ya que tiene que elaborarse de manera conjunta, en medio de grandes

tensiones sociales y voces discordantes –como las generadas por ejemplo, ante el debate del agua como mercancía o como derecho humano, la sustentabilidad frente al desarrollo económico, el combate frontal a la desigualdad social–, todo esto sin que ello implique propiciar la ineficiencia. Lo que debería de ser la explotación del agua en el valle como un proyecto inclusivo y que en esa medida responda a toda la población para garantizar un rumbo claro en el cual la sociedad actual y futura cuente con el recurso en cantidad y calidad adecuados, a fin de volver hacer del agua una palanca de desarrollo económico que posibilite una mejor calidad de vida para todos en la región.

Así mismo se perfilan cinco ejes temáticos para poder llegar a una conclusión integrada del problema hídrico, incluyendo los análisis técnicos estadísticos, la justificación del desbalance que existe entre recarga y extracción, así como entre el desarrollo urbano poblacional y deterioro de la calidad de vida. Aunado a lo anterior, se resalta sobre todo el grado de pobreza que genera la reducción en la disponibilidad del agua como fuente de alimentación y saneamiento.

La elaboración de este documento contiene información técnica y social relacionada con el uso y eficiencia del agua urbana en el valle de SAARA, se respalda con información de más de 20 años tanto en el origen del recurso o acuíferos como en la demanda o consumo en la mancha urbana, el cual considero importante.

El fundamento que me brinda la experiencia recopilada en estos años, ya que fui actor de esta depredación y participe de políticas equivocadas, me permite ver cómo, lamentablemente se han devastado los ecosistemas y el rumbo que podría tomar la sociedad de SAARA cuando este recurso sea cada vez menor.

CAPÍTULO I
AGUA, DISPONIBILIDAD, GESTIÓN Y DESARROLLO
MARCO REFERENCIAL DEL ESTUDIO.

Para poder comprender la compleja problemática del agua necesitamos remontarnos a la formación del universo y del planeta, la aparición del hombre así como la formación de los continentes, las cuencas y sobre todo la importancia de la precipitación en el ciclo hidrológico.

Visualizar el agua desde un enfoque integral analizando sus variables (clima, precipitación, capacidad de cuenca hidrológica, forma, cantidad y calidad de la disponibilidad del recurso, así como, el tiempo de retorno) que son propiedad y parte natural de una región, y que no pueden ser referenciados con otros lugares.

El agotamiento de los recursos hídricos, la carencia de acceso al agua segura por parte de una porción considerable de los habitantes del planeta es parte de un análisis integrado como consecuencia del desequilibrio de los ecosistemas.

Considerando que este planeta cuenta con una población de alrededor de 7 mil millones de habitantes¹⁴, más de un tercio de sus pobladores no tiene acceso al agua segura para consumo humano. Alrededor del 40% no cuenta con sistemas de

¹⁴ Las estimaciones de la ONU (basadas en estadísticas) calculaban que aproximadamente el 30 de octubre de 2011, el planeta alcanzaría la cifra de 7000 millones de habitantes. Datos de 2011 de la División de Población del Departamento de Asuntos Sociales y Económicos de la Secretaría de las Naciones Unidas.

Roland Pressat: Introducción a la demografía (pág. 187). Madrid: Ariel

saneamiento; más de 4 mil millones sufren cada año de enfermedades relacionadas con la contaminación del agua¹⁵.

La crisis mundial del agua está definida por una multiplicidad de factores, entre los que destaca la rápida expansión demográfica de las sociedades humanas. Es innegable que la creciente población y los procesos productivos a escala mundial han llevado al actual desequilibrio ecológico. Se debe de considerar que tanto el uso como la degradación ambiental se realizan con base en una distribución inequitativa de los beneficios económicos y sociales, así como de sus costos y consecuencias.

El problema ya no se ve como un tema de escasez, falta de tecnología o mala distribución, sino como un problema fundamentalmente social, en el que requiere de una acción conjunta, una regulación pública del ambiente, que se realice de manera tal que no afecte más a los ecosistemas, no se obstaculice el crecimiento económico y se distribuya el beneficio lo más equitativamente posible¹⁶.

Se requiere de nuevos enfoques para el abordaje del agua como un servicio urbano, a través de los cuales se puedan explicar la complejidad de las relaciones y procesos sociales y ambientales que están asociados con la gestión del agua en las ciudades. Es decir, se necesita construir una propuesta a partir de tres dimensiones.

¹⁵ Agua, Medio Ambiente y Sociedad. Hacia la gestión integral de los recursos hídricos en México Julia Carabias Rosalva Landa.

¹⁶ Acciones locales para un reto global. Foro Mundial del Agua México 2006. CONAGUA Informe Final.

1. El agua como un recurso natural que es soporte estratégico para el funcionamiento de las ciudades.
2. El agua como un bien colectivo que es necesario para la reproducción social y económica.
3. El agua como un recurso político que implica la gestión de conflictos por su acceso, control, uso y manejo entre diferentes actores, donde destaca el papel del estado y los pobres urbanos, así como nuevos agentes como el sector privado¹⁷.

1.1. El origen y disponibilidad del agua en el planeta

El vital líquido está presente en la Tierra hace unos 3.800 a 4,000 millones de años¹⁸. Las mismas moléculas que giraron en este cuerpo celeste y antes que aparecieran los primeros organismos, son ahora las que permiten se desarrolle la actividad orgánica y comercial en este mundo moderno.

El comprender la importancia de la presencia del agua en el planeta y entender cómo se constituyó este fluido es básico para iniciar la investigación en la gestión del recurso, ya que su presencia obedecen tanto a la acción volcánica como a la atracción

¹⁷ Aguilar, Luis F.(2006). Gobernanza y Gestión Pública, México, FCE.

Arrojo Agudo, Pedro (2006)“Desafíos Hacia un Desarrollo Sustentable, Agua y Construcción de una Institucionalidad Democrática” Fundación Heinrich Böll, México, pp. 172-190.

¹⁸ Sudicky, E. A. And R. Therien. (1997). FRAC3DVS. Waterloo Centre for Groundwater Research (WCGR) and Laval University.

Prickett, T. A. 1965. Type curve solution to aquifer test under water table conditions. Ground Water, vol. 3, No.3, pag. 514.

de los meteoritos transportadores de hidrogeno congelado y que no estamos exentos de que se presenten en la actualidad¹⁹.

La teoría volcánica plantea que el agua se formó en el centro de la Tierra, por reacciones a altas temperaturas (527°C) entre átomos de hidrogeno y oxigeno. En su origen, la temperatura de la Tierra era muy alta y con masa indefinida de lodos que producían muchas explosiones y erupciones volcánicas que reaccionaron con el oxigeno presente y expulsaron a la atmósfera entre otras cosas, vapor de agua, dichas reacciones químicas provocaron la “mezcla” donde se originaron las macromoléculas orgánicas y los coacervados²⁰. Esta acción es la antesala en la creación de la composición y estructura química del agua que actualmente existe tanto en la corteza terrestre como en los océanos de este planeta.

Esto marcó el inicio de un largo proceso de formación de las diferentes capas de la corteza debido principalmente a los constantes calentamientos y enfriamientos bruscos provocados por el desencadenamiento de las fases del vital fluido.

Este cuerpo celeste conocido como el planeta vivo, se generó con el sistema solar y ha sufrido una inmensidad de cambios ya que, originalmente era una masa amorfa de lodo y minerales carente de cualquier carácter de vida y ausencia de fluido de agua tal y como lo entendemos.

¹⁹ Boulton, N. S. 1963. Analysis of data from nonequilibrium pumping tests allowing for delayed yield from storage. Proc. Institution of Civil Engineers, vol. 26, London.

²⁰ Lapcevic, P. A. and K. S. Novakowski. 1989. The analysis of slug tests conducted in fractured sedimentary rock. Paper presented at the NWWA FOCUS Conference on eastern regional ground water issues, Kitchener, Ontario.

Toda la vida que conocemos se desarrolla en la cáscara, en un diminuto grosor de 40 Kms que incluye lo más alto del continente (cordilleras) a lo más profundo del océano, de una profundidad total del planeta de 6,400 Km de radio ó sea esta cascara donde vivimos representa tan solo el 0.625% del cuerpo superficial del planeta²¹.

En la escala del tiempo geológico se muestra que fue en la era cenozoica del periodo cuaternario de la época reciente aproximadamente un millón de años cuando aparece el hombre, pero hace 130 millones de años en la era criptozoica no existía ninguna forma de vida²². Así mismo, muestra como en diferentes regiones con diferentes recursos naturales por la acción del intemperismo geológico se condiciona el grado de explotación en la naturaleza.

1.2. Distribución del agua en nuestro planeta

Además de estar el agua en constante movimiento y reciclaje, su distribución en el planeta es bastante heterogénea, tanto espacial como temporalmente²³. Es importante resaltar la relación que guardan los volúmenes de agua en sus diferentes formas, para dimensionar el grado de disponibilidad y vulnerabilidad de este fluido en el planeta. Como se muestra en la Tabla Número 2.

²¹ Milanovic, P. T. 1981. Karst Hydrogeology. Water Resources Publications. U.S.A. 434 p.

²² Custodio, E. LLamas, M.R. 1976. Hidrología Subterránea. Ed. Omega, S.A. España. Tomo I. 1157.

Davis, J. 1986. Statistics and data analysis in geology. 2a. e d. John Wiley & Sons, Inc. Republic of Singapore. pp. 312 - 330.

²³ El ciclo del agua: Todd. Ground Water, Hydrology Ed. J. Wiley , R. J. M. de Wist, Geohydrology Ed. J. Wiley,Ch. Walton, Ground Water Resource Evaluation Ed. Mc Graw Hill.

Volúmenes de agua terrestre, bajo forma sólida, líquida y gaseosa

	Ubicación	Volumen en Km ³	Por Ciento
1	Océanos	1,348'000,000	97.38
2	Icebergs y Glaciares	27'820,000	2.01
3	Agua Subterránea	8'062,000	0.58
4	Lagos y ríos	225,000	0.02
5	Atmósfera	13,000	0.01
	Total	1,384'120,000	100
	Total Agua Dulce 2+3+4+5	36'120,000	2.61

Distribución del Agua Dulce en el mundo.

	Ubicación	Por Ciento
1	Icebergs, glaciares	77.23
2	Aguas subterráneas: : Estratos hasta 800 Mts	9.86
3	Aguas subterráneas: : Estratos 800 – 4000 Mts	12.35
4	Lagos de agua dulce	0.35
5	Ríos	0.003
6	Humedad constitutiva de minerales	0.001
7	Humedad constitutiva de la biomasa	0.003
8	Atmosfera	0.040
	Total	100

Distribución de agua Dulce Liquida.

	Ubicación	Volumen en Km ³	Por Ciento
1	Lagos y Ríos	22,000	2.7
2	Aguas Subterráneas	8'062,000	97.3
	Total	8'287,000	100.00

Distribución del Agua Subterránea

	Ubicación	Volumen en Km ³	Por Ciento
1	Estratos primeros 800 mts	3'579,528	44.4
2	Estratos de 800 a 4000 mts	4'482,47	55.6
	Total		100

Fuente: El ciclo del agua: Todd. Ground Water, Hydrology Ed. J. Wiley

La superficie del planeta está cubierta mayoritariamente por agua. Sólo el 30% está ocupado por los continentes. A pesar de que el 70% de la superficie del planeta está compuesta por agua, 97.38 % de ésta es salina y está contenida principalmente en los océanos, y sólo 2.61% es agua dulce. De ésta, 77.23% se encuentra congelada (en bancos de hielo, glaciares y nieves perpetuas) y en la humedad del suelo; 30.8% se almacena en aguas subterráneas (de las cuales no toda es disponible para consumo humano por su profundidad y calidad), y poco menos de 0.3 % es agua superficial localizada en lagos, lagunas, ríos y humedales. En otras palabras, menos de 1% del agua dulce del mundo (cerca de 200 000 km³ entre superficial y subterránea) está realmente disponible para el uso humano y el mantenimiento de los ecosistemas naturales²⁴.

Sin embargo el ciclo del agua describe la presencia y el movimiento del agua en la Tierra está siempre en movimiento y constantemente cambiando de estado, desde líquido, a vapor, a hielo, y viceversa, esto ha estado ocurriendo por millones de años, y la vida sobre la Tierra depende de este fenómeno ya que sin él, el planeta sería un sitio inhóspito.

Parte de esta agua permanece en las capas superiores del suelo, y vuelve a los cuerpos de agua y a los océanos como descarga de agua subterránea. Otra parte del agua subterránea encuentra aperturas en la superficie terrestre y emerge como manantiales de agua dulce.

²⁴ Fuente: Gleick, P. H., 1996: *Water resources*. In *Encyclopedia of Climate and Weather*, ed. by S. H. Schneider, Oxford University Press, New York, vol. 2, pp.817-823.

El agua subterránea que se encuentra a poca profundidad, es tomada por las raíces de las plantas y transpirada a través de la superficie de las hojas, regresando a la atmósfera. Otra parte del agua infiltrada alcanza las capas más profundas de suelo y recarga los acuíferos (roca subsuperficial saturada), los cuales almacenan grandes cantidades de agua dulce por largos períodos de tiempo.

La precipitación es el principal proceso por el cual el agua retorna a la Tierra. La mayor parte de la precipitación cae como lluvia²⁵. La tasa de precipitación varía geográficamente y a lo largo del tiempo, la cantidad de precipitación varía a lo largo del mundo, de los países, incluso dentro de una misma ciudad.

A escala global, el clima está cambiando continuamente, generalmente no lo hace lo suficientemente rápido como para que lo notemos. En los últimos años, por el tipo de intervención de hombre sobre la naturaleza la emisión de los gases efecto invernadero está provocando el cambio climático²⁶.

Sin embargo, es importante resaltar que este ciclo hidrológico últimamente se ha alterado de manera alarmante provocando grandes cambios en el clima como consecuencia del modelo de crecimiento económico y el incremento de la población, así como, las sucesivas intervenciones con infraestructuras sin las debidas consideraciones ambientales, han colocado la demanda humana por arriba de su oferta

²⁵ Bear, J. and A. Verruijt. 1987. Modeling groundwater flow and pollution. D. Reidel Publishing Co., Dordrecht. The Netherlands. 414 p.

²⁶ Kelly, W. A., 1936, Evolución de la península de Coahuila, México).

natural. En estos casos la gestión del agua ya no lo es, sino de su déficit, en que se establece quien debe de pagar la cuenta de la sobreexplotación y mala regulación del uso que hacemos del agua; y esto no es un proceso socialmente y políticamente equitativo o neutro²⁷.

1.3 importancia de la creación de los continentes en la formación de cuencas hidrológicas como fuente de captación de la precipitación

La formación de las diferentes capas de la corteza terrestre y su capacidad de retener agua en diferentes estratos obedece a la forma y el tiempo en que fueron creados en base al intemperismo, las altas temperaturas y el grado de compactación de los suelos, provocando confinamientos tanto de residuos fósiles como de materiales impermeables especialmente las calizas tratando de interpretar este origen de la fisiografía del planeta.

Su importancia radica en la capacidad de retención de agua por un suelo, ya que depende de su constitución mecánica y contenido químico siendo el preámbulo del origen de un acuífero. Entre 1908 y 1912, el geólogo y meteorólogo alemán Alfred Wegener y otros descubrieron que las placas continentales se rompen, se separan y chocan unas con otras. Las colisiones deforman los sedimentos geosinclinales creando las cordilleras de montañas futuras.

²⁷ Soares Denise, Vargas Sergio, Nuño María Rosa; La Gestión de los Recursos Hídricos Realidades y Perspectivas. Tomo I. 2008.

Interpretando estas líneas se coincide que el origen del agua en el subsuelo obedece a un efecto de recarga hidráulica, que viaja a través del suelo desde su origen o lugar donde se precipitó llamado recarga hasta un punto donde su efecto gravitacional deje de actuar a través de un estrato impermeable, así tenemos que en el continente americano la influencia de los deshielos de Canadá se infiltran en suelos arcillosos y fluyen en el subsuelo por estratos rocosos y afloran cerca del río Bravo y Colorado.

En el continente europeo Francia e Inglaterra comparten una fisiografía similar de tal modo que las precipitaciones en Inglaterra favorecen los mantos acuíferos de Francia y los de Francia recargan a la parte norte de España.

El tectonismo general y local es la madre de la fisiografía de los continentes ocasionado por el esfuerzo cortante de la presión de las capas del suelo y esto da origen al lugar donde posteriormente se depositará el agua del ciclo hidrológico o sea los diferentes estratos confinados o semiconfinados de los acuíferos²⁸.

La cuenca, es el área donde toda el agua que cae drena y se dirigirá hacia un mismo punto. Las cuencas pueden ser tan chicas como la huella de una pisada en el barro, o tan grandes como para incluir a toda la porción de tierra que drena hacia el río y que desemboca en el mar.

²⁸ Yevjevich, V. 1976. Advanced approaches to karst hydrology and water resources systems. Karst hydrology and water resources. Volumen I. Part 2. Karst hydrology. proceeding of the U.S.-Yugoslavian Symposium, Dubrovnik, June 2-7, 1975. Water Resources Publications. USA. pp. 209 - 220.

Cuencas pequeñas, se encuentran dentro de cuencas más grandes. Estas son importantes ya que el cuerpo y la calidad de agua del mismo se ven afectados por lo que sucede en ella, ya sea por causas naturales o provocado por el hombre.

La parte más importante en la evaluación de un proyecto de recursos hídricos es la cuenca hidrológica²⁹ ya que esta es la superficie delimitada por las montañas, su pendiente, la cobertura vegetal y el promedio de precipitación lo que determina la capacidad de captación de agua meteórica o de lluvia y en consecuencia la capacidad de recarga de las fuentes de abastecimiento (ríos, arroyos, lagos, acuíferos etc.)

El escurrimiento superficial es aquel producido por el agua de lluvia que corre sobre la superficie del suelo por efecto gravitacional, hacia la corriente de agua más cercana donde se le opone al movimiento gravitatorio la rugosidad de la cobertura vegetal y la pendiente. Dicho escurrimiento acarrea en su trayectoria material vegetal, sales e iones que producen una interminable lista de reacciones químicas (lixiviación, oxidación, sulfatación, etc.), que difieren de la calidad del agua precipitada.

Este fenómeno químico de infiltración condiciona la calidad del agua disponible para cualquier proyecto, ya que puede llegar a ser altamente tóxica o contaminada especialmente cuando se combina con el ion sulfato o arsénico.

Es decir, sí la topografía del terreno es menos accidentada, sin montañas, la cuenca puede ser considerablemente enorme (Kansas, Nebraska, parte del desierto de

²⁹ Ley Federal de Aguas Nacionales Artículo 3 XVI. "Cuenca Hidrológica": CONAGUA 2010

la Comarca Lagunera) y dependiendo del promedio de precipitación puede convertir la cuenca en una zona árida o pantanosa.

En cuencas extremadamente grandes casi toda la precipitación se infiltra a los estratos del subsuelo pudiendo encontrar recursos de explotación (pozos) de poca profundidad. (Parras de la fuente, Paila, Mapimí). En cuencas muy pequeñas por su elevada pendiente montañosa aunque su precipitación sea muy elevada poca retención de agua presentará, beneficiándose otros lugares lejos y ajenos al lugar donde se presentó la precipitación.

Este es el típico caso del aprovechamiento del agua por obras hidráulicas (presas, bordes) que con el paso del tiempo se genera un modelo de producción en la agricultura conocido como “temporal” donde se cuenta con un derecho de agua de los distritos de riego de un lugar ajeno al lugar donde se generó el escurrimiento. (Comarca Lagunera) 167 Km de distancia de la presa al consumo en Torreón, Coahuila, a través del Rio Nazas³⁰.

La cantidad de agua en los ríos y lagos está permanentemente cambiando, debido a las entradas y salidas del agua al sistema. El agua que entra proviene de las precipitaciones, de la esorrentía superficial, del agua subterránea que se filtra hacia la superficie, y de los ríos tributarios.

³⁰ Geologic evolution of the Sierra Madre Oriental between Linares, Concepción del Oro, Saltillo and Monterrey, México, elaborado por Ricardo José Padilla y Sánchez, tesis doctoral, Universidad de Texas en Austin, 1982.

La pérdida de agua de los lagos y ríos se debe a la evaporación y a la descarga hacia aguas subterráneas. Los seres humanos también usan el agua superficial para satisfacer sus necesidades. La cantidad y localización del agua superficial varía en el tiempo y el espacio, ya sea por causas naturales o debidas a la acción del hombre.

Los ríos contienen únicamente un 0.006 por ciento de todas las reservas de agua dulce. Como podemos ver, la vida en la Tierra se mantiene con el equivalente de "una gota en el balde" del total de agua en la Tierra.

Las regiones llamadas cuencas hidrológicas reciben de la precipitación el recurso del agua meteórico, este al depositarse en el suelo específicamente es sometido a tres esfuerzos que son la evaporación, el escurrimiento superficial y la infiltración a estratos profundos, este último es el que da origen a la recarga de lo que se conoce como acuífero³¹ o lugar donde se deposita el agua profunda del subsuelo creando diferentes tipos sistemas (confinados, semiconfinados, libres y afloramientos cartesianos) y así en base al tipo de suelo y geología del lugar se condiciona la disponibilidad del agua, siendo la calidad y cantidad del fluido variables dependientes del medio ambiente³² y no variables generadas en la legislación urbana ó impuestas por la sociedad.

³¹ Ley de Aguas Nacionales Capítulo 3 II. "Acuífero": Cualquier formación geológica o conjunto de formaciones geológicas hidráulicamente conectados entre sí, por las que circulan o se almacenan aguas del subsuelo que pueden ser extraídas para su explotación, uso o aprovechamiento y cuyos límites laterales y verticales se definen convencionalmente para fines de evaluación, manejo y administración de las aguas nacionales del subsuelo.

³² Anderson, M. and W., Woessner. 1992. Applied groundwater modeling. Simulation of flow and advective transport. Academic Press, Inc. San Diego. U.S.A. 381 p.

Este concepto es muy frecuente que se omita en los proyectos de suministro de agua, ya que se llega a hablar del derecho que tienen los individuos al agua, pero si las condiciones naturales no lo permite esto se convierte en una utopía. Mas sin embargo, es importante resaltar que el tiempo que transcurre entre la precipitación, infiltración y disponibilidad es muy variado.

Esto pone en desventaja a zonas con demasiada pendiente (montañas) y de poca cobertura vegetal, ya que al contrario de infiltrar la precipitación provoca erosión en el suelo. Es decir, es claro que el fenómeno de precipitación es mayor en zonas de mayor cobertura vegetal (selvático) y el nivel estático (profundidad del agua por saturación es menor), dicho tiempo puede tardar años, décadas y a veces siglos como es el caso de la explotación de acuíferos con aguas fósiles del cretácico superior, cuyo periodo de retorno del agua podría estar por encima de 1000 años³³.

Resulta imperativo preservar estos ecosistemas ya que la velocidad de extracción es altamente depredadora con respecto al tiempo de retorno o tiempo de recarga. Este importante factor no suele ser considerado en los proyectos de explotación, lo cual ha llevado a algunos lugares del país a reducir notablemente su capacidad de desarrollo (Navidad, N.L; Región Manzanera de Sierra de Arteaga, Coah, Sierra de Zapaliname). Esto significa que la parte del Noreste de México, principalmente Coahuila, Nuevo León, Tamaulipas, San Luis Potosí y parte de Durango, al presentar este esquema montañoso, árido de poca cobertura vegetal, altas temperaturas y poca precipitación, sus acuíferos sean muy bajos en capacidad de captación y el agua se

³³ Davis, S.N. y R de Wiest 1971 Hidrogeología. Ediciones Ariel Barcelona España.

encuentre muy profunda con frecuencia acompañada de sales y iones como el arsénico y sulfatos³⁴.

Todo ello explica claramente que aun existiendo el recurso hídrico resulta incosteable su explotación, por los elevados costos que implican tanto el bombeo por la profundidad como la calidad del agua, o ambas, al no cumplir con la norma establecida para el consumo humano.

1.4 Formación de los acuíferos como fuentes de suministro de agua en zonas áridas, tipos y sus diferentes propiedades

Un acuífero es una zona donde se almacena el agua en el suelo como consecuencia de la infiltración del fluido y como balance de los esfuerzos de presión de retención y tensión superficial. Recordando al inicio de este documento que México posee 653 acuíferos, Sin embargo, la extracción inmoderada ha causado la sobreexplotación de 102 acuíferos.³⁵ Las diferentes sociedades han utilizado el agua subterránea por cientos de años y lo continúan haciendo hasta el día de hoy, principalmente para beber y para riego.

El movimiento del agua por debajo de la superficie depende de la permeabilidad (que tan fácil o difícil es el movimiento del agua) y de la porosidad (la cantidad de espacio abierto en el material) de la roca subsuperficial.

³⁴ North American Continent Ocean Transects Program Transect H-1: La Paz to Saltillo, Northwestern and Northern México, por Luis Miguel Mitre Salazar y Jaime Roldán Quintana (fecha y sitio de publicación desconocidos).

³⁵ "Agua vida" Concepto que desarrollo el Dr. Arrojo en España y se utiliza en los trabajos de balance de cuencas en México.

Si la roca permite que el agua se mueva de una forma relativamente libre dentro de ella, el agua puede moverse distancias significativas en un corto período de tiempo. Pero el agua también puede moverse hacia acuíferos más profundos, desde donde demorará años en volver a ser parte del ambiente.

Esto ha traído enormes problemas a las civilizaciones modernas ya que debido al uso sin control o a la sobreexplotación abatieron este recurso superior y con la expectativa de encontrar más de este fluido en estratos más profundos ha degenerado al ambiente y lo ha deteriorado a un punto sin retorno tratando de abastecer las modernas manchas urbanas que demandan enormes cantidades de agua que no existen en el lugar original de asentamiento³⁶. Esto es el claro ejemplo de las ciudades del noreste de México que se establecieron en lugares de afloramiento superficial y crecieron con esta dependencia hídrica (Saltillo se inicio con un afloramiento de 40 lps y hoy se demandan 3200 lps) y que nunca se declaro "Zona de reserva".³⁷

1.5 El recurso del agua desde el contexto social

El agua es un recurso fundamental para mantener los ecosistemas y para la sustentabilidad del medio ambiente (INEGI, 2006). Asimismo, el agua está presente en

³⁶ Lapcevic, P. A. and K. S. Novakowski. 1989. The analysis of slug tests conducted in fractured sedimentary rock. Paper presented at the NWWA FOCUS Conference on eastern regional ground water issues, Kitchener, Ontario.

³⁷ Ley de Aguas Nacionales Articulo 3 LXIV. "Zona de reserva"

prácticamente todas las actividades humanas, desde su función como líquido vital, hasta su utilización en procesos industriales (Rijsberman, 2004).

En los próximos decenios podrían desencadenarse conflictos políticos y violentos al aumentar el número de municipios cada vez más populosos que enfrentan tensiones hídricas y franca escasez de agua³⁸.

Por tal motivo, es importante abordar el estudio del agua desde su perspectiva integral para realizar un diagnóstico pertinente y oportuno que pueda derivar en propuestas concretas de políticas públicas. El agua, desde su perspectiva polifacética, será el tema de los siguientes subapartados de este documento.

Los derechos de propiedad (privados o sociales) y los conflictos por agua.

La indefinición de los derechos de propiedad es parte esencial del problema del agua en México. ¿Qué es un derecho de propiedad? Utilizando una definición mínima, es un reconocimiento, legalmente sancionado, de que un bien o recurso pertenece a alguien. El grado en que tal derecho está bien definido depende no sólo de la claridad de la ley, sino de la capacidad para hacer cumplir tal reconocimiento (lo cual incluye reglas de protección del derecho y la posibilidad de que al poseedor le sea posible, con relativa facilidad, excluir a otros del disfrute del bien).

De ahí que el caso del agua sea particularmente complejo: por sus características físicas, es difícil distribuir el recurso y excluir a otros de su uso. La propia cuantificación del recurso es tarea difícil. ¿Cuál es el acervo disponible en un acuífero? ¿A quiénes pertenece? ¿Cuál es su tasa natural de recarga y, por tanto, cuál es su tasa eficiente de extracción?

³⁸ Peter Gleick, del Pacific Institute for Studies in Development, Environment and Security.

Por lo anterior, es complicado cumplir con los parámetros de la economía neoclásica, que establecen que un consumo eficiente es posible sólo cuando los derechos de propiedad son privados, pues sólo así se garantiza que un individuo consuma, mientras el beneficio marginal de hacerlo sea mayor a su costo marginal (de lo contrario, habría una pérdida de beneficio social). Cuando el recurso pertenece a varias personas, el consumo de cada persona no tiene en cuenta el aumento de los costos de extracción futuros de otros propietarios, por lo que el aprovechamiento resulta ineficiente.

Sin embargo, en México la propiedad no se concibe en principio como privada: las aguas pertenecen originariamente a la nación,²³ “la cual ha tenido y tiene el derecho de transmitir su dominio a los particulares, constituyendo la propiedad privada” (Brañes, 2000). Desde el origen, el estado se auto asigna la responsabilidad de distribuir el líquido, es decir, la asignación entre privados a través de un mercado no es un acto natural, sino que depende de la gestión social del estado. Se ha criticado la postura de que sólo los derechos privados son eficientes, y se le ha opuesto la teoría de los recursos de uso común (Ostrom, 2000), según la cual, una colectividad bien organizada puede hacer un uso sustentable de su recurso, además de que, en el caso de bienes cuya exclusión y suministro privados serían muy costosos (como es el caso del agua), puede ser la única forma de propiedad posible.³⁹ No obstante, el caso mexicano sigue

³⁹ Garret Hardin (1968). La economía neoclásica argumenta que, en una propiedad colectiva, se suele usar el recurso a una tasa mayor que la tasa eficiente de extracción. La escuela de Elinor Ostrom ha opuesto a esta teoría una gran cantidad de información empírica y una explicación teórica: la “tragedia” se evade si en la colectividad hay capacidad de organización y cooperación, lo cual depende, teóricamente, de que el valor del futuro para los miembros de la colectividad sea lo bastante alto como para respetar los acuerdos sobre la tasa de extracción.

siendo ineficiente, pues responde más a una propiedad de acceso abierto que a un recurso compartido por un grupo de propietarios colectivos con derechos bien definidos.

Aceptando que puede haber un sistema de derechos que puede admitir poseedores colectivos más no un acceso indiscriminado, podemos identificar las condiciones mínimas que definen a un sistema eficiente de derechos de propiedad (Posner, 1986).

- a. Todos los recursos son poseídos por alguien, a excepción de aquéllos cuyo consumo no disminuye el consumo de nadie más (es decir, no son escasos).
- b. Los derechos son exclusivos (Posner se refiere a derechos individuales, aquí flexibilizamos la condición para incluir entidades colectivas y excluimos sólo a los sistemas de acceso abierto, los cuales no tienen propietarios definidos).
- c. Los derechos son transferibles.

Si sólo se toman en cuenta los requerimientos personales de consumo y de higiene básica, la OMS y el Fondo de Naciones Unidas para la Infancia (UNICEF) consideran que éstos ascienden a 20 litros diarios por persona, los cuales deben el consumo de una cantidad menor de agua a dicha cuota impide a la persona mantener un nivel de bienestar mínimo. Si se consideran factores como el baño diario y necesidades de lavado de ropa, el nivel mínimo se incrementa a 50 litros diarios (PNUD, 2006).

Lo anterior refleja que los países pobres generalmente tienen grandes carencias de agua. En este contexto, el Programa de las Naciones Unidas para el Desarrollo (PNUD, 2006) apunta que una de cada cinco personas de los países en desarrollo no tienen acceso a agua limpia, lo que representa una población de 1,100 millones de personas. Además, 2,600 millones de personas, casi la mitad de la población en los países en desarrollo, no tienen acceso a servicios de drenaje adecuado.

Se ha afirmado que los conflictos surgen debido a la escasez de un recurso, esto es, a la existencia de numerosos usos que compiten entre sí por el agua. Sin embargo, entre los tomadores de decisión hay una preocupación en este sentido: la recomendación propuesta para combatir la escasez y prevenir conflictos es la asignación de derechos de propiedad y la reforma del sistema de precios, ante esto estaríamos en un círculo perverso.

El Comité sobre Derechos Económicos, Sociales y Culturales (CDESC) definió por primera vez el derecho al agua en la Observación general N° 15, de noviembre de 2002. El “derecho humano al agua es el derecho de todos a disponer de agua suficiente, salubre, aceptable, accesible y asequible para el uso personal y doméstico. Un abastecimiento adecuado de agua salubre es necesario para evitar la muerte por deshidratación, para reducir el riesgo de las enfermedades relacionadas con el agua y para satisfacer las necesidades de consumo y cocina y las necesidades de higiene personal y doméstica” (CDESC 2002).

La declaración del derecho humano al agua parte de un reconocimiento de la Organización de las Naciones Unidas (ONU) sobre la inequidad en la distribución del servicio. Para la ONU, un elemento integral para garantizar la seguridad humana (concepto adoptado a partir del Informe de Desarrollo Humano de 2004) es contar con seguridad de agua (PNUD, 2006).

“Sin agua, no hay paz”⁴⁰ Lo anterior es un ejemplo claro de la relación circular que existe entre la pobreza y la seguridad de agua en países que dependen en gran medida de las actividades agrícolas. La privación de agua es una causa de la disminución generalizada de los niveles de ingreso, lo cual aumenta la probabilidad de conflictos armados. Y éstos, a su vez, minan las posibilidades de desarrollo económico que pudiera proveerles de otros medios para allegarse de suficiente agua para sus cultivos, aparte de la que reciben por medio de las lluvias.

Se estima que las mejoras en la infraestructura pública para proveer de agua a los hogares tiene un impacto de alrededor de 30% en reducir las enfermedades diarreicas (SEMARNAT, 2008). No obstante, como se puede observar más adelante, la provisión de servicios públicos es más amplia para personas que no están en condiciones de pobreza. Para explicar este punto, puede observarse que, de acuerdo con información de la OMS y UNICEF, en el año 2002 se registraron casi 2.5 millones de decesos ocasionados por enfermedades asociadas al agua, saneamiento e higiene en los países en vías de desarrollo, en tanto que, en países desarrollados, sólo se registraron 24,000 decesos por esta misma causa. Lo anterior quiere decir que se

⁴⁰ (“No water, no peace”, p. 111, op. cit.). La imposibilidad de proveerse del agua necesaria tiene un impacto en las diversas dimensiones de la pobreza, tales como la salud, la educación, la inclusión social y el ingreso/consumo (Bosch et al., 2002).

registran, por problemas asociados al agua, casi 100 decesos en países en vías de desarrollo por cada muerte en los países desarrollados.

1.6 El recurso y disponibilidad del agua en México: la disponibilidad del agua por habitante

La disponibilidad natural promedio de agua en el país es un indicador útil, sobre todo para comparaciones internacionales, pero no refleja la realidad cuando tomamos en cuenta la desigual ocurrencia espacial y temporal del agua⁴¹.

No es fácil estimar la cantidad de agua que se necesita para mantener estándares de vida aceptables o mínimos. Pero según, las diferentes fuentes de información se presentan cifras para el consumo total de agua y para el uso del agua por sector de la economía.

En general se considera que un volumen de 50 litros de agua dulce por persona por día es el mínimo necesario para satisfacer las necesidades de beber y saneamiento solamente. Si también se incluye el agua para bañarse y cocinar, esta cifra varía desde 50 a 200 litros per cápita por día.

La desigual distribución del agua en México.

El sistema de distribución del agua ha generado un injusto reparto por sectores sociales y por entidad federal. Existe una distribución inequitativa del agua por entidad.

⁴¹ Véase Distribución espacial del agua en México Boletín informativo.CNA, (2004)

Por ejemplo, las zonas urbanizadas del área metropolitana que conforman los municipios del estado de México, cuentan solo con el 45% del volumen total del agua a pesar de que albergan 10 de los 18 millones de habitantes de la urbe. En general, la misma proporción se observa en cuanto a la distribución del agua extraída de los pozos en el Valle de México.

Respecto al agua que aportan las cuencas de Lerma y Cutzamala la situación varía significativamente: a pesar de que se ubican en la vecina entidad, los municipios conurbados solo reciben el 28% mientras el Distrito Federal concentra el restante 72% de dichas fuentes. La distribución desigual también se tiene al comparar el promedio por habitante; los residentes del D.F. reciben casi el doble de agua que los del estado de México: 401 litros al día contra 261.

La historia de la ciudad comprueba que ahí donde se lleva el agua se finca la urbanización. La primera conurbación con un pueblo cercano se dio a partir del siglo XVII; fue con Tacuba y se registro precisamente a lo largo de la calzada por donde se abastecía a la ciudad del agua proveniente de Chapultepec. Lo mismo sucedió a principios de siglo con la extensión de la ciudad hacia el sur, a partir de la construcción del acueducto de Xochimilco. Los impactos sobre el crecimiento y la expansión se presentan ahora con el acueducto perimetral, principalmente en el caso del Acuífero.

Sin duda, los principales detonadores de la urbanización en México es el fenómeno industrial y los cambios de usos del suelo, que de agrícolas pasan a ser urbanos; valorizando una vasta zona y sentando así las bases para la conurbación de

los valles. Todos los municipios cuentan con decenas de propuestas de desarrollos inmobiliarios de carácter campestre y preservación ecológica que, de ser aprobados, también impulsarán la urbanización de las sierras y los bosques. Por si fuera poco lo anterior, el efecto urbanizador afecta en el medio ambiente reduciendo parte de la zonas más importante de recarga acuífera.

La cantidad de agua que las personas realmente utilizan en un país depende no sólo de las necesidades mínimas y de cuánta agua se dispone para el uso, sino también del nivel de desarrollo económico y del grado de urbanización⁴².

Mundialmente, de las tres categorías corrientes del uso de agua dulce para la agricultura, la industria y el uso doméstico (personal, familiar y municipal) la agricultura es la que domina. En el plano mundial, la agricultura representa un 69% de todas las extracciones anuales de agua; la industria, un 8%, y el uso doméstico, un 23%.

Existen grandes diferencias por región. En África se estima que 88% del agua dulce se utiliza para la agricultura, 7% para fines domésticos y 5% para la industria. En Asia el agua también se utiliza sobre todo para la agricultura, que según las estimaciones representa el 86% del uso total, mientras que la industria sólo representa el 8% y el uso doméstico, el 6%. En Europa, sin embargo, el agua se utiliza en su mayor parte para la industria, con 54% del total, mientras la agricultura representa el 33% y el uso doméstico el 13%.

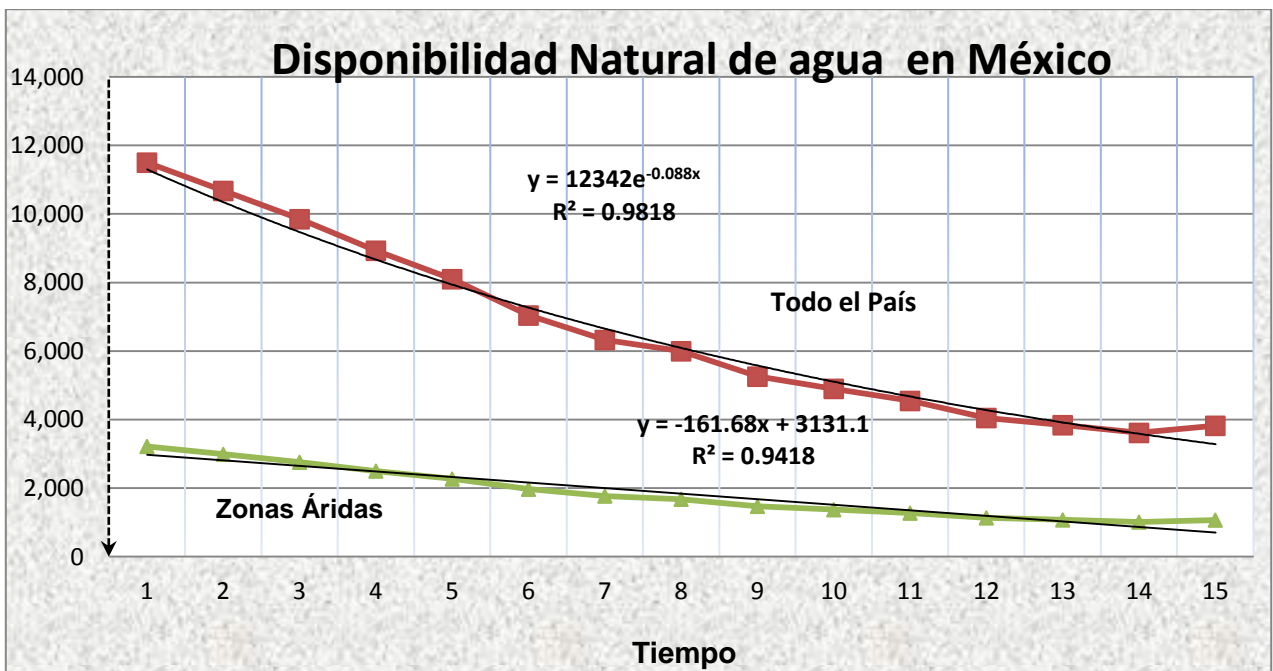
⁴² *Falkenmark considera que la cifra de 100 litros de agua dulce per cápita por día para uso personal es una estimación aproximada de la cantidad necesaria para un estándar de vida mínimamente aceptable en los países en desarrollo, sin incluir los usos para la agricultura y la industria.*

Los países en desarrollo dedican casi toda el agua disponible a la agricultura. La India, por ejemplo, utiliza 90% del agua para la agricultura y sólo 7% para la industria y 3% para uso doméstico. Cuanto más alto es el nivel de desarrollo, más agua se utiliza para fines domésticos e industriales y menos para la agricultura.

En México se registra en la actualidad una disponibilidad natural de agua por habitante promedio de 4,573 metros cúbicos (m³) al año, lo cual parece suficiente. No obstante, de acuerdo con la SEMARNAT (2008), México se ubica en el lugar 89 entre 177 países en cuanto a la disponibilidad natural media del agua, lo cual lo ubica entre los países con disponibilidad baja. Aunado a esto, cada año las reservas de agua subterránea disminuyen más o menos 6 km³ debido a la sobreexplotación (INEGI, 2006). Lo anterior se puede explicar observando el promedio de consumo de agua diario en México para todo tipo de actividades, que es de alrededor de 370 litros por persona, cifra que lo ubica entre los países con un nivel de consumo relativamente alto (PNUD, 2006). Como se muestra en la tabla Número 3 y Grafica 1.

Tabla 3. Tendencias de la disponibilidad de agua media anual natural en México

Tiempo en Años	Media Anual Natural México Miles de M ³ /año/Habitante	Zonas Áridas Miles de M ³ /año/Habitante
1955	11,500	3220
1960	10,675	2989
1965	9,850	2758
1970	8,930	2500.4
1975	8,100	2268
1980	7,040	1971.2
1985	6,325	1771
1990	5,997	1679.16
1995	5,256	1471.68
2000	4,900	1372
2005	4,547	1273.16
2010	4,050	1134
2015	3,840	1075.2
2020	3,615	1012.2



Fuente: Comisión Nacional del Agua. Folleto Informativo CNA 2004^a

Con lo que respecta a la cobertura de los servicios de agua y sanidad de México, en 2010 se registró una cobertura de agua potable de 87.8%. No obstante, cuando se desagrega esta información para zonas rurales y urbanas, se encuentra una cobertura de 74.7% en el primer caso y de 95.9% en el segundo. Datos similares existen para la cobertura de alcantarillado, que son de 86.7%, 97.0% y 68.2% a nivel nacional, urbano y rural, respectivamente (INEGI, 2005). Dado que la pobreza es más profunda en zonas rurales, estas cifras son un indicativo de que en efecto la problemática del agua tiene mayor incidencia en hogares pobres⁴³

Con respecto a esto, un buen número de estudios se han enfocado a analizar los patrones de consumo de agua en las Zonas Metropolitanas de México (Legorreta, 2001;

⁴³ SACM (2008). Volumen anual de agua entregada de fuentes locales y federales, Dirección de Sectorización y Automatización, informe interno del Sistema de Aguas INEGI (2008).

Izazola, 2001; Breña y Breña, 2004). Una posible explicación de por qué este tipo de estudios se enfocan en regiones densamente pobladas es porque ahí se registra la menor disponibilidad de agua de todo el país y donde se concentra casi 20% de la población nacional. En los sectores pobres de la Ciudad de México el consumo diario era de 28 litros; en la población de ingresos medios, entre 275 y 410 litros diarios, y en los sectores más ricos, entre 800 y 1,000 litros diarios. Legorreta (2001) Además las colonias que sufren problemas de tandeos, con al menos menor de 1'000,000 habitantes afectados, de los cuales predominan hogares que tienen ingresos menores a dos salarios mínimos. Por lo tanto, se observa una gran disparidad entre la provisión de agua de acuerdo con el nivel de ingresos.

El agua dulce y el desarrollo económico.

El nivel de desarrollo económico de un país se refleja en el volumen de agua dulce que consume. La gente de aquellas regiones del mundo en desarrollo usa mucha menos agua per cápita que en regiones desarrolladas. En África, la extracción de agua anual per cápita para uso personal tiene un promedio de 17 metros cúbicos solamente (igual a 47 litros de agua por día), y en Asia, 31 metros cúbicos (igual a 87 litros por día). Por contraste, se estima que un uso comparable de agua en el Reino Unido sería de 122 metros cúbicos por año (334 litros por día), y en los Estados Unidos, 211 metros cúbicos por año (578 litros por día).

En todo el mundo la demanda de agua dulce per cápita se está elevando considerablemente a medida que los países se desarrollan económicamente. La extracción de agua ha aumentado en las tres categorías principales del uso para

satisfacer la creciente demanda industrial, la creciente demanda doméstica, incluidos los servicios municipales, y la creciente dependencia del riego para la producción de alimentos.

En México los habitantes están extrayendo agua de ríos, lagos y fuentes subterráneas más rápidamente de lo que demora en renovarse "extrayendo, de forma insostenible, lo que una vez era un recurso renovable, encara tensión hídrica o escasez de agua.

En este siglo, mientras la población mundial se ha triplicado, la extracción de agua ha aumentado más de seis veces. Desde 1940 la extracción mundial de agua ha aumentado en promedio entre 2,5% y 3% por año, en comparación con un crecimiento anual de la población de 1,5% a 2%. En el decenio pasado la extracción de agua en los países en desarrollo ha estado aumentando a razón de 4% a 8% por año.

El agua dulce está surgiendo como uno de los problemas más críticos de los recursos naturales que enfrenta la humanidad. Al aproximarse el año 2015, la población mundial se está expandiendo rápidamente. Pero la tierra no tiene más agua ahora que 2.000 años atrás, cuando estaba habitada por menos del 3% de la población actual.

El nivel de uso del agua también pone de manifiesto el nivel de urbanización de un país. El bajo uso doméstico actual en muchos países en desarrollo a menudo refleja lo difícil que es obtener agua dulce. Los sistemas de agua por tubería son raros en las

zonas rurales. Dos tercios de la población mundial, en su mayor parte en los países en desarrollo, obtienen el agua en fuentes públicas, pozos comunales, ríos y lagos, o el agua de lluvia recogida de los techos. Con frecuencia, la población rural generalmente mujeres y niñas deben caminar varios kilómetros y pasar muchas horas yendo a buscar agua para la familia. Típico de zonas marginadas en México con problemas de falta de infraestructura Hidráulica⁴⁴.

Con la urbanización, el uso de agua aumenta notablemente. En 1900, por ejemplo, la familia media norteamericana utilizaba solo 10 metros cúbicos de agua por año, en comparación con más de 200 metros cúbicos hoy día. Cien años atrás, casi todos los habitantes de nuestro país extraían el agua de pozos y tomas de agua públicas. La mayoría de los hogares no disponían de agua corriente, excepto en las grandes ciudades, y la mayor parte de la población vivía en zonas rurales.

A medida que el mundo se vuelve predominantemente urbano y la agricultura depende cada vez más del riego, será difícil para las ciudades satisfacer la demanda creciente de agua. En los países en desarrollo el rápido crecimiento urbano suele ejercer tremenda presión en los sistemas de abastecimiento de agua anticuados e inadecuados. Entre 1950 y 1980, por ejemplo, se triplicó e incluso se cuadruplicó la población de muchas ciudades de América Latina, como, México, D.F.

⁴⁴ Coing 1989 El concepto de “Medios de consumo colectivo”, proveniente de la sociología urbana francesa de los años setenta, su fundamento está en el papel del estado para el aprovisionamiento de ciertos bienes y servicios que, si bien son indispensables para la producción y reproducción del capital, no pueden ser asegurados por el sector privado por su alta inversión y baja rentabilidad económica.

En los años noventa, las ciudades de los países en desarrollo recibieron unos 60 millones de nuevos habitantes por año. Pero muchos organismos no están equipados para administrar el abastecimiento municipal de agua.

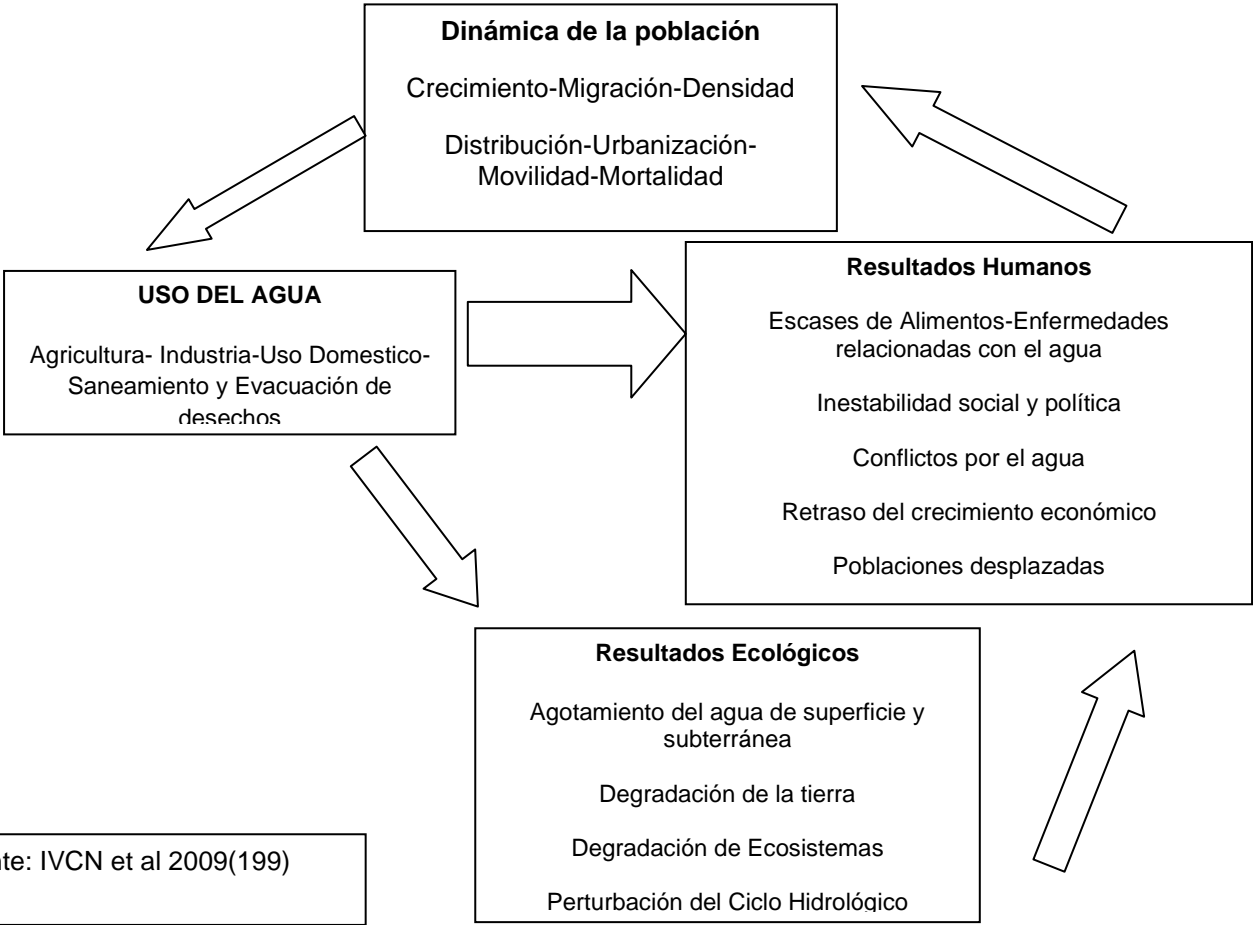
Más allá del impacto del crecimiento mismo de la población, la demanda de agua dulce ha estado aumentando en respuesta al desarrollo industrial, la dependencia creciente en la agricultura de regadío, la urbanización masiva y los niveles de vida más altos. Además, el suministro de agua dulce de que dispone la humanidad se está reduciendo a raíz de la creciente contaminación de muchos de esos recursos hídricos. En algunos países los lagos y ríos se han transformado en receptáculos de una variedad abominable de desechos, inclusive aguas negras municipales parcialmente tratadas, afluentes industriales tóxicos y sustancias químicas de las actividades agrícolas lixiviadas en las aguas de superficie y freáticas.

Al encontrarse entre suministros de agua limitados y crecientemente contaminados por una parte y la demanda rápidamente creciente del crecimiento demográfico y el desarrollo por otra, muchos países en desarrollo enfrentan decisiones problemáticas. La insuficiencia de agua dulce probablemente sea uno de los principales factores que coarten el desarrollo económico en los decenios venideros, advierte el Banco Mundial.

La disponibilidad de agua dulce impone límites al número de personas que puede sostener una zona e influye en el nivel de vida. A su vez, el crecimiento y densidad de la población afectan habitualmente la disponibilidad y calidad de los recursos hídricos de una zona cuando los habitantes tratan de abastecerse de agua cavando pozos, construyendo depósitos y embalses y desviando el curso de los ríos. Si

las necesidades son constantemente superiores a los suministros disponibles, en algún momento el uso excesivo de agua lleva al agotamiento de los recursos hídricos de superficie y subterráneos y provoca la escasez crónica de agua. Como se muestra en el siguiente Diagrama de flujo Figura Número 1.

Vínculos entre la población y el agua dulce



Se estima que el crecimiento demográfico por sí solo llevará a que para el año 2025 este país con más de 125 millones de habitantes, pase dentro de los próximos 30 años a la categoría de países con escasez de agua con problemas de “punto sin retorno”.

Como pudimos observar en la grafica número 1 y tabla anterior número 3 en 1955, la disponibilidad natural promedio era de 11,500 m³/hab/año, considerada alta; sin embargo, se estima que para el año 2025, con el aumento de la población y el deterioro de los cuerpos de agua, seguirá descendiendo hasta 3822 m³/hab/año y en las zonas áridas 1070.56 m³/hab/año. La disponibilidad VII Cuencas Centrales del Norte es de 1,726 m³/hab/año clasificada como muy baja y proyectada para el año 2025 con 1,606 m³/hab/año³⁴. Para esta región se encuentra nuestra área de estudio.

Tensión hídrica y escasez de agua.

A medida que crece la población, aumenta el número de países que confrontan condiciones de escasez de agua. Se dice que un país experimenta *tensión hídrica*⁴⁵ cuando el suministro anual de agua desciende a menos de 1,700 metros cúbicos por persona. Cuando desciende a niveles desde 1,700 a 1.000 metros cúbicos por persona, pueden preverse situaciones de escasez periódica o limitada de agua. Cuando los suministros anuales de agua bajan a menos de 1,000 metros cúbicos por persona, el país enfrenta escasez de agua. Una vez que un país experimenta escasez de agua, puede esperar una escasez crónica que amenace la producción de alimentos, obstaculice el desarrollo económico y dañe los ecosistemas⁴⁶. Esto a razón de 100 litros/día/habitante y 20 veces más para la agricultura y la industria.

⁴⁵ Malin Falkenmark formuló los conceptos de tensión hídrica y de escasez de agua basándose en un índice de las necesidades de agua dulce per cápita. Para ello estimó una necesidad mínima de 100 litros por día por persona para uso doméstico, y de 5 a 20 veces más para usos agrícolas e industriales. Estos conceptos han sido ampliamente aceptados y empleados por los hidrólogos, el Banco Mundial y otras organizaciones.

⁴⁶ Population Action International (PAI), por ejemplo, se ha valido de ellos para efectuar proyecciones de la disponibilidad de agua per cápita y para pronosticar situaciones de escasez de agua en 2025 y 2050.

Los cálculos sobre tensión hídrica y escasez de agua se basan en estimaciones de los suministros renovables de agua dulce de un país y no incluyen el agua extraída de acuíferos subterráneos fósiles. Las aguas subterráneas fósiles son esencialmente un recurso no renovable puesto que estos profundos acuíferos necesitan decenas de miles de años para reponerse. Un país puede evitar por un tiempo los efectos de la tensión hídrica extrayendo agua no renovable, pero esta práctica no es sostenible, especialmente si la población continúa creciendo rápidamente y aumenta la demanda de agua per cápita.

En México hay disputas entre los estados por el derecho al uso del agua y por los embalses que podrían suministrar más agua a un estado a costa de otro. "Si no se las atiende, las disputas por el agua serán un terrible dolor de cabeza para la estabilidad de la sociedad mexicana". El ejemplo más claro es el agua del Cutzamala y el Río Bravo que se obtienen de ecosistemas diferentes al lugar del consumo⁴⁷. Y en estos últimos años el proyecto Monterrey VI se perfila entre las megas obras hidráulicas que más conflictos regionales generaran.

Conflictos regionales. En casi todos los países donde escasea el agua, la amenaza de conflictos regionales por este limitado recurso está surgiendo como un serio problema. Para grandes problemas, grandes soluciones, grandes depredaciones, grandes conflictos regionales y como ejemplo de muestra el sistema de abastecimiento Cutzamala, que es un sistema hidráulico de almacenamiento, conducción, potabilización y distribución de agua dulce para la población e industria del Distrito

⁴⁷ Robert Costanza. Director del Instituto de Economía Ecológica de la Universidad de Maryland.

Federal y el estado de México este último la ubicada en las zonas centrales de la Cuenca de México y el valle de Toluca. Siendo considerada una de las mayores obras de ingeniería civil en el mundo, ya que debe bombearse el agua desde una altura de 1600 m.s.n.m. en su punto más bajo hasta los 2702 m.s.n.m. en su punto más alto, este sistema se extiende por las entidades de Michoacán, estado de México y el distrito federal. Recursos hídricos que durante el tiempo de la primera etapa habían sido usados para el riego agrícola y la generación de energía por medio de presas, las cuales formaban el sistema hidráulico de Valle de Bravo.

Conflictos y escenarios bajo cambio climático. En las últimas décadas se han registrado tendencias significativas en el clima regional del sur y sudoeste de los Estados Unidos. En el eco región de las planicies, la cual en su parte sur coincide con el bajo río Bravo Grande, se han registrado aumentos en la temperatura y en la precipitación⁴⁸.

Para el lado mexicano, la información disponible para la región de la cuenca del río Conchos Bravo indica que ésta es una de las regiones más vulnerables en América del Norte ante el cambio climático⁴⁹.

Un estudio realizado en México sobre el impacto potencial del cambio climático a nivel nacional, pronostica que las zonas áridas del norte del país, incluida la cuenca del río Bravo, podrán sufrir un 40% de recambio especies de aquí al año 2050, tomando en cuenta migraciones y extinciones. En dicho estudio se tomó como base a nivel nacional un cambio climático conservador para el año 2050, a saber, un aumento de la

⁴⁸ (USGCRP, 2009: 123).

⁴⁹ Peterson et al.,(2002)

temperatura de 1.6 a 2°C y un decremento en la precipitación media anual de 70 a 130 mm.

A nivel regional, estudios recientes sobre el sur y sudoeste de EUA y norte de México, han documentado un incremento de casi 1°C desde los 70's a la fecha, y señalan que varias áreas dentro de esta región han registrado un calentamiento mayor que la media global.⁵⁰

En general se espera y según esta fuente ya se observa una tendencia en la región hacia un aumento en lluvias más intensas y un aumento en la temperatura de verano, así como sequías más severas. Asimismo, se ha notado con preocupación la tendencia a la disminución en los últimos 50 años de la cantidad de nieve depositada en las Rocallosas del estado de Colorado, de donde se surte de agua la parte alta del río Grande⁵¹.

La magnitud de las inundaciones observadas y potenciales es cada vez mayor. El impacto de las lluvias contra la infraestructura construida aumenta con el cambio registrado de los patrones de lluvia hacia una mayor precipitación en periodos más cortos y con el “encajonamiento” del cauce de los ríos y consecuente aumento de la fuerza de las crecidas por circular en un canal del lecho de río cada vez más estrecho y profundo, debido a la acumulación de sedimentos resultantes tanto de la reducción de flujos manejados por las presas como de la invasión de plantas⁵².

⁵⁰ USGCRP 123,129).(2009)

⁵¹ Bonfils, et al,(2008).

⁵² Dean y Schmidt,(2010).

Los mayores impactos del cambio climático se esperan en las zonas agrícolas fuertemente irrigadas a ambos lados de la frontera, debido al histórico uso no sustentable del agua y a la mayor frecuencia de calor extremo.

Esto se ve ilustrado en un estudio sobre escenarios del impacto del cambio climático en la cuenca del río Conchos, realizado por Raynal y Rodríguez (2008). Ante el escenario conservador, de un aumento en la temperatura del aire en 2°C hacia finales del siglo XXI, se espera que este cambio resulte en un incremento en la evaporación potencial de hasta 7%. Ello tendrá un doble reto: 1) habrá que aumentar en hasta 11% el volumen de agua aplicado a los cultivos para compensar la evaporación; y 2) habrá una reducción de alrededor de casi el 10% del agua almacenada en las presas por una mayor evaporación. En suma, una reducción de 20% en la disponibilidad del agua en la cuenca.

Se necesita una porción considerable del total de agua dulce disponible en el ciclo hidrológico para sostener los ecosistemas acuáticos naturales ciénagas, ríos, zonas pantanosas costeras y los millones de especies que albergan. Los ecosistemas naturales sanos son reguladores indispensables de la calidad y la cantidad del agua. Estos no conocen fronteras ni reconocen legislaciones ya que obedecen a factores naturales del ciclo hidrológico.

En muchos países la demanda siempre creciente de productos forestales y tierras agrícolas, estimulada por el rápido crecimiento de la población y el desarrollo está haciendo peligrar cada vez más los recursos ambientales y el suministro de agua.

1.7 La problemática hídrica del valle de SAARA

Disminución de recursos hídricos de buena calidad disponibles. En la región SAARA, el agua de buena calidad disponible es un recurso escaso que se ha ido agotando paulatinamente. Esta situación puede agravarse en el futuro por el crecimiento de la población, la sobre-explotación y sobre-concesión de los recursos hídricos disponibles y la posibilidad de que se presenten sequías relativamente prolongadas, entre otras razones.

Si esto ocurre, la escasez aumentaría severamente, trayendo como consecuencias el encarecimiento del agua y la competencia entre los usuarios urbanos, agropecuarios e industriales.

Los principales acuíferos que abastecen a la región son: Saltillo-Ramos Arizpe, Cañón del Derramadero, Saltillo Sur, General Cepeda-Sauceda y Región Manzanera-Zapalinamé, los cuales alimentan varios cientos de pozos, de donde se extrae el agua para satisfacer las necesidades de la región.

Los usos del agua en SAARA. Por otro lado, la distribución del agua extraída de los mismos se realiza de esta forma: 56% para el sector agropecuario, 35% para el sector urbano, 4% para la industria y el 5% restante para otros usuarios⁵³.

Aspectos generales sobre la calidad agua.

Durante los últimos años, el tema de la calidad del agua en México ha ido ganando terreno en los espacios de discusión pública. En buena medida, ello se debe, por un lado, a la creciente escasez del recurso y, por otro, a la desconfianza que los usuarios tienen en el servicio de agua potable, lo que se refleja en el hecho de que gastan más en el consumo de agua embotellada que en pagar el servicio proporcionado por el gobierno. Lo anterior hace que el agua para consumo humano tenga un alto valor ambiental, social y político, aunque ello no se refleje en los presupuestos federales, municipales y estatales ni tampoco en el interés de la población por pagar al estado un servicio que presta de manera parcial.

Entender cómo ha evolucionado la calidad del agua y definir cuáles son los principales problemas de contaminación, sus orígenes y la efectividad de las políticas públicas aplicadas para solucionarlos es la base para el inicio de la solución en la problemática de abastecimiento.

En términos sociales esto representa un conflicto ya que los asentamientos urbanos están ubicados en lugares que el agua existe pero no está disponible en base

⁵³ Los datos de extracción que se reportan a la CNA provienen de medidores instalados en los pozos, cuyas lecturas están a cargo de personal de la empresa. Se supone que la CNA revisa ocasionalmente estos medidores, para asegurar que las lecturas sean correctas. Sin embargo, es posible desconectar temporalmente los medidores, por ejemplo durante los fines de semana -en que no se esperan visitas de los auditores de la CNA-, con el fin de reducir las lecturas mensuales.

a su calidad y hay que traerla de otros lugares, violando los derechos de patrimonio natural que tiene las cuencas o valles y sus poblaciones, ya que dicha explotación traerá en consecuencia un deterioro al ecosistema y rara vez se emprenden acciones de rehabilitación y esto con el tiempo genera la cadena social de pobreza de los recursos naturales.

En el valle de Saltillo se explotan los recursos del agua del subsuelo a 36 kms de distancia de la mancha urbana.⁵⁴ La mayoría de la población entiende lo que es un agua de mala calidad; sin embargo, pocos conocen la dificultad que implica medirla en la práctica por varias razones.⁵⁵ Una razón es que el concepto de calidad del agua es un término abstracto⁵⁶ que depende del valor tolerable de la variable. Una segunda razón es la dificultad que existe para seleccionar un número adecuado de parámetros que sean, por una parte, relevantes para una situación específica y, por otra, fáciles de medir desde un punto de vista técnico, económico e institucional. Otra razón es que hay que encontrar la manera de conocer realmente qué parámetros afectan el uso del agua, dada la amplia variedad de compuestos contaminantes que existen.

Una cuarta y última razón radica en que, además de lo anterior, debe existir el suficiente y adecuado conocimiento científico, así como la experiencia, para definir los compuestos contaminantes y los valores en que pueden ser tolerables para cada uso del agua. Ante ello, en el país se han desarrollado diversos métodos para medir la

⁵⁴ Diagrama de flujo del agua Saltillo-Carneros. Ingeniería en Riego y Bombeo. Fernando Augusto Villarreal Reyna.

⁵⁵ En México, los datos sobre la calidad del agua se obtienen a través de la Red Nacional de Monitoreo, la cual en 2008 constaba de 389 estaciones permanentes (207 localizadas en cuerpos de agua superficial, 52 en costas y 130 en acuíferos) y 285 móviles (241 localizadas en cuerpos de agua superficial, 19 en costas y 25 en acuíferos) (CONAGUA, 2008). Es interesante constatar la importancia y con ello la inversión que el gobierno otorga al monitoreo de la calidad del agua.

⁵⁶ Jiménez Cisneros 2001 que sólo se puede medir si se define un uso y se asocian a éste parámetros y valores. En cuanto a cómo y quién define dichos parámetros y valores, existe una buena dosis de subjetividad que rara vez está sustentada en estudios que partan de la realidad nacional.

calidad del agua; algunos han sido aplicados por el gobierno federal y otros por instituciones académicas.

Calidad de las fuentes subterráneas.

El agua subterránea constituye una fuente de suministro de suma importancia para nuestro país, pues representa 70% del agua para consumo humano. A pesar de ello, los datos acerca de su cantidad y calidad son más limitados que para el agua superficial, lo cual de alguna forma refleja la baja prioridad que este recurso tiene para los gobiernos federal, estatal y municipal. El escaso interés manifestado tanto por el gobierno como por la sociedad se debe en parte a que estas reservas de agua no son visibles. De hecho, la falta de datos públicos sobre la calidad de estos cuerpos de agua disminuye la presión por contar con programas para su preservación.

Además, existe ambigüedad en lo que se entiende por la contaminación del agua subterránea, ya que algunos profesionales limitan el concepto a la modificación de la calidad original y se enfocan en la presencia de sales iónicas, por lo general inocuas para la salud, sin que ello necesariamente afecte su uso. En tanto que otros, además de considerar lo anterior, extienden el concepto a la presencia de contaminantes como el nitrógeno en todas sus formas, detergentes, fósforo, bacterias, doliformes fecales, material orgánico y metales pesados que tienen efectos en la salud o en el equilibrio ecológico.

La calidad del agua de acuíferos se deteriora por la sobreexplotación y las descargas de contaminantes. La contaminación de las fuentes de agua proviene de la inadecuada disposición de las aguas residuales y residuos sólidos. Las descargas de aguas residuales se clasifican en función de la manera en como entran en el ambiente y se definen como puntuales y difusas. Las primeras pueden ser de origen municipal o industrial (lo que la CONAGUA ahora llama “no municipal”), en tanto que las segundas son de naturaleza muy variada.

Estas descargas pueden ocurrir no sólo por el vertido de aguas residuales al suelo o directamente en los mantos freáticos, fuentes difusas, como son los lixiviados provenientes de los numerosos basureros lícitos mal diseñados o clandestinos a lo largo del país. Descargas difusas son el drenaje agrícola, la escorrentía proveniente de campos agrícolas o de pastoreo, la escorrentía pluvial, las fugas en tuberías que transportan combustibles o en gasolineras y las fugas en la red de alcantarillado.

El volumen de aguas residuales de las fuentes industriales se triplicó entre 1992 y 1996, y a partir de este año permanece con una pero continua incremento del 10 % sin importantes variaciones (Jiménez, 2005).

Otro problema de calidad que resulta de la sobreexplotación, y que tiene efectos severos en la salud, es la concentración de manera natural o artificial de flúor y arsénico. En este grupo además se encuentran el hierro y el manganeso, que si bien no son tóxicos, sí afectan las posibilidades de uso al impartir color al agua.

La CONAGUA (2005) reportó concentraciones de hierro y manganeso en dos acuíferos del noroeste del país, así como la presencia de arsénico en la región de la Comarca Lagunera. Además de lo anterior, la sobreexplotación de acuíferos en zonas urbanas contribuye a la aspiración del agua residual de las redes de drenaje (Jiménez, 2008).

El tratamiento que se le da al agua para considerarla potable depende de la calidad de la misma⁵⁷. Por su condición de confinamiento, el agua subterránea es generalmente de mejor calidad y por ello, en la mayoría de los casos, sólo pasa por un proceso de desinfección con cloro. En contraste, el agua superficial requiere un tratamiento previo a su desinfección, el cual se lleva a cabo en plantas potabilizadoras a través de la remoción de minerales, sólidos suspendidos y materia orgánica.

En el caso de que las fuentes de agua subterránea se hallen contaminadas, dicho tratamiento previo puede ser similar o incluso mucho más complejo que el anteriormente descrito. En 2007 existían 541 plantas potabilizadoras en el país, las cuales operaban únicamente a 72% de su capacidad de diseño (CONAGUA, 2008). Estas plantas procesaban cerca de un tercio del agua potable y el resto, por su origen, era sólo desinfectado.

En el Valle de Saltillo no existen plantas de tratamiento de agua del subsuelo, solo tratamiento de aguas residuales. Aun cuando se clora el agua antes de inyectarla a la red de distribución, ello no garantiza que el agua llegue desinfectada a los hogares.

⁵⁷ CONAGUA, 2008. Legalmente, el agua potable es aquella que cumple con los 48 parámetros de calidad establecidos por la Norma Oficial Mexicana NOM 127-SSA1-1994.

Por tanto, es necesario medir también el cloro residual libre y el contenido o ausencia de coliformes fecales en varios puntos de la red, así como en el sitio de entrega a los usuarios⁵⁸.

En el tema del agua potable, es importante mencionar la poca atención que se presta a su calidad fisicoquímica. Ello se ve reflejado en que de los 38 parámetros fisicoquímicos establecidos por la norma mexicana, sólo se da seguimiento a unos cuantos, como el cloro residual libre, el pH, la turbiedad, la conductividad eléctrica, el hierro, el manganeso, los fluoruros, los sulfatos y los nitratos, sin considerar otras sustancias que representan un riesgo para la salud.

Además, otro parámetro que convendría medir con relativa frecuencia son los subproductos de la desinfección como los trihalometanos, que se generan como resultado de la cloración del agua cuando ésta contiene materia orgánica y nitrógeno, y que son promotores de cáncer.⁵⁹

1.8 El principal abastecedor del agua: el pozo profundo

⁵⁸ La Secretaría de Salud, por medio de la Comisión Federal para la Prevención de Riesgos Sanitarios (COFEPRIS), es la responsable de verificar el cumplimiento de la norma de agua potable y de tomar acciones cuando los valores obtenidos excedan los límites establecidos. Recientemente, esta dependencia subió a su página de Internet datos referentes a la eficiencia de cloración, al riesgo sanitario y, en algunos casos, al contenido de coliformes fecales para las entidades federativas y algunos municipios, correspondientes al periodo entre diciembre de 2008 y julio de 2009. Esta información indica que para julio de 2009 la eficiencia de cloración en el país era, en promedio, de 90.5%.

⁵⁹ Mazari Hiriart et al., 2003 y Núñez et al., 2005 Algunos estudios aislados han reportado la presencia de estos compuestos en el agua potable de la Ciudad de México y Monterrey, aunque todavía en concentraciones por debajo de los límites establecidos por la normatividad mexicana (200 ppb)

El origen de los recursos del agua del subsuelo especialmente en las zonas áridas del noreste de México son los acuíferos ya que debido a su baja precipitación (menores a 450 mm al año) el recurso del agua superficial lagunas, presas, ríos o arroyos con gastos importantes no se presentan. En consecuencia el recurso más importante son los acuíferos y el medio para explotarlos son desde las culturas más primitivas los pozos ó las norias que con el paso del tiempo y el desarrollo de la tecnología fue la perforación de la corteza terrestre o la herodación del suelo con herramienta de golpe e hidráulica la que se perfeccionó y logró penetrar en profundidades hasta el día de hoy para fines de agua potable hasta de 1500 metros.

Un pozo de agua es una perforación en la corteza terrestre para encontrar el agua almacenada. Es el medio entre el hombre y el acuífero y a generado toda una ciencia de cómo está presente (mecánica de acuíferos) y una industria de su explotación (perforación y sistemas de abastecimiento de agua), así como las leyes, normas y reglamentos de su consumo y conservación (ley federal de aguas).

Podríamos decir que la historia del hombre va muy ligada a la forma y a los métodos de perforación que ha utilizado para poder obtener agua con respecto a su incremento de necesidades, es decir que originalmente se perforaban norias de manera artesanal a una profundidad somera menos de 20 mts ya que se explotaban acuíferos superficiales y el entorno (huertas, vegetación, cobertura vegetal era parte del desarrollo de las comunidades), sin embargo el incremento poblacional y la demanda de mayores volúmenes de agua terminó con este método de explotación ya que se abatió el recurso del agua del subsuelo y con ello cambio el ecosistema.

En México existen aún norias ademadas que se construyeron en la era de la conquista especialmente en las zonas mineras del norte de Zacatecas, Saltillo, Grullidora, San Luis Potosí, y parte de Guanajuato que originalmente eran construidas a mano con herramienta rustica y con los mismos materiales residuales de perforación como lajas y lutitas con las que se ademaban los muros y lograban la rigidez.

Es importante resaltar que las norias llegaron a representar en la sociedad algo más místico que solo el medio de abastecimiento de agua, sino que en ellas se inscribieron parte de la historia familiar de nuestros antepasados, sirvieron de refugio o protección contra los actos vandálicos de los movimientos sociales, en ellas se escondían los valores patrimoniales de las familias y se realizaban los actos cívicos (bautizos, bodas, promesas de negocios, funerales).

Su construcción cursaba desde el arte primitivo tlaxcalteca hasta el acanterado español, desde la cubeta de madera hasta la jarra de plata según el nivel socioeconómico de tutelar, en el patio, atrio, del interior de una casa, hotel, o rancho, hasta el frente de la plaza principal.

El método de explotación del agua de dichas norias fue el de cubetazos en banda de tracción animal con un malacate o de extraer el agua a mano, que después fue substituido por el molino de viento (papalotes), que cruzo la historia nacional por más de 200 años y cuando llego la revolución industrial con un motor

de combustión interna de petróleo Fairbanks Morse “zeta de 1 tiempo” con bandas y volante lo que actualmente conocemos como “Guimbalete” ó Pumping jack.

En el valle de Saltillo el abastecimiento de agua de la ciudad provenía de 665 manantiales los que vertían sus aguas en una red de arroyos que cruzaban la población en todas direcciones Según Fray Agustin Morfi⁶⁰.

No fue hasta 1882 cuando se le atribuyó al ayuntamiento la responsabilidad de “llevar a cabo las obras de utilidad pública” sobre agua y drenaje -ya que anterior a esta fecha existían letrinas con fosas sépticas- y quedó manifiesta en la Constitución del Estado promulgada en 1882⁶¹.

Para inicios de 1900 existían 54 norias que abastecían junto con las sequias y los afloramientos a una población aproximada de 40,442 habitantes en Saltillo, 6 norias en Ramos Arizpe para 7,200 Habitantes y en Arteaga 14 norias para una población de 2,700 habitantes todas con una profundidad máxima de 20 mts y con una calidad de agua potable aceptable.⁶²

La Revolución industrial trajo al valle de Saltillo los primeros motores de combustión interna y para muchos autores el agente principal de la depredación del agua del subsuelo ya que con esta tecnología nació la máquina perforadora de “Golpe” o Percusión que llevó consigo la capacidad de explorar profundidades que artesanalmente no se podían lograr, con lo cual ya no fue impedimento para desarrollar

⁶⁰ Cuéllar Valdez, Pablo M. (1975) Historia de la ciudad de Saltillo, Libros de México, México. 300pp 1975 p 169).

⁶¹ La Administración pública del agua en Saltillo María Eugenia Treviño Rodríguez. El Colegio de la Frontera Norte. (Constitución Publica de Coahuila 1882 p.361).

⁶² Fuente: Archivo Municipal de Saltillo.

centros de explotación tanto agrícolas, urbanos, industriales y ganaderos (nació la ganadería extensiva con abrevaderos de mayor capacidad en superficie) y con este panorama los modernos pozos de agua, que eran construidos con mayor facilidad y con la ayuda de motores más verticales más potentes con columnas y turbinas con capacidad de inyectar al fluido energía cinética para llevar el agua a lugares piezométricos en contra de la gravedad, desplazando las antiguas asequias y los acueductos e iniciando las redes de suministro de agua entubado a domicilio.

Todo este panorama inicio en el valle de Saltillo lo que sería la depredación más intensiva que se tenga historia, ya que detono un crecimiento desordenado en el valle, que para inicios de 1930 se contabilizaban 30 pozos con profundidades de hasta 100 metros.

Pozo profundo con características de agua potable:

No todas las perforaciones que se realizan logran tener la calidad del agua que exige la norma de salubridad para consumo humano, y esto es una característica y propiedad de la fisiografía del terreno y las condiciones de la infiltración del agua después de la precipitación. Entonces en términos sociales llamaremos a un pozo profundo urbano aquel que cumple tanto con el gasto (lps) como con la calidad del agua y conservando un nivel de abatimiento razonable o sustentable de tal manera que no se sobreexplota irracionalmente, que provoque un punto de retorno del agua equilibrado (término técnico que refiere al tiempo que tarda el agua en regresar al acuífero y que depende de la región, precipitación, evaporación y sobre todo de la extracción), ó sea mientras más profundo es el nivel dinámico (profundidad del espejo del agua cuando se

encuentra en operación la extracción del fluido), mayor tiempo de retorno requiere y más contaminantes de sales genera.

A mayor profundidad del nivel dinámico de un pozo mayor será el consumo de energía en potencia de cabalaje HP para inyectar energía cinética, extraer, mover, arrastrar y presurizar un fluido.

El aspecto más importante en términos sociales es el abatimiento del nivel dinámico, ya que es la muestra del grado de depredación de un pozo con respecto al tiempo, la vida útil depende del grado de explotación.

No todos los acuíferos tienen la capacidad de recargarse con la misma velocidad, es por eso que es importante que se conozca la información sobre los niveles y tipos de pozos y acuíferos de la región ya que de esto depende el grado de inversión y la capacidad de desarrollo de una comunidad.

La historia nos demuestra que el hombre no ha utilizado la ciencia y tecnología en el área del agua para preservar los recursos naturales, sino por el contrario ha sido un agente devastador, ya que actualmente se diseñan sistemas de información geográfica, equipos de bombeo, materiales mecánicos y conductores eléctricos con el propósito de extraer agua de mayor profundidad, con mayores distancias depredando los ecosistemas aledaños a las manchas urbanas.

En el Valle de Saltillo con el paso del tiempo y la construcción de pozos profundos se han deteriorado primero el acuífero superficial del centro de la ciudad,

después se abatió la sierra del cañón de san Lorenzo, para inicios de los 70's se abatió el valle de Derramadero, y con el ingreso de la industria automotriz a inicios de los 80's se abatió el acuífero de la sierra de Zapaliname, actualmente se está trabajando con los acuíferos de Sierra de Arteaga y Carneros así como Saltillo sur, pero tal parece que esta actividad depredadora es infinita ya que actualmente se hacen estudios para traer el agua de los acuíferos de General Cepeda y Parras de la Fuente Coahuila lo que traería consigo una mayor carga poblacional dependiente de un recurso que no es de la región y que a futuro podría presentar un conflicto regional.

Actualmente se operan 93 pozos activos profundos para agua potable que operan el sistema de aguas de Saltillo⁶³ Existen pozos de 630 mts de profundidad y se exploran actualmente en la zona de derramadero profundidades de 1000 metros.

Es importante resaltar que México recibe de Estados Unidos y Guatemala 50 Km³, y exporta hacia Estados Unidos 0.44 Km³ de acuerdo con el tratado de aguas de 1944.

Por otro lado, los acuíferos reciben una recarga de 78 km³ y se les extraen 28 Km³. Según el Balance Hídrico Nacional México 2010. Al cierre del 2010 el uso del agua en México cambio y registro que el 77 % del agua se utiliza en la Agricultura, 14 % para abastecimiento público, 5% para generación de energía por medio de las plantas termoeléctricas y 4 % para la industria al cierre del 2010.

⁶³ Tabla INRIBOPO1 Fuente; Ingeniería en Riego y Bombeo Fernando Augusto Villarreal Reyna

El aprovechamiento del agua enfrenta ciertas limitantes a lo largo del territorio nacional.

1. La distribución temporal pues la lluvia ocurre en su mayor parte en el verano (de junio a septiembre), mientras que el resto del año es relativamente seco.
2. La distribución espacial de la precipitación es muy variada pues mientras en Tabasco ocurre un fenómeno con magnitud de 2095 mm al año, y en Baja California sur solo se precipitan 160 mm, en Coahuila el promedio medio de precipitación es de 400 mm o sea 5.24 veces menor que tabasco.

De entrada nos podemos dar una idea de la magnitud o capacidad de carga hidráulica por región o sea mientras en un sector del país es selvática en el otro extremo es árido, dichos contrastes impactan en la capacidad de carga en población y producción. Así mismo se generan contrastes y conflictos por intentar generalizar leyes, estatutos, normas y reglamentos que no están acordes ni a la precipitación, ni a la distribución espacial ni temporal del recurso.⁶⁴

Dos terceras partes del territorio son desérticas o semidesérticas. La Comisión Nacional del Agua ha publicado en el diario oficial de la federación (58 publicaciones de 2003 a 2009) la disponibilidad de las 722 cuencas que integran su territorio donde se puede mostrar que la cuenca Conchos-Rio Bravo no cuenta con disponibilidad de agua, e incluso esta en déficit.

Con relación al agua subterránea, en el diario oficial de la federación (2003,2007 y 2008), la Comisión Nacional del Agua ha publicado la disponibilidad de agua de 202 acuíferos.

⁶⁴ Felipe Arreguin Cortés; Los retos del agua, El agua en México Cauces y Encauces editores Blanca Jiménez /CONAGUA (Arreguin et al, 2004).

La situación también es crítica en el entendido de que la sobreexplotación es una extracción mayor a la recarga. Además debe anotarse que existen 69 acuíferos en los que la extracción es mayor al 80 % de la recarga, lo cual los ubicaría en el corto plazo también en situación de sobreexplotación si no se toman medidas de control, se estima que unos 40 millones de habitantes se ubican sobre los acuíferos sobreexplotados, distribuidos como sigue. 35.3 millones asentados en localidades urbanas y 4.7 millones en localidades rurales. El abatimiento de los niveles de agua subterránea trae como consecuencia la desaparición de manantiales, vegetación nativa, humedales, lagos, gasto base de ríos y ecosistemas locales; la disminución del gasto y rendimiento de los pozos, así como el incremento del costo de extracción, el deterioro de la calidad del agua, así como asentamientos y agrietamiento del terreno.

1.9 La gestión integral del agua urbana en el noreste de México y en la región de SAARA

En México, la gestión del agua está centralizada en la CNA, siendo la responsable de la administración de la totalidad del recurso a través de la vigilancia de las agencias locales de agua que son dependientes de los gobiernos municipales, y aunque éstas a su vez, tienen la encomienda de perfeccionar sus estructuras de gestión para brindar un servicio de calidad aunque aún no se ha conseguido operar de una manera sustentable⁶⁵. Algo que es importante resaltar es la ubicación geográfica de los núcleos urbanos más importantes en zonas de baja disponibilidad y captación

⁶⁵ Carabias, 2006. Barkin (2006) menciona que la gestión del recurso hídrico en México se caracteriza por ser ineficiente e inequitativa para la sociedad y para el medio ambiente, y que los procesos de gestión actuales tienden a asegurar el suministro para la población y para las actividades productivas (el objetivo es satisfacer la demanda).

del recurso, lo que propicia que la gestión se oriente básicamente en hacer esfuerzos para la transferencia de agua entre las cuencas de las regiones con mayor disponibilidad de agua a las regiones con baja disponibilidad y alta demanda, sin considerar los efectos ambientales y sociales de estas transferencias, y sin tomar en cuenta el riesgo de provocar un agotamiento crónico del recurso en el largo plazo, ejemplos de esto son los casos del Distrito Federal y el de la Ciudad de Aguascalientes.

Como ya se mencionó, el estilo de gestión del agua en México busca satisfacer la demanda del recurso reemplazando las fuentes agotadas por nuevas fuentes, pese a los efectos sobre la sociedad y sobre el medio ambiente. Lo anterior aunado a la ausencia de una gestión sistemática de los ecosistemas donde se encuentran las zonas de recarga de las cuencas hidrológicas, incrementa los problemas de contaminación y agotamiento del recurso.

Para Biswas (2001), otro aspecto de la sostenibilidad radica en la calidad del agua, menciona que no se puede pensar en una gestión sustentable si ésta no considera aspectos relacionados con la calidad del recurso, la falta de instrumentos para hacer diagnósticos confiables y al uso de tecnologías de saneamiento insuficiente, anticuado e ineficiente.

El aspecto financiero es otro ingrediente importante para llevar a cabo una gestión sustentable del recurso. En México la inversión en infraestructura se ejerce a través de una responsabilidad compartida entre la Comisión Nacional del Agua y los

gobiernos municipales, sin embargo, la necesidad de fuertes inversiones tanto para la modernización de las redes vigentes como para la creación de nuevas redes, limita a la mayoría de los organismos operadores a brindar un servicio, al menos, suficiente ante la escasez de recursos financieros Barkin, (2006).

Por su parte, Boland indica que la equidad es otro aspecto que propicia la sustentabilidad, y se dará en la medida en que todos los usuarios paguen la parte proporcional al costo del servicio de agua que reciben. Es importante recalcar que el acceso al agua de calidad es un derecho humano, independientemente de la capacidad de pago de los individuos, razón por la cual es muy importante manejar un esquema de subsidios cruzados que permita que todos los usuarios efectúen un pago justo, pero accesible a su poder adquisitivo.

Rogers (2001) señala que la gestión sustentable del agua debe ser socialmente equitativa. Esta condición no ha sido alcanzada en México, adicionalmente a lo ya dicho, porque los habitantes con menores ingresos que viven en las comunidades rurales o de las zonas marginadas, en muchas ocasiones no disponen del servicio por no estar conectados a la red de distribución. De ahí que el servicio se brinda a través de pipas repartidoras, en el mejor de los casos, pagando el agua a un precio mucho mayor que el precio que pagan las personas ubicadas en las zonas urbanas (usualmente con mayor poder adquisitivo).⁶⁶

La mayor parte de las administraciones locales de agua urbana proviene del recurso del agua subterránea a través de pozos profundos y comúnmente carecen de los

⁶⁶ Collado, 1999. Esta inequidad es el reflejo de la falta de reglamentos para una verdadera participación ciudadana en la toma de decisiones y de utilizar al agua como un instrumento político favoreciendo a los sectores con mayor influencia. A lo anterior se añade el incumplimiento de las leyes por la falta de reglamentos claros para ejercerlas y por problemas de corrupción.

recursos financieros y los conocimientos necesarios para cumplir con las normativas ambientales, sanitarias, económicas y sociales que garantizan un servicio adecuado.

Se puede hablar de una gestión del agua sustentable cuando el estilo de administración propicia la optimización del uso del recurso y minimiza el deterioro del medio ambiente de forma tal que no se ponga en riesgo la permanencia del ciclo hidrológico a través del tiempo, además de favorecer la equidad social.

La Gestión del Agua urbana en Saltillo.

En la Ciudad de Saltillo, ha sido concesionada a una empresa privada transnacional (Aguas de Barcelona) que requirió de la inversión de una fuerte cantidad de capital para poder reparar las líneas de suministro de agua urbana, así como los estudios de exploración, equipamiento, conducción del vital líquido.

Se optimizó el suministro, mas sin embargo poco interés muestra en preservar el acuífero ya que la política de esta empresa es el cobro del servicio y no el del recurso. Sus expectativas como cualquier empresa es el de traer agua de otro ecosistema a futuro y seguir cobrando el servicio.

La empresa paramunicipal Aguas de Saltillo, tiene a su cargo los servicios de agua potable y alcantarillado en el municipio desde el 1° de octubre de 2001. A lo largo de estos años se han denunciado varias irregularidades en la gestión de la empresa, a las que no se le ha dado seguimiento por parte de las autoridades municipales.

En el 2003, el Congreso del Estado de Coahuila ordenó a la Contaduría Mayor de Hacienda, llevar a cabo una auditoría a esta empresa, para el periodo octubre de 2001 a diciembre de 2002. A pesar de que esta auditoría no comprendió todos los

aspectos de la gestión de Aguas de Saltillo, se encontraron varias irregularidades en la gestión de la empresa, cuya solventación fue aceptada por el municipio de Saltillo, a pesar de que no se dio plena satisfacción a todas las irregularidades detectadas.

En el transcurso de los últimos años que han transcurrido desde el periodo revisado en la auditoría mencionada, se han acumulado nuevas irregularidades demandadas por grupos ciudadanos que tienen como propósito asegurar que la empresa esté cumpliendo con la normatividad federal, estatal y municipal vigente, y con los contratos de Asociación y de Asistencia Técnica que se firmaron con el socio privado.

Agsal presenta información contradictoria en sus Memorias Anuales (MA) 2004 y 2005 sobre los volúmenes de extracción. Mientras que en la página 8 de la MA 2004 se indica que el caudal extraído en servicio continuo en el 2004 fue de 1647 litros por segundo (que equivalen a 52.1 millones de metros cúbicos al año), en la página 7 de la MA 2005, el dato que se reporta como volumen extraído en el 2004 es de 39.2 millones de metros cúbicos. La diferencia entre estos dos valores es de 12.9 millones de metros cúbicos. En las Memorias Anuales 2006 y 2007 no se presentaron datos de volúmenes de extracción; pero en el Informe de Responsabilidad Corporativa de Agsal 2007, se indica que la extracción en ese año fue de 43.2 millones de metros cúbicos.

Según la información entregada por Agsal al cuestionario de la Universidad Autónoma Metropolitana (UAM), en el 2004 se extrajeron 53.2 millones de metros cúbicos (m^3) del subsuelo. Este dato es similar al publicado en la memoria anual 2004 (52.1 M de m^3), y en los boletines Info-Aqua para el mismo periodo.

Los pagos que ha hecho Agsal a la Comisión Nacional del Agua (CNA) en el periodo 2002–2004, corresponden a los publicados en la MA 2005 de la empresa.⁶⁷ Además de la discrepancia señalada entre los datos de Agsal, los volúmenes reportados en la memoria anual 2005 son muy bajos para una ciudad del tamaño de Saltillo, como se puede apreciar mediante su comparación con los volúmenes de agua extraídos en otras cuatro ciudades del Estado de Coahuila en el 2004.

⁶⁷ Los datos de extracción que se reportan a la CNA provienen de medidores instalados en los pozos, cuyas lecturas están a cargo de personal de la empresa. Se supone que la CNA revisa ocasionalmente estos medidores, para asegurar que las lecturas sean correctas. Sin embargo, es posible desconectar temporalmente los medidores, por ejemplo durante los fines de semana -en que no se esperan visitas de los auditores de la CNA-, con el fin de reducir las lecturas mensuales.

CAPÍTULO 2

PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA DE INVESTIGACIÓN Y MARCO METODOLÓGICO

2.1. Objeto de estudio

Hipótesis: Cambiaron las condiciones originales sobre la disponibilidad del agua por habitante en el valle de SAARA, provocado por varios factores, principalmente la acción antropogénica sobre la calidad fluido y en consecuencia se generaron condiciones adversas sobre la salud que cambio su calidad de vida.

Así mismo la disponibilidad del agua en lo referente a la cantidad (gasto) provocado por el abatimiento de los niveles de bombeo en los pozos generó que la producción agrícola fuera insuficiente e incosteable.

Objetivo General

Evaluar la capacidad de desarrollo urbano sustentable de la Ciudad de Saltillo, a partir de la cantidad y calidad de agua disponible en el mediano y largo plazos, con base en un modelo matemático de la oferta y demanda hídrica.

Objetivos Especificos

1. Caracterizar la problemática hídrica de la ciudad de Saltillo, Coahuila, a partir de datos de crecimiento demográfico, tipos de actividades productivas y disponibilidad del recurso en una dimensión espacio- temporal, así como evaluar la máxima profundidad permisible de perforación y bombeo que condicione la sustentabilidad del recurso del subsuelo.

2. Identificar los puntos críticos de abastecimiento en el corto y mediano plazos y proponer medidas de prevención y solución de los conflictos previsibles, principalmente en la salud e higiene de la población.
3. Construir un modelo cronológico de evaluación de la oferta y la demanda hídrica urbana expresado en la forma de un atlas de riesgo.
4. Evaluar el grado de contaminación que provoca la acción antropogénica de la sobreexplotación de los mantos acuíferos que impide cumplir con la norma SSA 127 1996 por su contenido de sales, ion, sulfato y arsénico.

El presente estudio nace con la inquietud de conocer los efectos sociales que presentarían las manchas urbanas del noreste de México como consecuencia del desabasto de agua por la sobreexplotación de los mantos acuíferos siendo estos la única forma de suministro del vital líquido en zonas áridas.

El estudio tiene como dimensión espacial las cuencas hidrológicas que convergen a las ciudades de Saltillo, Arteaga y Ramos Arizpe Coahuila representando las zonas de captación por infiltración y escurrimiento de la precipitación hacia los mantos acuíferos. Sus límites técnicos de captación son las cuencas: al sur con el valle de Carneros, región de Derramadero y Sierra San Lorenzo; al oriente con la región manzanera de Arteaga; al poniente con el valle de general Cepeda y al sur con Ramos Arizpe; frontera con los límites de Nuevo León. Así mismo, en el centro del valle la región conurbada de estas ciudades.

Los límites de explotación son los acuíferos presentes en estas cuencas contando al sur con los acuíferos de Sierra de Zapaliname, Derramadero, Carneros, Agua Nueva y Saltillo Sur Conurbado; al Oriente, parte del acuífero de Arteaga, acuífero superficial Saltillo Oriente; al Norte, el acuífero de Ramos Arizpe, Saltillo Norte y Centro con acuíferos semí-confinados y, al Poniente sólo el acuífero de general Cepeda y Derramadero aportan a la mancha urbana.

Cuencas, acuíferos y población convergen en un medio que sólo tiene fronteras naturales y que no coinciden con los límites políticos ni topográficos. Estamos hablando de un estudio que analiza la forma del abatimiento de los acuíferos de diferentes regiones de cuencas donde se origina la recarga, más sin embargo no coincide con el punto agrícola ni urbano de su consumo.

Es un estudio cuantitativo con base en una dimensión de tiempo de veinte años atrás, en datos que miden la magnitud de las variables directamente y representan exactamente el fenómeno físico del abatimiento del agua del subsuelo con respecto al tiempo. Las variables muestran valores exactos y específicos, pues son mediciones directas que no proceden de métodos indirectos, ni de estudios similares reportados en la literatura especializada.

Las cuencas hidrográficas son, por su naturaleza misma, unidades físicas complejas. El hecho de que sustenten asentamientos humanos y de que se vean sometidas a los efectos de la actividad antropogénica complica aún más el asunto y aumenta la dificultad de reducir la degradación ambiental. La actividad humana

irrestringida puede acrecentar la vulnerabilidad de una cuenca hidrográfica a los desastres naturales, al tiempo que reduce su capacidad regenerativa. El grado de degradación dependerá del nivel socioeconómico, las actividades económicas y productivas prevalentes y las condiciones ecológicas.

Entre los aspectos sociales que se consideran para el manejo de cuencas, debemos considerar los siguientes: Población, historia de los pobladores, historia de cambios en usos de la tierra, política estatal actual pertinente, caracterización de los pobladores actuales, descripción del sistema de gobierno, descripción de las organizaciones comunitarias.

En aspectos económicos, debemos de tomar en cuenta, los indicadores de capacidad productiva instalada a nivel regional, la descripción de los sistemas de producción predominantes, la descripción del uso de insumos agrícolas, los problemas en la conservación de recursos naturales, la descripción de los sistemas de comercialización, la descripción de las agro empresas, cooperativas y asociaciones existentes, una descripción del sistema de apoyo al comercio y agro empresas y las necesidades y prioridades expresadas por la comunidad.

Determinar los niveles en los que las diferentes unidades económicas pueden optimizar el uso de los recursos, entendiendo esto como una extensión de la maximización de bienestar económico social, compatible con la estabilización macroeconómica y desarrollo sustentable.

La cuenca hidrográfica como territorio para la gestión integral del agua.

La cuenca proporciona tanto una frontera lógica al sistema, como una unidad conceptual para el manejo de ecosistemas debido a que se basa en la caracterización geográfica de la hidrología del ecosistema, de tal manera que se reconoce el rol dominante que el agua juega en las relaciones biológicas (Black, 1997 y Bruijnzeel, 2004).

La ordenación eficaz de los recursos hídricos exige un enfoque integral que vincule el desarrollo social y económico con la protección de los ecosistemas naturales, con inclusión de enlaces entre las tierras y las aguas de las cuencas de captación o los acuíferos subterráneos (FAO, 1993).

La Asociación Mundial para el Agua (Global Water Partnership – GWP) define la gestión integrada del agua como un proceso que promueve la gestión y el aprovechamiento coordinado del agua, la tierra y los recursos relacionados con el fin de maximizar el bienestar social y económico de manera equitativa sin comprometer la sustentabilidad de los ecosistemas vitales (GWP, 2000).

La cuenca, sea en forma independiente o interconectada con otras, es reconocida como la unidad territorial más adecuada para la gestión integrada de los recursos hídricos. Las cuencas son las principales formas terrestres, dentro del ciclo hidrológico, que captan y concentran la oferta del agua que proviene de las precipitaciones. Además de esta condición física y biológica básica, cabe mencionar por lo menos las siguientes razones que explican este hecho.

La principal es que las características físicas del agua generan un grado extremadamente alto y, en muchos casos, imprevisible, de interrelación e interdependencia (externalidades o efectos externos) entre los usos y usuarios de agua en una cuenca.

La segunda explicación es que las cuencas constituyen un área en donde interactúan, en un proceso permanente y dinámico, el agua con los sistemas físicos y bióticos (flora y fauna).

En tercer lugar, una característica fundamental de las cuencas, es que en sus territorios se produce la interrelación e interdependencia entre los sistemas físicos y bióticos, y el sistema socioeconómico, formado por los usuarios de las cuencas, sean habitantes o interventores externos de la misma (Dourojeanni *et al.*, 2002).

La cuenca es un concepto geográfico e hidrológico que se define como el área de la superficie terrestre por donde el agua de lluvia escurre y transita o drena a través de una red de corrientes que fluyen hacia una corriente principal y por ésta hacia un punto común de salida que puede ser un almacenamiento de agua interior o que sus descargas llegan hasta el mar. El tamaño de las cuencas hidrográficas va desde las cuencas fluviales internacionales que cubren miles de kilómetros cuadrados hasta las micro cuencas de sólo unos cuantos kilómetros cuadrados. El tamaño de la cuenca de que se trate entrañará implicaciones para las soluciones relativas al manejo y técnicas.

La escala geográfica es un factor decisivo en la identificación del propósito de las intervenciones, la magnitud de esfuerzos, los posibles participantes y socios y los resultados y efectos pudieran esperarse. Vale la pena tener en mente que de la manera en que se aborden los problemas anteriores depende el número de instituciones participantes, la población y el desarrollo económico, todo lo cual está relacionado, en gran medida, con el tamaño de la cuenca hidrográfica.

La gestión integral de cuencas consiste en armonizar el uso, aprovechamiento y administración de todos los recursos naturales (suelo, agua, flora y fauna) y el manejo de los ecosistemas comprendidos en una cuenca hidrográfica, tomando en consideración, tanto las relaciones establecidas entre recursos y ecosistemas, como los objetivos económicos y sociales, así como las prácticas productivas y formas de organización que adopta la sociedad para satisfacer sus necesidades y procurar su bienestar en términos sustentables.

La ley para el desarrollo sustentable aprobada en el pleno de las comisiones unidas el 18 de octubre del 2001 establece promover programas de cuencas, integrar consejos interestatales, delimitar los distritos de desarrollo rural procurando coincidencias con otras cuencas, promover la inversión hidroagrícola, elaborar cartas de riesgo, previsión de desastres y apoyos prioritarios a productores de partes altas para la reconversión productiva.

Justificación del estudio.

Los diversos problemas relacionados con el agua, desde la degradación de los recursos hídricos hasta el suministro de un volumen de agua suficiente que cumpla con los estándares de calidad para consumo de la población, se han convertido en un motivo de preocupación social en todo el mundo. Esto es así porque durante las últimas décadas, la escasez de agua, el deterioro de su calidad y su desigual distribución han incrementado los riesgos y la vulnerabilidad que enfrenta la población mundial, convirtiéndose en un desafío global que exige hoy en día, tanto el diseño como la ejecución de perspectivas innovadoras en la gestión del agua.

El presente estudio trata de unir las disciplinas técnicas y sociales ya que son interdependientes en la evaluación de la magnitud integral del problema. La falta de un abastecimiento de agua potable y servicios de saneamiento adecuados constituyen una amenaza para la salud humana, el medio ambiente y el desarrollo de las ciudades. Lo anterior, debido a que las personas que no tienen acceso a un suministro de agua de la red pública se ven obligadas a buscar fuentes alternativas que incluyen pozos, ríos, manantiales, pipas de agua e inclusive conexiones ilegales a la red de suministro oficial del agua. Estas fuentes no garantizan que el agua sea segura para el consumo humano y en algunos casos suelen representar alternativas más caras. Por otra parte, la falta de un tratamiento adecuado de las aguas residuales por el uso indebido de los tanques sépticos y letrinas, favorece la contaminación de las aguas subterráneas superficiales, así como el del ambiente, especialmente, el aire y el suelo como resultado de una inadecuada expulsión del dren o una falta de disposición rápida higiénica y ambientalmente amigable de las aguas residuales generadas.

Por lo anterior, el estudio referencia la eficiencia en la gestión integral del agua, la cual puede amenazar la salud y el bienestar de la población, cuando las personas no tienen la capacidad para enfrentar o resolver los problemas mencionados derivados de una gestión del agua poco eficaz en materia de suministro, calidad y disposición de las aguas residuales.

Asimismo, identifica la ubicación de los habitantes que se ven amenazados por la falta del vital líquido, su mala calidad o la disposición inadecuada de sus aguas residuales, cuyas consecuencias negativas pueden prevenirse si se diseñan y ejecutan las políticas pertinentes en materia de agua.

Para alcanzar lo anterior, es importante que las disciplinas converjan en un objetivo claro. El impacto social tanto en la salud y la higiene como la productividad y el desarrollo de una sociedad más justa y equitativa sobre todo en aquellos que menos recursos económicos tienen para poder enfrentar el desabasto. (Sosa, 2010). De tal modo, se muestra en el contexto urbano la dimensión humana “agua y pobreza” ya que la población más pobre tiende a ser más vulnerable, toda vez que su dependencia de los recursos naturales para el sustento económico y bienestar es mayor, y su capacidad para asimilar eventos extremos es limitada. (Verner, 2010).

La escasez de agua y su demanda creciente atentan contra el desarrollo económico y la reducción de la pobreza. A nivel global, diferentes proyecciones muestran incrementos significativos de la demanda claramente el sector agrícola impondrá importantes precisiones sobre el recurso para satisfacer las necesidades

alimentarias originadas por el crecimiento demográfico. (Danilenko & Jacobson, 2010).

Tal problemática, que debe atenderse de inmediato para evitar consecuencias serias en el suministro público, agrícola e industrial, comprende seis aspectos:

- a) Disminución de los recursos hídricos de buena calidad disponibles en la región. En muchos casos, el agua suministrada actualmente por los organismos operadores sobrepasa los límites máximos permitidos para agua potable. Además, existen altas pérdidas de agua por fugas en las redes municipales y se carece de programas eficientes de conservación y ahorro de agua de uso urbano.
- b) Acciones limitadas y falta de planes de largo alcance para aumentar la disponibilidad de agua tales como acciones eficientes de recarga de acuíferos.
- c) Falta de optimización del uso de agua, en los sectores agrícola e industrial. Hay carencia de apoyo económico y técnico sobre programas de uso eficiente de riego, automatización y operación con cultivos rentables de bajo consumo hídrico y baja demanda de agroquímicos.
- d) Falta de planes para promover el reúso total de las aguas residuales municipales tratadas.
- e) Información insuficiente sobre volúmenes y calidad del agua de abasto y residual.
- f) Ausencia de campañas sobre la gestión integral del agua particularmente sobre la cultura urbana del consumo del vital líquido.

2.2. Estrategia metodológica para la evaluación de la situación existente.

Para llevar a cabo el presente estudio se utilizan varias metodologías. Primero, porque se debe tener en claro cuáles son los tipos de cuenca que convergen en la región, para lo cual se utilizará la Ecuación de Kostiaikov sobre la evaluación del tipo de cuenca a efecto de detonar la información secundaria sobre la capacidad que tiene la zona de ser receptiva a la precipitación y provocar una recarga.

Posteriormente, se aplica la metodología de Theiss con el objetivo de evaluar los diferentes tipos de acuíferos presentes en el valle como consecuencia de su fisiografía o corte del perfil y describe la capacidad que tienen los materiales de ser receptivos al flujo del agua subterránea, esto nos producirá la base para evaluar la capacidad de extracción de agua del subsuelo así como su profundidad. Todos los acuíferos de nuestro país son diferentes tanto en su fisiografía o conformación del suelo y rocas como la zona que lo recarga o lo abastece. Dicho de otra manera todas las cuencas, con sus acuíferos son específicos ninguno es igual, podría ser altamente parecidos pero difieren en aspectos individuales de conformación.

En tercer término, se emplea el Índice de eficacia de la gestión integral del agua (IEGA) para evaluar el grado de eficiencia en el uso del vital líquido desde el origen o bombeo del subsuelo, su conducción, sus pérdidas en la distribución, su eficiencia terminal en el suministro localizado, a fin de valorar la distribución, el consumo, la explotación y las pérdidas de agua por conducción y evaporación. Para ello, se aplica un marco de referencia por superficie multiplicado por la capacidad de los acuíferos incluidos en la cuenca hidrológica y dividida entre la agenda de consumo con respecto al tiempo, así como la densidad de población, sustentado en un sistema de información geográfica (GIS). Resultando en Disponibilidad en $\text{m}^3/\text{Hab}/\text{año}$ contra tiempo de retorno

Asimismo, se utiliza un modelo matemático para encontrar el punto de inflexión entre la capacidad de aportación del recurso del agua como origen y demanda o consumo con respecto al tiempo y al requerimiento mínimo de consumo humano diario, a efecto de construir los posibles escenarios bajo diferentes eventos de cultura del consumo de agua y deriva en un modelo cronológico de evaluación de la oferta y la demanda hídrica.

No obstante, la parte más importante de este trabajo son los escenarios sociales que son elementos consustanciales de una ecuación integrada del punto de contingencia contra punto de sobre-suministro y su impacto en la salud, bienestar y factores económicos en relación con el tiempo que identifica las potenciales consecuencias sociales de un desabasto de agua que derivan en un atlas de riesgo.

Con base en lo anterior, el estudio contempla tres etapas:

1. Análisis exhaustivo del estado del arte relacionado con la temática del agua en la región y elaboración de un modelo sistémico preliminar. Esto permite tener un diagnóstico actualizado con alto grado de certitud, plantear posibles escenarios futuros, así como identificar y priorizar problemas.
2. Mediciones y pruebas piloto experimentales para complementar el diagnóstico y evaluar:
 - a) alternativas de recarga de mantos acuíferos,
 - b) métodos de optimización del manejo de agua
 - c) mejora de operación y mantenimiento de plantas de tratamiento de aguas residuales,

- d) monitoreo de la calidad del agua de pozos, de la distribuida en las ciudades, de las aguas residuales generadas y tratadas, y
 - e) evaluación del potencial del reúso de aguas residuales tratadas.
3. Desarrollo de un Plan de Gestión Integral de Recursos Hídricos para la región SAARA, que integrará los resultados de las etapas previas, así como los elementos desarrollados en la segunda etapa, las perspectivas y necesidades de los diferentes sectores involucrados en la problemática.

2.2.1. Capacidad de captación de agua de precipitación de la cuenca, a partir de la Ecuación de Balance.

La infiltración de una zona.

Definiremos como la cantidad de agua en movimiento que atraviesa verticalmente la superficie del suelo producto de la acción de las fuerzas gravitacionales y capilares, esta cantidad de agua quedara retenida en el suelo o alcanzará el nivel freático del acuífero. El proceso de infiltración del agua al suelo es lo que diferencia una zona de otra ya que este produce diferentes ecosistemas y cobertura vegetal.

Al inicio de la precipitación el suelo se encuentra relativamente seco lo que provoca que la tasa de precipitación (Explicado ampliamente en el capítulo 3) ó lluvia sea menor que la velocidad de infiltración, mas sin embargo al ir saturándose de agua su velocidad de captación se reduce provocando que el volumen precipitado se escurra

y aunque se sigue infiltrando el agua al suelo el volumen escurrido es mayor entrando en balance otras variables como la pendiente y la cobertura vegetal.

Kostiakov (1932) dentro de los métodos empíricos propuso un modelo exponencial.

$$V_i = KT^n$$

Donde:

V_i = Representa la velocidad de Infiltración

K, n = Coeficientes de ajuste

T = Tiempo transcurrido desde el inicio de la infiltración llamado también tiempo de oportunidad ó tiempo de contacto del agua con el suelo.

Este método es muy utilizado en el sector ya que solo con determinar la ecuación de infiltración del suelo predominante a través de una prueba llamada cilindros infiltrometros y el monitoreo de la precipitación se puede estimar la infiltración. El inverso de la velocidad de infiltración es la lamina acumulada con respecto al tiempo, es lógico deducir que al inicio es menor la lamina y su valor va de menor a mayor con respecto al tiempo.

La diferencia entre el volumen de agua que llueve en una cuenca y la que escurre por su salida están constituidas por la intercepción en el follaje de las plantas y en los techos de las construcciones, la retención en depresiones ó charcos (que posteriormente se evapora o se infiltra), la evaporación y la infiltración.

La infiltración juega un papel de primer orden en la relación lluvia-escorrentía y por lo tanto en los problemas de diseño y predicción asociados a la dimensión y operación de las obras hidráulicas.

Siendo la precipitación y la infiltración los factores más importantes de la recarga de una cuenca estos han generado una clasificación en la corteza terrestre en base a los volúmenes captados, así mismo nuestro país no está exento de esto ya que cada región es diferente tanto por sus condiciones climatológicas como la conformación del suelo, dando en consecuencia provincias y sub provincias ecológicas múltiples, y mostrando una problemática diferente para cada región, ciudad, o poblado aunque estén cerca o presentes en la misma cuenca.

La solución a la problemática del agua nace en este contexto, definir claramente que tipo de zona es en base a la precipitación, que tipo de suelo en base a la ecuación de kostiakov, que valor representativo tiene la pendiente del terreno ó cuenca y el tipo de cobertura vegetal. Esto nos da una idea de la capacidad que tiene la región de provocar una recarga en los estratos profundos del suelo.

La superficie total de México es ligeramente inferior a los 2 millones de km^2 . La escorrentía anual de sus ríos es de 399 km^3 , de la cual 87% procede de los treinta y nueve ríos principales del país, cuyas cuencas ocupan 58% de la superficie total.

Originalmente el nombre de la cuenca de referencia obedeció a contextos técnicos que definían un lugar donde la topografía enmarcaba el escurrimiento del agua

de lluvia sobre las montañas y su frontera o límites obedecían a la orografía del lugar, la cubierta vegetal, su pendiente, el suelo y la capacidad de recargar los acuíferos de las zonas. Sin embargo, en este trabajo existe un entrelazamiento simbiótico entre naturaleza y cultura que se traduce en una articulación entre las características hidrológicas y ambientales bajo estudio y la organización de los actores que habitan dentro de su área. Es decir, se postula como punto de partida y encuadre general lo que se denomina unidad “social-fluvial”, la interdependencia entre “agua y sociedad” entre “sistemas biofísicos y sistemas socioeconómicos” del que se desprende el término capacidad de carga de la cuenca para sostener una cierta cantidad de población equilibrada.

Este enfoque holístico se concreta en la conceptualización de la cuenca como territorio (local y regional) en el sentido geográfico fuerte del término y como el espacio vital apropiado, ocupado y dominado por las comunidades que lo habitan, en vista de asegurar su reproducción y satisfacer sus necesidades vitales que son a la vez materiales y simbólicas. (Raffestin, 1980; Di Méo, 1988).

En esta apreciación de propiedad y poder, los bosques, flora y fauna, afloramientos y escurrimientos son elementos identitarios por lo que su control y protección puede inducir a la violencia. De aquí nacen los conflictos y las guerras del agua donde el individuo se niega a entregar parte de su patrimonio legado por sus ancestros y trata de preservar la cuenca como medio de sustentabilidad y patrimonio cultural. De esta manera, se observan dos dimensiones. La cuenca con sus

delimitaciones naturales de relieve y la cuenca como derecho y patrimonio social de sus habitantes de un legado de supervivencia y sustentabilidad.

Para abordar este enfoque se aplica el “manejo integral de cuencas” empleado en diversas instituciones del agua en el mundo, por ser un concepto holístico (integrador, complejo, no parcelario que procura ver el todo y no sólo sus partes) de participación social, que propone una metodología que busca el equilibrio entre la función técnica, definida por sus características geográficas e hidrológicas, y la dinámica social generada por el grupo de pueblos y ciudades que viven en ese espacio geohidrológico. (Guzmán Puente, 2006).

Por lo anterior, el concepto de capacidad de carga por cuenca alude no sólo a aspectos técnicos, sino en relación con el número de habitantes; esto es, la disponibilidad del recurso por habitante por día, así como la definición de quién tiene derecho al recurso, cuánto debe corresponder al sector agrícola, cuánto ha de ser el volumen de reserva, en función de cuánto se espera que llueva y la capacidad del suelo de retenerla contra el escurrimiento y la evaporación. A esto le llamamos el “balance de la cuenca”. Todo valor que esté por encima de sus límites máximos es depredación y sobreexplotación, con rumbo a un punto sin retorno, no sustentable y violentando los principios éticos de propiedad, identidad y cultura.

A este respecto, la Ecuación de Kostiakov permite evaluar la capacidad de las cuencas de captar el vital líquido. La ecuación integra variables del clima como la precipitación, velocidad del viento, temperaturas máximas, evaporación, evapotranspiración, así como, variables físicas y biológicas como tipo de suelo, cubierta vegetal, tipo de rocas presentes, la pendiente y superficie del terreno.

Con esta información se evalúa el volumen precipitado contra el volumen captado en la cuenca por año y se compara con el volumen bombeado en el mismo periodo, con lo que es posible inferir el grado de abatimiento de los acuíferos.

Las variables hidrológicas involucradas son P: precipitación, R: escurrimiento superficial, G: flujo de agua subterránea, E: evaporación, T: transpiración, I: infiltración, y S: almacenamiento. (Custodio y Llamas, 1976; Davis y DeWiest, 1971).

El balance hidrológico.

El sistema hidrológico global es generalmente considerado como un sistema cerrado, dado que la cantidad total de agua que participa en el ciclo hidrológico del planeta es constante si bien abundan los sistemas secundarios abiertos. Aún así, sea cual fuere la complejidad del sistema, es posible desarrollar un balance hidrológico para cualquier sistema. El balance hidrológico para un sistema lineal puede ser representado por la siguiente ecuación:

$$P - Q = dS$$

Donde:

P = volumen precipitado, por unidad de tiempo

Q =volumen escurrido, por unidad de tiempo

dS = cambio en el almacenamiento del sistema por unidad de tiempo.

El escurrimiento no inicia hasta que una lámina precipitada mínima se ha acumulado sobre la superficie. Al continuar la precipitación el gasto de escurrimiento

medido en cualquier punto se incrementa y la lámina de agua acumulada sobre la superficie del sistema también aumenta. Al cesar la precipitación, esta lámina de agua se transforma también en escurrimiento.

Todo sistema hidrológico puede ser descrito por un balance hidrológico que muestre la forma en que el estímulo al sistema es dispuesto y los cambios en almacenamiento que en éste ocurren. La simplicidad del balance hidrológico es, sin embargo, engañosa en muchos casos, puesto que algunos términos de la ecuación no son fáciles de cuantificar en forma precisa.

Las variables hidrológicas P, E, T, R, G, e I son generales y definidas. Los subíndices S y G denotan vectores que se originan por sobre y por debajo de la superficie del terreno, respectivamente. Por ejemplo, R_g representa el flujo de agua subterránea efluente a una corriente superficial, y S_s representa almacenamiento superficial.

La región bajo consideración posee un límite inferior abajo del cual no existe agua. Los límites verticales son arbitrariamente establecidos como proyecciones de la periferia de la región. Si recordamos que el balance hidrológico es un balance de estímulos, reacciones y cambios en almacenamiento, puede ser definida por las siguientes expresiones matemáticas:

- 1) Balance hidrológico por sobre la superficie

$$P + R_1 - R_2 + R_g - E_s - T_s - I = \Delta S_s$$

- 2) Balance hidrológico por debajo de la superficie

$$I + G_1 - G_2 - R_g - E_g - T_g = \Delta S_g$$

3) Balance hidrológico total

$$P - (R_2 - R_1) - (G_2 - G_1) - (E_s + E_g) - (T_s + T_g) = \Delta(S_s + S_g)$$

Si todos los valores de las variables presentadas están dados en unidades de volumen por unidad de tiempo, y se eliminan los sub índices de manera que las variables representen precipitación total y valores netos de escurrimiento superficial, flujo subterráneo, evaporación, transpiración y almacenamiento, el balance hidrológico para la región de Saltillo, Ramos Arizpe, Arteaga puede ser escrito:

$$P - R - G - E - T = \Delta S$$

2.2.2. Balance de acuíferos recarga y descarga utilizando el método de Theiss.

Aguas Subterráneas.

Las aguas subterráneas son aquellas que se han filtrado desde la superficie de la tierra hacía abajo por los poros del suelo a través de la gravedad, hasta que alcanza un estrato impermeable. Las formaciones de suelo y roca que se han saturado de líquido se conocen como depósitos de agua subterránea, o acuíferos. El agua normalmente se extrae de estos depósitos por medio de pozos. El tamaño de los poros del suelo, la viscosidad del agua y otros factores se combinan para limitar la velocidad a la cual el agua se mueve a través del suelo para rellenar el pozo. Este flujo (velocidad) puede variar desde 1 m/día hasta 1m/año. Tendremos en el subsuelo dos zonas diferenciadas:

una inferior, saturada de agua y otra superior no saturada, llamada zona de aireación o vadosa. La superficie que separa la zona de aireación de la zona saturada se denomina nivel freático.

Este nivel fluctuará verticalmente a lo largo del tiempo

El coeficiente de almacenamiento es una de las variables más importantes tomadas en cuenta con la ecuación de Theiss.

La primera expresión matemática que refleja la forma del cono de descenso en régimen variable se debe a Theiss, que en 1935 la elaboró a partir de la similitud entre el flujo del agua y el flujo de calor, estudiando el flujo radial del calor en una placa metálica. La expresión es:

$$T = \frac{Q}{4 * \pi * s} * W(u) \quad \text{y} \quad S = \frac{4 * u * T}{r^2 / t}$$

- Q = Caudal de bombeo constante
- T, S = Transmisividad y coeficiente de almacenamiento del acuífero
- t = Tiempo transcurrido desde el comienzo del bombeo
- s = Descenso
- r = Distancia a la que se produce el descenso

$$W(u) = \int_u^{\infty} \frac{e^{-u}}{u} du$$

La solución de esta integral para los distintos valores de u aparece tabulada en todos los textos de Hidrogeología (por ejemplo, en Watson (1995), pág.351). Esta integral puede expresarse en forma de serie (suma de infinitos sumandos), así:

$$W(u) = -0.5772 - \ln u + u - \frac{u^2}{2.2!} + \frac{u^3}{3.3!} - \dots$$

u no es una variable que tenga significado físico, sólo se trata de una abreviatura en la formulación.

$W(u)$ es una función compleja de u bien conocida en Matemáticas, que en Hidráulica se denomina “función de pozo” (la W es porque pozo en inglés es Well).

Flujo radial no permanente hacia un pozo.

Cuando se bombea un pozo que está en toda la extensión del acuífero, la influencia del mismo se extiende a lo largo del tiempo, pues se producen los abatimientos que suponen una declinación constante de la altura de carga, esta situación puede prolongarse un tiempo indefinido pues se seguirán observando abatimientos, aun cuando el caudal de bombeo se mantenga constante; esto situación da origen a que aparezcan flujos de tipo no permanente. Cuando ocurre un flujo de este tipo, existen métodos mediante los cuales, podemos extraer las características del acuífero del cual se está bombeando.

Los acuíferos pueden ser homogéneos e isotrópicos.

Cuando el acuífero se extiende hasta el infinito. El pozo de bombeo penetra en el acuífero en todo su espesor. Se bombea con un caudal constante. El abastecimiento

es mínimo comparado con el espesor saturado. El agua es tomada del almacenamiento en forma instantánea.

Disponibilidad de agua subterránea.

Este trabajo se rige por la disponibilidad de agua subterránea definida como “el caudal máximo que se puede extraer de un acuífero, en adición a la extracción actual y al amparo de un cierto criterio, pero apuntando hacia la estabilización final de los niveles de agua” (Muñoz Castro, 2000, pag.8). Así, bajo el concepto de “*rendimiento seguro*” basado en la recarga, la disponibilidad resulta la diferencia entre la recarga del acuífero y la extracción actual.

El concepto de “rendimiento seguro”, basado en la recarga, ignora la descarga natural del acuífero, que sostiene a los ecosistemas, lo cual en cierta medida considera la normatividad mexicana al definir la disponibilidad (media anual) como “*el volumen medio anual de agua subterránea que puede ser extraído de una unidad hidrogeológica para diversos usos, adicional a la extracción ya concesionada y a la descarga natural comprometida, sin poner en peligro el equilibrio de los ecosistemas*” (SEMARNAT, NOM-011-CNA-200). Esta definición tiene el mérito de que incluye al medio ambiente como otro usuario más de las aguas subterráneas.

De acuerdo con la **NOM-011**, la *disponibilidad oficial* (DPO) de agua subterránea se determina como:

$$DPO = RTA - VEC - DNC \quad (1)$$

donde *RTA* es la recarga total actual (promedio anual en el periodo seleccionado y considerando todas las fuentes de recarga), *VEC* es el volumen de extracción concesionada de agua subterránea, y *DNC* es la descarga natural comprometida.

Por lo general, en las cuencas cerradas del centro y norte de México, donde predominan las condiciones áridas y semi-áridas, la descarga natural de los acuíferos se da en zonas lacustres topográficamente bajas, por efecto del fenómeno de evapotranspiración, o sólo por evaporación del agua subterránea desde una superficie freática situada a cierta profundidad en el subsuelo por efecto capilar, que es más intensa en los suelos arcillosos y limosos. En estas cuencas cerradas se forman “*playas*” o lagunas con suelos salinos, donde la descarga natural no sustenta ecosistemas y, en consecuencia la descarga natural comprometida es nula.

En nuestro caso común de acuíferos cuya extracción se ha venido incrementando con los años, la disponibilidad se reduce a medida que la extracción aumenta y, de hecho, la disponibilidad puede llegar a ser negativa. En los casos que la disponibilidad resulta negativa, CONAGUA 2004 suele reportarla como disponibilidad cero.

Una variante de la definición anterior que también se utiliza en la práctica (Walton, 1970) es la *disponibilidad física*, consistente en utilizar la extracción actual, *VEA*, en lugar de la extracción concesionada, *VEC*. Por *actual* entendemos la situación promedio anual en un periodo lo suficientemente largo para que no ocurra un predominio de años anómalamente secos o anómalamente húmedos. Pero estos periodos tampoco deben ser tan largos como para quitarle a la disponibilidad su

carácter dinámico. Con esto, la selección de estos periodos está sujeta a las condiciones particulares de cada región, aunque para fines de manejo se puede definir una periodicidad uniforme en su cálculo para los acuíferos situados en una región geográfica, donde las condiciones climáticas e hidrogeológicas presenten cierta similitud.

La disponibilidad física actual (*DPF*) de agua subterránea se determina como:

$$DPF = RTA - VEA - DNC \quad (2)$$

donde *RTA* es la recarga total actual (promedio anual en el periodo seleccionado y considerando todas las fuentes de recarga), *VEA* es el volumen de extracción actual de agua subterránea (promedio anual en el mismo periodo), y *DNC* es la descarga natural comprometida.

En relación con el uso de la ecuación (2), en primer lugar se advierte que el *VEA* puede ser muy incierto. En México la gran mayoría de los pozos no cuenta con un medidor de descarga, y el *VEA* se calcula por métodos indirectos. También cabe destacar que la recarga se estima frecuentemente mediante el *método del balance hídrico*, el cual sólo produce estimaciones razonables para las zonas húmedas, porque ahí la magnitud de la recarga es relativamente grande comparada con las imprecisiones del método. En cambio, en las zonas áridas y semi-áridas la pequeña cantidad de recarga calculada como la diferencia entre la precipitación y la evapotranspiración real, es por lo general menor que el ámbito de incertidumbre implicada en la determinación de la evapotranspiración (Scanlon *et al.* 2002). De Vries & Simmers (2002) agregaron que, a pesar de los numerosos estudios existentes, la determinación de los flujos de recarga en las zonas semi-áridas continúa estando cargada de incertidumbre.

Por su parte, Bredehoeft (1997) sostiene que tanto la recarga natural como la inducida son difíciles si no imposibles de cuantificar, y que en la mayoría de las situaciones la recarga no cambia por efecto de la explotación por pozos. Este autor demostró que la recarga natural (virgen) no es indispensable para determinar la magnitud del rendimiento sostenible, sino que “*es la captura de la descarga natural lo que determina la magnitud del rendimiento sostenible*” (Bredehoeft, 1997, pag. 162).

Así, con apego a la teoría de Theis–Bredehoeft sobre el rendimiento sustentable de los acuíferos (Theiss, 1940; Bredehoeft, 1997 y 2002), Chávez (2004) propuso un método alternativo para calcular la disponibilidad física actual (*DPF*) de agua subterránea, que es:

$$DPF = DNA + \Delta VA - DNC \quad (3)$$

donde *DNA* es la descarga natural actual (promedio anual en el periodo seleccionado), ΔVA es el cambio actual en el volumen de almacenamiento del acuífero (promedio anual en el mismo periodo), y *DNC* continúa siendo la descarga natural comprometida. Se anota que ΔVA es negativo cuando los niveles de agua se están abatiendo.

La disponibilidad oficial se puede relacionar con la disponibilidad física mediante:

$$DPO = DPF + (VEA - VEC) \quad (4)$$

Aquí se aprecia que la diferencia entre el volumen de extracción actual y el volumen concesionado es la sobreestimación, o subestimación en su caso, de la disponibilidad física actual del acuífero por parte del valor reportado como disponibilidad oficial según la **NOM-011**. En consecuencia, es necesario que el *VEC* se esté

actualizando con los nuevos censos e hidrometrías, porque si no fácilmente se podría caer en una sobreexplotación física pero “legal” del acuífero.

Las dos maneras de determinar la disponibilidad física son mediante la ecuación (2) basada en recarga y extracción, y la ecuación (3) basada en descarga natural. Estas son *teóricamente equivalentes*, aunque desde un *punto de vista práctico* y con relación a las ecuaciones (1) y (2), se advierte que por lo general la recarga (incluso la media anual), y con frecuencia también la extracción no sólo son cantidades muy inciertas, sino que su incertidumbre se propaga hacia al cálculo de la disponibilidad. Esta situación se agrava cuando la extracción en pozos se incrementa con el tiempo, ya que con esto la disponibilidad de agua subterránea se va reduciendo en magnitud, y las grandes incertidumbres de la recarga y la extracción, al propagarse, pueden llegar a opacar a la disponibilidad calculada y hacer que este valor pierda su sentido.

Por su parte, el cálculo de la disponibilidad basado en la descarga natural (Ecuación 3) puede ser, en principio, menos impreciso que el basado en recarga y extracción, ya que las áreas de descarga son por lo general menos difíciles de identificar en campo, y algunas de estas descargas se pueden aforar o estimar con precisión aceptable. Sin embargo, la aplicación de este método al caso común de un acuífero que se encuentre en condiciones de abatimiento, implicaría también el cálculo de una diferencia entre dos cantidades inciertas —a la descarga natural se le suma el cambio “negativo” en el volumen de almacenamiento— y, al igual que con la ecuación (2), se produciría una propagación de error que afectaría el cálculo de la disponibilidad.

Sin embargo, la ecuación (3) ofrece la ventaja de poder describir el proceso de captura, es decir, la reducción de la descarga natural con el tiempo. Además, esta ecuación puede ser mucho más precisa que la ecuación (2) en condiciones de estado estacionario (ΔVA igual a cero), o cuando ΔVA sea relativamente pequeño comparado con DNA . En el caso de que ΔVA sea grande, la ecuación (3) también ofrece ventaja si se cuenta con una red de pozos de observación piezométrica de cobertura amplia, que permita determinar con la frecuencia necesaria el abatimiento promedio (en el espacio) del acuífero, y si también se cuenta con valores suficientemente confiables del rendimiento específico, S_y , en caso de acuífero libre, o del coeficiente de almacenamiento, S , en caso de acuífero confinado.

Conviene subrayar aquí que el concepto de disponibilidad implica la transición de los niveles de agua hacia un nuevo estado estacionario —que no necesariamente sería el último estado de equilibrio dinámico alcanzable, a menos que no haya una descarga natural comprometida, como es el caso de Tarabillas— y por lo tanto el cambio de almacenamiento del acuífero se deberá ir reduciendo con el tiempo hasta llegar a ser cero. Si el acuífero se está abatiendo, el cambio en el volumen de almacenamiento es negativo, pero si en valor absoluto este cambio es superior a la descarga natural, entonces el acuífero está siendo *minado*, lo que significa que se está explotando de manera no sustentable.

Finalmente, se enfatiza que existe consenso en la comunidad hidrogeológica internacional en el sentido de que la estimación de la recarga de los acuíferos en las zonas áridas y semi-áridas puede contener mucha incertidumbre, y que un error de un

orden de magnitud en la estimación de la recarga es común en estas zonas (Davidson y Rose, 2000; Stanford *et al.*, 2000; Flint *et al.*, 2002; Scanlon *et al.*, 2002; Maddock *et al.*, 2005).

Por lo anterior, utilizaremos la ecuación (3) —porque no se basa en la recarga, sino en la descarga natural— para calcular la disponibilidad física de agua subterránea en zonas áridas, toda vez que los acuíferos que alimentan estos pozos dependen tanto de la recarga fuera de la zona, como de las infiltraciones locales, es indispensable realizar un estudio previo de la recarga exterior de la cuenca hidrológica, así como un sistema de balance entre las entradas y salidas.

Por otra parte, las diferentes estructuras fisiográficas que constituyen el perfil de la zona provocan los diferentes tipos de acuíferos (libres, confinados y semi-confinados) y su medición debe tener el ajuste de permeabilidad y conductividad hidráulica para no caer en un dato en exceso que altere la evaluación de estas variables.

2.2.3. Abatimiento del nivel dinámico de los acuíferos en la zona de Saltillo, utilizando el método de registro directo por sonda eléctrica y construyendo los isoniveles correspondientes.

Monitoreo piezométrico.

El método directo de conocer las propiedades de un pozo es el monitoreo piezométrico, ya que consiste en medir directamente su condición (Nivel del espejo del agua con acotamiento tomando como referencia el nivel del mar).

Graficar la profundidad del nivel estático y dinámico del espejo del agua con respecto a un nivel de referencia y este comúnmente es el nivel del mar como punto de liga o banco medido en altimetría, con respecto al tiempo de operación.

Esto se realiza con el propósito de graficar los valores de profundidad e interpretarlos en un plano georeferenciado y poder conocer aspectos tan importantes como el origen de la recarga y el sentido del flujo, abatimientos críticos con respecto al tiempo, monitoreo de la calidad del agua con respecto a su profundidad.

La prueba de abatimiento y capacidad del pozo se obtiene de una acción mecánica hidráulica conocida como “aforo” o “prueba de bombeo”, cuyo objetivo principal es someter el pozo a un stress de resistencia o transmisibilidad hidráulica.

Para poder conocer primero el tipo de acuífero que está presente en la zona y su capacidad de recuperación. Esta acción solo se logra con maquinaria especializada y bombas tanto de tipo turbina lubricadas por agua como sumergibles construyendo una grafica de gasto contra nivel de abatimiento a diferentes revoluciones hasta encontrar el punto de inflexión o punto donde la extracción coincide con la recarga o capacidad que tiene la estructura del suelo de transmitir “X” gasto.

En este trabajo se registraron los aforos de los pozos más representativos de abastecimiento tanto urbano como agrícola del valle de SAARA a lo largo de 20 años. Utilizando la ecuación básica de Kostiaikov $Z = KT^n$ en una base logarítmica se puede encontrar dicho punto de inflexión, así como conocer el tipo de acuífero.

Al tiempo de realizar el aforo, se mide directamente el “*nivel dinámico*” o sea la profundidad del espejo del agua. Para esto se requiere de una sonda eléctrica o dispersora de neutrones que al topar con el agua produce un corto y se mide directamente en un óhmetro. Dicho dato no puede ser alterado por ser consecuencia del empuje de la presión hidrostática y reflejarse en el acuífero con la misma intensidad. El análisis de esta medición puede aplicarse con el mismo criterio a los demás pozos del acuífero para correlacionar la tendencia del abatimiento.

En otras palabras, el entendimiento del fenómeno se guía a través de ciertas dimensiones consideradas como significativas por estudios previos, y se orienta a probar la hipótesis y evaluar los efectos que producirán la manifestación física de estas variables de estudio.

Construir los isoniveles del nivel dinámico de la cuenca muestra realmente el grado de abatimiento con respecto al tiempo de los acuíferos que aportan el recurso del agua.

Con respecto a los acuíferos presentes, como se mencionó, hemos utilizado la metodología de Theiss para conocer los diferentes tipos (López, 1982; McConnell, 1993).

En este trabajo se explotan acuíferos entre calizas y lutitas. Llamaremos acuífero superficial aquel que se presenta en la parte 0-100 mts y es recargado por las precipitaciones someras superficiales de la zona, es más vulnerable a contaminarse en el recorrido de la recarga ya que encuentra contaminantes más agresivos como las fugas de dren y fugas de agua potable en la ciudad, esto representa que su tiempo de retorno es más corto y su área de influencia es más corta. (Boulton, 1963).

Llamaremos acuífero secundario aquel que presenta un confinamiento más profundo entre 100 y 600 m y cuya calidad de agua no corresponde a los materiales de la zona provocando una calidad del agua con más sales, menos vulnerable a su contaminación por fecales y con una área de recarga mayor que la misma cobertura de la cuenca (Mc. Whorter & Sunada, 1977).

En este trabajo llamaremos acuífero terciario aquel con un confinamiento mayor de 600 mts y que presenta aguas con detritos y fósiles y que están presentes pero tuvieron un periodo de retorno por encima de los 100 años (Walton, 1960).

Con los datos de registro de la profundidad del nivel estático y dinámico tomado como referencia durante la campaña de censo de aprovechamiento de agua subterránea desde 1990 generaremos una configuración base para distinguirla y usarla de referencia o testigo (CNA, 1990).

2.2.4. Eficiencia en la distribución y el consumo del recurso del agua, tanto agrícola como urbana con base en el método del diagrama de flujo Stella.

Después de haber evaluado los niveles de abatimiento de los pozos en la zona se inicia el análisis en lo que respecta a los volúmenes de extracción, conducción, consumo, y reciclaje para poder etiquetar el grado o magnitud que corresponde a la distribución.

Para hacer este estudio se utiliza la Metodología Stella toda vez que permite describir el fenómeno de la distribución, el consumo, la explotación y las pérdidas de agua por conducción (Shannon & Johannes, 1976). Se aplica un marco de referencia por superficie multiplicado por la capacidad de los acuíferos incluidos en la cuenca hidrológica y dividida entre la agenda de consumo con respecto al tiempo, así como la densidad de población

El diagrama de flujo Stella es una metodología que sirve para evaluar estas variables contra dimensiones de área en base a las eficiencias de conducción.

Llamaremos eficiencia a la relación que existe entre el volumen consumido y el volumen extraído o sea la eficiencia total volumétrica.

$$\text{Eff global} = \text{volumen consumido} / \text{volumen extraído} \times 100$$

Eficiencia de distribución es la relación que existe entre el volumen que llega al usuario y el volumen extraído.

$$\text{Eff distribución} = \text{volumen que llega al usuario} / \text{volumen extraído} \times 100$$

Eficiencia de reciclaje se entiende como la capacidad que se tiene de reintegrar por tratamiento de aguas residuales cierto volumen.

Eff de reciclaje = volumen tratado o reciclado o inyectado al acuífero, o reusado
/ volumen extraído x 100

Eff de consumo es la relación que existe entre el volumen requerido por una persona para cumplir sus necesidades más básicas de alimentación, higiene y salud, así como el de su productividad / el volumen suministrado.

Eff de consumo= volumen básico por persona / volumen consumido x 100

Eficiencia urbana es la relación que existe entre el volumen requerido por el municipio para poder cumplir con el abasto de áreas verdes, centros sociales, hospitales, centros especializados / el volumen total consumido x 100.

Índice de consumo industrial. Relación que existe entre el PIB generado por la acción empresarial o industrial y un volumen específico de agua consumido para tal acción.

$$ICI = \text{PIB} / \text{M}^3 = \text{Dólares} / \text{M}^3$$

Este valor no contempla el costo ambiental, ya que no incluye la calidad del agua

Índice de costo industrial. Relación que existe entre el PIB generado en dólares por la acción empresarial con respecto al costo real de 1 m³ de agua suministrada. Este costo incluye el precio real de 1 M³ y el costo ambiental.

La correlación de eficiencias se realiza a través de un diagrama de flujo utilizando un sistema de información geográfica (ARCVIEW 3.0), en donde se construye en una orthofoto digital, donde la imagen se va sobreponiendo con diferente

pigmentación las eficiencias y así se geo- referencian los puntos de explotación o bombeo contra los puntos de consumo o demanda provocando un mosaico óptico de variables para dimensionar el problema, con la facilidad de combinar N variables entre sí, según requiera el estudio.

Los datos obtenidos son medidos en el punto y geo referenciados para poder operar con Arc-View y Stella. Dichas mediciones incluyen desde electro sondas hasta mediciones directas en medidores volumétricos y registrados a través del tiempo. En este caso específico, el estudio dimensiona veinte años en cuanto al registro de bombeo de los pozos o nivel dinámico, y el de la distribución sólo diez años.

Para poder evaluar la magnitud de los efectos sociales que se generarían por el desabasto, es preciso demostrar el perfil real de abatimiento de los acuíferos y proyectarlo contra la demanda existente y previsible. Para esto se tienen medidos los principales pozos que abastecen el consumo urbano en Saltillo, Ramos Arizpe y Arteaga, a lo largo de 20 años, los cuales manifiestan una clara pendiente descendente que no parece tener fin.

2.2.5. Índice de eficacia de la gestión del agua (IEGA) utilizando un sistema de información geográfica. (ARCGIS3.4)

Como ya se mencionó, este trabajo evalúa la eficiencia en la gestión integral del agua que puede amenazar la salud y el bienestar de la población, sobre todo cuando las personas no poseen condiciones para resolver los problemas derivados de una

gestión del agua poco eficaz en materia de suministro, calidad y disposición de las aguas residuales.

Asimismo, identifica la ubicación de quienes se ven amenazados por la falta del vital líquido, su mala calidad o la disposición inadecuada de sus aguas residuales, cuyas consecuencias negativas pueden prevenirse si se diseñan y ejecutan las políticas en materia de agua pertinentes. Esto remite a que:

- El acceso a los servicios de agua potable, alcantarillado y saneamiento es una necesidad primaria en cualquier sociedad.
- Llevar el agua a las ciudades requiere una gestión integrada de los suministros de agua, control de la contaminación, el tratamiento aguas residuales, la gestión del caudal pluviométrico (incluyendo el agua de tormentas), la prevención de inundaciones y el uso sustentable de los recursos hídricos.

Según la Ley de Aguas Nacionales (29 de Abril del 2004). La gestión es aquella constituida por principios, políticas, actos, recursos, instrumentos, normas formales y no formales, bienes, derechos, atribuciones y responsabilidades, mediante las cuales el Estado, los usuarios del agua y las organizaciones de la sociedad, van a promover e instrumentar para lograr el desarrollo sustentable en beneficio de los seres humanos y su medio social, económico y ambiental.

En México la gestión del agua en los centros urbanos está a cargo de organismos operadores (OO), que son instituciones públicas, mixtas o privadas, que

llevan a cabo la prestación de servicios públicos de agua potable, drenaje, alcantarillado, tratamiento y disposición de sus aguas residuales.

La mayoría de los OO presentan una situación crítica por las elevadas pérdidas de agua, la baja calidad de los servicios, las tarifas que no cubren la mayor parte de los costos, el pago impuntual del usuario, los costos de operación por encima de los ingresos, la alta rotación del personal directivo, los costos laborales crecientes agudizados por el envejecimiento de sus empleados y la ausencia de sistemas de pensiones, entre otros mucho.

En este trabajo se dimensionan las colonias de la mancha urbana de Saltillo, Ramos Arizpe, y Arteaga usando los "AGEBS" del INEGI 2008 en un paquete de AUTOCAD y un SIG (Sistema de Información Geográfica) para aplicarles la información complementaria de gestión integral de agua como son:

A: Suministro de agua potable disponible 24 h/día.

B: Suministro de agua potable condicionado 12-24 h/día

C: Suministro de agua potable condicionado 6-12 h/día

D: Suministro de agua potable aleatorio "x" horas por debajo de 6 h/día

E: Suministro de agua potable sin infraestructura hidráulica o sistemas de abastecimiento de agua.

F: Cuentan con drenaje urbano.

G: Carecen de drenaje urbano.

H: Descargan a un arroyo con escurrimientos continuos naturales.

I: Descargan a un arroyo de base de cuenca sin escurrimientos naturales sólo los de precipitación.

J: Cuentan con fosa séptica.

K: Calidad del agua potable cumple con la norma SSA, para consumo humano.

L: Calidad del agua no potable tolerante no para consumo pero apta para las funciones secundarias.

M: Tratamiento de aguas residuales (%).

N: Uso de aguas tratadas en funciones urbanas domesticas (%).

O: Uso de aguas tratadas en funciones urbanas industriales (%).

P: Uso de aguas tratadas en aéreas verdes (%).

Q: Descarga de aguas tratadas en afluentes como sistemas de recarga de acuíferos.

En el trabajo estas variables se alimentan sobre los AGEBS del INEGI en las tres manchas urbanas sobreponiéndolos en un paquete SIG y creando un tema específico o “*shape*” llamado gestión integral del agua.

2.2.6. Punto de equilibrio y de inflexión entre capacidad de abastecimiento y demanda para un requerimiento poblacional básico (Índice de consumo), a través de un modelo matemático.

El crecimiento poblacional con un límite superior puede ser estimado con un modelo de crecimiento logístico o inhibido. Al crecer la preocupación por la escasez de recursos, también ha crecido el interés en proyecciones precisas de población y sobre

todo el impacto social que genera la caída de la capacidad de generar riqueza a medida que se depredan los recursos naturales (Arrojo, 2006).

Cualquier modelo de población en el mundo se inicia como una función exponencial. Si “t” es el número de años desde “n” el inicio y “P” es la población en miles, una regresión produce una función exponencial que ajusta los datos como aproximadamente.

$$P = nab^t$$

El modelo carece de precisión ya que sólo puede usarse para estimaciones cortas y continuidad en el crecimiento al no contabilizar cambios en la pendiente o variables de ingreso como guerras, recesiones, epidemias, anexiones de nuevos territorios y las inmigraciones locales e internacionales. Por ello en este trabajo utilizamos un modelo logístico para presentar a lo largo del tiempo valores tales como *punto crítico* (aquel que indica el cambio de la pendiente cóncava ascendente) y *punto de inflexión* (cuando la pendiente se vuelve cóncava hacia abajo). Este tipo de curvas se modela como una función logística y tanto el punto crítico como el de inflexión se encuentran con una derivada simple u doble. (Hughes-Hallett & Gleason, 2004, pag.174).

Propiedades de la función logística $P = L / 1 + Ce^{-kt}$

El valor límite L representa la capacidad de carga de P (población).

El punto de rendimientos decrecientes es el punto de inflexión donde P está aumentando lo más rápido posible. Se presenta en el punto donde $P = L/2$

La función logística es aproximadamente exponencial para pequeños valores de t , con una tasa de crecimiento k .

La cantidad de cierto bien producido (m^3 capacidad del acuífero la llamaremos la oferta) y el bien consumido lo llamaremos la demanda (m^3 bombeados o consumidos). La curva de oferta muestra qué cantidad de "q" del bien de la oferta se desarrolla con respecto a la demanda en el tiempo y muestra su punto de equilibrio (Hughes-Hallett & Gleason, 2004b, Pag 261).

La relación de almacenamiento o recarga contra bombeo nos indica el grado de gasto que se realiza en el acuífero o fuente de suministro y muestra claramente el punto de equilibrio y lo puede representar con respecto al tiempo o capacidad de carga (número de habitantes que puede tolerar) ya que las dos curvas presentan una pendiente ascendente en población y descendente en la recarga.

Dicha información es básica en la modelación de un crecimiento poblacional logístico y una demanda o consumo de agua con respecto al tiempo y referencial al requerimiento de agua por persona al punto de equilibrio de un conjunto de curvas dependientes.

Como el suministro de agua es desigual y disminuye debido al aumento de la población, extrayéndola a un ritmo mayor del que tardan en recargarse los acuíferos, la modelación del consumo de agua es una herramienta indispensable para la administración de un acuífero.

Consideraremos en este trabajo que un modelo es cualquier dispositivo que representa una aproximación de una situación de campo (Megan, Bergkamp y Scanlon, 2004). Se aplican modelos matemáticos para predecir la respuesta de los acuíferos ante estímulos tales como bombeo de pozos, analizar y evaluar las políticas de explotación del agua subterránea con respecto al crecimiento poblacional y su comportamiento de las curvas reales logísticas en el tiempo y poder predecir el próximo comportamiento de estas variables.

Como a las curvas de crecimiento y la de capacidad de los acuíferos se tiene que establecer una frontera, el punto de equilibrio (requerimiento mínimo diario por persona en litros /día) este valor es para poder cumplir sus funciones básicas de desarrollo. El requerimiento mínimo lo establecen organizaciones internacionales como demandas de alimentación, higiene y productividad.

Si bien a menor población mayor disponibilidad de agua y menor bombeo, menor depredación, menor consumo de energía, menor contaminación por abatimientos y menos pérdidas por conducción de sistemas urbanos, algunos autores (Palacios Velez, 2000) consideran que esta teoría no siempre es la más eficiente, porque se ha comprobado que mientras más disponibilidad existe mayor derroche se presenta.

El gran reto de estos sistemas es evaluar la calidad de la gestión integral del agua contra la disponibilidad por habitante y construir un atlas de riesgo en donde el riesgo mínimo representa una tendencia al equilibrio y a la máxima eficiencia contra el

riesgo máximo tiende a la depredación y “peligro de puntos sin retorno”, mínima eficiencia del sistema de suministro y deterioro de calidad de vida.

2.2.7. Atlas de riesgo, y escenarios sobre las consecuencias sociales, del desabasto del recurso con respecto al tiempo.

México, por su ubicación geográfica se encuentra sujeta a una gran ocurrencia de fenómenos naturales, además de los generados por la actividad humana, que, año tras año, causan pérdidas de vidas y daños a la infraestructura y medio ambiente.

Para un país en proceso de cambio cuyo objetivo es lograr un desarrollo humano integral, equitativo y sustentable, las cifras anuales de pérdidas provocadas tanto por el embate de los fenómenos naturales, como por la carencia del suministro de servicios básicos y especialmente el del agua potable, constituyen una condición inaceptable.

Siempre es mayor el costo de reparar un riesgo que la inversión que debió programarse adecuadamente. Al ser aún insuficientes los logros, México invierte mayores esfuerzos y recursos para transitar de un esquema reactivo a uno preventivo. Por ello este trabajo tiende a establecer estrategias, políticas y programas de largo alcance enfocados a prevenir, y reducir los efectos sociales que generaría un desabasto de agua por sobreexplotación de los acuíferos, como una acción perturbadora del desarrollo y de la salud de sus habitantes.

En el noreste de nuestro país y especialmente en las zonas áridas del noreste los atlas de riesgo son una herramienta para tomar decisiones precautorias ante el embate de fenómenos que amenacen a la sociedad.

Es un sistema integral de información, compuesto por bases de datos, que permite integrar y difundir los resultados de los análisis de peligro, de vulnerabilidad y de riesgo en base a la disponibilidad del agua por habitante en SAARA. Tiene como objetivo emitir recomendaciones para la oportuna toma de decisiones y establecer medidas de prevención y mitigación.

Los atlas de riesgo de suministro de agua tienen como estrategia lograr que la sociedad sea capaz de afrontar los peligros naturales y generados por las actividades humanas, asegurando al mismo tiempo que el desarrollo no incremente su vulnerabilidad y por ende el riesgo de una confrontación social que demande el derecho que se tiene a lo más básico. Solo así se podrá asegurar una población más preparada y segura.

Conociendo la magnitud del abatimiento y la eficiencia de gestión integral del agua podremos identificar a través de un mosaico urbano, los puntos más representativos de atacar en caso de contingencia, rezago, carencia o ausencia total del fluido por zona, colonia, o área urbana.

La disponibilidad del agua por habitante cambia frecuentemente con respecto al tiempo en una función dependiente del clima, la precipitación y la recarga.

Los sectores más marginados son los que sufren las consecuencias de estos embates y por lo tanto se pueden clasificar en un mosaico urbano como susceptibles. Más sin embargo la disponibilidad de agua también genera un grado de pobreza ya que la carencia o ausencia del vital líquido trae en consecuencia carencia de otros bienes y depredación de la calidad de vida especialmente en la salud.

La disponibilidad del agua está muy ligada a la generación de fuentes de empleo y en esa misma línea la generación de riqueza para una sociedad representada por el producto interno bruto. Es fácil detectar zonas industriales abandonadas en ciudades donde existió una buena disponibilidad de agua la cual al carecer de este recurso cambio el entorno del trabajo y la generación de empleo.

Dicho Atlas de Riesgo de este trabajo está basado en los siguientes aspectos:

- **Probabilidad:** Expresión de la posibilidad de ocurrencia de un evento o un evento subsiguiente durante un intervalo de tiempo. Por definición la probabilidad debe expresarse como un número entre 0 y 1.
- Amenaza en base a la disponibilidad del agua: llamado también peligro, se refiere a la potencial ocurrencia de suceso de origen natural o generado por el hombre, que puede manifestarse en un lugar específico con una intensidad y dirección determinada
- **Riesgo:** probabilidad de exceder un valor específico de daños sociales, ambientales y económicos, en un lugar específico y durante un tiempo de exposición determinado. $R = \text{Amenaza} \times \text{Vulnerabilidad}$.

- **Riesgo (gestión del):** una herramienta de decisión y de planificación que les facilita a los actores sociales analizar una situación determinada, tomar de manera consciente decisiones y desarrollar una propuesta de intervención concertada tendiente a prevenir, mitigar o reducir los eventos existentes
- **Análisis de riesgos:** Es el desarrollo de una estimación cuantitativa del riesgo, basado en técnicas matemáticas que combinan la estimación de las consecuencias de un incidente y sus frecuencias. También puede definirse como la identificación y evaluación sistemática de objetos de riesgo y peligro. Especialmente la carencia del recurso del agua.
- **Área de afectación:** Representa el área geográfica estimada que puede ser potencialmente afectada por dicha disponibilidad en niveles que pueden causar daños agudos a la salud o en el descenso de la calidad de vida de las poblaciones de la cuenca correspondiente.
- **Mitigación:** Son las medidas tomadas con anticipación al evento y durante la emergencia, para reducir su impacto en la población, bienes y entorno.
- **Prevención:** una de las etapas de la fase del "antes" en el ciclo de los desastres, que consiste en evitar que ocurra el evento, reconociendo que en ocasiones es imposible evitar dicha ocurrencia
- **Sequía:** Ausencia prolongada o escasez marcada de precipitación
- **Vulnerabilidad:** es un factor interno del riesgo de un sujeto, objeto o sistema, expuesto a la amenaza, que corresponde a su disposición intrínseca a ser dañado.

La herramienta utilizada en estas cartas son los datos estadísticos de los *AGEBS* que proporciona *INEGI 2010* montados en un paquete de AUTOCAD, donde se sobrepone la información del organismo operador de agua del área de estudio, así como la información generada en la investigación de un paquete SIG ARCVIEW sobreponiendo en el área de estudio acuíferos, cuenca hidrológica, subcuenca, temperaturas máximas a lo largo del año, información de la CNA sobre los iso niveles y las enfermedades más frecuentes por desabasto, la información de las empresas sobre el consumo de agua, PIB, generación de empleo, etc.

Para realizar el análisis de riesgo es necesario abarcar tres grandes campos de estudio; el peligro, la vulnerabilidad y los costos sociales.

En cuanto al peligro, en nuestro país, al igual que en gran parte de los países en desarrollo suelen observarse consistentemente daños en la infraestructura hidráulica de suministro como un factor económico importante en particular en lugares o asentamientos clasificados como construcciones informales. Estas se caracterizan por emplear materiales de baja calidad y no tener un diseño estructural formal, provocado por la forma en que se generó el asentamiento irregular y son susceptibles a ser dañadas. Para este propósito, en este trabajo, utilizamos la metodología recomendada por la CENAPRED Centro Nacional para la prevención de desastres en la construcción de atlas de riesgo físico y social (Flores Corona y López Bátiz, 2006).

Es un sistema integral de información, compuesto por bases de datos, que permite integrar y difundir los resultados de los análisis de peligro, de vulnerabilidad y de riesgo en base a la disponibilidad del agua por habitante en SAARA. Tiene como objetivo emitir recomendaciones para la oportuna toma de decisiones y establecer medidas de prevención y mitigación.

CAPITULO 3

EL ORIGEN DEL AGUA. FENÓMENOS METEREOLÓGICOS, FRECUENCIA E IMPORTANCIA EN LA RECARGA DEL AGUA SUBTERRÁNEA

3.1 El fenómeno de la precipitación.

Como se ha definido en los capítulos anteriores la precipitación es el agente detonante del desarrollo de una sociedad, es el que condiciona la capacidad de carga o suministro de vida a una región, ya que es este el principal agente que da inicio a la disponibilidad del agua en este capítulo lo describiremos numéricamente, su magnitud, su ocurrencia y frecuencia.

Es un agente dependiente de la temperatura y la evaporación de la zona, mas sin embargo este fenómeno es consecuencia de un conjunto de variables que inter actúan des uniformemente con respecto al tiempo provocando volúmenes nunca continuos al cual el hombre solo contabiliza como promedio anual. Esto ha estado ocurriendo por millones de años, y la vida sobre la Tierra depende de este fenómeno ya que sin el planeta sería un sitio inhóspito si este ciclo no tuviese lugar.

Lo que nos lleva a reflexionar que el desarrollo de una región o el hábitat urbano esta directamente ligado a la cantidad o volumen precipitado y que el tamaño o la carga de sus habitantes de una región incluyendo sus actividades estará condicionada a este fenómeno. La tasa de precipitación varía geográficamente y a lo largo del tiempo, la cantidad de precipitación varía a lo largo del mundo, de los países, incluso dentro de una misma ciudad.

La precipitación en México no está exenta a este último fenómeno ya que mientras en el norte del país está presente una sequía crítica en el sureste se precipita un volumen excedente al promedio provocando inundaciones y pérdidas en las cosechas del sector agrícola.

Más sin embargo la ausencia de la precipitación o sequía trastorna el proceso productivo tanto como del excedente ya que es el sector agrícola y ganadero quien más lo reciente debido a que los ecosistemas se deterioran o defoculan por la ausencia de agua tanto en su cobertura vegetal como en el ambiente y en consecuencia la flora y fauna carecen de la estructura para cumplir su función reproductora llegando sus consecuencias a nivel de supervivencia para el ser humano como ocurre en zonas áridas del noreste del país.

La precipitación forma parte del ciclo hidrológico y está en constante movimiento en el planeta, del océano a la atmósfera, de la atmósfera al continente, del continente a la atmósfera, del continente a las aguas subterráneas, etc., y es en sí el que genera la vida como la conocemos ya que para varios autores este fenómeno siempre tiende al balance entre dicho ciclo y es el ser humano el que queda fuera de este programa de autorregulación natural.

Su principal contribución es propiciar todos los ciclos biológicos que generan vida, más sin embargo el principal por su volumen de aportación es el generar recarga del agua subterránea.

Menos del 0.01 % del agua total de este planeta se encuentra en la atmósfera. Este % representa un volumen de $13,000 \text{ km}^3$. $715,333 \text{ Km}^3$ es el volumen de agua en el ciclo hidrológico como agente dinámico representando el 1.98% del agua dulce del

planeta como precipitación, evaporación, y recarga, el resto de agua dulce es almacenamiento⁶⁸.

Como se muestra en el siguiente Diagrama de flujo Figura 3 *La precipitación en el planeta* desarrollado por Garrels and Mackenzie el ciclo hidrológico en números representa en si ya una magnitud que nos sirve para evaluar y cuantificar la relación que existe entre el volumen precipitado contra el evaporado al año, así mismo la mayor parte del agua dulce se encuentra congelada y solo un mínimo por ciento se encuentra en la etapa dinámica de esta planeta generando atmosfera, efecto invernadero, temperaturas tolerables, vientos y fenómenos secundarios.

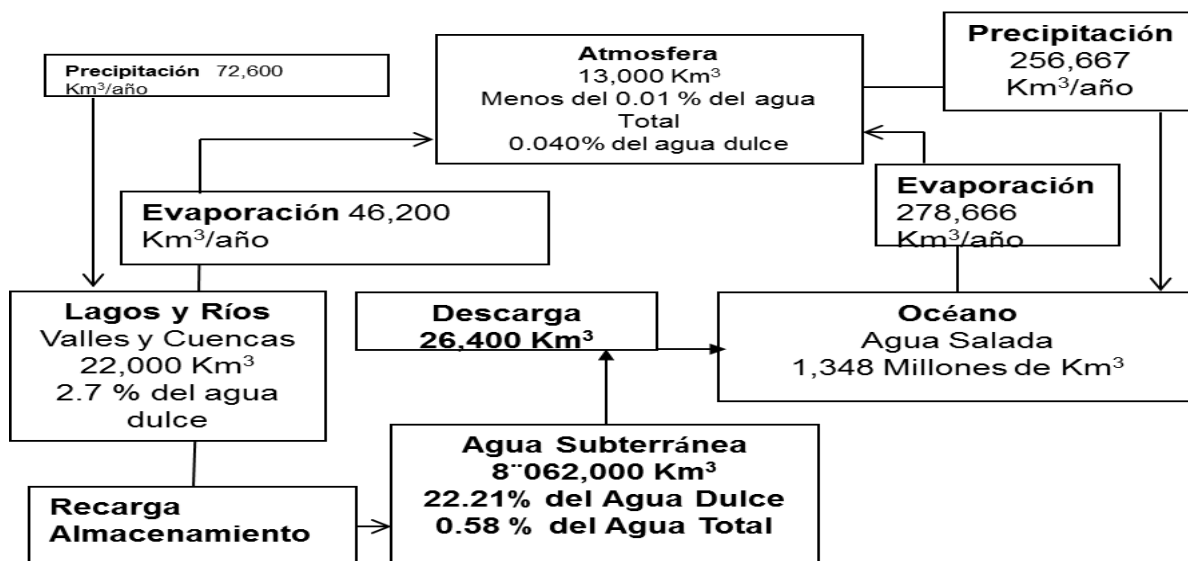


Tabla numero 4 Diagrama de Flujo. La precipitación en el planeta

Fuente: Garrels and Mackenzie

Concepto	Volumen	Por ciento con respecto al agua dulce
Agua Dulce	36'120,000 Km ³	100 %
Atmósfera	13,000 km ³	0.0360 %
Lagos y Ríos	22,000 km ³	0.060 %

⁶⁸ Garrels and Mackenzie Se mide en cantidad mm (donde 1 mm= 1litro/m² = 1000 m³/km²), la intensidad se mide (por la relación de volumen por unidad de tiempo) y duración (tiempo).

Precipitación de la Atmósfera a continentes	72,600 Km ³	0.20%
Descarga del continente al Océano	26,400 Km ³	0.073 %
Precipitación de la Atmósfera al océano	256,667 Km ³	0.71%
Evaporación del continente a la atmósfera	46,200 Km ³	0.1279 %
Evaporación del océano a la atmósfera	278,666 km ³	0.7715 %

Berner y Berner (1996) contabilizaron la relación de aguas en base a su masa y describieron la distribución de aguas naturales como se aprecia en la Grafica 2 distribución de las aguas naturales y que es en la actualidad el más aceptado en el área de la ingeniería.

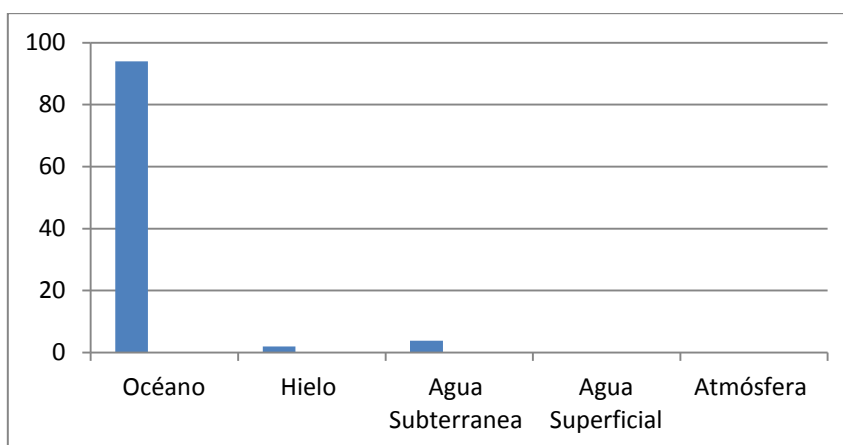


Tabla número 5. **Distribución de aguas naturales en porciento de Masa**

Concepto	Por ciento de Masa %
Atmósfera	0.001
Océano	93.99 %
Hielo	2.0
Agua Subterránea	3.80
Agua Superficial	0.140
Suelo	0.060

La precipitación constituye el 0.91% del total del agua dulce en movimiento en el planeta contra la evaporación que representa el 0.8994% y su presentación no obedece exactamente a una fecha ni a una misma magnitud por lo que su medida de ocurrencia es por ciclos y taza de precipitación, mas sin embargo se estima su ocurrencia por la

probabilidad de los eventos cíclicos anteriores y que en las últimas fechas se han alterado por efecto del cambio climático⁶⁹.

3.1.1 El tiempo de residencia

El tiempo de residencia (t_R) del agua en cada uno de los sistemas de acumulación es demasiado importante para el hombre, ya que define el tiempo que podría el recurso del agua en almacenarse en ese sistema y cuanto tardaría en regresar a esa recarga o almacenamiento. El (t_R) se define como:

$$T_R = \frac{\text{Masa de agua en el sistema (g)}}{\text{Flujo de agua hacia el sistema (g/año)}} = \text{años}$$

Asumiendo que la descarga de las aguas subterráneas hacia los océanos es el único flujo de salida (0.36×10^{20} g/año; este valor es una primera aproximación ya que incluye también el flujo de ríos), el tiempo de residencia promedio será:

$$T_R - AS = \frac{553.8 \times 10^{20} \text{ g}}{0.36 \times 10^{20} \text{ g/año}} = 1538 \text{ años}$$

Estimaciones con mayor detalle de tiempos de residencia del agua subterránea muestran edades que van desde algunos días hasta ~10,000 años.

Si el sistema no se encuentra en condición de estado estacionario, se utiliza el llamado *tiempo de respuesta*, que indica el tiempo necesario para que la cantidad de agua en sistema cambie como respuesta a variaciones en la entrada o salida. Por

⁶⁹ Berner and Berner 1996 Distribución de aguas naturales

ejemplo en un sistema de almacenamiento subterráneo si la extracción continua y la recarga se interrumpe el tiempo de respuesta podría representar el tiempo requerido para doblar la cantidad de agua. Ya que requiere reponer el volumen faltante más el volumen del tiempo que tarde esta respuesta.⁷⁰

La vida como la conocemos depende totalmente de este fenómeno, del 0.91 % del agua dulce o sea del 0.023% del agua total lo que nos demuestra lo vulnerable de la supervivencia de todos los organismos incluye la del ser humano.

Estos valores nos demuestran que nuestra instancia en este planeta es muy frágil y en consecuencia demasiado vulnerable ya que no representamos ni el 1 % del fluido en movimiento.

Para entender y definir este fenómeno en el tiempo, fue necesario descifrar los escritos hechos en las rocas. Las rocas sedimentarias fueron la base para establecer la escala temporal. A mediados del siglo XVII los científicos observaron cómo los ríos al depositar los sedimentos que transportan forman capas (estratos) que tienden a ser horizontales, las cuales cubren las ya acumuladas y se distribuyen en todas direcciones hasta desaparecer.⁷¹

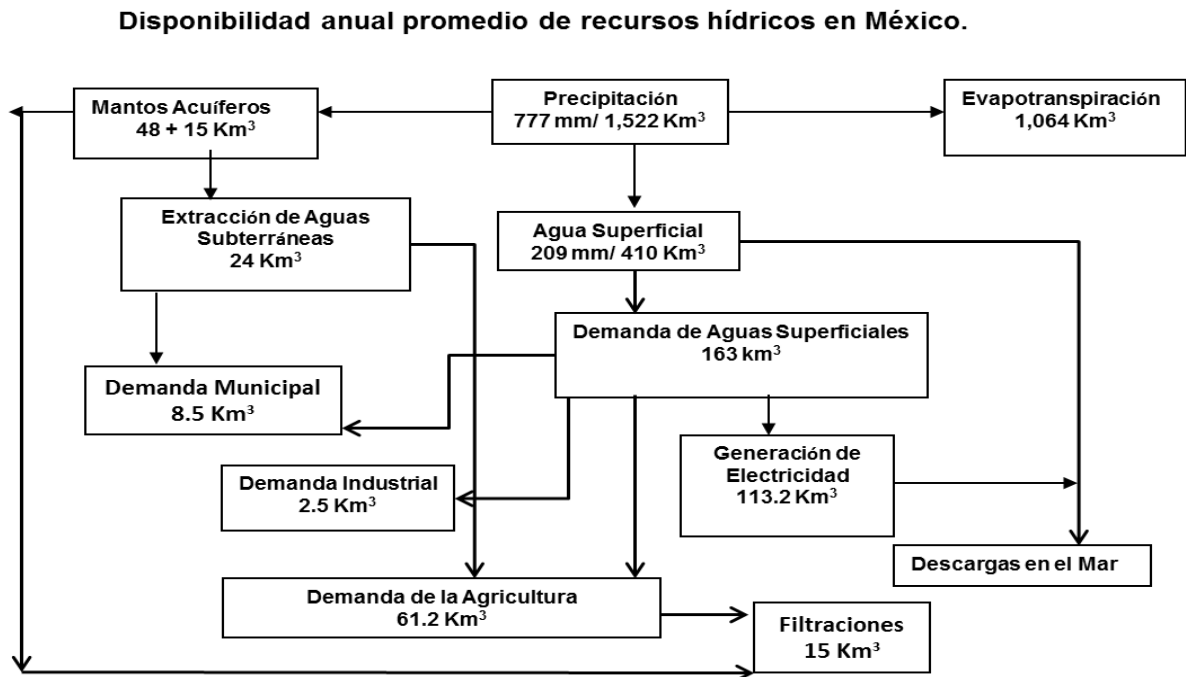
3.1.2 La precipitación en México

Precipitación total de agua al año en el territorio mexicano es de 772 mm representando un volumen de 1,522 Km³. Disponibilidad natural media total del agua que se precipita en México (agua disponible): 476 km³. Ya que de estos Km³

⁷⁰ Freeze & Cherry, 1979; Fetter, 1988; Domenico & Schwartz, 1990)

⁷¹ Life evolution history desarrollo sustentable bases socioeconómicas y ambientales UANL M:H: Badii J. Castillo

precipitados se evaporan 1,064 Km³ como podemos observar en el siguiente diagrama de flujo⁷². Figura Número 4

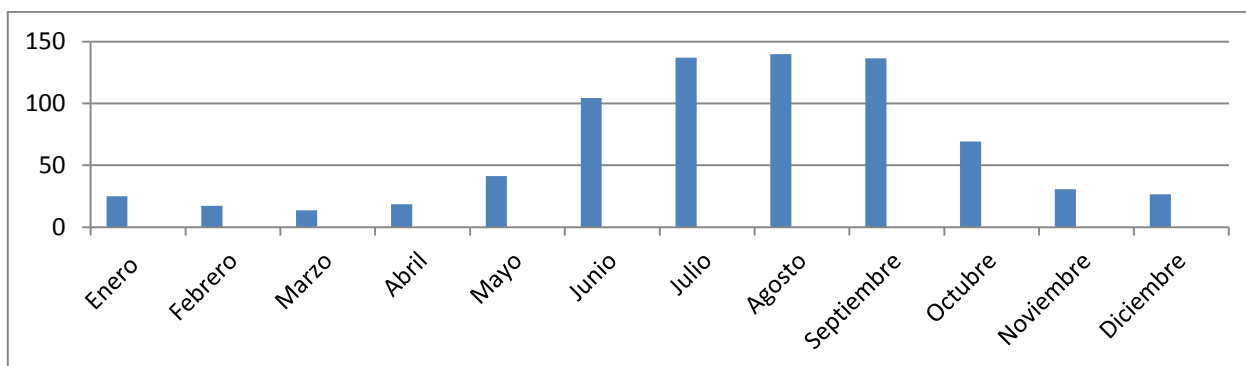


La ocurrencia del fenómeno en México. La distribución temporal de las precipitaciones ocurren de mayo a octubre siendo septiembre 144 mm el de mayor impacto, esto genera una dependencia en el sector agrícola conocida como agricultura de temporal y que es la que produce el mayor ingreso especialmente a las comunidades ejidales. Esto en consecuencia genera una economía de sector y de tiempo ya que hay que preparar el suelo, sembrar, cosechar, distribuir en aproximadamente 200 días los productos que se consumirán en un año.

En la Siguiete grafica 3 podemos observar que los ciclos agrícolas, la preparación de los suelos, así como el almacenaje para las manchas urbanas y la

⁷² Balance Hídrico Nacional México 2010

comercialización de los productos agrícolas de temporal se deben ajustar a los ciclos comprendidos entre los meses más lluviosos y en consecuencia estar en condiciones de recibir dicho almacenaje de agua como reservas en las presas y generación de corriente eléctrica generando toda una infraestructura hidráulica que depende de esta probabilidad de ocurrencia⁷³.



Grafica 3 Distribución Temporal del agua en México 2010. Precipitación en mm

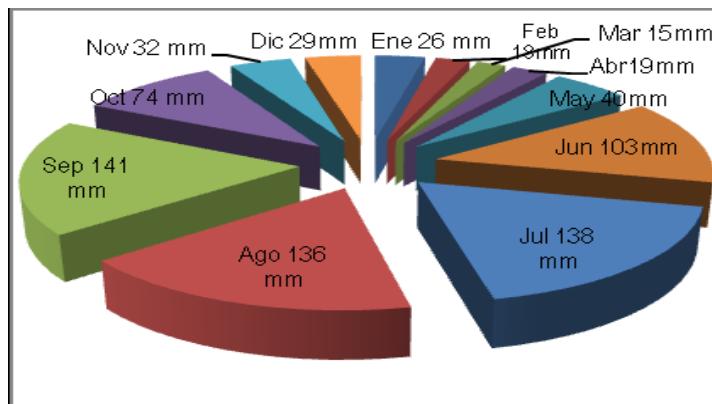
Si pudiéramos definir a nuestro país en base a la precipitación diríamos que somos mayo-octubre o más específicamente junio-septiembre.

La agricultura bajo riego depende de la recarga y el tiempo de retorno del agua al suelo, mas sin embargo la agricultura capitalista, programada, bajo riego presurizado es la que produce intensivamente los cultivos más cotizados en el sector comercial (papa, Fresas, Hortalizas etc.) Y el que genera mayor mano de obra calificada, ya que sus productos casi siempre son más cotizados en el mercado internacional.⁷⁴

⁷³ Facultad de Ingeniería Civil UANL 2011-2012 desazolve del rio Santa Catarina y construcción de taludes, así mismo construcción de redes de drenaje por el subsuelo del lecho del rio antes de las posibles precipitaciones del 2013 y 2015

⁷⁴ Fuente: *Elaboración propia con datos del Servicio metereológico de la UAAAN (2010) Precipitación media mensual histórica, 1941-2010*

**Grafica 4 Distribución temporal de las precipitaciones en México.
Precipitación media mensual histórica, 1941-2010**



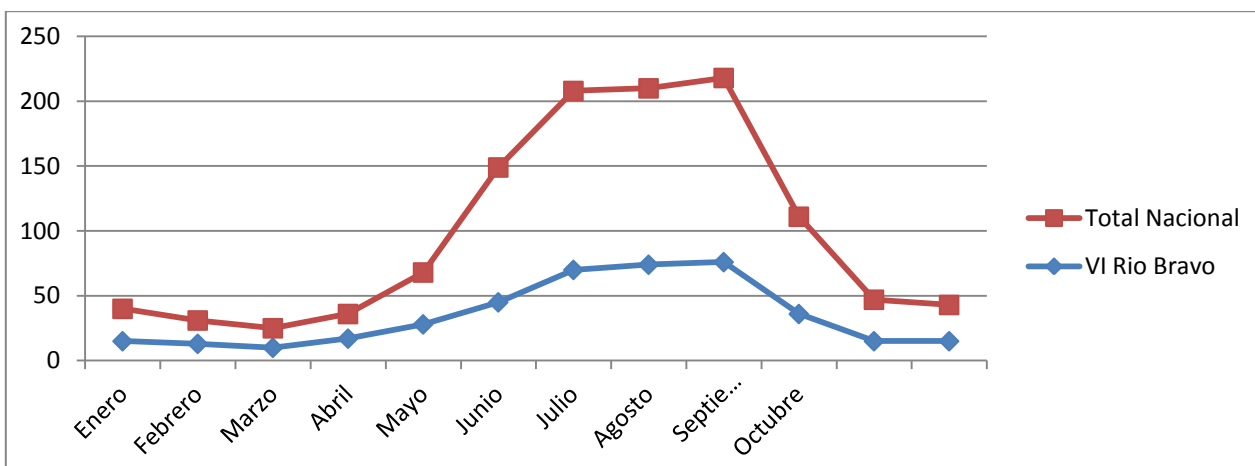
En base a estos antecedentes de precipitación, probabilidad de ocurrencia, intensidad, y topografía el país se divide en regiones administrativas que tiene como efecto la recarga generada por el escurrimiento.

La región de Monterrey, Saltillo, Arteaga y Ramos Arizpe pertenecen a la VI Región administrativa Rio Bravo. Relación de precipitación entre región Administrativa VI Rio Bravo y el Total nacional (1941-2010). Donde la precipitación de esta región comparada con el total nacional desde 1941 al 2010, que en el mes de abril se precipita a nivel nacional 19 mm y contra 17 mm de esta región ó sea que de todo el país en ese mes casi solo llueve en esta región ya que sus valores se aproximan demasiado⁷⁵. Como se muestra en la siguiente tabla numero 6 y grafica 5.

Tabla Número 6 Precipitación medio mensual histórico mm por región administrativa (1941 – 2010)

Región Administrativa	Total	Enero	Febrero	Marzo	Abril	Mayo	Juni	Juli	Agosto	Sept.	Octubre	Nov.	Dic.
VI Rio Bravo	414	15	13	10	17	28	45	70	74	76	36	15	15
Total Nacional	773	25	18	15	19	40	104	138	136	142	75	32	28

⁷⁵ Fuente: Gerencia de Aguas Superficiales e Ingeniería de Ríos y Gerencia de Aguas subterráneas de la SGT, CNA y Conapo



Grafica Número 5 Precipitación Total Nacional Contra VI Región Administrativa (1941-2010)

3.1.3 La precipitación en el valle de Saltillo, Arteaga y Ramos Arizpe (SAARA)

La región de (SAARA) conforma parte del noreste de México, constituidos principalmente por zonas de baja precipitación y climas según el grado de humedad como semiárido, con inviernos y primaveras secas.

Esta región se clasifica según la temperatura, como semicálido, con inviernos benignos. El clima del área de estudio es de tipo templado subhúmedo con lluvias escasas todo el año (Cx') y una precipitación invernal mayor de 18 %⁷⁶.

Los datos climáticos de precipitación y temperatura diaria, se tomaron de las estaciones climatológicas de Saltillo CNA (1950-2010); Observatorio (1979-2010), San Antonio de las Alazanas (1968-2010), Huachichil (1980-2010) y Carneros (1983-2010).

En el 2010, el índice de precipitación media anual en Coahuila fue de 470.7 milímetros, 1.91 veces menor que la precipitación media anual de la República Mexicana para ese mismo año, la cual fue de 900.7 milímetros, pero superando en un

⁷⁶ (Köpen modificada por Enriqueta García, 1973).

43.9% el índice de precipitación media histórica acumulada en el estado durante el periodo 1941-2007, el cual fue de 327.1 milímetros.

La disminución de la precipitación en el 2008 con respecto a la registrada en el 2007 que fue de 522.2 milímetros, provocó que Coahuila pasara del séptimo lugar del 2007 al tercero como el estado del país donde menos llovió, después los estados de Baja California y Baja California Sur.

El promedio anual es de 395 mm, aunque ha habido años excepcionalmente secos, como 1979 y tiene una tendencia a repetirse cada 20 años en el que se han tenido valores de solo 187.5 mm.

El riesgo de sequía, que es la posibilidad de tener precipitaciones menores al 75% del promedio, es superior al 40% para la región de Saltillo, cifra que se considera muy alta. El valor mínimo de precipitación anual en el estado se situó en los 131.0 mm. (Estación Climatológica Cuatro Ciénegas), y el máximo en los 735.5 mm. (Estación climatológica de Sabinas).

El periodo lluvioso abarcó en promedio los meses de mayo a septiembre, durante los cuales se precipitó cerca del 91.4 % del total de lluvia en el año, con valores máximos en los meses de julio y agosto, del orden de los 86.3 y 197.3 mm. Los meses promedio con el índice de precipitación más bajo fueron febrero, noviembre y diciembre, con apenas 0.6, 1.5 y 2.2 milímetros respectivamente. Como se muestra en el reporte de precipitaciones promedio de los últimos 15 años y cierre al inicio del 2010.

En época de estiaje, esta parte del estado de Coahuila es de las entidades más castigadas de la República Mexicana por el fenómeno de la sequias, debido a que las precipitaciones son reducidas y escasas, haciendo necesario el desarrollo de acciones que disminuyan los efectos de las mismas.

Este fenómeno afecta principalmente el abasto de agua a las diferentes localidades, acentuándose el problema por los altos incrementos en la demanda del recurso causados por el crecimiento demográfico; el auge de plantas industriales y maquiladoras automotrices que han proliferado en el estado, generando empleos de carácter temporal y precario y una migración de miles de personas hacia esta región del norte del país en busca de empleo.

El incremento de la demanda de agua para propósitos industriales y de abasto público, ha generado la prospección de acuíferos con hallazgos que satisfacen las demandas inmediatas pero que no garantizan un desarrollo equilibrado a largo plazo en tanto no se induzca la recarga de los acuíferos y, en algunos casos, se tomen medidas que impidan la sobreexplotación.

En términos hidrológicos, se habla de sequía cuando se presenta una precipitación menor a la media estacional en escala regional, lo que se traduce en un nivel de aprovisionamiento anormal de los recursos de agua y de los reservorios de agua superficial o subterránea.

Las sequías tienen repercusiones económicas y sociales importantes, ya que generan entre otras cosas, desempleo, bracerismo, migraciones y conflictos entre los usuarios del agua y el abandono de las tierras de laboreo agrícola.

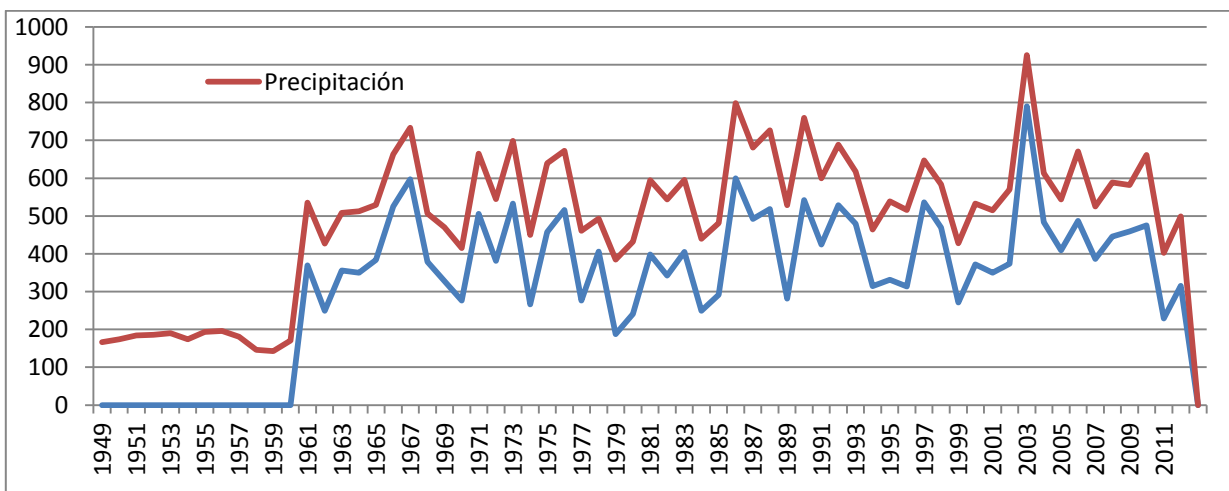
También tienen efectos políticos que conducen a la exigencia de asegurar de alguna manera el abastecimiento de agua principalmente para consumo humano, así como las actividades productivas, principalmente la agricultura y ganadería.

El año 2010 al igual que el 2008 se caracterizó por un incremento en la precipitación media anual registrada en el estado, mismo que contribuyó a reducir las sequías que afectaban diversas actividades económicas, y que nos obligaban a tomar diversas medidas tendientes a la suspensión de los bombeos agrícolas del Río Bravo con objeto de mitigar las deficiencias en el balance dentro de los compromisos internacionales.

Así mismo Coahuila junto con Nuevo León ocupa el primer lugar en incidencia de sequias, durante el último siglo, en el que se registraron 28 años secos. En la tabla 6 A y grafica 6 se presentan los datos de precipitación anual desde el periodo de 1961-2010; los valores máximos y mínimo son respectivamente, 532.6 en 1973 y 187.5 mm en 1979

Año	Precipitación	Evaporación	Año	Precipitación	Evaporación	Año	Precipitación	Evaporación
1949		166	1971	505.5	159.4	1993	479.6	138.2
1950		174.3	1972	381	163.5	1994	314.8	149.6
1951		183.9	1973	532.6	166.3	1995	331.6	206.8
1952		186.2	1974	265.9	184	1996	313.3	202.5
1953		190.1	1975	457.2	182.1	1997	535.8	111.6
1954		174	1976	516	156.4	1998	469.3	114.6
1955		193.5	1977	276	185.1	1999	271.6	156
1956		196.2	1978	405.5	87.2		372.2	160.5
						2000		
1957		181	1979	187.5	196.9	2001	349.9	165.06
1958		146.5	1980	241.2	190.8	2002	373.8	195.8
1959		142.6	1981	398.5	196.2	2003	790.2	134.99
1960		171	1982	342.5	200.9	2004	483.9	129.25
1961	369.2	165.8	1983	405.3	190.5	2005	408.9	134.58

1962	249.5	177.2	1984	249.5	190.6	2006	486.68	183.7
1963	356	152.4	1985	291.5	189.4	2007	386.06	138.95
1964	350	162.4	1986	599.3	199.2	2008	445.23	143.37
1965	384	145.8	1987	492.3	188.6	2009	458.95	122.57
1966	525	137.9	1988	518.3	208.6	2010	475.44	186
1967	597.5	136	1989	281.2	247.7	2011	228.86	174
1968	379	127.6	1990	542.3	217.2	2012	315	184
1969	328	141.9	1991	424.2	175.7	Promedio		
1970	276.5	139	1992	528.8	159.6			404.5670588 172.7263636



Así mismo se muestra en la grafica 7 el comportamiento de la precipitación contra evaporación a lo largo de 62 años para SAARA en el periodo 1949-2012.

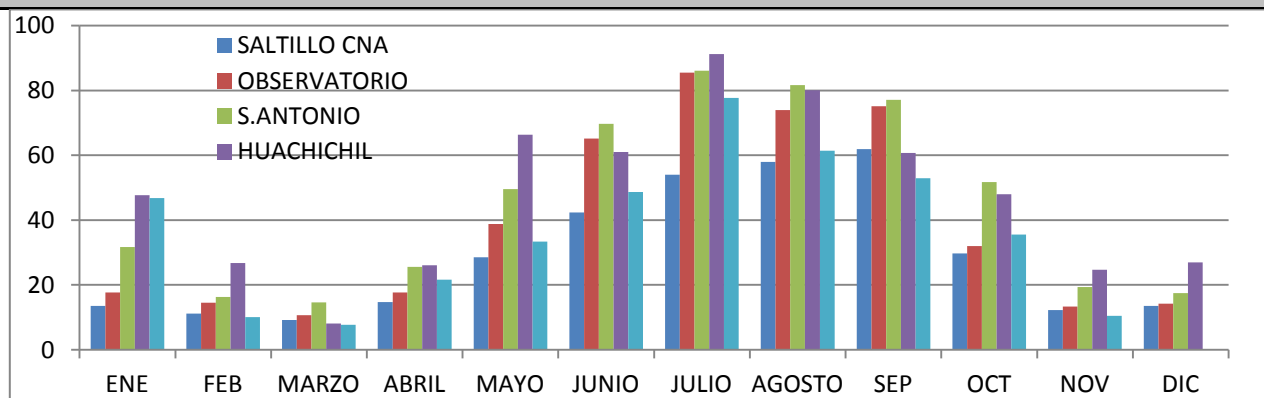
Las temporadas de lluvia se presentan durante los meses de mayo a octubre, con precipitaciones máximas promedio. La escasa precipitación pluvial se atribuye en parte a que los vientos procedentes del golfo al chocar con la Sierra Madre, se elevan, se enfrían, se condensan y precipitan la humedad que acarrean (por esta razón la

humedad que llega al valle de Saltillo es reducida); por otra parte, los vientos alisios que también soplan en esta zona, provienen de regiones continentales secas. (CPNH-81).

Aun así este fenómeno no se presenta con la misma magnitud en la zona de SAARA ya que específicamente varía en las diferentes estaciones que la conforman como se muestra en la Tabla 7 y grafica 8. Las precipitaciones medias promedio mensuales obtenidas de las estaciones climatológicas en los últimos 60 años. 1950-2010).

Tabla Número 7 Las precipitaciones medias promedio mensuales (mm) obtenidas de las estaciones climatológicas en los últimos 60 años. 1950-2010

Estación	ENE	FEB	MAR	ABRIL	MAYO	JUN	JUL	AGOS	SEPT	OCT	NOV	DIC	TOTAL
SALTILLO (CNA)	13.5	11.2	9.2	14.7	28.5	42.4	54.0	57.9	61.9	29.7	12.3	13.5	348.5
OBSERVATORIO	17.7	14.5	10.7	17.7	38.8	65.1	85.5	73.9	75.1	32.0	13.3	14.2	458.4
S. ANTONIO	31.7	16.3	14.6	25.6	49.6	69.7	86.1	81.6	77.1	51.7	19.4	17.5	540.9
HUACHICHIL	47.7	26.8	8.1	26.1	66.3	61.0	91.2	80.1	60.7	48.0	24.7	27.0	567.8
CARNEROS	46.8	10.1	7.7	21.6	33.4	48.7	77.7	61.4	52.9	35.5	10.5	18.2	424.7



Grafica Número 8 Las precipitaciones medias promedio mensuales obtenidas de las estaciones climatológicas en los últimos 60 años. 1950-2010).

En la tabla anterior se aprecia que la época de lluvia corresponde con los meses de junio, julio, agosto y septiembre y que esta región semidesértica es de tipo orográfico, con mayor precipitación al oriente (Golfo de México) y menor al poniente (hacia el interior del continente).

Así mismo de los 48 huracanes que han azotado al país desde 1980 destacan los huracanes con categoría H5 en la escala Safin Simpson tales como Gilberto en 1988, con categoría H4 los huracanes Wilma en el 2006 y Emily en el 2005 y últimamente el Alex.

El principal impacto de Alex fue la lluvia torrencial que se registró en toda la región. En el estado de Tamaulipas, se registraron lluvias que variaron entre los 91,25 y los 315,50 mm. En Nuevo León se habían registrado 242 mm al 1 de julio, aunque en todo el estado, el promedio se registró en 400 mm. El pluviómetro en Estanzuela reportó 890 mm; en Arroyo Seco, San Pedro Garza García, se registraron 588 mm entre el 29 de junio y las 6 a.m. del 1 de julio. Otras estaciones de Monterrey reportaron entre 359,75 mm y 691 mm de lluvia, mientras que Santa Catarina registró 591,75 mm. La Comisión Nacional del agua (CONAGUA) indicó que los acumulados de lluvia que dejó la tormenta excedieron largamente los producidos por el huracán Gilberto en 1988, cuando sólo cayeron 280 mm en la ciudad. La histórica cantidad de agua caída provocó que varias represas se llenaran por todo el Noreste de México. En Nuevo León, CONAGUA comenzó descargas de 713 m³/s en las presas de La Boca, Santiago, de 1648 m³/s en Cerro Prieto, Linares 3080 m³/s en El Cuchillo, China (Nuevo León). Dichas represas estaban en 98%, 114% y 124% de capacidad máxima de operación, respectivamente. Las descargas de agua de las represas originaron un estado de alerta en Tamaulipas, que debió hacer frente a la misma.

Con estos antecedentes de precipitación se puede observar que la región de SAARA es una zona limitada de recursos hídricos por sus condiciones naturales de precipitación. Para los objetivos de este trabajo y comprender la problemática de la

región es importante comprender que el desarrollo desordenado o fuera de este contexto natural es no tener claro que la capacidad de carga es limitada y que las manchas urbanas siguen creciendo como si este recurso fuera infinito.

3.2 La temperatura

Siendo la temperatura una magnitud física que refleja la cantidad de calor, ya sea de un cuerpo, de un objeto o del ambiente, en términos de una región el que genera el calor es la insolación de onda larga que penetra en la atmosfera por el efecto de los rayos solares.

Es una relación de dependencia del medio con el suelo, a mayor cobertura vegetal menor incremento de la temperatura ya que las plantas absorben el calor, mas sin embargo dicha cobertura vegetal fue creada por la precipitación.

Puede existir una zona que la temperatura provoque que la evaporación sea mayor que la precipitación y esto tiende a ser desértico. Asi mismo puede existir una zona que la precipitación sea mucho mayor que la evaporación generando una zona selvática, con humedad relativa caliente.

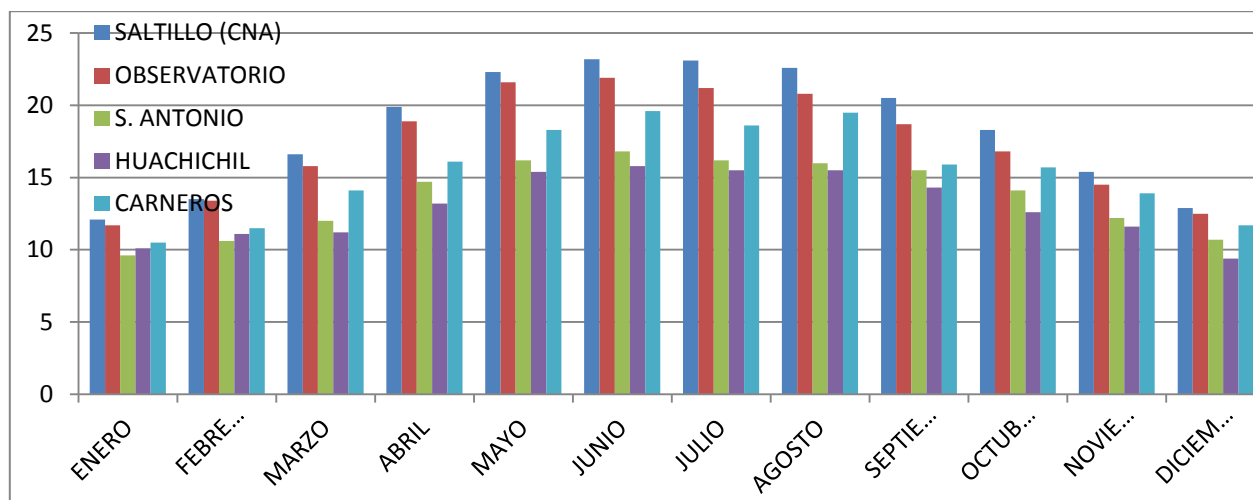
La temperatura media anual en el valle de Saltillo es de 18.1 °C; los valores mínimos y máximos en el periodo 61-85 son 17.2 °C y 19.7 °C, en los años de 1976 y 1969, respectivamente, los valores promedios de temperaturas mensuales; la máxima es de 23.2 °C correspondiente al mes de julio y la mínima, es de 11.8 °C, al de enero.

Las temperaturas mínima y máxima absolutas en los últimos 58 años han sido: Mínimas -14.5 °C, el día 11 de enero del 1962 y extraordinariamente a -20 °C en febrero del 2011. Máximas 40.5 °C, el día 12 de junio de 1970 y extraordinariamente a 42 °C en julio del 2011.

Los datos de temperatura media de las estaciones climatológicas⁷⁷ consideradas se pueden observar en la tabla 8 y grafica 9.

Temperatura Media Mensual (°C)

Estación	ENE	FEB	MAR	ABRIL	MAYO	JUN	JUL	AGOS	SEPT	OCT	NOV	DIC	MEDIA
SALTILLO (CNA)	12.1	13.5	16.6	19.9	22.3	23.2	23.1	22.6	20.5	18.3	15.4	12.9	18.4
OBSERVATORIO	11.7	13.4	15.8	18.9	21.6	21.9	21.2	20.8	18.7	16.8	14.5	12.5	17.3
S. ANTONIO	9.6	10.6	12.0	14.7	16.2	16.8	16.2	16.0	15.5	14.1	12.2	10.7	13.7
HUACHICHIL	10.1	11.1	11.2	13.2	15.4	15.8	15.5	15.5	14.3	12.6	11.6	9.4	13.0
CARNEROS	10.5	11.5	14.1	16.1	18.3	19.6	18.6	19.5	15.9	15.7	13.9	11.7	15.5



Grafica Número 9 Temperatura media de las estaciones climatológicas de SAARA

3.3 La Evaporación

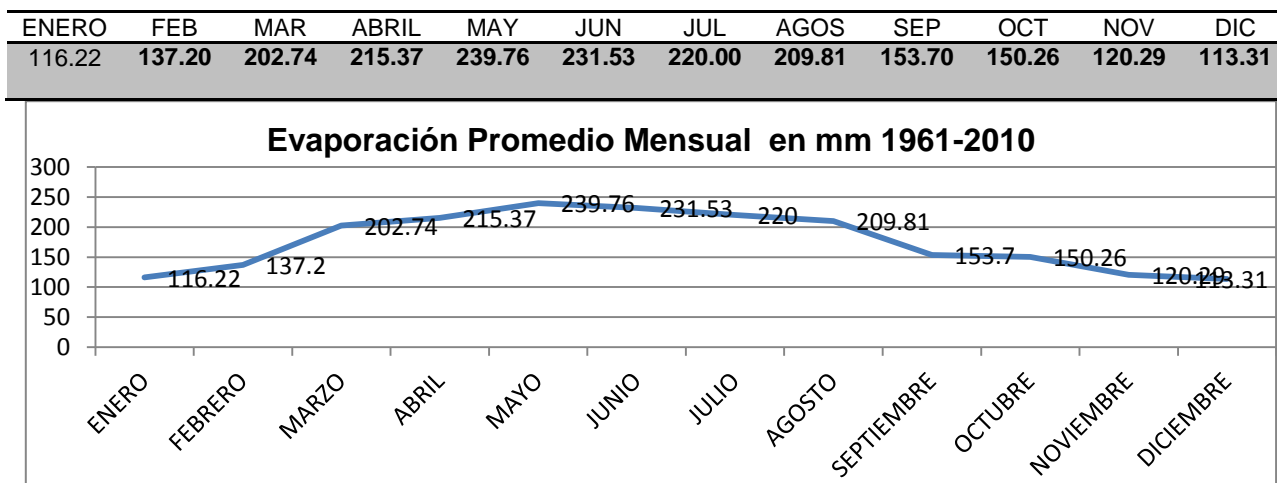
La evaporación es una variable hidrológica que determina los niveles de una cuenca hidrográfica. La energía intensifica el movimiento de las moléculas y las partículas comienzan a escaparse en forma de vapor. Esto supone que la energía cinética supera la fuerza de cohesión aplicada por la tensión superficial. La evaporación, por lo tanto, se concreta con mayor rapidez a elevada temperatura.

⁷⁷ Datos de la unidad Agrometereologica Saltillo CNA 1950-2010 Biblioteca Tesis Estación Metereológico.

La relación a mayor temperatura mayor evaporación se puede interpretar que la evaporación es una variable dependiente de la temperatura, y la temperatura es variable dependiente de la insolación y la cobertura vegetal.

La evaporación es un proceso importante en el ciclo del agua. Cuando el sol calienta la superficie de una masa de agua, el líquido se evapora y se transforma en una nube. Al producirse las precipitaciones (rocío, lluvia, nieve), el agua vuelve a la cuenca y se completa el ciclo. Existen, por supuesto, otras condiciones atmosféricas que inciden en este tipo de procesos, como la presencia de viento. En el valle de Saltillo la evaporación es alta. Tiene un valor promedio anual de 1946 mm, con fluctuaciones de más menos 400 mm.

La tabla 9 y la Grafica 10 presentan datos de evaporación promedio mensual en el periodo 1961-2010.

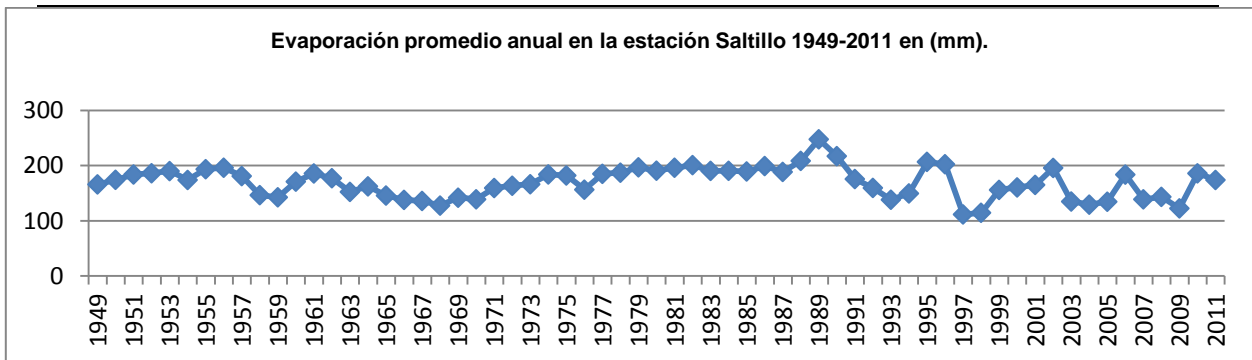


El máximo valor se presenta en el mes de mayo (239.76) y el mínimo en diciembre (113.31 mm).

Tabla 10 y Grafica 11. Muestra los datos de evaporación promedio anual en la estación Saltillo 1949-2011 en (mm).

Año	Evaporación	Año	Evaporación
1949	166	1980	190.8
1950	174.3	1981	196.2
1951	183.9	1982	200.9

1952	186.2	1983	190.5
1953	190.1	1984	190.6
1954	174.00	1985	189.4
1955	193.5	1986	199.2
1956	196.2	1987	188.6
1957	181.00	1988	208.6
1958	146.5	1989	247.7
1959	142.6	1990	217.2
1960	171.00	1991	175.7
1961	185.8	1992	159.6
1962	177.2	1993	138.2
1963	152.4	1994	149.6
1964	162.4	1995	206.8
1965	145.8	1996	202.5
1966	137.9	1997	111.6
1967	136.00	1998	114.6
1968	127.6	1999	156.00
1969	141.9	2000	160.5
1970	139.00	2001	165.06
1971	159.4	2002	195.8
1972	163.5	2003	134.99
1973	166.3	2004	129.25
1974	184.00	2005	134.58
1975	182.1	2006	183.7
1976	156.4	2007	138.95
1977	185.1	2008	143.37
1978	187.2	2009	122.57
1979	196.9	2010	186.00
		2011	174.00



Promedio 169.44 mm. Las evaporaciones mínimas y máximas mensual absolutas en los últimos 56 años han sido: 55.6 mm en febrero de 1931, y 337 mm en junio de 1929.

En resumen se evaporan en promedio 169.44 mm contra 404.56 mm precipitados lo que nos da una idea de la dimensión de lo árido de la zona ó sea realmente efectivos a la zona son 235.12 mm. Con este balance de agua dinámica entre precipitación y evaporación solo nos resta el 57.48 % del volumen precipitado

para irrigar, guardar, generar corriente eléctrica, y sobre todo recargar acuíferos o mantos superficiales, lo que nos da una idea de que el tiempo de retorno o recarga es mayor ó más prolongado por lo despacio de la ocurrencia. Esto es el segundo punto del análisis sobre el recurso hídrico de la zona ya que usamos más agua de la que se precipita y en una zona con tiempo de retorno largo.

3.4 La Región Hidrológica

Para enfrentar el difícil panorama sobre la disponibilidad del agua , los principales organismos internacionales han impulsado en las dos últimas décadas el principio de que para comprender y enfrentar la dinámica del agua que vincula distintos ecosistemas y grupos sociales, se requiere entender su distribución espacial y temporal en amplios espacios geográficos denominados región hidrológica y cuencas; sólo a partir de las cuales es posible definir la intervención de los gobiernos con políticas públicas social y ambientalmente apropiadas.

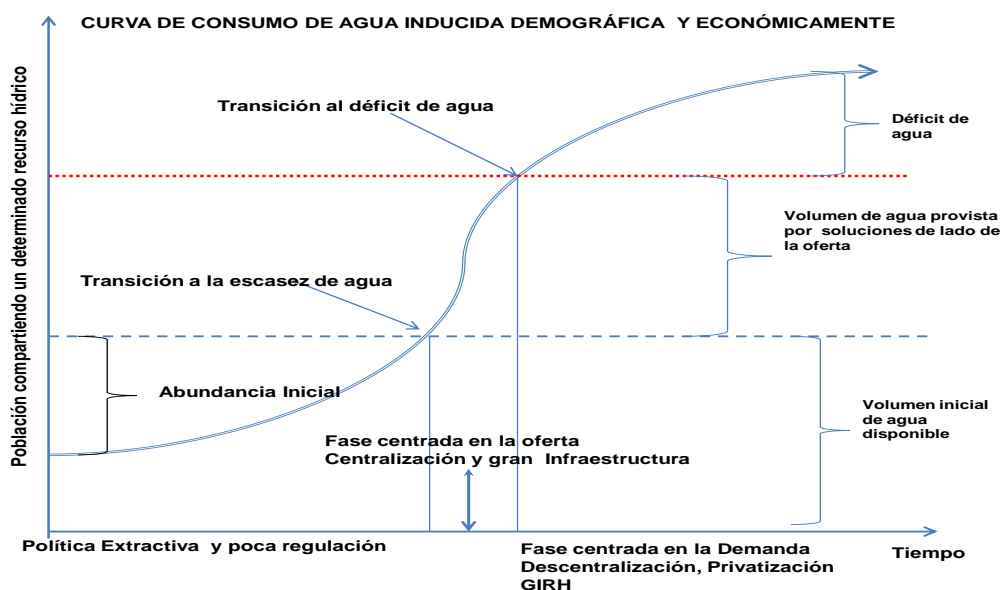
Esto implicó transitar de una gestión del agua por uso, hacia una gestión del agua como un recurso compartido, así como también pasar del lado de la oferta (construcción de obras para garantizar el abastecimiento) al lado de la demanda (creación de incentivos y sanciones como mecanismos de redistribución entre usos y usuarios).

La debilidad de las políticas públicas para ordenar el uso del territorio nacional, aunado a la urbanización desordenada provoca mayores problemas en el aprovechamiento del agua. De hecho, 64 ciudades medias del centro y norte del país tienen una disponibilidad extremadamente baja, menos de 250 m³ de agua por

habitante al año. Este problema se concentra y agrava en las zonas metropolitanas del Distrito Federal, Monterrey y Guadalajara, las cuales tiene una disponibilidad media menor a 100 m³ por habitante al año.

Bajo este contexto Turton y Ohlsson desarrollaron un esquema sobre el posible escenario de cierre de una cuenca donde en el eje de las “X” se encuentra el tiempo y en la coordenada “Y” la población acumulada, al desarrollarse esta curva con respecto al tiempo se inicia un cambio en la pendiente de la misma, es decir a mayor población menor disponibilidad de agua. Cuando se inician los problemas de abastecimiento nace la transición a la escasez rumbo al déficit en donde es importante evaluar cómo se va a caminar en un futuro hacia un consumo de agua inducida demográficamente y económicamente⁷⁸.

Grafica Número 12. Fases de cierre de una cuenca Hidrológica.



⁷⁸ Véase Fases de cierre de una cuenca hidrológica. Fuente: Turton y Ohlsson, 1999.

Este tipo de curvas las presentan la mayor parte de las regiones áridas y semiáridas del mundo, ya que es importante recalcar que es un fenómeno de crecimiento poblacional y desarrollo económico, se crece en desarrollo urbano en donde se presentan las condiciones ideales para la productividad y el empleo, pero es típico que en esas zonas se carece del recurso del agua. Algunas regiones es más lento este fenómeno pero en un análisis vectorial presenta la misma tendencia, y las soluciones son a corto plazo o sea sobreexplotando otro acuífero cercano a esa zona y conduciendo el recurso a las megas manchas urbanas.

Bajo este mismo contexto evolutivo y dinámico en que se encuentra inmersa la Región VI, Río Bravo, resalta su condición de limitados recursos hídricos, lo que ha obligado a establecer, en el marco de la Ley de Aguas Nacionales y su Reglamento, una serie de acciones de gestión y de inversión que conlleven al manejo sustentable del recurso con la participación de la sociedad⁷⁹.

La primera experiencia la constituyó el Programa Hídrico Regional 2002-2006 (PHR), que dado los importantes beneficios que ha reportado para el desarrollo en el uso y manejo sustentable del agua en la región, es un antecedente valioso para el proceso actual, denominado Programa Hídrico Visión 2030 del Organismo de Cuenca Río Bravo, cuyo principal objetivo es actualizar y consolidar la planeación hídrica de la región, en el marco de una gestión integrada del agua por cuenca.

⁷⁹ Ver Resumen ejecutivo 2030 MultiEstudios Grupo Asociado, S. A. de C. V. (MEGA) Programa Hídrico Visión 2030 del Organismo de Cuenca Río Bravo

Pero la experiencia de los diferentes sectores en el uso y manejo del recurso hídrico coinciden en que no es un problema de legislación si no de voluntad sobre la cultura del consumo, nuestros políticos tienen amplio conocimiento del problema pero carecen de voluntad para aplicar la ley, ya que eso involucra conflictos sociales que pueden repercutir en su función administrativa y perder popularidad para sus aspiraciones políticas.

La fase de descentralización y privatización tal parece que ha aliviado al sector político por un momento, ya que carentes de la capacidad de administrar los recursos regionales entregan a compañías trasnacionales la función básicas del control, bombeo y distribución del recurso del agua, perdiendo la sociedad con ello identidad y patrimonio territorial.

3.5 Las Cuencas

Cuenca Hidrológica es la unidad del territorio, diferenciada de otras unidades, normalmente delimitada por un parte aguas o línea natural divisoria de las aguas - aquella línea poligonal formada por los puntos de mayor elevación en dicha unidad -, en donde ocurre el agua en distintas formas, y ésta se almacena o fluye hasta un punto de salida que puede ser el mar u otro cuerpo receptor interior, a través de una red hidrográfica de cauces que convergen en uno principal, o bien el territorio en donde las aguas forman una unidad autónoma o diferenciada de otras, aún sin que desemboquen en el mar. En dicho espacio delimitado por una diversidad topográfica, coexisten los recursos agua, suelo, flora, fauna, otros recursos naturales relacionados con estos y el medio ambiente. La cuenca hidrológica conjuntamente con los acuíferos, constituye la

unidad de gestión de los recursos hídricos. La cuenca hidrológica está a su vez integrada por subcuencas y éstas últimas están integradas por microcuencas.

La Región hidrológica es el área territorial conformada en función de sus características morfológicas, orográficas e hidrológicas, cuya finalidad es el agrupamiento y sistematización de la información, análisis, diagnósticos, programas y acciones en relación con la ocurrencia del agua en cantidad y calidad, así como su explotación, uso o aprovechamiento. Los límites de la región hidrológica son en general distintos en relación con la división política por estados y municipios. Una o varias regiones hidrológicas integran una región hidrológico administrativa.

La región hidrológico administrativa es el área territorial definida de acuerdo con criterios hidrológicos, integrada por una o varias regiones hidrológicas, y el municipio representa, como en otros instrumentos jurídicos, la unidad mínima de gestión administrativa en el país.⁸⁰

Elementos básicos para un diagnóstico preliminar hidrológico de la cuenca.

- Ubicación geográfica. Establecer la región en donde está ubicado el conflicto, permite más fácilmente localizar a los involucrados en él y su impacto de acuerdo con las características particulares de la zona.
- Cantidad de agua. Considerar la disponibilidad del agua en la cuenca (balance hidrológico), tanto superficial como subterránea, y su distribución entre usuarios, en

⁸⁰ México El agua y sus espacios Julia Carabias.

forma tan detallada como sea posible; es uno de los puntos más importantes a considerar.

- Calidad de agua. Establecer la capacidad de saneamiento de la cuenca y los puntos de contaminación puntuales y difusos, en fuentes superficiales y subterráneas.
- Variabilidad climática. Identificar un patrón histórico de comportamiento de la precipitación y la evaporación en la cuenca; generalmente es útil para establecer escenarios y definir alternativas entre los usuarios de la cuenca.
- Fenómenos extremos. Definir la frecuencia de inundaciones y sequías en la cuenca y sus repercusiones puede ayudar a definir aquellos conflictos relacionados con estos fenómenos.
- Partir de estos temas para el análisis sólo es un punto de partida, ya que es posible que los problemas o conflictos se desencadenen por muchos otros factores. Por esta razón es recomendable visualizar y confrontar, junto con estos aspectos, algunas percepciones o síntomas que frecuentemente son expresadas por usuarios, asociaciones o la comunidad en general.

3.5.1 Aspectos generales de la cuenca del Río Bravo.

Con 379,604 km², 19% de la superficie nacional, es la más extensa de las 13 regiones del país. De éstos, 232,006 Km², 61%, comprenden la cuenca mexicana del Río Bravo, que compartimos, casi por mitad, con los Estados Unidos. Abarca algo más de $\frac{3}{4}$ partes de los territorios de los estados de Chihuahua, Coahuila y Nuevo León, así como el 21% de Tamaulipas y un 3 % de Durango.

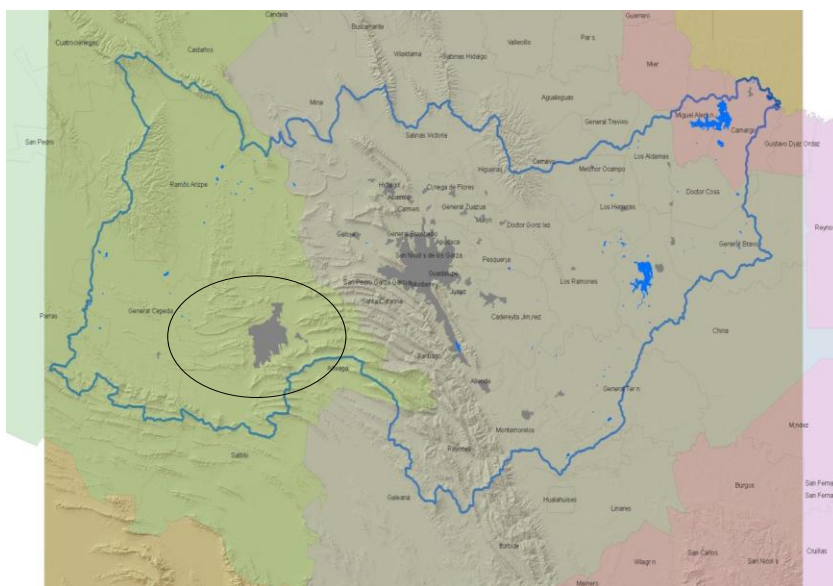
La Región Río Bravo se encuentra al norte del Trópico de Cáncer y se sitúa en su totalidad en la franja de las grandes zonas áridas y semiáridas, por lo que gran parte de la vegetación es típica del desierto chihuahuense. La precipitación media anual es de 397 mm. De 1993 a 2005 padeció la región la más prolongada sequía de que se tenga registro. Ésta impidió cumplir con las entregas de agua comprometidas por el tratado internacional de límites y aguas de 1944, por el cual México recibe 1,850 hm³ anuales en Baja California y debe entregar en promedio 431.7 hm³ en el Río Bravo, contabilizados en ciclos de 5 años. La sequía impidió cumplir con las entregas correspondientes a los ciclos 25 y 26. Por primera vez en la historia, México dejó de cumplir por dos ciclos continuos. Al presente, México ha cubierto ya los compromisos de los ciclos vencidos y a un año de concluirse el ciclo 27, todo parece indicar que se complementará el volumen correspondiente.

Con el propósito de desarrollar una planeación con mayor conocimiento, para poder enfocar con mayor detalle los problemas y sus soluciones, se dividió la región en seis subregiones de planeación, cada una integrada al igual que la región hidrológica administrativa en su conjunto, tomando en consideración los partes aguas de las cuencas y municipios íntegros. Enunciadas de occidente a oriente, las subregiones de planeación son: Cuencas Cerradas de Norte, conformada hidrológicamente por la región hidrológica RH-34, del mismo nombre; la subregión Conchos-Mapimí, integrada por la cuenca del río Conchos y la parte alta de la cuenca del río Bravo desde Cd. Juárez hasta Ojinaga, ambas correspondientes a la RH-24 Bravo-Conchos y por una porción significativa de la RH -35 Mapimí; la subregión Alto Bravo, integrada en 25% por la RH-35 y el resto por la RH-24; la subregión Medio Bravo con un 6% en la RH-35 y el

resto en la RH-24, destacando en ésta la cuenca del río Salado; la subregión San Juan, principalmente integrada por la cuenca del río de este nombre, parte de la RH -24, además de un 17% correspondiente a la cuenca del río San Fernando, RH-25, San Fernando-Soto la Marina, que alberga la presa Cerro Prieto, fuente de abastecimiento de Monterrey; finalmente la subregión Bajo Bravo, con un 19% de la RH-25 y la parte baja de la cuenca del río Bravo y la RH-24⁸¹.

3.5.2 Subregiones hidrológicas y administrativas

Región medio Río Bravo



Subregión de planeación	Coahuila	Chihuahua	Durango	Nuevo León	Tamaulipas	TOTAL
Cuencas Cerradas del norte	37,503	5,030				42,533
Conchos -Mapimí	62,467			15,195	5,212	82,874
Alto Bravo					10,700	10,700
Medio Bravo		117,468	3,628			121,096
San Juan		70,163				70,163
Bajo Bravo	16,689			34,617	932	52,238
Suma	116,659	192,661	3,628	49,812	16,844	379,604
% / Región VI	30.7	50.8	1	13.1	4.4	100
% / Estado	77	77.8	2.9	77.6	21	

⁸¹ Programa Hídrico por Organismo de Cuenca Río Bravo. Visión 2030

Imagen Número 1 y Tabla 11. SUPERFICIE ADMINISTRATIVA Km² POR SUBREGIÓN

De acuerdo a los resultados del II Censo de Población y Vivienda, INEGI, 2010, la región es habitada por 10.3 millones de personas, 10% de la población nacional. Cada uno de los Estados con significativa presencia territorial, cuenta dentro de la región con más de la mitad de su población. Incluso en Nuevo León la población estatal alcanza el 98 % y en Chihuahua, el 92%. La población manifiesta una creciente concentración urbana, el 93% habita en localidades mayores a 2,500 personas, el 86% en 17 ciudades mayores de 50,000 habitantes, el 67% en 5 polos de desarrollo con más de 500,000 habitantes, entre ellos, Chihuahua, Saltillo y Reynosa, mientras que 4.9 millones, 48%, habitan los dos principales centros poblacionales de la región, Cd. Juárez con 1.3 millones y con 3.6 la Zona Metropolitana de Monterrey.

Subregión	Municipios	superficie Km2	Población		
			2000	2005	2030
Alto Bravo	3	42,533	124,286	138,021	245,873
Medio Bravo	38	82,874	1,123,435	1,190,510	1,551,759
Bajo Bravo	5	10,700.00	1,017,652	1,173,108	1,837,035
Conchos- Mapimí	38	121,096.00	2,492,577	2,678,291	3,739,321
Cuencas Cerradas	14	70,163.00	319,307	317,263	349,505
San Juan	43	52,238.00	4,340,235	4,798,739	6,472,650
Región VI, Río Bravo	141	379,604.00	9,417,492	10,295,932	14,196,143

Tabla Número 12. Distribución municipal y de población Cuenca Río Bravo Fuente: XII Censo General de Población y Vivienda, INEGI, 2000 y II Censo de Población y Vivienda estimaciones rumbo al 2030.

Según las proyecciones de CONAPO para 2030 la región contará con 14.2 millones, 95% en localidades urbanas, con 19 localidades mayores de 50,000, 7

mayores de 500,000 al sumarse Matamoros y Nuevo Laredo. Ninguna otra ciudad superará el millón de habitantes, pero Cd. Juárez estará cercana a los 2.5 millones y Monterrey cercana a los 5 millones⁸².

En general el grado de marginalidad es bajo y muy bajo. De los 141 municipios, sólo dos presentan marginalidad muy alta, 5 alta y 13 media, o sea sólo en el 14 % de los municipios, habitados por menos del 2 % de la población, existe marginalidad.

La Región Río Bravo manifiesta uno de los mayores desarrollos socioeconómicos del país. Este desarrollo se ha logrado a pesar de claros indicios de escasez de agua, que ante las incipientes políticas de desarrollo sustentable y la falta de una cultura ambiental en la población, manifiesta una creciente presión sobre los recursos hídricos tanto superficiales como subterráneos.

El producto interno bruto (PIB) en la región equivale al 15.3% del nacional, dónde el sector de servicios tiene una participación del 67%, valor determinado principalmente por la subregión San Juan, donde se localizan la Zona Metropolitana de Monterrey (ZMM) y la ZM de Saltillo. La población económicamente activa (PEA), en todo el territorio de la región, fue de 38.3% de la población total.

3.5.3 Valle o Cuenca del Estado de Coahuila.

El estado de Coahuila se ubica en las regiones hidrológicas No. 24 Bravo - Conchos, 35 Bolsón del Mapimí, 36 Nazas - Agua naval y 37 El Salado. Como se puede observar en la siguiente tabla Número 13 y en la Imagen Número 2.

⁸² Distribución municipal y de población Fuente: XII Censo General de Población y Vivienda, INEGI, 2000 y II Conteo de Población y Vivienda 2005.

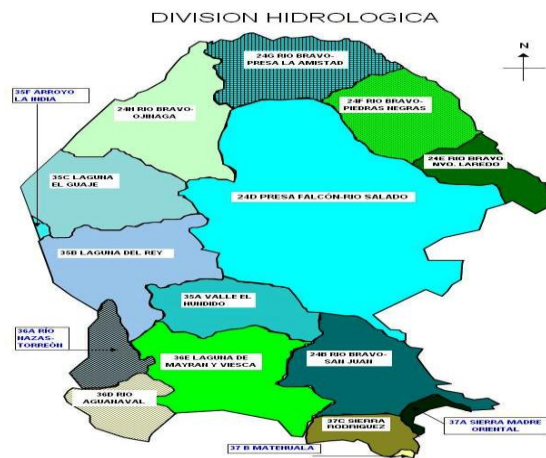


Tabla Número 13 Cuencas del Estado de Coahuila

Clave	Nombre	Superficie Km ²	% de Superficie Estado
RH 24	Bravo Conchos	95,221	62.8 %
RH 35	Bolsón de Mapimi	29,300	19.3 %
RH 36	Nazas Agua-Naval	22,000	14.5 %
RH 37	El Salado	5,050	3.3 %

3.5.4 Región Hidrológica 24 Bravo – Conchos

Se localiza en el extremo norte de la República Mexicana, limita al oeste con la Región N° 34 (Cuencas Cerradas del Norte), Región N° 9 (Cuenca del Yaqui) y Región N° 10 (Cuenca del Fuerte). Al sur limita con la Región N° 35 (Cuencas Cerradas del Bolsón de Mapimí), Región N° 36 (Cuenca de los Nazas y Aguanaval), Región N° 37 (El Salado) y la Región N° 25 (San Fernando-Soto la Marina); al norte limita con los Estados Unidos de América y al este con el Golfo de México, donde el colector principal vierte sus aguas.

El área total tributaria del Rio Bravo incluyendo la parte que se ubica dentro del territorio de los Estados Unidos de América conjuntamente con el área correspondiente

a México, es de 869,000 km³, que generan aproximadamente 11,000 millones de m³ de escurrimiento al año, los cuales están regulados por obras hidráulicas en ambos países, con una capacidad total de 23,000 millones de m³.

Dentro del territorio nacional, la superficie de la Cuenca del Río Bravo abarca 226,275 km², localizada en su totalidad en la margen derecha de la corriente principal; comprende el centro, sur y oriente del Estado de Chihuahua; norte de Durango, norte y oriente de Coahuila, norte y centro de Nuevo León y norte de Tamaulipas.

En el estado de Coahuila, la cuenca tributaria al Río Bravo es de 95,221 km², en la cual se genera un escurrimiento del orden de 1,723 millones de M³ en promedio anual, cuya distribución en extensión, precipitación y escurrimiento por las subcuencas que la integran se describe a continuación en la Tabla número 14.

Tabla Número 14 REGION HIDROLOGICA 24 RIO BRAVO - CONCHOS

RH	CUENCA Y SUB	NOMBRE DE LA CUENCA	Área (Km ²)	VOL PREC (Hm ³)	PREC MEDIA (mm)	PREC TOTAL (Hm ³)	COEF ESC	ESC MEDIO ANUAL	EXT	EXT	EXT	TOTAL
									MM ³	MM ³	MM	
24	E	Bravo-Nuevo Laredo	5,400	2,630	487	2,630	4.68%	123	109.10	1.74	0.12	110.96
24	F	Bravo Piedras Negras	9,900	5,492	555	5,492	5.30%	291	69.20	25.18	23.9	118.28
24	G	Bravo presa de la Amistad	10,200	5,081	498	5,081	4.46	227	0.04			0.04
24	H	Bravo Ojinaga	11,500	3,812	332	3,812	4.34	165	0.45			0.45
24	D	Presa Falcón Salado	46,021	21,416	465	21,416	3.75	803	230.60	2.96	0.69	234.25
24	B	Bravo – San Juan	12,200	3,725	305	3,725	3.06	114	32.20	0.84		33.04
			95,221	42,156	442.6	42,156		1,723	441.59	30.72	24.7	497.02

3.5.5 Cuenca 24 B Río Bravo - San Juan

Esta cuenca queda comprendida dentro de la región hidrológica 24 Bravo – Conchos, tiene una superficie de 12,200 km² correspondientes al Estado de Coahuila, una precipitación media anual de 305 milímetros y un volumen de escurrimiento virgen estimado de 114.0 Hm³; la extracción anual en esta cuenca se estima en 33.04 Hm³, de los cuales 32.20 Hm³ son para uso agrícola y 0.84 Hm³ para uso público.

La temperatura media anual es de 17.7 °C y la principal corriente de esta cuenca es el Río San Juan, siendo este el segundo en importancia por la margen derecha del Río Bravo, además de ser uno de los más importantes de la Región Noreste del país, por la categoría de la zona en que está enclavado, abarcando territorio de Coahuila, Nuevo León y Tamaulipas.

Sobresalen los aprovechamientos construidos en esta cuenca: Presa Rodrigo Gómez (La Boca), Presa El Cuchillo en el estado de Nuevo León y Presa Marte R. Gómez (El Azúcar) en el estado de Tamaulipas. Dentro de esta cuenca se localiza la ciudad de Saltillo, capital del estado.

3.5.6. Región hidrológica 37 El Salado

En la mayor parte de esta región el clima es clasificado como seco o semiárido, que se distribuye a lo largo de la región de la siguiente forma:

La porción suroeste se presenta un clima seco con una relación P/T (precipitación anual total en milímetros sobre temperatura media anual en °C) mayor de

22.9. En la porción noroeste existe un clima seco semicálido con un cociente P/T menor de 22.9.

Por su parte, la porción noreste presenta dos tipos de climas, uno seco semicálido con un cociente P/T menor que 22.9 y otro menos seco y semicálido con un cociente P/T mayor de 22.9. Finalmente en la porción sureste, se tienen las clasificaciones de clima seco semicálido y seco. Como se muestra en la siguiente tabla

Tabla Número 15 REGION HIDROLOGICA 37 EL SALADO

										EXT	EXT	EXT
										MM ³	MM ³	MM
RH	CUENCA Y SUB	NOMBRE DE LA CUENCA	Área (Km ²)	VOL PREC (Hm ³)	PREC MEDIA (mm)	PREC TOTAL (Hm ³)	COEF ESC	ESC MEDIO ANUAL	AGRO	PUB URBANO	IND	TOTAL
37	A	Sierra Madre Oriental	1,100	493	448	493	7.0%	35	5.20	0.36		5.56
37	B	Matehuala	250	92	367	92	2.21%	2	0.45			0.45
37	C	Sierra de Rodríguez	3,700	1,520	411	1,520	4.24%	64	2.25			2.25
			5,050	2,105	416.9	2,105		101	7.90			8.26

En esta región hidrológica es donde se encuentra el sureste del municipio de Saltillo y gran parte del norte del estado de San Luis Potosí, y en donde se encuentran parte de los acuíferos a portantes como los son Saltillo sur, Carneros y Derramadero.

3.6 El agua superficial de la cuenca

3.6.1 Los escurrimientos.

El escurrimiento virgen en toda la cuenca Bravo-Conchos es de 5,588 hm³. Los ríos Conchos, con 2,255 hm³, (40%), San Juan con 1,126 hm³ (20%), el propio Bravo que aporta 846 hm³ (15%) y el Salado con 841 hm³(15%) concentran la mayor parte del

escurrimiento. Cabe mencionar que estos escurrimientos presentan importantes fluctuaciones año con año.

No obstante estos grandes volúmenes de escurrimiento, todos los tramos, en que se han dividido las cuencas, presentan déficit, de acuerdo con el balance hidráulico realizado por la Subgerencia Técnica de la GRRB, con las únicas excepciones del río Álamo, que está en equilibrio y del tramo final del Río Bravo entre la Presa Falcón y el Golfo de México.. Cabe enfatizar que este balance está calculado bajo condiciones de escurrimientos anuales medios. Esto significa que el déficit bajo condiciones de sequía en la región, tan recurrentes y en veces prolongadas, alcanza niveles causantes de graves daños principalmente a la agricultura, por mucho el sector más demandante a nivel regional. la subregión Cuencas Cerradas del Norte, cuyos escurrimientos, entre los que destacan los ríos El Carmen, Santa María, San Miguel y Casas Grandes, no tienen salida hacia el río Bravo, sino que se pierden por infiltración dentro de la misma subregión.

Corrientes superficiales pertenecientes a la Región Administrativa VI Río Bravo que ingresan a Coahuila.

Río Bravo. Nace en los Estados Unidos de América en las montañas rocallosas, cerca del paralelo N 28°, dentro del estado de Colorado; colinda con las cuencas de los ríos Colorado y Misisipí, y sigue su cauce con dirección norte-sur hasta llegar al límite con el territorio mexicano en Ciudad Juárez, Chihuahua, donde continúa en dirección sureste, hasta su desembocadura en el Golfo de México.

El Río Bravo se ubica de acuerdo a la regionalización administrativa para el manejo del agua del país en la Región VI Río Bravo, y recorre desde su nacimiento hasta su desembocadura 2,896 km., de los cuales 2,008 km. sirven de frontera entre los Estados Unidos de América y los Estados Unidos Mexicanos; la longitud que recorre dentro del estado de Coahuila es de 740 km. aproximadamente.

Los afluentes que desembocan en el río Bravo, dentro del territorio coahuilense, y que son considerados dentro del Tratado Internacional de Límites y Aguas entre los Estados Unidos de América y los Estados Unidos Mexicanos, son Las Vacas, San Diego, San Rodrigo y Escondido.

En el año de 1968, se concluyó la construcción de la presa internacional “La Amistad”, localizada, del lado del territorio mexicano, en el municipio de Acuña, Coah., y del lado de los Estados Unidos, en el estado de Texas; a partir de entonces, el gasto que fluye por el Bravo es regulado en gran medida por esta presa y medido en la estación hidrométrica localizada en la ciudad de Piedras Negras, Coah.; el volumen escurrido medio anual se estimó en 1,617.8 Hm³.

3.6.2. Corrientes superficiales que aportan recarga en la zona de SAARA.

Arroyo Patos Esta corriente se localiza también en la Región Hidrológica No.24, B Cuenca del Río San Juan y tiene su formación en la parte alta de la sierra la Concordia a una altura de 3,000 m.s.n.m., siguiendo una trayectoria de sur a noreste,

pasando por el poblado de General Cepeda y teniendo un recorrido de 190 Kms. hasta los límites de Coahuila y Nuevo León, siendo en este último estado donde se localiza la estación hidrométrica “Icamole”, de la cual se desprende un escurrimiento medio anual de 22.5 Hm³.

Arroyo La Encantada. Al igual que la corriente anterior, se localiza en la misma Región Hidrológica y cuenca del Río San Juan, tiene su formación en la parte sur del municipio de Saltillo, en el poblado denominado La encantada, siguiendo una trayectoria hacia el este pasando también por la localidad de Ramos Arizpe y el poblado de Paredón, con una longitud de 77 km. hasta su confluencia con el Arroyo Patos.

3.7 El agua Subterránea de la cuenca

Es evidente que en la Región Río Bravo existe una gran presión sobre los recursos hídricos limitados de que dispone, particularmente de los acuíferos, a los que se ha apelado de manera creciente, con efectos negativos evidentes (mayores costos económicos y ambientales) y cada vez más preocupantes.

Los 96 acuíferos de que dispone la región cuentan con una recarga de 5,292 hm³/año. A este valor deben restarse 630 hm³/año de salidas a otros acuíferos, manantiales y pérdidas para obtener el valor de disponibilidad neta de aguas subterráneas, 4,662 hm³/año. El volumen concesionado es de 4,251 hm³/año. No obstante este aparente superávit existen en la actualidad 17 acuíferos sobre-explotados y 25 en equilibrio. Cabe aclarar que se consideran en equilibrio acuíferos cuyas salidas

totales se encuentran entre el 90% y el 110% de la recarga. Así el volumen total de sobre-explotación es de 590 hm³/año. Es interesante observar que aunque sólo el 18 % de los acuíferos está sobreexplotado, estos 17 acuíferos representan el 41% de la recarga regional y el 65% del volumen extraído para usos consuntivos.

Cabe aclarar que, aun cumpliéndose la extracción de volúmenes asignados, éstos están sobre concesionados, además de que, en la mayoría de los casos, sigue sin medirse el agua y, por lo tanto mucha información sigue siendo estimada. A pesar de los esfuerzos de eficientización, la situación regional sigue siendo alarmante, con 17 acuíferos sobre explotados.

3.7.1 El agua Subterránea en Coahuila.

El estado de Coahuila no dispone de cuerpos de agua superficial suficientes a causa de un clima adverso caracterizado por escasas precipitaciones pluviales y la elevada evaporación natural. Ante esto, los recursos de agua subterránea representan la principal fuente de abastecimiento para satisfacer los usos público urbano, domestico, agrícola e industrial.

Sin embargo este clima adverso también restringe la ocurrencia del agua subterránea y limita considerablemente su recarga natural, por lo cual es de suma importancia un manejo adecuado de los acuíferos que sustentan en gran medida el desarrollo de las regiones del estado. El manejo de las unidades hidrogeológicas requiere de un conocimiento amplio y una actualización continua, sobre el marco

hidrogeológico, modelos conceptuales de flujo y de calidad del agua, así como de las condiciones de explotación de este recurso escaso.

Las formaciones acuíferas que se explotan están constituidas principalmente por rocas sedimentarias (calizas, lutitas y areniscas) y material aluvial de relleno, en algunas regiones por el conglomerado Reynosa – Sabinas; las realización de las obras de perforaciones para extraer agua de los acuíferos son cada día más profundas por lo que se tiene que hacer uso de equipos más sofisticados y modernos que cuenten con mucha capacidad, requiriendo de mayores inversiones.

En la región norte del estado que comprende 10 municipios, se delimitaron 6 unidades hidrogeológicas: Cerro Colorado, La Partida, Allende - Piedras Negras, Presa La Amistad, Palestina, Hidalgo y la Serranía del Burro, en las cuales existen alrededor de 1,500 obras de alumbramiento de agua, entre pozos, norias, y manantiales de los que se extraen más de 300 Hm³/año.

La mayoría de las 22 unidades ubicadas en las regiones central y sur-oriental del estado están sometidas a una intensa explotación, en algunos casos presentando indicios de sobreexplotación, las demás se encuentran en equilibrio o subexplotadas, pero ofrecen poca disponibilidad y en algunos casos contienen agua de calidad regular o mala.

Las zonas con mayor concentración de obras para la extracción de agua subterránea son, además de las que se localizan en la Región Lagunera: El Hundido,

Cuatrociénegas – Ocampo, Allende-Piedras Negras, Paredón, Saltillo - Ramos Arizpe, Zona Manzanera y Monclova; y las de menor concentración son las que se localizan en la porción noroeste del estado y que limitan con el Estado de Chihuahua, región donde predomina el agua de mala calidad con altas concentraciones de sales.

En cuanto a los aprovechamientos subterráneos, los inventarios realizados durante los últimos años nos indican que existen alrededor de 7,000 captaciones, entre pozos, norias y una cantidad muy reducida de manantiales y galerías filtrantes.

Como se puede observar en la siguiente imagen numero 3 nuestro estudio se ubica en las regiones geohidrológico 521 Saltillo Sur, 505 General Cepeda – La Sauceda, 502 Cañón de Derramadero, 511 Región Manzanera-Zapaliname 510 Saltillo-Ramos Arizpe. Como se describe en la siguiente tabla.

Tabla Número 16 Localización de las 28 Unidades Geohidrológicas en el Estado de Coahuila.

502	CANON DERRAMADERO	509	LA PAILA	515	SANTA FE EL PINO	522	PRESA AMISTAD
503	CERRO COLORADO	510	SALTILLO R. ARIZPE	516	HERCULES	523	REGION LAGUNERA
504	C.CIENEGAS OCAMPO	511	R. MANZANERA	517	LAGUNA EL GUAJE	524	ACATITA
505	G.CEPEDA	512	CARBONIFERA	518	LAGUNA ELCOYOTE	525	LAS DELICIAS
506	EL HUNDIDO	513	PALESTINA	519	CASTAÑOS	526	SERRANIA DEL BURRO
507	MONCLOVA	514	HIDALGO	520	SIERRA MOJADA	527	VALLE SAN MARCOS
508	PAREDON	515	SANTA FE DEL PINO	521	SALTILLO SUR	528	CUATRO CIENEGAS

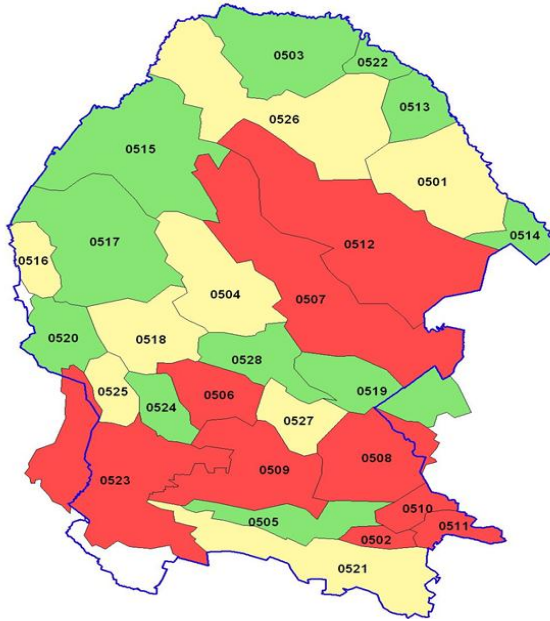


Imagen Número 3 El estudio se ubica en las regiones geohidrológico 521 Saltillo Sur, 505 General Cepeda – La Sauceda, 502 Cañón de Derramadero, 511 Región Manzanera-Zapaliname 510 Saltillo- Ramos Arizpe.

3.7.2 Estructura de la cuenca hidrográfica de SAARA en estudio.

El área de estudio se ubica en la región geohidrológico de la Sierra Madre Oriental (RGSMO) y dentro de la subregión geohidrológico del sector transverso de la Sierra Madre Oriental entre Monterrey y Torreón, Lesser et. al. (1988). El Anticlinorio de Arteaga corresponde a la Zona Geohidrológico Manzanera, definida por la Comisión Nacional del Agua (CNA).

La infiltración, circulación y la ocurrencia de las aguas subterráneas en esta región, está directamente determinada por el tipo de estructuras y las formaciones litoestratigáficas.

Las formaciones geológicas que por su litología y permeabilidad secundaria se definirán como unidades hidroestratigráficas y las formaciones que por su litología e

impermeabilidad serán unidades sellos o confinantes. Las charnelas y los flancos de los pliegues anticlinales y sinclinales, así como las discontinuidades estructurales como son cabalgaduras, fallas laterales y normales, forman barreras impermeables o permeables, que determinaran el movimiento y dirección del flujo subterráneo e igualmente definirán las zonas de recarga, las zonas de circulación y las zonas descarga del agua subterránea.

Los valles de Saltillo-Ramos Arizpe y Derramadero son depresiones estructurales, formadas posiblemente por el buzamiento de los cierres periclinales del lado poniente del Anticlinorio de Arteaga y el lado oriente de la Cuenca de Parras. Por otro lado estos valles podrían ser el reflejo del basamento de la Paleoisla de Coahuila. Dado que el Anticlinorio de Parras fue frenado por la margen sur de la Paleoisla de Coahuila, mientras que el Anticlinorio de Arteaga, presenta un avance mayor del frente de la curvatura Saltillo-Monterrey, por medio de la falla lateral Saltillo, con dirección al NE y nos va conformando la margen oriente de la Paleoisla de Coahuila.

Unidad Geohidrológica A.

Esta unidad está compuesta por la secuencia calcáreo-arenosa de la Formación La Gloria y por los sedimentos de caliza de la Formación Zuloaga del Jurásico superior con un espesor de 300 m, de cada formación. Estas dos formaciones presentan buena permeabilidad secundaria de facturas con desarrollo de cavidades y cavernas de disolución, con buenas posibilidades medias a altas de almacenar un acuífero calcáreo confinado de ser aprovechado. Se encuentra confinado por la Unidad B.

Estructuralmente se encuentra al centro de los anticlinales que se encuentran brechados y erosionados.

Unidad Geohidrológica B.

Esta unidad está compuesta por la facies de litoral y extra litoral de las formaciones La Casita y la Caja del Jurásico Superior, así como por la caliza arcillosa de la Formación Taraises del Cretácico Inferior, con un espesor de más de 1,000 m. Por sus características litológicas de rocas pelítico-psamítico, su comportamiento hidráulico es de rocas impermeables o semi-impermeables y funcionan como unidad confinante, sin embargo los miembros más arenosos contienen acuitardos. Confina a la unidad A y es el sustrato impermeable de la unidad C.

Unidad Geohidrológica C.

Unidad compuesta por las formaciones calcáreas: Cupido, Tamaulipas Superior y Cuesta del Cura de facies de plataforma, arrecife y cuenca, del Cretácico Inferior. Se incluye en esta unidad a la Formación La Peña, debido a su reducido espesor de 40 m, se encuentra plegada y fracturada, por lo que se considera que no funciona como sustrato confinante, por lo tanto se considera a estas formaciones con permeabilidad secundaria, intercomunicadas y con posibilidades medias a altas de almacenar un acuífero calcáreo confinado de ser aprovechado, con un espesor de 700 a 750 m. Se encuentra confinada a semi-confinada por la Estructuralmente se encuentra hacia el centro y en los flancos normales de los anticlinales. Esta unidad hidrogeológica es la más importante donde se capta agua subterránea en la región sureste de Coahuila.

Unidad Geohidrológica D.

Unidad compuesta por las formaciones calcáreo-arcillosas Indidura, Caracol y Parras de facies de relleno de cuenca, del Cretácico Superior. Estas formaciones por su litología son impermeables y funcionan como confinante de la Unidad C. Aunque estas formaciones al ser plegadas y fracturadas, contienen acuitardos, que son importantes en esta región desértica. El espesor de la unidad es de 1,200 mts. Estructuralmente se encuentra hacia el centro y en los flancos normales del los sinclinales.

Unidad Geohidrológica E.

Unidad compuesta por el Grupo Difunta, que comprende a las formaciones: Cerro del Pueblo, Cañón del Tule y Cerro Grande de facies de deltas, con permeabilidad secundaria y posibilidades bajas a medias de almacenar sistemas acuíferos psamítico-pelítico del Cretácico Superior asociados a fallas laterales. Las formaciones: Cerro Huerta, Las Imágenes y Encinas, como substratos impermeables o semi-impermeables de facies mixtos a continentales de lechos rojos, que funcionan como confinantes.

Unidad Geohidrológica F.

Esta unidad está compuesta por los depósitos aluviales no consolidados de gravas, arenas, limos y arcillas que rellenan los valles que forman los sinclinales o las fosas tectónicas formadas por fallas normales. El espesor del relleno se estima de 1 m a 250 mts. Este relleno presenta permeabilidad primaria y con posibilidades bajas de almacenar un acuífero libre, susceptible de ser aprovechado. El material dominante

del relleno de los valles son las arcillas y limos, por lo que se tienen cuencas impermeables a semi-impermeable y su espesor es reducido en algunos valles.

3.8. Los Acuíferos.

De los 25 millones de Km³ de agua dulce 7.7 millones de kilómetros cúbicos es el volumen de agua subterránea en el planeta representando el 30.8 %. Siendo los acuíferos el medio estructural del suelo que tiene la capacidad de retener y confinar el agua de la recarga o infiltrada por medio de las rocas, suelos o conglomerados y que en base a la propiedad física de estos elementos estratigráficos se puede evaluar el grado de disponibilidad del agua así como su calidad, con este antecedente y las condiciones climatológicas de la región convierte al consumidor en un factor dependiente con gastos variables, tornándose un problema social ya que la delimitación política de los municipios no coincide con la del valle o cuenca y menos con el del acuífero.

Naciones, pueblos y culturas que han vivido en conflicto por cientos de años a veces ignoran que son hermanos de el mismo acuífero o de la misma recarga, que han luchado por conflictos regionales sociales y de recursos naturales, más sin embargo siempre han explotado la misma calidad y el mismo origen del agua, que en la época moderna después de la invención de la maquina a vapor y la explotación intensiva del recurso de los acuíferos y al evaluar los grados de abatimiento reconocieron ser del mismo origen en términos del agua.

Francia e Inglaterra conservan fisiografías similares, de tal manera que el canal de la mancha es solo un accidente geológico que se lleno de agua, pero que sus

propiedades del suelo tienen la misma capacidad de acumular el agua de la recarga y mitológicamente siempre han estado unidos por el acuífero principal.

Esto conlleva a múltiples problemas sociales sobre los acuíferos, ¿quién tiene la propiedad del agua subterránea, que tanto volumen podemos explotar, quién sanciona a quién, cómo se recupera un acuífero, cuál es su tiempo de retorno?

3.8.1 La recarga de un acuífero

Si elaboramos una ecuación de balance diríamos que la entrada del fluido a un sistema sería la recarga, el depósito sería el acuífero o medio confinante y el bombeo sería la extracción. O sea a mayor recarga y menor bombeo tendríamos saturación y excedente de agua, a menor recarga y mayor bombeo tendríamos abatimiento, más sin embargo lo importante de este análisis es cuánto tiempo tarda el fluido en regresar a recargar el sistema y lo llamaremos tiempo de retorno y en el caso contrario si el tiempo de retorno es muy largo específicamente años y el bombeo es excesivo se presentaría un abatimiento que rebasaría el punto de inflexión del sistema o punto sin retorno.

La recarga es el volumen renovable, por lo tanto, en general es más o menos representativa de la disponibilidad permanente de agua subterránea. De aquí que sea importante cuantificar su orden de magnitud con la mayor precisión posible ya que es uno de los factores limitantes que deben de considerarse al contemplar el aprovechamiento de un acuífero. Su sobreestimación puede dar lugar a una sobreexplotación perjudicial que al largo plazo daña la economía de la zona afectada: y su subestimación puede retrasar o frenar el desarrollo de la misma.

En la mayoría de circunstancias se pueden explotar los acuíferos para suministrar agua dulce a la población local, con unos beneficios evidentes para el fomento del desarrollo regional. Los acuíferos son un recurso de agua fiable para el suministro de agua y para el riego de cultivos, con un costo razonable y que emplea tecnología disponible.

El agua subterránea es un recurso hídrico clave para el alivio de la pobreza, en la lucha contra la desnutrición y las hambrunas, y en la mejora de las condiciones de salubridad de la población. Es importante analizar lo siguiente.

El agua subterránea ni resolverá todas las situaciones ni debería ser fomentada como un recurso ilimitado, lo que llevaría a un crecimiento incontrolado en su uso.

Los problemas y las circunstancias locales pueden necesitar consideración especial o de inversión adicional, como en el caso de algunos acuíferos fracturados en zonas áridas, o cuando aparecen componentes disueltos peligrosos, como el arsénico o el fluoruro.

Las cuestiones ambientales relacionadas con el agua subterránea pueden ser importantes, especialmente cuando el área se va desarrollando en términos económicos y educativos.

La explotación intensiva del agua subterránea puede producir algunos efectos colaterales negativos. Estos efectos negativos se refieren en su mayor parte al descenso del nivel freático, el agotamiento del almacenamiento, la interferencia con manantiales, agua superficial y ecosistemas dependientes del agua del subsuelo, y a veces el deterioro de la calidad del agua. Así mismo se requiere considerar:

Se pueden conocer y evaluar suficientemente las consecuencias del uso intensivo de los acuíferos. Esto precisa de seguimiento, inventario y estudios adecuados de expertos.

Las externalidades deberían ser soportables socialmente y corregidas, en la actualidad o en el futuro, dedicando a su corrección parte de los beneficios de las extracciones de agua subterránea. Las soluciones suelen ser fáciles técnicamente, aunque pueden ser complejas socialmente.

La existencia de externalidades no debería impedir la consideración del desarrollo del agua subterránea como fuente de agua fiable y efectiva.

Los efectos negativos pueden aparecer algún tiempo después del comienzo del desarrollo del agua subterránea, desde meses a muchos años.

La explotación del agua subterránea es progresiva y se vuelve más complejo en cuanto se intensifica, cuando los beneficios deberían estar incrementándose y el conocimiento debería ir mejorando. Sin embargo:

El énfasis en las situaciones locales y restringidas se debería cambiar por un marco más amplio, puesto que los problemas particulares se pueden resolver y no deberían impedir que una comunidad mayor se beneficie.

El uso intensivo del acuífero encuentra su grado óptimo cuando se enmarca en esquemas de desarrollo de recursos hídricos integrados, lo que incluye la protección de la naturaleza.

Los beneficios y los costos procedentes del desarrollo del agua subterránea no son estáticos. Éstos pueden variar en el tiempo. Por ejemplo, lo que puede que sea una

práctica aceptable o una ventaja valiosa hoy en día, probablemente no lo fue en el pasado, y puede que no se mantenga en el futuro.

Se deben verificar los análisis de costo-beneficio en un marco dinámico.

En las etapas iniciales de desarrollo económico y social de un área determinada, el agua subterránea puede jugar un papel esencial, ya que permite un crecimiento económico suave sin la necesidad de inversiones preliminares grandes.

En la mayoría de los casos, el desarrollo del agua subterránea produce beneficios sociales evidentes. Más sin embargo:

Se necesita un seguimiento del desarrollo del agua subterránea para hacerlo sustentable con la imposición de limitaciones, la corrección de desviaciones y la compensación de externalidades.

Las situaciones locales puede que muestren aspectos negativos. Sin embargo, a menudo desaparecen cuando se consideran los beneficios en un área mayor.

El concepto de desarrollo intensivo de las aguas subterráneas apunta a hechos concretos; por lo tanto parece preferible al concepto poco definido de sobreexplotación y términos similares, que pueden implicar acepciones derogatorias y pesimistas injustificadas o irreales. Por consiguiente, los editores proponen su abandono como un concepto hidrogeológico útil.

El uso intensivo del agua subterránea se está convirtiendo en una situación corriente en muchas áreas del mundo, especialmente en las áridas y semiáridas, y en islas pequeñas y zonas costeras.

Existen muchos puntos de vista diferentes y opuestos sobre los asuntos relacionados con el desarrollo intensivo del agua subterránea, y estos son, a menudo,

parcialmente verdaderos. Esto refleja las diferentes situaciones con las que se enfrentan diferentes regiones a causa de sus diferentes condiciones climáticas, hidrogeológicas, económicas, sociales y políticas, así como los intereses y objetivos distintos. Por ejemplo, los usuarios de agua subterránea, abastecedores de agua, agricultores, conservadores de la naturaleza, gestores y administradores del agua, y políticos tienen posturas muy variadas en relación con el uso del agua subterránea⁸³.

3.8.2 Los acuíferos en México

Numero de acuíferos, de los 653 identificados en México que están sobreexplotados 102 al cierre de 2011.

Número de acuíferos sobreexplotados en 1975: 32.

Porcentaje de agua de buena calidad en los acuíferos: 80%

Los recursos hídricos que se ubican en cuencas y acuíferos de 105 ecosistemas, son la base de sustento de la sociedad, tanto para satisfacer la necesidad básica de consumo y de limpieza, como para el desarrollo de las actividades económicas.

Aproximadamente 200 de estos acuíferos han sido sujeto de uno o más estudios, y los volúmenes disponibles para 188 acuíferos han sido publicados en el Diario Oficial de la Federación.

Esto quiere decir que dos terceras partes de los acuíferos de México no han sido cartografiados, y en los cuales no se conoce su geometría, volumen de agua disponible,

⁸³ Acuíferos explotados intensivamente Conceptos principales, hechos relevantes y algunas sugerencias Ramón Llamas, Emilio Custodio UNESCO 2002 IHP-VI, SERIES ON GROUNDWATER NO. 4

y otra información básica. El agua subterránea proporciona el 70% del agua potable a los México la tercera parte de la superficie bajo riego y el 50% de la industria (Marín, 2002).⁸⁴

El balance nacional de agua subterránea resulta positivo en su conjunto, ya que la extracción estimada en 27.2 km³/año representa sólo el 41% de la recarga total estimada en 66.1 km³/año.

El mayor uso del agua subterránea ocurre en las zonas áridas y semiáridas del centro, norte y noroeste, donde el balance extracción-recarga es negativo y refleja las condiciones de sobre explotación en numerosos acuíferos. Este hecho amenaza la sustentabilidad de las actividades económicas apoyadas en estas fuentes de abastecimiento, ya que no sólo se agota el recurso sino que en algunas se ha afectado la calidad del agua y se encarece su aprovechamiento.

En estos acuíferos la recarga es de unos 9.0 km³/año y la extracción de 13.9 km³/año, representando la recarga el 65% de la extracción total. En estos acuíferos sobreexplotados se extrae el 51% del total a nivel nacional. El usuario más importante del agua subterránea es el sector agrícola, que utiliza un 70% de las extracciones, seguido a buena distancia por los usos público-urbano e industrial, que representan alrededor del 22% del bombeo total y poco más del 6%, respectivamente. En cuanto a los 100 acuíferos sobre explotados, las cifras expuestas reproducen prácticamente el mismo patrón que a nivel nacional, pues un 71% de las extracciones corresponden al

⁸⁴ Autores que repetidamente mencionan los usos del agua subterránea en México. Marín, 2002; Arreguim y otros, (2004); Cantú y Garduño, (2004)

sector agrícola, alrededor del 22% se utiliza por el uso público-urbano y casi 6% por el sector industrial. La sobre explotación conjunta resulta de 4.9 km³ anuales.

En 1975 (SRH, 1975) se identificaron 32 sitios donde los acuíferos estaban sobre explotados; desde esa fecha ese número ha aumentado sustancialmente, a 36 en 1981, 80 en 1985 y 100 actualmente. Las consecuencias de esta situación son un acelerado descenso de los niveles estáticos, un incremento de los costos de energía en el bombeo, fincas con pozos operando con niveles dinámicos entre 70 y 140 m; intrusión de agua salada del mar en acuíferos costeros aparejada con la salinización de los suelos; hundimientos y grietas del suelo en áreas urbanas, con todos los daños y riesgos que ello implica, migración y contaminación de acuíferos continentales con agua de mala calidad, causada por rocas evaporitas o descargas de aguas contaminadas en zonas cercanas.

3.8.3 Acuíferos Río Bravo

Es evidente que en la Región Río Bravo existe una gran presión sobre los recursos hídricos limitados de que dispone, particularmente de los acuíferos, a los que se ha apelado de manera creciente, con efectos negativos evidentes (mayores costos económicos y ambientales) y cada vez más preocupantes.

Los 96 acuíferos de que dispone la región cuentan con una recarga de 5,292 hm³/año. A este valor deben restarse 630 hm³/año de salidas a otros acuíferos, manantiales y pérdidas para obtener el valor de disponibilidad neta de aguas subterráneas, 4,662 hm³/año. El volumen concesionado es de 4,251 hm³/año. No obstante este aparente superávit existen en la actualidad 17 acuíferos sobre-explotados

y 25 en equilibrio. Cabe aclarar que se consideran en equilibrio acuíferos cuyas salidas totales se encuentran entre el 90% y el 110% de la recarga. Así el volumen total de sobre-explotación es de 590 hm³/año. Es interesante observar que aunque sólo el 18 % de los acuíferos está sobreexplotado, estos 17 acuíferos representan el 41% de la recarga regional y el 65% del volumen extraído para usos consuntivos.

Cabe aclarar que, aún cumpliéndose la extracción de volúmenes asignados, éstos están sobre concesionados, además de que, en la mayoría de los casos, sigue sin medirse el agua y, por lo tanto mucha información sigue siendo estimada. A pesar de los esfuerzos de eficientización, la situación regional sigue siendo alarmante, con 17 acuíferos sobre explotados:

Ahora bien, las disponibilidades natural y per cápita indicadas en el cuadro anterior se ven favorecidas en el global de la Región por los números que presenta la subregión Cuencas Cerradas del Norte, donde se tiene una gran disponibilidad natural de agua superficial, de Disponibilidad de Agua Superficial y Subterránea de muy complicado aprovechamiento. Al analizar en exclusiva la disponibilidad natural para la región hidrológica Bravo-Conchos (RH 24), se observa un panorama más revelador de la situación crítica que enfrenta este grupo de subregiones, que en conjunto tienen una disponibilidad per cápita de 838 m³/hab/año, 18% de la nacional. Para 2030 esta situación se agudizará, pues la disponibilidad per cápita en la RH -24 se estima en sólo 597 m³/hab/año, equivalentes al 16% de la nacional de ese 2030.

La disponibilidad natural de agua en la región del río Bravo es de 11,635 hm³/año, 6,793 hm³/año de escurrimiento superficial y 4,662 hm³/año de recarga neta, obtenida ésta al restar 630 hm³ de salidas a otros acuíferos y por manantiales a los 5,292 hm³ de recarga total. La composición por subregiones y los valores correspondientes a la disponibilidad per cápita para 2005 y 2030 se presentan en el cuadro "X", donde se observa la escasa disponibilidad per cápita en la región, 1,130 m³/hab/año, 25% de media nacional, manifiesta en 5 de 6 las subregiones, cuyos valores varían entre el 3% y el 81% de la media nacional en 2005, 4,596 m³/hab/año. Como se muestra en la siguiente tabla.

Tabla Número 17 DISPONIBILIDAD POR REGIONES Y SUBREGIONES DEL RIO BRAVO

Subregión	2005 Pob. Miles de hab	2030 Pob. Miles de Hab	Disp. Natural (Hm ³ /año)		Disp. Natural (Hm ³ /año)	M ³ /hab/año 2005	M ³ /hab/año 2030	% región	% Nacional
			Superficial	Subterránea					
Cuencas Cerradas del norte	317	350	1,385	1,888	3,273	10,315	9,365	91.3%	22.4%
SUBTOTAL 1	317	350	1,385	1,888	3,273	10,315	9,365	91.3%	22.4%
Conchos-Mapimí	2,678	3,739	2,346	1,716	4,062	1,517	1,086	134%	33%
Alto Bravo	138	246	424	87	511	3,703	2,078	328%	81%
Medio Bravo	1,191	1,552	1,451	462	1,913	1,607	1,233	142%	35%
San Juan	4,799	6,473	1,236	466	1,702	355	263	31%	8%
Bajo Bravo	1,173	1,837	131	43	174	148	95	13%	3%
SUBTOTAL 2	9,979	13,847	5,588	2,774	8,362	838	597	74%	18%
Región VI	10,296	14,196	6,973	4,662	11,635	1,130	810	100%	25%
Nacional	103,263	124,091	396,823	77,814	474,637	4,596	3,825		

La Región Río Bravo presenta una presión importante sobre el recurso hídrico, tanto en agua superficial, donde el volumen de agua concesionada es del 68% de la

disponibilidad natural media del recurso, como en el agua subterránea, aún más crítica al tener concesionada el 91% de la recarga neta, todo lo cual lleva a un grado de presión combinado para ambas, superficial y subterránea de 77 %, casi el doble del valor considerado por la ONU como de “fuerte presión”. Todavía más, las subregiones San Juan y Bajo Bravo, con casi 6 millones de habitantes en conjunto, presentan grado de presión superior al 100% de la disponibilidad de agua.

3.8.4 Disponibilidad oficial de los acuíferos en Coahuila.

En la entidad se han identificado administrativamente 28 acuíferos, cuyos criterios tomados para realizar la delimitación fueron principalmente de tipo topográficos, geológicos, hidrológicos, geomorfológicos y en casos muy específicos, límites políticos (límites municipales o estatales).

De estas unidades hidrogeológicas se extraen alrededor de 1,535 Hm³/año, poco más de un 70% de ese volumen es destinado a la agricultura, siendo la zona de la Región Lagunera la de mayor extracción para este uso. La recarga media anual de las unidades hidrogeológicas es de alrededor de 1,300 Hm³/año.

En el Diario Oficial de la Federación han sido publicadas las disponibilidades medias anuales de 11 de los 28 acuíferos identificados, los cuales registran en su conjunto un volumen de recarga media anual de 1,101.62 Hm³ y un volumen concesionado de 1,078.68 Hm³/anuales, tal y como se observa en la siguiente tabla.

Tabla Número 18 DISPONIBILIDADES MEDIAS ANUALES DE LOS DIFERENTES ACUÍFEROS EN HM³/AÑO

REGIÓN HIDROLÓGICO-ADMINISTRATIVA VI “Rio Bravo”

Clave	Acuífero	Recarga Media Anual	Descarga Natural Comprometida	Volumen Concesionado De agua Subterránea	Volumen de Extracción Consignado en Estudios Técnicos	Disponibilidad Media Anual de Agua Subterránea	Déficit
502	Cañón de derramadero	18.40	1.1	17.340000	18.4	0.00000	-0.440
504	Cuatrociénegas-Ocampo	52.90	13.820	33.562326	49.6	17.955674	0.0000
506	El Hundido *	20.15	0.000	21.870000	5.1	0.0000	-1.720
507	Monclova	30.00	12.93	107.817896	108.00	0.0000	-90.74
510	Saltillo-Ramos Arizpe	29.50	5.390	45.353998	37.3	0.0000	-21.24
511	Región Manzanera zap.	55.50	3.570	44.739677	69.9	7.190323	0.000
512	Región carbonífera	161.20	144.662	32.522066	10.7	0.00000	-15.98
528	Cuatrociénegas	142.97	130.170	1.902000	7.1	10.890000	0.000

- Dr, Rodríguez Martínez Juan Manuel El Hundido se decreto en veda en el DOF el 23 de Abril de 2007. Datos publicados en el Diario Oficial de la Federación y consignados en la página web de CONAGUA.

Tabla 19 .REGIÓN HIDROLÓGICO-ADMINISTRATIVA VII “CUENCAS CENTRALES DEL NORTE

Clave	Acuífero	Recarga Media Anual	Descarga Natural Comprometida	Volumen Concesionado De agua Subterránea	Volumen de Extracción Consignado en Estudios Técnicos	Disponibilidad Media Anual de Agua Subterránea	Déficit
505	General Cepeda Saucedá	57.40	0.0000	48.574237	26.24	8.825763	0,000
509	La Paila	14.70	0.0000	23.20000	40.00	0.00000	-8.505
523	Ppal. Región Lagunera	518.90	0.0000	701.834604	1,010.8	0.00000	-182,9

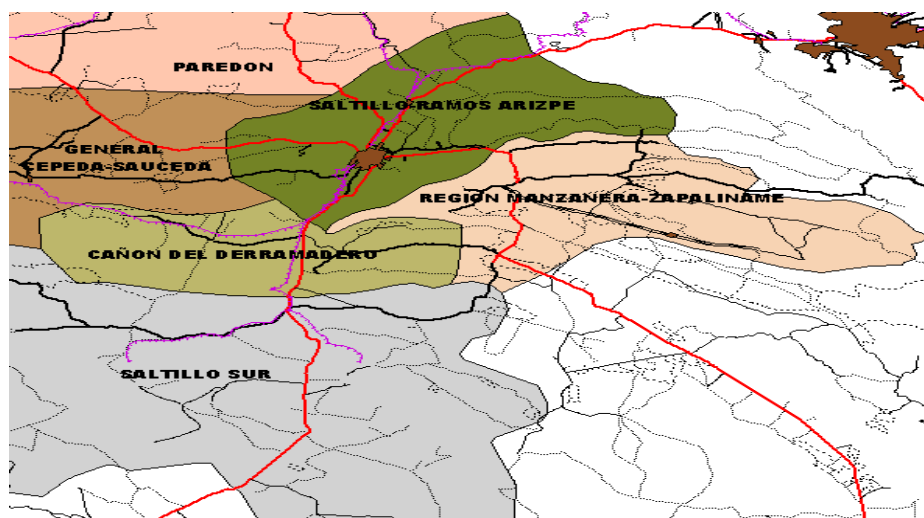
Como se puede observar en estas tablas los acuíferos 511 Región Manzanera Zapaliname, y el 505 General Cepeda- Saucedá son los más vulnerables a ser

sobreexplotados por la mancha urbana de SAARA por su cercanía, vecindad y disponibilidad de agua.

3.8.5 Dominio de Sistemas Acuíferos en la región de SAARA

Tabla Número 20 Volúmenes de Extracción, recarga y Concesión.

Acuífero	Recarga en Mm ³	Concesiones Mm ³	Concesiones Mm ³ 2002
Saltillo Ramos Arizpe	29.47	41.59	50.74
Región-Manzanera Zapaliname	55.51	39.35	44.74
Cañón de Derramadero	11.00		
Saltillo Sur	7.50	7.06	7.06



Como podemos observar en esta tabla 20 e imagen 4 desde el 2002 que fue concesionado los volúmenes de extracción se han bombeado cerca del 30 % más que la recarga para poder abastecer a una sedienta mancha urbana, considerando que no hace más de 30 años el principal acuífero a portante era Saltillo centro con acuíferos

superficiales y norias a profundidades no mayores de 50 metros y que además cumplía con las normas oficiales de saneamiento o abastecimiento de agua potable.

Desde el punto de vista hidrogeológico estos acuíferos se encuentran ubicados en la provincia geológica transversal de la Sierra Madre Oriental y se puede dividir en cuatro grandes Dominios de Sistemas Acuíferos, siendo los siguientes:

- 1) El primer dominio corresponde a los sistemas acuíferos calcáreos del Cretácico Inferior, que comprende el Sector Curvatura de Monterrey (Anticlinorio de Arteaga). Los sistemas acuíferos compuesto por el acuífero calcáreo Cupido, el acuífero calcáreo Tamaulipas Superior y el acuífero calcáreo Cuesta del Cura. Los acuíferos son no confinados a confinado en un medio fracturado.
- 2) El segundo dominio corresponde a los sistemas acuíferos calcáreo-psamíticos del Jurásico Superior, que comprende al Sector Trasversal de Parras (Anticlinorio de Parras), siendo el acuífero calcáreo Zuloaga y el acuífero calcáreo-arenoso La Gloria. Los acuíferos son confinados a semi-confinados, en un medio fracturado.
- 3) El tercer dominio corresponde a los sistemas acuíferos semi-impermeables pelítico-calcáreo del Cretácico Superior, que comprende el valle de Derramadero y el valle Saltillo-Ramos Arizpe. Los acuíferos de este dominio son: Indidura, caracol y Parras. Los acuíferos son no confinados, en medio fracturado.
- 4) El cuarto dominio corresponde a los sistemas acuíferos psamítico-pelítico del Grupo Difunta de edad Cretácico Superior, que comprende la Cuenca de Parras. Los acuíferos de este dominio son: Cerro del Pueblo, Cañón del Tule y Cerro Grande. Los acuíferos son no confinados a confinados, en medio fracturado.

La unidad que forman el substrato impermeable del sistema acuífero del Jurásico Superior, son los lechos rojos de la Formación Huizachal del Triásico Superior-Jurásico Inferior. Este sistema acuífero calcáreo se encuentra confinado por los sedimentos terrígenos de las formaciones La Casita, Caja del Jurásico Superior y Formación Taraises del Cretácico Inferior, que corresponden a la unidad geohidrológico B.

El sistema acuífero calcáreo del Cretácico Inferior su base impermeable está compuesto por las formaciones: La Casita, Caja del Jurásico Superior y por los estratos calcáreo-arcillosos, semi-impermeables de la Formación Taraises del Cretácico Inferior, que corresponden a la unidad geohidrológico B. Igualmente este acuífero se encuentra confinado o semi-confinado por los sedimentos calcáreo-arcillosos de las formaciones: Indidura, Caracol y Parras del Cretácico Superior, que corresponde a la unidad geohidrológico D.

Se considera que la caliza y lutita de la Formación La Peña por su reducido espesor, se encuentra plegada y fracturada comunica al acuífero Cupido con el acuífero Tamaulipas Superior, por lo que forma parte del mismo sistema acuífero del Cretácico Inferior y no funciona como confinante.

El sistema acuífero psamítico-pelítico del Grupo Difunta su basamento impermeable o semi-impermeable es la lutita de la Formación Parras. Las formaciones impermeables de: Cerro Huerta, Las Imágenes y Encinas, que corresponden a lechos

rojos funcionan como confinantes de los acuíferos psamítico-pelítico, que se almacenan en las Formaciones permeables de: Cerro del Pueblo, Cañón del Tule y Cerro Grande. La Formación Cerro Huerta y las Imágenes presenta miembros o bancos de areniscas rojas, con espesores de 15 a 20 m. Estos bancos de arenisca tienen permeabilidad secundaria, lo que origina acuíferos colgados de bajo caudal dentro de estas unidades del Grupo Difunta.

División de Sistemas y Sectores Hidrogeológicos.

La división de los sistemas y sectores, se baso principalmente, en las discontinuidades estructurales como son fallas: normales, laterales y cabalgaduras, las zonas de la charnela y los flancos de los anticlinales, parte-aguas subterráneos que forman los anticlinales doblemente buzantes, lo que implica la no conductividad hidráulica o la no comunicación de aguas subterráneas de un sistema o sector a otro y determinan las condiciones de infiltración circulación, transferencia lateral, dirección del movimiento del flujo subterráneo, así como su ocurrencia, siendo los siguientes:

Los sistemas hidrogeológicos del Cretácico Inferior comprenden los siguientes: Los Nuncios, La Roja, Zapalinamé Norte, Zapalinamé Sur, Agua Nueva, Huachichil Poniente y Huachichil Oriente.

Los Sistemas hidrogeológicos del Jurásico Superior, son los siguientes: Los Ángeles, Carneros, Buñuelos y Astillero.

Por último Los sistemas hidrogeológicos del Cretácico Superior son: El Vergel, Huachichil, Narigua, El Asta, San Martín. Encinas, Paredón, Los Fierro, Las Maravillas, Derramadero y Saltillo- Ramos Arizpe.

Igualmente estos sistemas hidrogeológicos se dividieron en diferentes sectores que corresponden principalmente a estructuras sinclinales. Se considero que la charnela y los flancos de los anticlinales son las zonas de recarga. Los periclinales de los anticlinales y los sinclinales son las zonas de descarga o almacenamiento de los sistemas acuíferos se considera a priori que de sinclinal a sinclinal no hay comunicación hidráulica, excepto que estos pliegues (sectores) sean comunicados por las fallas laterales, con movimiento en escala métrica. Estas trazas de las fallas laterales funcionan como barreos permeables, que transfieren el agua subterránea de un sector o sistema a otro lateralmente.

3.9 Sustentabilidad y Aspectos Sociales de los Acuíferos

Se debe considerar el uso sustentable de los acuíferos en un amplio contexto de espacio, tiempo, nivel científico, tecnología disponible y desarrollo social.

Se pueden desarrollar sustentablemente la mayoría de los acuíferos cuando son parte de esquemas de desarrollo de recursos hídricos integrados.

El obstáculo más severo al desarrollo sustentable del agua subterránea puede ser la pobreza. El uso intensivo del agua subterránea puede ayudar eficazmente a aliviar esta pobreza.

Son raras las situaciones bien documentadas en las que el desarrollo intensivo del agua subterránea haya sido la causa de un retorno a la pobreza o haya generado problemas sociales graves.

Los problemas severos que se citan frecuentemente sobre el desarrollo sustentable del agua subterránea se refieren principalmente a zonas paupérrimas, en las que los problemas reales son a menudo de otra naturaleza, tales como el analfabetismo, los regímenes autoritarios, la desigualdad social o la corrupción.

Las consecuencias catastróficas del desarrollo intensivo de acuíferos descritos en algunas comunicaciones carecen por lo general de datos fiables y de análisis serios, y a menudo presentan predicciones poco fiables de situaciones futuras como si fueran una realidad.

En muchos casos, las mejorías económicas y sociales debidas al desarrollo del agua subterránea han permitido hacer frente a algunos efectos negativos, e incluso ha sido posible la rehabilitación del acuífero y del medio ambiente. Una amenaza importante al empleo sustentable de acuíferos es el deterioro de la calidad del agua subterránea. Este deterioro puede que no esté – y a menudo no está – relacionado o sólo está débilmente relacionado con el uso intensivo del agua subterránea.

El uso intensivo del agua subterránea es un fenómeno relativamente reciente, no mucho más antiguo de medio siglo, y frecuentemente de sólo un par de décadas. Por consiguiente, es sorprendente que actualmente haya tal predominio de información

equivocada, de “hidromitos” extendidos, e incluso la ausencia de puntos de vista contrapuestos.

De toda la historia de la vida del hombre sobre este planeta, desde su aparición hasta esta época moderna solo casi trescientos años se han explotado con equipos agresivos el agua de los acuíferos, primero brotaban por sí mismos en fuentes, pozos cartesianos o lagunas de saturación, después se utilizaron equipos rústicos de bombeo como los molinos de viento y guimbaletes que aplicaban la fuerza de tracción animal o de esclavos, pero a mayor tecnología sobre el bombeo o inyección de energía cinética a los fluidos y de los métodos de perforación y exploración del subsuelo trajo consigo la explotación más profunda y de mayor distancia del agua para abastecer manchas urbanas más sedientas, provocando la depredación del medio ambiente y en específico el ecosistema de los acuíferos.

Esto es una etapa útil hacia la madurez, que sigue un curso que tiende hacia el desarrollo sustentable. Se puede acelerar el camino hacia esta madurez si se mejora la transferencia de tecnología.

El compromiso de la UNESCO respecto a los recursos hídricos tuvo su punto de partida con la Década Hidrológica Internacional (DHI) y continuó con el Programa Hidrológico Internacional (PHI) en 1975.

El PHI es un programa intergubernamental de cooperación científica relativo a los recursos hídricos y es un instrumento gracias al cual los Estados Miembros de la UNESCO pretenden mejorar su conocimiento del ciclo hidrológico e incrementar su

capacidad de administrar sus recursos hídricos. Desde el comienzo se ha puesto un énfasis especial en los recursos hídricos subterráneos. Se han realizado grandes progresos en lo que concierne a las metodologías para las investigaciones hidrogeológicas y la formación y educación relativas a los recursos hídricos.

Durante el desarrollo de sus diversas fases, el PHI se ha ido transformando en un programa multidisciplinario. En los últimos tiempos, con la creciente presencia del componente ciencias sociales, el PHI se ha convertido en un verdadero programa interdisciplinario, insistiendo en el reconocimiento de que la solución de los problemas del agua en el mundo no depende solamente del conocimiento técnico.⁸⁵

⁸⁵ Véase Programa Hidrológico Internacional IUNESCO 1 Rué Miollis 75015 Paris France

Capítulo 4. Los usos del Agua

La polémica a la que nos enfrentamos en este milenio es si realmente se está acabando el agua en el mundo, pues varios autores consideran que realmente no. La crisis hídrica del mundo tiene más que ver con el manejo incorrecto de los recursos hídricos, que con su carencia. Aunque en algunas regiones se padece alarmantemente este concepto se ajusta más a una definición general que regional, es decir que si existe carencia en algunos lugares en consecuencia de varios factores, como la precipitación, el cambio climático, la sobrepoblación y sobreexplotación del recurso, que pone en juego la disponibilidad y su calidad.

Necesitamos entender la naturaleza de la escasez del agua para tomar la acción adecuada. La pobreza o la inseguridad del agua, es la falta de acceso segura y a precios accesibles para satisfacer las necesidades de la persona para tomar, lavar o subsistir. Cuando un gran número de personas en un área tiene inseguridad de agua, durante un periodo significativo, hay escasez de agua. La escasez de agua puede ser física, económica o institucional. También necesitamos entender cuánta agua tenemos. Las discusiones sobre disponibilidad de agua tienden a incluir sólo los “recursos hídricos renovables” es decir, solamente un 40% de toda la precipitación mundial. El otro 60% es crucial para la producción alimenticia y el ambiente.

4.1 La naturaleza de la escasez de agua.

El acceso no equitativo contribuye tanto, o más, a la pobreza de agua como la escasez de recursos.

La escasez física de agua, donde los recursos no pueden satisfacer las demandas, domina la pobreza de agua en las áreas áridas del Oriente Medio, Norte de África, el noreste de México y las regiones áridas de Asia.

La escasez económica de agua en México se asemeja a otras regiones del mundo donde la falta de infraestructura hídrica es más importante que la falta de recursos naturales, afecta a la abrumadora mayoría de agricultores que carecen de agua en África Subsahariana y, mucho más, en algunas regiones de Asia.

La escasez institucional de agua, donde los recursos e infraestructura hídricos pueden estar disponibles, pero la gente carece del vital fluido porque son los últimos de la cadena, o son campesinos sin tierra, o no tienen derechos a tierra o agua, afecta a los pobres del campo de cualquier lugar, incluso en el corazón de sistemas de riego bien dotados.

La escasez institucional de agua se presenta en las manchas urbanas, en donde se cuenta con el recurso y la infraestructura hidráulica, pero no se cuenta con el recurso económico para pagar el contrato de agua y el consumo mensual, es muy frecuente que este fenómeno se presente en las grandes ciudades donde se ha perdido el rumbo sobre el derecho y acceso libre del agua.

Se necesita reemplazar el enfoque miope en el manejo de recursos hídricos sólo de agua azul, por un enfoque para manejar todo el ciclo hídrico, incluyendo el agua verde y azul.

Tradicionalmente, lo que se cuenta como recursos hídricos renovables sólo es la precipitación con un escurrimiento natural en ríos y recarga del agua subterránea. Esto es solamente 40% de toda la precipitación “El agua azul”. Sesenta por ciento de toda la

precipitación nunca llega a un río o acuífero; reabastece la humedad del suelo, se evapora del suelo o la transpiran las plantas “El agua verde”.

El agua verde no se puede entubar ni tomar y los administradores del agua urbana la ignoran tranquilamente. Sin embargo, el agua verde es crucial para las plantas, tanto en ecosistemas como en agricultura. Es por eso que debe manejarse cuidadosamente.

El manejo del agua para la alimentación y el medio ambiente debe tomar en cuenta todo el ciclo hidrológico, incluyendo toda la precipitación y evapotranspiración, es decir, tanto el agua verde como azul.

La separación tradicional entre agricultura de temporal y riego se ha vuelto obsoleta. Se debe reemplazar por el manejo de agua para la agricultura, incluyendo todo el espectro de agricultura de temporal, por medio de la cosecha de agua de lluvia, desde riego suplementar o deficitario, hasta el riego total.

4.2 El Reto del Agua para Alimentación y Medio Ambiente

¿Por qué se usa tanta agua para “riego”? ¿No podemos reducir ese uso para satisfacer las necesidades de ciudades de rápido crecimiento y salvaguardar el medio ambiente? Obviamente, la gente no sólo necesita el agua para tomar, lavar y satisfacer otras necesidades domésticas. Pocas personas saben cuánto más se necesita el agua. Se requiere setenta veces más agua para cultivar los alimentos de una persona, que para necesidades domésticas. Se necesita más agua para mantener los servicios del ecosistema, sin los cuales nuestro estilo de vida no es sustentable. Eso contextualiza el reto del agua para la alimentación y el medio ambiente: encontrar agua para ciudades en expansión, frecuentemente tomada de la agricultura, cultivar alimentos para una creciente población, proporcionar empleos para los pobres del campo, a la vez que el

ambiente se conserva de manera sustentable. Si fracasamos en este reto, la gente pobre pagará el precio. Los pobres de la ciudad son los más afectados por el bajo acceso a agua potable, saneamiento seguro y precios accesibles. Para los pobres del campo, el bajo acceso a agua segura, a precios razonables es crucial para su uso doméstico, así como para su subsistencia.

Los recursos naturales degradados afectan a todas las personas, pero particularmente a los pobres, en ciudades y áreas rurales.

Bajo este esquema ¿Es posible superar este reto? Considero que sí lo es. Comunidades en cientos de “puntos brillantes” demuestran que hay tecnologías disponibles y eficaces, si se usan adecuadamente. Se requiere un cambio en el manejo de los recursos naturales. Muchas cuencas en el mundo, particularmente en Asia, ya están “cerradas”, que ya gran parte de nuestro territorio nacional se asemeja mucho, es decir, sin agua adicional disponible para el desarrollo, que no quite el agua ya usada por alguien más.

El agua y la tierra necesitan manejarse al nivel de la cuenca y del entorno re adjudicando el agua entre los usuarios. Necesita aumentar el valor para la sociedad generado por estos usos del agua múltiples e interrelacionados. Frecuentemente, esto es posible. Si entendemos las maneras complejas en que se usa y reusa el agua cuando fluye por una cuenca cerrada, podremos aumentar su productividad. Asimismo, la infraestructura disponible para superar la variabilidad de la precipitación, sigue siendo tan inadecuada la inversión en este rubro que mundialmente es una de las más altas prioridades de todas las sociedades.⁸⁶

⁸⁶ Frank Rijsberman Director General, Instituto Internacional para el Manejo del Agua
Líder Temático, Tema: Agua para la Alimentación y el Medio Ambiente
DOCUMENTO TEMÁTICO

EJE TEMÁTICO 4 AGUA PARA LA ALIMENTACIÓN Y EL MEDIO AMBIENTE IV FORO MUNDIAL DEL AGUA
CIUDAD DE MÉXICO, MARZO DE 2006 FRANK RIJSBERMAN, NADIA MANNING, SANJIV DE SILVA

4.3 Elementos básicos para el uso del agua.

El mal acceso a agua confiable, segura y a precio accesible para la alimentación y la subsistencia es una trampa de pobreza para el 70% de los pobres del mundo.

Las plantas usan entre 500 y 4,000 litros de agua para producir un kilogramo de granos para la dieta básica, como arroz o trigo. Muchos ríos en las regiones áridas y semiáridas del mundo ya no llegan al mar. Estas cuencas están cerradas, o se están cerrando, y toda su agua se usa antes de alcanzar la boca del río. Desarrollar recursos hídricos en cuencas cerradas es como robarle a Pedro para pagarle a Pablo.

El valor del agua en la agricultura se mide en centavos, mientras que el valor del agua para uso doméstico o industrial se mide en dólares. La consecuencia es que por doquier, en esta competencia del agua, la población urbana le gana a los agricultores en esta competencia. El agua está abandonando la agricultura, para satisfacer la cada vez más creciente demanda urbana e industrial de países en desarrollo, satisfacer la cada vez más creciente demanda urbana e industrial de países en desarrollo. La agricultura compite por el agua con la naturaleza. Toda el agua en el ciclo hidrológico proporciona servicios ambientales. Todo cambio en la precipitación, río o agua subterránea de ecosistemas a agricultura de temporal o riego, representa una compensación entre los servicios de ecosistema y la alimentación o beneficios para la subsistencia⁸⁷.

Los rápidamente crecientes requerimientos del agua para la producción de alimentos, tanto en la agricultura de temporal como de riego, han causado extracciones muy grandes de agua, modificaciones significativas de regímenes de flujo, así como degradación de la calidad hídrica, todas con implicaciones de gran importancia para la salud del ecosistema. El agua, la alimentación y el medio ambiente forman un nexo, una red inextricable. Se necesitan acciones dirigidas al nivel local y a una gama de escalas mayores, a fin de reconciliar las compensaciones asociadas con crecientes imperativos de producción alimenticia y el creciente reconocimiento de valor intrínseco ambiental y de la biodiversidad, así como las amenidades proporcionadas por ecosistemas de robusto funcionamiento.

Analizar los vínculos entre conceptos y acciones, así como entre acciones y resultados sobre la interdependencia de agua, saneamiento, urbanismo, alimentos y medio ambiente.

Se necesita una discusión y debate con base en evidencia real de cuencas en todo el mundo, para construir un consenso sobre cómo avanzar.

4.4 Acciones más comunes que se proponen en el mundo para contribuir y enfrentar los retos del agua, la alimentación y el medio ambiente.

1. Aumentar la productividad del agua azul: obtener lo máximo de recursos hídricos renovables. (Cosechas de Agua, Vertedores de máximo gasto, presas, represas, bordos, curvas a nivel, terrazas, controlador de flujos de escurrimiento) que en el caso de nuestro país sería un problema grave, ya que existe un derecho de aguas abajo, que han generado ya una dependencia del vital líquido, que al retenerlo o obstruirlo provocaría conflictos regionales tales como la construcción de una gran presa. Estos

son cambios estructurales que requiere México en el área legislativa de infraestructura hidráulica.

2. Aumentar la productividad de agua verde: usar al máximo la humedad de suelos. (Construcción de terrazas a nivel con cultivos de baja evapotranspiración en las zonas de recarga).

3. Aumentar el acceso a recursos hídricos: las inversiones en el desarrollo de recursos de infraestructura hídricos son cruciales para los objetivos de desarrollo del milenio en México. Obras de uso eficiente de agua y accesibles a todos los sectores, (Sistemas automatizados, fotoceldaicos, goteo, hidroponía, coberturas plásticas, cintilla).

4. Equilibrar el agua para la alimentación y otros servicios del ecosistema: dar voz al actor silencioso.

El futuro manejo del agua debe continuar trabajando para lograr un equilibrio sustentable entre el agua para la agricultura y el agua para ecosistemas naturales.

Por lo tanto, existe la necesidad de desarrollar, probar y aplicar marcos de mejores prácticas, que permitan la inclusión explícita del medio ambiente, como un sector en el desarrollo y manejo de recursos hídricos de cuenca, a fin de evitar el frecuentemente irreversible y costoso daño al medio ambiente. El punto de partida de la discusión es que toda el agua del ciclo hidrológico tiene un valor en términos de servicios del ecosistema: nada de lo que fluye al mar se desperdicia. Todo su uso para propósitos humanos es una compensación entre uso actual y futuro.

5. Invertir en seguridad hídrica para aliviar la pobreza: dirigirse a áreas pobres con diseños de proyectos en pro de los pobres.⁸⁸

Mejorar los beneficios en las interacciones de la agricultura y los humedales.

⁸⁸ *IV Foro Mundial del Agua 149 CONTENIDO TEMA 4. MANEJO DEL AGUA PARA LA ALIMENTACIÓN Y EL MEDIO AMBIENTE*

Responder ante beneficios de subsistencia y servicios ambientales ofrece la oportunidad de usar sabiamente los humedales. La agricultura de riego está estrechamente vinculada con el desarrollo de pequeños humedales o dambos. Aunque hasta la fecha, la agricultura a menudo ha reemplazado el ecosistema de humedales (por medio del “reclamo de tierra”), existen oportunidades para optimizar las dos funciones conjuntamente.

Manejar sustentablemente el uso de agua agrícola: ignorar los impactos ambientales puede llevar a proyectos fallidos. Si bien todo el uso de agua agrícola tiene impactos ambientales positivos y negativos, no entender la erosión del suelo corriente arriba, así como la sedimentación resultante de las represas, o los impactos de la reducción del caudal en agricultura de recesión corriente abajo, o los impactos de cambios ambientales en enfermedades propagadas por el agua, como la esquistosomiasis o malaria, ha llevado a proyectos fallidos. La buena noticia es que el buen uso del agua agrícola, puede ofrecer importantes oportunidades para mejorar la salud y los valores ambientales⁸⁹.

4.5 El efecto del Cambio climático en el uso del agua

Para este trabajo es primordial considerar el efecto producido por el cambio climático, ya que constituye el principal desafío ambiental global de este siglo, y que representa, a mediano y largo plazos, una de las mayores amenazas para el proceso de desarrollo y el bienestar humano. Además de producir un desplazamiento de regiones climáticas, intensificación de sequías, inundaciones, huracanes intensos, derretimiento de glaciares, aumento en el nivel del mar, entre otros efectos, incide en la pérdida de

⁸⁹ IV Foro Mundial del Agua 157 MENSAJES ACCIONABLES — COSAS QUE PODEMOS HACER EQUILIBRAR EL AGUA PARA ALIMENTACIÓN Y OTROS SERVICIOS DEL ECOSISTEMA

biodiversidad, así como en el deterioro de los recursos hídricos y de los servicios ambientales que proporcionan los ecosistemas.

Enfrentar el cambio climático implica desarrollar de inmediato actividades de mitigación, o reducción de emisiones de gases de efecto invernadero (GEI), y de adaptación, o reducción de la vulnerabilidad y de los riesgos para la vida, para el orden natural y el desarrollo. La eficacia de estas actividades aumenta significativamente cuando concurren diversos sectores en una estrategia de política transversal.

Aunque las metas de mitigación de largo plazo son todavía objeto de discusión en los foros multilaterales, podría determinarse que, para evitar riesgos irreversibles para la sociedad y para los sistemas ecológicos, será necesario que las emisiones globales de GEI alcancen un máximo en los próximos diez años y se reduzcan a un tercio de su escenario tendencial en el año 2050. Por su índole y por su escala, las actividades y los procesos que pudieran asegurar ese resultado equivalen a una nueva Revolución Industrial.

Recientemente varios grupos de expertos en aspectos científicos, económicos y sociales del cambio climático, consideran que los riesgos son considerablemente más graves de lo que se había estimado anteriormente, de tal manera que las estrategias de mitigación contempladas en la actualidad posiblemente tengan que revisarse muy pronto.

Además de una amenaza, el cambio climático representa una oportunidad para impulsar el desarrollo humano sustentable. Las actividades que México se propone desarrollar para enfrentar las tareas de mitigación y de adaptación traen consigo múltiples beneficios, además de los climáticos: seguridad energética, procesos productivos más limpios, eficientes y competitivos, mejoría de la calidad del aire y

conservación de los recursos naturales, entre otros. Adoptar las medidas contempladas resultaría muy conveniente aún si no existiera la motivación de abordar el reto del cambio climático.

México disfruta el privilegio de ser uno de los países con mayor biodiversidad en el mundo. Este hecho le permite capitalizar medidas de adaptación y mitigación relacionadas con la conservación y uso sustentable de los ecosistemas y sus servicios ambientales, incluyendo la reducción de emisiones por deforestación evitada.

En el curso de los próximos años la resiliencia o capacidad de recuperación económica, social y natural de México ante el cambio climático dependerá de las iniciativas de la sociedad así como de las políticas y programas para restaurar la integridad de los sistemas económicos y ecológicos, reorientando el desarrollo hacia la sustentabilidad. Para ello es necesario ampliar y reconfigurar la infraestructura productiva, de comunicaciones y producción de energía, potenciar la productividad primaria y conservar los ecosistemas naturales, su biodiversidad y servicios ambientales, además de ordenar y planificar los usos del suelo, así como reubicar a la población que habita en zonas de riesgo⁹⁰.

El Programa Especial de Cambio Climático (PECC) se basa en los lineamientos antes expuestos, así como en esfuerzos anteriores de planeación, especialmente en la Estrategia Nacional de Cambio Climático (ENACC) presentada en 2007. El PECC concreta y desarrolla las orientaciones contenidas en la Estrategia. A través del PECC, el Gobierno de México se dispone a demostrar que es posible mitigar el cambio climático y adaptarse, sin comprometer el proceso de desarrollo, e incluso con beneficio económico.

⁹⁰ El Programa Especial de Cambio Climático 2009-2012 – DOF 28/08/2009 viii

Componentes del Programa Especial de Cambio Climático sobre Recursos Hídricos.

Para integrar el PECC, se consideraron cuatro componentes fundamentales para el desarrollo de una política integral para enfrentar el cambio climático: Visión de Largo Plazo, Mitigación, Adaptación, y Elementos de Política Transversal.

Es previsible que conforme avance el proceso del cambio climático, llueva menos o con mayor concentración y la disponibilidad media anual de agua por habitante disminuya en forma más acelerada, especialmente en las regiones áridas y semiáridas del país. Además, la persistencia de prácticas agrícolas poco eficientes, la sobreexplotación de acuíferos y el tratamiento inadecuado del agua urbana e industrial, que deteriora la calidad del agua superficial y contamina los acuíferos, aumentan los grados de vulnerabilidad futura de los recursos hídricos.

Los escenarios más reconocidos del cambio climático señalan como altamente vulnerables los recursos hídricos asociados con la línea costera mexicana y con las zonas inundables, a causa de la intrusión marina y por impactos de fenómenos hidrometeorológicos extremos. Los asentamientos humanos con carácter industrial y las obras de infraestructura localizadas en estas zonas áridas también serán altamente vulnerables.

En esta sección se distingue entre recursos hídricos e infraestructura hidráulica que, respectivamente, constituyen sistemas naturales y sistemas humanos sujetos a impacto. Los objetivos buscan reducir la vulnerabilidad por adecuación y ampliación de infraestructura hidráulica, así como fortalecer las capacidades estratégicas de adaptación mediante instrumentos institucionales, mejoras a infraestructuras y servicios, e investigación y desarrollo tecnológico.

Con el cambio climático la disponibilidad y calidad del agua se agudizará por lo cual siempre las sociedades se plantean retos a cumplir en el largo plazo, como mejorar la disponibilidad, cantidad y calidad suficientes de agua para contrarrestar los efectos de dicho fenómeno, en este caso de México con metas al 2012, en el cual se presenta principalmente, alcanzar coberturas nacionales de 95% en agua potable, y de 88% en saneamiento, cobertura en el medio rural de 80.4% en agua potable, y de 63% en saneamiento, alcanzar la cobertura en el medio urbano de 99.5% en agua potable, y de 95.6% en saneamiento, un volumen de agua desinfectada de 98%, y de tratamiento de aguas del 60%.⁹¹

4.6 Disponibilidad y distribución del agua.

El agua es escasa pero, ¿para quién?

México tiene una población actual (2012) por arriba de los 112 millones de habitantes y una disponibilidad promedio del agua de 3,000 m³/hab/año. Al cierre del 2012 el uso del agua cambio a un porcentaje mayor del 76.8% del agua se usa para la agricultura, 13.9% es para abastecimiento público, 3.8% para la industria y 5.4% para termoeléctricas. De estas extracciones, 63% proviene de fuentes superficiales y 37% de subterráneas⁹². Estas cifras promedio no reflejan la fuerte desigualdad que existe en la distribución del agua debido a monopolios agrícolas, industriales (en particular en el sector turístico) y municipales⁹³.

⁹¹ Programa Especial de Cambio Climático 2009-2012 – DOF 28/08/2009
Poder Ejecutivo Federal

Comisión intersecretarial de Cambio Climático. EJE TEMÁTICO 1 AGUA PARA EL CRECIMIENTO Y DESARROLLO IV FORO MUNDIAL DEL AGUA CIUDAD DE MÉXICO, MARZO DE 2006

*ESTE DOCUMENTO FUE PREPARADO POR DAVID GREY, ASESOR PRINCIPAL DE AGUA, Y POR CLAUDIA SADOFF, ECONOMISTA EN JEFE, BANCO MUNDIAL.

⁹² Boletín técnico CONAGUA 2007

⁹³ Historias relacionadas con el agua y el crecimiento Agua, Pobreza y Crecimiento documento eje temático 1 ,Agua para el crecimiento y desarrollo

Es importante abordar la concentración y la diferenciación en el acceso al agua, tanto para la satisfacción de las necesidades básicas como para su uso productivo resultando que donde hay una mayor abundancia del agua hay un menor acceso a la misma.

Situación que se acentúa aun más entre la población urbana y rural. Las concesiones del agua en el país no siguen una política sustentable, no reflejan su disponibilidad.

El mayor volumen concesionado se encuentra en Sonora, Sinaloa y Chihuahua; en algunos estados del centro: Michoacán, Guanajuato; y solamente dos estados del sur del país, donde hay abundancia de agua, Veracruz y Guerrero. Por otra parte, el mayor volumen concesionado se destina a la agricultura, la actividad más demandante de agua y de la que se requiere en los estados donde menos se dispone de ella.

El mecanismo formal para concesionar el uso del agua por parte del gobierno federal, el REPDA (Registro Público de los Derechos de Agua), no guarda correspondencia con el volumen extraído y tampoco con las identidades de los verdaderos usuarios del agua. La ausencia de esta información dificulta la planeación para un uso sustentable del recurso, no refleja las formas de distribución y usufructo real del agua.

Durante años, las concesiones para el usufructo del agua fueron otorgadas con base en criterios técnicos, pero también a partir de favores políticos, prácticas clientelares y corrupción, sin llevar un registro formal de los títulos en el país. Esta situación propició la concesión de un volumen mayor de agua del que se dispone sustentablemente, provocando, entre otras cosas, la sobre explotación de mantos acuíferos en regiones económicas importantes del país. Con la creación del REPDA (1993) se intentó regularizar este problema. Si bien ha habido avances, aún no se logra una buena relación entre la distribución del agua y el usufructo real de la misma. Realmente existe una gran diferencia entre el volumen concesionado y el realmente extraído para los

diferentes usos. Se estima que aproximadamente, del total del agua extraída en el país sólo 57% del volumen está registrado en el REPDA⁹⁴ Tabla número 21.

Volumen de agua extraída y volumen de agua concesionada por tipo de uso

Uso	Numero de Aprovechamientos	Volumen Concesionado Mm ³	Volumen Extracción Anual Mm ³	Déficit Extracción Concesión
Agrícola	1372	144.9	210.4	65.5
Público Urbano	331	17.3	68.9	51.6
Industrial	31	1.2	3.8	2.6
Pecuarios	19	0.1	0.2	0.1
Múltiples	14	0.1	0.3	0.2
Sin Uso	3	0.2	0.3	0.1
TOTALES	1770	163.8	283.9	120.1

Fuente: *Academia Mexicana de Ciencias Red del Agua México, 2008*

Como podemos observar en esta tabla el volumen concesionado solo representa el 57.69 % de la extracción real anual existiendo un déficit del 42.31% lo que depreda o abate el almacenamiento de los recursos del subsuelo.

4.7 Usos del Agua en la Cuenca Río Bravo.

El volumen de agua utilizado en la región suma 8,974 hm³/año; de éstos, 4,723, 53% provienen de aguas superficiales y 4,251 de acuíferos. El 83%, 7,373 hm³/año es usado para riego de 905,855 has; de éstas 459,949 has corresponden a los 12 distritos de riego y las restantes 445,936 has a 4,526 unidades de riego con 6,198 obras de aprovechamiento.

Los distritos de riego emplean 3,398 hm³/año, mientras las unidades de riego 3,975 hm³/año (54%)⁹⁵. Es notable también la preponderancia del uso agrícola en la

⁹⁴ *Pendientes nacionales del agua Agenda*

Autores:

Luis Aboites (colmex), Enrique Cifuentes (insp), Blanca Jiménez (ii-unam), María Luisa Torregrosa (flacso)
Academia Mexicana de Ciencias Red del Agua México, 2008

⁹⁵ RESUMEN 2030

explotación de los acuíferos, ya que más de las tres cuartas partes del agua de pozos se destina a este uso como se observa en la siguiente tabla. En el uso de aguas subterráneas son importantes también las extracciones para usos público e industrial con 702 hm³/año (16.5%) y 256 hm³/año (6%) respectivamente. Vale la pena resaltar el hecho de que además de asignárseles poco más de tres cuartas partes del agua concesionada, los usuarios agrícolas tienen derecho a utilizar un volumen de 4.6 veces el que corresponde a los del grupo público urbano según la siguiente Tabla.

Tabla número 22 Volúmenes de Agua Subterránea concesionados para explotación de acuíferos en la cuenca Río Bravo

Actividad	Volumen en Hm ³ /Año	Por ciento
Agrícola	3,265	76
Público Urbano	702	17
Industrial	256	6
Pecuario	28	1
Total	4,251	100

Con relación a las aguas superficiales, la concesión es de 4,723 hm³/año, destinados en un 87% al uso agrícola, con preponderancia a los distritos de riego, 3,019 hm³/año. 64% del total. La participación de los usos público e industrial es menor que en el caso de las aguas superficiales, con concesiones de 548 hm³/año (11.6%) y 59 hm³/año (1.2%). En cuanto a la participación territorial, Conchos-Mapimí con 1,684 hm³/año (35.6%), San Juan, 1,255 hm³/año (26.6%) y Bajo Bravo 1,024 (21.7%) son las principales beneficiarias, 83.9% en conjunto.

4.8 Usos del Agua en SAARA.

Los volúmenes de extracción en el valle de SAARA no está exento de la situación que guarda el resto del país, pues refleja una extracción mayor que la concesionada por la institución oficial.⁹⁶

USOS DEL AGUA EN SAARA 2011

Tabla Número 23 Volúmenes Actuales de Extracción de todos los acuíferos a portantes

Usos del Agua	Volumen en hectómetros Cúbicos	Por ciento
Urbano Aguas de Saltillo	50	27.38
Urbano- SAPARA	7	3.83
Urbano- Simas -Arteaga	1	0.54
Urbano- Particulares	8.8	4.81
Industriales	6.3	3.45
Agropecuarios	109.5	59.96
Totales	182.6	100

Como podemos observar en la tabla 23 y grafica 13 anterior el sector agropecuario de SAARA representa el 59.96 % de los volúmenes extraídos del agua del subsuelo, así mismo el consumo urbano total representa el 36.56% y restando el 3.45% al industrial. Más sin embargo esto toma especial interés cuando se analiza específicamente el origen del recurso por acuífero, con respecto a su población y la generación del producto interno bruto.

Si analizamos la siguiente tabla que origino la información los datos generales anteriores observaremos que primero tendríamos que considerar si realmente la

⁹⁶ Información tomada de los estudios de determinación de la disponibilidad de agua de CONAGUA en los acuíferos SRA, Cañon de Derramadero y región Manzanera-Zapaliname , de los registros del REPDA para los acuíferos SRA y Saltillo Sur, de los informes de la situación del agua potable Coahuila de CEAS y de datos de aguas de Saltillo.

extracción de estos volúmenes son los permitidos o autorizados en base a la región y a su recarga. Como podemos observar en el siguiente conjunto de Tablas número 24

Volúmenes Actuales de extracción anual al cierre del 2011 en Hectómetros cúbicos en SAARA

Usos del agua	Acuífero Saltillo Ramos Arizpe	Acuífero Cañón de Derramadero	Acuífero Saltillo Sur	Acuífero Región Manzanera Zapaliname	Totales
Urbano - Aguas de Saltillo	34.5	7.5	8.0	0.0	50.0
Urbano - SAPARA	7.0	0.0	0.0	0.0	7.0
Urbano - SIMAS- Arteaga	1.0	0.0	0.0	0.0	1.0
Urbano - Particulares	3.7	0.4	3.2	1.5	8.8
Industriales	5.6	0.7	0.0	0.0	6.3
Agropecuarios	22.2	7.7	5.6	74.0	109.5
Totales	74.0	16.3	16.8	75.5	182.6

Extracción Sustentable para precipitación promedio

Usos del agua	Acuífero Saltillo Ramos Arizpe	Acuífero Cañón de Derramadero	Acuífero Saltillo Sur	Acuífero Región Manzanera Zapaliname	Totales
Urbano - Aguas de Saltillo	29.8	6.8	7.1	0.0	43.8
Urbano - SAPARA	6.1	0.0	0.0	0.0	6.1
Urbano - SIMAS- Arteaga	0.9	0.0	0.0	0.0	0.9
Urbano - Particulares	3.2	0.4	2.9	1.1	7.6
Industriales	4.8	0.6	0.0	0.0	5.5
Agropecuarios	19.2	7.0	5.0	55.9	87.1

Totales	64.0	14.8	15.0	57.0	150.8
---------	-------------	-------------	-------------	-------------	--------------

Extracción Sustentable para el 70 % de recarga del valor promedio

Usos del agua	Acuífero Saltillo Ramos Arizpe	Acuífero Cañón de Derramadero	Acuífero Saltillo Sur	Acuífero Región Manzanera Zapaliname	Totales
Urbano - Aguas de Saltillo	20.9	4.8	5.0	0.0	30.7
Urbano - SAPARA	4.2	0.0	0.0	0.0	4.2
Urbano - SIMAS- Artega	0.6	0.0	0.0	0.0	0.6
Urbano - Particulares	2.2	0.3	2.0	0.8	5.3
Industriales	3.4	0.4	0.0	0.0	3.8
Agropecuarios	13.4	4.9	3.5	39.1	60.9
Totales	44.8	10.4	10.5	39.9	105.6

En primer término observamos que se extraen 182.6 Hm³ al año de todos los acuíferos a portantes cuando en base a la precipitación promedio de la región, el tipo de suelo, la permeabilidad, su fisiografía y últimamente a los efectos del cambio climático se deberían de extraer sustentablemente 150.8 Hm³ representando en este primer análisis un déficit del 21 % o sea un 31.8 Hm³.

En segundo término si este análisis se enfocara en extracción sustentable para recarga igual a 70% del valor promedio tomando en cuenta que debería de existir un reservorio o un deposito de almacenamiento para prevenir futuras contingencias este valor de extracción debería de ser 105.6 Hm³ valor idealizado a como se presenta la realidad y

siendo un 72.91% por encima de este valor ideal, su magnitud es de 77 Hm³ anuales de sobreexplotación.

En tercer término observamos que de todos los acuíferos a portantes el de la zona montañosa Zapaliname es el que más aporta con 75.5 Hm³ al año y siendo su población Simas Arteaga Urbano el que menos consume con 1 Hm³ al año, contradictorio ya que en Arteaga no existe tanto desarrollo industrial como en Saltillo y Ramos Arizpe, más sin embargo alberga un sector agrícola muy importante en la producción de cultivos de hortalizas, papa y manzanas. Ya que de los 109.5 Hm³ al año que consume el sector agrícola de SAARA la región montañosa Zapaliname la apoya con 74 Hm³ al año representando un 67.57% del Sector agropecuario.

4.9 Análisis específico de la disponibilidad de agua por habitante en SAARA.

Al cierre del 2010 según el INEGI se presentaba la siguiente tabla número de población en el Valle de Saltillo.

Tabla Número 25 Habitantes en SAARA por Municipio

Municipio	Habitantes	Por ciento
Saltillo	725,123	88.09
Ramos Arizpe	75,461	9.16
Arteaga	22,544	2.75
Total	823,128	100

Si se extraen en el valle 182.6 Hm³ al año total para todas las acciones y ejercicios dividiendo esta cifra entre el total de la población se tendría una relación total de 221.83 M³ /año/ habitante, como lo presentan autores como Julia Carabias y el Dr. Arrojo, más sin embargo si observamos específicamente el consumo veremos que para el urbano e

industrial de la región se utilizan 66.8 Hm^3 año y entre la población tendríamos una disponibilidad de 81.15 M^3 año/habitante lo que nos arroja una cifra de 223 Litros/habitante/día suponiendo que esta distribución espacial fuera al 100%, pero como se tienen eficiencias de conducción y de consumo promedio al 54 % nos daría un valor de 120 litros/habitante/día idealmente, pero no ocurre así ya que una región aporta más y otro sector lo consume, para lo cual presento la siguiente observación.

El acuífero Saltillo, Ramos Arizpe y Arteaga centro solo tienen 46.2 Hm^3 al año para una población de 823,128 nos da una razón de 56.127 M^3 habitante/año o sea 153.77 litros/día/habitante multiplicado por su eficiencia global 54% nos resulta 83.03 litros/día/habitante valor ya muy cercano a los niveles de Asia y África y que en el contexto general se maquillan para dar un valor general equivocado.

4.10 Análisis del consumo del agua en SAARA Agropecuario.

Agua y productividad

El uso del agua en la agricultura es el más importante, es ineficiente e improductivo.

El impulso que el gobierno federal y el congreso de la unión dieron al riego, en particular al de los distritos, tuvo un periodo de esplendor entre 1926 y 1986.

Desde que México adoptó el modelo neoliberal, hace unos 25 años, las políticas públicas para redistribuir parte de la riqueza nacional hacia las actividades rurales, en general, y de riego, en particular, se han visto menguadas o francamente disipadas.

Hoy en día México es un país que importa agua virtual, del orden de 30% de lo que requieren sus actividades socioeconómicas, conforme a las estimaciones de Hoekstra y Chapagain (2008). Por ello, el incremento sostenido en la producción de las áreas de riego corre el riesgo de ser eliminado si no se atienden los problemas estructurales y

coyunturales que en la actualidad afronta el riego en México. Y ese retroceso no sólo impactará los indicadores macroeconómicos, sino que además tendrá un efecto en la seguridad alimentaria, la oportunidad de una nutrición apropiada y el bienestar de muchos mexicanos. En consecuencia, es de fundamental importancia evaluar no sólo la eficacia de las normas jurídicas relativas al riego, sino también la correspondiente a sus políticas públicas.

La producción en las unidades y distritos de riego en México se incrementó de manera constante durante el siglo XX. En las dos últimas décadas ese avance se ha debido, en esencia, a la acrecentada conservación de las obras hidroagrícolas, al aumento en la eficiencia de las redes de conducción y distribución del agua, y al perfeccionamiento de las técnicas de riego parcelario, aunque el mejoramiento de los cultivos y la fertirrigación también han contribuido a elevar la producción.

Como consecuencia del aumento en la producción agrícola de riego, también se han enriquecido otros indicadores, en particular los rendimientos, la productividad del agua y el valor de la producción agrícola. No obstante ese logro, algunos aspectos de la administración de las aguas nacionales —en especial la insuficiencia en la capacidad institucional— y del manejo parcelario del agua para riego —que denota, de manera acusada, el rezago en la capacitación de los regantes para emplear técnicas eficientes— presentan diversos retos, tanto internos como externos al riego, que es necesario afrontar para asegurar no sólo la producción agrícola nacional, sino la sostenibilidad del riego en razón de que aporta los elementos sociales, económicos y culturales de múltiples comunidades rurales⁹⁷.

⁹⁷ Retos para la administración y gestión del agua de riego
Jacinta Palerm Viqueira, Jaime Collado Moctezuma, Benito Rodríguez Haros

El agua dulce y el desarrollo económico. El nivel de desarrollo económico de un país se refleja —además de ser una forma clave de medir el mismo— en el volumen de agua dulce que éste consume. La gente de aquellas regiones del mundo en desarrollo usa mucha menos agua per cápita que en regiones desarrolladas. En África, la extracción de agua anual per cápita para uso personal tiene un promedio de 17 metros cúbicos solamente (igual a 47 litros de agua por día), y en Asia, 31 metros cúbicos (igual a 87 litros por día). Por contraste, se estima que un uso comparable de agua en el Reino Unido sería de 122 metros cúbicos por año (334 litros por día), y en los Estados Unidos, 211 metros cúbicos por año (578 litros por día).

Los países en desarrollo dedican casi toda el agua disponible a la agricultura. La India, por ejemplo, utiliza 90% del agua para la agricultura y sólo 7% para la industria y 3% para uso doméstico. Cuanto más alto es el nivel de desarrollo, más agua se utiliza para fines domésticos e industriales y menos para la agricultura. Pero hay algunas importantes excepciones a la regla. Japón, por ejemplo, aún utiliza la mayor parte del agua dulce para el riego de los arrozales. También en algunas zonas áridas de Europa, como España y Portugal, la mayor parte del agua disponible se utiliza para la agricultura de regadío⁹⁸.

En todo el mundo la demanda de agua dulce per cápita se está elevando considerablemente a medida que los países se desarrollan económicamente. La extracción de agua ha aumentado en las tres categorías principales del uso —para satisfacer la creciente demanda industrial, la creciente demanda doméstica, incluidos

⁹⁸ GLEICK, P. *Basic water requirements for human activities: Meeting basic needs. International Water 21(2): 83-92. 1996.*

los servicios municipales, y la creciente dependencia del riego para la producción de alimentos⁹⁹

México cuenta con 6.4 millones de hectáreas de riego. De esa superficie, 54% corresponde a 85 Distritos de Riego y el 46% restante a más de 39,000 Unidades de Riego. El 76.8 % del total del agua disponible en el país se utiliza en la producción agrícola y se considera que un monto importante de la misma, 70%, se utiliza en cultivos considerados no rentables. A pesar de que en las áreas de riego la productividad es 3.7 veces mayor que en las de temporal, la eficiencia es baja pues oscila entre 40 y 60%. Sin embargo, es importante reconocer que el agua en la agricultura no sólo es un asunto de cantidad (uso eficiente y productividad) y calidad sino también de seguridad nacional, autosuficiencia alimentaria y de producción para el mercado global.

La transferencia de los Distritos de Riego a las organizaciones de agricultores, realizada a lo largo de la década de 1990, suponía un mejoramiento en la eficiencia y productividad del agua de riego. Sin embargo tales logros no se han alcanzado. La creación de las asociaciones de agricultores reforzó la escisión entre gestión del agua y producción agrícola. Las asociaciones de usuarios y las Sociedades de Responsabilidad Limitada quedaron circunscritas exclusivamente a la gestión del recurso, decisión que aunada a la apertura comercial a productos agrícolas, el desmantelamiento de los apoyos gubernamentales a la producción y la disminución de los subsidios al campo, ha llevado a una creciente crisis de producción en la agricultura de riego en el país. Lo anterior, con consecuencias diversas tales como altos costos de producción, expulsión de productores de la actividad agrícola, mayoritariamente los más

⁹⁹ UNITED NATIONS (UN). COMMISSION ON SUSTAINABLE DEVELOPMENT. *Comprehensive assessment of the freshwater resources of the world. Report of the Secretary General. New York, UN, 1997. 39 p.*

pequeños, migración de productores pauperizados, incremento de la oferta de renta de tierra y de derechos de agua y el creciente deterioro de la infraestructura hidráulica.

De manera simultánea, también se incrementó la concentración de los recursos tierra y agua en pocas manos, generalmente en empresas nacionales y transnacionales que rentan o contratan grandes extensiones para cultivos de exportación y que operan indistintamente en los diferentes Distritos de Riego del país; es esta pequeña fracción la que aún permite que la agricultura signifique algo en el PIB nacional, apenas 6.5%.

La mala situación de la agricultura nacional, incluyendo la de riego, se ve reforzada por la competencia desigual entre los países desarrollados y aquellos antiguamente denominados en vías de desarrollo.

Tal desigualdad se explica por la vigencia de grandes subsidios a la agricultura de los países ricos. No es casual que una de las conclusiones del 4° Foro Mundial del Agua, en su documento para las Américas, señale precisamente que *“hay que promover que la agricultura en los países desarrollados no esté subsidiada”*. Ello por una parte revela que el desarrollo actual de la agricultura en esos países se ha logrado gracias al subsidio, pero por otro, ha incrementado la presión para reducir aún más los de por sí escasos subsidios aún vigentes en México.

Esa presión acentúa la situación de desigualdad, pues sabemos que unos y otros países no parten del mismo punto de origen en materia de subsidios.

La industria, al igual que la agricultura, no hace un uso eficiente y productivo del agua; sin embargo, esto poco se señala. Pocas veces el gobierno federal habla de qué tan buen uso del agua hace el sector industrial. México muestra una situación muy desventajosa en este tema. La ausencia de mecanismos de regulación, el deterioro productivo de la pequeña y mediana industria, las irregularidades en las concesiones de

agua, entre otros factores, ha incidido en la baja productividad del agua en la industria. En la Figura 5 se observa que países con un desarrollo económico e industrial mucho menor al de México, logran una mayor productividad del agua por medio de la industria. En la siguiente tabla se muestra la superficie sembrada en los municipios de SAARA, así como el volumen consumido para el año 2010, esta información fue proporcionada por SAGARPA en una presentación oficial, al cual se puede observar que manejan datos por encima de CONAGUA ya que se utilizan 159 Hm³ para 19,723 hectáreas, contra los 109 Hm³ reconocidos como sobre bombeo en SAARA.

Tabla Número 26 Superficie, Volumen de agua, por ciclo agrícola en SAARA

CICLO AGRÍCOLA	SUPERFICIE SEMBRADA	VOLUMEN DE AGUA (m ³)
PRIMAVERA - VERANO	5,511.00	46'250,000
OTOÑO - INVIERNO	2,613.00	20'929,000
PERENNES	11,599.00	92'570,000
CULTIVOS DE SALTILLO RAMOS ARIZPE ARTEAGA	19,723.00	159'749,000.00

Si esta información es la más acertada tendríamos una relación de que por cada litro que consumen las manchas urbanas de todo el municipio 66.8 Hm³ /159.749 Hm³ del agrícola ó sean 223 litros/habitante/año contra 22,190 litros/día/Hectárea dando una relación de que por cada litro que se consume en el valle de SAARA como urbano se consumen 99.51 litros en la producción de alimentos.

Esto es un valor demasiado alto ya que esta relación debe de andar entre 67 y 70 veces mayor el agrícola que el urbano, mostrando que existe una gran ineficiencia en el uso del agua agrícola para producir un kilo de alimentos.

La gran disparidad que existe entre los datos de una dependencia y la otra muestra que realmente los datos estadísticos están manipulados, ya que no puede haber tanta diferencia.

Tabla Número 27 PORCIENTO DE SUPERFICIE SEMBRADA CON RESPECTO AL TOTAL MUNICIPAL

MUNICIPIO	SUPERFICIE		
	SUPERFICIE TOTAL	SEMBRADA	POR CIENTO
	EN HECTAREAS	EN HECTAREAS	
ARTEAGA	181,860	5,511	3.05
RAMOS ARIZPE	530,600	2,613.00	0.5
SALTILLO	683,700	11,599	1.7
TOTAL	1'391,160	19,723.00	1.41

En la actual tabla observamos que la superficie sembrada contra la superficie total del municipio presenta unos datos devastadores ya que estos son demasiados pequeños, lo que nos muestra que el campo está realmente abandonado, consume demasiada agua, y se encuentra en unas cuantas manos, lo que nos hace reflexionar de la enorme dependencia alimenticia de la región, ya que por un lado se industrializo y por el otro se abandono el proceso productivo en la generación de alimentos.

Los valores que deben de representar a una sociedad balanceada oscilan entre el 15 y 30 % de la superficie de riego contra lo urbano, esto nos lleva a pensar que el producto interno bruto de la región con respecto al consumo de agua es demasiado alto.

La siguiente tabla número 28 se muestra lo que se siembra en la región de SAARA y cuál de estos cultivos es el que consume más agua en su proceso.

Cultivo Variedad	Superficie Sembrada en Hectáreas	Superficie Cosechada en Hectáreas	Volumen de agua M ³	Cultivo Variedad	Superficie Sembrada en Hectáreas	Superficie Cosechada en Hectáreas	Volumen de agua M ³
ACELGA	14	14	70,000	AJO	22	22	80,000
AVENA FORRAJERA EN VERDE	11	11	88,000	AVENA FORRAJERA VERDE	1,398.00	1,398.00	11,184,00
CALABACIT A ITALIANA	77	77	305,000	CEBADA	592	592	4,736,000

(Zucchini)				FORRAJERA			
				VERDE			
CEBOLLA BLANCA	5	5	25,000	CILANTRO	24	24	144,000
CHILE VERDE JALAPEÑO	24	24	240,000	COL (REPOLLO)	2	2	12,000
CHILE POBLANO	24	24	240,000	TRIGO	40	40	360,000
				FORRAJERO			
				VERDE			
CHILE VERDE SERRANO	46	46	460,000	TRIGO	375	375	3,375,000
				GRANO DURO O CRISTALINO			
CHILE VERDE MORRON	28	28	280,000	TRIGO	15	15	135,000
				GRANO FUERTE			
CILANTRO	47	47	329,000	TRIGO	30	30	270,000
				GRANO SUAVE			
COL (REPOLLO)	15	15	60,000	TRITICALE	50	50	300,000
				FORRAJERO EN VERDE			
ELOTE	258	258	1,806,000	TRITICALE	50	50	300,000
				FORRAJERO EN VERDE			
TOMATE VERDE	183	183	2,196,000	CIRUELA	33	33	198,000
				DEL PAÍS			
FRIJOL PINTO AMERICANO	5	5	30,000	DURAZNO	79	79	474,000
				CRIOLLO			
LECHUGA ROMANA	3	3	12,000	FRESA	3	3	21,000
MAIZ GRANO BLANCO	954	954	6,201,000	MANZANA	2,567.00	2,567.00	20,536,000
				GOLDEN DELICIOUS			
MELON CANTALOUPE	1,562.00	1,562.00	21,868,000	MANZANA	3	3	24,000
				OTRAS VARIEDADES			
PAPA ALPHA (Blanca)	437	437	5,244,000	MANZANA	483	483	3,864,000
				RED DELICIOUS			

PEPINO	10	10	50,000	MEMBRILLO	3	3	18,000
SANDIA CHARLESTON (GRAY)	35	35	350,000	NUEZ ENCARCELADA	3,626.00	3626	25,382,000
SORGO ESCOBERO VERDE	500	500	1,500,000	PASTOS Y PRADERAS EN VERDE	1,335.00	1335	8,010,000
SORGO FORRAJERO VERDE	1,152.00	1,152.00	3,456,000	TOMATE ROJO (JITOMATE) BOLA	61	61	854,000

Fuente :
Informe
Sagarpa 2012

Como podemos observar se siguen sembrando cultivos tradicionales que demandan demasiada agua y son muy poco rentables, como el maíz, frijol y cultivos de hortalizas como la calabacita que no tiene precio en el mercado.

Los cultivos como, la papa, el melón y las hortalizas especializadas están en manos de grandes inversionistas en agricultura y son muy rentables, pero requieren grandes inversiones y riegos muy automatizados.

El consumo del agua en el sector agrícola lo podemos definir como muy ineficiente, los cultivos poco rentables y la agricultura capitalista en manos de unos cuantos que a veces son compañías internacionales que invierten en nombre de alguna persona que se preste a apoyarlos con la condición de que se le garantice la venta del producto.

Estamos frente a otro fenómeno de inversión extranjera que consume recursos naturales especialmente el agua, en concreto usa el suelo y lo defocula a veces es ejidal, consume energía subsidiada para bombeo agua de uso agrícola, contamina con exceso de fertilizantes, y se lleva la producción de primera calidad dejando al consumo nacional los excedentes y de segunda calidad al mercado nacional.

4.11 Sobreexplotación de los recursos del agua del subsuelo.

Recordemos que un Hectómetro cúbico Hm^3 es igual a un millón de metros cúbicos Mm^3 ya que varios autores utilizan estas dos medidas.

La hipótesis central es que los problemas de cantidad y calidad del agua subterránea están relacionados con un tipo de gestión centralizada que privilegia la asignación del recurso con fines de crecimiento económico. La sobreexplotación de los acuíferos es constante y creciente. Comenzó a manifestarse desde mediados del siglo pasado y, a pesar de los numerosos efectos negativos, no ha sido revertida, ni siquiera detenida. En las últimas dos décadas, a través de los Consejos de Cuenca y los Comités Técnicos de Aguas Subterráneas (COTAS), el gobierno ha realizado esfuerzos para impulsar la descentralización y participación social, pero no ha tenido los resultados esperados.

El diagnóstico oficial por los funcionarios federales responsables de la gestión de este recurso en la gerencia respectiva de la Comisión Nacional del Agua (CONAGUA) mostró el deterioro de la calidad y cantidad del agua subterránea, la existencia de regiones y aspectos críticos, y el insuficiente avance del conocimiento científico y técnico (Chávez *et al.*, 2006). El diagnóstico fue contundente: de 32 acuíferos sobreexplotados en 1975 se pasó a 104 en 2006, es decir, en tres décadas aumentó más de tres veces el número en donde la extracción fue mayor a la recarga natural. La relevancia de este centenar de acuíferos, que representa menos de 20% del total de 653 acuíferos del país, es que suministra cerca de 80% del volumen total de agua extraída del subsuelo.

Los casos críticos se presentan en estados del centro y norte de la República Mexicana, en particular en la cuenca del río Lerma (Guanajuato y Querétaro), en la región de La Laguna (Coahuila-Durango), la región industrial del valle de Saltillo Coahuila, en la península de Baja California, y en Aguascalientes, Chihuahua y Sonora.

Se estima que varios de ellos han perdido entre 20 y 25% de su reserva original, y que el valor de minado es de 5,400 millones de metros cúbicos (Mm³) al año (casi 50% del volumen de agua empleado para abastecimiento público en el país).

A nivel nacional la situación también es dramática. Se calcula que en los últimos 40 años la reserva nacional de agua subterránea fue minada por sobreexplotación en 60,000 Mm³ por año. Aunque la recarga natural anual de los acuíferos se estima en 77,000 Mm³, el balance global no refleja la situación crítica de las regiones áridas donde el balance hídrico es negativo, y en contraste, en las cuencas lluviosas escapan importantes cantidades de agua del subsuelo sin aprovechamiento.

Por lo que se refiere a la calidad del agua subterránea, en la Península de Baja California y las zonas costeras de Sonora y Sinaloa, la explotación intensiva cerca del mar ha provocado la intrusión salina. Los casos más críticos son 18 acuíferos invadidos en el noroeste, lo que ha inutilizado gran cantidad de pozos y una superficie importante de terrenos de cultivo, y ha incrementado la salinidad del agua subterránea hasta alcanzar concentraciones no aptas para los usos más comunes.

La importancia del agua subterránea radica en que es la fuente que sostiene el riego de dos millones de hectáreas (un tercio de la superficie total bajo riego): abastece cerca de 70% del volumen de agua que requieren las ciudades y en donde se concentran 60 millones de habitantes, y abastece a la mayoría de las instalaciones industriales y a casi la totalidad de la demanda de agua de la población rural.

En cuanto al conocimiento científico que se tiene de los acuíferos, se han realizado estudios hidrogeológicos en 60% del territorio nacional, principalmente en las porciones planas de las cuencas más importantes y las áreas montañosas adyacentes. El 40% restante corresponde a grandes sierras que, en general, no son propicias para la

captación de agua subterránea, pero son importantes por ser receptoras de recarga y transmisoras del agua infiltrada a los acuíferos.

El diagnóstico mencionado resaltó la publicación de la disponibilidad de agua subterránea de 212 acuíferos en el *Diario Oficial de la Federación*. Se trata de los acuíferos más importantes y estudiados, entre los cuales se cuentan los que son claramente sobreexplotados y los que tienen una gran disponibilidad de agua. Representan la tercera parte del total, pero en ellos se concentra 87% del volumen de agua subterránea extraída del subsuelo a nivel nacional. De estos acuíferos, 108 tienen una disponibilidad de 18,000 Mm³ al año, mientras que los 104 restantes tienen un déficit de -4,494 Mm³ al año.

El diagnóstico finalizó señalando que el conocimiento que se tiene de los acuíferos más importantes es aceptable para fines de administración del agua, pero insuficiente para orientar un manejo más flexible y complejo, requerido para conciliar la preservación de los acuíferos con las crecientes demandas.¹⁰⁰ Asimismo, determinó que los ordenamientos legales en materia de agua son insuficientes o inadecuados para una gestión eficaz del agua subterránea: en su mayoría, las vedas son inoperantes e incompatibles con las condiciones actuales de explotación de los acuíferos.

4.12 El bombeo libre. (Libre Alumbramiento).

Los antecedentes de esta situación crítica se remontan a unos cuantos años después de que inició la explotación de aguas subterráneas mediante pozos profundos, a partir de la década de 1930 del siglo XX, para abastecer las crecientes necesidades de agua en México, y en los años 40 para apoyar el desarrollo agrícola en zonas áridas del

¹⁰⁰ Carrillo et al. (2005) presentan una crítica a las ideas, conceptos y métodos sobre el funcionamiento de los sistemas de agua subterránea manejados por parte de las dependencias gubernamentales en México.

norte. La explotación de aguas someras, norias y manantiales ya no era suficiente para satisfacer las demandas de líquido.

Una muestra de los niveles de sobreexplotación en diversas partes del país en esos años fue el listado de las zonas de veda al alumbramiento de aguas subterráneas, que se incluyó en el Reglamento en Materia de Aguas del Subsuelo de 1956. Figuraban como zonas críticas tres áreas agrícolas (río Colorado, Comarca Lagunera y Costa de Hermosillo) y cuatro urbano-industriales (Valle de México, Zumpango, León y Ramos Arizpe) en las que “no es posible aumentar las extracciones sin peligro de abatir peligrosamente o agotar los mantos acuíferos”. Según Adolfo Orive Alba (1960), autoridad principal en materia hidráulica del gobierno federal en el periodo 1940-1952, cualquiera que fuera el volumen estimado de agua infiltrada al subsuelo (que en ese entonces oscilaba entre 152,000 y 247,000 Mm³ al año) era un volumen de gran importancia “cuyo aprovechamiento para riego, abastecimiento de agua potable o usos industriales es de vital importancia para el país”. Para apoyar esta visión gubernamental, en 1945 se aprobó, en el ámbito legal, la injerencia federal en la explotación de las aguas del subsuelo a través de su incorporación en el párrafo quinto del artículo 27 constitucional, y en 1948 mediante la expedición de la Ley Reglamentaria en esa materia. Años antes, en 1939, se había creado la Oficina de Geohidrología dentro de la Comisión Nacional de Irrigación (CNI), fundada en 1926.

Esta visión se redondeó con la creación de la Secretaría de Recursos Hidráulicos (SRH) en 1946. Aboites (1998) la interpreta como la culminación formal de un proceso de centralización/federalización en el manejo de las aguas iniciado en 1888, que significó que los asuntos del agua llegaran a rango de secretaría de estado, lo que no sucedía en ningún otro país del hemisferio occidental. Hacia 1955, el área de riego controlada

por la SRH era de cerca de dos millones de hectáreas, cuando 20 años antes la superficie no llegaba a las 200 mil hectáreas. En 1951 se reportó la existencia de 55 distritos de riego en México, con una superficie irrigada de 1.1 millón de hectáreas y “por irrigar” la asombrosa cifra de 1.9 millones, esto es, un total de tres millones de hectáreas. Esta superficie se alcanzó hacia finales de la década de los años 70 y no volvería a mostrar ese crecimiento espectacular en los años siguientes, ya que desde entonces se ha mantenido entre 3 y 3.5 millones de hectáreas (el total actual de distritos de riego es de 85). Casi 50% de esta superficie se ubicó en los estados áridos y semiáridos del norte, en donde la recarga natural de los acuíferos es baja en comparación con otras regiones del país.

Otro demandante de agua subterránea son las denominadas Unidades de Riego, cuya superficie fue creciendo en forma paralela a los distritos anteriores, hasta alcanzar los tres millones de hectáreas hacia finales de la década de los años 80. Al igual que en el caso anterior, casi 50% de la superficie se situó en estados áridos y semiáridos del centro y norte, en zonas de baja recarga. En conjunto, el área total fue de 6.4 millones de hectáreas, lo que hace a México ocupar, desde entonces, el sexto lugar en el mundo en términos de superficie con infraestructura de riego. Una verdadera hazaña para haberse logrado en menos de 50 años, y una parte de ella fue con cargo a los depósitos de agua subterránea.

En cuanto a la población, el número total se triplicó de 16 a 48 millones de habitantes entre 1930 y 1970, y el número que vivía en ciudades casi se cuadruplicó al pasar de 7 a 27 millones. Un poco más de la tercera parte residía en las ciudades de México, Guadalajara y Monterrey.

Como ha sido documentado por Arreguín (1998), la extracción entre 1935 y 1966 se realizó aun cuando no se conocía con certeza el potencial de los depósitos de agua. El denominado “libre alumbramiento” o “bombeo libre” comenzó en gran escala, sin esperar a que el volumen de los acuíferos fuera preliminarmente cuantificado. A pesar de la carencia de estudios cuantitativos, especialistas de la época, como el ingeniero Alfonso de la O Carreño, responsable de varias investigaciones en regiones agrícolas del norte a finales de los años 50 y principios de los 60, advirtieron en sus trabajos de “reconocimiento” que se debía reducir la extracción excesiva de los recursos del subsuelo porque podrían provocarse, en el corto plazo, efectos adversos como el abatimiento de los niveles de los pozos y la contaminación por intrusión salina (Moreno, 2006).

Para cuando apareció el Plan Nacional Hidráulico (PNH) de 1975, los saldos de la extracción excesiva mediante pozos profundos eran evidentes: había 32 acuíferos sobreexplotados, entre los que destacaban el Valle de México y tres zonas agrícolas: Mexicali, La Laguna y Hermosillo. En varios acuíferos no se conocía ni siquiera el valor de la recarga. En ese momento, aún no se concluía el inventario de la disponibilidad de aguas subterráneas en México. En el PNH se estimó una extracción total de 11,000 Mm³ de agua subterránea, considerando 60% de la explotación anual total que se realizaba en el país. El 93% de la extracción se efectuó en zonas áridas o semiáridas, con fines esencialmente agrícolas (PNH, 1985).

Más conocimiento, más disponibilidad, más extracción. En 1981 se editó la segunda versión del PNH con algunas cifras sobre la disponibilidad de aguas subterráneas, basada en los resultados de 235 estudios detallados y apoyándose en el Atlas Geohidrológico, publicado en 1978. El agua renovable nacional se estimó en 31,000

Mm³ al año y el volumen no renovable en 110,000 Mm³ al año (con estudios que abarcaban 57% del territorio nacional). La extracción por bombeo ascendió a 16,000 Mm³. Por tal motivo –sostenía el documento– había excedentes en el balance nacional, aunque en algunas regiones ya se ha rebasado la disponibilidad permanente, es decir, se sobreexplotan los acuíferos.

El 55% del territorio se encontraba con alguna categoría de veda, particularmente en el centro y norte del país. Comparadas con las cifras de 1975, había un incremento de 200% en el volumen renovable, porque hubo una mayor extracción y porque se cuantificó la cantidad de recarga natural en regiones que no habían sido evaluadas, como la península de Yucatán. Se estimó que el agua almacenada o no renovable aumentó 50% (Moreno 2006).

En 1988, la Secretaría de Agricultura y Recursos Hidráulicos (SARH) reportó la existencia de “50 mil pozos para riego” y la perforación de pozos a 2,000 metros de profundidad para dotar de líquido a la ciudad de Monterrey, lograda a finales de los años 60. La dependencia señaló que la extracción (25,000 Mm³) equivalía a 4/5 partes del volumen renovable nacional (31,000 Mm³), pero que se realizaba en acuíferos de pobre renovación. Apuntó numerosos problemas originados en la presión de las demandas de agua y el control deficiente de su aprovechamiento. Mencionó la existencia de pozos inutilizados, costos altos de bombeo, asentamientos de terrenos, daños a la infraestructura hidráulica, desertificación, desequilibrio ecológico, contaminación y riesgos a la salud pública.

Aún así –decía– en cuanto al volumen que puede extraerse “una sola vez” es factible sobreexplotar 110,000 Mm³, para regar 550 mil hectáreas durante no más de 20 años (SARH, 1988). En otras palabras, había problemas, pero se podía continuar bajo el

mismo modelo de explotación con el apoyo de la ciencia, la tecnología y, en particular, de las instituciones de gobierno. Un año después, en 1989, se creó la Comisión Nacional del Agua con el propósito de contar con una autoridad federal única en el ramo. La novedad fue la incorporación del valor económico del agua e involucrar a la sociedad en su manejo. El marco general fueron las reformas del Estado que se concretaron años después con las reformas al artículo 27 constitucional en materia de propiedad de los recursos naturales y la expedición de la nueva Ley de Aguas Nacionales, en 1992. Entre los cambios más relevantes de la ley estaban la creación del Registro Público de Derechos de Agua (REPDA), la transmisión de derechos y cambios en el uso del agua, la prestación de servicios en la infraestructura hidráulica por parte de particulares, y el establecimiento de los Consejos de Cuenca como unidad de gestión básica del recurso. En esos años, por ejemplo, se calculaba que había 140 mil pozos en el país, de los cuales sólo 42,600 estaban registrados y 10,000 tenían algún tipo de autorización, lo que significaba que un poco más de 60% no contaba con ningún tipo de registro o autorización para operar¹⁰¹.

La falta de registro de la explotación real del agua propicia la sobreexplotación.

Es común que en este país exista una diferencia notable entre los volúmenes de extracción, los volúmenes registrados en los usos del agua y los volúmenes concesionados del agua subterránea representando esto un abatimiento en los reservorios del agua, ya que casi siempre es mayor la extracción que la recarga por ello, los acuíferos se encuentran con una sobreexplotación, aun cuando de acuerdo con el REPDA esto no debería ocurrir; sino por el contrario, los acuíferos deberían experimentar una recarga neta.

¹⁰¹ *Los acuíferos sobreexplotados: origen, crisis y gestión social* José Luis Moreno Vázquez, Boris Marañón Pimentel, Dania López Córdova.

El REPDA no da seguridad a los usuarios ya que es un instrumento del gobierno federal que intenta formalizar la concesión del uso del agua en el país. Sin embargo, algunos usuarios han manifestado que sólo se les entrega una copia de los títulos y no el original, por lo que no pueden proceder a realizar ningún trámite legal (Reunión Nacional de COTAS el 20 y 21 de septiembre de 2007). Con ese procedimiento se pierde la seguridad jurídica que el REPDA debería proporcionar, así mismo no es congruente con la información proveniente de otros medios respecto de los usuarios.¹⁰²

Hay una tendencia a concentrar el agua agrícola en un menor número de usuarios

En el estudio realizado en Caborca (Asad y Garduño, 2005), se encontró que a partir de datos del REPDA que la mayor parte de los usuarios eran ejidatarios de unidades de riego que no estaban cultivadas y además que un alto número de ellos se hallaba en situación de cartera vencida.

Estos datos, así como la reducción de la superficie cultivada (IMTAFLACSO, 1994), reflejan por un lado una tendencia a la expulsión de población de la actividad agrícola y, por otra, la concentración de la tierra en un menor número de productores.

Tampoco se conoce bien quienes son los usuarios industriales del agua.

En relación con la industria, hay un subregistro de las concesiones en este sector. Tal deficiencia se debe en parte a la desactualización del padrón por las constantes transacciones de compra-venta que no son registradas en el REPDA. Así, uno de los principales problemas para conocer la cantidad de agua que se utiliza en la industria es la falta de información, lo que favorece que pueda haber concesiones otorgadas al margen de las disposiciones legales mediante prácticas de corrupción. La falta de

¹⁰² En estudios realizados, Sonora (Asad y Garduño, 2005) y Guanajuato (Desarrollo y Sistemas, 2006), se encontró que en el total de títulos de concesión del distrito de riego, la proporción de ejidatarios era mucho mayor que la de los pequeños propietarios (63% ejidatarios y 35% pequeños propietarios). Además, del total de las 397 cédulas analizadas sólo 33% se encontraban registradas en el padrón de usuarios con título de concesión, mientras que el 67% restante no lo estaba. Por lo tanto, los que usan el agua no necesariamente son aquellos que aparecen registrados en el REPDA.

recursos en el campo está haciendo que los derechos de agua otorgados se transfieran a aquellos que pueden pagar, favoreciendo así la monopolización del recurso.

En las zonas del país en donde los corredores industriales han crecido en los últimos años, la competencia por el recurso entre el campo y la ciudad es creciente.

Por otra parte, la crisis de la agricultura y la expansión urbana han favorecido una transmisión de derechos a otros sectores y usos como el urbano–industrial (Desarrollo y Sistemas, 2006). Derramadero Saltillo Coahuila.

Hay indicios de que tanto en el campo como en las ciudades, poderosos intereses económicos han acaparado de manera creciente una gran cantidad del agua disponible¹⁰³. Las reformas legales de 1992 y la apertura comercial, así como el impulso denodado a ciertas actividades económicas que requieren gran consumo de agua (leche, turismo, cerveza), han propiciado este fenómeno que sin duda debiera ser una de las prioridades de investigación y análisis. ¿Acaso la eficiencia productiva lo justifica prácticamente todo? Esta pregunta no es tan retórica como parece a primera vista, porque es claro que a una concentración mayor no se sigue un mejor cuidado del recurso y en general del medio ambiente. (Producción de leche a base de pastos altamente demandantes de agua Valle de Cuatro Ciénegas, Producción de malta para la industria cervecera).¹⁰⁴

Frente a ese panorama de la economía y la sociedad, cabe preguntarse cuál ha sido el papel del Estado y cuáles serían sus posibilidades reales en caso de que se pretenda ordenar y regular esa concentración desmedida. ¿Pueden los gobiernos locales y municipales involucrarse en esta tarea o se trata de un asunto de estricta competencia federal?

¹⁰³ (Romero Pérez, 2002)

¹⁰⁴ Dr Juan Manuel Rodríguez Martínez "El Valle del Hundido" FIC UANL departamento de geohidrología

Hay un desarrollo intensivo de aguas subterráneas cuando se extrae una fracción significativa del recurso renovable interanual de los acuíferos, que, en contrapartida, modifica apreciablemente su régimen hidrogeológico, o causa impactos ecológicos, políticos o socioeconómicos significativos, o se producen cambios importantes en la interacción río-acuífero.

El concepto de desarrollo intensivo de las aguas subterráneas apunta a hechos concretos; por lo tanto parece preferible al concepto poco definido de sobreexplotación y términos similares, que pueden implicar acepciones derogatoria y pesimistas injustificadas o irreales. El uso intensivo del agua subterránea se está convirtiendo en una situación corriente en muchas áreas del mundo, especialmente en las áridas y semiáridas, y en islas pequeñas y zonas costeras.

Existen muchos puntos de vista diferentes y opuestos sobre los asuntos relacionados con el desarrollo intensivo del agua subterránea, y estos son, a menudo, parcialmente verdaderos. Esto refleja las diferentes situaciones con las que se enfrentan diferentes regiones a causa de sus diferentes condiciones climáticas, hidrogeológicas, económicas, sociales y políticas, así como los intereses y objetivos distintos. Por ejemplo, los usuarios de agua subterránea, abastecedores de agua, agricultores, conservadores de la naturaleza, gestores y administradores del agua, y políticos tienen posturas muy variadas en relación con el uso del agua subterránea. Los hechos y conceptos que siguen corresponden a una diversidad de situaciones y puntos de vista¹⁰⁵, que son vistos en base a su conveniencia.

¹⁰⁵ Acuíferos explotados intensivamente UNESCO
Conceptos principales, hechos relevantes y algunas sugerencias
Ramón Llamas, Emilio Custodio
IHP-VI, SERIES ON GROUNDWATER NO. 4

4.13 Consecuencias de la sobreexplotación con respecto a la calidad del agua y deterioro ecológico.

El uso excesivo y la contaminación de los recursos de agua dulce del mundo son fenómenos de reciente data. Se desconocen las consecuencias a largo plazo, pero ya han infligido grave daño al medio ambiente y presentan riesgos crecientes a numerosas especies. El agua contaminada y la falta de saneamiento también están incubando una tragedia sanitaria humana. Además, el triste estado de los recursos de agua dulce contribuye a deteriorar las aguas adyacentes a la costa y los mares.

Se estimaba que en 1996 la población humana del mundo estaba usando 54% del agua dulce accesible contenida en los ríos, lagos y acuíferos subterráneos. Según proyecciones conservadoras, este porcentaje ascenderá por lo menos a 70% en 2025, si se tiene en cuenta sólo el crecimiento de la población, y mucho más si el consumo per cápita continúa aumentando al ritmo actual. A medida que la humanidad extrae una proporción creciente de la totalidad del agua, va quedando menos para mantener los ecosistemas vitales de los que también dependemos.¹⁰⁶

Se necesita una porción considerable del total de agua dulce disponible en el ciclo hidrológico para sostener los ecosistemas acuáticos naturales —ciénagas, ríos, zonas pantanosas costeras— y los millones de especies que albergan. Los ecosistemas naturales sanos son reguladores indispensables de la calidad y la cantidad del agua. Por ejemplo, las llanuras aluviales absorben y almacenan agua cuando los ríos anegan las orillas, reduciendo el daño aguas abajo.

¹⁰⁶ OLSHANSKY, S.J., CARNES, B., ROGERS, R., and SMITH, L. Infectious diseases—new and ancient threats to world health. *Population Bulletin* 52(2): 2-43. Jul. 1997

El valor de estos servicios ambientales a la humanidad es inmenso. Robert Costanza, director del Instituto de Economía Ecológica de la Universidad de Maryland, estima que el valor global de las zonas pantanosas se aproximan a los US\$5 trillones por año, basándose en su valor como reguladoras de las inundaciones, plantas de tratamiento de desechos y hábitats silvestres y para la producción y recreación de las pesquerías, entre otros usos.

En prácticamente todas las regiones del mundo, el uso descuidado de los recursos hídricos está dañando el medio ambiente natural. Globalmente, más de 20% de todas las especies de peces de agua dulce corren peligro o son vulnerables, o se han extinguido recientemente¹⁰⁷.

Los bosques son importantes reguladores del agua. La estructura de las raíces actúa como esponjas de la naturaleza, absorbiendo el agua y liberándola lentamente a lo largo del año, contribuyendo así al mantenimiento del caudal de los ríos, la reposición del suministro de agua subterránea, la reducción de la erosión del suelo y la liberación de la humedad en la atmósfera. Si se sacan los bosques y las tierras agrícolas sufren erosión, la sedimentación obstruye el cauce de los ríos, las inundaciones se vuelven más frecuentes, las reservas de agua subterránea desaparecen y el clima cambia¹⁰⁸.

La contaminación está muy generalizada. Pocos países, sea en desarrollo o industrializados, han protegido adecuadamente la calidad del agua y han controlado su

¹⁰⁷ JUMA, C. The CBD and the biological diversity of inland waters. Presented at the International Conference of Water and Sustainable Development, Paris, Mar. 19-21, 1998. p. 1-4.

¹⁰⁸ WORLD CONSERVATION UNION (IUCN). And POPULATION REFERENCE BUREAU (PRB) and US AGENCY FOR INTERNATIONAL DEVELOPMENT (USAID). Water and population dynamics: Local approaches to a global challenge. Washington, D.C., PRB and USAID, 1996. p. 3-30

contaminación. Muchos países carecen de normas para controlar el agua de manera adecuada, mientras que otros no pueden hacer cumplir las normas de calidad del agua. Cada vez más, las organizaciones para el desarrollo internacional piden que los países en desarrollo dediquen más atención a la protección y el mejoramiento de la calidad del agua. El mundo desarrollado también debe gastar y esforzarse más para limpiar las corrientes de agua degradadas, o el desarrollo económico se detendrá y la calidad de la vida decaerá.

La agricultura es el sector que más contaminación produce, más aún que las industrias y las municipalidades. En prácticamente todos los países en los que se aplican fertilizantes agrícolas y plaguicidas, se han contaminado acuíferos subterráneos y el agua de superficie. Los desechos animales son otra fuente de contaminación persistente en algunas zonas. El agua que vuelve a los ríos y arroyos después de haberse utilizado para el riego está a menudo seriamente degradada por el exceso de nutrientes, salinidad, agentes patógenos y sedimentos que suelen dejarla inservible para cualquier otro uso posterior, a menos de tratarla —habitualmente a gran costo— en instalaciones depuradoras de agua¹⁰⁹.

Se dice que la agricultura es responsable de 70% de la actual contaminación del agua en los Estados Unidos. En la India, que depende de la agricultura de regadío para abastecerse de alimentos, más de 4 millones de hectáreas de tierra de alta calidad han quedado abandonadas a raíz de la salinización y el anegamiento causados por el riego excesivo¹¹⁰. La tremenda producción de contaminantes del mundo pone a prueba la

¹⁰⁹ KLOHN, W. and WOLTER, W. *Perspectives on food and water. Presented at the International Conference of Water and Sustainable Development, Paris, Mar. 19-21, 1998. p. 1-6.*

¹¹⁰ Reisner, Marc (1986). *Cadillac Desert: The American West and its Disappearing*

capacidad de las corrientes de agua para asimilar o librarse de la contaminación. Los ingenieros hidráulicos tienen un dicho: "la solución de la contaminación es la dilución". Este axioma está asumiendo dimensiones alarmantes. Todos los años se arrojan a los ríos, arroyos y lagos aproximadamente 450 kilómetros cúbicos de aguas servidas. Para diluir y transportar esta agua sucia antes de volverla a usar se necesitan otros 6,000 kilómetros cúbicos de agua limpia —un volumen igual a unas dos terceras partes del total anual de la escorrentía de agua dulce utilizable del mundo¹¹¹. De continuar las tendencias actuales, a mediados del próximo siglo se necesitaría todo el caudal fluvial estable del mundo sólo para el transporte y dilución de los contaminantes, según estima la Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación.

Más de la mitad de los lagos del Planeta son eutróficos a causa de la sobrecarga de nutrientes agrícolas y municipales. La eutrofización es un proceso que ocurre cuando un exceso de nutrientes estimula el crecimiento de algas, las que, cuando se mueren y descomponen, quitan oxígeno al agua. La eutrofización se ha convertido en uno de los problemas más serios que afectan el agua dulce y los ambientes marinos cercanos a la costa¹¹².

La contaminación del agua subterránea está empeorando. Dentro de 50 años es probable que los acuíferos subterráneos estén contaminados con plaguicidas y fertilizantes.

¹¹¹ SHIKLOMANOV, I. *World fresh water resources*. In: Gleick, P., ed. *Water in crisis*. New York, Oxford University Press, 1993. p. 13-24.

¹¹² Reisner, Marc (1986). *Cadillac Desert: The American West and its Disappearing Water*. EUA, Penguin Books. Scott, C. A.; N. I. Faruqui, y L. Raschid-Sally (2004). *Wastewater Use in Irrigated Agriculture: Management Challenges in Developing Countries*. En *Wastewater use in Irrigated Agriculture: Confronting the Livelihood and Environmental Realities*, edited by C. A. Scott, N. I. Faruqui y L. Raschid-Sally. Reino Unido, Cromwell Press. Semiat, Raphael (2000). *Desalination: Present and Future*. Water

Países en desarrollo. La contaminación es un problema inquietante en los países donde la población está creciendo rápidamente, las demandas del desarrollo son grandes y los gobiernos tienen otras prioridades para las inversiones. En los países en desarrollo, 90% a 95%, término medio, de las aguas negras domésticas y 75% de los desechos industriales se descargan en aguas de superficie sin ningún tratamiento de ninguna clase.

Contaminantes industriales y municipales. Aunque la agricultura sigue siendo la fuente más grande de contaminación del agua, los desechos de las industrias y municipalidades han aumentado enormemente en los últimos decenios. Se estima que entre 200 y 400 productos químicos importantes contaminan los ríos del mundo. Los contaminantes industriales, como los desechos de las fábricas de productos químicos, suelen arrojarse directamente a las vías fluviales. El agua arrastra también sales y aceites de las calles de las ciudades. En los vertederos industriales y municipales se produce la lixiviación de metales pesados y cloros orgánicos. Además, contaminantes como el dióxido sulfuroso y los óxidos de nitrógeno, provenientes de la industria automotriz que se combinan en la atmósfera para formar lluvia ácida, han tenido amplios efectos en los ecosistemas de agua dulce y terrestre. La lluvia ácida hace bajar el pH de los ríos y corrientes de agua. A menos que el calcio (contenido en la piedra caliza) las amortigüe, las aguas acidificadas matan a muchas especies sensibles a la acidez. En el suelo, los ácidos pueden liberar metales pesados, como plomo, mercurio y cadmio, que luego se cuelan en las vías de agua¹¹³.

Algunos de los peores contaminantes son las sustancias químicas sintéticas especialmente los aceites comestibles. En el mundo se usan comúnmente unas 70.000

¹¹³ HINRICHSEN, D. *Winning the food race. Population Reports, Series M, No. 13.* Baltimore, Johns Hopkins School of Public Health, Population Information Program, Nov. 1997. 24 p.

sustancias químicas diferentes. Se estima que todos los años se introducen 1,000 compuestos nuevos. Muchos de ellos llegan a los ríos, lagos y acuíferos subterráneos. En los países en desarrollo es común ver esta práctica antropogénica con mayor intensidad así mismo se han detectado más de 700 sustancias químicas en el agua para beber, 129 de las cuales se consideran sumamente tóxicas.

Varias sustancias químicas sintéticas, especialmente el grupo conocido como contaminantes orgánicos persistentes (COP), en los que están incluidos los hidrocarburos halogenados, las dioxinas y los cloros orgánicos como el DDT y los PCB (di-fenilos policlorinados) tienen larga vida y son sumamente tóxicos en el ambiente. No se descomponen fácilmente en los procesos naturales y tienden, por tanto, a acumularse en la cadena alimentaria biológica hasta que llegan a presentar riesgos a la salud humana¹¹⁴.

4.14 El abatimiento en la región de SAARA

En las cuencas del valle de Saltillo Ramos Arizpe y Arteaga se extraen de los acuíferos aproximadamente 182.6 Hm³ al año o sea una razón de 5.79 m³ por segundo. De los cuales se consumen en el sector agropecuario 109.5 Hm³ representando un 60% de todo el consumo, el sector industrial consume 6.3 Hm³ representando un 3.45%, y el consumo urbano el restante 66.8 Hm³ el 36.58% que da una razón de 2.11 M³ por segundo para una población de 876,000 habitantes o sea 208.91 litros habitante día bombeados con una eficiencia de conducción y localizada del 67% llegando a una relación de 134 litros habitante día, asumiendo que todos tuvieran

¹¹⁴ WORLD CONSERVATION UNION (IUCN). and POPULATION REFERENCE BUREAU (PRB) and US AGENCY FOR INTERNATIONAL DEVELOPMENT (USAID). *Water and population dynamics: Local approaches to a global challenge*. Washington, D.C., PRB and USAID, 1996. p. 3-30

acceso a ella y con infraestructura disponible, lo que no ocurre ya que mientras unos sectores cuentan con 2,000 litros por habitante promedio otros sectores no cuentan ni con el dren o líneas de saneamiento lo que convierte este análisis en un dato descomunal de desigualdad social factor principal o eje del ingreso a la pobreza por ciertos sectores.

Del consumo urbano del área metropolitana de SAARA si lo analizamos más profundamente observaremos que del 66.8 Hm³ el urbano Aguas de Saltillo Consume 50 Hm³ al año o sea el 74.85 % del agua urbana para una población de 720,000 habitantes que da a una razón de 190.25 litros día habitante bombeados y por su eficiencia de conducción seria 127.47 litros día habitante. Más sin embargo es el sistema operador que más déficit presenta en su distribución por la desigualdad topográfica y mecánica de distribución, o sea se consume un volumen de agua que no generan sus acuíferos, que al ser integrados a la red se le expropio hidráulicamente de otras regiones.

En el Caso de Urbano SAPARA (Sistema de Agua Potable y Alcantarillado de Ramos Arizpe) consume 7 Hm³ al año que da una razón de 0.22 M³ por segundo para una población de 74,000 habitantes o sea 256.86 Litros Habitante día bombeado, con una eficiencia de conducción del 63% quedando 161.82 Litros Habitante Día disponibles, más sin embargo este es el municipio que menos agua tienen sus acuíferos y en donde están enlazados a la industria maquiladora armadora automotriz, y es el municipio que mas dren contaminado genera por los excesos de los químicos utilizados en las fabricas, así mismo casi el 38 % de la nueva población no son originarios de esta región son poblaciones flotantes que ingresan a los servicios básicos del municipio generados

por la demanda de mano de obra barato, sobresaliendo gente del sureste de México y especialmente de las comunidades rurales de Puebla.

En el caso Urbano Arteaga SIMAS (Sistema de Agua y Saneamiento) consume 1 Hm³ al año o sea 31.70 litros por segundo bombeado para abastecer a 20,000 habitantes dando una razón de 137 litros por habitante bombeado con una eficiencia de distribución pésima del 58% originando 79.46 litros día Habitante disponible. Este es el municipio que más agua tienen sus acuíferos y el que menos disponibilidad tienen sus habitantes, la mayor parte de este recurso se consume en casa habitación, no existe la industria maquiladora fuerte, y es así mismo el municipio menos contaminado industrialmente pero en el sector agrícola es el más contaminado de agroquímicos y el exceso del uso de fertilizantes y productos de la agricultura transgénica.

Todas estas relaciones de consumo del sector agropecuario, industrial y urbano coinciden con la relación de consumo de agua en el mundo, tiene la misma tendencia más sin embargo no tienen los habitantes del planeta la misma disponibilidad del recurso ni son las mismas condiciones el origen del agua.

4.15 Historial del abatimiento de los niveles dinámicos en los sectores de pozos que se explotan en el valle de Saltillo.

1. Sector Zapalinamé

Los aspectos más significativos de la grafica de evolución de niveles de la captación Zapalinamé del *Sector La carbonera*, que pertenece al S.A. Zapalinamé Oriente son:

- Cuando aumentan las extracciones de 1980 a 1987 se produce un descenso brusco de 55 m de los niveles, pasando de la cota 1725 m.s.n.m. a la cota de 1670 m.s.n.m.

- En el año de 1988, se tiene una recuperación de los niveles de 25 m, pero esto debido al huracán Gilberto, que afecto la parte noreste de México, además que fue una época de lluvia bastante fuerte, pero continuaba la sobreexplotación del acuífero.
- Del periodo de 1988 a 1991 continua el aumento de extracciones, igualmente continúa el descenso de niveles de 30 m.
- En el año de 1992, se tiene otra recuperación de niveles de 15 m, pero esto debido a las intensas lluvias, que se registraron durante el verano-otoño, de ese año.
- En el periodo de 1980 al 2001, se registro un descenso general de 142 m, de la cota 1725 m.s.n.m. a la cota 1583 y con un abatimiento en promedio de 7.1 mts/año. Estos descensos alarmantes del acuífero es producto de la sobreexplotación con 12.9 a 17.3 hm³/año, combinado con la fuerte sequía que se dio desde 1980 hasta el 2001, que se considera una periodo seco. A partir del 2002 al 2005 se considera que empieza una periodo húmedo, pues en este tiempo las épocas de lluvia de estos años han sido bastante copiosas, con precipitaciones de más de 400 mm en los meses de septiembre a octubre que se dieron durante el 2003, bajo estas condiciones lluviosas los niveles dinámicos de los pozos de la captación de Zapalinamé, se han mantenido en la misma cota y se han estabilizado y su comportamiento es horizontal, independientemente que se continua con la extracción de 17.3 hm³/año, en el 2004.

2. Sector San Lorenzo-Ternereras

Durante el periodo de 1988 hasta 1994 con una extracción de 0.2 a 0.3 hm³/año, se produce un descenso brusco de 130 m, de la cota 1950 m.s.n.m. a la cota 1820

m.s.n.m. El pozo Terneras 1, queda fuera de servicio a fines de 1994, para profundizarlo y se reactiva a mediados de 1996, mientras el pozo Terneras 3, se reactiva hasta mediados de 1999.

En los años de 1989 a 1996 con el aumento de las extracciones de 0.65 a 1.2 hm³/año, descienden los niveles drásticamente 110 m de la cota 1835 m.s.n.m. a la cota 1725 m.s.n.m, mientras que en el año de 1998, se recupera el nivel 60 m hasta la cota 1795 m.s.n.m., por ser un año bastante lluvioso.

En los años de 1995 a 1996, presenta un abatimiento fuerte de 60 m de la cota 1835 m.sn.m. a la cota 1775 m.s.n.m, así mismo en 1988 por ser un año lluvioso, se recupera el nivel 20 m hasta la cota 1795. Igualmente el pozo San Lorenzo 3 de 1996 al 2001, presenta un descenso bastante fuerte de 90 m de la cota 1775 m.s.n.m. a la cota 1685 m.s.n.m. y afines del 2001, queda fuera de servicio el pozo y se reactiva en el primer trimestre del 2005, con una recuperación de nivel de 60 m, de la cota 1685 m.s.n.m. a la cota 1745 m.s.n.m.

Del análisis de la evolución de niveles se concluye que, a partir del 2002, empieza un periodo húmedo, con la recuperación de los niveles dinámicos de 30 m en la captación de Zapalinamé, quedando estabilizados en las cotas de 1590 m.s.n.m. a 1620 m.s.n.m., con extracciones de 17.3 hm³/año, que pertenece al sector La Carbonera del S.A. Zapalinamé Oriente. En la captación San Lorenzo ascienden los niveles 30 m, quedando estabilizados en las cotas 1790 a 1780 m.s.n.m., con extracciones de 2.9 a 3.3 hm³/año y la captación Terneras se elevan los niveles 115 m y se estabilizan los niveles en las cotas de 1880 m.s.n.m. a 1995 m.s.n.m, con extracciones de 0.6 a 0.7 hm³/año. Igualmente es posible determinar, que de acuerdo a las diferentes cotas que

presentan cada captación, son independientes y no presentan conexión hidráulica subterránea entre ellas.

Los aspectos más significativos en el Sector Santa Fe del S.A. Agua Nueva son:

Cuando aumentan las extracciones a mediados de 1993 y 1995 se produce un descenso brusco de los niveles.

Tras los periodos lluviosos se observa un ascenso de niveles con un retardo entre tres y seis meses.

Se dispone de datos piezométricos de este sector desde 1988. Estos corresponden con niveles dinámicos del pozo Puntas 2. Así, durante 1988 y hasta octubre de 1991 el nivel se puede considerar estable en torno a los 1995 m s.n.m. (extracción media de 1.7 hm³/año). Las copiosas lluvias que ocurrieron a mediados y finales de 1991 propician los ascensos de niveles que se observan en diciembre de 1991 y abril de 1992 (el nivel estático se sitúa a 1910 m s.n.m.). En mayo de 1993 se incrementan las extracciones hasta los 3.4 hm³/año con la puesta en marcha del pozo Loma del Pino 1 y se produce un nuevo descenso del nivel hasta los 1895 m s.n.m. en mayo de 1993 (15 m en menos de un año). Coincidiendo con un periodo de escasez de lluvias, entre mayo de 1993 y el mismo mes de 1995, los niveles descienden de forma continua de 1895 a 1 882.5 m s.n.m. (6.2 m/año). Entre mayo-junio de 1995 y junio de 1996 la profundidad del nivel estático alcanza la cota de 1855 m s.n.m. (descenso de 27.5 m/año), al aumentar de nuevo las extracciones (de 3.4 a 5.9 hm³/año). Entre junio de 1996 y abril de 2001 el nivel desciende de forma progresiva hasta 1837.5 m s.n.m., al ritmo de 3.6 m/año. Desde abril de 2001 hasta diciembre de 2003, el nivel se puede considerar estabilizado

gracias a la abundancia de lluvias y al descenso de las extracciones a 4.2 hm³/año, si bien aparecen fluctuaciones relacionadas con periodos lluviosos.

En el Sector La Trinidad del S.A. Agua Nueva también se dispone de datos desde 1988. En la evolución temporal se observan las mismas tendencias que en Sector Santa Fe a pesar de que las extracciones siempre se han mantenido constantes en 1.7 hm³/años en los pozos Puntas 1 y Jagüey 2. Es por ello que entre ambos sectores debe haber continuidad hidráulica.

En el Sector Jagüey del S.A. Huachichil Poniente el nivel estático sigue también las mismas tendencias que en los dos sectores descritos en la S.A. Agua Nueva, por lo que debe de haber conexión hidráulica entre ambos Sistemas.

Las extracciones se inician en 1988 y se mantienen constantes en 3.5 hm³/año hasta diciembre de 1991, año en que los niveles ascienden debido a las fuertes precipitaciones que se producen en el último semestre del año. En el periodo diciembre 1991- julio 1993 los bombeos se incrementan a 4.2 hm³/año y no se registran precipitaciones importantes y entre julio 2003 y febrero 1995 alcanza 4.9 hm³/año, sin embargo se registra un descenso progresivo de 6.2 m/año.

En el periodo febrero – junio del 1995 las extracciones se incrementan a 6.9 hm³/año y en el que corresponde a junio 1995 junio 1996 estas alcanzan los 11.7 hm³/año y los niveles descienden casi 30 m en un año y no se aprecian ascensos de los niveles debidas a las precipitaciones que se registraron.

Entre junio 1996 y mayo 1999 las extracciones descienden a 9.1 hm³/año y entre mayo 1999 y marzo 2001 a 7.5 hm³/año y los niveles descienden a un ritmo de 3-4 mts/año, aunque tras episodios lluviosos se observan pequeños ascensos en la cota del agua.

En resumen, las isopiezas trazadas para los pozos que captan los acuíferos carbonatados del Cretácico Inferior muestran que existe una zona de circulación preferencial, que coincide con la traza de la Falla Ferniza en su parte norte. Esta barrera debe drenar los Sistemas de Huachichil Poniente y Agua Nueva y puede alimentar al acuífero del relleno de Cañón de Derramadero a través del sistema de fracturas de la zona.

También existe transferencia subterránea desde el S.A. Huachichil-Poniente (en su sector Las Presitas) hacia el Sector Santa Fe y debido a los intensos bombeos en los pozos se generan conos de depresión. El gradiente hidráulico oscila entre 0.0045 y 0.007.

Por otro lado los niveles medidos en los pozos que cortan los acuitardos Indidura y Parras del Sistema Huachichil se observa una cresta subterránea, orientada al NNW, casi coincidente con parteaguas superficial Sierra El Tapanquillo-Sierra Hermosa, donde el movimiento del flujo subterráneo es al NE y SW, respectivamente. El gradiente hidráulico es más elevado que en las calizas y oscila entre el 2.5 y el 3.0 %.

Se han medido niveles en pozos inventariados en otras Unidades Hidrogeológicas. Así en el Sistema Aguatoche, ubicado al sureste de la zona de estudio se aprecia un flujo general hacia el suroeste con un gradiente hidráulico del 2.4%. En el Sistema Los Llanos la tendencia general es hacia el oeste con un gradiente del 0.1 al 0.3% y todo parece indicar que se origina por el drenaje del S.A. Huachichil Oriente. En los acuitardos ubicados al norte del límite del Sistema Huachichil Oriente el flujo tiene un sentido nordeste y el gradiente es del 5%. Por último, en la Sierra Divisaderos, donde AGSAL cuenta con tres perforaciones, se observa un flujo hacia el pozo que se

encuentra en explotación (borde oriental de la Sierra) con un gradiente entre el 0.5 (en el borde meridional de los relieves) y el 1.2%.

4.16 Interpretación de los abatimientos en la zona de SAARA.

Los datos piezométricos de los sondeos de AGSAL muestran que existe conexión hidráulica entre la S.A. Agua Nueva y el S.A. Huachichil Poniente, de tal forma que cualquier variación en las extracciones afecta a ambos Sistemas.

La evolución de niveles es prácticamente la misma en todas las perforaciones. Desde que se inician las extracciones en 1988 se interpreta que se produce un descenso progresivo de 6.2 m/año hasta 1995, que sólo se ve truncado por las precipitaciones que se registran en el último semestre de 1991 (los niveles se elevan unos 18 m). Cuando en 1995 se incrementan las extracciones a unos 10-11 hm³/año se produce un descenso brusco durante este año y 1996 que alcanza los 30 m. Este hecho se asocia a un posible vaciado de los tramos superiores del acuífero, quizás por tener una capacidad de almacenamiento inferior, puesto que a pesar de mantenerse las extracciones desde 1997 a 2003 en unos 8 hm³/año los niveles descienden de forma progresiva únicamente entre 3 y 4 mts/año hasta el 2001. En los años 2002 y 2003 no se produce este descenso progresivo de las cotas del agua debido a las precipitaciones registradas, las cuales se aprecian de forma significativa en los sondeos al siguiente trimestre o semestre.

Los planos de isopiezas elaborados muestran la conexión hidráulica que existe entre el S.A. Agua Nueva-Huachichil Poniente y la posible transferencia hacia el S.A. Acuífero del Cañón de Derramadero a través del sistema de fracturas de la zona. Es de destacar en este sentido el papel que juega la Falla de Ferniza (límite estructural entre la S.A.

Agua Nueva y el S.A. Huachichil Poniente) como una zona de circulación preferencial de agua hacia el Cañón de Derramadero.

Por su parte, los datos obtenidos en los pozos que cortan Indidura y Parras en los Sistemas de Huachichil muestran que hay un parte-aguas subterráneo que prácticamente coincide con la divisoria de agua superficiales entre la Cuenca Río San Juan y Sierra Madre Oriental, lo que permite intuir que el límite entre el S.A. Huachichil Poniente y Oriental puede coincidir con el mismo. Bajo esta perspectiva y observando las isopiezas trazadas en Los Llanos, que muestran un sentido de flujo hacia el oriente, se puede pensar que el S.A. Huachichil Poniente drena hacia este Sistema y en menor medida hacia el S.A. Aguatoche.

La falta de perforaciones que corten los acuíferos carbonatados en los S.A. Huachichil Poniente y Oriental alejados de los campos de pozos de AGSAL no permite definir de una forma más exacta las interpretaciones que se han realizado.

El sistema Zapalinamé Poniente, comprende un duplex estructural, formado por una serie de anticlinales y sinclinales, orientados al NE-SW, cerrados y cortos, abiertos en la Formación La Casita, sus flancos formados por la Formación Tamaulipas Superior, sus terminaciones periclinales tanto al suroeste como al noreste se encuentran afectados por la traza de la cabalgadura Zapalinamé, que cabalga sobre el flanco sur del anticlinal Del León, siendo esta falla el límite norte del duplex y el límite sur lo forma la cabalgadura Cuauhtémoc. Los sinclinales son de topografía invertida, abiertos en la Formación Tamaulipas Superior.

Los límites de la U.H. Zapaliname, están definidos al norte y poniente por la cabalgadura Zapaliname y el plano axial del anticlinal de Arteaga, al sur por la falla

lateral La Viga y al poniente por la cresta subterránea El Tarillal, que coincide con la divisoria de aguas superficiales Los Lirios-Los Nuncios.

La Unidad se ha dividido en los Sistemas Acuíferos Zapaliname Oriente y Zapaliname Poniente. El límite, que separa a ambos sistemas, corresponde con la cabalgadura Zapaliname. Cada sistema se subdividió en sectores siguiendo las trazas de las charnelas de los anticlinales y/o divisorias de agua superficiales.

Los sectores La Carbonera, el Tunal, Los Lirios y Jamé, forman el sistema Zapaliname Oriente, mientras el sistema Zapaliname Poniente está compuesto por los sectores de Boca Negra, San Lorenzo, Terneras y Piedra Rodada.

Las formaciones acuíferas con mayor potencial hídrico que aparecen en la Unidad corresponden con Cupido y Tamaulipas Superior-Cuesta del Cura. Por su parte se consideran de menor interés o que localmente puede presentar cierto potencial las formaciones Taraises, Indidura y Parras. Las formaciones Cupido, Tamaulipas Superior y Taraises afloran al centro de los anticlinales, mientras que el resto lo suelen hacer en los sinclinales y pueden comportarse como semipermeables.

La evolución de niveles de la captación Zapalínámé desde 1980, han descendido unos 142 m, con 7.1 m/año, con algunas crestas de ascensos como en 1988 por el huracán Gilberto, en 1992 por fuerte precipitaciones y en 1998 se aprecia un ligero ascenso de niveles por una mayor precipitación en la época de lluvia. La captaciones de San Lorenzo y Terneras, si bien su tendencia no ha sido la misma dependiendo de la magnitud de las precipitaciones y de las extracciones. En San Lorenzo desde 1990 a 1997, su nivel ha descendido 110 m y en Terneras su evolución de niveles desde 1988 al 1995, se han abatido 130 m. A partir del 2002 al 2004, se tiene un ascenso de niveles

de 15 a 20 m, esto debido a las fuertes precipitaciones que se han registrado en las épocas de lluvia de estos años y los niveles se han estabilizado con las extracciones actuales.

Las isopiezas muestran que la falla lateral Los Chorros se comporta como una zona de circulación preferencial de agua que drena recursos del sector Los Lirios al Sector La Carbonera del Sistema Zapalinamé Oriente.

Las facies hidroquímicas que aparecen se encuentran íntimamente relacionadas al quimismo de la roca, de tal forma que aparecen facies Bicarbonatadas Cálcicas, asociadas a los acuíferos calcáreos Cupido y Tamaulipas Superior del Cretácico Inferior (captaciones Zapalinamé, San Lorenzo-Ternereras). Por su parte aparecen muestras Sulfatadas Cálcicas o Bicarbonatada Sulfatada-Magnésica, ligadas a la secuencia pelítico-psamítico de la Formación La Casita del Jurásico Superior o al relleno del Holoceno al presentar estratos delgados de yesos. En los acuitardos pelítico-calcáreos Indidura y Parras del Cretácico Superior se analizaron facies de Bicarbonatadas Cálcicas- Sódicas y Bicarbonatadas Sódico-Cálcicas.

En la Captación Zapalinamé se observa una disminución de las concentraciones de bicarbonatos entre 1998 y 2001, asociada al incremento de las extracciones que provocó un vaciado y la colmatación de fisuras, por el depósito de carbonatos.

Se detecta una posible mezcla de las aguas Sulfatadas Cálcicas, que circulan en la formación La Casita (Ar-Lu), con las Bicarbonatadas Cálcicas de la caliza Cupido, a través del contacto de la Formación Tarises Con La Formación La Casita, en el sector El Tunal.

En el sector Jamé la circulación de agua subterránea genera la precipitación de calcita, dando lugar a la concentración de ión magnesio, lo que da como resultado la formación de aguas Bicarbonatadas Magnésicas a Bicarbonatadas Sulfatadas-Magnésicas.

Las entradas por infiltración por lluvia, de acuerdo a la segunda estimación del balance es de $21.3 \text{ hm}^3/\text{año}$, en los acuíferos carbonatados del sistema Zapalinamé Oriente y las salidas del sistema se deben a las extracciones por bombeos, que son del orden de $16.3 \text{ hm}^3/\text{año}$ y la transferencia lateral del sector Los Lirios es de $9.4 \text{ hm}^3/\text{año}$, siendo el total de salidas de $25.7 \text{ hm}^3/\text{año}$ por lo que las salidas superan a las entradas, teniendo una sobreexplotación que es del orden de $-4.4 \text{ hm}^3/\text{año}$.

Igualmente para el sistema Zapalinamé Poniente, de acuerdo a la segunda estimación del balance es de $10.3 \text{ hm}^3/\text{año}$, en los acuíferos carbonatados de los sectores San Lorenzo-Ternereras y las salidas del sistema se deben a las extracciones por bombeos, que son del orden de $3.5 \text{ hm}^3/\text{año}$ y la transferencia lateral de los sectores es de $8.2 \text{ hm}^3/\text{año}$, siendo el total de salidas de $11.7 \text{ hm}^3/\text{año}$ por lo que las salidas superan a las entradas, teniendo una sobreexplotación que es del orden de $-1.4 \text{ hm}^3/\text{año}$.

Considerando que la capacidad de almacenamiento de los acuíferos calcáreos (Cupido), no varía con la profundidad hasta los 400 m se estiman unas reservas hídricas de 370 hm^3 del sistema Zapalinamé Oriente.

De acuerdo a la segunda estimación, en cuanto a las salidas por transferencia lateral del sector Los Lirios, que es de $9.4 \text{ hm}^3/\text{año}$, lo que equivale a 300 l/s, en donde este recurso se transfiere al acuitardo la Casita y al sector La Carbonera a través de la falla Los Chorros, se propone realizar sondeos exploratorios en el área de Los Chorros, para

tratar de captar, este recurso y desarrollar una nueva zona de captación Los Lirios, con una posible extracción de 300 l/s, de caudal adicional del sistema Zapalinamé Oriente.

Del sistema Zapalinamé Poniente, en el sector Terneras se tienen salidas por transferencia lateral de 3.1 hm³/año, lo que equivale a 98 l/s; igualmente del sector Piedra Rodada se transfieren 2.5 hm³/año, lo que equivale a 80 l/s de los acuíferos calcáreos, por lo que se propone realizar sondeos exploratorios, bien ubicados para tratar de captar, este recurso, que se transfieren a los valles de Saltillo y Derramadero, siendo posible extraer un caudal adicional 178 l/s, en este sistema. (Esto disminuiría sensiblemente los volúmenes disponibles en el acuífero SRA.)

De acuerdo al balance de la segunda estimación del sector La Carbonera (captación Zapalinamé) y de los sectores San Lorenzo, Terneras, si se incrementan las extracciones en los pozos que hay actualmente en explotación se agravaría el problema de sobreexplotación, de estos sectores.

De lo anterior, es importante desarrollar nuevas zonas de captación en sectores, que no tengan conexión hidráulica con estos sectores sobreexplotados, como es el caso posiblemente del sector Los Lirios que sus recursos se transfieran a otros sectores sin ser aprovechados. Con esta nueva zona de captación, se estaría en posibilidades de mantener la oferta del recurso en el abastecimiento de Saltillo, así como disminuir las extracciones en la captación Zapalinamé, para explotar de una manera más racional el recurso hídrico de la Región Sureste de Coahuila.

CAPÍTULO 5

EVALUACIÓN DEL ESTADO QUE GUARDA EL POTENCIAL HÍDRICO Y SU IMPACTO SOCIAL EN SAARA.

El objetivo principal de este trabajo es conocer el estado que guarda el potencial hídrico de la región de SAARA y su efecto social.

Es de primordial importancia resaltar que es una evaluación hídrica del recurso del agua del subsuelo en una zona árida del noreste de México.

Esto nace como resultado del Instituto de Investigaciones Sociales de la UANL el de investigar cual fue el efecto del crecimiento poblacional e industrial de la zona, así como conocer los efectos que provocaron que las zonas rurales del sureste del municipio de Saltillo se encuentren en una situación crítica para su desarrollo en base a la disponibilidad del agua.

Para esta evaluación se tomaron como base o testigo la situación que guardaba la zona a principios de los 70's y con la información que se ha generado a lo largo de 25 años y cotejado al cierre del 2011-2012 utilizando una herramienta más actualizada como son los sistemas de información geográfica y que al final termina con un mapa de posibles eventos críticos dada la tendencia en la cultura del consumo de agua y sugiriendo un atlas de riesgo.

La evaluación se dividió en tres grandes zonas. Saltillo Sur, Área conurbada Saltillo, Arteaga, Ramos Arizpe (SAARA) y Región Manzanera-Zapaliname.

5.1 EVALUACIÓN SALTILLO SUR.

La conforman Cañón del Derramadero, Saltillo Sur, General Cepeda-Sauceda. El área de estudio de este Proyecto, se ubica en la parte sureste del estado de Coahuila, comprende una superficie de 2,079 Km². Dentro de las coordenadas geográficas de: 25° 00' 00" a 25° 45' 00" de latitud norte y 100° 30' 00" a 101° 30' 00" de longitud oeste¹¹⁵. Altitud 1700 MSNM.

Zona árida desértica, de clima cálido-seco. Pertenece a la provincia fisiográfica de la Sierra Madre Oriental, corresponde a rocas sedimentarias, principalmente del Cretácico y Jurásico, las que se encuentran plegadas y se levantan para dar origen a grandes sierras que incluyen cañones y escarpes espectaculares. Forma un cordón alargado que se extiende en la República Mexicana del Noreste al Sureste. Asimismo, la subprovincia denominada Cuenca de Parras, corresponde a una depresión alargada ubicada frente a la Sierra Madre Oriental, y formada por una serie de cuevas y espinazos sinuosos en rocas del Cretácico Superior, principalmente lutitas y areniscas calcáreas.

En la Imagen Número 5 "Plano SAARA" se muestra la ubicación del proyecto.

¹¹⁵ Garrels, R.M. 1967. Genesis of some ground waters from igneous rocks. En: P.H. Abelson, ed., Researches in Geochemistry, Wiley, New York. p. 405-420.

La población rural del municipio de Saltillo al cierre del censo 2010 era de 15,452.

La población urbana solo de Saltillo al cierre del mismo censo era de 709,671 representando actualmente el 3.17 %. La población que vive en el área fuera de la mancha urbana¹¹⁶, esto es muy importante para nuestro estudio, ya que para 1970 dicha población en la mancha urbana era de 190,974 habitantes, contra 28,646 en el área rural representando un 15 % del censo de 1970.

En la Siguiete tabla Numero 29 Se muestran las comunidades que constituyen el municipio de Saltillo, así como el número de habitantes al cierre del censo 2010.

¿Que provocó que la población rural disminuyera?, que no se mantuviera dentro de los márgenes normales a la tasa de crecimiento de esos años.

Bueno pues la hipótesis de este trabajo es *que cambiaron las condiciones originales sobre la disponibilidad del agua por habitante, provocado por varios factores, principalmente la acción antropogénica sobre la calidad del agua y en consecuencia se generaron condiciones adversas sobre la salud que cambio su calidad de vida.*

Así mismo la disponibilidad del agua en lo referente a la cantidad (gasto) y calidad (Potable) provocado por el abatimiento de los niveles de bombeo generó que la producción agrícola fuera insuficiente e incosteable.

¹¹⁶ INEGI Censo 2010.

El último factor y socialmente más importante fue la excesiva presión sobre sus predios por parte de los intereses industriales, ya que al cambiar la ley de la tenencia de la tierra ejidal fueron víctimas del capitalismo de los fraccionadores (especialmente en la zona de Derramadero, Providencia y San Juan de la Vaquería), ya que con dicho cambio también modifico el uso del suelo agrícola y ganadero por el industrial. Se inició un cambio drástico en el valle ya que dado a la gran presión por parte de los fraccionadores, los ejidatarios se vieron en la ambición de vender sus tierras con lo que ellos creían eran bien pagados (1979-1984) \$ 10,000/Hectárea¹¹⁷ y además aceptar ingresar a la futura flota de obreros maquiladores automotrices, ya que consideraban que era mejor trabajar en la industria que soportar las condiciones áridas del desierto.

En la imagen número 6 se muestra la ubicación de las comunidades y localidades del Municipio de Saltillo.

Iniciaremos por el análisis del sector sur del municipio de Saltillo y que varios autores le han denominado la entrada al semidesierto de México, por coincidir con las condiciones climatológicas de Matehuala, San Luis Potosí, Concha del oro Zacatecas y que dada la baja precipitación la actividad principal en el campo es la caprino cultura, el tallado de la fibra y raquíticamente la siembra de cultivos temporaleros como el maíz y frijol.

Se seleccionaron 58 comunidades de los más representativos de la zona y se evaluaron sus condiciones de disponibilidad de agua tomando como testigo la evaluación del programa “Plan Benito Juárez “como se muestra en la tabla 30 A.

¹¹⁷ Registro Público de la propiedad Saltillo Coahuila Actas de compra venta en terrenos del Valle de Derramadero.

En esta Tabla se muestran los ejidos del municipio de Saltillo que contaban con el recurso del agua desde 1970 según el plan “Benito Juárez”.

En la la Tabla 30 B la ubicación geo-referenciada de los ejidos en grados decimales y la “Evaluación del IEGA con respecto al tiempo, y su comparación al cierre 2012”. Más adelante explicare la forma de la evaluación del IEGA.

Las condiciones de disponibilidad de agua consisten:

1. ¿Con que tipo de tipo de aprovechamiento hidráulico se cuenta (Pozo, arroyo, afloramiento, venero, caudal etc.)?
2. El grado de disponibilidad (tiempo disponible del gasto en lps /horas), así como la calidad (Potable, Salina, Sulfatada, Carbonatada, Bicarbonatada).
3. ¿Se cuenta con dren o fosa séptica?

Todo esto da una calificación que se alimenta en el modelo de IEGA.

Para este tipo de trabajos de investigación se requiere un testigo, algo con lo que se pueda referenciar el cambio, y en este caso se utiliza el estado que guardaba a principio de los 70’s cuando se efectuó el apoyo de dicho programa y que fue el más amplio que se le dio a las zonas áridas, con perforaciones, equipo de bombeo tipo turbina, líneas de conducción de agua, construcción de tanques naturales, instalación de papalotes y guimbaletes con motores “Zeta”.

Para esto se requirió recorrer todos estos lugares y hacer un levantamiento e inventario del equipo, así como participar como contratista en el aforo de los pozos de la región¹¹⁸.

¹¹⁸ Ingeniería en Riego y Bombeo. Perforación, Diseño y Construcción de Sistemas de Abastecimiento de Agua. Fernando Augusto Villarreal Reyna.

De los datos iniciales que llamaremos “testigo” se registraron los antecedentes previos a los 70’s, más sin embargo a lo largo de los 80’s y 90’s se realizaron obras que modificaron su propiedad original, como perforaciones, profundizaciones, ampliaciones, desazolves. A inicios de noviembre de 1980 se les realizó un análisis químico de las aguas naturales y sus constituyentes iónicos en el agua subterránea.

Componentes adicionales presentes de forma disuelta en las aguas naturales¹¹⁹.

Cationes: Na ⁺ (ión sodio) Ca ⁺² (ión calcio)	Cationes: K ⁺ (ión potasio) Mg ⁺² (ión magnesio)	Aniones: Cl ⁻ (ión Cloruro) SO ₄ ⁻ (ion Sulfato)	Aniones: HCO ₃ ⁻ (ión Bicarbonato)
---	--	---	---

Tabla 31. Constituyentes Iónicos en el Agua Subterránea.

A. Constituyentes Mayores (> 5 mg/l)	B. Constituyentes menores (0.01 - 10 mg/l)	C. Constituyentes a nivel traza (< 0.1 mg/l)
Bicarbonato (HCO₃⁻)	Carbonato (CO₃⁻²)	Aluminio (Al⁺³)
Acido carbónico (H₂CO₃)	Nitrato (NO₃⁻)	Plomo (Pb⁺², Pb⁺⁴)
Cloruro (Cl⁻)	Fluoruro (F⁻)	Bario (Ba⁺²)
Sulfato (SO₄⁻²)	Potasio (K⁺)	Arsénico (As⁺³, As⁺⁵)
Magnesio (Mg⁺²)	Estroncio (Sr⁺²)	Cobre (Cu⁺, Cu⁺²)
Calcio (Ca⁺²)	Fierro (Fe⁺³)	Litio (Li⁺)
Sodio (Na⁺)	Boro (B⁺³)	
Sílica (SiO₂)		

Contaminación de aguas subterráneas.

Este efecto es muy común en regiones áridas como consecuencia de la excesiva actividad de la perforación y la falta del conocimiento de la conformación fisiográfica de los estratos del suelo.

¹¹⁹ Perlmutter, N.M y Geraghty J.L. Geology and ground-water conditions U.S - Geological Survey water Supply Washington 1963.

El origen del problema es debido a los altos costos que implica tanto perforar con maquinaria adecuada como la de localizar el punto de perforación basado en un estudio previo e integral sobre la oportunidad de ocurrencia del agua en el subsuelo, los usuarios optan por contratar a personas que utilizan el método aleatorio conocido en el sector como “Las varas” para localizar dicho punto y mecánicos con maquinarias perforadoras de golpe y herramienta de mala calidad que ignoran el fenómeno del agua en el suelo, todo esto provoca que se horaden estratos con materiales no deseables para la calidad del agua.

La acción antropogénica en la perforación es un tema ambiental prioritario, sobre todo considerando que el deterioro del agua subterránea puede ser virtualmente irreversible o su tratamiento puede ser muy costoso¹²⁰. La detección de contaminantes es complicada: comúnmente, ni las fuentes ni los efectos son observables¹²¹ (contaminantes sin color, olor o sabor). Concentración de contaminantes, toxicidad, volumen de agua afectada, uso del agua, población afectada y disponibilidad de fuentes de agua alternas¹²².

Efectos Antropogénicos.

Las perforaciones u Horadación de la corteza terrestre son tan dañinas que pueden manifestar el máximo grado de depredación de un ecosistema. Recordando

¹²⁰ Chávez G.R 1995 Estrategias y Programas para la preservación de la calidad del agua subterránea. Forum in Mexico on Ground Water Remediation Instituto de Geofísica UNAM.

¹²¹ Gilbert, R.O. 1987. Statistical methods for environmental pollution monitoring. Van Nostrand Reinhold, New York.

¹²² Harris, J., Loftis, J.C., Montgomery, R.H. 1987. Statistical methods for characterizing ground-water quality. Ground Water 25, 185-193.

que el planeta así como lo conocemos está en equilibrio pues requirió millones de años presentar esa configuración, en términos geohidrológico puede existir agua de buena calidad en los diferentes estratos del suelo pero al mezclarlos con los otros componentes externos al confinamiento y al exponerlos a la presión atmosférica por el efecto del cambio en el nivel piezométrico o nivel estático (Balance entre la presión de recarga y la presión atmosférica) generan una solución de toxicidad que impacta tanto a flora y fauna del valle o de la cuenca que termina en la extinción o devastación del medio, como ejemplo tenemos, Sistemas Acuáticos Continentales (SAC) (Aguas superficiales y subterráneas) hipoxia, eutroficación, salinización, contaminación, nitratos, metales, compuestos orgánicos persistentes¹²³.

5.1.1 Localización de las muestras Saltillo Sur

De acuerdo con la división política del estado de Coahuila, el acuífero en estudio se encuentra prácticamente en su totalidad en el municipio de Saltillo y solo una pequeña parte en el Municipio General Cepeda¹²⁴.

Existen aproximadamente 87 localidades rurales y ubicadas dentro del municipio de Saltillo y comprendidas en la zona del acuífero, las principales, por el número de habitantes son: Agua Nueva, Buñuelos, Carneros, Cuauhtémoc, La Encantada, Guadalupe Victoria.

¹²³ L.Mijailov HIDROGEOLOGIA Editorial Mir Moscu.

¹²⁴ Geologic evolution of the Sierra Madre Oriental between Linares, Concepción del Oro, Saltillo and Monterrey, México, elaborado por Ricardo José Padilla y Sánchez, tesis doctoral, Universidad de Texas en Austin, 1982.

La población en 1980 de las 87 localidades comprendidas en la zona del acuífero era de 6,051 habitantes¹²⁵ y la tasa media de crecimiento anual era de 2.76% considerando la tasa del Municipio de Saltillo.

De la región agrícola fuera de la mancha urbana del municipio se obtuvieron muestras de agua y se evaluaron bajo los criterios considerados en el diagrama de Piper. Esto con el objetivo de conocer el material del origen de la recarga.

Tabla número 32. Composición química del agua según Piper

ROCAS	COMPOSICIÓN DEL AGUA SUBTERRÁNEA
Areniscas	Baja salinidad(300-500 mg/l) anión dominante HCO ₃ Cationes Na ⁺ , Ca ²⁺ ,Mg ²⁺
Calizas	Baja salinidad(500-800 mg/l),anión dominante HCO ₃ , catión dominante Ca ²⁺
Dolomita	Baja salinidad(500-800mg/l),anión dominante HCO ₃ Cationes dominantes: Ca ²⁺ , Mg ²⁺
Granito	Muy bajo en salinidad(300mg/l) anión dominante HCO ₃ Cati3n Ca ²⁺ , Na ⁺
Basalto	Baja salinidad (400mg/l) anión dominante HCO ₃ Cationes: Na ⁺ , Ca ²⁺ , Mg ²⁺
Esquistos	Baja salinidad(300mg/l) HCO ₃ Cationes Na ⁺ Ca ²⁺
Margas	Salinidad media(1200mg/l) HCO ₃ Cl ⁻ , Na ⁺ , Ca ²⁺
Arcillas y Lutitas	Alta salinidad (900-2000mg/l) Cl ⁻ SO ₄ ²⁻ Na ⁺

También para la evaluación se utilizaron los diagramas triangulares, para representar la proporción de la composición de un conjunto o de una sustancia. La suma de los tres componentes debe representar el 100% de la composición de lo que se considera. El diagrama de Piper incluye las unidades de concentración de especies disueltas en agua y su influencia litológica en la composición del agua¹²⁶.

¹²⁵ Water Infraestructure Study Saltillo, México, por William C. Allanach et al. (fecha y sitio de publicación desconocidos).

Se les tomó muestras para determinar su calidad química y el grado de salinidad que presentaba en los últimos años, para determinar el tipo y familia de agua, asimismo la calidad de aguas para riego¹²⁷.

En hidrogeoquímica se utiliza un triángulo para los cationes principales y otro para los Aniones., como se muestra en la Imagen numero 7. El Diagrama de Piper.

Así mismo, se evaluaron con el criterio de las normas de Riverside Wilcox, Scholler Diagram sobre la calidad de las aguas de riego. Como se muestra en la imagen Número 8.

Para el análisis de la calidad del agua. Se seleccionaron 42 Ejidos más representativos de los 87 que conforman el Sureste del Municipio de Saltillo, donde se describen los diferentes parámetros en la disponibilidad del agua. Es importante conocer tanto el origen del agua como fuente de recarga, como la calidad que presenta cuando se extrae de una fuente como los acuíferos semi-confinados.

La Norma de minerales a partir de composiciones químicas de aguas naturales está condicionado por:

1. La composición química de las aguas superficiales y subterráneas es el resultado de los minerales que han sido disueltos en ellas.

¹²⁶ Foster,S. y R. Hirata 1991 Determinación Del Riesgo de Contaminación de Aguas Subterráneas Centro Panamericano de Ingeniería Sanitaria y Ciencias del Ambiente (CEPIS) Lima Perú.

¹²⁷ North American Continent Ocean Transects Program Transect H-1: La Paz to Saltillo, Northwestern and Northern México, por Luis Miguel Mitre Salazar y Jaime Roldán Quintana (fecha y sitio de publicación desconocidos).

2. Por esta razón, debe ser posible utilizar la composición química del agua para identificar esos minerales y calcular sus abundancias relativas.

Los iones Na^+ y Ca^{+2} en el agua se originan por disolución incongruente de plagioclasa para formar caolinita. Alguna pequeña proporción de Na^+ puede provenir de rocas evaporíticas, mientras que el Ca^{+2} puede derivarse de disolución de calcita, yeso/anhidrita o dolomita.

Los iones Mg^{+2} y K^+ son liberados por intemperismo de biotita. Mg^{+2} adicional puede incorporarse por disolución de minerales ferromagnesianos (olivino, piroxenos y anfíboles) o dolomita. Una fuente alterna de K^+ son los feldespatos de potasio.

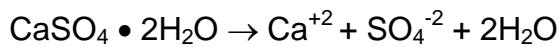
El ion SO_4^{-2} se produce de forma primaria por oxidación de sulfuros y por la disolución de yeso/anhidrita u otro mineral sulfatado. El origen del ion sulfato está asociado con procesos volcanogénicos, hidrotermales o depósitos de cuencas cerradas durante eventos de transgresión del mar.

Los iones Cl^- se incorporan por precipitación meteórica, por descarga de aguas mineralizadas superficiales o inclusiones fluidas en minerales. Los iones HCO_3^- se forman a partir de hidratación de CO_2 gaseoso y por disolución de calcita y otros minerales carbonatados.

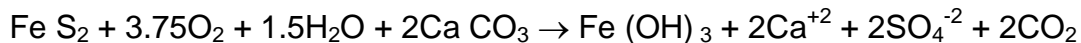
La concentración de Fe^{+2} en agua es baja debido a la formación del $\text{Fe}(\text{OH})_3$, excepto bajo condiciones fuertemente ácidas y de reducción.

Reacciones que aportan SO_4^{-2} a las aguas subterráneas: por lo tanto:

a. Disolución de yeso o anhidrita.



b. Oxidación de pirita y reacción con calcita



El diagrama de Piper incluye las unidades de concentración de especies disueltas en agua y su influencia litológica en la composición del agua.

5.1.2 Calidad del agua Saltillo Sur.

Unidades de concentración de especies disueltas en agua.

El resultado de los primeros análisis que se le practicaron a las muestras fue el siguiente. En la tabla 33 se muestran el contenido fisicoquímico del agua en los Ejidos del Sureste del municipio de Saltillo, en 1980.

Tabla Numero 33 Análisis Químico del agua en los Ejidos del Sureste del Municipio de Saltillo en el año de 1980											
Nombre del ejido	Cationes (+)						Aniones (-)				
	Ca	Na	Mg	K	HCO ₃	CO ₂	SO ₄	Cl	No ₃	P.H.	C.E
La ventura	15.2	8.65	14	29	5.5	1	35.43	4.8	2.3	6.29	2210
Tunalillo	16.6	25.53	16	32	9	1	54.52	10.2	1.8	6.63	3490
Cuauhtémoc	11	3.44	3.72	34	2.8	1	22.9	1.54	2.1	7.61	2350
La majada	10.6	0.83	1.88	12	2.4	1	20.7	0.98	1.7	7.7	2060
José maría Morelos	6.48	7.12	4.88	11	4.4	0.8	17.2	2.94	1.8	7.66	2260
Presa de san Pedro	9.46	27.07	10.2	31	7.3	1	40.6	17	2	7.56	5980
San José de la joya	18	20.4	18	4	6		20.66	34.2	2.4	7.14	4.33
Plan de Ayala	12	1.21	1.2	2	2.8	12	2.19	0.36	2.6	6.84	0.627
Rincón de los pastores	0.24	1.71	0.24	6	2.4	1	0.51	0.48	2.8	7.11	0.336
La purísima	1.76	2.03	1.76	28	2.8	1	1.9	0.48	3	7.18	0.5

San Sebastián	2.16	1.6	2.16	26	2.6	1.2	1.9	0.36	3.1	7.05	0.551
San Méguel del banco	8.8	15.92	8.8	15	6.5	1	39.13	16.8	4.4	6.72	4170

Estas muestras de agua se realizaron 10 años después del testigo, pues ya se tenían equipos de bombeo funcionando por todo el valle, principalmente guimbaletes, pumping jacks y Papalotes (Molinos de Viento), pero aún no se manifestaba una caída considerable en el nivel piezométrico de la cuenca.

5.1.3 Las Condiciones de los Acuíferos predominantes en el sureste del Municipio

Durante el desarrollo del trabajo de tesis, se realizó un censo de aprovechamientos hidráulicos en el sureste del municipio, que reveló la existencia de 355 al cierre de 1982, de los cuales 210 estaban activos y existían 12 manantiales.

En base a este antecedente se seleccionaron 90 pozos piloto y se registraron lecturas piezométricas, así mismo se realizaron 7 pruebas de bombeo para conocer qué tipo de acuíferos se estaban evaluando.

De las pruebas de bombeo elaboradas a los ejidos Carneros, Agua nueva, Tanque de Emergencia, Presa de San Pedro, Guadalupe, El Porvenir, Santa Elena, se describe que el balance de agua subterránea superficial es para períodos de 2 meses, en los cuales calcula, recarga, descarga y cambio de almacenamiento. Esto en consecuencia elabora configuraciones de profundidad, elevación y evolución del nivel

estático mediante los cuales se comprueba que las entradas subterráneas se presentan en la porción noreste, este, sureste y sur y una salida subterránea hacia el noroeste.

De las pruebas de balance la recarga al acuífero es por infiltración del agua de lluvia que se genera principalmente sobre los pie de monte y la descarga corresponde a la extracción a través de pozos y en menor proporción por el drenado de manantiales.

De acuerdo con la información de estratigrafía, geología estructural, características geohidrológico de las formaciones, los datos del censo de aprovechamiento de aguas subterráneas dentro del área se desprende.

Dada la calidad del agua y el comportamiento de los aprovechamientos “La edad del agua en las calizas es de por lo menos de 43 años”, lo cual indica que la recarga en calizas es pequeña¹²⁸.

Esta información es de vital importancia, que nos apoya en la deducción del problema de esta zona, ya que debido a la baja precipitación (400 mm) y la baja capacidad de recarga de los acuíferos por la propiedad de las calizas se puede empezar a vislumbrar que esta región es muy susceptible a tener problemas de abatimiento, o sea que naturalmente es complicado tener agua en el subsuelo en esta zona. No tiene capacidad de carga, no tiene estructura de explotación, es muy

¹²⁸ Véase; Dictamen Técnico de Geología e Hidrología Subterránea del área del Municipio de Saltillo, Coahuila Geología y Geofísica Aplicada S.A: de C.V. (GEOFISAP) Noviembre del 2007 COMISION ESTATAL DE AGUAS Y SANEAMIENTO DE COAHUILA (CEAS) COMISIÓN NACIONAL DEL AGUA CNA

reducido su marco natural (Propiedades de la naturaleza) contra el marco de la demanda (Forma de explotación del agua de los pozos, para riego, urbano o abrevadero).

Es posible que antes de este estudio estas poblaciones ya tuvieran problemas de disponibilidad de agua subterránea y aun así el gobierno los apoyo con perforaciones y equipo, pero ignorando el antecedente de ser acuíferos superficiales y de baja recarga.

En Consecuencia dentro de la zona en estudio se pueden diferenciar las cuatro unidades geomorfológicas siguientes: Sierras anticlinales, valles sinclinales, valle principal y lomeríos-sierras de suave relieve.

En la zona del acuífero, la mayor parte de las rocas existentes corresponden a sedimentos marinos que corresponden a la Formación Zuloaga del Oxfordiano hasta el Grupo Difunta del Maestrichtiano-Campaniano.

Esto en términos sociales representa “baja capacidad de retención del agua y condicionamiento en la calidad del fluido y que en consecuencia generará problemas para los posible asentamientos humanos”.

En la parte oriental del valle se encuentran buzamientos de los anticlinales de Zapaliname, Agua Nueva y Carneros entre otros de los cuales el de Zapaliname y el de Carneros presentan un recumbencia hacia el norte. En la parte sur de la zona en estudio se encuentran los anticlinales de la casita y la continuación de Carneros, los cuales tienen una orientación este-oeste y corresponden a cabalgaduras recostadas hacia el norte, es por esta conformación que la recarga se presenta hacia el valle de

carneros donde descargan los buzamientos y la parte posterior se queda sin influencia de recarga.

En la Imagen número 9 se muestra la distribución de las dos porciones del acuífero, así como su zona de recarga.

Tipos de acuíferos presentes en esta evaluación.

De acuerdo a la clasificación hidrogeológica de las rocas y a su disposición en el subsuelo, se diferenciaron en el área de estudio dos tipos de acuíferos. El primero alojado en las lutitas y areniscas de la Formación Parras y del Grupo Difunta. Y se encuentra subyaciendo al Valle Cañón del Derramadero. Tiene un gran espesor en varios pozos se han llegado a cortar entre 500 y 600 metros sin llegar a la parte basal. El Segundo contiene estructuras que forman un acuífero de permeabilidad reducida donde los pozos rinden en promedio de 5 a 9 lps aunque llegan a encontrarse algunos con hasta 16 y 36 lps estas propiedades corresponden a un acuífero en medio fracturado y se caracteriza por su permeabilidad anisotrópica tanto horizontal como verticalmente. Como lo podemos observar en la Imagen Número 10 las Unidades litológicas que conforman el acuífero.

5.1.4 Forma de evaluación del estudio

Dada la problemática que se presentó a inicios de los 80's sobre el abatimiento de la zona, se determinó evaluar el grado de Contaminación del Acuífero Superficial del Sureste del Municipio de Saltillo, Coahuila, como consecuencia de su Comportamiento Hidrogeoquímico e Hidráulico, como fuente de abastecimiento de las Comunidades Ejidales.

Para poder conocer el grado de abatimiento de los niveles del agua del subsuelo y su contaminación se seleccionaron 42 localidades y se realizaron aforos a lo largo de 2000 al 2005 y se cotejaron contra los datos oficiales de la Secretaría de Desarrollo Social del municipio de Saltillo, así mismo los datos generados por la secretaria de Fomento Agropecuario del Gobierno del estado de Coahuila³.

Dicho procedimiento consistió en seleccionar los ejidos más representativos y abatidos de la zona, midiendo sus variables como son, nivel estático, nivel dinámico, el gasto en lps, profundidad del pozo, año de perforación, diámetro del ademe, mediante la configuración de isoevoluciones se logró determinar los conos de abatimiento en un período de cinco años o más.

La prueba de aforo se realizaba por un tiempo de 72 horas que es el tiempo que condiciona CONAGUA a los contratistas para que se manifiesten claramente sus propiedades del pozo.

El aforo consiste en instalar en el pozo un equipo de bombeo tipo turbina lubricado por agua y un cabezal engranado con motor de combustión interna, en el cual se puedan variar la velocidad y extraer diferentes gastos del pozo, que a través de la ecuación de Kostiakov se pueda definir el punto de inflexión entre recarga y extracción del volumen de agua y conocer la capacidad en lps que posee ese acuífero, así como el tiempo de recuperación y en algunos el abatimiento total y tiempo de retorno. Como se muestra en las gráficas número 14 Aforo de Pozo Profundo.

El aforo es el procedimiento mecánico hidráulico utilizado para someter a stress a un pozo, debido a la extracción rápida de un gasto contra su capacidad de recuperación debido a la recarga.

Es un método de conocimiento real de abatimiento, en el cual ya no importa el tipo de materiales que conforman el acuífero, sino la medición real del gasto contra tiempo. Este procedimiento está reconocido por el sector oficial, ya que es la herramienta que se utiliza para poder hacer los cálculos de capacidad de riego, infraestructura y valor de un predio.

La banca requiere la prueba de aforo para poder ejercer un préstamo o evaluar el precio de un predio, así como la comisión federal de electricidad requiere de esta información para poder energizar oficialmente bajo la tarifa agrícola el Hp a ejercer en el empuje hidráulico del suministro de agua de un pozo a una demanda en el consumo.

De este procedimiento se obtuvieron los siguientes datos de campo mostrados en la tabla número 34 Evaluación Pozos del Sureste de Saltillo, en el cual se muestran cuáles fueron los gastos en lps, los niveles estáticos (nivel del agua con respecto al nivel de referencia antes de iniciar la prueba), el nivel Dinámico (La profundidad del espejo del agua en su límite de capacidad de extracción), así mismo la profundidad de los pozos y su diámetro del ademe.

Como podemos observar este trabajo se logró monitoreando por años a la mayoría de los pozos y deducir en base a estas variables lo siguiente:

1. Se observa que todos los pozos presentan variación en sus propiedades tanto gasto como el nivel dinámico.
2. Existen pozos que quedaron completamente secos y que en la actualidad no se han recuperado y algunos están azolvados. (Aún con las máximas precipitaciones de los últimos años 1987, 2010).
3. Así mismo se puede observar que con el paso del tiempo las perforaciones no son muy profundas o sea lo máximo son de 250 mts, con baja calidad en su verticalidad y esto pudo haberse construido con máquinas de perforación de golpe o de impacto llamadas de percusión.

La diferencia entre las de percusión y las modernas máquinas de rotación es la calidad de su construcción, ya que las primeras son las más antiguas y rudimentarias que implican un bajo costo, muy ineficiente su verticalidad y carecen de herramientas para poder sellar y aislar materiales contaminantes al cortar diferentes materiales de su litología. Las máquinas de rotación tienen mayor capacidad en profundidad y utilizan fluidos de perforación para enfriar la herramienta de corte, revestir o enjarrar las paredes del pozo, una excelente calidad en el corte y verticalidad, se pueden usar fluidos para taponear o aislar materiales indeseables que puedan contaminar el agua, o estratos secundarios u acuíferos primarios, con la desventaja de su elevado costo.

Hasta este punto podemos deducir que “en la zona del sureste del municipio a principio de los 70’s se abusó del uso de las máquinas de golpe y de constructores que realizaban los pozos a bajo precio, contratistas del gobierno que carecían del conocimiento de la geología e hidrología del lugar”.

Al profundizarse en esta investigación me encontré con el antecedente de que para mediados de los 70's las pocas norias y ojitos superficiales se *dejaron de ver* en el valle, así como las canaletas llenas de agua que irrigaban la zona de la región de "Agua Nueva".

Este fenómeno es importante aclararlo ya que obedece a las características de la zona de baja precipitación y climas áridos, que la poca disponibilidad de agua que existía no toleraba o soportaba una extracción ni moderada, ya que como podemos observar los suelos característicos de esta zona y los acuíferos en calizas, lutitas y areniscas requieren grandes periodos de retorno.

En este punto considero bajo los antecedentes de la tabla número 6 que la región estaba en equilibrio (La extracción con respecto a la recarga de la zona), ya que fue a mediados de esta década cuando se registró por última vez los afloramientos superficiales y manantiales así como la saturación en las rocas frontales, sumado a esto los pastos y flora característica de la saturación de las norias y canaletas desaparecieron, es decir esta era la carga que toleraba ese ecosistema, y a partir de esas fechas se inició el abatimiento piezométrico.

4. Con los datos medidos de los pozos de la zona se puede observar que a partir de los 80's existe un abatimiento gradual y continuo, que no se detuvo hasta secarse, así mismo podemos observar que esta zona ya presentaba déficit en los niveles y por consecuencia el gasto varió de tal manera que actualmente aún existen pozos de hasta 0.5 lps.
5. Para inicio de los 90's ya existían muestras de pozos secos (La Purísima, La Majada y la Tinaja, Plan de Ayala, San Miguel del Banco, Encarnación Guzmán) y

así mismo el abatimiento acabó alcanzando a todos los pozos someros del acuífero superficial 0-100 mts.

6. El principal problema que se presentó en esta época fue el exceso de consumo de energía por bombeo, ya que se cambiaron los equipos de bombas tipo turbina lubricadas por agua y aceite de 1800 RPM por bombas sumergibles de 3600 RPM, más económicas y de fácil manera de instalación, ya que los equipos tradicionales eran muy pesados y requería de la mano de obra especializada y costosa, pero los nuevos equipos consumían más energía KWA por HP de potencia, eran de construcción casi desechables y no embobinables, que al abatirse los niveles de agua se quedaban suspendidos en el aire de la columna y se quemaban fácilmente.

Este punto es muy importante ya que para estas fechas en los Estados Unidos (Nebraska) ya se utilizaban los monitores de nivel dinámico, operados por un rayo electrónico o electro nivel, que apagaba el equipo de bombeo cuando se abatía el nivel sustentable autorizado por el gobierno y evitaba que se sobreexplotara el pozo. Este problema era típico en las zonas rurales del municipio, en los 90's se llenaron los patios del gobierno de bombas y equipos quemados que requerían mantenimiento.

Los contratistas solo se abocaron a instalar medidores volumétricos en la descarga de los pozos sin conocer el comportamiento del nivel en el pozo. Fue una época interesante que requirió pero no se aplicó la transferencia de tecnología adecuada, pocos sectores mostraban interés en un estudio completo del fenómeno de abatimiento y sus consecuencias futuras, ni siquiera el término "Sustentable" se conocía

en el campo, era un concepto muy utilizado en los discursos políticos pero no se aplicaba ninguna acción ante la eminente caída de los niveles de agua en la zona.

Para 1995 el gobierno inicia un programa agresivo y a la vez desesperado de apoyo a las comunidades ejidales, sobre el suministro de agua potable, más sin embargo continuó cometiendo errores ya que inició las primeras ampliaciones y perforaciones más profundas rumbo al acuífero secundario (Acuífero que se presenta en profundidad después de los libres ó superficiales y es típico que sea confinado) en esta región a 100-250 mts. (La Zacatera, Tanque de Emergencia, El Salitre, Guadalupe Victoria, Punta Santa Elena, 5 de Mayo etc). Esta acción desesperada del gobierno, tratando de retener a sus pobladores rurales ya que se manifestaba un claro abandono del proceso productivo agrícola de la región, y como consecuencia de la etapa final de la migración del campo (iniciada en los 80's), contó con múltiples errores de contaminación.

Para inicios del 2000 se iniciaron las perforaciones de ampliación y profundización a estratos terciarios (Acuífero que se presenta en profundidad después del secundario y es típico en esta región que es un estrato confinado) 250-600 con maquinaria más agresiva tipo rotaria dejando a los contratistas de equipo y herramienta rustica fuera de la competencia del sector, y que en la actualidad aún se ven decenas de equipos de perforación antiguo por todo el valle como mudo testigo de una ingeniería equivocada.

Fue entonces cuando la falta de control de las autoridades en turno dejaron que compañías que no cumplían con el perfil técnico de perforadores (falta de conocimiento

sobre la estratigrafía, hidrología subterránea y geología) perforaran a mayor profundidad, ya que había demasiado trabajo en la exploración de nuevos pozos así como la ampliación y profundización de los viejos.

La maquinaria equivocada, falta de conocimiento de la zona, falta de supervisión y calidad de los pozos, provocó que se cortaran estratos con materiales indeseables como los sulfatos y anhídritas que provocaron la contaminación del acuífero primario o superficial, y el acuífero secundario como era semiconfinado al romperle la capa superficial del confinamiento lavó, lixivió, las sales y los contaminantes de estratos indeseables, provocando el cambio de las propiedades del agua con una calidad que no era apta ni para riego, deteriorando el ecosistema y la calidad de vida de sus pobladores.(La Ventura, Tunalillo, San Francisco del ejido, San Juan del Retiro).

En la Imagen Número 11. Se muestran los tipos de materiales que conforman la estratigrafía del lugar y del vecino valle de Derramadero.

Como esto fue una carrera sin control tratando de encontrar un acuífero que aportara el gasto ya generado por la carga urbana y agrícola de la región, los predios que tuvieron los recursos económicos para invertir en nuevas exploraciones realizaron perforaciones hasta de 600 mts, lo que trajo en consecuencia que el cono de abatimiento se manifestara por debajo del acuífero secundario 100- 250 mts quedando completamente seco la parte superficial nuevamente.

La mayor parte de los ejidos no tuvieron ni el apoyo ni los recursos económicos para explorar a las nuevas profundidades y se quedaron con sus pozos someros 0-250 mts, sin agua y o contaminados.

La imagen Número 12 muestra el grado de abatimiento de la Zona del sureste del Municipio de Saltillo contra el tiempo, la pérdida de nivel del espejo del agua como consecuencia de la sobreexplotación.

En consecuencia de estos antecedentes se presentaron dos tipos de pozos profundos basados en su calidad de perforación.

1. Los pozos que lograron encontrar agua a mayor profundidad pero que se construyeron con una pésima calidad (Perforación de Golpe, sin ademes. Sin filtros, sin una supervisión profesional del fenómeno de lixiviación, lavado y contaminación de acuíferos secundarios) presentaron calidad de agua no potable y no apta para riego y con costos de bombeo muy elevados (Específicamente Salina y Sulfatada), que resultaba mejor comprar el agua a la CONAZA en pipas para el abastecimiento urbano que pagar el recibo del consumo de energía.

Este acto irresponsable de buscar agua a estratos inferiores o más profundos sin el conocimiento técnico de los materiales existentes no deseables para la calidad óptima del agua, provocó que al romper el confinamiento terciario la presión hidrostática de la recarga obligo al espejo del agua ascender o estratos superiores y en su recorrido lavó y lixivió los sulfatos y anhídritas presentes llegando a comunicarse con el acuífero secundario (100-250) y contaminándolo, y en consecuencia cambiando la calidad del agua de su estado original (la de los 70's).

2. Lo pozos de pequeños propietarios que se construyeron con maquinaria de rotación con la herramienta adecuada, con filtros de gravas, ademes y contra ademes, sellados de concreto en estratos salinos y sulfatados, etc. Lograron extraer agua con mejor calidad y son los que se apropiaron de los acuíferos secundarios. Como se muestra en la Imagen Número 13 el cono de abatimiento para pozos explorados a mayor de 500 mts.

Se creó la urgente necesidad de suministrar de agua potable a las comunidades, ya que a principios del 2000 se culminó la eminente migración de sus pobladores a las grandes ciudades (Monterrey y Saltillo).

En la siguiente Tabla Número 35 se muestra el cambio de la calidad del agua de los pozos de la región a finales del 2005 lo que significa una condición Salina y Cálculo Sulfatada no apta para el consumo humano, ni para riego (Wilcox) C_4S_2 .

Tabla Número 35 Calidad del agua en el sureste del municipio de Saltillo en el año 2005

Nombre del ejido	Cationes (+)					Aniones (-)				
	Ca	Na	Mg	K	HCO ₃	CO ₂	SO ₄	Cl	NO ₃	
La ventura	46	17	8	29	52	.5	27	18.2	2.3	⚙️
Tunalillo	42	14	12	32	48	.3	24	25.9	1.8	⊗
Cuahtémoc	38	13	15	34	42	1.2	18	36.7	2.1	◊
La majada	36	40	12	12	45.7	1.6	17	34	1.7	△
José maría Morelos	47	33	9	11	49.5	.7	15	33	1.8	⇒
Presa de san Pedro	45	18	6	31	38	.8	28	31.2	2	⇐
San José de la joya	42	20	34	4	45	.9	22	29.7	2.4	↑

Plan de Ayala	40	37	21	2	40	.42	20	36.98	2.6	↓
Rincón de los pastores	38	36	20	6	47	.67	19	30.53	2.8	↔
La purísima	46	19	7	28	45	2.1	17	32.9	3	↕
San Sebastián	49	16	9	26	44	1.8	1.5	36.1	3.1	◇
San miguel del banco	49.5	32.5	12	15	42	3.1	14	36.5	4.4	○
Promedio Agua Residual	46	32	14	8	23	6.72	58	16	2.28	

Con estos resultados y comparándola con el testigo (Condiciones originales) tabla número 33 se puede observar lo siguiente:

- La constitución del Valle del Saltillo corresponde a rocas sedimentarias, principalmente del Cretácico y Jurásico.
- Formada por una serie de cuevas y espinazos, principalmente Lutitas y Areniscas Calcáreas.
- La calidad del agua en el estrato superior obedecía a un cálcico ion bicarbonatada.

La calidad del agua cuando se profundizaron los pozos obedece a un cálcico sulfatada consecuencia de romper estratos de arcillas y lutitas que contienen el ion sulfato según se muestran en los comparativos de los diagramas de Piper a través del tiempo. Como se muestra en la imagen número 14 del Diagrama de Piper y schoeller. El comportamiento en el cambio de la calidad del agua antes y después de sobreexplotación de los acuíferos de la zona que en 1980 el agua original superficial era Cálculo Bicarbonatada y en el 2011 el agua secundaria cambio a Cálculo Sulfatada.

En forma general en el Valle del Sureste de Saltillo, se pueden distinguir dos tipos de Acuíferos:

1. En Lutitas y Areniscas de la Formación Parras y del Grupo Difuntas actuando como un acuífero de almacén o en bolsas.
2. Otro en Rocas Calizas.

La primera llega a presentar horizontes fracturados a través de los cuales el agua de lluvia se infiltra al subsuelo; circula, se almacena y da origen a acuíferos en los primeros 100 – 150 mts, que ha permitido la formación de un horizonte acuífero relativamente superficial y que en las décadas de los 60's a los 80's se encontraba saturado. Como consecuencia de la relación entre el almacenamiento de la infiltración del agua en el suelo por el efecto de la precipitación y la extracción por bombeo, dicha recarga producía un almacenamiento.

En el periodo comprendido entre los 70's y 80's el fenómeno social de México sobre los grandes cambios en el modelo político y económico, provocó en el campo un paréntesis de ausencia de control y autoridad sobre los recursos naturales, especialmente el agua, es en este periodo cuando los pequeños propietarios, agricultores e industriales iniciaron perforaciones ilegales o lo que se conoce en el sector como "Pozos Piratas" sin el consentimiento de la autoridad en turno, ni el consentimiento de los vecinos, provocando una depredación en el subsuelo sin medida lo que posteriormente en los 90's genero una zona de restricción o veda.

Gran parte de los Inversionistas de predios compraban a ejidatarios terrenos Sin inscribirlos en el registro público de la propiedad solo con un documento ilícito de compra venta de sus derechos y aprovechando la pobreza de estos y con la intención de seguir disfrutando de las tarifas de consumo eléctricas subsidiadas al sector agrícola

y ejidal, lograron perforar en los acuíferos secundarios y extraer agua con mejor calidad (Pozos casi de calidad petrolera, de alta inversión, con maquinaria de roto martillo, marcados satelitalmente, con fluidos especiales, bentonita, ademes y contra-ademes, concretos epóxicos para aislar los estratos salinos, etc), de tal manera que fueron los únicos que pudieron lograr extraer agua de la cuenca y actualmente están apropiados de los recursos naturales agua, flora y fauna y en los últimos 5 años terminaron vendiéndoles dicho recurso a las grandes industrias maquiladoras automotrices, y los originales dueños emigraron y abandonaron sus tierras, o pasaron a ser trabajadores de estos.

Así mismo la extracción de agua subterránea a través de pozos ilegales provocó el abatimiento por debajo de los 300 mts., la presencia de Yesos y Anhídritas (es el único material que contiene sulfatos y que está presente) provocó una reacción que aportó SO_4 de las aguas profundas a las aguas someras. Parte de esta especie podría tener un origen Hidrotermal a mayor profundidad (Especialmente Ramos Arizpe), fueron la causa de la contaminación de los acuíferos en los almacenamientos de la formación difunta, que con el afán de aumentar los caudales de extracción en el acuífero de la región, generó un abatimiento radical y total de la zona.

Estos pozos generaron un derecho con respecto al tiempo, ya que fueron construidos ilegalmente pero como no fueron confiscados en su momento se creó una dependencia del fluido y que al intentar cerrarlos o clausurarlos terminaron por registrarlos debido al conflicto de intereses que se generó.

En la formación Parras a mayor profundidad presenta un horizonte fracturado donde se aloja un acuífero profundo, este párrafo es evidenciado por la perforación de varios pozos de mayor profundidad y calidad que se construyeron en el Suroeste de Carneros, con profundidades de hasta 1 km, cortando Lutitas y Areniscas del Grupo Difunta, evitando la contaminación de los extractos sulfatados. El nivel piezométrico de este acuífero se establece por debajo de los 250 mts.

Esto generó en algunas localidades vecinas un “Punto sin retorno” tanto en el gasto como en la calidad del agua. La disponibilidad de agua subterránea disminuyó alarmantemente por no haber respetado los volúmenes medio anual disponible en un acuífero, al que se tendría derecho de explotar, usar o aprovechar los usuarios.

5.1.5 Los pozos explotados por AGSAL en el sureste del municipio para abasto urbano

Aunado a la anterior problemática, el desabasto del agua en SAARA provocó que se exploraran más recursos del subsuelo en la Cuenca de Carneros, Agua Nueva como se puede observar en la tabla número 36, en el cual se describen los pozos que se explotan en este valle, pero con el propósito de consumo urbano Saltillo.

Aquí podemos observar como el gobierno invirtió recursos en la exploración, perforación y construcción de línea Carneros-Saltillo a lo largo de 32 Kilómetros cruzando todo el valle y cuenca tanto de Carneros como de Agua Nueva, los ejidos y comunidades donde esta línea de alta densidad cruza en su recorrido para llegar a SAARA no tienen agua, solo la ven pasar pero no tienen acceso a ese recurso, tiene

que acarrear en pipas el agua para sus funciones más básicas, esto es un claro ejemplo de lo que se presenta en el noreste de México donde los originales dueños de la cuenca no cuentan con el suministro de agua potable, pero la ciudad les extrae del subsuelo de sus tierras el recurso natural sin indemnizarlos o violando sus derechos patrimoniales ya que estos carecen de los recursos económicos para perforar a esa profundidad y con esa calidad con que se construyen los pozos de consumo urbano.

Como se puede observar en la Imagen Número 15 Localidades a lo largo de la línea del abastecimiento de agua potable para SAARA que no cuentan con agua potable. Dicha línea de suministro urbano posee una aportación anual de 10' 722,240 m³/año o sea 10.72 Hm³/año representando el 13.86 % del abastecimiento urbano a Saltillo.

La profundidad de estos pozos llegan a tener longitudes mayores a los 400 mts, rompiendo confinamientos que provocan que el nivel del agua suban hasta casi los 160 mts, pero son pozos bien contruidos con todo lo requerido para evitar su contaminación, muy caros en su construcción, muy caros en su mantenimiento, pero como son de uso público recaudan recursos suficientes para este propósito, ya que solo el bombeo y rebombeo para inyectar la suficiente energía cinética y vencer la carga dinámica para llegar hasta Saltillo requiere de una enorme inversión que sería imposible aplicar en el sector agrícola, ya que hablamos de 250 a 300 Hp con bancos de transformación de 345 KVA, realmente titánica esta inversión.

Más sin embargo desde el otro punto de vista de la conservación, almacenamiento, o sustentabilidad del recurso este fluido está siendo extraído de un almacenamiento que deberíamos guardar para un futuro que cada vez es más incierto, ya que el tiempo que tarda en almacenarse en base a sus propiedades de calidad del agua podría llegar a cientos de años, y el tiempo de retorno en décadas, esto sí es realmente un problema social, ya que se está atentando contra las futuras generaciones en dos líneas, la primera es que es un almacenamiento cuaternario y extraer un litro de agua a razón de 100 años en su retorno nos da un valor de 0.01, y no es lo mismo un acuífero superficial de un litro dividido entre 1 año que nos da un valor de 1, la otra línea es que se consume mucha energía para extraer un litro de agua cuaternaria o sea que el consumo de energía fósil genera electricidad y esta energía mecánica que a su vez inyecta energía cinética al fluido, bombearla, conducirla, hacerla llegar a un domicilio y finalmente usarla en un sanitario en la mancha urbana, es incongruente este análisis por los elevados costos ambientales que involucra bombear un recurso de alto tiempo de almacenamiento y usarlo con fines domésticos, industriales cuando debió de cuidarse para usarse como una reserva en alimentación, aún con el debido cuidado de que este recurso incentiva el desarrollo y la productividad.

Esto muestra que el valle o cuenca del sureste de Saltillo actualmente abastece en parte a la demanda de la ciudad, más sin embargo prevalece la situación crítica del abastecimiento a las comunidades, en el cual el gobierno en programas casi titánicos ha creado todo un sistema coordinado con la CONAZA para abastecer de agua con pipas a lo que queda de la población rural de este valle.

No se le retribuye el daño ecológico a la cuenca, menos a sus pobladores, lo menos que se podría tener es que las comunidades dueñas del valle tuvieran como reposición algo del gasto (agua) que cruza sus comunidades para sus necesidades más elementales.

Así en concreto tenemos del valle del sureste de Saltillo:

AGSAL (Aguas de Saltillo, Compañía privada que posee la concesión de suministro de agua a la ciudad, internacional española propiedad de Aguas de Barcelona) opera los mejores pozos del valle, pero como se muestra en las gráficas de la carpeta de Carneros todos los pozos presentan también abatimiento.

El 60% de las Comunidades Ejidales no cuentan con pozo de agua potable en base al análisis físico químico del agua y apoyados sobre el diagrama de Piper, podemos concluir que el 40% de los ejidos cuenta con agua, salada calcio sulfatado y de mala calidad para el consumo humano, según la norma SSA/127/1996.

El 32% de las Comunidades Ejidales, dependen de agua de escurrimiento superficial o estancado.

El 25% de las Comunidades Ejidales, toman agua de estanques contaminado con residuos fecales de los animales que también toman del mismo depósito.

El 7% de las Comunidades Ejidales fueron absorbidas por la mancha urbana, tanto en superficie como en la del recurso del agua.

Esto en consecuencia ha sido uno de los múltiples factores que ha provocado el abandono del campo en la región del sureste de Saltillo , ya que para el año de 1950 existía el 22% de la población del Valle se encontraba en el Sector Agrícola y la Población de Saltillo era de 98,603 habitantes según INEGI.

En la actualidad se cuenta con 15,000 personas en el Sector Agrícola Del Valle de Saltillo y hoy la ciudad cuenta con 709,761 habitantes; así mismo, para 1950 se sembraban entre maíz, granos, avena, cebada y chile, aproximadamente 8,700 hectáreas, hoy para este siglo no se cuenta con más de 15, 879 hectáreas según el informe SAGARPA 2012 de la tabla Número 28

La migración del campo a la Ciudad trajo en consecuencia la desarticulación del proceso productivo agrícola en el sureste del municipio, quedando en esas comunidades pobreza casi absoluta, y actividades de supervivencia o subempleo.

5.2 LA REGIÓN DE DERRAMADERO

La región de Derramadero ubicada al sur de la Ciudad de Saltillo, Coahuila, ha sido una zona representativa en el desarrollo económico del país, primero su actividad desde la colonia hasta principios de los 50s era eminentemente agrícola y ganadera. Más sin embargo con el fenómeno industrial del sector automotriz a principios de los años 70's del pasado siglo detono un desarrollo sin control sumado a el exceso de la explotación de los recursos del agua del subsuelo y más aún en la actualidad la eminente amenaza de construir un aeropuerto y la "Ciudad Derramadero" en la cual se

tiene contemplado como primera etapa 10,000 unidades habitacionales con la intención de crear empleo a la industria secundaria automotriz que traería consigo el agravamiento de la disponibilidad del agua en la región.

Provincia fisiográfica.

La zona de estudio se encuentra en el límite entre dos importantes provincias fisiográficas de la República Mexicana, la Sierra Madre Oriental y la Cuenca de Parras. La Sierra Madre Oriental corresponde principalmente a sedimentos calcáreos del Cretácico y Jurásico los que se encuentran plegados y se extienden en una franja alargada desde Chihuahua-Coahuila hasta el Istmo de Tehuantepec.

Clima.

En el área del Valle del Cañón del Derramadero, se presenta un clima del tipo BS1 Kx' que de acuerdo a la clasificación de Köppen, corresponde a un tipo semiseco, templado. Hacia las elevaciones topográficas que limitan el valle al norte del área de estudio, el clima es de tipo BS0 Hx' que corresponde a un subtipo seco, semicálido. En la porción sur y oriental, o sea en la Sierra Madre Oriental, el clima es de tipo Cx', templado, subhúmedo. Por lo que se refiere a la temperatura, ésta presenta valores promedio de entre 15 y 16° C en el valle, que disminuyen hacia la Sierra Madre Oriental hasta 10 y 12° C.

En la zona de Derramadero existe un acuífero confinado formado por depósitos aluviales y lutitas de la Formación Parras, mientras que hacia la periferia del valle el acuífero es semiconfinado¹²⁹. El acuífero recibe aportes subterráneos en prácticamente

¹²⁹ http://www.conagua.gob.mx/CONAGUA07/Noticias/DR_0502.pdf.

toda la periferia con excepción de la zona noroccidental, hacia donde se presenta una salida de agua subterránea¹³⁰. Por cerca de 200 años en esta localidad se ha presentado una marcada tendencia de sobreexplotación al recurso del agua consecuencia de su actividad agrícola, mientras que en el resto del valle no se observa esta característica. El área de estudio se ubica en la parte sureste del estado de Coahuila, comprende una superficie de 2,079 Km². Dentro de las coordenadas geográficas de: 25° 00' 00" a 25° 45' 00" de latitud norte y 100° 30' 00" a 101° 30' 00" de longitud oeste¹³¹.

Tabla Número 37 Acuífero 0502 Cañón de Derramadero						
Coordenadas de los vértices de la poligonal simplificada del acuífero						
Vértice	Latitud oeste			Latitud Norte		
	Grados	Minutos	Segundos	Grados	Minutos	Segundos
1	101	8	20.2	25	20	47.9
2	101	2	41.7	25	16	37.1
3	101	56	29.9	25	18	51.8
4	101	53	12.6	25	17	13.8
5	101	54	57.4	25	14	45.9
6	101	53	10	25	9	48.5
7	101	5	33.6	25	8	27.5
8	101	18	6.5	25	9	53
9	101	28	36.8	25	13	41.6
10	101	25	42.2	25	16	10.7
11	101	22	33.7	25	20	4.2
1	101	8	20.2	25	20	47.9

La zona de estudio se encuentra en el límite entre dos importantes provincias fisiográficas de la República Mexicana, la Sierra Madre Oriental y la Cuenca de Parras.

¹³⁰ Davis, S.N. y R. de Wiest 1971. Hidrogeología. Ediciones Ariel Barcelona España

¹³¹ Rochester, E.W. y Kriz G.J. Potable Water availability ASCE Journal of the Sanitary Engineering Divisions, SA 5 1970

La Sierra Madre Oriental corresponde principalmente a sedimentos calcáreos del Cretácico y Jurásico los que se encuentran plegados.

La precipitación pluvial varía de alrededor de 300 mm anuales hacia el centro del valle a 400 mm hacia las elevaciones topográficas que lo limitan hacia el norte y a poco más de 500 mm en la Sierra Madre Oriental, que limita el valle al sur y al oriente.

La zona del acuífero pertenece a la Región Hidrológica No. 24 denominada Bravo- Conchos, cuenca "B" Río Bravo- San Juan, En el centro del valle se forma el arroyo San Juan, el cual constituye el dren de aguas superficiales más importante de la cuenca. Circula en dirección al noroeste y presenta escurrimiento solamente en épocas de lluvias, estos escurrimientos son de poca magnitud debido a la reducida extensión de su cuenca de captación.

En la zona del acuífero, la mayor parte de las rocas existentes corresponden a sedimentos marinos que corresponden a la Formación Zuloaga del Oxfordiano hasta el Grupo Difunta del Maestrichtiano-Campaniano. A continuación se describe la secuencia estratigráfica, de la unidad más antigua a la más reciente, obtenida tanto de los diferentes trabajos consultados como de observaciones de campo. Formación Zuloaga, La Caja, Taraises, Cupido, La Peña, los suelos del valle son aluviones Qap.

Tipos de acuíferos. De acuerdo a la clasificación hidrogeológica de las rocas y a su disposición en el subsuelo, se diferenciaron dos tipos de acuíferos. El primero alojado en las lutitas y areniscas de la Formación Parras y del Grupo Difunta. Se le

denominó “*porción del acuífero localizado en el valle*” debido a que es el que se encuentra subyaciendo al Valle Cañón del Derramadero. Tiene un gran espesor; en varios pozos se han llegado a cortar entre 500 y 600 metros sin llegar a la parte basal¹³². Forman un acuífero de permeabilidad reducida donde los pozos Tienen un caudal específico que oscila entre 5- 9 l/seg con caudales que varían entre 16-36 l/seg. Corresponde a un acuífero en medio fracturado y se caracteriza por su permeabilidad anisotrópica tanto horizontal como verticalmente¹³³.

Para el cálculo de la disponibilidad de aguas subterráneas, se aplica el procedimiento establecido por la Norma Oficial Mexicana NOM-011-CNA-2000, disponibilidad media anual de las aguas nacionales, que en la fracción relativa a las aguas subterráneas, menciona que la disponibilidad se determina por medio de la expresión siguiente¹³⁴:

$$DAS = Rt - DNCOM - VCAS$$

Donde:

DAS = Disponibilidad media anual de agua subterránea en una unidad hidrogeológica.

Rt = Recarga total media anual.

DNCOM = Descarga natural comprometida.

VCAS = Volumen de agua subterránea concesionado e inscrito en el REPDA.

Carga total media anual.

¹³² North American Continent Ocean Transects Program Transect H-1: La Paz to Saltillo, Northwestern and Northern México, por Luis Miguel Mitre Salazar y Jaime Roldán Quintana (fecha y sitio de publicación desconocidos).

¹³³ Garrels, R.M. 1967. Genesis of some ground waters from igneous rocks. En: P.H. Abelson, ed., *Researches in Geochemistry*, Wiley, New York. p. 405-420.

¹³⁴ Davis, S.N. y R deWiest 1971 *Hidrogeología*. Ediciones Ariel Barcelona España.

La recarga total media anual que recibe el acuífero Cañón del Derramadero (Rt), corresponde con la suma de todos los volúmenes que ingresan al acuífero, tanto en forma de recarga natural como inducida. Para este caso, su valor es de 18.0 hm³/año (Millones de metros cúbicos anuales)¹³⁵.

Descarga natural comprometida.

La descarga natural REPDA corresponde a la suma de los volúmenes de agua concesionados de los manantiales y del caudal base de los ríos que está comprometido como agua superficial, alimentados por el acuífero, más las descargas que se deben conservar para no afectar a los acuíferos adyacentes; sostener el gasto ecológico y prevenir la migración de agua de mala calidad hacia el acuífero. Para el caso del acuífero Cañón del Derramadero, su valor es de 1.1 hm³/año, que corresponden a las salidas subterráneas hacia el acuífero General Cepeda Saucedo¹³⁶.

Rendimiento permanente.

El rendimiento permanente es la recarga total media anual menos la descarga natural comprometida. Por lo tanto, para el caso del acuífero Cañón del Derramadero el rendimiento permanente es 16.9 hm³/año.

Volumen concesionado de agua subterránea.

¹³⁵ Harris, J., Loftis, J.C., Montgomery, R.H. 1987. Statistical methods for characterizing ground-water quality. *Ground Water* 25, 185-193.

¹³⁶ Stratigraphy and Structure of Jurassic and Cretaceous Rocks of the Sierra Madre Oriental, Northeast Mexico, por Randall Marrett, James Lee Wilson, William C. Ward, 1999, Universidad de Texas en Austin.

El volumen anual de extracción, de acuerdo con los títulos de concesión inscritos en el Registro Público de Derechos de Agua (REPGA), de la Subdirección General de Administración del Agua, con fecha de corte al 31 de mayo de 2005 es de 17'343,081 m³/año ó sea 17.34 Hm³/año.

Se calcula que el volumen de extracción anual ascendía a 16.755 Hm³/año, de los cuales 12.7 correspondían a pozos, 3.9 Hm³/año a manantiales e inapreciable el volumen extraído a través de norias y galerías.

Alrededor del poblado Derramadero existe una clara sobreexplotación local se recomienda para las áreas de Derramadero, Agua Nueva, norte de San Juan de la Vaquería y La Encantada disminuir la extracción, que para dicho año (1983) ya afectaba al acuífero superficial y secundario (0-100, 100-250).

En la formación Parras a mayor profundidad presenta un horizonte fracturado donde se aloja un acuífero profundo, este párrafo es evidenciado por la perforación de varios pozos de mayor profundidad y calidad que se construyeron en el Suroeste del Valle de Derramadero y de Carneros, con profundidades de hasta 1km., cortando Lutitas y Areniscas del Grupo Difunta, evitando la contaminación de los extractos sulfatados. El nivel piezométrico de este acuífero se establece por debajo de los 250 mts., teniendo caudales por encima de los 70 litros por segundo.

Análisis de la región.

La población actual del valle de Derramadero según se muestra en el siguiente cuadro, al cierre del censo 2010. Como se muestra en la Tabla número 38.

Tabla Numero 38
Población Actual del Valle de Derramadero
2010

Ejido	Población Total
La Encantada	229
Providencia	397
San José de la Joya	137
San Juan de la Vaquería	1077
Refugio de las Cajas	143
Derramadero	879
Chapula	409
Santa Teresa de los Muchachos	429
Santa Rita	60
San Blas	72
La Noria	54
San Hilario de Gómez	84
Pequeños Comunitarios	267
Total	4237

Como podemos observar solo la región de Derramadero posee el $4,237/15,452 = 27.42\%$ de la población rural del sureste del municipio de Saltillo.

Representa el $4,237 / 709,671 = 0.6\%$ con respecto a la mancha urbana de Saltillo. Lo que nos da una idea de la relación tan pobre sobre lo que debería de ser el agro saltillense, sobre todo en lo que se refiere a la producción de alimentos y productos secundarios agropecuarios generados de la leche y carne que fue característico de esta región.

La disponibilidad de agua subterránea en el valle de Derramadero nos arroja.

$$DAS = 18.0 - 1.1 - 17.343081$$

$$DAS = -0.443081 \text{ hm}^3 / \text{año} \text{ (Millones de metros cúbicos anuales).}$$

El resultado indica que no existe actualmente volumen disponible para otorgar nuevas concesiones; por el contrario, el déficit es de $443,081 \text{ m}^3$ anual.

Sumado a esto es importante resaltar la pobre constitución de permeabilidad de la zona generado por:

- La constitución del Valle corresponde a rocas sedimentarias, principalmente del Cretácico y Jurásico.
- Formada por una serie de cuevas y espinazos, principalmente Lutitas y Areniscas Calcarías.

5.2.1 Perforaciones del Valle de Derramadero

Dentro de la evaluación que se realizó a la zona por este estudio y los antecedentes de bombeo, nos muestran que las perforaciones en Agua Nueva y Derramadero son más antiguas que el sureste del valle, ya que existían norias y afloramientos como los de San Juan de la Vaquería que anteceden al valle de Carneros.

Como se puede observar en la Imagen Número 16 (Carpeta de Archivos capítulo 5) el Acuífero Derramadero en el censo CONAGUA 2004 Figura No S-7 existían 254 Pozos en uso, 222 pozos sin uso y 393 pozos que no se pudo evaluar su condición.

Como se puede observar en la imagen y el recuento todas estas extracciones están la mayor parte en la parte baja del valle pegadas a las comunidades en la línea de comunicación de la carretera y la energía eléctrica.

Este abuso en el número de perforaciones se generó desde los inicios de los ochentas, cuando llegó el auge de las maquiladoras industriales automotrices, así mismo como podemos observar en la imagen Número 17 S-8 del mismo archivo

Derramadero CONAGUA de julio del 2004 se muestra que ya se iniciaban las perforaciones por debajo de los 400 mts como se resume en la siguiente tabla número 39 (Carpeta de Archivo capítulo 5) Acuífero Derramadero.

En esta tabla se puede observar el abuso que se cometió en profundizar los pozos del acuífero superficial a un acuífero profundo por encima de los 500 mts.

Mas sin embargo la industria automotriz inicio exploraciones a estratos más profundos provocando con esto una caída en los niveles de la mayoría de los pozos de la zona que ya habían explorado a 500 mts.

Igualmente que en el área sureste la región de Derramadero y Agua nueva no fueron la excepción para el abastecimiento de la mancha urbana de Saltillo y también se construyeron pozos con una excelente calidad a profundidades que excedían los 250 mts y llegaron a extraer parte del acuífero para suministro urbano.

5.2.2 Los pozos explotados por AGSAL en el acuífero de Derramadero

En la Siguiete tabla número 40 de la carpeta (Acuífero de Derramadero) se muestran los pozos que se visitaron y operan en el acuífero de Derramadero y en algunos son de abastecimiento urbano así como abastecimiento domestico rural, agrícolas.

En esta tabla podemos observar que los pozos destinados a abastecimiento urbano son de gran cantidad en lps JAG02, PIN01, SFE02, de 100 litros por segundo,

mientras que los que son para uso doméstico rural PAN 02, PAN05, son de muy apenas 4 lps, y varios que están inactivos o secos, así mismo podemos observar el PAN 01, PAN04, son pozos de uso agrícola para el cultivo de la papa, o sea son agricultores capitalistas que no están en el programa de granos básicos o de siembra de cultivos no muy rentables (Frijol y maíz), si no por el contrario usan tecnología de punta en los sistemas de riego presurizados (Pivote Central, Goteo, Micro aspersion) que logran eficiencias por encima del 85 % pero no para preservar el acuífero, sino para aumentar sus superficies de riego consumiendo el mismo gasto, esto es porque tienen los recursos económicos para construir un buen pozo con alta tecnología. Los pozos de esta tabla de bajo gasto no cuentan ni con los equipos de bombeo adecuados, inclusive es muy frecuente los cortes de energía eléctrica por falta de pago, lo que hace una condición de gestión de agua muy bajo ya que a lo largo del año es más económico comprar agua en pipas a razón de \$15.00/ metro cúbico, que pagar el recibo de la luz.

En esta misma tabla Número 40 se puede observar que en el lugar conocido como las presitas PAN77, PAN78, PAN79 ya se inician los bombeos utilizando la energía de foto celdas, más sin embargo son de bajo gasto 4 lps a lo mucho y aunque el acuífero cuente con algo más esto es imposible ya que se requeriría una inversión enorme en foto celdas que rebasa el marco económico de instalar luz eléctrica.

En la misma tabla 40 podemos observar que los pozos CNA035, 036, 041,042 agrícolas con gastos enormes iguales o por encima de 100 lps irrigan el cultivo de la alfalfa, un cultivo con demasiada demanda de uso consuntivo (8 mm/día) para el forraje de la industria lechera, solamente estos cuatro pozos bombean 540 lps o sea 0.54

metros cúbicos por segundo, en manos de 4 agricultores lo que representa que si a razón de consumo de 250 lts/día/ habitante y que 1 lps puede suministrar a 345.6 personas multiplicado por los 540 lps estos pozos tendrían la capacidad de suministrar a razón de 186,624 habitantes en la mancha urbana.

La importancia de esta tabla es que de estos gastos explotados, los menores gastos son de las comunidades que subsisten en el área con pozos de bajo gasto y pésima calidad y son vecinos de los agricultores que irrigan cultivos de alta demanda y no les comparten ningún volumen.

En la tabla número 41 se muestran los Pozos del acuífero Derramadero que operan aguas de Saltillo y en ella se pueden observar que 17 pozos aportan $19'131,840 \text{ M}^3$ o sean 19.13 Hm^3 y representan el 24.74 % del total consumido en SAARA como mancha urbana.

Este bombeo está por encima de la recarga natural inducida $19.13/18 = 6\%$ anual de déficit según un servidor que más adelante compararemos con el discurso oficial.

En La tabla número 42 (Anexo en Cd) se muestran el comportamiento de estos pozos con respecto al tiempo, y sus graficas de abatimiento.

En esta tabla 42 se puede observar que comportamiento específico de cada pozo que utiliza Aguas de Saltillo para suministro urbano desde 1987, así mismo se observa

cómo fue cambiando el gasto y a la vez el impacto en el cambio de nivel, por lo cual se construye una gráfica individual de agotamiento de nivel y los intervalos de tiempo donde un servidor no pudo medir dicha variable, o no se obtuvo información o dejó de operar el pozo.

Este tipo de graficas se tienen que construir individualmente ya que varía cada pozo con diferente gasto y traslaparlo a una gráfica general de nivel con respecto al tiempo para obtener la gráfica de abatimiento del acuífero.

Lo más importante de esta tabla es observar que el comportamiento de abatimiento es continuo semi-uniforme con respecto al tiempo, y casi todas las gráficas tienen la misma pendiente de defoculación y no se separan mucho entre ellas, es más algunas se cruzan, esto en términos técnicos nos indica que el acuífero tiene una manifestación continua de abatimiento general (Ningún pozo cambio su pendiente hacia la recarga), aunque no operara, no se recuperó con la misma magnitud de la defoculación.

En la de imagen número 18 se presenta como la Comisión nacional del agua muestra la evolución del nivel del espejo del agua y su abatimiento con respecto al tiempo, tomando como referencia la altimetría sobre el nivel del mar dejando puntos sin retorno o pozos someros 0-100 que no volvieron a recuperarse, lo cual coincide con los pozos explorados en el valle , pero no presenta una curva de abatimiento y su punto de inflexión, lo que esto se genera cuando las propiedades del agua empiezan a cambiar cuando las sales y especialmente el ion sulfato se desprende, que más

adelante analizaremos la calidad del agua de estos pozos en los años cercanos al 2012.

La importancia de este tipo de trabajos sociales es tratar de interpretar con estas herramientas técnicas cuando se va a presentar el punto de inflexión del abatimiento de un pozo, acuífero o venero.

La exposición inicial de este proyecto es que el abatimiento lógico no es infinito, tiene un límite o tope y su marco límite de exposición puede ser la calidad del agua o el grado de disponibilidad de agua por habitante con estos bombeos.

Esto significa que la carga poblacional que puede tolerar un ecosistema llamado acuífero depende del grado de inclinación del abatimiento de una curva generada por la propiedad de un pozo, siendo su límite la calidad del agua tolerable para cumplir con la norma de consumo SSA que este en turno sin defocular el pozo.

Esto es realmente la sustentabilidad de un recurso natural donde se incluyen no solo políticas sociales sino que es dependiente de la naturaleza y su comportamiento ante el consumo. En la imagen número 19 y 20 se muestran la “Evolución de los niveles Dinámicos” y el comportamiento general de este acuífero incluyendo todos los pozos que suministran agua a la mancha urbana.

Estas gráficas fueron construidas de la tabla 41 y se incluyeron las gráficas específicas individuales en una general. En la imagen 21 de este archivo se puede

observar como se ha abatido casi 72 mts por debajo del nivel dinámico del análisis general del acuífero, o sea se ha abatido esta profundidad del almacenamiento, ya que en el contexto sustentable se entiende que no debe de bajar el nivel ya que la extracción debe ser igual o menor a la recarga, con esta pendiente de la curva y el tiempo en "X" observamos que la recarga debe de ser 8.9 Hm³ al año para que no se presente esa inclinación y el bombeo bajo esta medición es de 9 Hm³ al año por lo que este acuífero esta abatido pero no es crítico.

En el análisis social del Valle de Derramadero la mayor parte de las comunidades ejidales se quedaron sin agua, por la agresiva introducción del cambio del suelo de agrícola a industrial. El cambio de la ley sobre la propiedad ejidal provocó que el auge industrial arrasara con los predios más cercanos a la enorme maquiladora automotriz, lo que generó la venta de sus terrenos y cada empresa inicio exploraciones a estratos muy profundos que en la actualidad ya rebasan los 1000 metros.

La antigua zona Ganadera y pecuaria de la región de inmediato se vio transformada por una gran cantidad de pequeñas empresas filial a Chrysler, la mano de obra fue requerida primero en la construcción de sus plantas y segundo para la fabricación de sus piezas.

Se desato el desarrollo industrial en 10 años lo que la zona generó la necesidad de construir vías de ferrocarril más rápidas para poder sacar del país los coches que aceleradamente se construían, pronto emergieron hoteles, restaurantes, supermercados, líneas de transporte, compañías que extraían del valle todo el material

de desecho industrial (Papel, plásticos, madera, botes de pintura) que al inicio fueron a parar a los arroyos y al bosque final de la cuenca.

Entre la industria maquiladora y los pozos de agua potable para la ciudad devastaron el valle contaminándolo con los residuos industriales del proceso de pintura de coches, dejando una marcada línea de pobreza, ya que como se puede observar no hubo beneficio alguna para la zona el ingreso de estas empresas al valle, ya que su utilidad no la reinvierten en la zona, no participan en los proyectos sociales de la comunidad y su discurso de defensa es que vienen a crear empleos directos, pero es claro que no tienen interés en los derechos y patrimonios de su cultura.

Hoy en día se puede observar como las pipas de agua hacen su negocio vendiendo el vital líquido a las comunidades que un tiempo atrás gozaron de este recurso en su cuenca y en su valle. Las pipas toman el agua de los ranchos agrícolas que poseen buenos pozos como se mostró en las tablas anteriores y se comercializan a precios exagerados (hasta \$ 50.00/ M³).

Hoy se puede observar dos escenarios. El Capitalismo representado por la sobreproducción de coches y sus filiales industriales, los ranchos agrícolas bien equipados produciendo hortalizas de exportación y aprovechando los recursos naturales y el medio ambiente y el otro mundo el de la pobreza de sus originales pobladores que vendieron a precios irrisorios sus predios, se quedaron sin patrimonio y pasaron a ser trabajadores de subsistencia de estas mega empresas bajo el amparo y

protección del servicio público, en donde el agua solo la tienen aquellos que gozan del amparo y protección que da el capitalismo.

5.3 EL VALLE DE SAARA

La región constituida por las ciudades de Saltillo, Ramos Arizpe y Arteaga, en Coahuila, ha tenido un crecimiento acelerado a partir de los años setentas, debido principalmente al desarrollo industrial, reflejado en el asentamiento de un gran número de empresas. Como consecuencia, la población se ha cuadruplicado, la demanda de servicios ha aumentado, así como también la demanda de recursos naturales, en especial del agua. La “*disponibilidad de agua*” es especialmente importante, debido a que la región está localizada como lo hemos mencionado en capítulos anteriores en una zona semidesértica con baja precipitación pluvial (300-500 mm/año).

Hasta hace unas cuatro décadas, el valle de Saltillo contaba con reservas suficientes de agua para atender las necesidades de su población, tanto para uso público urbano, como para aplicaciones agrícolas e industriales. Con el paso del tiempo, el crecimiento y desarrollo de las ciudades de Saltillo y Ramos Arizpe, detonado por la instalación de varias empresas importantes en la región, incrementó la demanda de este recurso y se rebasó la capacidad de los mantos acuíferos regionales, por lo que actualmente se extrae agua a mayor profundidad, a mayor costo y de menor calidad.

En la región de SAARA el agua de buena calidad disponible es un recurso escaso que se ha ido agotando paulatinamente. Esta situación puede continuar agravándose en el futuro por el crecimiento desordenado de la población, la sobre-

explotación y sobre-concesión de los recursos hídricos disponibles y la posibilidad de que se presenten sequías relativamente prolongadas, entre otras razones. Si esto ocurre según la tendencia del fenómeno climatológico, la escasez aumentaría severamente trayendo como consecuencias el encarecimiento del agua y la competencia entre los usuarios urbanos, agropecuarios e industriales.

La Ciudad de Saltillo, Coahuila, es el típico ejemplo del noreste de nuestro país en donde se concentra una mancha urbana y un desarrollo industrial no acorde al recurso del agua del subsuelo, la cultura de consumo, la baja eficiencia en sus sistemas de distribución y la demanda industrial del recurso han llevado al lastre los ecosistemas superficiales depredando su estructura ecológica por el excesivo bombeo de pozos en la zona.

A esta velocidad cada vez se exploran a mayor profundidad recursos de agua que se deberían guardar para un futuro más promisorio pero al contrario se extrae más agua y de mayor distancia para poder cumplir a esta mancha urbana que tal parece dar la imagen de ser infinita.

5.3.1 Historia del abasto del agua en el Valle de Saltillo

Para poder ingresar en las variables evaluadas, recopiladas e investigadas de este trabajo sobre la problemática del agua en el valle de SAARA presento un breve resumen técnico de la historia del abastecimiento.

Desde la fundación de Saltillo hasta 1903.

En la época prehispánica y durante la colonia (Dav-77) existían en el valle de Saltillo numerosas ciénagas formadas por las corrientes de agua en los bajíos. El valle constituía un oasis de verdor; numerosos manantiales (más de 665, según Fray Agustín Morfi, que lo visitó en 1777) vertían sus aguas en una red de arroyos que cruzaban el valle en todas direcciones.

Aún el mismo nombre de Saltillo está relacionado con el agua. El bachiller Fuentes (Fue-1792) escribió; “Se piensa que la voz de Saltillo es chichimeca, compuesta de otras.... Que en su origen quería decir: Tierra alta de muchas aguas”. Otros historiadores opinan que Saltillo es una palabra castellana, un diminutivo de salto, y que puede referirse al pequeño salto o cascada que el ojo de agua principal (localizado al sureste de la ciudad) formaba al precipitarse al arroyo desde su nacimiento.

Alberto del Canto, quien fundó la villa de Santiago del Saltillo hace 445 años, al hacer el reparto de las tierras entre los primeros trece colonos asignó a cada uno por lo menos un lugar donde se contara con un ojo de agua (Can-86). Aproximadamente 15 años después llegaron varias familias tlaxcaltecas, las cuales fundaron el pueblo de San Esteban de la Nueva Tlaxcala al lado de la villa española. Los vecinos de ésta recibieron con agrado a los nuevos vecinos y les cedieron las mejores tierras y la mayor parte del agua (Incluyendo $\frac{3}{4}$ partes de lo suministrado por el manantial del ojo de agua) de los copiosos manantiales del rico y hermoso valle (Ale-78).

Hasta finales del siglo XIX (Dav-77), “Saltillo continuaba siendo una población provinciana, carente de los más elementales servicios públicos: No había agua entubada.... Ni drenaje”...”. El suministro de agua estaba regido por fracciones y múltiplos de la medida convencional llamada “pajas”¹³⁷ de agua, con especificaciones del lugar en que se hace uso de la misma. El total de pajas asignadas era de 52, que equivalen a un caudal de 0.390 litros por segundo (lps).

Desde 1903 a la fecha (Sistemas de Agua entubada).

En 1898 el Gobierno del Estado (Cue-82) “Celebro un contrato para la instalación de las tuberías de agua y drenaje. Los trabajos se realizaron rápidamente y para 1900 ya estaban colocados gran parte de ellos,..... Estas redes.... Fueron terminadas en 1903. Para esta época la demanda de agua era superior a la suministrada por el manantial del ojo de agua, por lo que el Municipio adquirió 4 días del agua de Arizpe, y como ésta también fuera insuficiente, se compró el agua de la hacienda de Buena Vista (Hoy la UAAAN) y se construyó el colector para traerla, terminándose este trabajo para ese mismo año”. En ese entonces contaba Saltillo con 30,000 habitantes.

En este punto de la historia podemos observar que si existía recurso natural (Disponibilidad del agua natural), pero carecía de infraestructura hidráulica o redes de suministro de agua y saneamiento.

En 1904, el Municipio celebró un convenio con la compañía neoyorquina “Dillo” para instalar una nueva red de agua.

¹³⁷ Una paja de agua equivale 000.00750 de litro/ seg
Fuente .Decreto de 1863 Roberto Carrera Stampa.Jacinta Palerm/Carlos Chairez(2002). Medidas antiguas de Agua. Relaciones, otoño, Vol.23. número 92. El Colegio de Michoacán, Zamora, México pp.227-251.

En 1906, el municipio instaló medidores, con el fin de controlar el consumo de agua, pero éstos (Cue-82) “tuvieron una corta duración de servicio, pues la gran cantidad de cal que contiene el agua los ensarro en pocos años”.

Aquí se puede observar que la calidad del agua del valle siempre ha estado relacionada con el Cálcico Carbonatado y bicarbonatado, así como la presencia de sales que pigmenta las tuberías de color blanco y tiene incrustaciones cristalizadas.

Al irse extendiendo la ciudad también lo hicieron las redes de agua. También se construyeron un gran número de tuberías de desagüé, las cuales se obturaban con frecuencia, debido a su pequeño diámetro.

En 1925 contaba Saltillo con 40,000 habitantes, y se había extendido principalmente hacia el oriente y el poniente. El señor José de León obtuvo del municipio una concesión por 25 años para abastecer agua una zona comprendida entre las calles de Urdiñola y General Cepeda. Este servicio que se denominó “Agua de Oriente” se surtía del venero situado cerca de la fábrica de El Labrador. En 1951 pasó a ser propiedad de la ciudad. Para solucionar la falta de agua de la zona poniente, el municipio hizo uso del agua de la fundición y del ferrocarril.

En 1943, los gobiernos municipal y estatal solicitaron y obtuvieron, del banco de México, un préstamo con el fin de buscar nuevas fuentes de abastecimiento, mejorar las instalaciones de las zonas de captación y aumentar la red de distribución. Entre 1947 y 1948 (Cue-82) “Se instaló una nueva red de agua en la mayor parte de la población;

también se instalaron nuevos colectores y redes de drenaje y se perforaron varios pozos profundos en Buenavista, que se unieron por medio de túneles al agua del refugio, para traerse a la ciudad por una tubería de mayor capacidad de la construida en 1903". (Hoy túneles y pozos de la Narro completamente secos).

En 1963 contaba Saltillo con una Población de 100,000 habitantes y un abasto de 160 lps, insuficiente para cubrir las necesidades de su población. Dando una relación general de disponibilidad de 138.24 lts/día habitante que multiplicado por la pésima eficiencia que existía en los sistemas de conducción y abastecimiento 52% resulta de 72 lts/día habitante. Insuficiente para cumplirle a esta carga poblacional se decidió entonces perforar en el lugar conocido como Loma Alta, en las proximidades de Arteaga.

En 1966, la Secretaria de recursos Hidráulicos preparó un proyecto para ampliar el sistema de agua potable, con el fin de ampliar su cobertura a 200,000 habitantes. En 1967 se pusieron en servicio los pozos 1 y 3 (Loz-80) que dieron un caudal de 150 lps cada uno; el pozo dos se descartó por no considerarse costeable su explotación. Entre las obras consideradas como parte de este proyecto se cuentan, entre otras, la perforación de cuatro pozos en Loma Alta, la construcción de líneas de transmisión y de un tanque regularizador de 1,500 M³ localizado en la rotonda (Urdiñola y Fundadores).

En 1967 se creó la Junta para el Abastecimiento de Agua Potable y Alcantarillado de Saltillo (JAAPAS). Según mi punto de vista en base a los trabajos que

realice en los 70's dependencia que genero un mundo corrupto de obras y carente de personal calificado y que fue además el origen de tantos problemas que aún se presentan en la ciudad y que solo sirvió para el enriquecimiento de familiares de funcionarios en turno.

En 1970 se introdujo la red de agua en las colonias de la periferia, se llevó a cabo un programa de reposición de tuberías en toda la ciudad y se ordenó la construcción de cañerías para el desagüe pluvial. En 1973, a través del programa de la Residencia de Geohidrología y Zonas Áridas de la SARH, se inició la perforación de los pozos 5 y 6 de Loma Alta, y la profundización del 4, trabajos que concluyeron en 1977, obteniéndose un gasto de 60 lps del pozo 4 y de 150 de cada uno de los pozos 5 y 6.

En 1975 se construyó un nuevo tanque de almacenamiento de 1500 M³ y se añadieron 200 kms a la red de agua potable. En los años 1978-79 se perforaron tres pozos en el Cañón de San Lorenzo, al sur de la ciudad. De los pozos 1 y 2, se extrajeron inicialmente 100 y 60 lps; el tercero dio un gasto muy bajo por lo que no se justificó su explotación.

En 1980, después de una sequía que se prolongó año y medio, los pozos de Loma Alta, de los que se obtuvieron 660 lps en total en 1977, proporcionaban solo 495 lps, o sea un 75% del caudal inicial. Igualmente, el gasto de los pozos de San Lorenzo se había reducido a 48 y 27 lps, 47% del inicial. La zona de Buenavista, que antes de 1967 había sido la fuente principal de abastecimiento, daba 151 lps, de los 160 lps anteriores a la sequía. Se contaba entonces con un total de 721 lps (de los 980

anteriores a la sequía). La población de Saltillo, de 271,000 habitantes en ese entonces, requería 941 lps, en base a una dotación de 300 litros/habitante-día, por lo que el déficit de agua alcanzó 221 lps.

En vista de esa situación, y de la creación del corredor Industrial Saltillo-Ramos Arizpe en ese mismo año, el Gobierno Estatal ordenó la perforación de pozos profundos en la zona de Zapalinamé, al oriente de Saltillo. En ese mismo año se inició la construcción de 5 pozos que se pusieron en servicio en 1981.

Esta medida siempre ha sido recurrente o repetitiva por los políticos que creen que perforando más pozos se extraerá más agua de la que se tiene, aunque es un medio populista de disfrazar un trabajo les ha funcionado en base a la falta de conocimiento o educación ambiental de los habitantes sobre la región.

Bueno pues en esta época se desencadenó la carrera industrial maquiladora automotriz, que para muchos ha sido la base del desarrollo en el noreste de México, la cual no comparto ya que desde mi punto de vista en base a la región y disponibilidad del agua este proyecto fue el inicio de la depredación de los ecosistemas de la cuenca, que al final del año 2011 no hemos visto un beneficio ecológico sino una maquinaria de generar más pobres a través de empleos poco remunerados.

También en 1980 la compañía INRA, S.A., de la ciudad de México, elaboró un proyecto para la rehabilitación y ampliación del sistema de agua potable y alcantarillado. En este proyecto se consideró, además de varias obras de

infraestructura hidráulica, y por primera vez el tratamiento y reciclaje de aguas residuales.

En 1983 se creó el organismo público descentralizado “Sistemas de Agua potable y Alcantarillado de Coahuila” (SAPAC), organismo estatal que trataba de organizar y administrar las políticas de suministro de agua urbana y potable del estado, al cual pasaron a depender la mayor parte de las juntas incluyendo JAAPAS. También en este año, la compañía Ingeniería Ambiental y Ecología, S.A., de la ciudad de México, presentó a la dirección de Usos del Agua y prevención de la Contaminación un proyecto para el “Distrito de la calidad del agua en la zona metropolitana de Saltillo, Coahuila”. En este proyecto se propone la instalación de tres plantas para el tratamiento de aguas negras de Saltillo, Ramos Arizpe y Arteaga. En esta etapa se iniciaba la visión integrada de SAARA como una mega ciudad.

En 1984 La subdirección de Geohidrología y Zonas Áridas, de la representación local de la SARH, presentó un informe de los aprovechamientos subterráneos de agua potable, en el cual se concluye que los acuíferos de Zapalinamé y Loma Alta están sobreexplotados; el de San Lorenzo estaba en equilibrio. El abatimiento promedio de los pozos de Loma Alta era, en ese entonces de 2.25 metros/año; en cambio el de los pozos de Zapalinamé alcanzaba 13.80 metros/año, por lo cual se concluyó que el primer acuífero podría tener una vida útil más allá del año 2,000, si no se incrementaba la explotación; en cambio la del segundo no sobrepasaría los 7 años.

Es aquí en este punto donde faltó la acertada asesoría de la Sustentabilidad ya que se propuso programar nuevas zonas de explotación para el abastecimiento de agua potable, fuera del área de influencia de las zonas explotadas. La extracción del recurso del agua de otras cuencas fuera de la periferia urbana, violando los derechos patrimoniales de sus habitantes, como lo describí anteriormente se solucionó el abastecimiento urbano pero con un costo ecológico enorme, ya que de donde extrajeron el agua dejaron pobreza y desarticulación del proceso agrícola. (Cuencas del sureste de Saltillo, Derramadero).

En 1985 la SARH inicia la serie de exploraciones más agresiva de la historia tratando de encontrar recursos que sustenten la vida económica del valle ya incluyendo a las ciudades de Ramos Arizpe y Arteaga, apoyados de tecnología de punta y equipos de perforación más capaces de ir a mayores profundidades, considerando esta etapa el inicio de una devastación más agresiva sobre los ecosistemas y valles circunvecinos a el área metropolitana, perdiendo las áreas rurales patrimonio e identidad sobre sus valles y cuencas, con la legislación de que el recurso del agua (Ley Federal de Aguas) es primordialmente de uso común.

Así mismo en los últimos años de la década de los ochentas se perforaron 4 pozos más en Zapalinamé; de los 9 que existían en total, 6 se encontraban activos, 1 no funcionaba y 2 no entran todavía en operación, También en Loma Alta se perforaron 4 pozos más, para tener en la actualidad un total de 11, 6 de los cuales están en operación, 2 inactivos y 3 no entraban aun en operación. En Mayo del 85 se estaban

extrayendo 408 lps de Loma Alta y 417 de Zapalinamé. El gasto total considerando los 23 pozos restantes, fue de solo 940 lps.

En el mes de julio del 86, la delegación local de la SARH inició la construcción de 21 gaviones, o represas de filtración, con el fin de aumentar la captación de agua en la zona de Zapalinamé. Esta acción considero fue la primera en abordar el problema desde su recarga, anteriormente se realizaban acciones aisladas pero nunca se consideraba los bordos y los gaviones para tratar de detener el agua del escurrimiento y lograr que se infiltrara recargando los acuíferos de la región, más sin embargo dado a las propiedades de baja capacidad de infiltración del agua en el suelo esta acción no tuvo mucho éxito.

En el mes de agosto del mismo año, PEMEX anunció que pondría a disposición del Gobierno del Estado 7 pozos perforados por la paraestatal en nuestro estado, los cuales están en un radio de 145 kilómetros de Saltillo; desafortunadamente no ofrecieron una garantía para un abasto seguro de agua.

La zona de General Cepeda y Patagalana en Parras de la Fuente son las más vulnerables a ser explotadas para el abastecimiento urbano, dada su gran volumen con que aun cuentan esos acuíferos y es el que ha recibido más atención en los últimos años. La Ex delegación local de la SARH llevo a cabo los aforos de este acuífero desde inicios de los 90's, si esto se concretara dado a la gran presión que existe entre el naciente consorcio habitacional "Ciudad Derramadero" sería uno más de las atrocidades cometidas contra los derechos patrimoniales de las cuencas, en donde el

valle de Paila y parte de la Comarca Lagunera pagarían las consecuencias de esta explotación.

5.3.2 Análisis del desarrollo poblacional de SAARA

Aunque la capital coahuilense se ubica como una de las urbes con menor grado de marginación, lo cierto es que no escapa de la pobreza ya que cuenta con 177 mil 905 pobres. De acuerdo con los datos estadísticos de la Comisión Nacional de Evaluación de la Política de Desarrollo Social (CONEVAL), en Saltillo viven en pobreza $177,905/709,671 = (25.06 \%$ de la población), de los cuales 16 mil 678 se ubican en el rango de pobreza extrema de los cuales carecen de los sistemas más básicos para su desarrollo, especialmente la disponibilidad del agua y el resto 161 mil 228 en pobreza moderada.

En la ciudad el 9 por ciento de la población, 68 mil 456 son gente con ingreso inferior a la línea de bienestar mínimo, en tanto que 272 mil 390 están por debajo de la línea de bienestar. En contraparte, los resultados del Censo 2010 del Instituto Nacional de Estadística, Geografía e Informática (INEGI), no sólo revelan que Saltillo ocupa el segundo lugar a nivel nacional en cuanto a población con mayor cantidad de años escolares, sino que también se ubica a la capital coahuilense como uno de los 10 municipios con menores índices de marginación en el país.

Entre 2005 y 2010, cerca de 45 mil personas de otras entidades de la República emigraron a Saltillo, de las cuales 26 mil provienen de Nuevo León. Aunque cada año se avanza en la introducción de servicios, no se ha logrado llegar a la

cobertura total debido en gran parte a que la ciudad sigue creciendo, además que cada año se incorporan más colonias que dejan de ser irregulares.

5.3.3 Evolución de la población de SAARA

Como podemos observar en la tabla 43 se muestra la evolución de la población en el valle con su representación gráfica número 15 (Carpeta de Archivos Capítulo 5).

Año	Población del Mpio. de Saltillo	Población del Mpio. de Ramos Arizpe	Población del Mpio. de Arteaga	Población total de Saltillo, Ramos y Arteaga
1900	40,442			
1910	53,980			
1920	60,705			
1930	66,609	15,941	9,836	92,386
1940	75,721	21,161	13,621	110,503
1950	98,603	19,727	13,845	132,175
1960	127,772	17,212	13,205	158,189
1970	190,994	19,266	15,763	226,023
1980	321,758	23,092	18,345	363,195
1990	440,920	28,246	17,414	486,580
2000	578,046	39,853	19,374	637,273
2005 (3)	648,929	56,708	19,622	725,259
2010 (2)	720,000	74,000	20,000	814,000

En ella podemos observar que la pendiente de crecimiento se incrementó a finales de los 70's e inicios de los 80's con el ingreso de la industria maquiladora automotriz en Ramos Arizpe, aunque la ciudad de Ramos no creció fue Saltillo el que recibió el impacto del incremento poblacional.

Así mismo podemos observar en la tabla 44 y grafica Número 16 la relación de crecimiento de SAARA con respecto al tiempo por década y en el periodo de 1970 a 1980 casi se duplico la población y durante las siguientes décadas sostuvo ese crecimiento.

Esto se puede interpretar que gran parte de la población económicamente activa desarrolla actividades en Ramos Arizpe pero vive en Saltillo, mientras que en Arteaga su desarrollo industrial fue casi nulo pero eminentemente agrícola.

Tabla Número 44

Crecimiento de la población de las tres ciudades en cada década			
Año	Crecimiento de Saltillo	Crecimiento de R. Arizpe	Crecimiento de Arteaga
1900			
1910	13,538		
1920	6,725		
1930	5,904	15,941	9,836
1940	9,112	5,220	3,785
1950	22,882	-1,434	224
1960	29,169	-2,515	-640
1970	63,222	2,054	2,558
1980	130,764	3,826	2,582
1990	119,162	5,154	-931
2000	137,126	11,607	1,960
2010 (2)	70,883	16,855	248

Fuente:

1. Datos de los censos de Población y Vivienda de México - INEGI, con excepción de los datos de 2005 y 2010.
2. El dato del 2010 fue calculado en base a proyecciones de años anteriores.
3. El dato del 2005 no es censal, sino de un Conteo de Población de INEGI.

Así mismo podemos observar en la tabla 45 grafica 17(Carpeta de Archivos) que la mancha urbana de Saltillo posee el mayor por ciento de la población de SAARA, pero no todos trabajan en este municipio.

Tabla Número 45		
Relación en por ciento de los habitantes de SAARA		
	Habitantes	%
Saltillo	725,123	88.09
Ramos Arizpe	75,461	9.16
Arteaga	22,544	2.75
Total	823,128	100

5.3.4 La disponibilidad del agua por habitante en el Valle de SAARA

La disponibilidad es un término en ingeniería muy útil para evaluar el grado del problema de abastecimiento. La disponibilidad se refiere a que no solo este presente el fluido, sino que cumpla con la calidad normativa en caso y el gasto para las funciones básicas del individuo.

La cantidad de agua que las personas realmente utilizan en un país depende no sólo de las necesidades mínimas y de cuánta agua se dispone para el uso, sino también del nivel de desarrollo económico y del grado de urbanización.

Es difícil estimar la cantidad de agua que se necesita para mantener estándares de vida aceptables o mínimos. Además, las diferentes fuentes de información emplean diferentes cifras para el consumo total de agua y para el uso del agua por sector de la economía.

En general se considera que un volumen de 20 a 40 litros de agua dulce por persona por día es el mínimo necesario para satisfacer las necesidades de beber y saneamiento solamente, según Peter Gleick, presidente del Pacific Institute for Studies in Development, Environment and Security. Si también se incluye el agua para bañarse y cocinar, esta cifra varía entre 40 y 150 litros per cápita por día.

Se han propuesto varias cantidades distintas como estándares mínimos. Gleick propone que las organizaciones internacionales y los proveedores de agua adopten "un requerimiento general básico de 70 litros por persona y día" como estándar mínimo para satisfacer cuatro necesidades básicas: para beber, saneamiento, bañarse y cocinar.

Para poder evaluar la disponibilidad del recurso en SAARA es indispensable investigar las condiciones que guarda los acuíferos que aportan el suministro a la mancha urbana y compararlos con el discurso oficial, anteriormente analizamos sureste de Saltillo y Derramadero. Ahora analizaremos Saltillo Urbano, Zapaliname, Saltillo Ramos Arizpe.

En la siguiente tabla 46 nos muestra el discurso oficial del historial de necesidades contra consumo que se ha generado históricamente en Saltillo, considerando un volumen de suministro de 250 lts/día Habitante que restándole las eficiencias de conducción, y de suministro globalmente tendríamos un gasto habitacional de $250 \text{ lts} \times 0.65 = 162.5 \text{ lts /día /habitante}$.

Esto supone según la siguiente grafica número 17, cuyos datos se producen en la tabla 46, que casi a lo largo de la historia de abastecimiento de agua a Saltillo siempre ha existido la necesidad de bombear mayor gasto que el suministrado, este fenómeno lo presentan todas las ciudades, más sin embargo la forma de la distribución y el acceso al fluido no siempre es igual, que una estadística o grafica indique.

Fabiola Sosa del Colegio de México desarrollo un Índice de eficiencia sobre la gestión integrada del agua para la ciudad de México, en el cual expone a través de un mapa realmente la disponibilidad por sectores o colonias. El cual en este trabajo más adelante expondremos y sirve para evaluar realmente con una calificación que tan eficientemente se cuenta con la disponibilidad del agua. En este tipo de graficas del sector oficial no nos apoya para evaluar que condición guarda los acuíferos de donde proviene dicho abastecimiento, ya que solo indica cómo se comportó el fenómeno suministro-demanda.

Este trabajo tiene como objetivo conocer cuál será el comportamiento del origen del recurso para que se siga manifestando el suministro, es decir cuál es el grado de abatimiento de los niveles de los acuíferos y cuál es el tiempo de retorno o punto de inflexión.

5.3.5 Los acuíferos a portantes a SAARA

Los principales acuíferos que abastecen a la región son: Saltillo-Ramos Arizpe, Cañón del Derramadero, Saltillo Sur, General Cepeda-Sauceda y Región Manzanera Zapalinamé. Como se muestra en la Tabla Número 47 volúmenes de extracción contra acuíferos y la gráfica número 19. Volúmenes de apoyo por acuífero.

Volúmenes actuales de extracción por acuífero y su destino de consumo

Usos del agua	Ac. SRA	Ac. C.D	AC SS	Ac RMZ	Totales
Urbano - Aguas de Saltillo	34.5	7.5	8	0	50
Urbano - SAPARA	7	0	0	0	7
Urbano - SIMAS-Arteaga	1	0	0	0	1
Urbano - Particulares	3.7	0.4	3.2	1.5	8.8
Industriales	5.6	0.7	0	0	6.3
Agropecuarios	22.2	7.7	5.6	74	109.5
Totales	74	16.3	16.8	75.5	182.6

Ac. SRA	Ac. C.D	AC SS	Ac RMZ	Totales
74	16.3	16.8	75.5	182.6

El agua extraída de los mismos se distribuye de la siguiente forma como se muestra en la tabla número 48 y grafica 20 entre los diferentes sectores: 56% para el agropecuario, 35% para el urbano, 4% para la industria y el 5% restante para otros usuarios (CONAGUA 2002, 2007, 2010).

Tabla Número 48
Distribución y usos del agua en diferentes sectores

Usos del agua	Totales
Urbano - Aguas de Saltillo	50
Urbano - SAPARA	7
Urbano - SIMAS-Arteaga	1
Urbano - Particulares	8.8
Industriales	6.3
Agropecuarios	109.5
Totales	182.6

Como podemos observar el volumen que consume el sector urbano total de SAARA es de 86.8 hectómetros Cúbicos al año que dividido en el 2010 en una población total de 823,128 nos da una relación de 288.90 litros/habitante/día x 0.65= 187.80 litros/habitante/día. Falta analizar o evaluar por medio de IEGA el grado de la distribución. Podemos observar que el sector agrícola consume 109.5 Hm³/año o sea el 60 % del gasto total, pero muy pequeño con respecto a la relación agrícola/urbano 1.26, esto nos indica que ya no se le puede quitar gasto al sector en la producción de alimentos, ya que en países desarrollados por cada litro urbano se consumen 50 litros en el sector agrícola.

Así mismo se puede observar que el acuífero región manzanera Zapalinamé es el que aporta mayor cantidad con el 75.5 Hm³/año o sea el 41.35 % y los dueños propietarios de esta región urbano Arteaga solo consume el 1.32% el resto lo ve pasar rumbo a la mega mancha urbana de Saltillo.

Explicado en otros términos la cuenca o el valle de la Sierra de Arteaga que genera la recarga en las montañas por encima de la cota 1100 msnm se le extraen el 41.35% del agua que se consume en una mancha urbana que al contaminarse con residuos urbanos no vuelve a la cuenca generando un déficit en el ciclo del ecosistema, en cambio el agua rural utilizada en el sector primario irrigando cultivos básicos, aunque tiene una pésima eficiencia, estos contribuyen a que el agua regrese a los acuíferos.

Ahora analizaremos el balance que presentan los acuíferos a portantes¹³⁸.

¹³⁸ Fuente: Información tomada de los Estudios de Determinación de la disponibilidad de agua de CONAGUA en los acuíferos SRA, Cañón de Derramadero y Región Manzanera-Zapalinamé, de los registros del REPDA

En la Tabla Número 49 se presentan datos que demuestran el balance negativo imperante en los acuíferos regionales.

Balance recarga/extracción de cuatro acuíferos que cuentan con Estudio de Disponibilidad de Agua en la región SRAA (Conagua 2002, 2007, 2010)

Acuífero	Recarga vertical y horizontal (Mm ³ /año)	Extracción y Descarga Natural Comprometida (Mm ³ /año)	Cambio total de almacenamiento (Mm ³ /año)	Volumen concesionado de agua subt. (Mm ³ /año)
Saltillo- Ramos Arizpe	29.48	42.71	-13.23	45.56
Cañón del Derramadero	17.98	19.50	-1.52	18.11
Región Manzanera-Zapalinamé	55.41	73.49	-18.08	59.40
General Cepeda-Sauceda	57.4	44.7	0.0	76.32

Bajo este esquema y según este trabajo tendríamos que el acuífero Saltillo-Ramos Arizpe se encuentra en $29.48/42.71 = 0.6902$ Calificación IEGA.

Región Manzanera Zapaliname $55.41/73.49 = 0.7540$ Calif. IEGA

Cañón de Derramadero $17.98 / 19.50 = 0.9220$

General Cepeda- Sauceda $57.4/44.7 = 1.2841$ contiene recursos por encima de la extracción, motivo por el cual se convierte en un acuífero muy vulnerable a ser explotado e integrarlo a Ciudad Derramadero, pero con el mismo panorama, abastecer nuevas manchas urbanas e industriales pero en ningún momento las comunidades ejidales.

Más sin embargo este fenómeno de extracción ocurre de esa manera con el claro conocimiento oficial ya que si analizamos como debería de ser la extracción tendríamos el siguiente esquema.

para los acuíferos SRA y Saltillo Sur, de los Informes de la Situación de agua potable en Coahuila de CEAS y de datos de Aguas de Saltillo.

Tabla Número 50 Extracción sustentable para precipitación promedio

Usos del agua	Ac. SRA	Ac. C.D	AC SS	Ac RMZ	Totales
Urbano - Aguas de Saltillo	29.8	6.8	7.1	0.0	43.8
Urbano - SAPARA	6.1	0.0	0.0	0.0	6.1
Urbano - SIMAS-Arteaga	0.9	0.0	0.0	0.0	0.9
Urbano - Particulares	3.2	0.4	2.9	1.1	7.6
Industriales	4.8	0.6	0.0	0.0	5.5
Agropecuarios	19.2	7.0	5.0	55.9	87.1
Totales	64.0	14.8	15.0	57.0	150.8

En esta tabla se puede observar que la extracción de 182.6 hectómetros cúbicos al año de los acuíferos de la región está muy por encima de lo que idealmente debería de ser, o sea contra una extracción sustentable para precipitación promedio de 150.8 Hm³ y lo que nunca ocurriría sería de extraer el 70 % de la recarga valor promedio llamada extracción sustentable de 105.5 Hm³.

Actualmente bajo estas condiciones de extracción se tienen una defeculación o abatimiento de los acuíferos relativas a un 77.1 Hm³ al año. Esto Nos lleva a evaluar los niveles de abatimiento de los pozos y otorgarles una frontera que llamaremos “Punto sin retorno” y esto se presenta cuando el nivel del agua ya no tiene capacidad de recuperar su posicionamiento de origen, como consecuencia de que el “Tiempo de retorno” es muy largo (Términos Hidráulicos más de una generación o 50 años).

Dado este análisis se requiere proyectar estadísticamente, el crecimiento poblacional y el reciclaje bajo la misma cultura o esquema y tendencia actual, asumiendo que la sociedad no asuma un cambio real en el consumo.

En Tabla Número 51 (Anexo CD) “Caudales y niveles zona urbana 1” en donde se presentan los pozos específicos de la zona urbana Saltillo, con sus niveles con respecto al tiempo, la variación del gasto y su ubicación.

En Tabla 52 (Anexo CD) “Caudales y niveles Zapaliname 1” en donde se presentan los pozos específicos de esta, con sus niveles con respecto al tiempo, la variación del gasto y su ubicación, así mismo la gráfica general de abatimiento.

En Tabla 53 (Anexo CD) “Caudales y niveles Loma alta 1 en donde se presentan los pozos específicos de esta, con sus niveles con respecto al tiempo, la variación del gasto y su ubicación, así mismo la gráfica general de abatimiento.

En estos 3 grandes archivos podemos observar que todos los pozos sin excepción se encuentran abatidos. Como lo muestran sus graficas específicas, así mismo el conjunto de pozos conforman el abatimiento del acuífero en donde la pendiente de inclinación es gradual y continua de todos los acuíferos, en donde el límite de carga es cuando la capacidad de suministro llegue al tope de 70 lts /día/habitante o la calidad del agua bombeada cambie su propiedad (cuando se inicie la presencia de Ion Sulfato o anhídritas).

Esta información la colaboraremos más adelante sobre calidad del agua.

5.4 ÍNDICE DE EFICIENCIA SOBRE GESTION DEL AGUA

Para poder evaluar este índice fue necesario construir una serie de datos recabados por colonias en el valle de SAARA, con el objetivo de construir un mapa temático sobre los AGEBS del INEGI especialmente sobre la disponibilidad del agua potable y saneamiento, esto arroja una calificación por colonia. (Dra. Fabiola Sosa).

Este método tiene como objetivo conocer físicamente en un plano de ingeniería de AUTOCAD sobre la información de los AGEBS realmente la condición física de disponibilidad del agua, es decir si cuenta con agua potable, cuantos días, cuantas horas, si posee infraestructura Hidráulica de suministro, si cuenta con el drenaje adecuado, si los excedentes fecales los arroja a un arroyo con afluentes continuos, a un arroyo seco, si la colonia, municipio cuenta con planta tratadora de aguas etc. Todas estas variables impactan en la calidad de vida de los habitantes. Es claro pensar que una colonia que cuente con agua los 24 horas del día los 365 días del año, que dicho fluido cumple con la norma de la SSA y que sus drenes o saneamientos sean los adecuados, y al final se trate dicha agua tendrán en su evaluación una calificación de 1.0 y a medida que sus variables sean condicionadas su valor bajara hasta el más crítico que sería aquella colonia que carece del suministro de agua, que la adquiere en pipas con fluido de mala calidad y riesgo para la salud, que carece de drenes o saneamiento, posee letrinas o fosas sépticas, y aún peor podría estar arrojándolo a la

intemperie o aún arroyo con afluentes o seco y su calificación podría llegar hasta 0.125 que es el valor mínimo.

5.4.1 Metodología del levantamiento de datos.

Diseño de la Muestra: Se desarrolló una muestra con 2 repeticiones en donde en la primera etapa se seleccionaron de manera aleatoria áreas geoestadísticas básicas (AGEBS), en la segunda etapa manzanas más representativas asignándole una calificación a la colonia en el área metropolitana de SAARA.

Metodología de recolección de datos: Entrevistas personales “cara a cara” en el domicilio de los entrevistados. Sólo se realizó una entrevista por vivienda seleccionada.

a. Tamaño de la muestra: Un total de 600 entrevistas.

b. Fecha de levantamiento:

Primera repetición del 12 Marzo al 20 de Junio del 2010.

Segunda repetición del 5 de Agosto 2011 al 17 de febrero del 2012

Precisión: La precisión de las estimaciones es de $\pm 5\%$ con un nivel de confianza del 95% en los principales indicadores. Para que esto sea cierto, el muestreo debió ser estratificado, ya que los AGEBS son de tamaños muy variables.

Perfil de Entrevistados. Los entrevistados se distribuyeron en la forma siguiente, por edad y sexo:

14.3 % mujeres de 18 a 39 años de edad, 47.5 %, mmujeres de 40 o más años

12 % hombres de 18 a 39 años y 26.2 % hhombres de 40 o más años.

La escolaridad de los entrevistados fue:

Primaria: 12.0 %, Secundaria: 22.0 %, Carrera Comercial / Técnica: 10 %, Preparatoria: 38 %, Licenciatura: 15 %, No estudió: 13 %

Personas que participaron en esta breve encuesta 8 (estudiantes licenciatura de la UAAAN). El formato de evaluación del IEGA se encuentra en el anexo como figura Número 5 y los resultados de dicha evaluación aparecen en la Tabla Número 54 IEGA Saltillo.

En la tabla Número 55 los resultados de IEGA Ramos Arizpe

En la tabla Número 56 los resultados de IEGA Arteaga

En La Tabla Número 57 los resultados del IEGA rural

Los resultados de estas calificaciones se vaciaron en un mapa geo referenciado y se le asignó una magnitud en color, siendo el azul el sistema más favorecido igual a 1, el color rojo es el sistema más crítico.

En la imagen Número 22 “Mapa de IEGA” Atlas de Riesgo se muestra el resultado de esta evaluación para la zona urbana de SAARA. En donde podemos observar en Saltillo, las colonias que requieren atención tratando de corregir esta calificación. Se les asignó una magnitud en color, en donde el color Negro es la máxima calificación igual a 1.0 y el color rojo es 0.2 calificación crítica antes de ausencia total de “Disponibilidad del agua”.

Es importante observar que existen colonias que cuentan con una infraestructura inmobiliaria de alto costo, más sin embargo tienen una calificación baja en IEGA ya que no cuentan con suministro de agua potable de la red municipal, por que anteriormente

eran residenciales campestres que contaban con pozo privado para esa colonia, pero con el paso del tiempo se abatió y los dejó en estado de indefensión ya que los inquilinos no quieren invertir en un nuevo pozo o profundizarlo, así mismo cuentan con drenaje al interior de esa colonia, pero no tienen salida de drenaje al sistema colector municipal por “X” circunstancia, ya que construyeron fosas sépticas para la recolección general de la colonia y esto aunque sus predios sean residenciales son clasificados como pobres en base a la disponibilidad de agua ya que compran el agua en pipas y la depositan en grandes aljibes.

En este mapa geo referenciado podemos observar que el centro de las tres ciudades tiene calificación de 1, ya que de alguna manera los sistemas operadores nunca descuidan el suministro a estos sectores, donde están concentrados la mayor de las actividades políticas y comerciales.

Existen colonias que según el INEGI pueden ser clasificados como pobres según su evaluación socio económico (PIB, calidad de vivienda, costo inmobiliario etc.) pero pueden no ser pobres en base a la disponibilidad del agua, y en esto se concentran todas las colonias del centro o del primer cuadro que tienen suministro de agua las 24 horas del día todo el año, cuentan con la calidad del fluido que cubre la norma sanitaria y tratan las aguas residuales, aunque sean pobres económicamente no lo son como pobres absolutos ya que la calidad de vida que les proporciona el vital líquido dista mucho de ser pobres absolutos.

En el mismo mapa podemos observar que las zonas marginadas periféricas se presentan mucho la pobreza absoluta. Ya que allí realmente carecen de todos los servicios de suministro de agua y saneamiento así como de recursos económicos y que difícilmente van a ingresar a una mejor calificación ya que es imposible dotarlos del vital líquido.

Dado las condiciones de topografía y construcción urbana en la cual se asentaron (Niños Héroe en Saltillo, Los Cedros en Ramos Arizpe, Pedreras en Arteaga) son colonias que por el bajo costo de los predios \$ 5,000.00/150 M² de los conocidos “Paracaidistas” sería imposible invertir en infraestructura hidráulica ya que sería más rentable apoyarlos con una casa de interés social que construir una infraestructura de alto desembolso, acompañado de un costo de operación elevado (Bombeo a los cerros, lomeríos y valles con piezometría complicada).

Así mismo podemos observar en la Imagen Número 23 “Mapa de IEGA” Atlas de Riesgo evaluación para la zona urbana de Arteaga.

En la Imagen Número 24 “Mapa de IEGA” Atlas de Riesgo evaluación para la zona urbana de Ramos Arizpe.

En la Imagen Número 25 “Calificación IEGA rural” se muestra el mapa temático de las zonas rurales del municipio de Saltillo resultante de la evaluación y su comparación con el testigo de los 70’s.

En este par de imágenes se puede observar el cambio de calificación sobre la gestión integral del agua en la zona rural, en el cual la magnitud de colores rojo es crítico y gris es óptimo. Aquí se puede observar que sus condiciones cambiaron

radicalmente en niveles muy bajos de 0.26 a 0.51. Este fenómeno continúa uniformemente hacia valores bajos de disponibilidad, su pendiente presenta un descenso de 0.81-100 a 0.26-0.51 en 35 años.

5.5 DIAGRAMA DE FLUJO STELLA

Después de calificar la gestión integral del agua se requiere conocer el diagrama de flujo y apoyarnos a conocer la forma de distribución del agua en un sistema de abastecimiento, su eficiencia, la manera en que se pierde el recurso por fugas, la sectorización, etc.

En la Imagen Número 26 y 26 A se muestra el diagrama de flujo ó “COBERTURA DE ABASTO SAARA” y considerando el monitoreo de la red de suministro de agua desde los volúmenes bombeados por todos los pozos registrados, pilas de almacenamiento, rebombeo en línea, se obtienen la siguiente tabla de eficiencias. Tabla Número 58

Hm Cúbico				
Usos del Agua	Pérdidas en Distribución	Totales	% de Pérdida	Eficiencia
Urbano- Aguas de Saltillo	18.5	50	37	63%
Urbano- SAPARA	2.8	7	40	60%
Urbano-SIMAS-Arteaga	0.4	1	40	60%
Urbano-Particulares	3.5	8.8	39.77	60.23%
Industriales	1.3	6.3	20.63	79.37%
Agropecuarios	43.8	109.5	40	60%
Totales	70.3	182.6	38.5	61.50%

Esto da origen al diagrama de flujo que se muestra en la carpeta cobertura de abasto SAARA.¹³⁹

En este punto de la evaluación se puede observar que la eficiencia global de todos los urbanos es de 60.80 % de todo SAARA. La evaluación de IEGA nos indica que tan eficientemente se distribuye el agua espacialmente, la eficiencia de conducción o distribución nos indica que tan eficientemente se distribuyen los volúmenes en el espacio.

El diagrama de flujo nos explica claramente el origen de la recarga, el volumen bombeado, el destino, el déficit, y ahora la eficiencia de conducción. Así mismo, se puede observar en el diagrama de flujo por los monitoreos y los volúmenes registrados la cantidad de Hm cúbicos que recargan la red o acuíferos superficiales.

Así mismo en la siguiente Tabla Número 59 se presenta la información en los monitoreos de aforo de las descargas de agua residual.

Generación de aguas residuales	Actual
Usuarios urbanos de Saltillo	29
Usuarios urbanos de Ramos Arizpe	3.5
Usuarios urbanos de Arteaga	0.5
Usuarios particulares	1.8
Usuarios industriales	2.2
Usuarios agropecuarios	0
Totales	37
Aguas residuales tratadas	Actual
Saltillo	27.1
Ramos Arizpe	3.2
Arteaga	0
Totales	30.3
Reúso de aguas residuales tratadas	Actual

¹³⁹ Dra. Gloria Tobón de Garza Coordinadora del grupo ciudadano del agua Coecyt Coahuila

Saltillo	27.1
Ramos Arizpe	3.2
Totales	30.3

En las partes finales se puede observar que solo Saltillo y Ramos Arizpe juntan el agua para la PTAR (planta de tratamiento de agua residual) que opera con 29 Hm³ de los 66.8 Hm³ que ingresan y este se le trata para cumplir con la norma de regresar el gasto e inyectarlo al arroyo.

Las aguas residuales (AR) deben considerarse como una componente importante de los recursos hidráulicos de una zona determinada. Con un tratamiento adecuado, las AR pueden usarse para algunas aplicaciones, en lugar de las fuentes convencionales de agua de abasto, y permiten reducir la demanda sobre los acuíferos regionales en las zonas en que, como es el caso de Saltillo y Ramos Arizpe, éstos están sobre-explotados.

El tratamiento de la mayor parte de las aguas residuales municipales es relativamente reciente:

A partir de 2007 para las ARM de Ramos Arizpe, y una pequeña parte de las de Saltillo.

A partir de 2008 para la mayor parte de las ARM de Saltillo.

La ciudad de Saltillo tiene actualmente instaladas dos plantas tratadoras de aguas residuales (PTARs) municipales (la Principal y la del Gran Bosque Urbano). Sus capacidades instaladas son de 1,200 y 70 lps respectivamente, de los cuales se tratan 600-700 y 40-60 lps en la actualidad.

La ciudad de Ramos Arizpe tiene instalada una PTAR municipales, cuya capacidad instalada es de 160 lps, y trata actualmente 100-120 lps. Actualmente sólo se reúsa –para riego de jardines municipales- alrededor del 50% (35 lps) del agua tratada en la planta del Gran Bosque Urbano de Saltillo. Hay planes para reutilizarla toda en riego de áreas verdes urbanas.

El tratamiento biológico del agua residual de Ramos Arizpe es mejor, pero el contenido de sales del ART es muy alto ($\geq 1,000$ mg/l SDT). Esto se debe a que el agua de los pozos de RA tiene un alto contenido de sales (580 a 1,230 mg/L). El ART de la PTAR Principal de Saltillo tiene un contenido menor de sales (~500-700 mg/l SDT), pero aparentemente el tratamiento biológico no ha sido muy consistente.

Esta planta se encuentra alejada de los usuarios principales -que están al norte de la PTAR de Ramos Arizpe- (distancia entre las dos plantas: 8-9 kilómetros). No se ha concretado la venta del agua residual disponible de las otras plantas, y ésta se sigue descargando al arroyo La Encantada.

En comparación con los valores altos de estos rangos, las ART de las plantas tratadoras están en medio de estos rangos (~500-700 mg/l para la PTAR Ppal. de Saltillo y $\geq 1,000$ mg/l para la de Ramos Arizpe).

Principales aplicaciones del reusó de ART en SAARA es agrícola, riego de hortalizas en la parte baja del valle de Ramos Arizpe, que aflora hasta Paredón donde se utiliza con re bombeo en sistemas de riego moderno tipo pivote central en el cultivo

de los pastos y la alfalfa. (Comunidades agrícolas que usan agua del arroyo La Encantada para riego, Mesillas, Higo, Zertuche, Mesón del Norte, Santa María).

Industrial: para enfriamiento, lavado, control de incendios,

Urbano: para riego de jardines, parques, áreas de golf (uso muy extendido); descarga de sanitarios.

Recarga de acuíferos: se requiere determinar los impactos asociados a la salud pública por el transporte de patógenos, virus, metales pesados y otros contaminantes.

Flujos de aguas residuales de las dos ciudades que no llegan a las plantas tratadoras.

En Saltillo el arroyo El Pueblo recibe varias descargas de aguas residuales industriales de empresas del corredor industrial localizado a lo largo del boulevard Isidro López Zertuche, y algunas descargas domésticas.

El arroyo Cárdenas colecta varias descargas domésticas de fraccionamientos localizados al norte de la ciudad de Saltillo. Las aguas residuales de varios fraccionamientos localizados al oriente de la ciudad (también las AR de Arteaga) no se están colectando debidamente, ni reciben ningún tratamiento.

En Ramos Arizpe, todas las industrias envían sus aguas residuales directamente a los arroyos El Pueblo, Cárdenas y La Encantada.

5.6 LA CALIDAD DEL AGUA EN SAARA

NORMAS OFICIALES MEXICANAS.

NORMA OFICIAL MEXICANA NOM-127-SSA1-1994 (MOD.)

"Salud ambiental. Agua para uso y consumo humano – Límites permisibles de calidad y tratamientos a que debe de someterse el agua para su potabilización".

NORMA OFICIAL MEXICANA NOM-179-SSA1-1998.

"Vigilancia y evaluación del control de calidad del agua para uso y consumo humano, distribuida por sistemas de abastecimiento público".

NORMA OFICIAL MEXICANA. NOM -230-SSA1-2002

"Salud Ambiental. Agua para uso y consumo humano. Requisitos sanitarios que se deben cumplir en los sistemas de abastecimiento públicos y privados durante el manejo del agua".

Procedimientos sanitarios para el muestreo

En la Tabla Número 60 se muestra la "Calidad del agua de los acuíferos regionales que aportan a SAARA.

En el conjunto de datos de este archivo se puede observar que la calidad del agua de los diferentes pozos se encuentra en el límite de su frontera del marco de calidad para aguas de abastecimiento urbano NOM-127-SSA1-1994M.

En el conjunto de tablas del análisis químico desde el 2009 los pozos ya empezaban a tender hacia cálcico sulfatadas, bicalcico carbonatadas, bicalcico sulfatadas.

Este fenómeno es muy común de la sobreexplotación ya explicado en capítulos anteriores, el ion sulfato y los bicarbonatos son los últimos en desprenderse de un almacenamiento en las calizas, esto obedece a la capacidad que tiene los materiales de retener estos elementos.

En términos más comunes cuando se desprende estos elementos se puede definir como un punto de inflexión de los acuíferos ya que la presión osmótica sobre los elementos como el ion sulfato y carbonatos es muy alta y cuando esto se vence es que la presión del abatimiento por la acción del bombeo es mayor y los materiales fisiográficos del suelo no lo pueden retener. En base a esta calidad del agua de los diferentes pozos de diferentes acuíferos se observa que a inicios de marzo del 2009 se inició dicho punto de inflexión, lo que requiere que se deje descansar dicho acuífero y que se recargue, para que se establezca dicha presión sobre los materiales constituyentes del acuífero.

De acuerdo a la tabla anterior, la calidad del agua de los acuíferos regionales tiene una amplia variación; por ejemplo, los SDT varían:

De 232 a 2,385 mg/l para el acuífero Cañón de Derramadero.

De 500 mg/l y 3,000 mg/l para el acuífero Saltillo-Ramos Arizpe

De 251 a 2,320 mg/l para el acuífero Región Manzanera-Zapalinamé.

5.7 CURVA FINAL DE DISPONIBILIDAD POR HABITANTE CONTRA CRECIMIENTO POBLACIONAL

En base a los análisis de bombeo, de cada pozo y de manera de evaluar la disponibilidad de agua en litros/habitante/día en SAARA tomaremos como última referencia el bombeo el mes de Abril del 2011 el cual fue de 3'801,932 metros cúbicos y que al desarrollarlo por área de influencia y población según la Tabla Número 61 "Litros/hab/día por bombeo" observaremos que existen sectores que ya se encuentran por debajo de los 70 litros/hab/día. Este valor le llamaremos el *punto crítico de*

suministro o disponibilidad, ya que es el valor mínimo que requiere un ser humano para cumplir sus necesidades de alimentación y sanidad.

Así mismo se puede observar en esta tabla que existen áreas del suministro que dado a estos volúmenes de bombeo ya están muy próximos a llegar a este valor. En la Tabla Número 62 “Disponibilidad de agua en el valle de SAARA con respecto al tiempo se observa la caída de los valores de disponibilidad de agua por habitante desde el año 1900 en donde se contaba con 2560.57 litros/hab/día y el último valor de la tabla anterior va desde 119.04 hasta 66.10 este último como valor crítico. Generándonos una curva de la siguiente magnitud, como se puede observar en la grafica número 21 que obedece a una pendiente resultante muy pronunciada con un origen de 2560.57 hasta un promedio de 113.84 en 11 años. Esta curva tiene una pendiente de pérdida de 22.04 al año. Sin embargo ya encontró dos límites de zona que representan tanto la calidad del agua como la frontera de abastecimiento.

Como punto final de este capítulo se muestra la grafica Número 22 del comportamiento final de los recursos del agua en SAARA. En donde se observa que en marzo del 2009 ya se presentó la primera frontera del límite de explotación del agua del subsuelo por el efecto de bombeo, que basado en los muestreos químicos del agua ya iniciaron el desprendimiento de lones no deseables en la calidad del agua.

El segundo punto de frontera se presentara en base a la disponibilidad en 25.50 M³/hab/día o sea 70 litros/hab/día en 2014 de continuar con la misma cultura de consumo de agua y saneamiento, ya que esta presenta una ecuación con esa tendencia de abatimiento.

Capítulo 6

RESULTADOS Y DISCUSIONES

Habiendo iniciado este estudio con el objetivo general.

“Evaluar la capacidad de desarrollo urbano sustentable de la Ciudad de Saltillo, a partir de la cantidad y calidad de agua disponible en el mediano y largo plazos en base a la oferta y demanda hídrica.”

Debatiendo técnicamente el discurso oficial que señala: “Los recursos hídricos para el valle de SAARA están asegurados y además sustentados sus volúmenes de explotación; así como que se cuenta con la suficiente cantidad de agua para asegurar un crecimiento y desarrollo ordenado.

Tratando de aportar elementos para el debate entre el derecho del agua por ciudadano y la capacidad que ofrece la naturaleza de suministrar en cantidad y calidad el vital líquido.

Demostrando la relación entre Valle, Cuenca, Acuífero y Mancha Urbana, así como sus límites geográficos y topográficos, el despojo del recurso del agua a los originales propietarios y el grado de pobreza que genera esta dinámica.

El deterioro de la calidad de vida y el agravamiento de los problemas de salud pública en sectores poblacionales.

El valle de SAARA como el resto del país enfrenta un reto casi insuperable para asegurar unos servicios universales de agua potable que sean eficientes y viables

económicamente y que al mismo tiempo, asuman su responsabilidad social, ecológica y sustentable.

La administración local de agua urbana proviene del recurso del agua subterránea a través de pozos profundos y carecen de los recursos y los conocimientos necesarios para cumplir con las normativas ambientales, sanitarias, económicas y sociales que garantizan un servicio adecuado.

Así mismo la pobreza puede ser medida en base a la disponibilidad de la calidad y cantidad del agua, para demostrar la enorme desigualdad que existe con respecto al acceso del vital líquido.

Dicha desigualdad se mantiene a largo plazo tanto en la distribución del ingreso funcional por hogares, como en la distribución de los recursos naturales especialmente el acceso al agua, y en las brechas de acceso y coberturas.

Basados en los resultados de las evaluaciones de IEGA rural y del valle de SAARA y apoyados en la hipótesis original de este trabajo: *"cambiaron las condiciones originales sobre la disponibilidad del agua por habitante, cantidad y calidad del fluido provocado por varios factores, principalmente la acción antropogénica sobre el agua del subsuelo y en consecuencia se generaron condiciones adversas sobre la salud de sus habitantes que modifico su calidad de vida y la producción agrícola resulto incosteable e improductiva"*.

El monitoreo de los pozos de la región a lo largo de estos 25 años, la construcción de su curva de comportamiento especifica por pozo, el comportamiento químico de los iones del agua, el número de pozos en la región, el abatimiento final de

los acuíferos a portantes a la zona demostrada en las curvas que configuran las diferentes cuencas de la región y su imparable deterioro.

La profundidad original de los pozos a finales de los 70's y su cambio en gasto, el diámetro del ademe, al intentar profundizarlos, así como aquellos que ya no se recuperaron. Las pruebas de bombeo realizadas en los diferentes acuíferos a portantes para determinar qué tipo de confinamiento presentaban.

Los registros de los volúmenes de bombeo de los diferentes sectores tanto agrícolas como urbanos. La eficiencia de conducción, la eficiencia del sistema de suministro así como la eficiencia local o domiciliaria. Representados en este trabajo a través de un diagrama de flujo Stella. Obtenidos del monitoreo de volúmenes en el sistema de suministro.

Las condiciones finales de pobreza en base a la disponibilidad del agua representada en el IEGA en SAARA, y rural tanto de la región de Derramadero, como en el sureste del municipio.

La invasión Industrial en los predios agrícolas del sector en menos de 20 años. La caída drástica sobre la disponibilidad del recurso del agua a través del tiempo en litros/hab/día, comparado con la disponibilidad nacional. El límite de extracción del recurso en base a la calidad del agua (Marzo del 2009).

El punto de inflexión en base al suministro mínimo por habitante (70 litros/día). Identifican los puntos críticos de abastecimiento como se muestra en el atlas de riesgo o mapa de distribución.

Se puede concluir: *“Que no existen los recursos del agua del subsuelo para asegurar un desarrollo sustentable y un crecimiento ordenado del valle de SAARA, que las comunidades rurales del valle viven en pobreza y pobreza extrema en base a la disponibilidad del agua, deteriorando su calidad de vida especialmente en el área de la salud”*

Esto bajo el siguiente análisis específico:

“Que los acuíferos no solo se encuentran sobreexplotados como lo menciona el sector oficial, si no que se presentan abatimientos tan graduales que algunos ya no se han recuperado y que su calidad del agua se ha contaminado”

“Si no se atiende adecuadamente el suministro de agua en las tres ciudades que conforman el valle de SAARA, pasaran a finales del 2013 e inicios del 2014 de pobreza a pobreza extrema en las colonias más vulnerables tal como lo marca este estudio”.

“Los originales dueños de las cuencas vecinas al valle de SAARA se encuentran en pobreza extrema en base a la disponibilidad del agua potable, y no se presenta ningún proyecto social que indique que puedan superar esta etapa”

“En base al análisis de la región agrícola del valle con lo que respecta a la situación hídrica se puede concluir que la invasión industrial a la zona no trajo ningún beneficio a sus pobladores, al contrario se muestra claramente que pasaron de nivel medio y optimo a pobreza y pobreza extrema, sus cuencas siguen siendo sobreexplotadas, no tienen acceso a agua potable, perdieron sus predios en la insaciable voracidad industrial y pasaron a ser obreros en su misma tierra”. Sin duda, los principales detonadores de la urbanización en México es el fenómeno industrial y los cambios de

usos del suelo, que de agrícolas pasan a ser urbanos; valorizando una vasta zona y sentando así las bases para la conurbación de los valles.

La Industrialización mal planeada ya que incremento el grado de pobreza de la región. (Exceso de utilidad, no reinversión en la zona, deterioro de los recursos naturales).

Con estos antecedentes y apoyándonos en el diagrama de cierre de cuenca en base a la disponibilidad del agua de una región observaremos que nos encontramos ya en un punto según Turton y Ohlsson Grafica número 12 de déficit de agua y deterioro del ecosistema por lo cual es improductivo seguir explotando dichos recursos.

El problema ya no se ve como un tema de escasez, falta de tecnología o mala distribución, sino como un problema fundamentalmente social, en el que requiere de una acción conjunta, una regulación pública del ambiente, que se realice de manera tal que no afecte más a los ecosistemas, no se obstaculice el crecimiento económico y se distribuya el beneficio lo más equitativamente posible

El sector agrícola comunal ejidal ya no existe como tal, pasaron a ser empleados de las fincas agrícolas vecinales y de la industria automotriz. Que los ecosistemas comunales a SAARA están siendo sobreexplotados y sus habitantes se encuentran desposeídos del recurso del agua y sin posibilidades de tener acceso a un fluido de calidad.

Si sumamos a este contexto o resumen de conclusiones sobre el agua en el valle de Saltillo la deficiente forma de distribuir el agua observaremos que la injusticia social se hace presente sobre los que menos tienen ya que mientras unos sectores perciben más de 3000 lts/día habitante, otros sectores que siempre son los más pobres carecen

del suministro de dicho recurso, generándose el círculo vicioso de la generación de la pobreza absoluta y pagando por el recurso un costo más elevado y con calidad del agua pésima que contiene además de fecales materiales en suspensión, deteriorando la calidad de vida de habitantes.

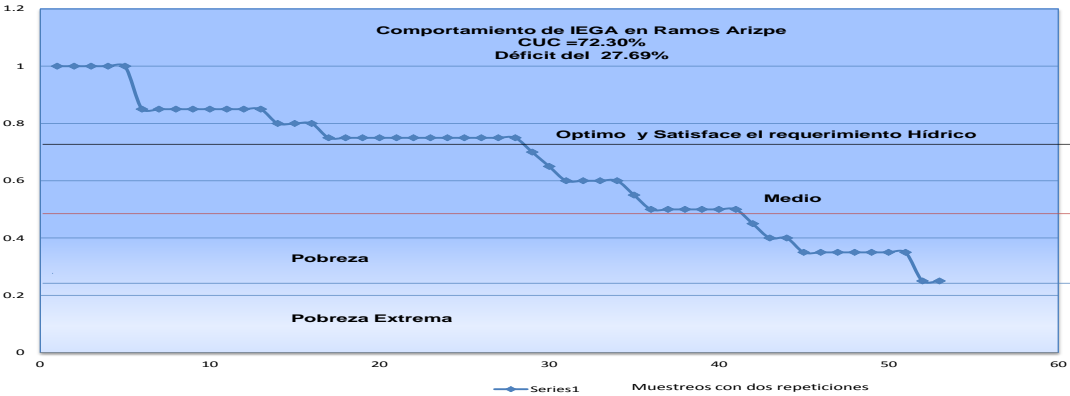
La Asociación Mundial para el Agua (Global Water Partnership – GWP) define la gestión integrada del agua como un proceso que promueve la gestión y el aprovechamiento coordinado del agua, la tierra y los recursos relacionados con el fin de maximizar el bienestar social y económico de manera equitativa sin comprometer la sustentabilidad de los ecosistemas vitales (GWP, 2000).

Si observamos el resultado de la tabla Numero 55 de la evaluación IEGA de Ramos Arizpe encontraremos

- a. El Coeficiente de uniformidad de Christiansen nos indica que uniformemente se distribuyo el IEGA en cada ciudad y obtenemos que.

CUC para Ramos Arizpe es de: CUC = 72.30 %

Como se puede observar en la Grafica Número 23 la mayor cantidad de las colonias se encuentra entre medio y pobreza en base a la disponibilidad del agua pero con una clara tendencia a caer entre optimo y medio.



- b. Un valor de IEGA de 0.75 -1.0 Es óptimo y sobrepasa requerimiento hídrico.
- c. 0.75-0.50 Es aceptable limite de requerimiento es vulnerable.
- d. 0.5 – 0.25 Pobreza, Incumple, tendencia a ser crítico.
- e. 0.25 y menor. Pobreza extrema en base a la disponibilidad del agua, ausencia de recursos naturales, problemas en la salud (deterioro de la calidad de vida).

En el caso de Ramos Arizpe es importante recalcar que la calidad del agua su dureza es muy alta, y en sectores el agua es termal, acompañada de olores a sulfatos ya que esto representa la presencia de sulfuro de hidrógeno H₂S, cuya fuente está asociada con la descomposición de materia orgánica o acción bacteriana.

La curva tiene una tendencia a pobreza extrema, y esto es crítico en esta ciudad, ya que el sector industrial está anclado y posicionado como uno de los más productivos en el, norte del país, con una clara tendencia a seguir creciendo.

El valle de SAARA se puede clasificar en base a la disponibilidad del agua como transitorio entre óptimo y aceptable, más sin embargo es vulnerable, y en el inicio de un punto sin retorno en el abatimiento de sus acuíferos.

De continuar con la misma cultura de consumo de agua se presentaran en un futuro inmediato finales del 2013 e inicio de las 2014 zonas con índices críticos de suministro de agua.

Esta observación está fundamentada en la tendencia que tiene la curva sobre la disponibilidad de agua litros /hab/día con respecto al tiempo, tal como se muestra en la

grafica 21 y grafica 22 donde se genera una ecuación de $Y = 1249 e^{-0.203 x}$ en el cual al correr el programa donde $Y =$ Litros /Hab/día ó metros cúbicos habitante año y "X" es el tiempo según los datos alimentados en grafica desde 1900 hasta 2011 podemos asumir en qué año se va a presentar el volumen critico de 25.50 ó de 70 litros/Habitante/día. Resultando una grafica de la siguiente forma.

Valor de "x" cuando y=70 (litros) Solve@46 547.43341007835 - 23.151828462271467 x . 70, xD

"Valor de x cuando y=70 litros" gridx = Table@n, 8n, 1880, 2020, 5<D;88"Valor de x cuando y=70 litros" Hx @ 2007.5059508072377`L<< tabla1 = %200; gridy = Table@m, 8m, 0, 2700, 100<D; ShowAPlotA1249 ã-0.203 x, 8x, 0, 18<, AxesLabel @ 8Style@"Años", LargeD, Style@"Metros Cúbicos Anuales", LargeD<, AxesStyle @ Directive@12, ThickD, ColorFunction @ Blue, PlotStyle @ Thickness@.003D, GridLines @ 8gridx3, gridy3<E, RectangleChart@tablabarra, BarSpacing @ 0, ChartStyle @ 8Opacity@0.6D<DE

Valor de "x" cuando y = 25

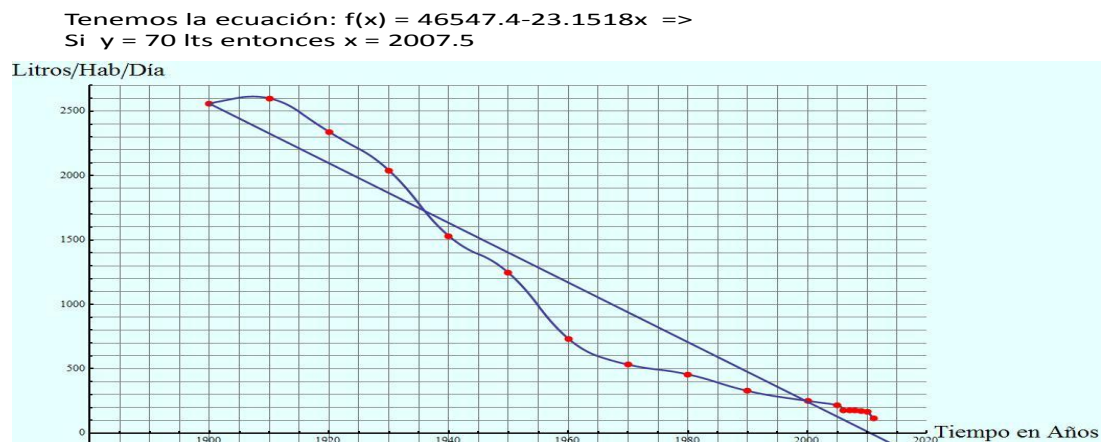
SolveA1249 ã-0.203 x . 25, xE "Solución de x"

Solve::ifun :

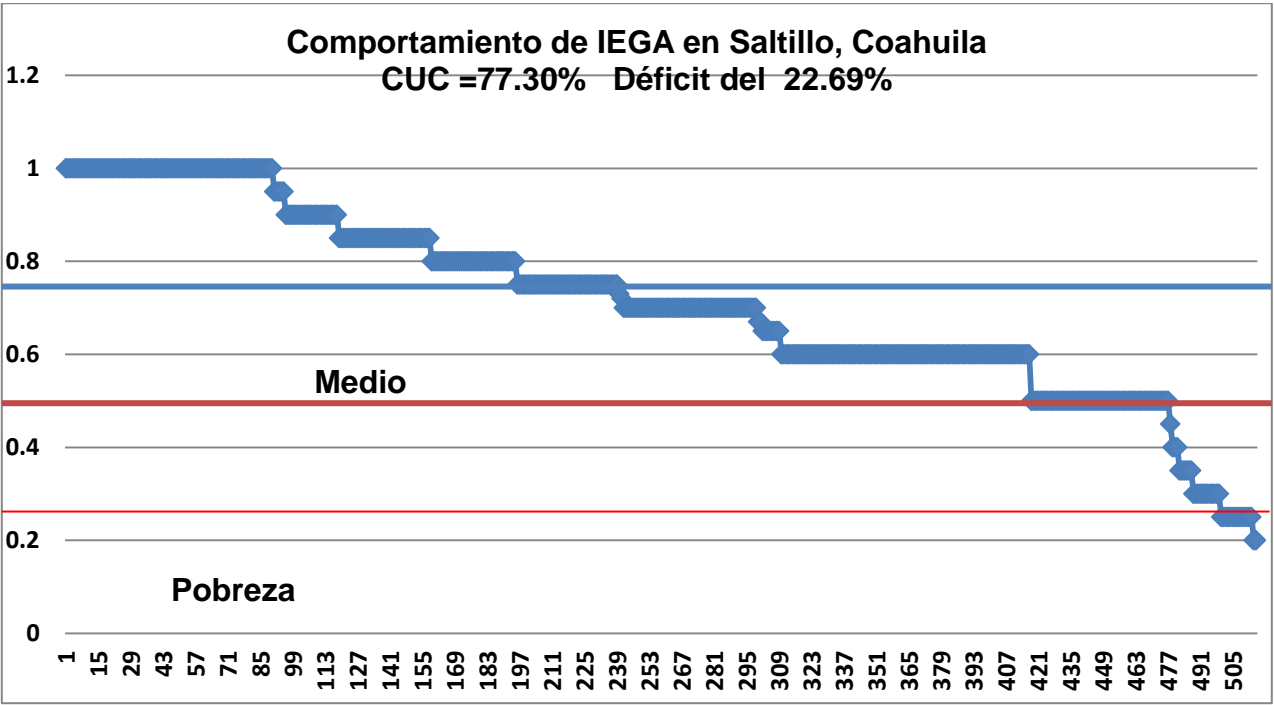
Inverse functions are being used by Solve, so some solutions may not be found; use Reduce for complete solution information. .

88Solución de x Hx @ 19.2671L<<

19.2671 siendo 19 de la correlación el año 2011 y teniendo subdivisiones de 10 años nos resulta que $0.2671 \times 10 = 2.671$ por lo tanto $2011 + 2.671 = 2013.671$ ó sea finales de 2013 inicios del 2014



Como podemos observar en la grafica Número 24 del comportamiento del IEGA en Saltillo aunque su eficiencia es mayor en la distribución de los recursos, este muestra ya un 3.15 % de la muestra en pobreza extrema y en la mayor parte del sistema lo cumple, esto es en consecuencia de todos los acuíferos que aportan los recursos del agua para el abastecimiento en donde la mayoría son de cuencas vecinas. Esta observación se refiere a que se le inyecta a la mancha urbana de Saltillo una mayor cantidad de acuíferos vecinales no refiere este término a que los acuíferos estén pegados o comunicados, ya que su abatimiento como se muestra en los acuíferos independientes no están intercomunicados.



Más sin embargo desde el otro punto de vista de la conservación, almacenamiento, o sustentabilidad del recurso este fluido está siendo extraído de un almacenamiento que deberíamos guardar para un futuro que cada vez es más incierto, ya que el tiempo que tarda en almacenarse en base a sus propiedades de calidad del

agua podría llegar a cientos de años, y el tiempo de retorno en décadas, esto sí es realmente un problema social, ya que se está atentando contra las futuras generaciones en dos líneas:

La primera incluye el tiempo de retorno, ya que el valle es un almacenamiento cuaternario y extraer un litro de agua a razón de 42 años en su retorno nos da un valor de 0.023, y no es lo mismo extraer de un acuífero superficial un litro dividido entre 1 año de tiempo de retorno que nos da un valor de 1.

Este tiempo de retorno es consecuencia de estudios geohidrológicos preliminares que se han desarrollado en el valle y así mismos si observamos las pendientes de abatimiento de los acuíferos aquí mostrados observaremos que se requiere este tiempo para recuperar su nivel desde que se inicio en 1971 la explotación del agua de los diferentes acuíferos de la zona¹⁴⁰

La segunda línea es que bombear agua de acuíferos muy profundos consume mucha energía para extraer un litro de agua, el consumo de energía fósil genera electricidad y esta energía mecánica que a su vez inyecta energía cinética al fluido, bombearla, conducirla, hacerla llegar a una mancha urbana y finalmente usarla en los diferentes actividades tanto industriales como domesticas (Sanidad, Baños, Limpieza, Lavanderías, irrigación de áreas verdes) resulta incongruente, ya que bajo este análisis los elevados costos ambientales que involucra bombear un recurso de alto tiempo de almacenamiento y finalmente usarlo con fines sanitarios sin cambiar la cultura del consumo y promover el reciclaje ya muy próximo tendremos que pagar este costo ambiental ya que debió de cuidarse para usarse como una reserva para la generación

¹⁴⁰ Véase en el Anexo CD los diferentes abatimientos de los pozos, el origen de sus acuíferos, las curvas que se generaron específicamente en cada uno de ellos y la pendiente de recuperación. Tabla 51, 52, 53, 54

de bienes y servicios y alimentación proporcional tanto al desarrollo como a su sustentabilidad.

Esto muestra que el valle ó cuenca del sureste de Saltillo actualmente abastece en parte a la demanda de la ciudad, más sin embargo prevalece la situación crítica del abastecimiento a las comunidades, en el cual el gobierno en programas casi titánicos ha creado todo un sistema coordinado con la CONAZA para abastecer de agua con pipas a lo que queda de la población rural de este valle.

No se le retribuye el daño ecológico a la cuenca, menos a sus pobladores, lo menos que se podría tener es que las comunidades dueñas del valle tuvieran como reposición algo del gasto que cruza sus comunidades para sus necesidades más elementales.

La migración del campo a la Ciudad trajo en consecuencia la desarticulación del proceso productivo agrícola en el sureste del municipio, quedando en esas comunidades pobreza casi absoluta, y actividades de supervivencia o subempleo.

La exposición inicial de este proyecto es que el abatimiento lógico no es infinito, tiene un límite o tope y su marco limite de exposición puede ser la calidad del agua o el grado de disponibilidad de agua por habitante con estos bombeos.

Esto significa que la carga poblacional que puede tolerar un ecosistema llamado acuífero depende del grado de inclinación del abatimiento de una curva generada por la

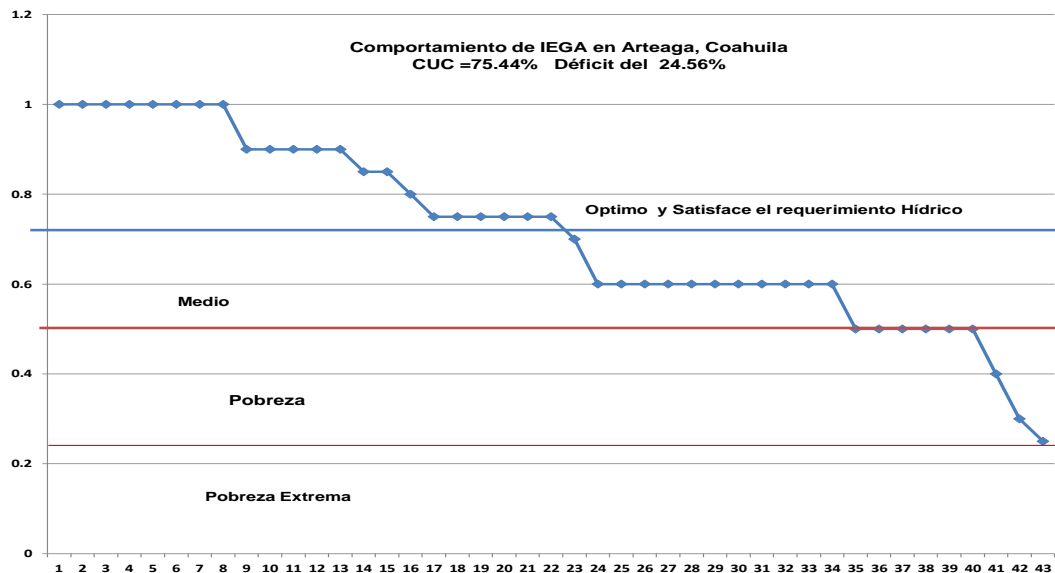
propiedad de un pozo, siendo su límite la calidad del agua tolerable para cumplir con la norma de consumo **NOM-127-SSA1-1994M** que este en turno sin defocular el pozo.

Hoy se puede observar dos escenarios. El Capitalismo representado por la sobreproducción de coches y sus filiales industriales, los ranchos agrícolas bien equipados produciendo hortalizas de exportación y aprovechando los recursos naturales y el medio ambiente y el otro mundo el de la pobreza de sus originales pobladores que vendieron a precios irrisorios sus predios, se quedaron sin patrimonio y pasaron a ser trabajadores de subsistencia de estas mega empresas bajo el amparo y protección del servicio público, en donde el agua solo la tienen aquellos que gozan del amparo y protección que da el capitalismo.

La Ciudad de Saltillo, Coahuila, es el típico ejemplo del noreste de nuestro país en donde se concentra una mancha urbana y un desarrollo industrial no acorde al recurso del agua del subsuelo, la cultura de consumo, la baja eficiencia en sus sistemas de distribución y la demanda industrial del recurso han llevado al lastre los ecosistemas superficiales depredando su estructura ecológica por el excesivo bombeo de pozos en la zona.

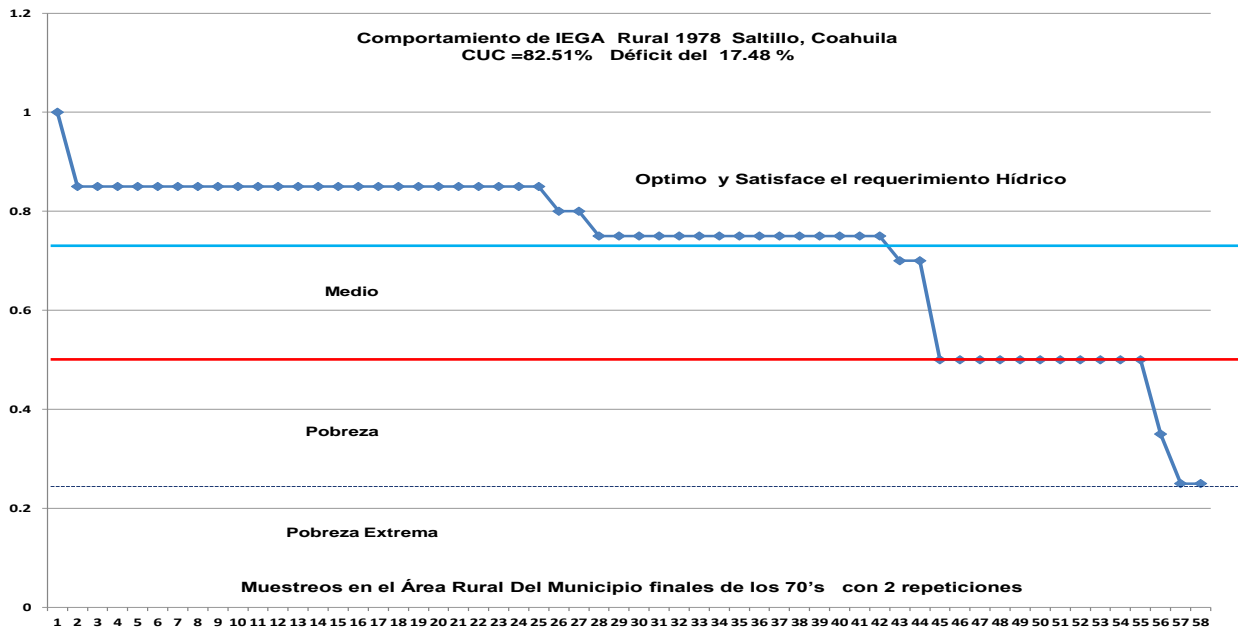
- En tanto la calidad del agua de extracción no sufra un deterioro importante, las condicionantes pueden ser la degradación de ecosistemas, o impactos perjudiciales económicos y sociales.
- Pero en las zonas semi-áridas, por lo general la calidad del agua sufre un deterioro con el abatimiento excesivo de los niveles freáticos.

En el caso de Arteaga, Coahuila como se puede ver en la siguiente grafica número 25, donde se muestra el comportamiento de IEGA, no tiene aún problemas de Pobreza Extrema ya que el acuífero Arteaga, Sierra de Zapaliname posee mucha agua y solo el sector urbano consume 1Hm^3 , los problemas que presenta esta ciudad son de índole de infraestructura hidráulica, ya que el municipio no tiene los apoyos económicos que requiere a su crecimiento, aun se le da un trato de villa. Más sin embargo este recurso del acuífero junto con el de General Cepeda y Parras (Pata Galana) son muy vulnerables a que se les explote para satisfacer la ciudad de Saltillo.

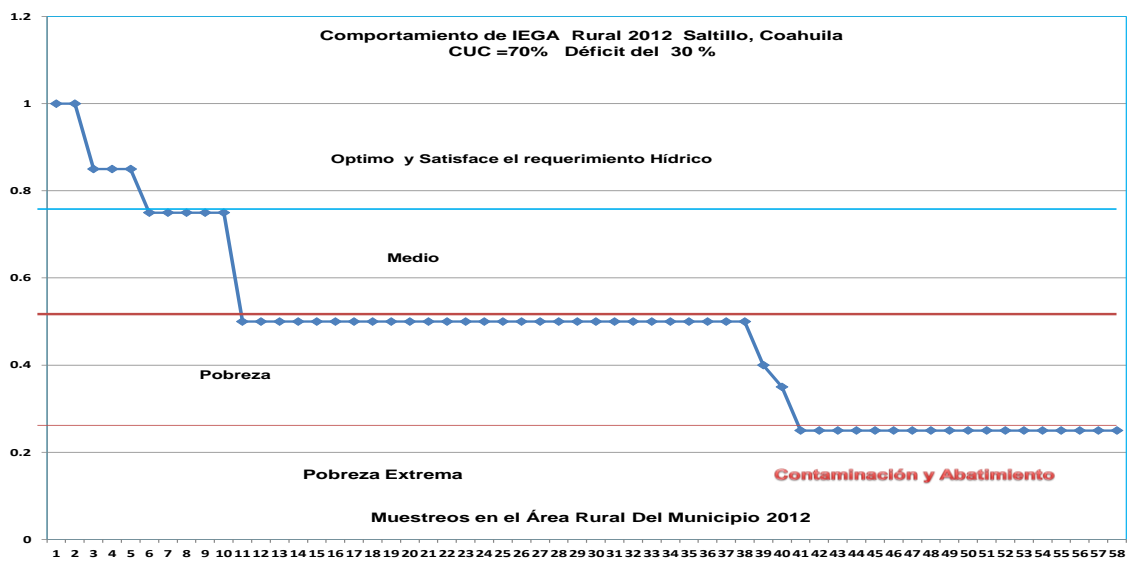


La mayor parte del recurso del agua de este acuífero se utiliza en el sector agrícola.

Con lo que respecta a la evaluación del sector rural se obtuvo el siguiente par de graficas La grafica número 26 donde se muestra su comportamiento o condición original a finales de los 70's y la grafica numero 27 donde se muestra su condición a finales del 2012.



Como se puede observar en esta grafica número 26 se tenía en el campo un Coeficiente de uniformidad de Christiansen del 82.51 % alto pero que muestra el grado de uniformidad de los recursos y la disponibilidad del agua, así mismo se observa que la mayor parte de estas comunidades se encontraban entre medio y optimo y solo el 5.62 % en pobreza, pero no existía en el sector agrícola la pobreza extrema en base a la disponibilidad del agua.



En esta grafica número 27 se puede observar claramente como el nivel entre óptimo y medio paso a pobreza y finalizo en la puerta del límite de pobreza extrema, con el antecedente de que por debajo de este nivel se encuentra ya contaminado y abatido los recursos del agua del subsuelo. Ó sea no hay manera de seguir evaluándolo ya que sus fuentes de abastecimiento se encuentran presentes pero no disponibles. Así mismo se observa un déficit de uniformidad del 30 % que es imposible levantarlo por las condiciones naturales de las cuencas.

Bajo este esquema y en base a la disponibilidad del agua y al Índice de eficiencia en gestión del agua se puede concluir que el 31.04 % de las comunidades rurales se encuentran en pobreza extrema, el 51.72 % se encuentran en pobreza y el 8.62 % en una posición media, 8.62 % en óptimas condiciones.

Recomendaciones

6.1 Introducción y resumen de la problemática.

Hasta hace unas cuatro décadas (1978), en el valle de Saltillo sus pobladores disfrutaban de una calidad de vida media y optima en base a la disponibilidad del agua. El valle conservaba reservas de agua que resultaban suficientes para atender las necesidades de su población, con la carente falta de infraestructura hidráulica tanto para uso público urbano, como para aplicaciones agrícolas e industriales, pero poseía recursos naturales para solventar esta carga poblacional. Con el paso del tiempo, el crecimiento y desarrollo de las ciudades de Saltillo y Ramos Arizpe, detonado por la instalación de varias empresas importantes en la región, incrementó la demanda de

este recurso y se rebasó la capacidad de los mantos acuíferos regionales, por lo que actualmente se extrae agua a mayor profundidad, a mayor costo y de menor calidad.

La región constituida por las ciudades de Saltillo, Ramos Arizpe y Arteaga, en Coahuila, ha tenido un crecimiento acelerado a partir de los años setentas. Como consecuencia, la población se ha cuadruplicado, la demanda de servicios ha aumentado, así como también la demanda de recursos naturales, en especial del agua. La disponibilidad de agua es especialmente importante, debido a que la región está localizada en una zona semidesértica con baja precipitación pluvial (300-500 mm/año). Según la Comisión Nacional del Agua (CONAGUA), los acuíferos regionales en los cuales se han realizado estudios de disponibilidad, se encuentran sobre-explotados, mas sin embargo no muestran la pendiente crítica de abatimiento de los acuíferos con respecto al tiempo, ni el punto de inflexión que da el cambio en la calidad del agua.

Esta problemática, que debe atenderse de inmediato para evitar consecuencias serias en el suministro público, agrícola e industrial del recurso, comprende los aspectos siguientes:

6.2 Disminución de la disponibilidad de recursos hídricos de buena calidad en la región.

El agua suministrada actualmente por los organismos operadores sobrepasa los límites máximos permitidos para varios parámetros en el agua potable, como se pudo demostrar en los análisis de calidad de agua de los diferentes pozos con respecto al tiempo. Mostrados en la Tabla Número 60.

En la región SAARA, el agua de buena calidad disponible es un recurso escaso que ha ido resultando insuficiente. Esta situación puede agravarse en el futuro por el

crecimiento de la población, la sobre-explotación y sobre-concesión de los recursos hídricos disponibles y la posibilidad de que se presenten sequías relativamente prolongadas, entre otras razones. Si esto ocurre, la escasez aumentaría severamente, trayendo como consecuencias el encarecimiento del agua y la competencia entre los usuarios urbanos, agropecuarios e industriales.

En la Tabla 64 se presentan datos que demuestran el balance negativo imperante en los acuíferos regionales.

Tabla 64 Balance recarga/extracción/concesión de cuatro acuíferos que cuentan con Estudio de Disponibilidad de Agua en la región SRAA (CONAGUA 2002, 2007, 2010)

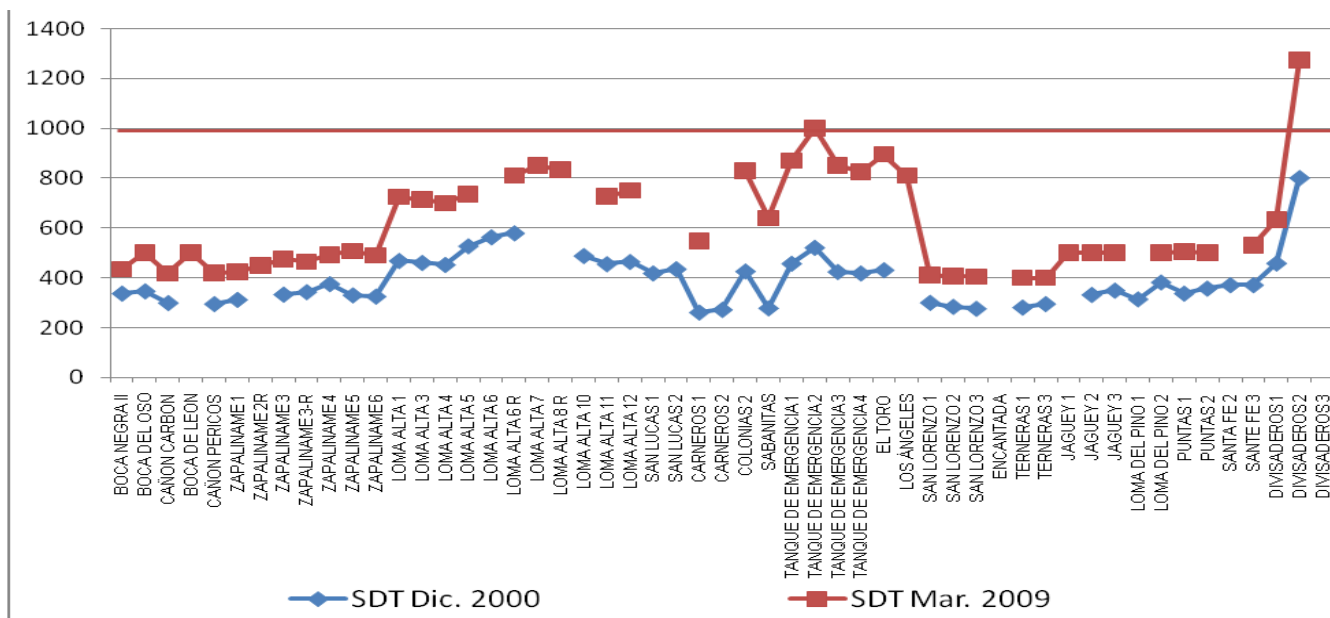
Acuífero	Recarga vertical y horizontal (Mm ³ /año)	Extracción y Descarga Natural Comprometida (Mm ³ /año)	Cambio total de almacenamiento (Mm ³ /año)	Volumen concesionado de agua subterránea (Mm ³ /año)
Saltillo- Ramos Arizpe	29.5	42.7	-13.2	45.556775
Cañón del Derramadero	18	19.5	-1.5	18.105888
Región Manzanera-Zapalinamé	55.5	73.5	-18	59.402595
General Cepeda-Sauceda	57.4	44.7	12.7	76.316145
Saltillo Sur (1)				
TOTAL de los cinco acuíferos (2)	160.4	180.4	-20	199.381403

(1) A finales de agosto del 2011, el estudio correspondiente no había sido liberado para su publicación.

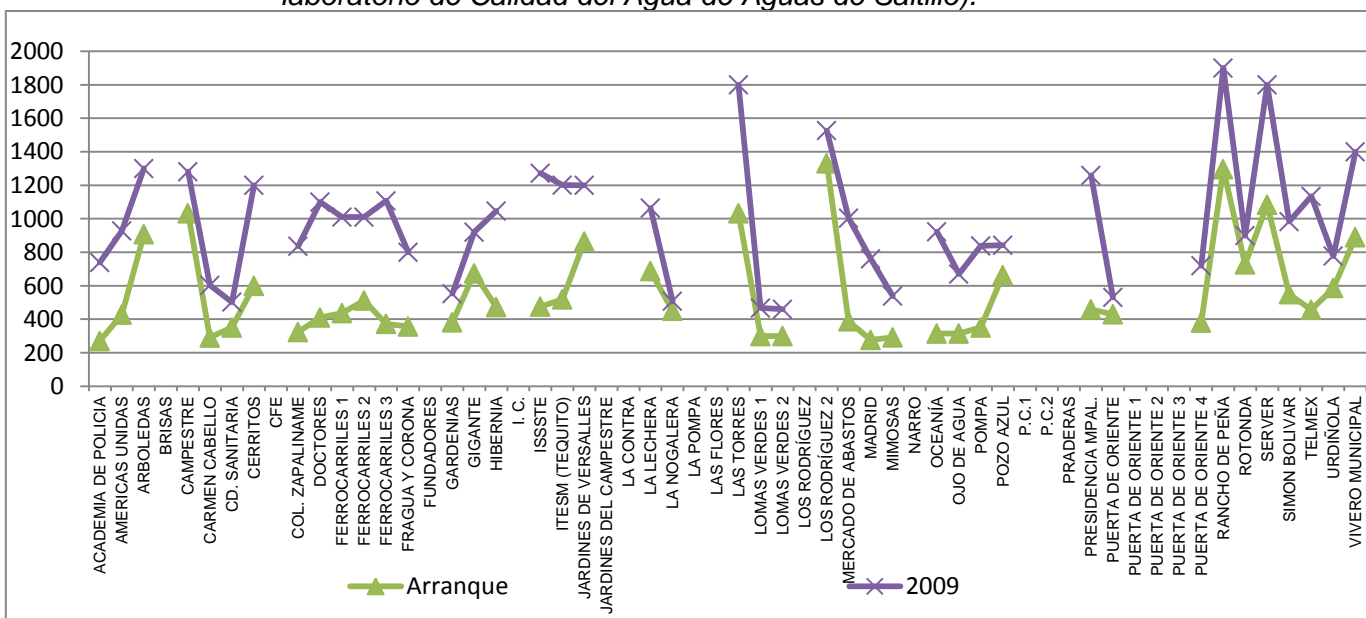
(2) Sin tener en cuenta los datos del acuífero Saltillo Sur.

Adicionalmente, como puede observarse en las Gráfica 28 y 29, para el agua urbana de Saltillo la calidad de la extraída de los diferentes pozos se ha visto deteriorada en los últimos años. Resulta evidente de estas gráficas que, de 2000 a 2009, la concentración de Sólidos Disueltos Totales (SDT) ha aumentado, acercándose al límite máximo

permitido (1000 mg/L) por la norma NOM-127-SSA1-1994 en algunos pozos y sobrepasándolo en otros (hasta de 1,900 mg/L en la zona urbana).



Grafica 28 . Concentración de sólidos disueltos totales en los 45 pozos localizados fuera de la zona urbana que abastecen a la ciudad de Saltillo, en 2000 y 2009 (Análisis realizados por el laboratorio de Calidad del Agua de Aguas de Saltillo).



Grafica 29 Concentración de sólidos disueltos totales en los 45 pozos localizados en la zona urbana que abastecen a la ciudad de Saltillo, en su arranque (la mayor parte tienen menos de 10 años de explotación) y en 2009 (Análisis realizados por el laboratorio de Calidad del Agua de Aguas de Saltillo).

Para el agua de abasto de Ramos Arizpe y Arteaga no se dispone de información histórica suficiente para poder determinar el deterioro en la calidad del agua de abasto a la población.

Es importante mencionar que más del 30% de los pozos de la zona urbana sobrepasa el límite de SDT permitidos por la norma NOM-127. Por otro lado, una cantidad importante de pozos localizados al norte de Saltillo y en Ramos Arizpe excede los límites para otros parámetros, como sólidos disueltos totales (hasta 1,230 mg/L), dureza total (hasta 694 mg/L), bario (hasta 0.85 mg/L) y sulfatos (hasta 590 mg/L). Los pozos de San José tienen un contenido de fluoruros en o muy cerca del límite de la norma (1.5 mg/L) (Mpio. de Ramos Arizpe, 2009).

Tabla Número 63.- Parámetros fuera de norma en el agua de pozos Análisis realizados por el Laboratorio Estatal de Salud de Coahuila en diciembre de 2010

N° de pozo	Parámetro / Unidades Nombre del pozo	Bario (mg/l)	Sólidos disueltos (mg/l)	Sulfatos (mg/l)	Dureza total (mg/l CaCO ₃)	Fluoruros (mg/l)
	NOM-127	0.7	1000	400	500	1.5
1	Minería	0.82	880	325.3	514.2	0.3
1	San José	0.5	580	426.4	522.4	1.5
2	San José	0.48	700	456.2	734.8	1.4
2	Amalco	0.05	1230	476.2	693.8	0.5
3	Minerva	0.8	1030	500.4	734.6	0.4
2	Minerva	0.8	1210	589.7	622.4	0.3
4	Minerva	0.85	1030	530.7	734.6	0.3
3	Ramos Arizpe	0.2	770	402.8	632.7	0.2
4	Ramos Arizpe	0.28	750	391	569.3	0.2
5	Ramos Arizpe	0.8	710	370.3	612.2	0.2
9	Ramos Arizpe	0.27	740	447.1	653	0.2
11	Ramos Arizpe	0.27	500	241.2	473.4	0.4
12	Ramos Arizpe	0.22	580	266.3	391.8	0.7
13	Pompa	0.2	1060	407.7	579.5	0.2
14	Sta. Fe	0.17	430	248.4	171.4	0.5
15	Tenerías	0.2	1020	394.7	497.9	0.2
	Promedio Simple	0.31	835.6	404.7	571.1	0.5

Finalmente, es importante señalar que ninguno de los organismos operadores de los tres municipios dispone de análisis completos de agua potable, de acuerdo a los requerimientos de la norma 127.

6.3 Altas pérdidas de agua por fugas en las redes municipales y programas deficientes de conservación y ahorro de agua de uso urbano

En el diagrama de flujo tipo Stella se muestra los volúmenes bombeados, así como su sentido y reflujo. Estas pérdidas en las líneas de conducción y suministro recargan los acuíferos superficiales provocando una contaminación inmediata del fluido ya que en su trayectoria acarrean los drenes o los residuos de las fugas de los drenes sanitarios y los residuos químicos de primera instancia como son talleres, fabricas, basureros fecales, etc.

La red de distribución de agua potable de Saltillo fue creada a principios de 1900, y no ha contado con un mantenimiento sistemático suficiente, por lo que gran parte de la infraestructura presenta graves deficiencias que ocasionan pérdidas por fugas calculadas en 37% para Saltillo (IMTA, 2011) y entre el 40 y 50% para Arteaga y Ramos Arizpe.

6.4 Carencia de Planes y Acciones de Largo Alcance para Aumentar la Disponibilidad de Agua

La fuente de recarga de agua para la región SARAA es la precipitación pluvial, ya que la región carece de un sistema hidrológico permanente de ríos, lagos o almacenamientos. La recarga de los acuíferos locales se ha reducido, principalmente a partir de la segunda mitad del siglo pasado, debido a la deforestación o pérdida de la

cubierta vegetal, generada como consecuencia de las actividades antropogénica (principalmente el crecimiento urbano e industrial).

Se han desarrollado pocas acciones para promover: a) la infiltración del agua de lluvia para la recarga de los acuíferos regionales, b) la reducción de los escurrimientos superficiales –que se han incrementado por la urbanización-, c) la cosecha de aguas de lluvia, d) el control de la contaminación de arroyos y alcantarillados con basura urbana, e) la estabilización de las cabeceras de las micro cuencas, y f) la revegetación de áreas desnudas.

6.5 Falta de optimización de uso del agua en los sectores agrícola e industrial

Se mostro que los pozos agrícolas utilizan sistemas de riego por aspersión o superficie con eficiencias de aplicación por debajo del 60 %. Aunque los usuarios agropecuarios consumen más de la mitad del agua que se utiliza en la región, para este sector la escasa disponibilidad de agua para riego es uno de sus principales problemas, debido en parte a que algunas especies producidas localmente (p.ej. papa, nogal y manzana) demandan cantidades importantes de agua para su desarrollo (usos consuntivos por encima de 8 mm/día). En los últimos años, la sobre-explotación de los acuíferos ha obligado a los grandes productores a invertir en métodos y sistemas más eficientes de riego (por goteo y micro aspersión principalmente) para optimizar el uso del agua; sin embargo, esto no se ha traducido en una disminución del consumo de agua, sino más bien en el aumento de la superficie de riego. Además, algunos ejidatarios y la mayoría de pequeños propietarios no han implementado sistemas ahorradores de agua.

La crisis del 93 trajo como consecuencia una reducción en el padrón de agricultores y comunidades ejidales, lo que agravo esta situación del agua ya que no

hubo una reducción en el consumo ya que se concentro esta explotación en unas cuantas manos, que capitalizaron este recurso.

Por otro lado, las industrias consumen aproximadamente 4% del agua extraída a nivel regional. Si bien algunas empresas cuentan con procesos eficientes para el tratamiento de sus aguas residuales, existen otras que descargan sus efluentes sin tratamiento o con tratamientos incompletos.

El alto contenido de sales (Sólidos Disueltos Totales) en el agua de abasto de las empresas localizadas en los parques industriales localizados en el norte de Saltillo y Ramos Arizpe, las obliga a emplear tratamientos previos a su aplicación en sus sistemas de enfriamiento, calderas y/o procesos industriales (ósmosis inversa, intercambio iónico o suavización), los cuales generan grandes cantidades de salmueras que, en general, se descargan a los cauces de los arroyos adyacentes a las plantas ó poseen plantas de decantación en el cual exponen a la atmosfera grandes cantidades de productos químicos utilizados en el proceso de pintura de coches.

6.6 Falta de planes para promover el reúso total de las aguas residuales municipales tratadas.

Este punto es básico ya que no solo es el proceso de tratar las aguas residuales sino encontrar el consumo de ellas que lleven a una planta tratadora a ser rentable.

A las redes de alcantarillado de los tres municipios se descargan aguas residuales del orden de 30 Mm³/año. Existen en la región tres plantas de tratamiento para las aguas residuales municipales con una capacidad total de aproximadamente 44

Mm³/año (Principal de Saltillo, Gran Bosque Urbano –GBU- de Saltillo y Ramos Arizpe); sin embargo, no todas las aguas residuales generadas se conducen a las plantas tratadoras, como resulta evidente por los flujos relativamente grandes que se observan en los arroyos El Pueblo y Cárdenas en las épocas de secas. El efluente de las plantas de tratamiento satisface los parámetros de demanda bioquímica de oxígeno (DBO₅) y sólidos suspendidos totales (SST) establecidos por la NOM-003-ECOL-1996 (<30 mg/l); pero presentan contenidos relativamente altos de SDT lo que aunado a las distancias relativamente grandes entre las plantas de tratamiento (en especial la Principal de Saltillo) y los usuarios potenciales, ha constituido un obstáculo para el reúso del agua tratada.

Actualmente sólo se reúsan 45 Lps (1.4 millones de m³/año) del agua tratada de la planta GBU de Saltillo para riego de áreas verdes. El remanente (cerca de 950 Lps) se descarga, junto con otros efluentes sin tratar, al arroyo La Encantada, que atraviesa las ciudades de Saltillo y Ramos Arizpe. Una parte de las aguas permanentes (cuando no llueve) del arroyo La Encantada se reutiliza al norte de Ramos Arizpe, en actividades agrícolas. El resto del agua se infiltra, se evapora, o sale de los límites del Estado.

6.7 Información insuficiente sobre volúmenes y calidad del agua de abasto y residual.

Un problema serio es la dificultad de acceso a la información en algunas de las dependencias encargadas de la administración del recurso (p.ej. Aguas de Saltillo, CONAGUA, SEMARNAP), y la ausencia de datos en otros casos. Esta situación ha

limitado la realización de diagnósticos confiables en relación a los recursos hídricos de la región.

La información debe de ser fluida y ágil, que no requiera de un proyecto de este tipo para dimensionar la problemática, sino que este accesible y sin acciones de limitarla a niveles de pedirla a través de instituciones como el IFAI. (Instituto Federal de acceso a la Información).

Algunos sectores involucrados han realizado acciones aisladas que aunque han resuelto algunos problemas particulares, no han contado con el impacto necesario para ser trascendentes. Consideró que para esto es necesario conjuntar los esfuerzos del gobierno, la academia, la industria y la sociedad, y abordar temáticas específicas desde un enfoque multidisciplinario.

Como respuesta al problema, los tres órdenes de gobierno y diversos sectores académicos y sociales han llevado a cabo acciones aisladas, que han dado lugar a mejoras parciales. A continuación se mencionan las más representativas de los últimos treinta años:

- La apertura del campo de pozos de Zapalinamé para abasto de la ciudad de Saltillo, a principios de los ochentas.
- Un “Plan de Abastecimiento de Agua a Largo Plazo para la Ciudad de Saltillo”, realizado en 1996 por FIDAGUA (Gobierno del Estado de Coahuila), a través de las empresas consultoras Freese Nichols / Woodward Clyde.
- La apertura de un nuevo campo de pozos para abasto de la ciudad de Saltillo, en el área de Carneros (del acuífero Saltillo Sur), en 1997-1998.

- Estudios de disponibilidad de agua en los acuíferos regionales, realizados por CONAGUA, a través de varias empresas especialistas en geohidrología, en 2002; una actualización del estudio del acuífero Saltillo-Ramos Arizpe, entregada en 2007; y el estudio del acuífero Saltillo Sur, entregado a finales del 2010 (CONAGUA, 2002, 2007, 2010); acuífero Derramadero (2004).
- Programas de cultura del agua, realizados por CONAGUA, CEAS Coahuila y SIMAS-Saltillo (el último organismo antes de 2001).
- Construcción de tres plantas tratadoras para las aguas residuales municipales de Saltillo y Ramos Arizpe. Del agua tratada (1,000 lps aproximadamente), actualmente se utilizan cerca de 45 lps para riego de áreas verdes municipales en Saltillo. El remanente se descarga al arroyo La Encantada, del cual se abastecen usuarios agrícolas del norte de Ramos Arizpe para riego de sus parcelas.
- Programas de “Conservación y ahorro de agua”, instalación de sistemas de tratamiento de agua de abasto, de tratamiento y reúso de aguas residuales, y de evaporación de salmueras de procesos de desalación, realizadas por industrias locales. Algunos de estos proyectos involucraron el desarrollo de pruebas piloto para seleccionar las alternativas más adecuadas para cada corriente a tratar (SIWI, 2001, Tobón, 2002).
- Proyectos de investigación desarrollados en universidades y centros de investigación locales¹⁴¹
- Últimamente la Agenda del Agua (2030).

Sin embargo, estas acciones aisladas no han permitido asegurar la disponibilidad regional del recurso, debido entre otras razones, a la falta de conciencia sobre la

¹⁴¹ Ver referencias sobre los proyectos realizados en CINVESTAV, INIFAP y la UAAAN

problemática del agua, y de continuidad de parte de las administraciones municipales y estatales relacionadas con el tema; la baja concientización de la sociedad; y/o la falta de mecanismos adecuados para la integración de los resultados obtenidos a partir de la investigación científica y su implementación en condiciones reales.

6.8 Escenario Más de lo Mismo

La percepción que arroja este estudio, sobre IEGA la gestión en materia de agua de parte de las autoridades de los tres órdenes de gobierno (federal, estatal y municipal) se resume en los puntos siguientes:

- a) No hay buen intercambio de información ni buena coordinación entre las acciones que se toman para asegurar la sustentabilidad del recurso, en los tres órdenes de gobierno.
- b) La problemática del agua rebasa la capacidad técnica, económica, política y social a los tres órdenes de gobierno
- c) Los estudios que se realizan como base para los proyectos ejecutivos de infraestructura se encargan a empresas foráneas, por lo general de la Cd. de México, las cuales no tienen conocimiento a detalle de las condiciones locales, y proponen por lo general soluciones muy generales, y en ocasiones erróneas.
- d) Los funcionarios de alto nivel de los organismos estatales y municipales encargados de la gestión del agua (Comisión Estatal de Agua y Saneamiento, Direcciones Municipales de Ecología, Organismos Operadores) y otros encargados de la toma de decisiones relacionadas con el agua (Directores de Ecología, Tesoreros Municipales, Secretarios Técnicos Municipales, etc.), cambian de un periodo de gobierno al otro y, por lo general, no tienen ni los conocimientos ni la experiencia requeridos para encausar en forma correcta la gestión del agua, es típico que son

nombrados por cuestiones políticas, duran poco tiempo, desconocen la problemática y desarrollan programas muy aventurados nada apegados a la realidad y además muy presionados por todos los sectores urbanos.(Fraccionadores, Industriales, Conservadores) etc.

e) No existe una verdadera Ley de Aguas del Estado de Coahuila (ya que la Ley actual solo regula la gestión de los organismos operadores), que permita definir políticas públicas relacionadas con la gestión del recurso a nivel estatal, y

f) Los Planes Estatales y Municipales de Desarrollo los desarrollan funcionarios o empresas contratadas para el efecto, los cuales por lo general no tienen mucha experiencia en la gestión del recurso, ni un conocimiento real de la problemática. La revisión del Plan Estatal de Desarrollo de Coahuila y de los correspondientes a los municipios de Saltillo, Ramos Arizpe y Arteaga demuestra claramente el escaso número y la poca relevancia de las acciones propuestas en relación al agua.

Por otra parte, los investigadores de las universidades y centros de investigación locales no enfocan sus trabajos a la solución de los graves problemas que, en materia de agua tiene la región. Esto se debe en gran parte a la falta de interrelación con las autoridades. Sólo en los últimos meses se ha empezado a dar esta interrelación, pero no ha sido fácil. Aparentemente existe desconfianza mutua y no se ve mucho interés de las autoridades –las de Saltillo especialmente- en cambiar el status–quo.

La ciudadanía, por su parte, no ha manifestado interés en asuntos de agua, lo cual puede deberse al desconocimiento de la problemática y a la falta de canales adecuados para expresar sus inquietudes. Las autoridades no la han integrado en la toma de decisiones, ni existen foros de opinión o de difusión sobre aspectos relevantes en materia de agua. La única forma en que la población se entera estos asuntos es a

través de los medios de comunicación locales; los cuales difunden principalmente las declaraciones –a veces poco informadas y contradictorias- que hacen los funcionarios públicos cuando se presenta problemas relacionados con el agua (de inundaciones, sequías, e inauguración de obras, principalmente).

La transparencia de los organismos relacionados con el agua (en especial el organismo operador de Saltillo –Agsal- y la Secretaría de Salud de Coahuila) es muy cuestionada, ya que carecen realmente de la credibilidad de sus argumentos.

Políticas y estrategias de Innovación

Se requiere la participación ciudadana, así como investigadores, consultores interesados en la gestión del recurso en la región de Saltillo, Ramos Arizpe y Arteaga. Proponer y empezar a desarrollar algunos proyectos relevantes, en los que se integran la ciencia, la tecnología y la innovación.

A continuación se presenta una propuesta de proyectos relacionados con el agua en Saltillo, Ramos Arizpe y Arteaga, en los que se podrían integrar elementos científicos, tecnológicos y de innovación.¹⁴²

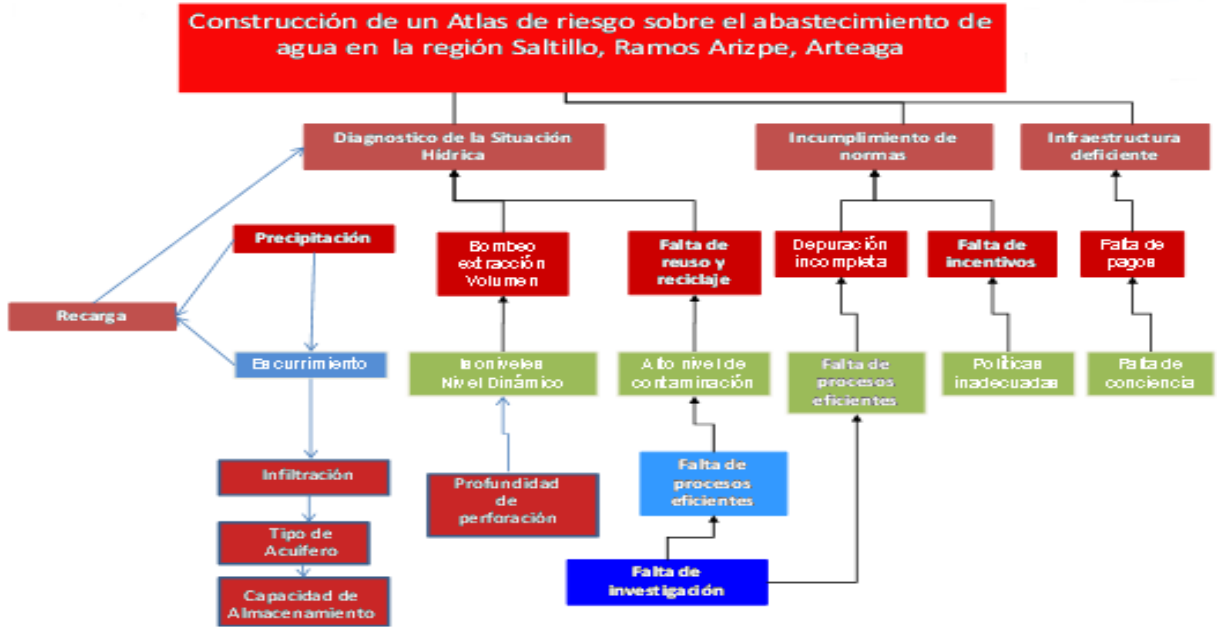
1. Aspectos generales
 - 1.1 Historia del agua y su relación con el desarrollo de la región
Nueva Ley Estatal del Agua, que incluya: Manejo integral de recursos hídricos, sustentabilidad del recurso, planes estatales, etc., y su Impacto Ambiental
 - 1.2 Instituto de Investigación del Agua
 - Definir actividades, conformación, relación con instituciones gubernamentales, universidades y centros de investigación, y elaborar reglamento
 - Obtener aprobación del Congreso del Estado
 - 1.3 Planes de manejo de acuíferos

¹⁴² Esta propuesta de proyectos fue elaborado por la Dra. Gloria Tobón de Garza coordinadora del grupo del agua en COECYT en Coahuila .Especialista en Tratamiento de agua residual, coordinadora de los proyectos en uso eficiente del agua en Saltillo, coordinadora de diferentes grupos sociales que promueven la protección al recurso y luchadora social del agua.

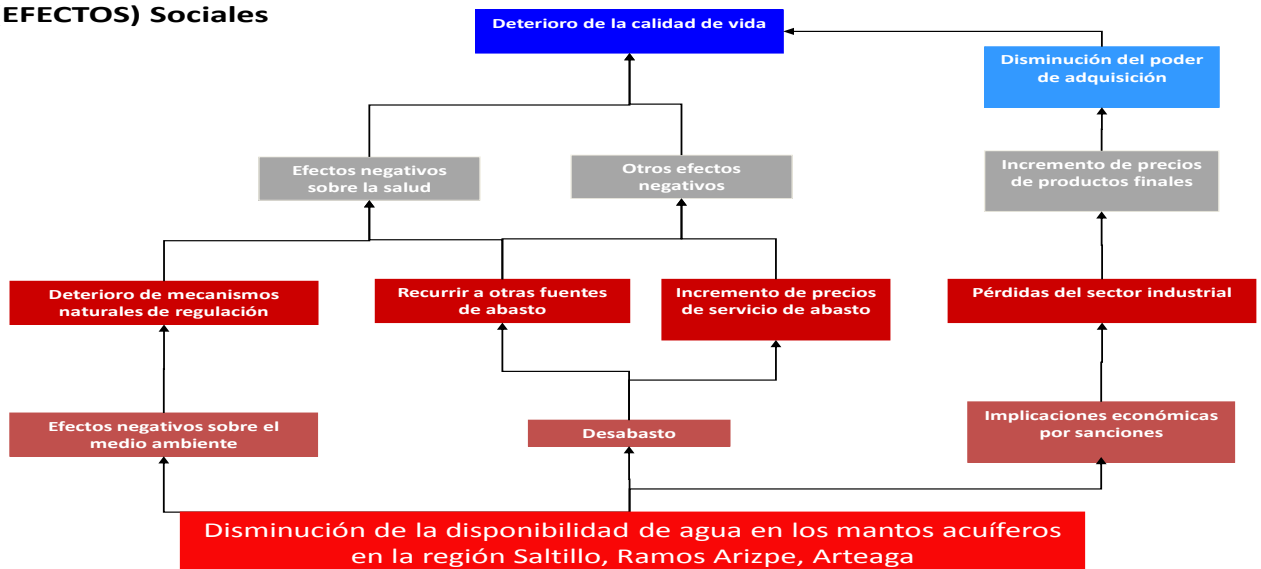
- 1.4 Reglamentación de acuíferos
- 1.5 Actualización de padrones de usuarios de agua
- 1.6 Definición de mecanismos de adquisición de derechos de agua para recuperación de acuíferos (P. ej. Bancos de Agua)
- 1.7
- 2. Estudios hidrogeológicos y otros relacionados con el abasto de agua
- 2.1 Estudios de hidrogeología regional -cada 2 años-. y establecimiento de redes de monitoreo piezométrico continuo
- 2.2 Preparación para eventos de sequía
- 2.3 Posibilidad de implementar obras de recarga del acuífero
- 2.4 Captación de agua de lluvia en viviendas, industrias, etc.
- 2.5 Modelo dinámico de los acuíferos regionales
- 2.6 Revisión de la información disponible sobre calidad histórica del agua de pozos
- 2.7 Monitoreo en el largo plazo de la calidad del agua subterránea
- 3. Calidad y sistemas de tratamiento para el agua de abasto
- 3.1 Efectos de los contaminantes de agua de abasto sobre la salud humana
- 3.2 Sistemas de tratamiento de agua de abasto para aplicación por parte de los organismos operadores
- 3.3 Sistemas de tratamiento de agua para aplicación por parte de los usuarios domésticos
- 3.4 Creación del laboratorio de diagnóstico ambiental y gestión de calidad del agua
- 4. Métodos de conservación y ahorro de agua
- 4.1 Estado de las redes de distribución y propuestas para reducir las fugas físicas
- 4.2 Métodos para reducción del consumo de agua en la agricultura
- 4.3 Sistemas de manejo del agua en industrias
- 4.4 Cultura del agua en escuelas, fábricas, etc.
- 4.5 Métodos de conservación y ahorro de agua en viviendas
- 5. Tratamiento de aguas residuales
- 5.1 Humedales construidos para tratamiento de AR de poblados pequeños
- 5.2 Sistemas caseros para aguas grises
- 5.3 Sistemas caseros para aguas negras
- 6. Reúso de aguas residuales tratadas
- 6.1 Reúso de aguas residuales municipales tratadas (ARMT)
- 6.2 Tratamientos terciarios y cuaternarios para reúso de ARMT
- 7. Aspectos sociales del abasto de agua
- 7.1 Aspectos sociales del abasto de agua
- 7.2 Aspectos sociales de carencias en sistemas de alcantarillado
- 7.3 Sistemas Tarifarios por los servicios básicos de agua potable, alcantarillado y tratamiento de las aguas residuales
- 8. Varios
- 8.1 Formación de recursos humanos altamente calificados en el manejo del agua
- 8.2 Diseño de un sistema integral de indicadores para los organismos operadores
- 8.3 Diseño de un sistema integral de indicadores ambientales

6.9 Diagrama de flujo de propuestas

Finalmente se presenta un diagrama de flujo de las propuestas que se deben de iniciar para poder resolver la problemática del agua en el valle de SAARA. Así mismo las actividades y el árbol de problemas de los efectos Sociales.¹⁴³

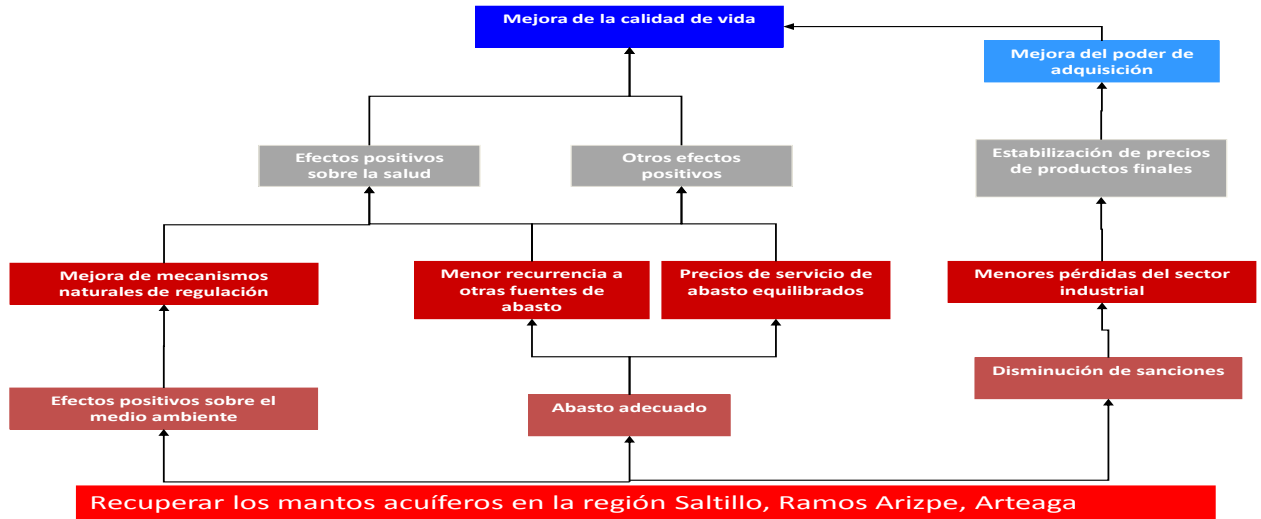


Árbol de problemas (EFECTOS) Sociales

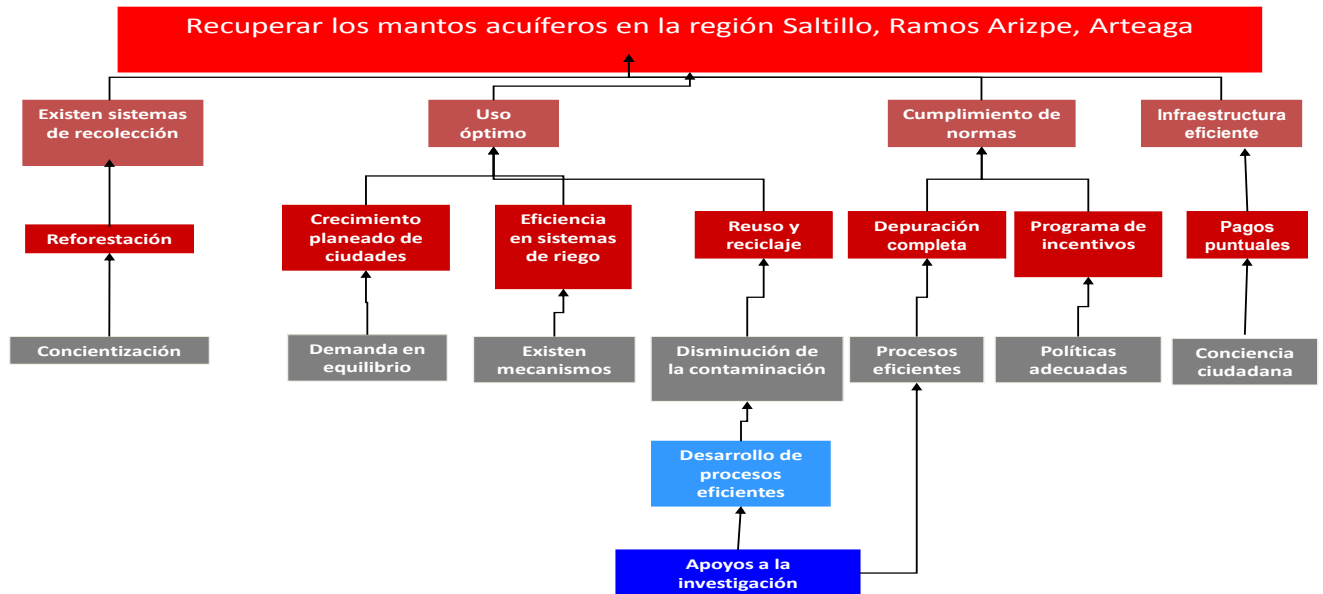


¹⁴³ Documento elaborado por los investigadores del CINVESTAV (Centro de Investigación y de Estudios Avanzados del Instituto Politécnico Nacional) en coordinación con el grupo del agua de COECYT Coahuila.

Árbol de objetivos



Árbol de objetivos



Una vez que un país experimenta escasez de agua, puede esperar una escasez crónica que amenace la producción de alimentos, obstaculice el desarrollo económico y dañe los ecosistemas. Esto a razón de 100 litros/día/habitante y 20 veces más para la agricultura y la industria.

Bibliografía, Consulta y Referencias

- Aboites Gilberto, Martínez Francisco *La construcción de resistencias en un mundo global primera edición 2007 página 91 P y V editores*
- Academia Mexicana de Ciencias Red del Agua México, 2008
Pendientes nacionales del agua Agenda
Luis Aboites (colmex) ,Enrique Cifuentes (insp) ,Blanca Jiménez (ii-unam) .María Luisa Torregrosa (flacso)
- Acciones locales para un reto global. Foro Mundial del Agua México 2006. CONAGUA Informe Final.
- Agua, Medio Ambiente y Sociedad, hacia la gestión Integral de los Recursos Hídricos en México. Julia Carabias y Rosalva Landa, UNAM, el Colegio de México, Fundación Gonzalo Río Arronte.
- Aguas de Saltillo (Agsal) www.aguasdesaltillo.com
- Agua potable segura es esencial, http://drinkinwater.org/flash/es/water.html?_2_00_00
- Aguilar, Luis F.(2006), *Gobernanza y Gestión Pública*, México, FCE.
- Agsal (2003 a 2010), "Memoria 2003 (2004, 2005, 2006, 2007, 2008, 2009, 2010) de Aguas de Saltillo.
- _____ (2009-1), "Presentación de la Gerencia de Producción de Agsal".
- _____ (2009-2), "Anexos al Oficio N° GG/001/09 del Director General de Agsal, en respuesta al oficio N° DG 0218/09 del Director General de CEAS".
- _____ (2009-3), "Información proporcionada por el Director General del organismo operador de Saltillo" durante una reunión con representantes de la Presidencia Municipal de Saltillo y la Asociación de Usuarios del Agua de Saltillo AUAS (Octubre de 2009).
- August 2007, volume 99 número 8.
- Anderson, M. and W., Woessner. 1992. *Applied groundwater modeling. Simulation of flow and advective transport*. Academic Press, Inc. San Diego. U.S.A. 381 p.
- Archivo Municipal de Saltillo. Historia de la disponibilidad de agua en Saltillo
- Arreguín, 2005 Localidades con problemas de disponibilidad de agua. En México.
Boletín de América Latina
- Arreguín Felipe Cortés; Los retos del agua, El agua en México Cauces y Encauces editores Blanca Jiménez /CONAGUA (Arreguín et al, 2004).
- Arrojo Agudo, Pedro (2006) "Desafíos hacia un desarrollo sustentable, agua y construcción de una institucionalidad democrática" Fundación Heinrich Böll, México, pp. 172-190.
- Arrojo Agudo, Pedro. (2006) *El reto ético de la nueva cultura del agua funciones y derechos en juego*. Editorial Paidós
- America Bulletin V.47 Lesser, M.J. G 1998 *The Geology of North America Volumen0-2 Capter 12, Región 9 Sierra Madre Oriental*
- Andreu, J. and A. Sahuquillo. 1987. Efficient aquifer simulation in complex systems. *Journal of Water Resources Planning and Management*. ASCE. 113 (1): 110 - 129.
- Anderson, M. and W., Woessner. 1992. *Applied groundwater modeling. Simulation of flow and advective transport*. Academic Press, Inc. San Diego. U.S.A. 381 p.
- AWWA, Norma ANSI/AWWA C654-87, *Desinfección de pozos*, American Water Works Association, 1987, Denver, Colorado (USA).
- Balance Hídrico Nacional México 2010 Semarnap
- Banco Mundial (2007), Datos y Estadísticas, PIB per Cápita, <http://www.bancomundial.org/datos/>
- Badii J. Castillo *Life evolution history desarrollo sustentable bases socioeconómicas y ambientales UANL M:H: Badii J. Castillo*

- Bear, J. and A. Verruijt. 1987. Modeling groundwater flow and pollution. D. Reidel Publishing Co., Dordrecht. The Netherlands. 414 p.
- Belmonte Izquierdo R., Carlos Hernandez S., Sanchez E. N. (2009), Chapter "Hybrid Intelligent Control Scheme for an Anaerobic Wastewater Treatment Process". In: *Advances in Computational Intelligence, Series: Advances in Intelligent and Soft Computing*, Vol. 61, pp. 249-258, Editorial: Springer-Verlag.
- ____ (2009), "Control inteligente en tiempo real de procesos anaeróbicos". Tesis de maestría. Cinvestav Guadalajara, Septiembre 2009. Directores de tesis: Edgar Sánchez Camperos, Salvador Carlos Hernández.
- ____ Carlos Hernandez S., Sanchez E. (2010) "A new neural observer for an anaerobic bioreactor". *International Journal of Neural Systems*, Vol. 20, No. 1, pp. 75-86.
- Berner and Berner 1996 Distribución de aguas naturales. Edición 1 Mc GrawHill
- Bolivar Duarte, Manuela, "
- ____ Calidad de las fuentes de agua para el municipio de Saltillo
- ____ Calibración y estandarización de la metodología para la producción de biogás a partir del tratamiento de aguas residuales domésticas.
- Briones S., Gregorio, Estudio de riego subterráneo en manzano y su incremento en la eficiencia en el uso del agua.
- Bredehoeft, J. and P. Hall. 1995. Ground-Water models. *Journal Ground-Water*. Ground Water Publishing Company. 3 (4): 530-531.
- Bonfils. Suministro de agua la parte alta del río Grande Universidad de Colorado et al,(2008).
- Boulton, N. S. 1963. Analysis of data from nonequilibrium pumping tests allowing for delayed yield from storage. *Proc. Institution of Civil Engineers*, vol. 26, London
- Bosch et al., 2002 ("No water, no peace", p. 111, op. cit.).Publicación Socioeconómicas Problemas del nuevo mundo editorial trillas.
- Bueno García J.A. (2011?), "Estructura híbrida de control para mejorar la eficiencia de un proceso anaeróbico de tratamiento de efluentes de rastro". Tesis de maestría en curso. Cinvestav Guadalajara. Directores de tesis: Edgar Sánchez Camperos, Salvador Carlos Hernández
- Burrows, R H., 1910 Geology of northern Mexico. Sociedad Geologica Mexicana Vol I
- Cadet, C., Beteau J.F., Carlos-Hernandez S. (2004), "Multicriteria control strategy for cost/quality compromise in Wastewater Treatment Plants". *Control Engineering Practice*. Elsevier. Vol.12 No.6. Pp.335-347.
- Cámara Nacional de la Industria de la Construcción (CNIC), *Plan pozo – Primera Etapa*-Fundación de la industria de la construcción para el desarrollo tecnológico y de la productividad, A.C., 1996, México.
- Carlos-Hernandez S., Sanchez E.N., Beteau J.F. (2009), "Fuzzy observers for anaerobic WWTP: synthesis and implementation", *Control Engineering Practice*. Elsevier. *Control Engineering Practice*, Vol. 17, No. 6. pp. 690-702
- ____ Sanchez E.N., Beteau J.F. (2010), "Intelligent control strategy for anaerobic wastewater treatment plants", *In press*. *Chemical and Biochemical Engineering Journal*, Vol. 24, No. 3.
- Carrera Stampa Jacinta Palerm/Carlos Chairez(2002). *Medidas antiguas de Agua*. Relaciones, otoño, Vol.23. número 92. El Colegio de Michoacán, Zamora, México pp.227-251. Decreto de 1863
- Castro Narro, Efraín, Alternativa de solución a problemas de contaminación de agua y suelo derivadas de la industria petrolera
- Cortés Bracho, Javier de Jesús, Modelos conceptuales georreferenciados de los acuíferos que abastecen a las ciudades de Saltillo y Ramos Arizpe, Coah.
- CEAS (2005 a 2009), "Informe sobre la Situación del Agua Potable en Coahuila al año 2005", 2006, 2007, 2008 y 2009,2010..

- Centro Virtual de Información del agua, <http://www.agua.org.mx>
- Chávez, A. S., Flores, N., Moyabed, E., García, J., Ríos, M., Hernandez. 1990. Construcción de un modelo digital de simulación de flujo del acuífero de Villa de Reyes, S. L. P. 11º Congreso Nacional de Hidráulica. Tomo II. Tema 6. El agua subterránea y manejo de cuencas. p. 79-85.
- Chávez G.R 1995. Estrategias y programas para la preservación de la calidad del agua subterránea. Fórum in México on Ground Water Remediation Instituto de Geofísica UNAM.
- Cheema, T. J. and M. R. Islam. 1995. A new modeling approach for predicting flow in fractured formations. Chapter 18. Groundwater models for resources analysis and management. Lewis Publishers. pp 327-338.
- COFEPRIS La Secretaría de Salud, por medio de la Comisión Federal para la Prevención de Riesgos Sanitarios cumplimiento de la norma de agua potable y de tomar acciones cuando los valores obtenidos excedan los límites establecidos. Recientemente
- Coing El concepto de “Medios de consumo colectivo 1989 Editorial Lisboa
- Collado, 1999 Participación Ciudadana al agua como un instrumento político Trillas
- Comisión de Desarrollo Sostenible de las Naciones Unidas. *Ley para el desarrollo sustentable* “Programa para que avance la ejecución una gestión integral de cuencas”. 2001
- Comisión Estatal de Agua y Saneamiento (CEAS) de Coahuila www.ceascoahuila.gob.mx
- Comisión Nacional del Agua (CONAGUA)**
- Comisión Nacional del Agua (CONAGUA) www.conagua.gob.mx
- CONAGUA (2002), “Determinación de la Disponibilidad de Agua en el Acuífero Saltillo-Ramos Arizpe”; “Determinación de la Disponibilidad de Agua en el Acuífero Cañón del Derramadero”; “Determinación de la Disponibilidad de Agua en el Acuífero Región Manzanera-Zapalinamé, Estado de Coahuila”; “Determinación de la Disponibilidad de Agua en el Acuífero Región General Cepeda-Sauceda, Estado de Coahuila”.
- _____ (2007) “Determinación de la Disponibilidad de Agua en el Acuífero Saltillo- Ramos Arizpe”.
- _____ (2010), “Determinación de la Disponibilidad de Agua en el Acuífero Saltillo Sur”.
- _____ (2009), Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales, “Acuerdo por el que se da a conocer la ubicación geográfica de 371 acuíferos del territorio nacional, se actualiza la disponibilidad media anual de agua subterránea de 282 acuíferos, y se modifica, para su mejor precisión, la descripción geográfica de 202 acuíferos”; Diario Oficial de la Federación, viernes 28 de agosto de 2009, Segunda Sección.
- CNA, *Rehabilitación de pozos* (Libro III.2.1.), Subdirección General de Infraestructura Hidráulica Urbana e Industrial (Gerencia de Normas Técnicas), 1994, México.
- CNA, *Ley de Aguas Nacionales*, 1992, México.
- CNA, *Reglamento de la Ley de Aguas Nacionales*, 1994, México.
- CNA, *Reporte Integral del sector hidráulico*, 2001, México.
- CONAGUA 2010 *Ley Federal de Aguas Nacionales. Artículo 29 sobre los derechos de explotación de las aguas subterráneas.*
- CONAGUA. *Comité Técnico de Aguas Subterráneas para el Acuífero. Organismos auxiliares de los consejos de cuenca (art. 13 bis I, letra D).*
- Manual de la Comisión Nacional del Agua 2008. Disponibilidad del recurso en zonas áridas acuíferos sobreexplotados reporte desde el 2004.*
- http://www.conagua.gob.mx/CONAGUA07/Noticias/DR_0502.pdf
- CNA, 2004 Consumo por Región Hidrológica Gerencia de Aguas Superficiales e Ingeniería de Ríos y Gerencia de Aguas Subterráneas de la SGT, CNA y Conapo.
- CNA (2004), Estadísticas del Agua en México 2004, Comisión Nacional del Agua, México.
- CNA, 2004 *Disponibilidad natural promedio de agua en el país (CNA, 2004).*
- CNA (2005), Estadísticas del Agua en México 2005, Comisión Nacional del Agua, México.
- CNA (2006), Estadísticas del Agua en México 2006, Comisión Nacional del

- Agua, México.
- CNA (2007), Estadísticas del Agua en México 2007, Comisión Nacional del Resumen de la agenda del agua 2030
- CNA 1950-2010 Biblioteca Tesis Estación Meteorológico Datos de la unidad Agrometeorológica Saltillo
- CONAGUA, 2008 Red Nacional de Monitoreo
- CONAGUA, 2008. Legalmente, el agua potable es aquella que cumple con los 48 parámetros de calidad establecidos por la Norma Oficial Mexicana NOM 127-SSA1-1994.
- CONAGUA resumen de la Información tomada de los Estudios de Determinación de la Disponibilidad de agua de los Acuíferos SRA, Cañón de Derramadero, Región Manzanera-Zapaliname de los registros del REPDA y los informes de la Situación de agua potable en Coahuila por el CEAS y datos de Aguas de Saltillo.
- CONAGUA Informe Final Acciones locales para un reto global. Foro Mundial del Agua México 2006.
- CONAGUA, 2010: 38; IBWC/CILA, 2004: 2) (WET, 2001: 49). Folleto Informativo
- Coney, P.J. 1983, Un Modelo tectónico de México y sus relaciones con América del Norte, America del Sur y el Caribe. Revista del Instituto Mexicano del Petróleo V.15
- Consultores de Agua Subterránea, S.A. 1986 Exploración Geofísica en la Zona de Saltillo Coahuila. Secretaria de Recursos Hidráulicos (SARH) contrato SC-86-802
- Cuéllar Valdés, Pablo M. (1982), "Historia de la Ciudad de Saltillo", Biblioteca de la Universidad Autónoma de Coahuila, Vol. 13, Saltillo, Coahuila, pp.99.
- Custodio Emilio, Llamas Ramón Acuíferos explotados intensivamente. Conceptos principales, hechos relevantes y algunas sugerencias UNESCO 2002 IHP-VI, SERIES ON GROUNDWATER NO. 4 (Marín, 2002; Arreguim y otros, 2004; Cantú y Garduño, 2004)
- Custodio, E. Llamas, M.R. 1976. Hidrología subterránea. Ed. Omega, S.A. España. Tomo I. 1157 p.
- Custodio, E. y M. R. Llamas. 1976. Hidrología subterránea. Tomo I. Ed. Omega, S. A. Barcelona España. 1167 p. Davis, S. N. y R. DeWiest. 1971. Hidrogeología. Ediciones Ariel. Barcelona España. 563 p.
- Custodio Emilio, Llamas, Ramón Acuíferos explotados intensivamente Conceptos principales, hechos relevantes y algunas sugerencias UNESCO 2002 IHP-VI, SERIES ON GROUNDWATER NO. 4
- Danilenko, A. Dickson, E. and Jacobson, M 2010. Climate change and Urban Water Utilities; Challenges and Oportunities. Water working notes Nr.24. Word Bank.
- Davis, S.N. y R deWiest 1971 Hidrogeología. Ediciones Ariel Barcelona España.
- Davis, J. 1986. Statistics and data analysis in geology. 2a. e d. John Wiley & Sons, Inc. Republic of Singapore. pp. 312 - 330.
- Davis, S. N. Wiest, R.De. 1971. Hidrogeología. Ed. Ariel. Barcelona. 563 p.
- Davidson y Rose, 2000; Stanford *et al.*, 2000; Flint *et al.*, 2002; Scanlon *et al.*, 2002; Maddock *et al.*, 2005). Folleto informativo. Consenso en la comunidad hidrogeológica internacional en el sentido de que la estimación de la recarga de los acuíferos en las zonas áridas y semi-áridas puede contener mucha incertidumbre, y que un error de un orden de magnitud en la estimación de la recarga es común en estas zonas.
- Dean y Schmidt,(2010). Reducción de flujos manejados por las presas como de la invasión de plantas. Universidad de Colorado
- Diagrama de flujo del agua Saltillo-Carneros. Ingeniería en Riego y Bombeo. Fernando Augusto Villarreal Reyna.
- Díaz-Jiménez L., Herrera-Ramírez E., Carlos-Hernández S. (2008), "Using natural zeolites to improve anaerobic abattoir wastewater treatment". The Third International Meeting on

- Environmental Biotechnology and Engineering. Palma de Mallorca, Spain, September 21-25.
- Diodato, D. M. 1998. Software spotlight. *Journal Ground Water*. Ground Water. Publishing Company. 36 (3): 389 -390.
- Doe, T. and W. H. Pedler. 1998. The problem of fractures. *Ground Water Monitoring and Remediation*. Ground Water Publishing Co. 18(1): 74-77.
- Dourojeanni *et al.*, 2002. El sistema socioeconómico, formado por los usuarios de las cuencas, sean habitantes o interventores externos de la misma.
- Dueñez Alanís, José, Balance hídrico. Lluvia de exceso, infiltración y escurrimiento y análisis de la diversidad, productividad e indicadores de suelo y vegetación de la degradación en ecosistemas xéricos del norte de México
- _____ Hidroecología de ecosistemas acuáticos
- _____ Balance hídrico. Lluvia de exceso, infiltración y escurrimiento y análisis de la diversidad, productividad e indicadores de suelo y vegetación de la degradación en ecosistemas xéricos del norte de México
- _____ Balance hídrico. Lluvia de exceso, calidad de agua y nutrientes del escurrimiento y análisis de la d...
- _____ Respuesta a tratamiento hídrico y orgánico de nopal (*Opuntia ficus indica*) para producción intensiv...
- _____ Caracterización de la Hidrología superficial en las zonas áridas y semiáridas del norte de México
- Durán Juan Manuel (2002), coords, Los estudios del agua en la cuenca Lerma-Chapala-Santiago, Zamora, El Colegio de Michoacán, Universidad de Guadalajara, pp 181-202.
- El ciclo del agua: Todd. *Ground Water, Hydrology* Ed. J. Wiley , R. J. M. de Wist *Geohydrology* Ed. J. Wiley, Ch. Walton, *Ground Water Resource Evaluation* Ed. Mc Graw Hill.
- Estrela, T. and A. Sahuquillo. 1997. Modeling the response of a karstic spring at Arteta aquifer in
- Estudio Geohidrologico para la localización de sitios de perforación en Saltillo, Coahuila. Septiembre del 2009. Lesser y Asociados.
- Facultad de Ingeniería Civil UANL 2011-2012 Desazolve del rio Santa Catarina Boletín Informativo
- Falkenmark Malin estimación aproximada de la cantidad necesaria para un estándar de vida mínimamente aceptable en los países en desarrollo.
- Problemas del nuevo milenio Foro mundial del agua ONU-FAO Biblioteca Banco Mundial.
- FAO Conferencia Internacional sobre el Agua y el Medio Ambiente (ICWE). Dublín, Irlanda del 26 al 31 de enero. (1993.)
- FIDAGUA. Freese Nichols / Woodward Clyde (1996), "Plan de Abastecimiento de Agua a Largo Plazo para la Ciudad de Saltillo", realizado por las empresas consultoras Freese Nichols / Woodward Clyde,
- Flores Corona y López Bátiz, "Construcción de atlas de riesgo físico y social". 2006. CENAPRED
- Foro Mundial del Agua IV .149 Contenido tema 4. Manejo del agua para la alimentación y el medio ambiente. 157 Mensajes accionables — cosas que podemos hacer equilibrar el agua para alimentación y otros servicios del ecosistema.
- Foro Mundial del Agua IV Historias relacionadas con el agua y el crecimiento Agua, Pobreza y Crecimiento. Documento temático eje temático 1, agua para el crecimiento y desarrollo
- Foster, S. y R. Hirata 1991 Determinación Del Riesgo de Contaminación de Aguas Subterráneas Centro Panamericano de Ingeniería Sanitaria y Ciencias del Ambiente (CEPIS) Lima Perú.
- Freese Nichols / Woodward Clyde (1996), "Plan de Abastecimiento de Agua a Largo Plazo para la Ciudad de Saltillo", realizado por las empresas consultoras Freese Nichols / Woodward Clyde, a solicitud de FIDAGUA.

- Freeze & Cherry, 1979; Fetter, 1988; Domenico & Schwartz, 1990) Hydrologic Subterráneo Fundación Universitaria Iberoamericana (Funiber), Programa de Gestión Integral del Agua, <http://www.funiber.org/areas-de-conocimiento/medio-ambiente-y-desarrollo-sostenible/gestion-integral-del-agua/>
- Gallegos del Tejo, Arturo, Comportamiento hidrológico de las cuencas urbanas del valle de Saltillo
- García, E., 1981 Modificaciones al Sistema de Clasificación Climática de Koppen 3ª edición
- Garrels and mackenzie R.M. 1967. Genesis of some ground waters from igneous rocks. En: P.H. Abelson, ed., *Researches in Geochemistry*, Wiley, New York. p. 405-420.
- Garret Hardin (1968) La teoría Neoclásica sobre la propiedad colectiva. Colección London
- Geologic evolution of the Sierra Madre Oriental between Linares, Concepción del Oro, Saltillo and Monterrey, México, elaborado por Ricardo José Padilla y Sánchez, tesis doctoral, Universidad de Texas en Austin, 1982.
- Geología e Hidrología Subterránea del área del Municipio de Saltillo, Coahuila
Geología y Geofísica Aplicada S.A: de C.V. (GEOFISAP)
Noviembre del 2007 COMISION ESTATAL DE AGUAS Y SANEAMIENTO DE COAHUILA (CEAS)
- Gerencia de Aguas Superficiales e Ingeniería de Ríos y Gerencia de Aguas Subterráneas de la SGT, CNA y Conapo.
- Gilbert, R.O. 1987. *Statistical methods for environmental pollution monitoring*. Van Nostrand Reinhold, New York.
- Gleick, P. H., 1996: *Water resources*. In *Encyclopedia of Climate and Weather*, ed. by S. H. Schneider, Oxford University Press, New York, vol. 2, pp.817-823
- Gleick Peter presidente del Pacific Institute for Studies in Development, Environment and Security. *Consumo de agua por persona*.
- Gonzales Ramos, A., 2004. Estudio de la U.H. Agua Nueva Huachichil, Saltillo, Coahuila, México gerencia de producción Aguas de Saltillo.
- Graybill, F. A. 1976. *Theory and application of the linear model*. Wadsworth Publishing Company, Inc. California. U. S. A. 704 p.
- Gutiérrez Garza Esthela *Secretaria de Desarrollo Sustentable de la UANL. Aportaciones de la Universidad Autónoma de Nuevo León al Plan Nacional de Desarrollo 2012-2018 Acuerdo Social para la Igualdad y la Erradicación de la Pobreza.2013*
- Guzmán Puente María Alicia de los Ángeles. Participación comunitaria y prácticas alternativas hacia el manejo integral de cuencas Universidad Autónoma de Morelos 2006. Editorial Juventud y Familia.
- Harris, J., Loftis, J.C., Montgomery, R.H. 1987. Statistical methods for characterizing ground-water quality. *Ground Water* 25, 185-193.
- Hughes-Hallett & Gleason, 2004. *Cálculo Aplicado*. Segunda edición. Editorial CECSA 2004. pag.174.
- Imlay, R.W., R.W. 1936. Geology of Western part of the Sierra de Parras *Geo. Soc.America Bull.*, Vol 47
- IMTA (2011), “Programa de Indicadores de Indicadores de Gestión de Organismos Operadores del Instituto Mexicano de Tecnología del Agua” – Datos de Aguas de Saltillo, disponible en <http://www.pigoo.gob.mx/>
- INEGI.
- INEGI (2006), <HTTP://WWW,INEGI,GOB,MX/EST/DEFAULT,ASP?C=119>
AGEBS del 2008.Datos estadísticos de la Ciudad de Saltillo, Ramos y Arteaga.
- INEGI. 2000 Censo de Población y Vivienda
- INEGI. 2012 AGEBS Saltillo, Ramos Arizpe, Arteaga

INEGI SACM (2008). Volumen anual de agua entregada de fuentes locales y federales, Dirección de Sectorización y Automatización, informe interno del Sistema de Aguas.

INEGI. 2010 Regionalización Fisiográfica. Carta Estatal de Coahuila.

Instituto de Investigaciones Eléctricas. 1983. Manual de diseño de obras civiles. Hidrotécnica. A.1.12. Geohidrología. Comisión Federal de Electricidad. México. 131 p.

INIFAP.

Contreras R.F.J. (2007), "Metodología para la programación del riego deficitario controlado para manzano en Arteaga, Coahuila", CIRNE - Campo Experimental Saltillo, Folleto Técnico Núm. 30. Coahuila, México, 27 pp.

Ingeniería en Riego y Bombeo Fernando Augusto Villarreal Reyna. Tabla INRIBOPO1 Fuente; relación de Pozos que operan en Saltillo.

Ingeniería en Riego y Bombeo. Perforación, diseño y construcción de sistemas de abastecimiento de agua. Relación de las perforaciones en el valle de Saltillo Al termino del programa "Benito Juárez". Fernando Augusto Villarreal Reyna.

Julia Carabias. México El agua y sus espacios

Jürgen Hoth Von Der Meden, Alfredo Rodríguez, Mauricio De La Maza, Jenny Zapata, Anuar Martínez, Amanda Cleghorn, Haydée Parra, Mark Briggs, José Luis Montes Y Edward M. Peters Recagno. El sur de la frontera entre México y Estados Unidos

Jiménez Cisneros Blanca (2007), Información y Calidad del Agua, Revista Trayectorias, Año IX, 24, Mayo-agosto: 45-56 ISSN 1405-8928.

Karanjac, J. 1994. Ground water for windows. A new ground-water information system software. Journal Ground Water. Ground Water. Publishing Company. 32 (6): 1022-1028.

Kellum, L. B. Imlay. R.W.G., 1936 Evolution of Coahuila peninsula. México Part I Relathion Of Structure estritigrphy and igneous activity to an early continental margin. Geol. Soc America Bull. V.47

Kelly, W. A., 1936, Evolución de la península de Coahuila, México).

Kinzelbach, W. 1989. Groundwater modelling. An introduction with sample programs in basic. Elsevier Science Publishers. Amsterdam, The Netherlands. 333 p.

(Köpen modificada por Enriqueta García, 1973).

Lapcevic, P. A. and K. S. Novakowski. 1989. The analysis of slug tests conducted in fractured sedimentary rock. Paper presented at the NWWA FOCUS Conference on eastern regional ground water issues, Kitchener, Ontario.

L.Mijailov HIDROGEOLOGIA Editorial Mir Moscú.

Lesser y Asociados

Ley Federal de Aguas Nacionales. Artículo 29 sobre los derechos de explotación de las aguas subterráneas, CONAGUA 2010.

Ley Federal de Aguas Nacionales Artículo 3 XVI. "Cuenca Hidrológica": CONAGUA 2010

Ley Federal de Aguas Nacionales Capitulo 3 II. "Acuífero": CONAGUA 2010

López, R. E. 1982. Geología de México. Tomo II. 3a. Edición. Secretaría de Educación Pública. 453 p. McConnell, C. L. 1993. Double porosity well testing in the fractures carbonate rocks of the Ozarks. Journal Ground Water. Ground Water Publishing Company. 31 (1): 75-83

López, 1982; *Metodología de Theiss para conocer los diferentes tipos de acuíferos presentes.* ; McConnell, 1993

María Eugenia Treviño Rodríguez. El Colegio de la Frontera Norte. (Constitución Publica de Coahuila 1882 p.361). La Administración pública del agua en Saltillo

Martínez Amador, Silvia Yudith, Tratamiento de agua residual doméstica mediante reactores de biopelícula anaerobia.

- ____ Evaluación de la calidad fisiológica de cultivos de frijol y amaranto regados con agua residual tratada con reactores de biopelícula anaerobia Biotransformación anaerobia de nitrato presente en agua residual
- Mazari Hiriart et al., 2003 y Núñez et al., 2005 Estudios de la presencia de estos compuestos en el agua potable de la Ciudad de México y Monterrey, los límites establecidos por la normatividad mexicana (200 ppb)
- Megan, Bergkamp y John Scanlon. Caudal elementos esenciales Ambientales editora UICN 2004. unión mundial por la naturaleza Modelo como dispositivo que representa una aproximación de una situación de campo.
- McConnell, C. L. 1993. Double porosity well testing in the fractures carbonate rocks of the Ozarks. *Journal Ground Water*. Ground Water Publishing Company. 31 (1): 75-83.
- Mc. Whorter, D.B. and Sunada, D.K. 1977. *GroundWater Hydrology and Hydraulics*. Ann Arbor, Michigan, U.S.A. 290 p.
- Mc. Whorter, D.B. & Sunada, D.K. 1977. Acuífero terciario aquel con un confinamiento mayor de 600 mts y que presenta aguas con detritos y fósiles y que están presentes pero tuvieron un periodo de retorno por encima de los 100 años.
- Milanovic, P. T. 1981. *Karst hydrogeology*. Water Resources Publications. U.S.A. 434 p.
- Moench, A. F. 1984. Double-porosity models for a fissured groundwater reservoir with fracture skin. *Water Resources Research*. 20 (7): 831-846.
- Morris, L. M. and R. H. Johnston. 1985. Use of digital model to evaluate hydrogeologic controls in groundwater flow in a fractured rock aquifer at Niagara Fall, New York, U.S.A. *Journal of Hydrology*. Elsevier Science Publishers. Amsterdam, The Netherlands. 75: 167-194.
- Morales-Díaz A., Díaz-Jiménez L., Carlos-Hernández S., Herrera-Ramírez E. (2008), "Anaerobic Treatment of Slaughterhouse Wastewater: Kinetic Parameters Identification", First International Congress on Biotechnology and Bioengineering. Mexico City, November 5-7.
- Muñoz Castro Salvador 2000. *Hidrología Superficial*. Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro. Pagina 8.
- MultiEstudios Grupo Asociado, S. A. de C. V. (MEGA) Resumen ejecutivo 2030 Programa Hídrico Visión 2030 del Organismo de Cuenca Río Bravo
- Nelson, J.D., Ward, R.C. 1981. Statistical considerations and sampling techniques for groundwater quality monitoring. *Ground Water* 19, 617-625.
- Observaciones generales sobre la estructura de la Sierra Madre Oriental, por M. Taroy, et. al, 1975. *Revista del Instituto de Geología, UNAM*.
- Norma Oficial Mexicana NOM-127-SSA1-1994, Secretaría de Salud, Norma Oficial Mexicana Salud ambiental. Agua para uso y consumo humano. Límites permisibles de calidad y tratamientos a que debe someterse el agua para su potabilización.
- North American Continent Ocean Transects Program Transect H-1: La Paz to Saltillo, Northwestern and Northern México, por Luis Miguel Mitre Salazar y Jaime Roldán Quintana (fecha y sitio de publicación desconocidos).
- Nelson, J.D., Ward, R.C. 1981. Statistical considerations and sampling techniques for groundwater quality monitoring. *Ground Water* 19, 617-625.
- Observaciones generales sobre la estructura de la Sierra Madre Oriental, por M. Taroy, et. al, 1975. *Revista del Instituto de Geología, UNAM*.
- North American Continent Ocean Transects Program Transect H-1: La Paz to Saltillo, Northwestern and Northern México, por Luis Miguel Mitre Salazar y Jaime Roldán Quintana (fecha y sitio de publicación desconocidos).
- Palacios Velez, Enrique. *La Gestión del Agua en México los retos para el desarrollo sustentable*. Página 151. Editorial Universidad Autónoma Metropolitana.
- Palacios Velez, 2000. Boletín del AWWA 2004 a menor población mayor disponibilidad y menor bombeo, menor depredación, menor consumo de energía, menor contaminación por abatimientos y menos pérdidas por conducción de sistemas urbanos.

- Perlmutter, N.M y Geraghty J.L. Geology and ground-water conditions U.S - Geological Survey water Supply Washington 1963.
- Peña Cervantes, Edmundo, Distribución de metales pesados en la planta de tratamiento de aguas residuales de la UAAAN
- Peña Cervantes, Edmundo, Remoción de coliformes fecales de aguas residuales domésticas por tratamientos químico y físico para uso agrícola
- Pérez Romero (2002), "Evaluación de la transferencia del distrito de riego 011, Alto Lerma", Brigitte Boehm.
- Peter Gleick, del Pacific Institute for Studies in Development, Environment and Security
- Peterson et al., (2002) Cuenca del Río Conchos Bravo indica que ésta es una de las regiones más vulnerables en América del Norte ante el cambio climático USDA 1212
- Petroleum geology and resources of northeastern Mexico, por James A. Peterson, USGS, reporte 83-712, 1983.
- Pistre, S., L. M. Bangoy, T. Rivers. 1995. A new approach for the prediction of unexposed fractured reservoirs: A case study in Millas Granite (French Pyrenees). Hydrological Sciences-Journal-des Sciences Hydrologiques. 40 (3): 351-365.
- Podgorney, R. K. and R. W. Ritzi Jr. 1997. Capture zone geometry in a fractured carbonate aquifer. Journal Ground Water. Ground Water. Publishing Company. 35 (6): 1040-1048.
- Population Action International (PAI), Manual de proyecciones de la disponibilidad de agua per cápita y para pronosticar situaciones de escasez de agua en 2025 y 2050.
- Prickett, T. A. 1965. Type curve solution to aquifer test under water table conditions. Ground Water, vol. 3, No.3, pag. 514.
- Programa Hídrico Visión 2030 del Organismo de Cuenca Río Bravo
- Programa Especial de Cambio Climático 2009-2012 – DOF 28/08/2009
- Programa Hidrológico Internacional IUNESCO 1 Rué Miollis 75015 Paris France
- Poder Ejecutivo Federal, Comisión intersecretarial de Cambio Climático.
- Raffestin, 1980; Di Méo, 1988. *Cuencas Hidrológicas*.
- Registro Público de la propiedad Saltillo Coahuila Actas de compra venta en terrenos del Valle de Derramadero.
- REPDA (2009), Datos tomados del Registro Público de Derechos de Agua (REPDA), para los acuíferos Saltillo- Ramos Arizpe y Saltillo Sur.
- Requejo López, Ricardo, Manejo de agua residual y de lluvia en el seguimiento nutricional y de sanidad de hortalizas hidropónicas
- Rijsberman Frank Director General, Instituto Internacional para el Manejo del Agua Líder Temático, Tema: Agua para la Alimentación y el Medio Ambiente Documento temático eje temático 4 agua para la alimentación y el medio ambiente IV foro mundial del agua Ciudad de México, Marzo de 2006
- Rijsberman Frank , Nadia Manning, Sanjiv de Silva Instituto Internacional para el manejo del agua enero 18, 2006.
- Rodríguez Martínez Juan Manuel. Estudio de los acuíferos del Hundido y Cuatro Ciénegas Decreto en veda en el DOF el 23 de abril del 2007
- Robert Costanza. Director del Instituto de Economía Ecológica de la Universidad de Maryland.
- Rochester, E.W y Kriz G.J Potable Water availability ASCE Journal of the Sanitary Engineering Divisions, SA 5 1970
- Roland Pressat: Introducción a la demografía (pág. 187). Madrid: Ariel
- Sahuquillo, A. 1983. An eigenvalue numerical technique for solving unsteady linear groundwater continuously in time. Water Resources Research. American Geophysical Union. 19 (1): 87 - 93.
- Sanchez E.N., Beteau J.F. (2010), "Intelligent control strategy for anaerobic wastewater treatment plants", *In press*. Chemical and Biochemical Engineering Journal, Vol. 24, No. 3.
- SEMARNAT (1996), Norma Oficial Mexicana NOM-001- SEMARNAT-1996, que establece los límites máximos permisibles de contaminantes en las descargas residuales en aguas y

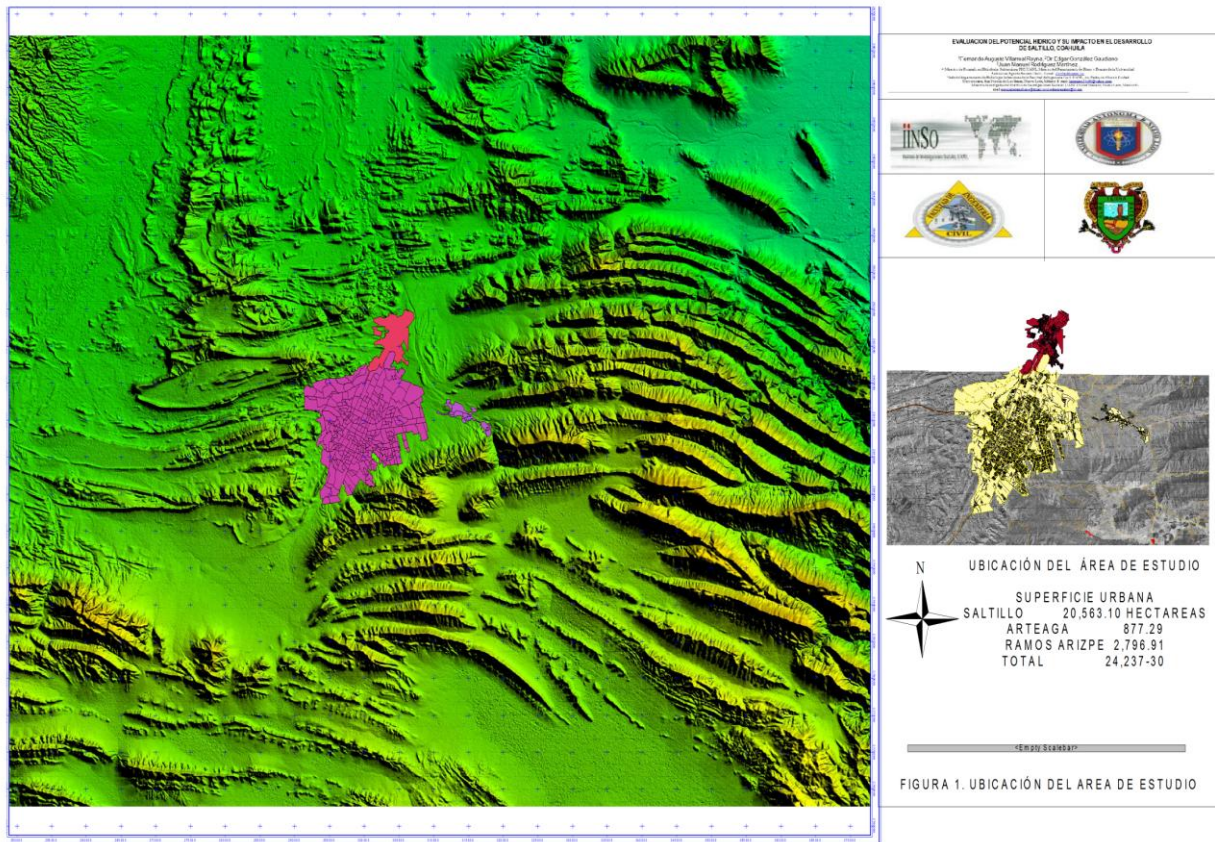
- bienes nacionales (Publicada en Diario Oficial de la Federación de fecha 6 de enero de 1997).
- SEMARNAT (1996), Norma Oficial Mexicana NOM-002- SEMARNAT-1996, que establece los límites máximos permisibles de contaminantes en las descargas de aguas residuales a los sistemas de alcantarillado urbano o municipal (Publicada en Diario Oficial de la Federación de fecha 3 de junio de 1998).
- SEMARNAT (1998), Norma Oficial Mexicana NOM-003- SEMARNAT-1997 que establece los límites máximos permisibles de contaminantes para las aguas residuales tratadas que se reusen en servicios al público (Publicada en Diario Oficial de la Federación de fecha 21 de septiembre de 1998)
- SEMARNAT, NOM-011-CNA-200). Definición que incluye al medio ambiente como otro usuario más de las aguas subterráneas y la *disponibilidad oficial* (DPO).
- Servicio meteorológico de la UAAAN (2010)
- Schwartz, F. W. and L. Smith. 1988. A continuum approach for modeling mass transport in fractured media. *Water Resources Research*. 24 (8): 1360-1372.
- Shannon, Robert & Johannes, James D. 1976. Metodología Stella fenómeno de la distribución, el consumo, la explotación y las pérdidas de agua por conducción.
- Shannon, Robert & Johannes, James D. 1976. Sistemas de simulación pp. 723-724.
- Soares Denise, Vargas Sergio, Nuño María Rosa. La Gestión de los recursos Hídricos realidades y perspectivas. Tomo I. Instituto Mexicano de Tecnología del Agua , Guadalajara Jalisco, Universidad de Guadalajara 2008.
- Sosa Fabiola S. Índice de eficacia de la gestión integral del agua (IEGA). *Environmental and Resources studies* , faculty of Environment, water policy and governance group (WPGG) university of waterloo 2006 . Miembro del Colegio de México. Publicación Agua y Saneamiento. Revista número 36. Sept 2010.
- Sosa Fabiola S. Evaluación del índice de eficacia de la gestión del agua (IEGA) utilizando un sistema de información geográfica. (ARCGIS3.4) 2006.
- Stratigraphy and Structure of Jurassic and Cretaceous Rocks of the Sierra Madre Oriental, Northeast Mexico, por Randall Marrett, James Lee Wilson, William C. Ward, 1999, Universidad de Texas en Austin.
- Stockholm International Water Institute – SIWI- Press Release, May 17, 2001), “General Motors Mexican Automobile Plant Wins Prestigious Stockholm Industry Water Award”
- Structure and Mesozoic Stratigraphy of Northeast Mexico, por John L. Russell and Jon A. Baskin de la Universidad de Texas A&I, 1984.
- Sudicky, E. A. And R. Therien. (1997). FRAC3DVS. Waterloo Centre for Groundwater Research (WCGR) and Laval University,
- Theis, 1940; Bredehoeft, 1997 y 2002. Rendimiento sustentable de los acuíferos.
- Tobón de Garza, Gloria (Marzo de 2007), ““Sistemas de Tratamiento y Reúso de Agua y Aguas Residuales en Alcoa Wheel Products México”, Conferencia presentada en la Expoagua 2007, Monterrey, N.L.,
- _____ (2002), “Premio Internacional ‘Agua en la Industria - Estocolmo 2001’, otorgado al Complejo Ramos Arizpe (Cra) de la General Motors de México (GMM), Conferencia presentada en la X Reunión Internacional Organizada por la Sociedad Mexicana de Agua (SMAAC), Monterrey, N. L., Mayo de 2002
- _____ (2000) “Treated Effluent Reuse for GM Mexico Automotive Plants”, Weftec, Chicago, Ill..
- _____ (2000) “Treated Effluent Reuse for GM Mexico Automotive Plants”, artículo publicado en *Industrial Wastewater*.
- _____ (1999) “Recovery of Reverse Osmosis Brine at GM de Mexico Ramos Arizpe Complex”, International Water Conference, Pittsburg, Pa.
- _____ (1996) “Desalination and Water Reuse in Mexico”, publicado en *International Desalination and Water Reuse*.
- _____ (1994) “Mexico City and its water problems”, publicado en *International Desalination and Water Reuse*.

- _____ (1992) "Water Management at General Motors de Mexico", publicado en International Desalination and Water Reuse.
- _____ (1991) "Water Management in Pemex Refineries", publicado en International Desalination and Water Reuse.
- _____ (Octubre de 1989), "Conservación, Reúso y Reciclaje de Aguas Residuales en la Industria", Conferencia presentada en la XXIV Reunión Conjunta de la Sociedad Mexicana de Aguas (SMAAC), la Water Pollution Control Federation (WPCF) y la Texas Water Pollution Control Federation (TWPCF), Monterrey, N.L.,
- _____ (1986) "Desalación en México: Problemas y Soluciones", ponencia presentada en la Reunión Internacional de AMFESAAC, Cd. de México.
- _____ (1986) "Uso Racional del Agua en la Industria", Seminario presentado en Canacindra-Salttillo.
- _____ (1985) "Ósmosis Inversa en México: Problemas y Soluciones", ponencia presentada en la Reunión Internacional de AMFESAAC, Cd. de México.
- Tortajada, Cecilia, Vicente Guerrero y Ricardo Sandoval (2004)** "Hacia una gestión integral del agua en México: retos y alternativas"; **Coeditor(es):** H. Cámara de Diputados, LIX Legislatura y el Centro del Tercer Mundo para el Manejo del Agua, A.C.; Ed. Porrúa, 464 pp.
- Colegio Oficial de Ingenieros Técnicos Forestales de España (2011), "Curso Técnico en Gestión Integral del Agua", <http://www.emagister.com/curso-tecnico-gestion-integral-del-agua-cursos-2338519.htm>
- Turton y Ohlsson Esquema sobre el posible escenario de cierre de una cuenca
Resumen Ejecutivo 2030 MultiEstudios Grupo Asociado, S. A. de C. V.
(MEGA)
- Upper Jurassic Stratigraphic Relations Near Monterrey, Nuevo León, México, por Alfred Weidie y J. A. Wollleben, boletín de la Asociación Americana de Geólogos Petroleros V.53 No. 12, 1969.
- UAAAN. Servicio Meteorológico 2010 División de Ingeniería.
- UN (2003), World Water Assessment Programme, Water for People Water for Life, The United Nations World Water Development Report, UN ESCO y Berghahn Books, Barcelona.
- UN (2006), Water a shared responsibility, The United Nations World Water Development Report 2 (WWDR 2), World Water Assessment Programme, UNESCO, Berghahn Books, UN Water.
- UN (2005), Objetivos del Desarrollo del Milenio, Informe de 2005, Naciones Unidas, New Naciones Unidas, New York, [http://millenniumindicators.un.org/unsd/mi/pdf/MDG %20BOOK_SP_new.pdf](http://millenniumindicators.un.org/unsd/mi/pdf/MDG%20BOOK_SP_new.pdf)
- UNAM, *Diplomado en Sostenibilidad y Manejo Integral del Agua*, <http://www.mineria.unam.mx/detalledediplomado.php?id=131>
- Unesco, Water Links Worldwide, http://www.unesco.org/water/water_links/
- UNESCO Recursos Década Hidrológica Internacional (DHI) Programa Hidrológico Internacional (PHI) en 1975.
- UNESCO PHI 1 Rue Miollis 75015 Paris France
- Universidades y Centros de Investigación CINVESTAV
- (2009), "Control inteligente en tiempo real de procesos anaeróbicos". Tesis de maestría. Cinvestav Guadalajara, Septiembre 2009. Directores de tesis: Edgar Sánchez Camperos, Salvador Carlos Hernández.
- _____ Carlos Hernandez S., Sanchez E. (2010) "A new neural observer for an anaerobic bioreactor". International Journal of Neural Systems, Vol. 20, No. 1, pp. 75-86.
- UNPD (2006), Human Development Report 2006, Beyond scarcity: Power, poverty and the global water crisis, NY, USA.
- USGCRP Folleto técnico ONU Número 123 , 2009.

- Verner, D. et al. Climate change with a Human Face in México, 2010. Sustainable Development management Unit Latin America and the Caribbean Region. Word Bank.
- Vries & Simmers 2002. La determinación de los flujos de recarga en las zonas semi-áridas continúa estando cargada de incertidumbre.
- Walton, W. C. 1960. Application and limitation of methods used to analyze pumping test data. Water Well Journal.
- Walton, 1970. *Disponibilidad física*, consistente en utilizar la extracción actual, VEA, en lugar de la extracción concesionada. 2002.
- Walton, W.C. 1970 Groundwater Resource Evaluation. McGrawHill Book, Co., New York.
- Walton, W. C. 1979. Progress in analytical groundwater after modeling. Journal of Hydrology. Elsevier Scientific Publishing Company. Amsterdam, The Netherlands. 43: 149-159.
- Walton, W. C. 1970. Groundwater Resource Evaluation. McGrawHill Book, Co., New York.
- Walton, W. C. 1960. Application and limitation of methods used to analyze pumping test data. Water Well Journal.
- Water Infrastructure Study Saltillo, México, por William C. Allanach et al. (fecha y sitio de publicación desconocidos).
- Water Information Center, <http://water.nationalacademies.org/about.shtml>
- Werner, J. 1996. Introducción a la hidrogeología. Facultad de Ciencias de la Tierra. Universidad Autónoma de Nuevo León. México. 174 p.
- WHO-UNICEF (2006), Joint Monitoring Programme for Water Supply and Sanitation, <http://www.wssinfo.org/en/welcome.html>
- WHO-UNICEF (2004), Meeting the MDG drinking water and sanitation target: a mid-term assessment of progress, 2004, http://www.who.int/water_sanitation_health/monitoring/jmp04.pdf
- WORLD HEALTH ORGANIZATION, 2007, Public Health and the Environment WHO Series 15 Jones et al., The Lancet 2003 <http://www.thelancet.com/>
- Jimenez B. and Maya C. (2007) "Helminths and Sanitation". Microbiology Book. "Communicating Current Research and Educational Topics and Trends in Applied Microbiology. Ed A. Méndez-Vilar Series I SBN-13:978-84-611-9422-3. Vol. I 60-71 pp.
- WRI (2005), World Resources 2005, The Wealth of the Poor, Managing Ecosystems to Fight Poverty, United Nations Development Programme, United Nations Environment Programme, World Bank, World Resources Institute, <http://www.wri.org/>
- Yañez Ontiveros, A.R. (2010), "Influencia del carácter básico de una zeolita natural mexicana en la remoción de metales pesados en aguas residuales". Tesis de Licenciatura en curso. Universidad Autónoma de Coahuila, Escuela Superior de Ingeniería "Lic. Adolfo López Mateos". Directora de tesis: Lourdes Díaz Jiménez.
- Gallegos del Tejo, Arturo, Comportamiento hidrológico de las cuencas urbanas del valle de Saltillo
- Yevjevich, V. 1976. Advanced approaches to karst hydrology and water resources systems. Karst hydrology and water resources. Volumen I. Part 2. Karst hydrology. proceeding of the U.S.-Yugoslavian Symposium, Dubrovnik, June 2-7, 1975. Water Resources Publications. USA. pp. 209 - 220.

Anexos, Mapas, Balance de abatimiento de pozos, Gráficas

Imagen 5 Ubicación del área de estudio



Plano del Municipio de Saltillo con sus Localidades

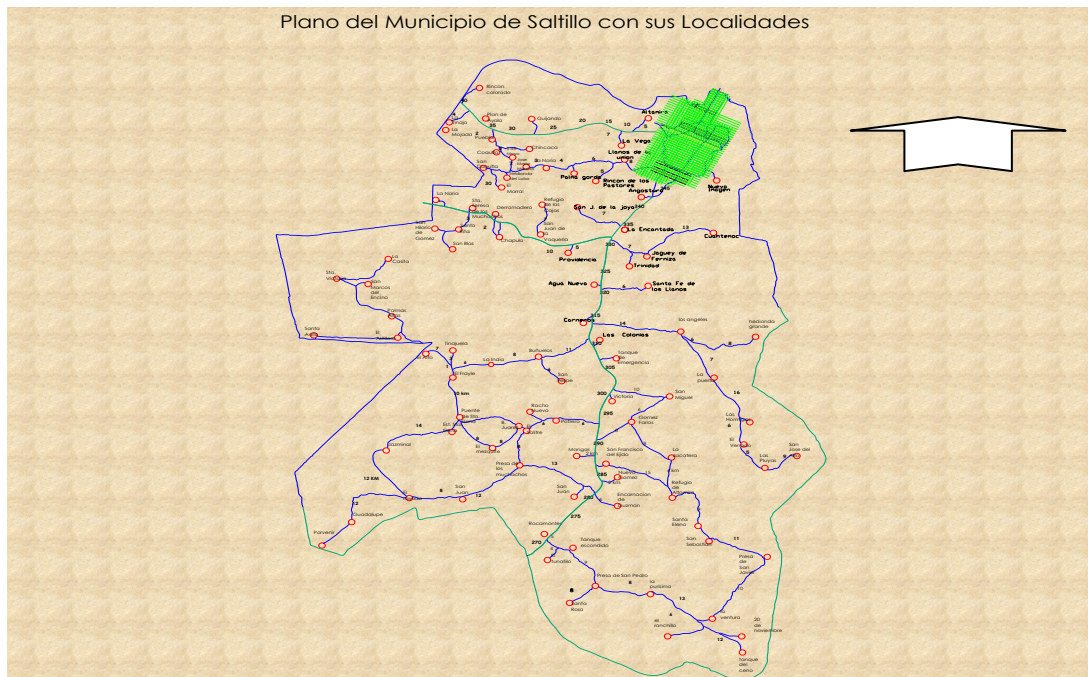


Imagen 6 Ubicación de las comunidades y localidades del Municipio de Saltillo.

Piper Diagram

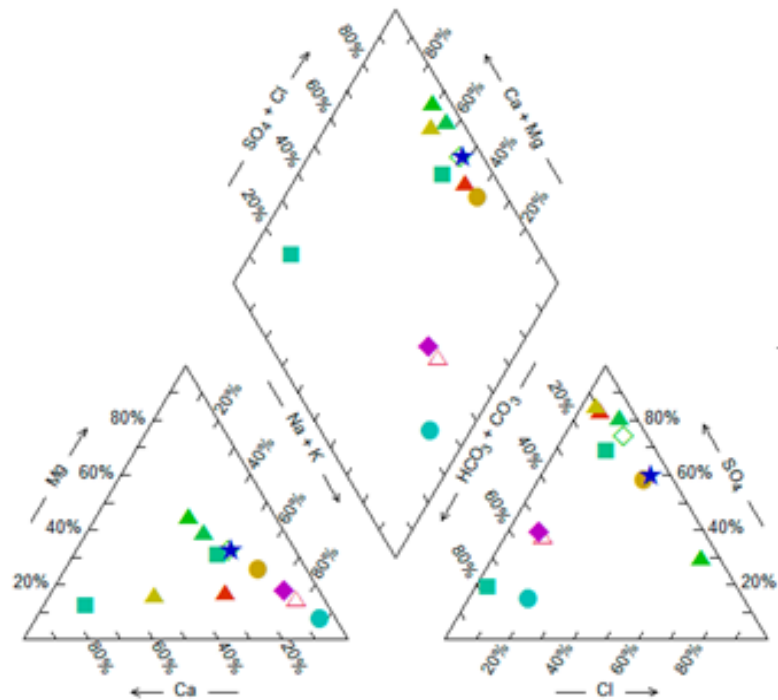


Imagen Número 7 El Diagrama de Piper

Schoeller Diagram

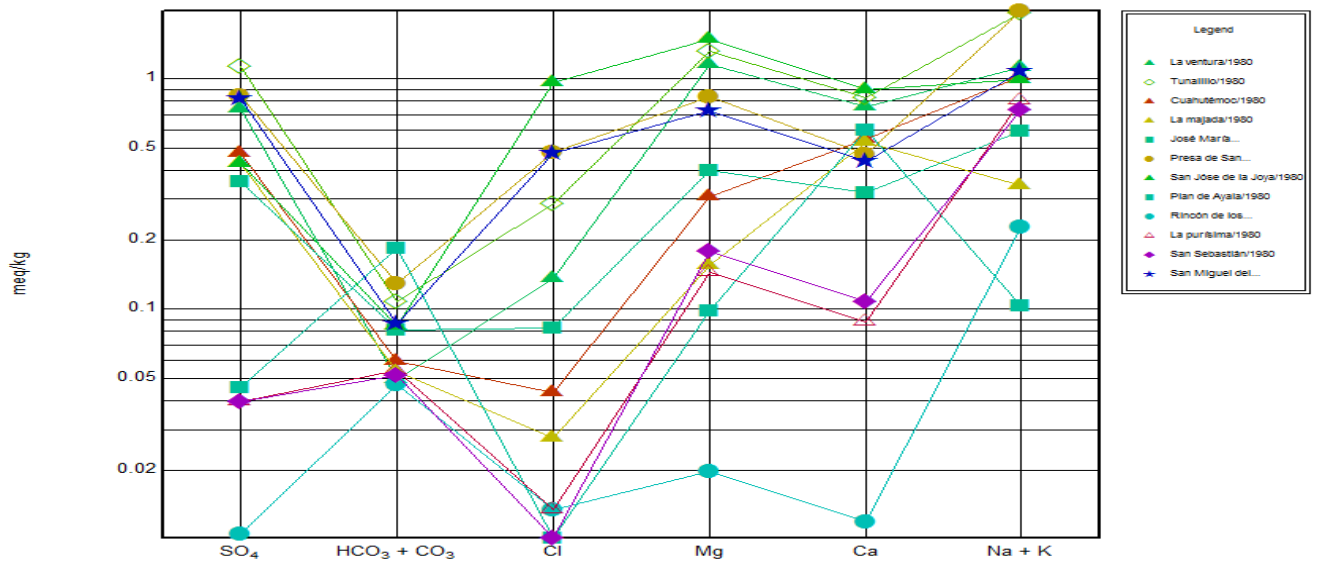


Imagen Número 8. El Diagrama de Schoeller para la calidad de agua del sureste del Municipio de Saltillo

Imagen Número 9

La distribución de las dos porciones del acuífero, así como su zona de recarga.

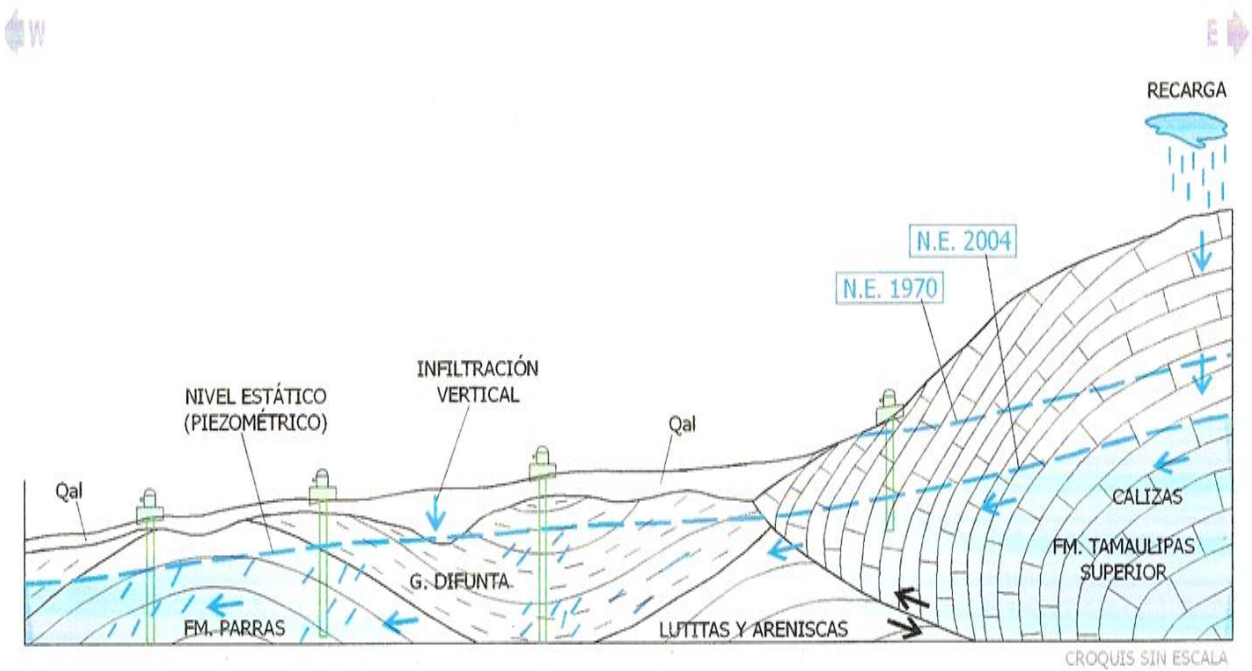
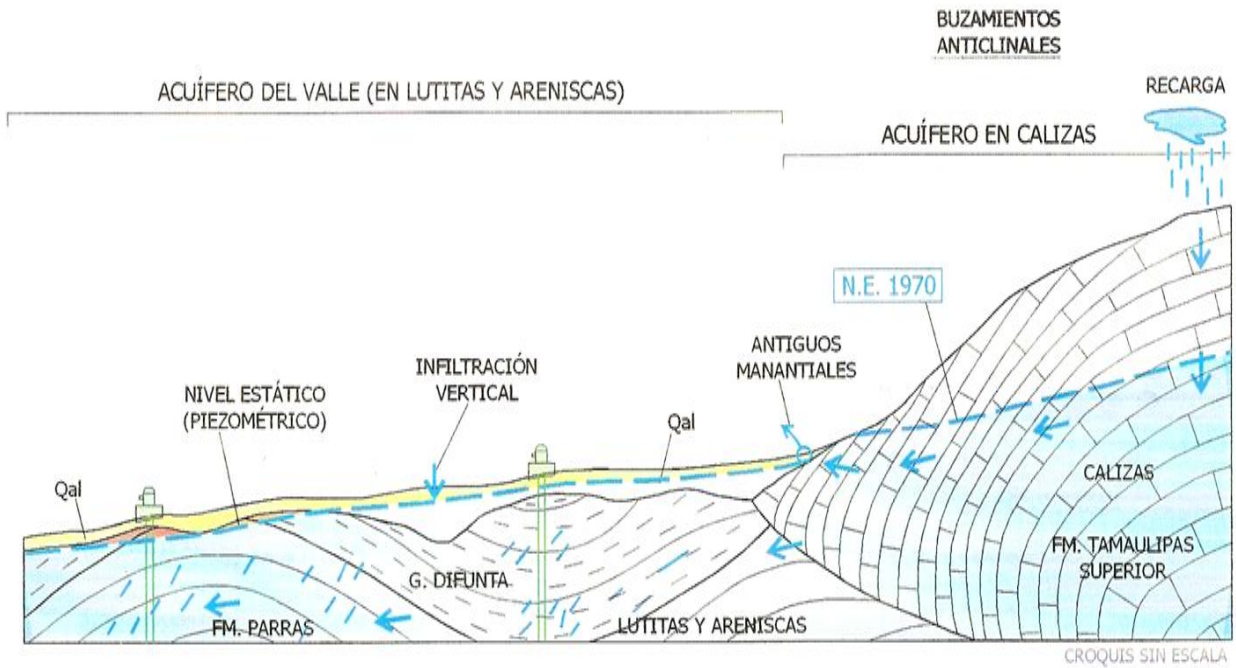


Imagen Número 10 Unidades litológicas que conforman el acuífero

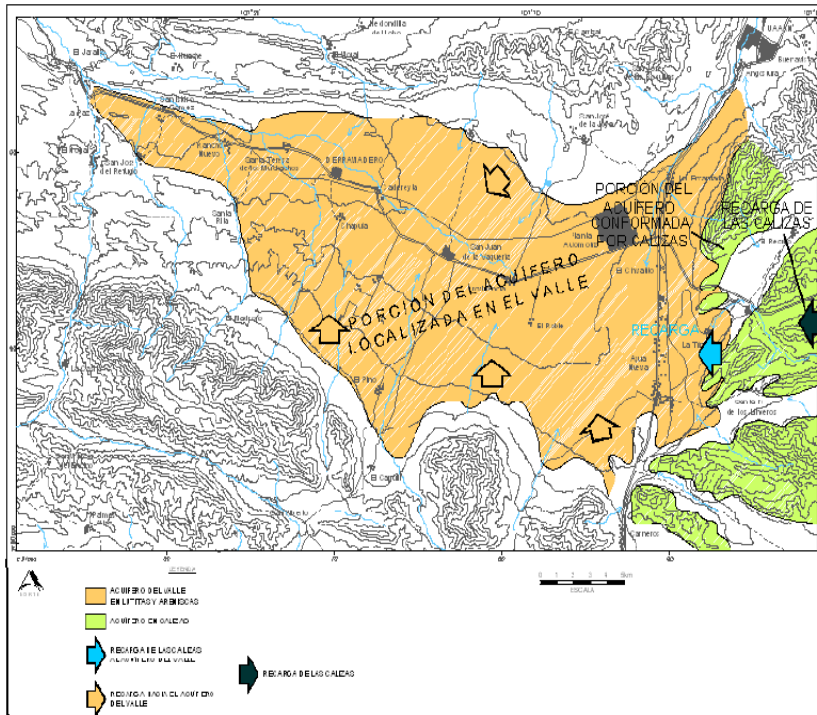


Imagen Número 11

Tipos de materiales que conforman la estratigrafía del lugar y del vecino valle de Derramadero.

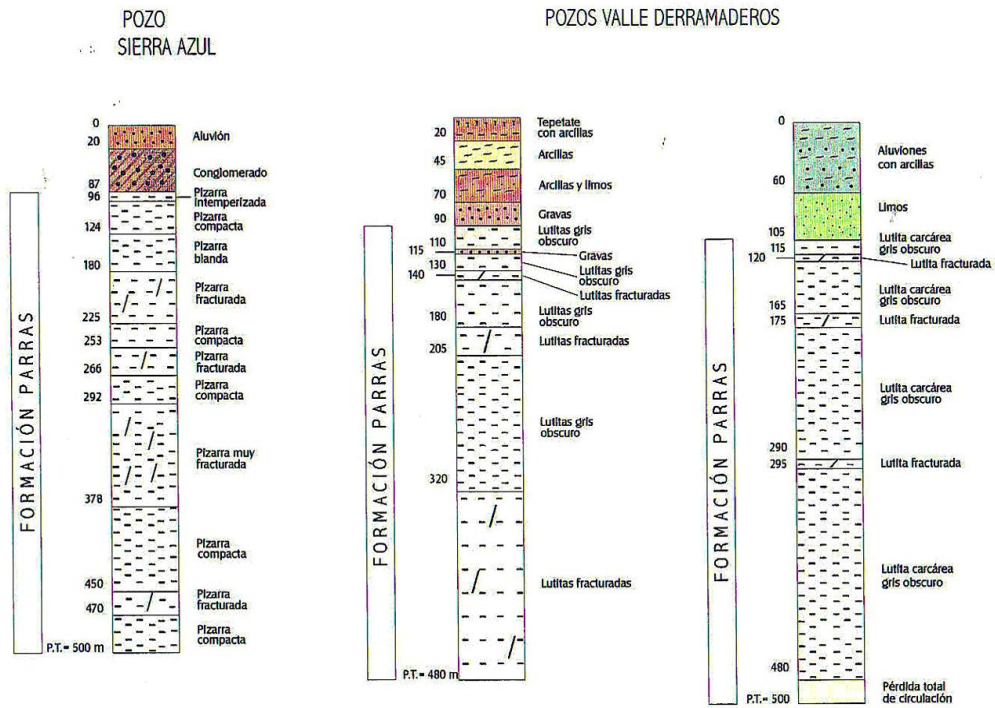


Imagen Número 12

Muestra el grado de Abatimiento de la Zona del sureste del Municipio de Saltillo con respecto al tiempo

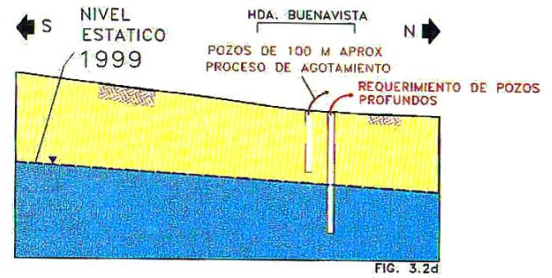
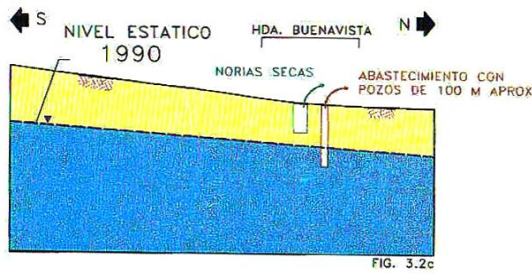
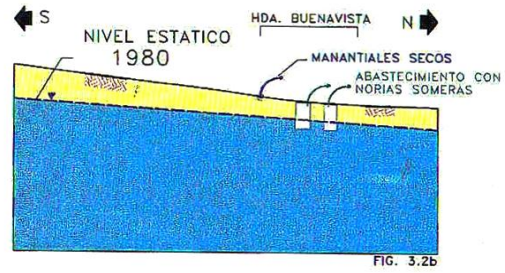
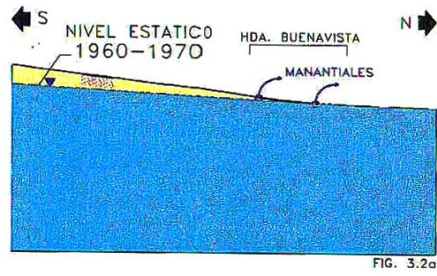


Imagen Número 13 Cono de Abatimiento para pozos de 1,000 Mts

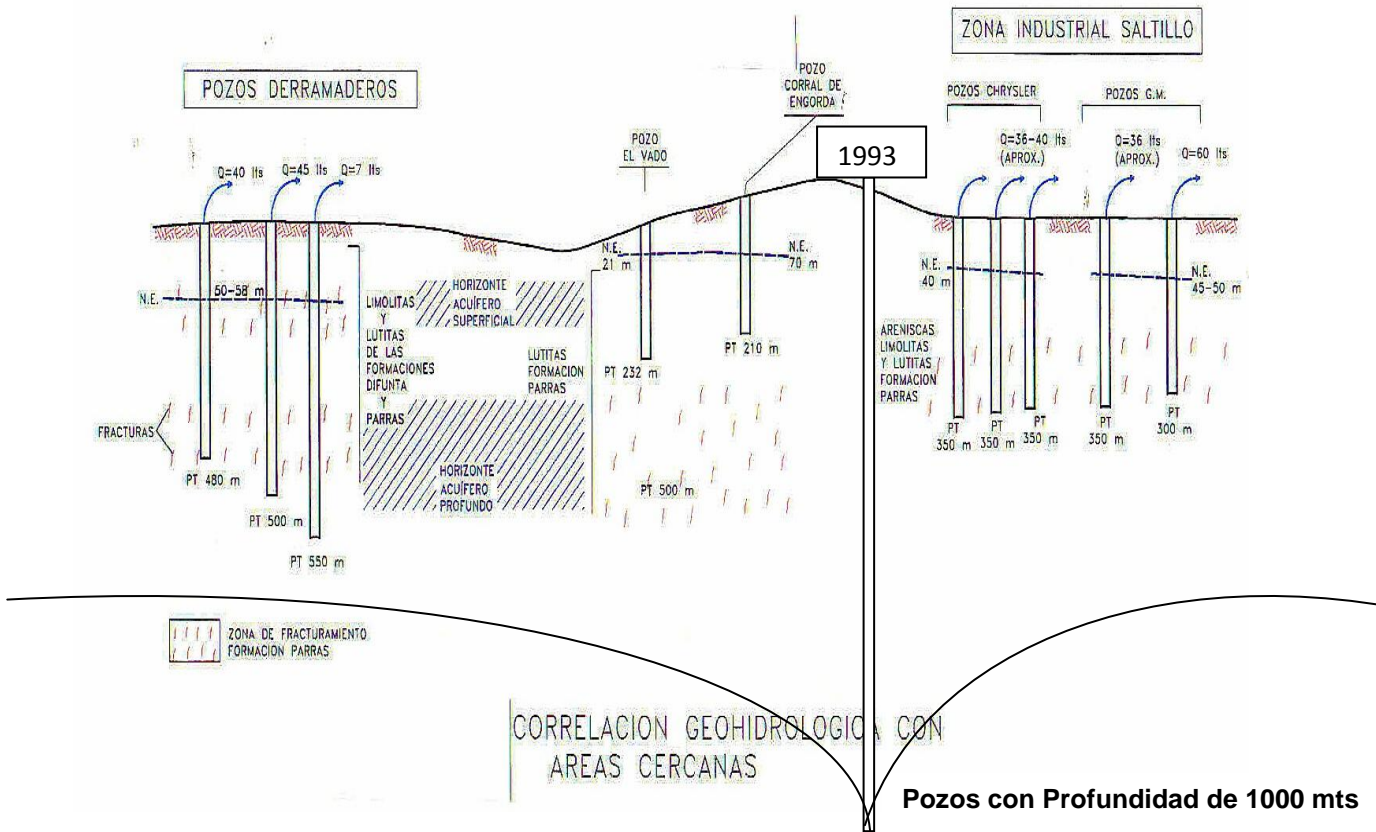
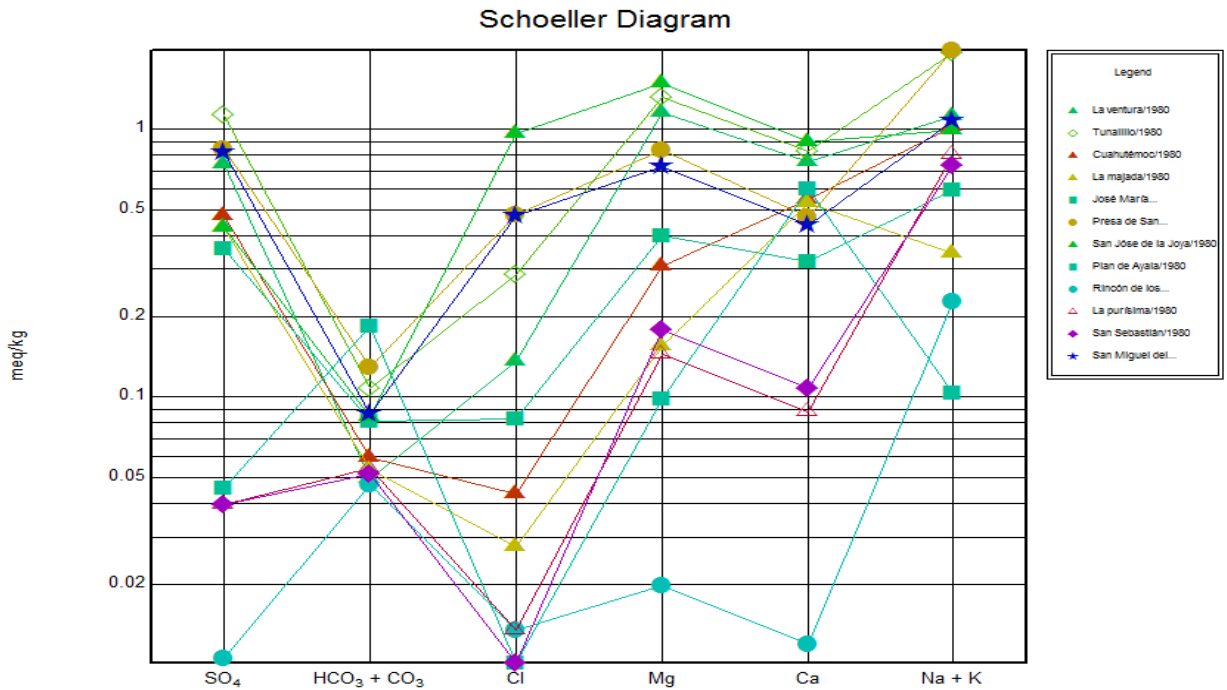


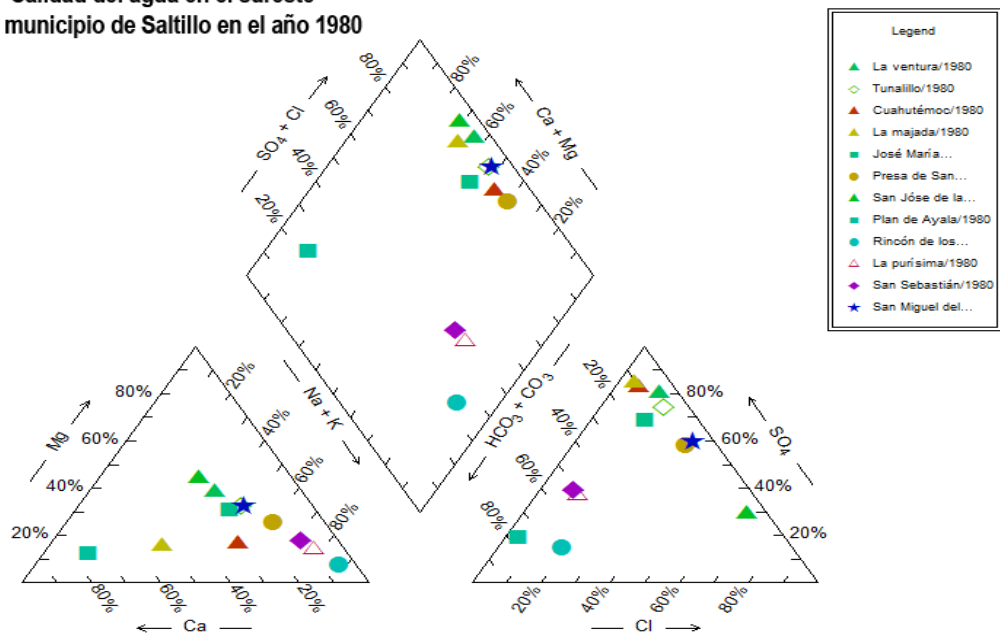
Imagen Número 14

Diagrama de Piper y Schoeller. Calidad del agua en el sureste de Municipio

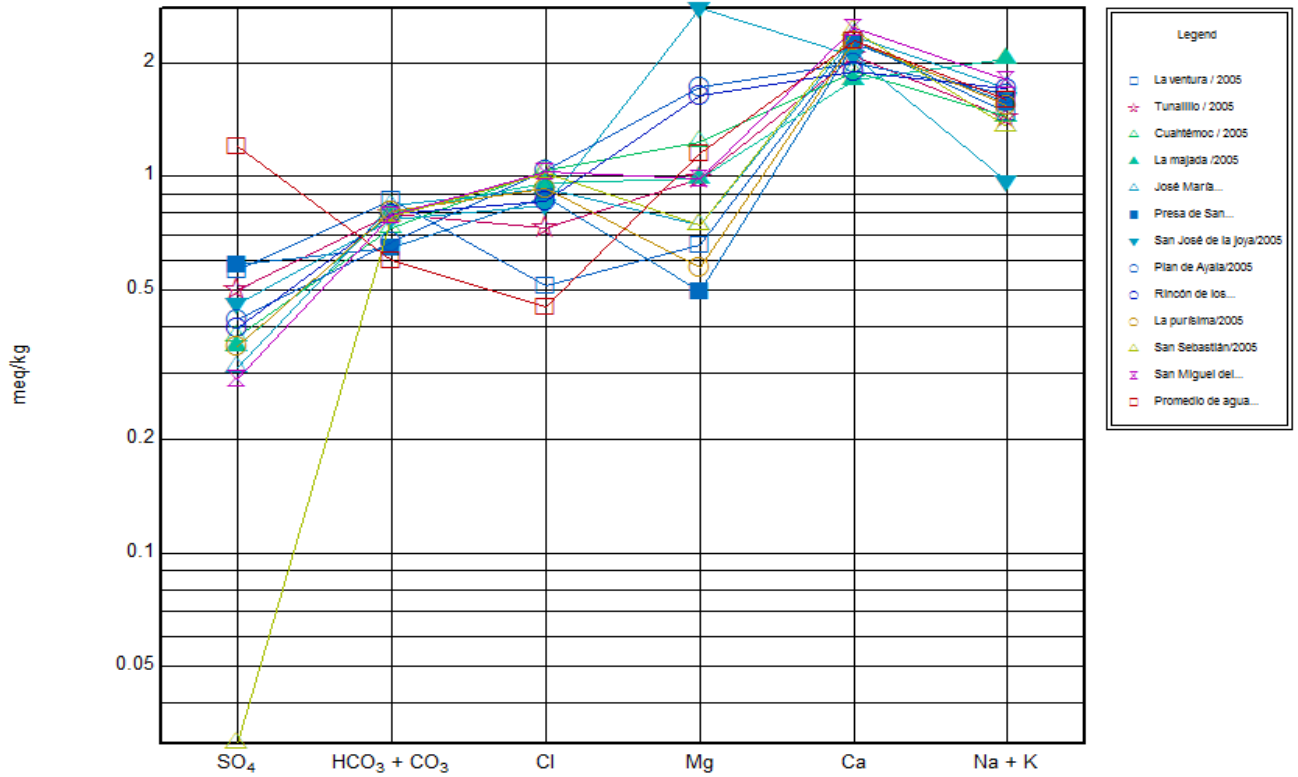


Calidad del agua en el sureste del municipio de Saltillo en el año 1980

Piper Diagram

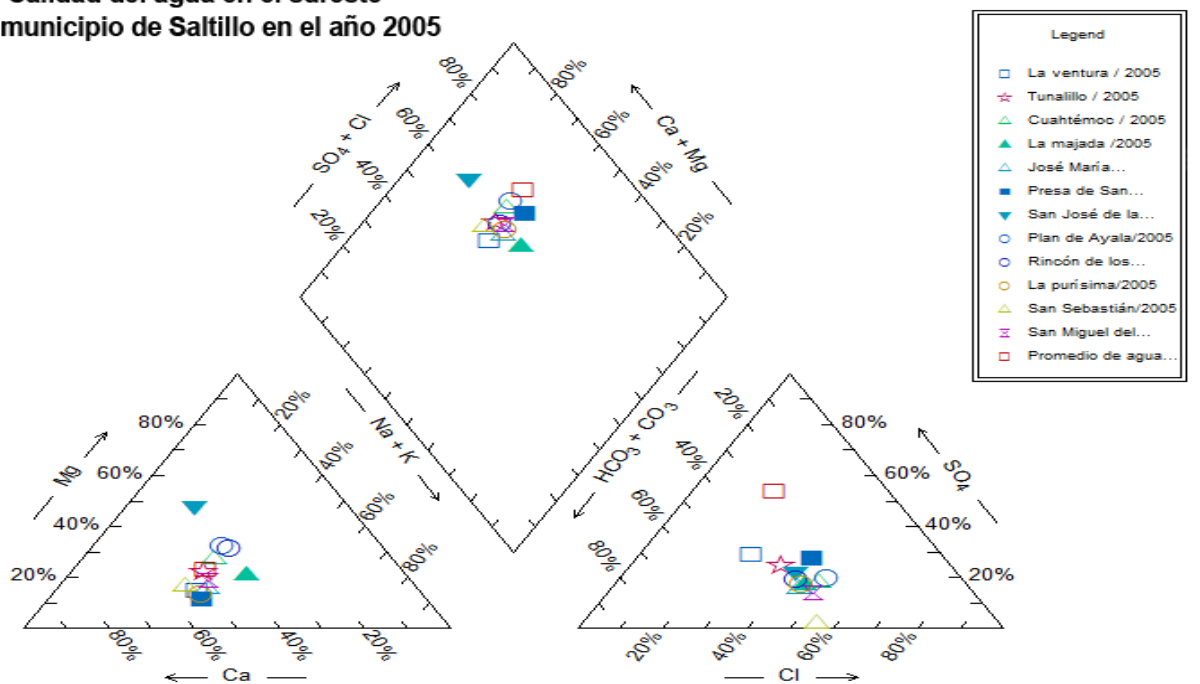


Schoeller Diagram



Calidad del agua en el sureste del municipio de Saltillo en el año 2005

Piper Diagram



2011 Agua Secundaria Cálculo Sulfatada

Imagen Número15 Localidades a lo largo de la línea del abastecimiento para SAARA que no cuentan con agua potable.

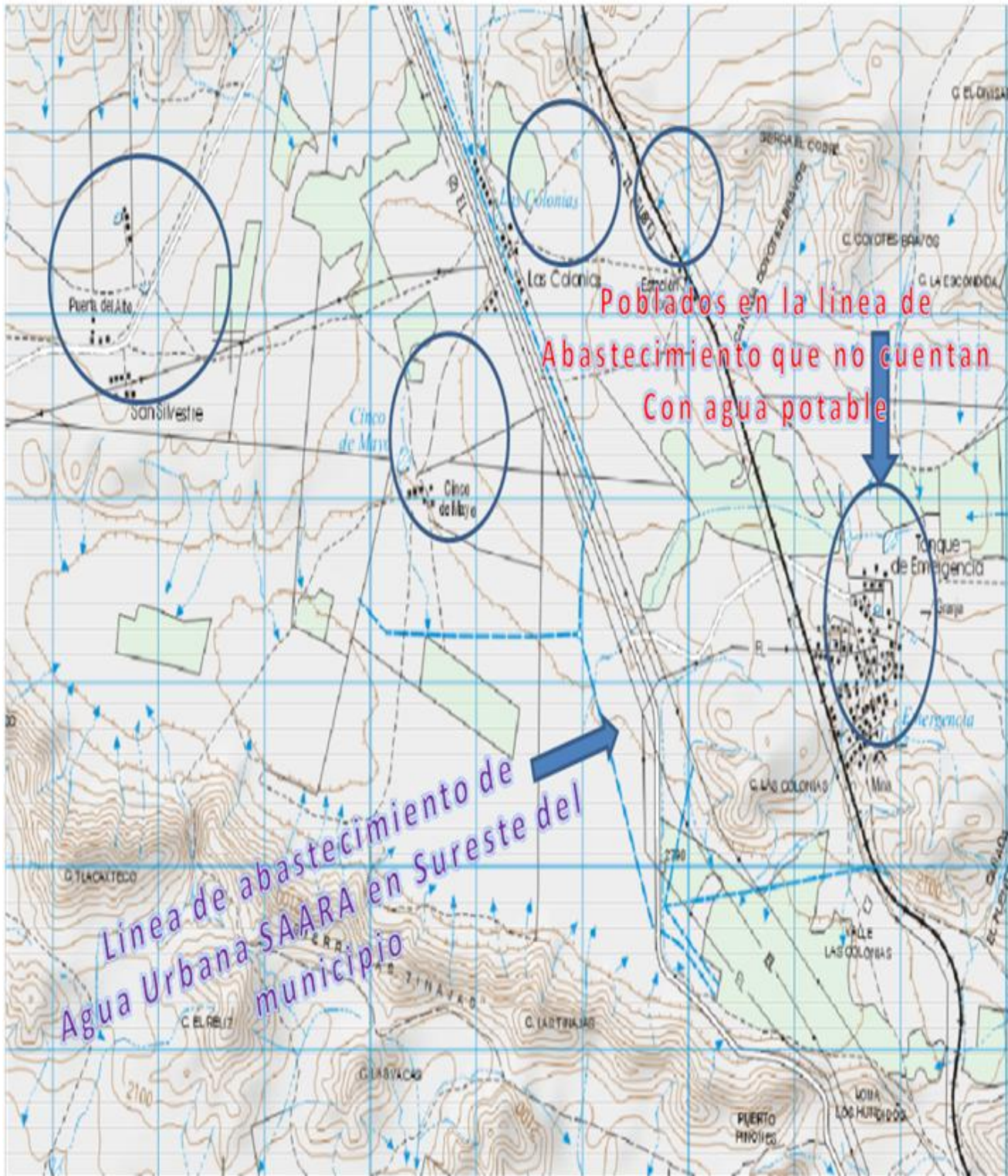


Imagen Número 16 Censo de pozos CONAGUA 2004 Derramadero

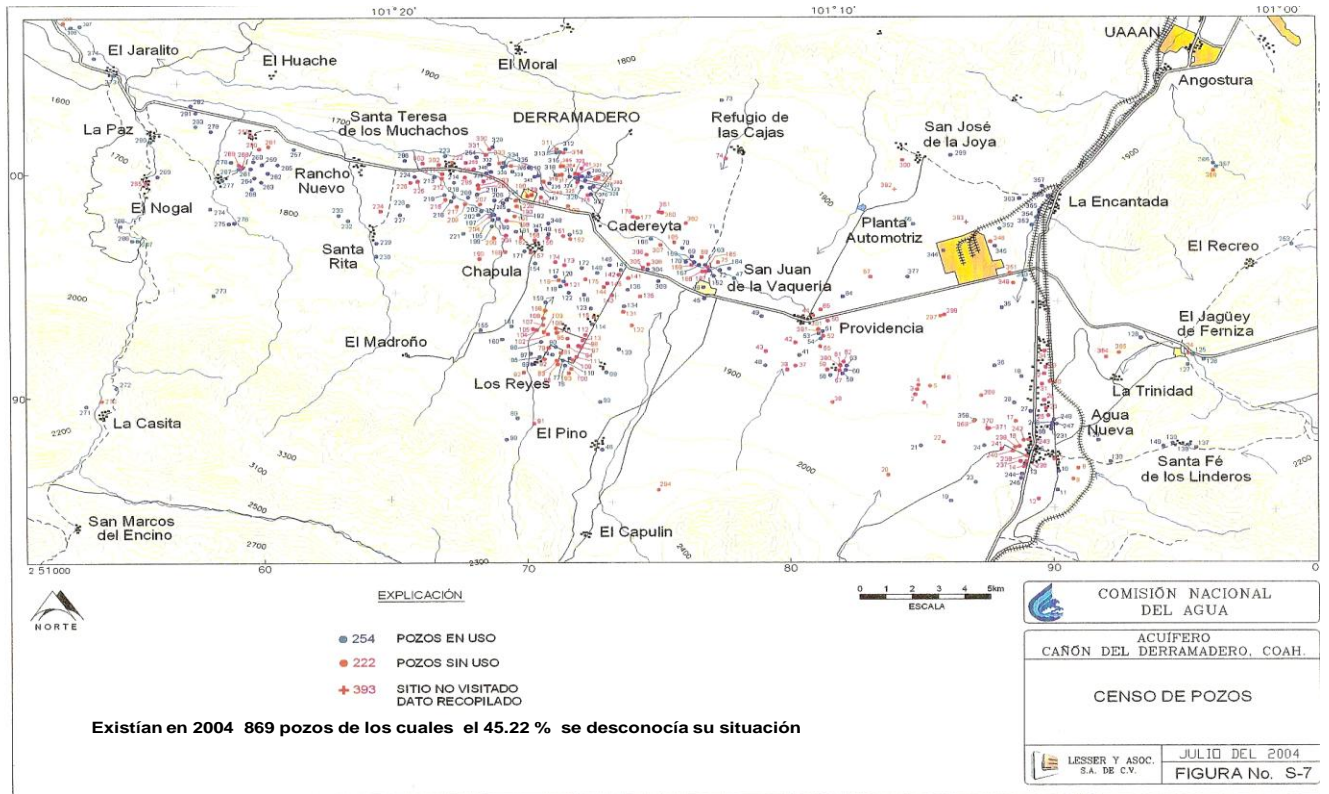


Imagen Número 17 Profundidad , Gasto, Nivel Dinámico CONAGUA 2004

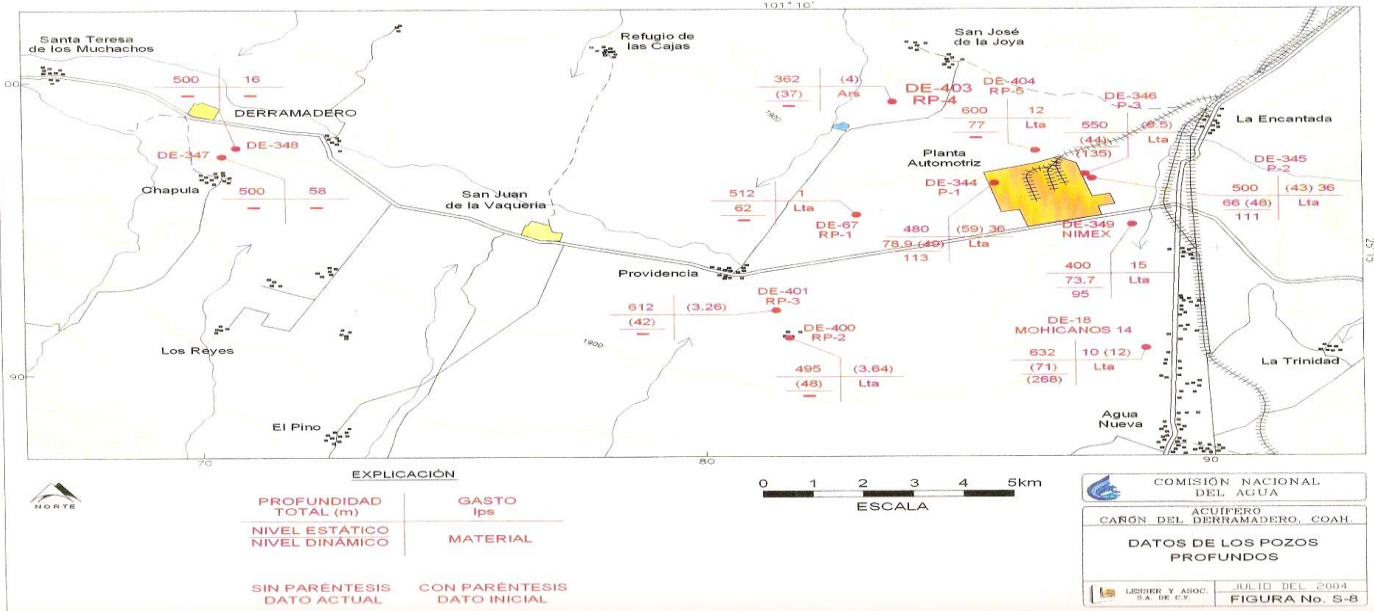


Imagen Número 18 Evoluciones del nivel estático en Derramadero con respecto al tiempo en MSNM según CONAGUA

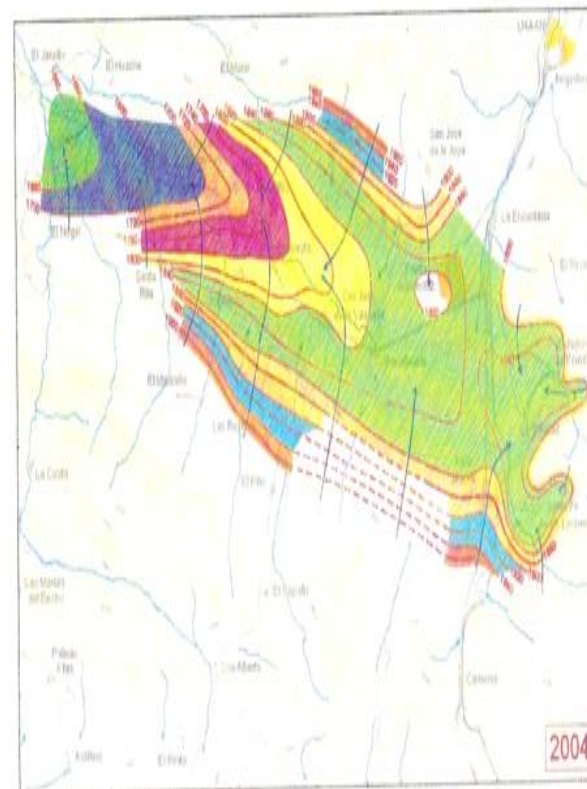
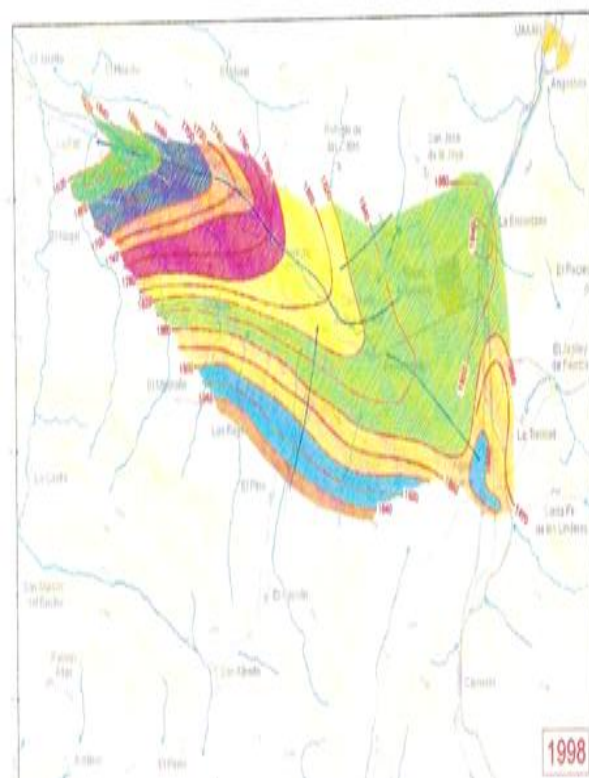
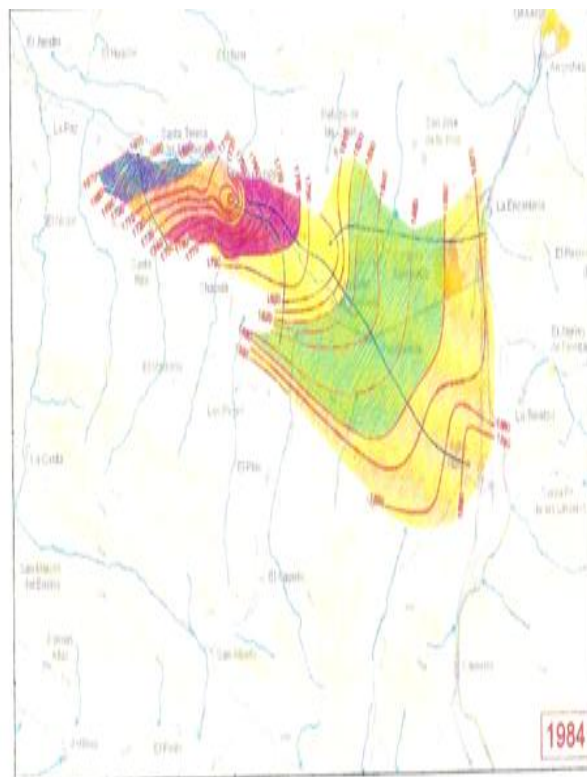
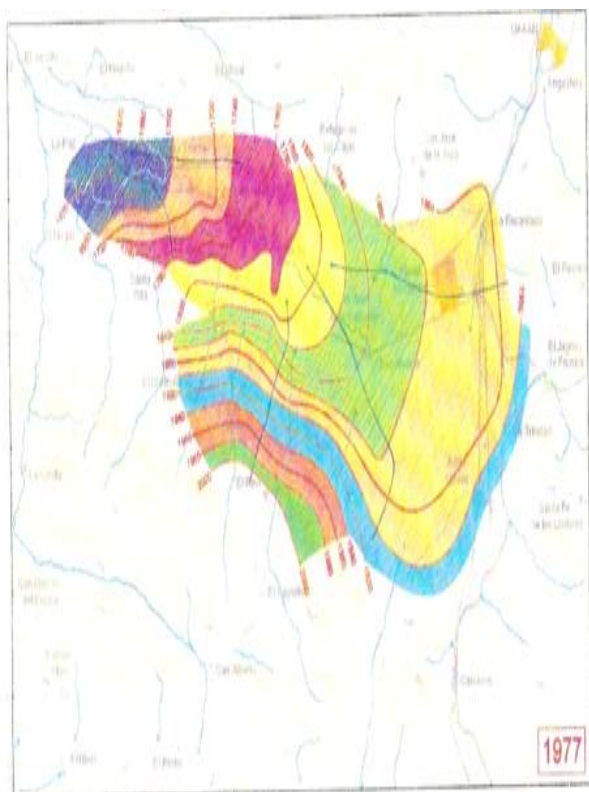
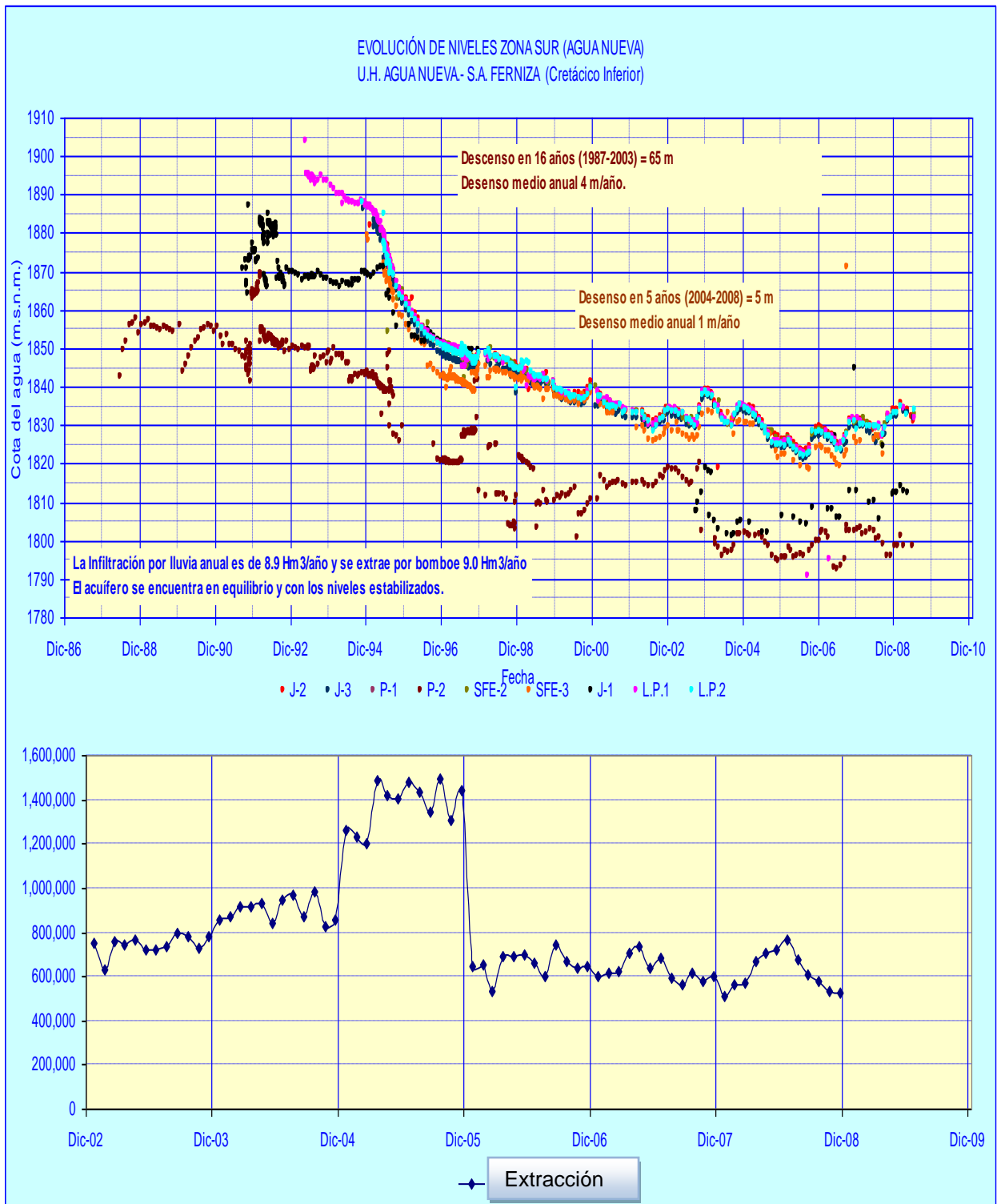


Imagen Numero 19 Evolución de niveles Zona Sur y Volúmenes de extracción Cretácico inferior



Fuente: Aguas de Saltillo /CONAGUA Informe 2010

Imagen Número 20 Evolución niveles Zona Sur Jurásico Superior

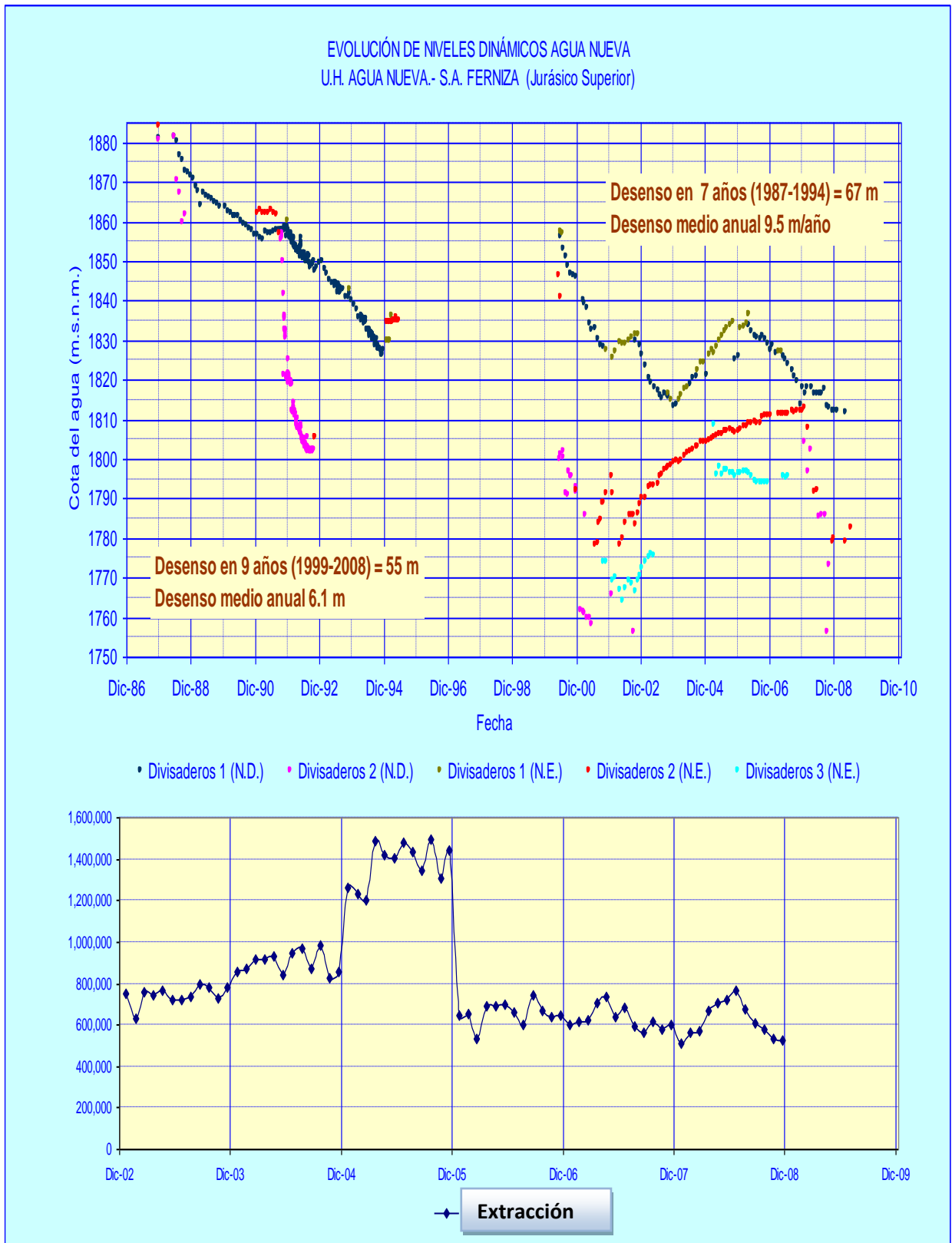
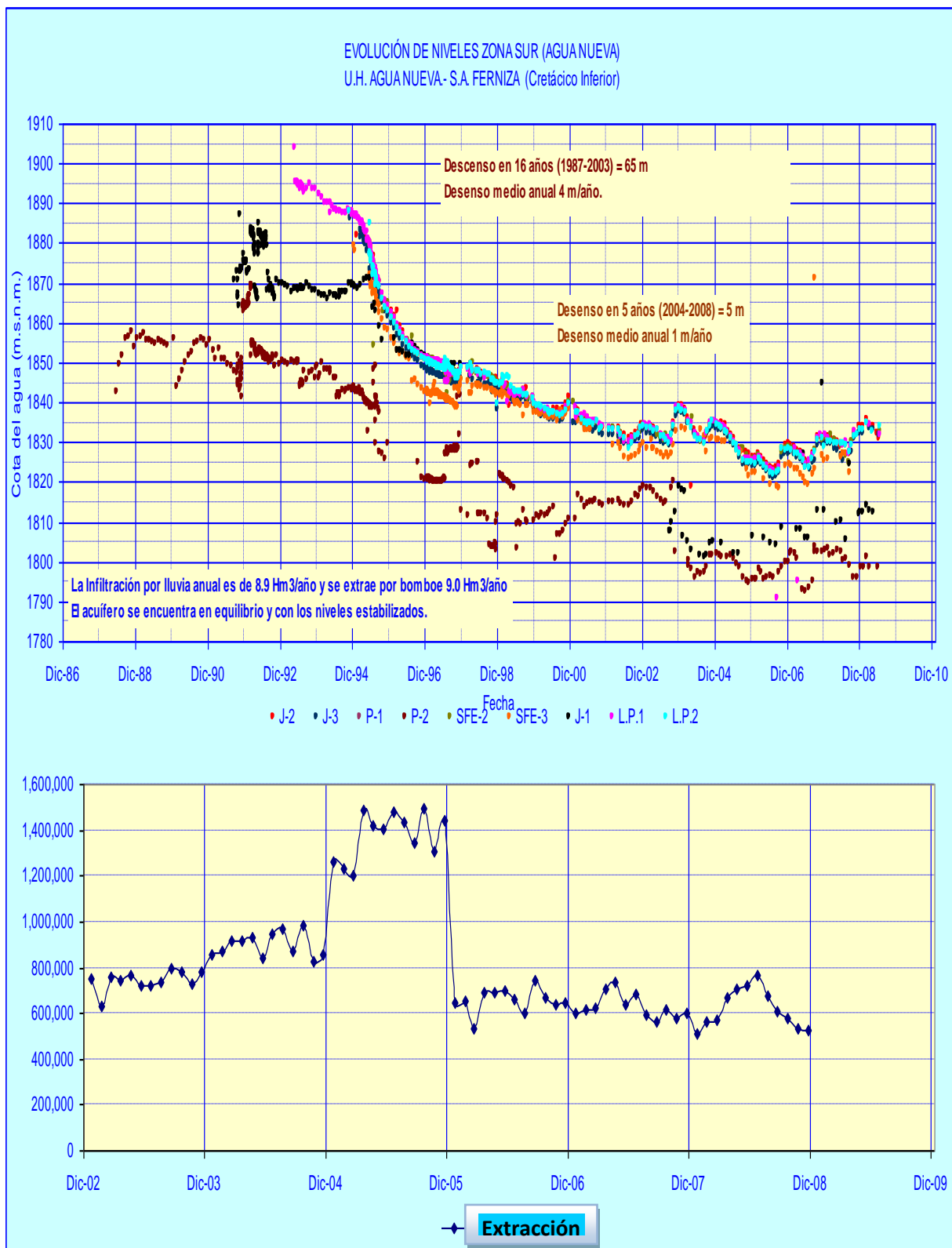
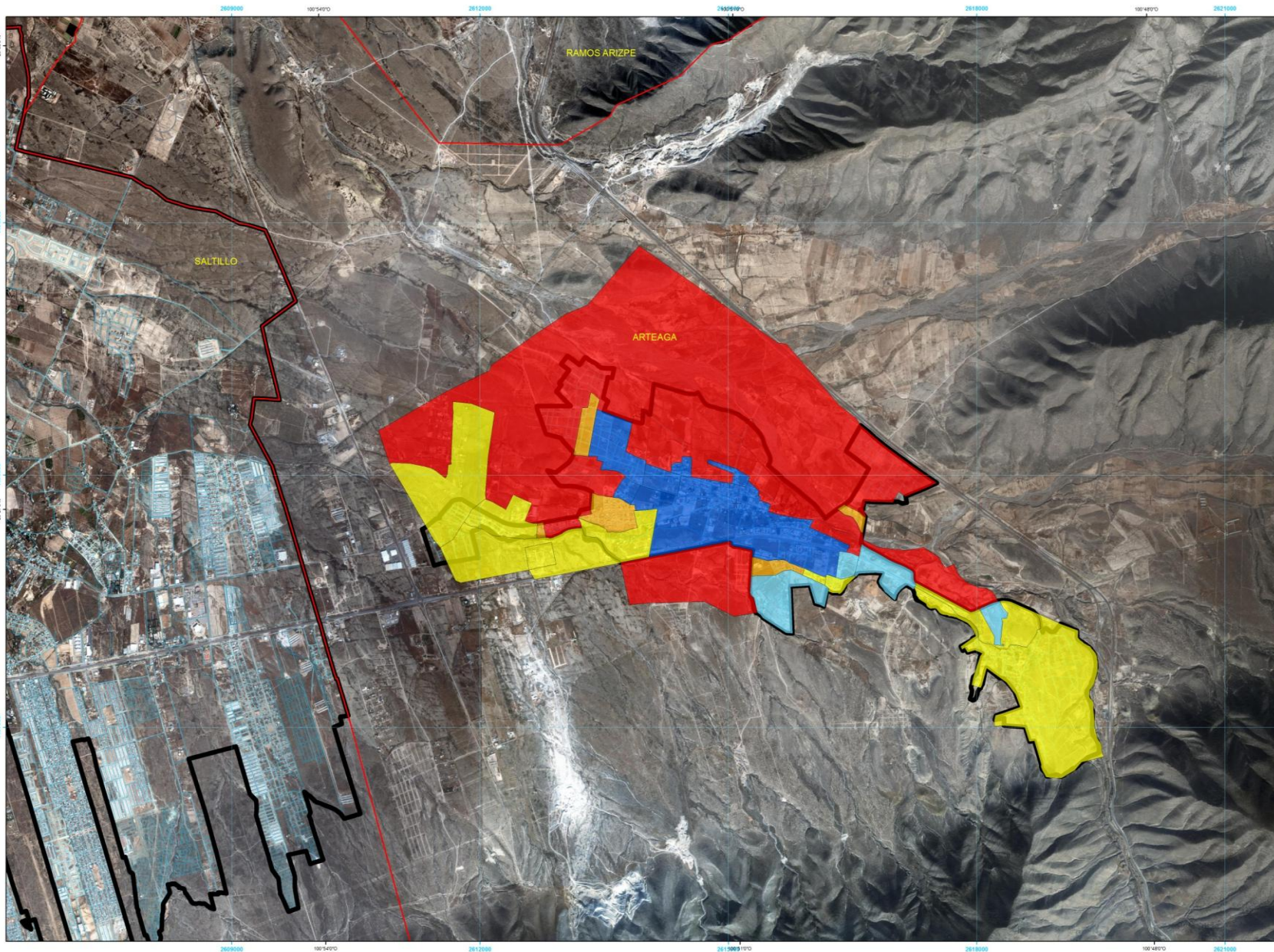


Imagen Número 21 Evolución de niveles Zona Sur y volúmenes de extracción Cretácico inferior



INDICE DE EFICIENCIA GESTIÓN DEL AGUA



Simbología Convencional

- Límite Municipal
 - Manzanas
- Índice de Eficiencia de la Gestión del Agua:
- 0.0000
 - 0.0001 - 0.3500
 - 0.3501 - 0.6500
 - 0.6501 - 0.8500
 - 0.8501 - 1.0000



FUENTE:
 Instituto Nacional de Estadística y Geografía (INEGI).
 Censo de Población y Vivienda, 2010.
 Comisión de Operación y Fomento de Actividades Académicas (COFADEA).
 Cartografía Geoespacial Urbana de las Ciudades de Habitación.
 a finales del 2010.
 Mapa Geoespacial Municipal del 2010.

Área Geoespacial:
 Población Censal Cuadrante de Arteaga (C2).
 El cuadrante de Arteaga (C2).
 Datos Geoespaciales 2010.
 Proyección de UTM, Zona Norte del Map.
 Elaboración de Datos de Nivel 20 metros.
 Elaborado por: Ing. Francisco A. Villarreal
 Mayo del 2012.

1	INDICE DE EFICIENCIA GESTIÓN DEL AGUA (IEGA) (Caracterización)
CIUDAD DE ARTEAGA	

Imagen Número 24 "Mapa de IEGA" Atlas de Riesgo evaluación para la zona urbana de Ramos Arizpe

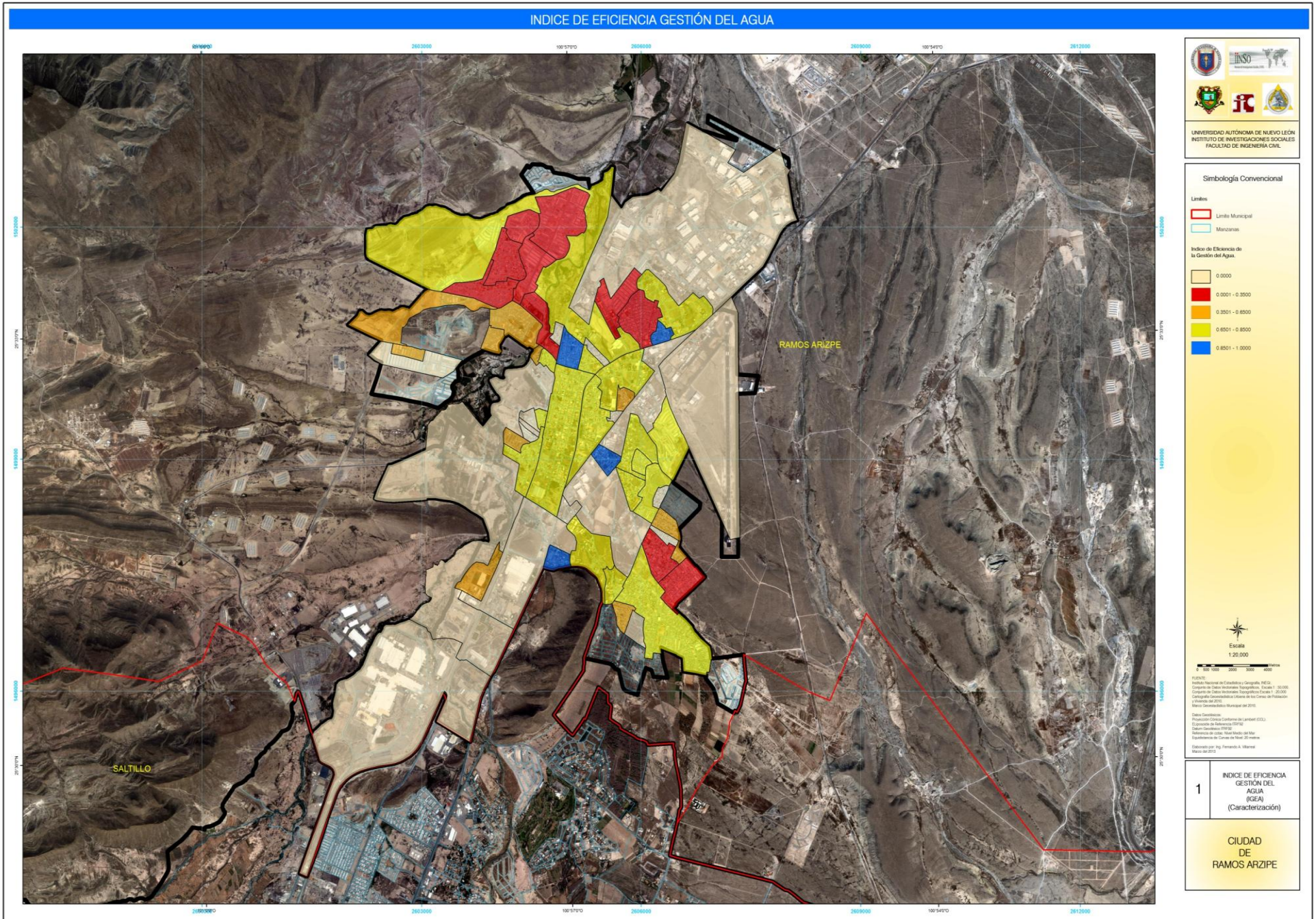


Imagen Número 25 A “Mapa de IEGA” Atlas de Riesgo evaluación Rural 2010

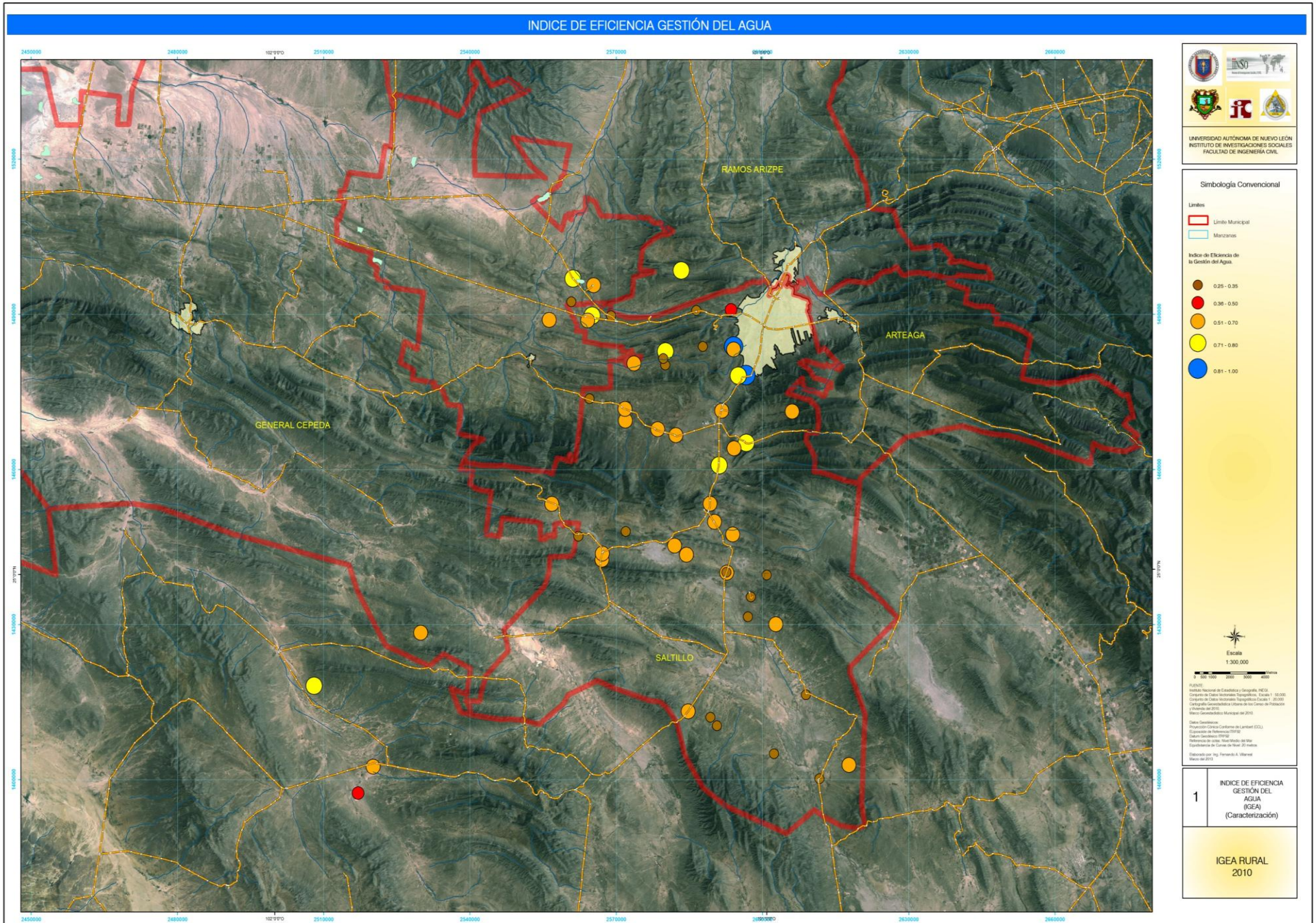


Imagen Número 26 Diagrama de Flujo “COBERTURA DE ABASTO SAARA”

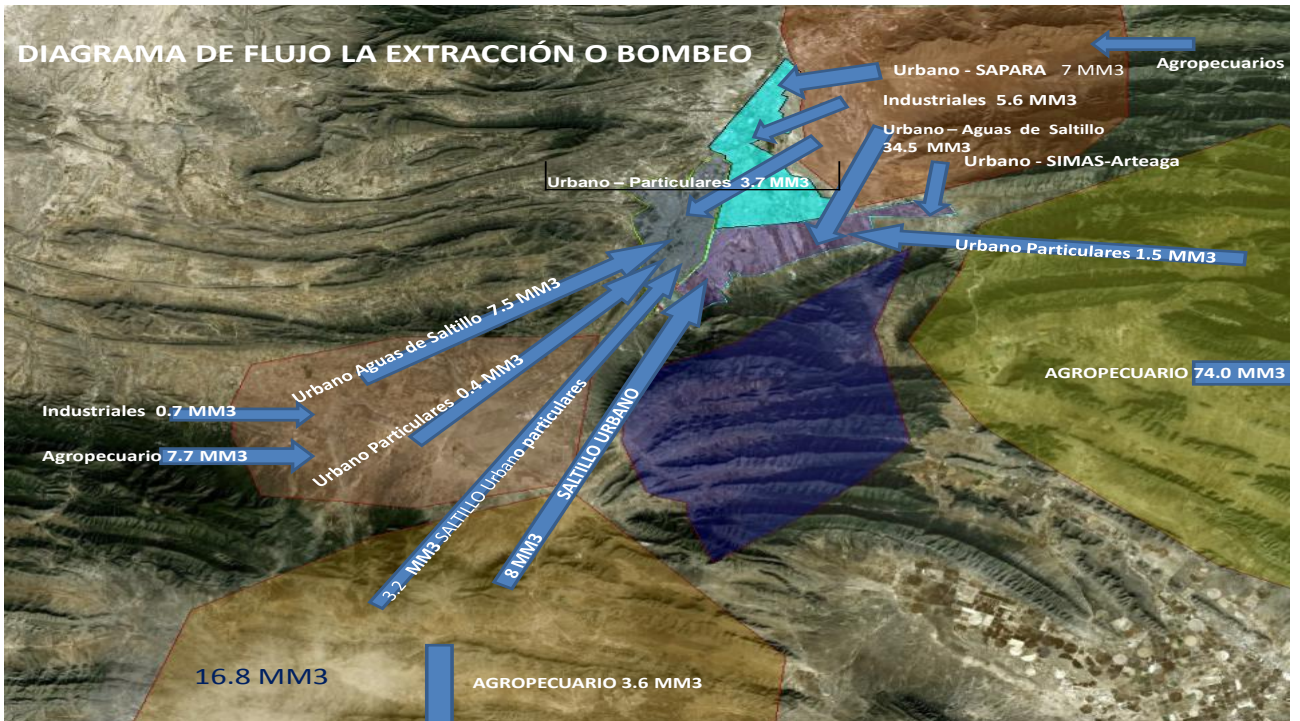
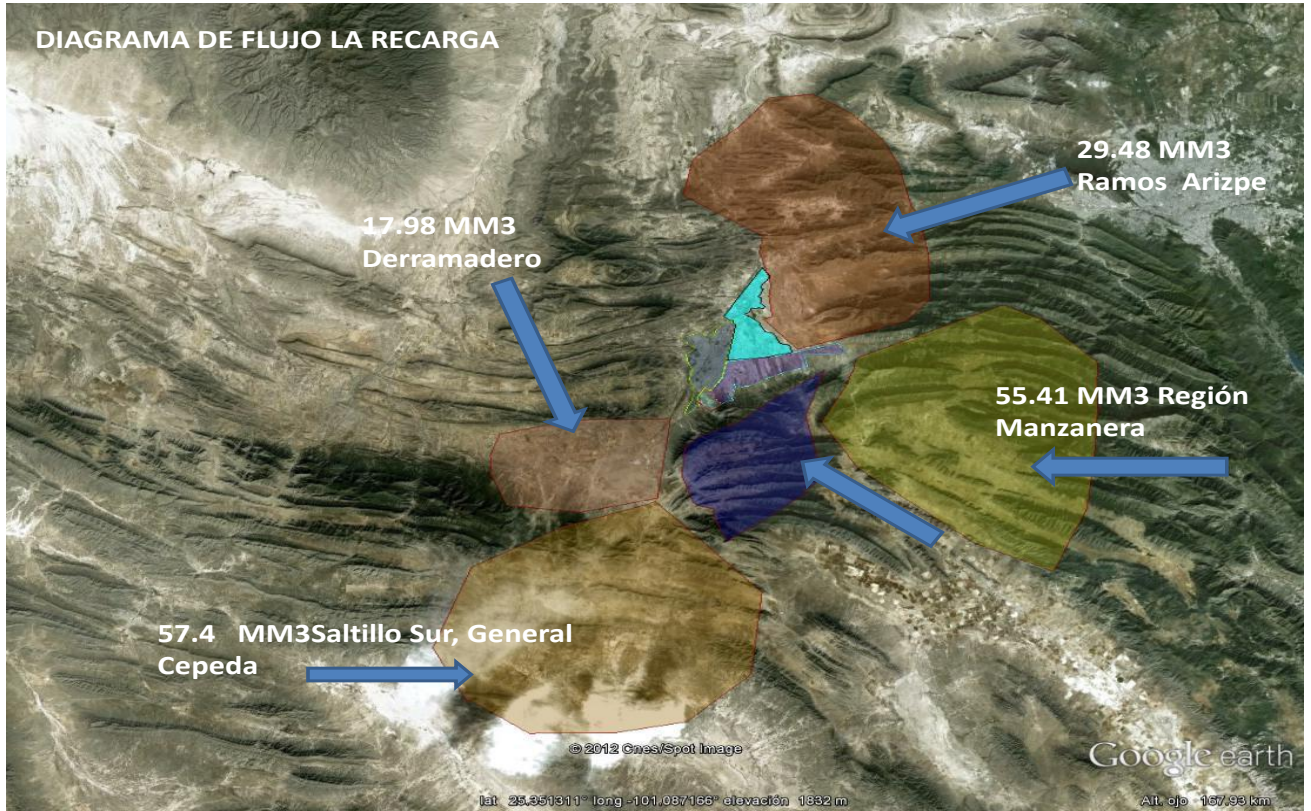
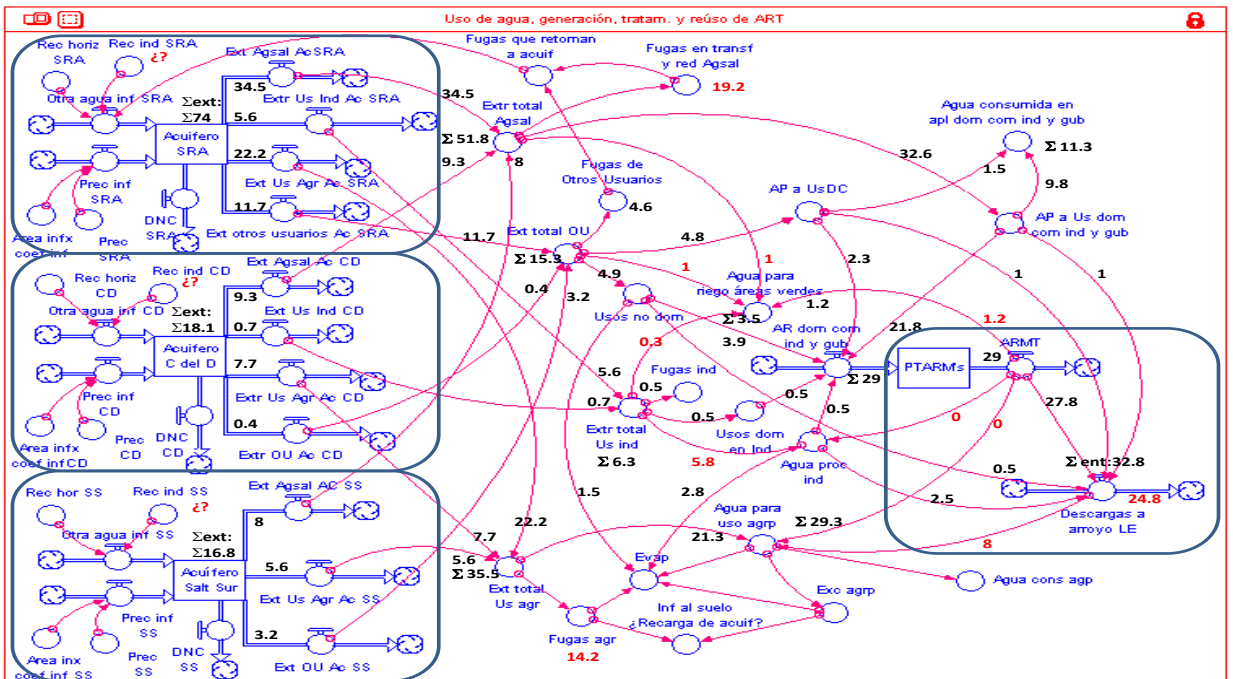
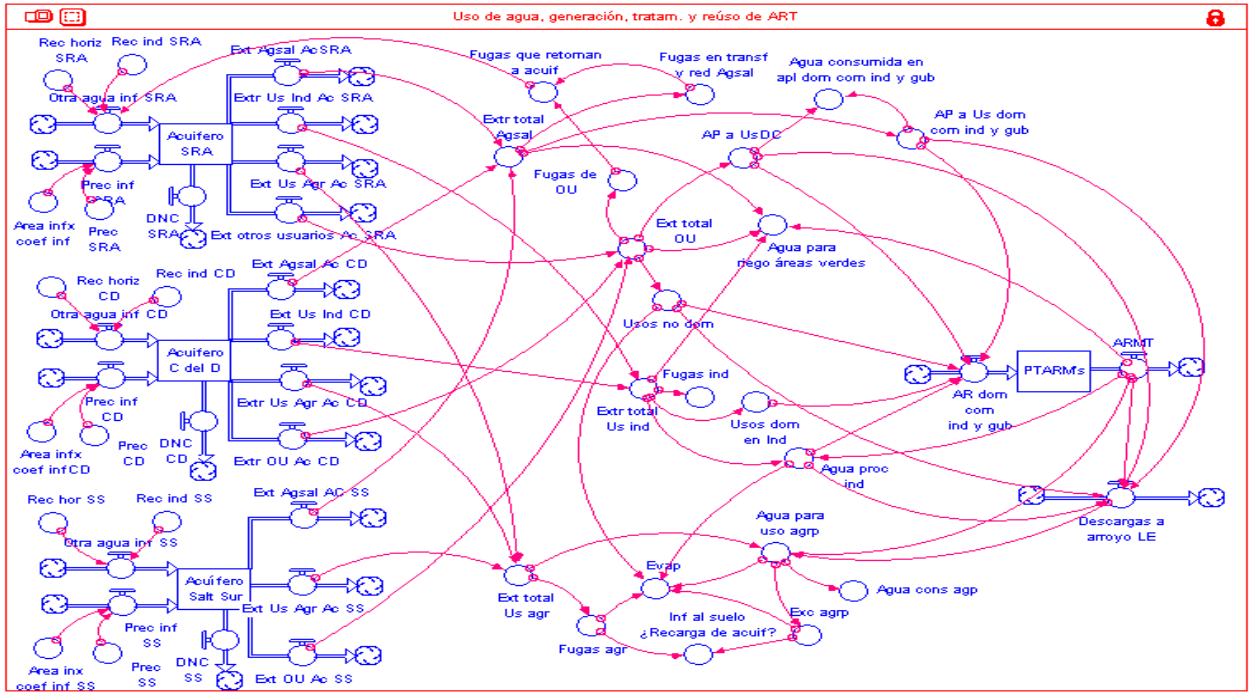


Imagen Número 26-A Diagrama de Flujo "COBERTURA DE ABASTO SAARA"





UANL

UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DE NUEVO LEÓN INSTITUTO DE INVESTIGACIONES SOCIALES



DOCTORADO EN CIENCIAS SOCIALES CON ORIENTACION
EN DESARROLLO SUSTENTABLE

CENSO REGIONAL SOBRE IEGA

ÍNDICE DE EFICACIA DE LA GESTIÓN DEL AGUA

Agua Potable y Saneamiento

1. IDENTIFICACIÓN GEOGRÁFICA		2. CONTROL DEL MUNICIPIO	
ENTIDAD FEDERATIVA	_____	_____	
MUNICIPIO	_____	DE MÓDULO _____	
3. RESPONSABLES		4.- RESULTADO DEL MÓDULO	
JEFE DE GRUPO	CLAVE	FECHA	
REPRESENTANTE DEL LUGAR	CLAVE	GOS DEL MÓDULO	
		Completo	
		CLAVE 2 Incompleto	
		3 Cita aplazada	
		CÓDIGO 4 Negativa	
		5 Otra situación	

PRESENTACIÓN.

El presente módulo, que corresponde a la temática ambiental, se enfoca a la obtención de información de la prestación de los servicios de Agua Potable y Saneamiento en el Municipio, delegación, colonia según corresponda.

Para lo cual se plantean preguntas, agrupadas en nueve secciones: I) Identificación de los prestadores y servicios de agua potable (red pública), alcantarillado y tratamiento de aguas residuales proporcionados al área en cuestión. II) Captación, III) Potabilización, IV) Distribución, V) Alcantarillado y vertido, VI) Tratamiento de aguas residuales municipales, VII) Administración municipal del servicio de agua potable (red pública), VIII) Programas y reglamentos orientados a la gestión integral de los servicios de agua y saneamiento, y IX) Participación ciudadana y difusión de la información.

OBJETIVO

Obtener información sobre las características ambientales, técnicas y administrativas de la prestación de los servicios de agua potable (red pública) y saneamiento; así como geo referenciar a los prestadores de los servicios, las fuentes de captación, las plantas potabilizadoras y de tratamiento de aguas residuales, y los sitios de descarga.

DATOS DE LOS INFORMANTES DEL MÓDULO

Fecha del aforo				
Nivel Estático				
Nivel Dinámico				
Profundidad del pozo				
Diametro de ademe				
Gasto optimo de extracción				

4.- Clasificación de la calidad del agua.

	WILCOX	PIPEN
1.- Cumple con la norma SSA de agua potable		
2.-Cumple con la norma de agua para riego		
3.- Va a requerir tratamiento		

**5.- Sobre el suministro y conducción del fluido al demandante.
 Marque con una "X" según sea el caso.**

Accion predominante	Coeficiente	
A: Suministro de agua potable disponible 24 h/día.	1	
B: Suministro de agua potable condicionado 12-24 h/día	0.5	
C: Suministro de agua potable condicionado 6-12 h/día	0.25	
D: Suministro de agua potable aleatorio "x" horas por debajo de 6 h/día y aleatorio o en "Tandem"	0.125	
E: Suministro de agua potable sin infraestructura hidráulica o sistemas de abastecimiento de agua.	0.1	
F: Cuentan con drenaje urbano.	1	
G: Carecen de drenaje urbano.	0.5	
H: Descargan a un arroyo con escurrimientos continuos naturales.	0.25	
I: Descargan a un arroyo de base de cuenca sin escurrimientos naturales sólo los de precipitación.	0.125	
J: Cuentan con fosa séptica.	0.5	
K: Calidad del agua potable cumple con la norma SSA, para consumo humano.	1	
L: Calidad del agua no potable tolerante no para consumo pero apta para las funciones secundarias.	0.5	
M: Tratamiento de aguas residuales (%).	1	
N: Uso de aguas tratadas en funciones urbanas domesticas (%).	0.5	
O: Uso de aguas tratadas en funciones urbanas industriales (%).	0.25	

Catálogo de cuerpos receptores 1. Río o arroyo, 2. Lago o laguna, 3. Presa, 4. Suelo o barranca, 5 Mar, 6. Otro.

6.- Sobre la carencia total de todas estas anteriores acciones.

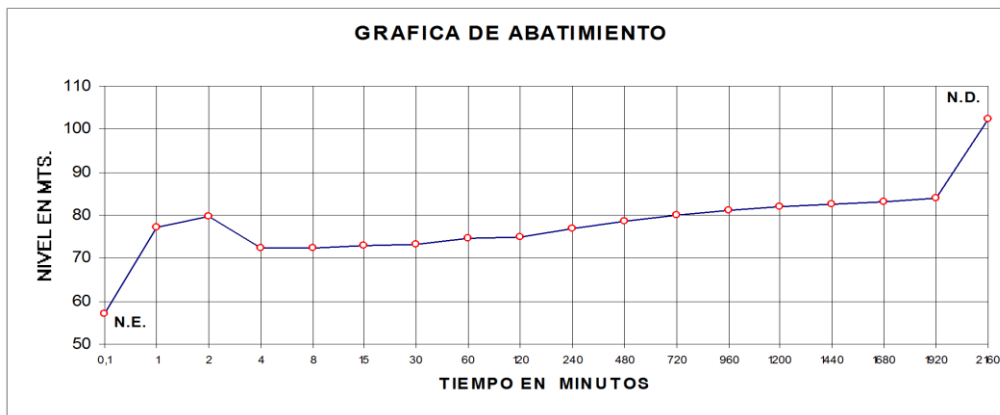
Marque con una "X" la disponibilidad del recurso en caso de no aparecer en las acciones anteriores.

	Concepto	Origen	Costo M3
1	Tanque de Almacenamiento	Precipitación	
2	Tanque de Almacenamiento plasticos, hules o cerrados	Acarreo	
3	Tanque de Almacenamiento conviviendo con animales domesticos	Precipitacion	
4	Acarreo con pipa	Apoyo oficial	

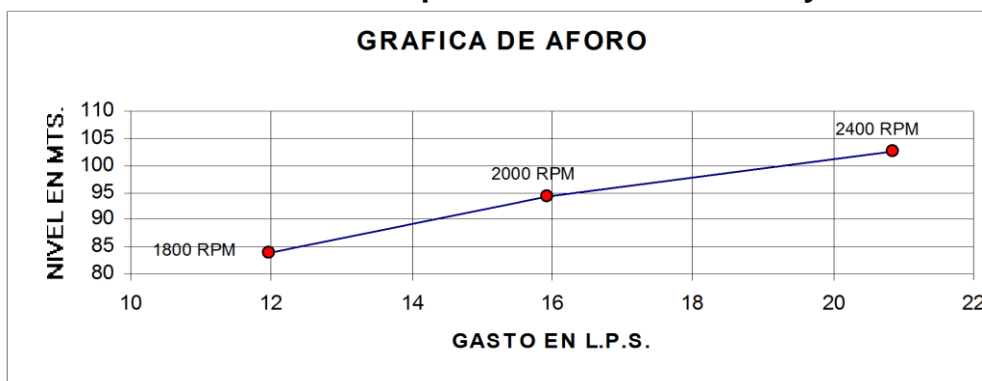
Grafica 14.A Nivel Contra Tiempo Aforo de un Pozo profundo

N:E Nivel Estático

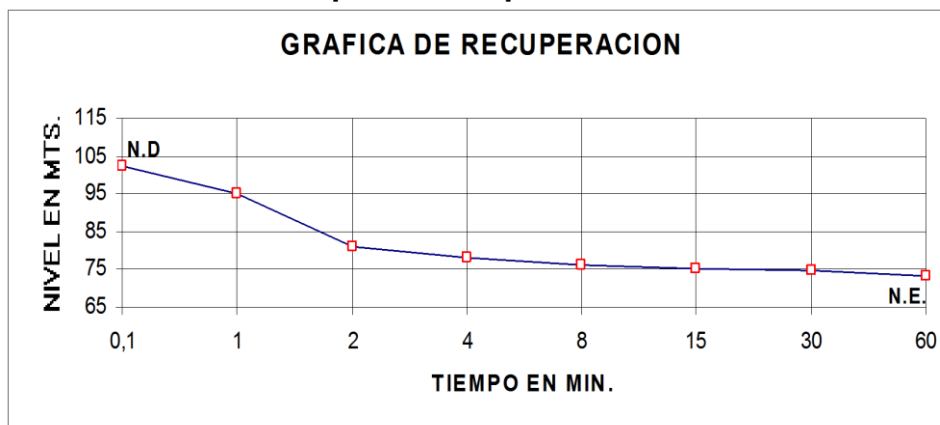
N:D: Nivel Dinámico



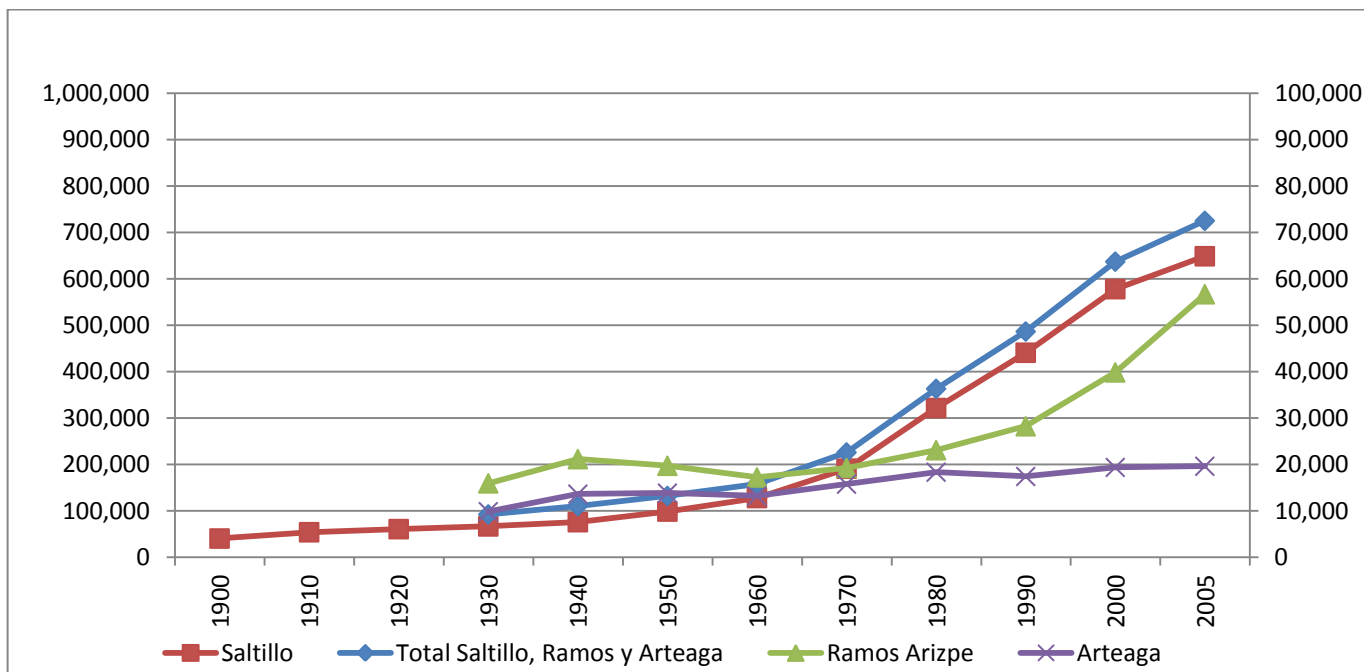
Grafica 14.B Revoluciones por minuto contra Gasto y Abatimiento



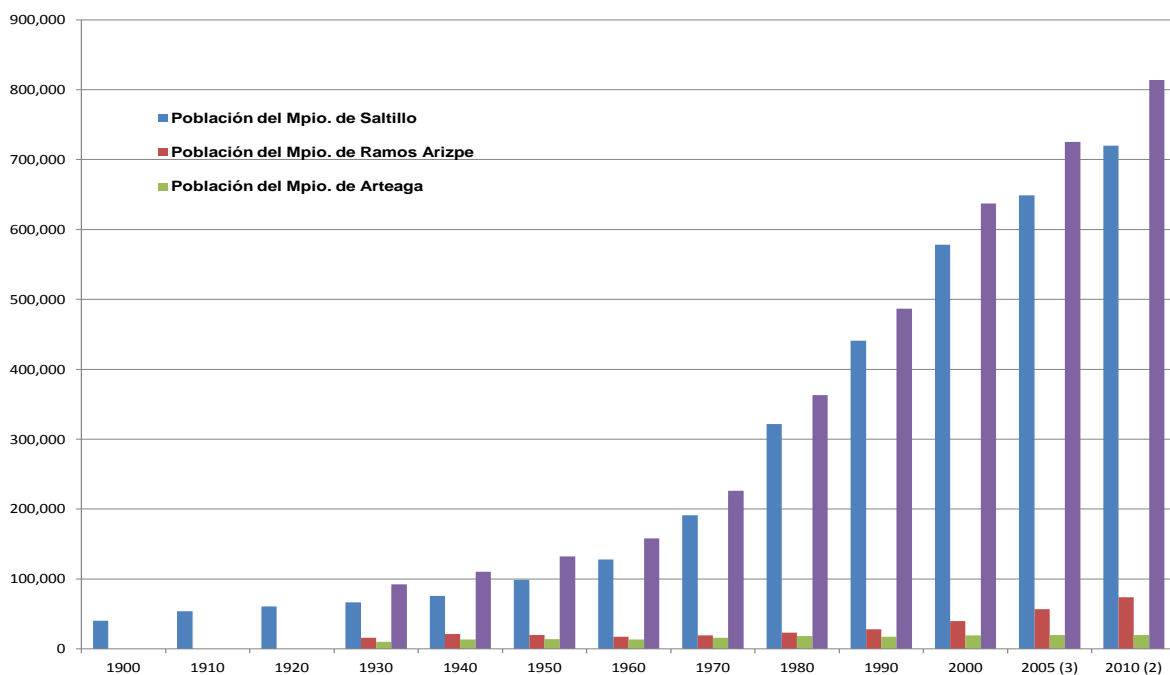
Grafica 14.C Tiempo de Recuperación del Nivel Estático



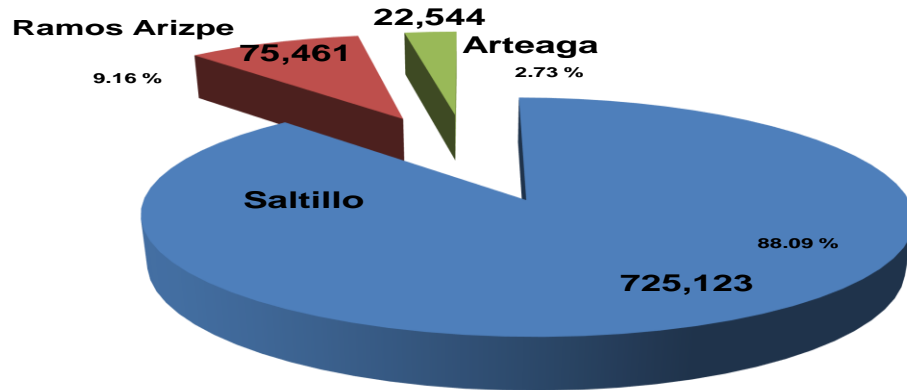
Grafica Número 15. Evolución de las poblaciones Saltillo, Ramos Arizpe y Arteaga en el periodo 1900-2010



Grafica 16 Relación de Crecimiento de SAARA con respecto al tiempo por década

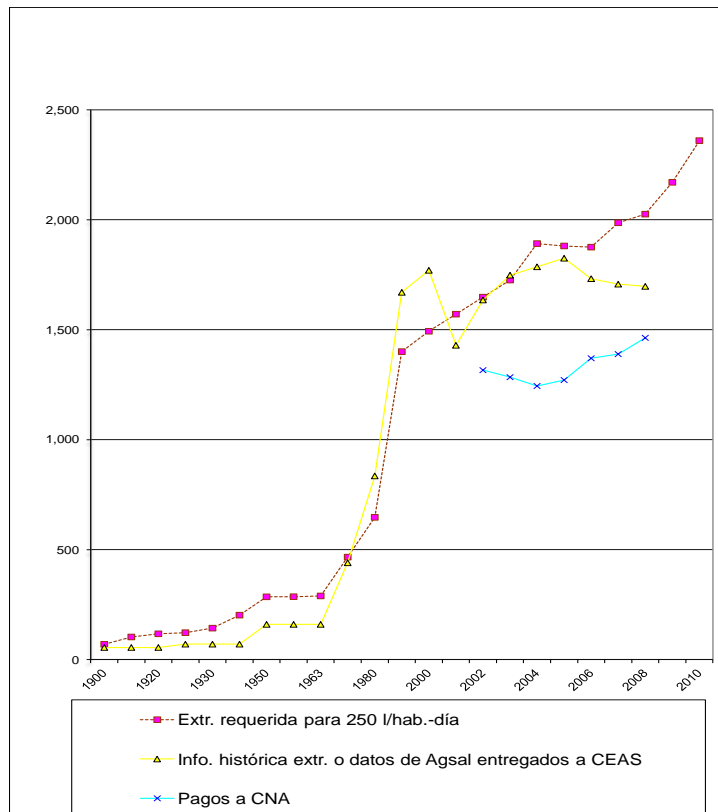


Grafica Número 17. Relación en por ciento de los habitantes de SAARA.

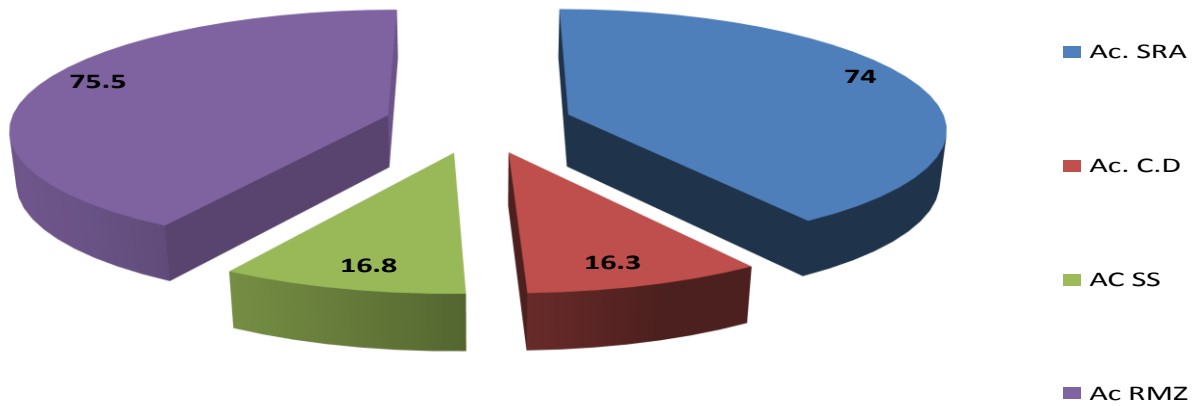


Población por Municipio en SAARA total de 823,128 Habitantes

Grafica Número 18 Habitantes de Saltillo vs. Necesidades y Suministro de agua (lps)

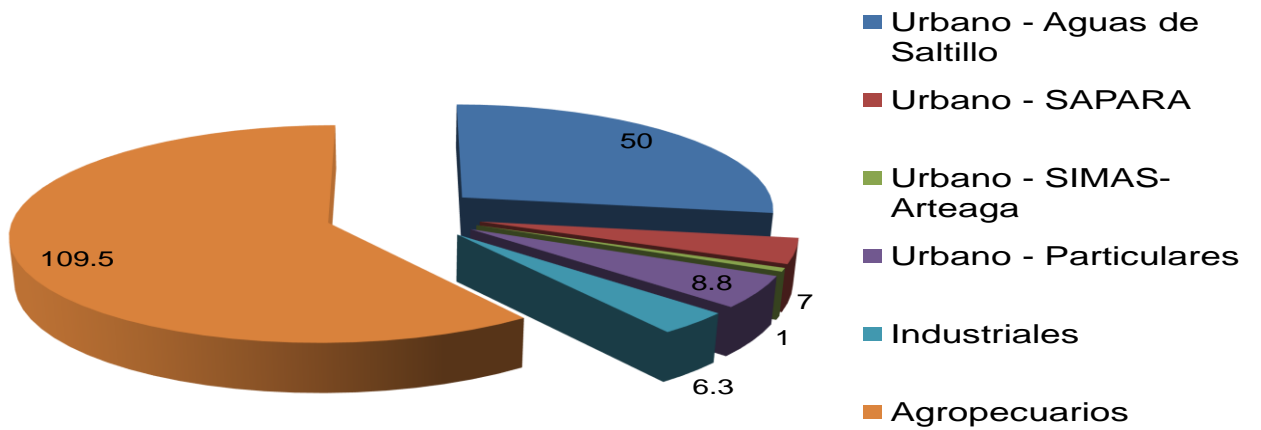


Grafica Número 19 Acuíferos A portantes al suministro del valle de SAARA en Hectómetros Cúbicos



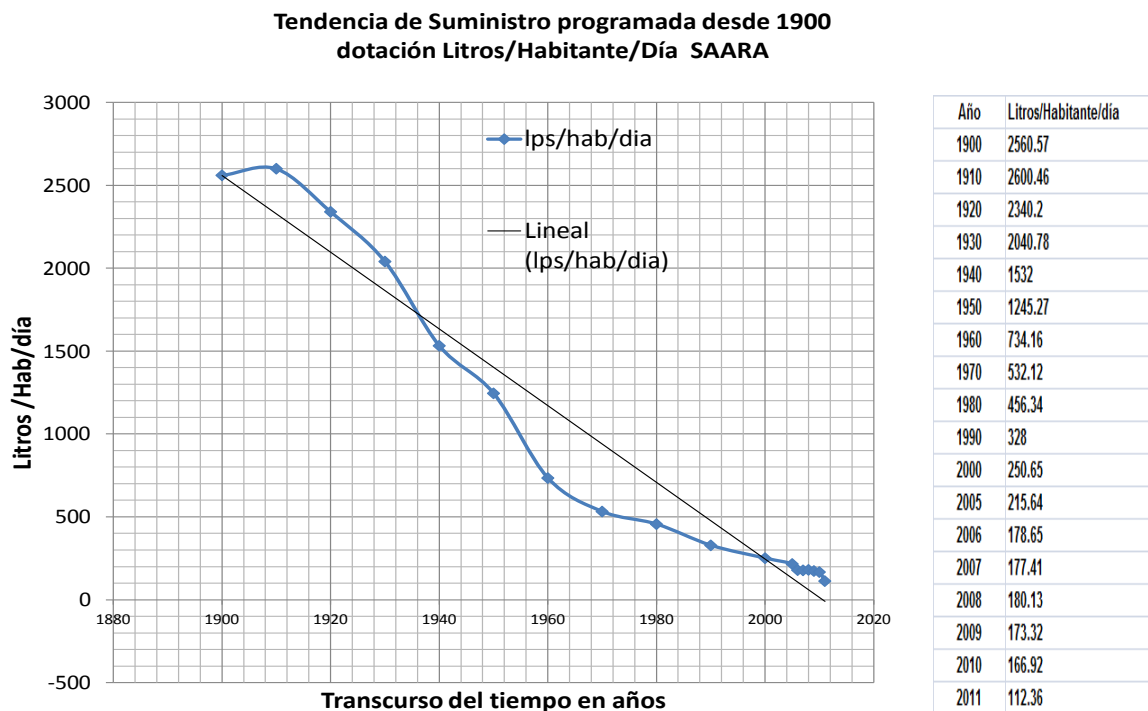
Total de 182.6 Hectómetros Cúbicos

Grafica Número 20 Volumen Total Consumido por áreas en SAARA en Hectómetros Cúbicos



182.6 Hectómetros Cúbicos

Grafica Número 21 “Disponibilidad de agua en el valle de SAARA con respecto al tiempo”



Grafica Número 22 Fronteras sobre la disponibilidad en el valle de SAARA

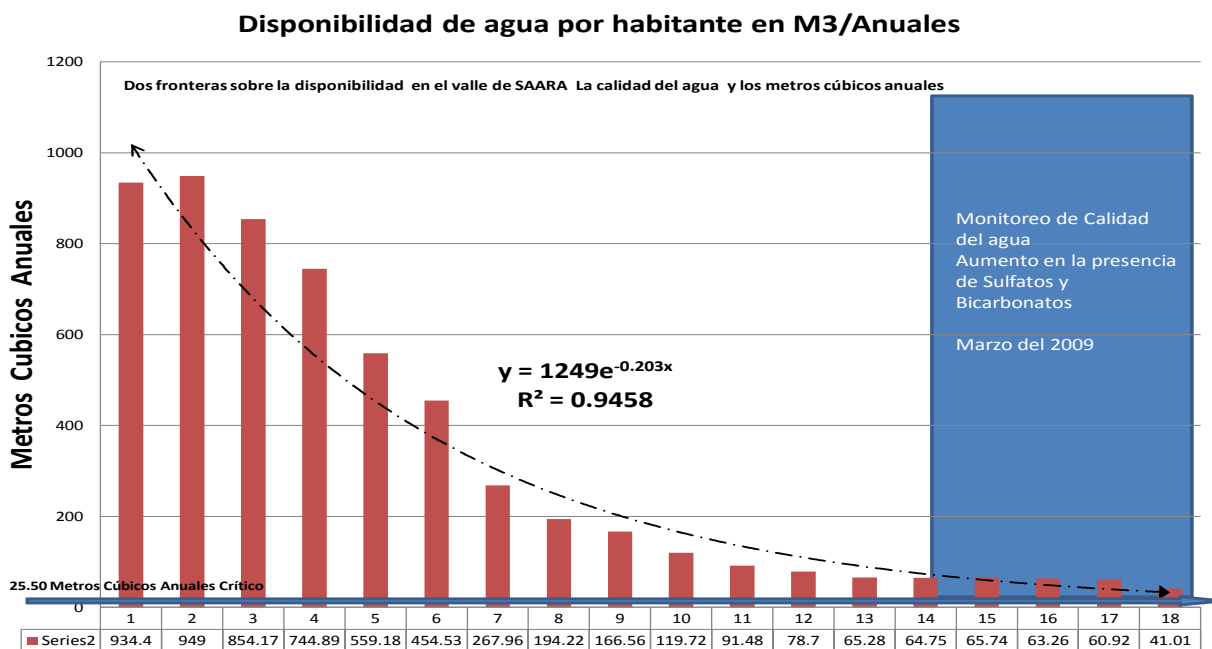


TABLA Número 30 A
EJIDOS DEL MUNICIPIO DE SALTILLO QUE CONTABAN CON EL RECURSO DEL AGUA
DESDE 1970 SEGÚN EL PLAN BENITO JUAREZ

No.	COMUNIDAD	POZO	BOMBA	PAPALOTE	DEPOSITO
1	20 DE NOVIEMBRE	X	X	NO	X
2	5 DE MAYO	X	X	X	2 PILAS
3	AGUA NUEVA	NO	NO	NO	X
4	ASTILLERO	X	X	NO	PILA
5	BAÑUELOS	X	NO	NO	X
6	CARNEROS	X	NO	NIO	X
7	CONG. COMEZ FARIAS	X	X	X	X
8	CUAUHTEMOC	X	X	NO	2 PILAS
9	CUAUTLA	X	X	NO	NO
10	EL CLAVEL	X	X	X	X
11	EL COLORADO	X	X	NO	TINACO
12	EL RANCHITO	X	X	NO	X
13	EL RAYANDO	X	X	NO	TINACO
14	EL RECREO	NO	NO	NO	X
15	ESTACION SANTA ELENA	X	X	X	X
16	FRAILE	X	X	NO	PILA
17	HEDIONDITA DEL LOBO	X	X	X	SE ABASTECE DE MANANTIAL
18	JAGUEY DE FERNIZA	X	NO	NO	2 PILAS
19	JOSE MARIA MORELOS	X	X	X	X
20	LA ANGOSTURA	NO	NO	NO	X
21	LA CHANCACA	X	NO	NO	X
22	LA ENCANTADA	X	NO	NO	X
23	LA INDIA	X	X	NO	X
24	LA MAJADA Y LA TINAJA	X	NO	X	X
25	LA MINITA	X	X	NO	X
26	LA PURISIMA	X	X	NO	X
27	LA TRINIDAD	NO	NO	NO	X
28	LA VENTURA	X	X	X	X
29	LA ZACATERA	X	X	NO	X
30	LAS COLONIAS	X	NO	NO	X
31	LAS PRESITAS	X	NO	NO	X
32	LLANOS DE LA UNION	X	X	X	3 PILAS
33	LOS BARRANCOS	NO	NO	NO	MANANTIAL MALAS CONDICIONES
34	LOS TEMPORALES	X	X	X	X
35	NUEVO GOMEZ FARIAS	X	X	X	X
36	PALMA GORDA	X	X	NO	X
37	PALMAS ALTAS	X	X	NO	1 PILA

38	PLAN DE AYALA	X	NO	X	NO
39	PRESA DE GUADALUPE	X	X	NO	TINACO
40	PRESA DE SAN JAVIER	X	X	X	X
41	PRESA DE SAN PEDRO	X	X	X	X
42	PUERTO DE ROCAMONTES	X	X	392NO	X
43	REFUGIO DE ALTAMIRA	X	X	X	X
44	RINCON DE LOS PASTORES	X	X	NO	X
45	SAN FELIPE	X	X	NO	X
46	SAN FRANCISCO DEL EJIDO	X	X	X	X
47	SAN JOSE DE LA JOYA	X	X	NO	X
48	SAN MARCOS DEL ENCINO	X	X	NO	PILA
49	SAN MIGUEL DEL BANCO	X	X	X	X
50	SAN SEBASTIAN	X	X	X	X
51	SANTA ELENA DE ARRIBA	NO	NO	X	X
52	SANTA FE DE LOS LINDEROS	X	X	NO	X
53	SANTA ROSA	X	X	X	X
54	SANTA VICTORIA	X	X	X	TANQUE ELEVADO
55	TANQUE DEL CERRO	X	X	X	X
56	TANQUE ESCONDIDO	X	X	X	X
57	TINAJUELA	X	X	NO	X
58	TUNALILLO	X	X	X	2 PILAS

"X" representa que si existe esta fuente

Tabla 30 B
EJIDOS DEL MUNICIPIO DE SALTILLO QUE CONTABAN CON EL RECURSO DEL AGUA
DESDE 1970 SEGÚN EL PLAN BENITO JUAREZ Y SU COMPARACION AL CIERRE 2012

No.	COMUNIDAD	POZO	BOMBA	PAPALOTE	DEPOSITO	GRADOS	DECIMALES	TESTIGO 1970	2012
						LATITUD	LONGITUD	IEGA	IEGA
1	20 DE NOVIEMBRE	X	X	NO	X	24.662163	-100.830502	0.75	0.5
2	5 DE MAYO	X	X	X	2 PILAS	25.445268	-101.359417	0.85	0.5
3	AGUA NUEVA	NO	NO	NO	X	25.189864	-101.091445	0.85	0.75
4	ASTILLERO	X	X	NO	PILA	25.066778	-101.380167	0.5	0.25
5	BUÑUELOS	X	NO	NO	X	25.049471	-101.183534	0.85	0.5
6	CARNEROS	X	NO	NIO	X	25.122513	-101.110719	0.85	0.5
7	CHAPULA	X	X	NO	DEPOSITO	25.269452	-101.282793	0.85	0.5
8	CONG. COMEZ FARIAS	X	X	X	X	24.958481	-101.028447	0.85	0.25
9	CUAUHTEMOC	X	X	NO	2 PILAS	25.283273	-100.941588	0.85	0.5
10	CUAUTLA	X	X	NO	NO	25.453929	-101.350022	0.85	0.75
11	DERRAMADERO	X	X	NO	DEPOSITO	25.289804	-101.283369	0.85	0.5
12	EL CLAVEL	X	X	X	X	25.366273	-101.200484	0.85	0.25
13	EL COLORADO	X	X	NO	TINACO	25.507054	-101.346786	0.8	0.5
14	EL RANCHITO	X	X	NO	X	25.347779	-101.035589	0.85	1
15	EL RECREO	NO	NO	NO	X	25.532089	-101.167029	0.75	0.75
16	ESTACION SANTA ELENA	X	X	X	X	25.025378	-101.331962	0.75	0.5
17	FRAILE	X	X	NO	PILA	25.03607	-101.33109	0.75	0.5
18	HEDIONDITA DEL LOBO	X	X	X	SE ABATECE DE MANANTIAL	25.369544	-101.264872	0.75	0.5
19	JAGUEY DE FERNIZA	X	NO	NO	2 PILAS	25.229107	-101.035593	0.85	0.85
20	JOSE MARIA MORELOS	X	X	X	X	25.37798	-101.204798	0.5	0.25
21	LA ANGOSTURA	NO	NO	NO	X	25.347074	-101.051166	0.85	0.85
22	LA CHANCACA	X	NO	NO	X	25.408136	-101.277721	0.5	0.5
23	LA ENCANTADA	X	NO	NO	X	25.285504	-101.085393	0.85	0.5
24	LA INDIA	X	X	NO	X	25.074671	-101.283084	0.25	0.25
25	LA MAJADA Y LA TINAJA	X	NO	X	X	25.478292	-101.392618	0.5	0.25
26	LA MINITA	X	X	NO	X	25.398343	-101.060256	1	1
27	LA PURISIMA	X	X	NO	X	24.683057	-100.983342	0.5	0.25
28	LA TRINIDAD	NO	NO	NO	X	25.219601	-101.061019	0.5	0.5
29	LA VENTURA	X	X	X	X	24.638621	-100.891176	0.85	0.25

30	LA ZACATERA	X	X	NO	X	24.9100935	-100.977783	0.75	0.5
31	LAS COLONIAS	X	NO	NO	X	25.090633	-101.101567	0.85	0.5
32	LLANOS DE LA UNION	X	X	X	3 PILAS	25.39857	-101.123548	0.75	0.25
33	LOS BARRANCOS	NO	NO	NO	MANANTIAL MALAS CONDICIONES	25.461898	-101.136267	0.7	0.25
34	NUEVO GOMEZ FARIAS	X	X	X	X	24.92361	-101.03444	0.85	0.25
35	PALMA GORDA	X	X	NO	X	25.390297	-101.199939	0.75	0.75
36	PALMAS ALTAS	X	X	NO	1 PILA	25.123613	-101.434184	0.5	0.5
37	PLAN DE AYALA	X	NO	X	NO	25.453152	-101.311146	0.75	0.25
38	PRESA DE GUADALUPE	X	X	NO	TINACO	24.898261	-101.70273	0.75	0.5
39	PRESA DE SAN JAVIER	X	X	X	X	24.663408	-101800207	0.75	0.5
40	PRESA DE SAN PEDRO	X	X	X	X	24.74776	-101.11243	0.25	0.25
41	PROVIDENCIA	X	X	NO	DEPOSITO	25.243069	-101.179801	0.85	0.5
42	PUERTO DE ROCAMONTES	X	X	NO	X	24.758349	-101.157771	0.7	0.5
43	REFUGIO DE ALTAMIRA	X	X	X	X	25.462267	-101.065388	0.85	0.4
44	RINCON DE LOS PASTORES	X	X	NO	X	25.392925	-101.060256	0.85	0.5
45	SAN FELIPE	X	X	NO	X	25.033316	-101.159258	0.5	0.5
46	SAN FRANCISCO DEL EJIDO	X	X	X	X	25.002009	-101.078129	0.85	0.25
47	SAN JOSE DE LA JOYA	X	X	NO	X	25.307899	-101.35604	0.75	0.25
48	SAN JUAN DE LA VAQUERIA	X	X	NO	DEPOSITO	25.253839	-101.21692	0.85	0.5
49	SAN MIGUEL DEL BANCO	X	X	X	X	24.996552	-100.995808	0.75	0.25
50	SAN SEBASTIAN	X	X	X	X	24.7861	-100.917462	0.5	0.25
51	SANTA ELENA DE ARRIBA	NO	NO	X	X	24.805513	-101.92024	0.85	0.85
52	SANTA FE DE LOS LINDEROS	X	X	NO	X	25.193771	-100.033206	0.5	0.5
53	SANTA ROSA	X	X	X	X	25.519047	-101.388761	0.75	0.75
54	SANTA VICTORIA	X	X	X	TANQUE ELEVADO	25.001445	-101.077054	0.75	0.5
55	TANQUE DE EMERGENCIA	X	X	NO	NO	25.0685	-101.064533	0.5	0.5
56	TANQUE DEL CERRO	X	X	X	X	24.617196	-101.830766	0.35	0.35
57	TANQUE ESCONDIDO	X	X	X	X	24.733018	-101.099343	0.8	0.25
58	TINAJUELA	X	X	NO	X	25.446611	-101.438124	0.85	0.5

Tabla Número 34. Evaluación Pozos del Sureste de Saltillo

EJIDOS	AÑO DE PERFORACION	GASTO EN LPS	PROFUNDIDAD	N. E.	N. D.	DIAMETRO DE ADEME	SUPERVISION	GASTO EN LPS	PROFUNDIDAD Del pozo	N.E.	N.D.	PROFUNDIDAD ADEME
1 LA VENTURA	1985	16	200	46	96	14						
	1990	12	200	75	11	14						
					5							
	1995	6	200	11	13	14						
					5	6						
	2000	AMPLIACION	250	16	18	14						
				7	7							
	2005	9	250	21	23	14	2011	4	250	210	230	80
				0	0							
2 TUNALILLO	1982	9	150	50	72							
	1990	6	150	67	78	12						
	1995	4	150	75	87	12						
	200	1.5	150	85	11	12						
					0							
	2005	AMPLIACION	230	11	12	12	2011	1	230	165	187	130
				0	7							
3 CUAUHTEMOC	1987	25	250	60	12							
					0							
	1990											
	1995	25	250	89	14							
					5							
	2000											
	2005	25	250	93	16		2011	9	250	100	134	167
				7								
4 LA MAJADA Y LA TINAJA	1975	2	130	67	78							
	1990											
	1995	1	130	98	11							
					5							
	2000											
	2005	SECO					2011	SECO	130	SECO	SECO	70
5 JOSE MARIA MORELOS	1985	3	63	35	50							
	1990	3	67	40	52							
	1995	3	67	36	48							
	2000	3	67	32	45							
	2005	S.R.										
6 PRESA DE SAN PEDRO	1975	6	150	34	57							
	1990	6	150	11	13							

				2	6							
		1995										
		2000	2	150	12	14						
					0	5						
		2005	1	150	12	14	2011	1	150	130	146	70
					3	6						
7	SAN JOSE DE LA JOYA	1985	2	100	50	60						
		1990										
		1995	1.5	100	65	73						
		2000										
		2005	1.0	100	77	86	2011	SECO	100	80	93	85
8	PLAN DE AYALA	1980	5	150	45	70						
		1990										
		1995	2	150	87	11						
						0						
		2000	SECO									
		2005					2011	SECO	150	SECO	SECO	120
9	RINCON DE LOS PASTORES	1980	6	125	70	80						
		1990	6	125	72	87						
		1995	6	125	77	90						
		2000	4	125	70	87						
		2005	4	125	79	92	2011	2	125	85	100	60
10	LA PURISIMA	1975	5	80	40	60						
		1990	3	80	56	77						
		1995	S.R.									
		2000	3	80	65	77						
		2005	1	80	70	77	2011	1	100	75	77	80
11	SAN SEBASTIAN	1985	4	150	45	87						
		1990	4	150	56	92						
		1995	3	150	65	11						
					0							
		2000	3	150	67	11						
					2							
		2005	3	150	78	12	2011	2	150	90	130	120
					5							
12	SAN MIGUEL DEL BLANCO	1975	2	185	87	11						
						0						
		1990	S.R.									
		1995	S.R.									
		2000	1	185	95	11						
						5						
		2005	S.R.				2011	SECO	185	SECO	SECO	100

1	CONGREGACION	1975	6	210	56	87						
3	GOMEZ FARIAS	1990	6	210	65	97						
		1995	S.R.									
		2000	4	210	70	11						
		2005	4	210	85	11	2011	2	210	110	136	132
1	NUEVO GOMEZ	1980	6	80	28	42						
4	FARIAS	1990	6	80	32	47						
		1995	5	80	34	54						
		2000	5	80	36	60						
		2005	2	80	67	75	2011	2	80	70	75	60
1	LA ZACATERA	1975	9	250	10	15						
5		1990	3	250	15	16						
		1995	AMPLIACION	300								
		2000	2	300	21	26						
		2005	2	300	25	27	2011	2	250	230	240	70
1	LLANOS DE LA UNION	1985	3	150	11	11						
6		1990	S.R.		0	6						
		1995	1	150	11	13						
		2000	SECO									
		2005	AZOLVE				2011	AZOLVE	100	AZOLVE	AZOLVE	40
1	LA NORIA Y EL	1980	4	150	17	27						
7	CLAVEL	1990	4	150	22	35						
		1995										
		2000	4	150	25	46						
		2005	S.R.				2011	SIN OPERAR	150	SIN EQUIPO	SIN EQUIPO	60
1	TANQUE ESCONDIDO	1975	6	150	56	78						
8		1990	4	150	65	87						
		1995	3	150	78	97						
		2000	S.R.									
		2005	SECO				2011	SECO	150	SECO	SECO	90
1	SAN FRANCISCO DEL	1960	4	150	78	87						

9	EJIDO	1990	1	150	87	10						
						5						
		1995	SECO									
		2000	AMPLIACION									
		2005	SALINO 1	250	15	16	2011	SALINO 1	200	170	187	70
					0	7						
2	SANTA ROSA	1975	12	150	45	78						
0												
		1990	6	150	56	87						
		1995	6	150	65	98						
		2000	4	150	76	10						
						5						
		2005	S.R.				2011	SALINO	150	SIN OPERAR	SIN OPERAR	120
2	EL JAZMINAL	1975	8	150	45	89						
1												
		1990	4	150	56	98						
		1995	S.R.									
		2000	2	150	89	11						
						4						
		2005	SECO				2011	SECO	150	SECO	SECO	120
2	LAS MANGAS	1965	1	100	30	65						
2												
		1990	1	100	78	87						
		1995	0.5	100	83	92						
		2000	SECO									
		2005					2011	SECO	100	SECO	SECO	60
2	TANQUE DE	1975	6	187	56	78						
3	EMERGENCIA											
		1990	S.R.									
		1995	S.R.									
		2000	2	187	78	98						
		2005	S.R.				2011	1	150	120	146	90
2	HEDIONDA GRANDE	1975	10	250	89	11						
4						5						
		1990	5	250	94	16						
						7						
		1995	S.R.									
		2000	5	250	11	18						
					6	7						
		2005	2	250	11	19	2011	2	200	130	154	124
					8	5						
2	EL CERCADO	1975	12	250	98	15						

5					4						
	1990	5	250	11	16						
				0	7						
	1995	5	250	11	17						
				2	5						
	2000	S.R.									
	2005	2	250	16	19	2011	2	250	175	200	210
2	LAS HORMIGAS			7	4		SULFATO				
6	1975	9	150	45	67						
	1990	3	150	67	87						
	1995	2	150	95	96						
	2000	S.R.									
	2005	S.R.				2011	2	150	100	130	125
							SULFATO				
2	ROBERTO BARRIOS										
7	1985	4	150	65	78						
	1990	4	150	67	87						
	1995	4	150	75	98						
	2000	2	150	85	11						
				0							
	2005	2	150	92	11	2011	2	150	110	130	125
				5							
2	LA ESPERANZA										
8	1975	12	100	34	45						
	1990	12	100	45	54						
	1995	12	100	54	65						
	2000	S.R.									
	2005	S.R.				2011	SIN	100	SIN	SIN	30
							OPERAR		OPERAR	OPERAR	
2	REFUGIO DE LAS										
9	CASAS										
	1985	8	150	87	94						
	1990	6	150	92	96						
	1995	6	150	92	96						
	2000	5	150	98	11						
				0							
	2005	4	150	11	14	2011	3	150	120	145	60
				2	5						
3	SAN BLAS										
0	1980	2	100	32	46						
	1990	2	100	65	72						
	1995	SECO									
	2000	2	AMPLIACI	84	96						
			ON								
	2005	1	200	16	17	2011	1	200	170	182	120

				5	2							
3	CHAPULA	1975	6	150	36	45						
1		1990	2	150	78	94						
		1995	1.5	150	86	11						
		2000	0.5	150	12	13						
		2005	SECO		4	6	2011	SECO	150	INTERMIT ENTE	INTERMIT ENTE	120
3	SANTA RITA	1975										
2		1990										
		1995										
		2000										
		2005					2011	SIN REGISTR O	SIN REGISTR O	OPERA	SIN REGISTR O	CASQUIL LO
3	RANCHO NUEVO	1980	4	100	36	45						
3		1990	1.5	100	67	73						
		1995	SECO									
		2000	SECO									
		2005	SECO				2011	SECO	100	SECO	SECO	30
3	DERRAMADERO	1982	2	150	45	67						
4		1990	1.5	150	67	82						
		1995	1.5	150	84	98						
		2000	AMPLIACI ON 2	200	87	12						
		2005	0.5	200	15	16	2011	0.5	200	150	167	90
					0	7						
3	SAN JUAN DE LA	1975	18	120	67	98						
5	VAQUERIA	1990	18	120	76	11						
		1995	12	120	85	11						
		2000		S.R.								
		2005										
		2011					3		120	90	116	60
3	STA. TERESA DE LOS	1970	15	150	65	98						
6	MUCHAHCOS	1990	7	150	87	95						
		1995	5	150	11	13						

				0	6						
	2000	SECO									
	2005	SECO				2011	1	150	135	142	90
3	LA CUCHILLA										
7	1985	2	100	78	83						
	1990	2	100	85	90						
	1995	1	100	92	96						
	2000	1	100	96	98						
	2005	SECO				2011	SECO	100	SECO	SECO	30
3	ENCARNACION										
8	GUZMAN										
	1975	12	150	67	75						
	1990	S.R.									
	1995	S.R.									
	2000	3	150	89	11						
					2						
	2005	S.R.				2011	1	150	115	130	60
3	SAN JUAN DEL										
9	RETIRO										
	1970	4	120	36	90						
	1990	2	120	67	10						
					5						
	1995	SECO									
	2000	AMPLIACION									
	2005	1	200	14	16	2011	1	120	160	182	120
				5	7						
4	EL PORVENIR										
0	1975	4	150	15	17						
				7	6						
	1990	4	150	16	17						
				5	6						
	1995	3	150	16	18						
				7	0						
	2000	2	150	17	19						
				6	2						
	2005	1	150	18	19	2011	2	150	180	196	60
				0	6						
4	PRESA DE LOS										
1	MUCHACHOS										
	1975	6	100	56	67						
	1990	2	100	65	76						
	1995	2	100	76	83						
	2000	S.R.									
	2005	S.R.				2011	2	100	85	92	30
4	BAÑUELOS										
2	1985	4	150	45	89						
	1990	4	150	47	93						
	1995	3	150	67	10						

					1						
	2000	2	150	85	11						
					0						
	2005	0.5	150	86	11	2011	0.5	150	100	123	30
					2						

PROFUNDIDAD = Distancia en Metros desde el nivel de referencia , piso o suelo hasta el tope de perforación

NIVEL ESTATICO = Profundidad del espejo del agua cuando el pozo se encuentra en reposo

NIVEL ESTATICO = Nivel de equilibrio entre la presión del confinamiento y la presión atmosférica

NIVEL DINAMICO = Profundidad del espejo del agua cuando se extrae cierto gasto

NIVEL DINAMICO = Profundidad del espejo del agua provocado del balance entre recarga y extracción

Seco= pozo con agua presente, pero al inicio del bombeo se abate, no tolera extracción, baja permeabilidad

Sin Registro = Pozo con equipo pero no tiene forma de evaluarlo, ni con sondeo o medidor volumétrico

Salino = posee en sus propiedades de calidad del agua elementos como el sodio, calcio y magnesio en cantidades que rompen el esquema de potable

Sulfatado= Posee en sus propiedades de calidad de agua elementos como el sulfato.

ACUÍFERO CARNEROS

	TIPO DE APROVECHAMIENTO	PREDIO	MUNICIPIO	COORD W GEO.			COORD N GEO.			USO	DIAMETRO ADEME	DIAMETRO C.SUCCIÓN	GASTO L/S	VOLUMEN M3
				°	'	"	°	'	"					
CARNEROS	POZO	SABANITAS	SALTILLO	101° 6'	0.47"	25° 7'	3.45"	PUBLICICO URBANO	16	8	48	1,261,440		
	POZO	CARNEROS 1	SALTILLO	101° 6'	40.1"	25° 6'	31.0"	PUBLICICO URBANO	20	6	27	709,560		
	POZO	CARNEROS 2	SALTILLO	101° 6'	30.9"	25° 6'	26.7"	PUBLICICO URBANO	20	8	19	499,320		
	POZO	COLONIAS 2	SALTILLO	101° 7'	9.13"	25° 4'	15.6"	PUBLICICO URBANO	20	8	72	1,892,160		
	POZO	TANQUE DE EMERGENCIA 1	SALTILLO	101° 4'	55.8"	25° 3'	46.7"	PUBLICICO URBANO	20	8	41	1,077,480		
	POZO	TANQUE DE EMERGENCIA 2	SALTILLO	101° 4'	52.2"	25° 3'	10.4"	PUBLICICO URBANO	20	8	45	1,182,600		
	POZO	TANQUE DE EMERGENCIA 3	SALTILLO	101° 5'	38.6"	25° 4'	2.23"	PUBLICICO URBANO	14 3/4	8	50	1,314,000		
	POZO	TANQUE DE EMERGENCIA 4	SALTILLO	101° 7'	0.17"	25° 4'	22.0"	PUBLICICO URBANO	20	8	57	1,497,960		
	POZO	EL TORO	SALTILLO	101° 3'	57.6"	25° 3'	26.9"	PUBLICICO URBANO	16	6	49	1,287,720		
												10,722,240		
Tabla Número 36 Pozos del Acuífero Carneros												13.86%		

Tabla Número 39 Relación de profundidad de los pozos Derramadero con respecto al tiempo

Ejido ó Comunidad	Profundidad Pozos 1970	Gasto 1970 lps	Profundidad Pozos 2004	Gasto 2004 lps	Material
La Encantada	200	6	550	6.5	Lutitas
Providencia	187	12	612	3.26	Areniscas
San José de la Joya	120	5	362	4	F.Cerro Huerta
San Juan de la Vaquería	87	16	512	1	Lutitas
Refugio de las Cajas	98	8	580	2	Tamaulipas Superior
Derramadero	100	10	500	16	Fallas
Chapula	78	6	500	5.8	Fallas
Santa Teresa de los Muchachos	65	9	500	4	Lutitas
Santa Rita	112	7	500	6	Cerro del Pueblo
El Jaralito	145	14	560	4	Lutitas
El Nogal	176	16	470	3	Lutitas
San Hilario de Gómez	134	6	630	5	Lutitas
Mohicanos	84	4	632	10	Lutitas
Agua Nueva	143	12	715	4	Lutitas
Planta Automotriz Chrysler D.			937	36	Lutitas y areniscas

Agua de Chrysler Cuaternaria tiempo de retorno 50 años

Fuente: Departamento de Riego y Drenaje UAAAN Calidad del agua en Planta Chrysler

Tabla Número 40 Pozos en el acuífero Agua Nueva Derramadero

UNIDAD HIDROGEOLOGICA AGUA NUEVA															
N- o	MUNICIPI O	CLAVE	COORDENADA S		PRO F. (m)	NIVEL	NIVEL	NIVEL	DIAMETR	DIAMETR	Q (l/s)	TIPO DE BOMBA	OBSERVACIONE S	SUBSISTEM A O SECTOR	
			ESTATIC O (m)	ESTATIC O (msnm)		DINAMIC O (m)	ADEME (Pul)	DESCAR GA (Pul)	X	Y					
SISTEMA AGUA NUEVA															
1	SALTILL O	JAG02	29500 9	279122 8	550		1,815.00	200.47		10	10	Sumergibl e	Zuluoga	Sistema AGSAL	La trinidad
2	SALTILL O	PUN01	29172 9	278786 4	300	165.98	1,834.18			8	64	Sumergibl e	Zuluoga	Sistema AGSAL	La trinidad
3	SALTILL O	PUN02	29209 6	278698 0	545	155.80	1,836.14			8	64	Sumergibl e	Cupido	Sistema AGSAL	Santa Fe
4	SALTILL O	PIN01	29406 5	278771 0	300	206.00	1,830.91			10	10	Sumergibl e	Tamaulipas sup	Sistema AGSAL	Santa Fe
5	SALTILL O	PIN02	29461 2	278808 4	600	239.47	1,857.53			8	64	Sumergibl e	Tamaulipas sup	Sistema AGSAL	Santa Fe
6	SALTILL O	SFE02	29509 0	278773 3	550	227.34	1,830.28			10	10	Sumergibl e	Cupido	Sistema AGSAL	Santa Fe
7	SALTILL O	SFE03	29541 4	278765 6	550	235.76	1,859.24			8	64	Sumergibl e	Cupido	Sistema AGSAL	Santa Fe
8	SALTILL O	DIV01	29335 5	279276 7	400	207.83	1,816.65			8	64	Sumergibl e	Zuluoga	Sistema AGSAL	Zapaliname Sur
9	SALTILL O	DIV02	29194 9	279196 6	450	194.85	1,805.15			8	64	Sumergibl e	Zuluoga	inactivo	Zapaliname Sur
10	SALTILL O	DIV03	29244 2	279216 2	300								Zuluoga	Inactivo	Zapaliname Sur
SISTEMA HUACHICHIL															
1	SALTILL O	JAG01	29562 0	279183 8	600	217.75	1,831.12			8	36	Sumergibl e	Tamaulipas sup	Sistema AGSAL	El Jaguey
2	SALTILL O	JAG03	29525 0	279196 7	550	186.39	1,858.60			10	64	Sumergibl e	Cupido	Sistema AGSAL	El Jaguey
3	SALTILL O	JAG04	29513 3	279206 4						2	4	Sumergibl e	Cupido	inactivo	El Jaguey
4	SALTILL O	PAN 01	29840 9	279625 0	240					8	64	Sumergibl e	Tamaulipas sup	Riego (100 has)	El Recreo
5	SALTILL O	PAN 02	29901 8	279652 2						2	4	Sumergibl e	Cupido	Domestico	El Recreo
6	SALTILL O	PAN03	30560 7	279858 1	250	86.00	2,304.00			4	16	Sumergibl e	La Casita	Domestico	El Recreo
7	SALTILL O	PAN04	30761 4	279707 7		170.00	2,239.89			4	16	Sumergibl e	Tamaulipas sup	Riego (30 has)	El Recreo
8	SALTILL O	PAN05	30831 1	279703 0						2	4	Sumergibl e	Tamaulipas sup	Domestico	El Recreo
9	SALTILL O	PAN75	30053 9	278730 5	90					2	4	comb inter	Parras	Inactivo	Las Presitas
18	SALTILL O	PAN76	30588 3	278720 3		18.50	2,296.50						Parras	Inactivo	Las Presitas

10	SALTILL O	PAN77	30719 4	278701 1	70	24.00	2,326.00	2	4	luz solar	Parras	Domestico	Las Presitas
11	SALTILL O	PAN78	30884 2	278693 2	100	24.00	2,376.00	2	4	luz solar	Parras	Domestico	Las Presitas
12	SALTILL O	PAN79	30418 7	278709 0				1	1	luz solar	Parras	Domestico	Las Presitas
13	SALTILL O	PAN83	29656 4	279447 7				1 1/2	2	Sumergibl e	Tamaulipas sup Relleno	Domestico	El Recreo
14	SALTILL O	PAN84	29641 9	279151 8								Inactivo	El Jaguey
15	ARTEAG A	PAN94	31150 4	280103 7		112.62	1,977.38	4	16	Sumergibl e	Relleno	Riego (27 has)	Sierra hermosa
16	ARTEAG A	PAN95	30987 0	280051 1				1	1	Sumergibl e	Taraizes	Domestico	Sierra hermosa
17	ARTEAG A	PAN96	31063 9	280016 3				1	1		Taraizes	Inactivo	Sierra hermosa
18	ARTEAG A	PAN97	31115 9	280043 2		194.56	1,925.50	3	9	Sumergibl e	Relleno	Riego (manzano)	Sierra hermosa
19	ARTEAG A	CNAH9 2	31528 5	280031 0	120			2	4	Sumergibl e	Relleno	Inactivo	Sierra hermosa
20	SALTILL O	CNA02 3	31362 0	279776 9	180	90.00	1,360.00	1 1/4	2	Sumergibl e	Indidura	Inactivo	Los laureles
21	SALTILL O	LIC 01	29632 7	279029 0	4	248.64	1,849.64				Cupido	Inactivo, abandonado	Pelillos
22	SALTILL O	LIC 02	29663 9	279026 4	20	238.67	1,854.67				Cupido	Inactivo, abandonado	Pelillos
23	SALTILL O	LIC 03	29650 7	279030 0	8						Cupido	Inactivo, abandonado	Pelillos
24	SALTILL O	LIC 04	29690 3	279011 8	10						Cupido	Inactivo, abandonado	Pelillos
25	SALTILL O	LIC 05	29651 1	279028 8							Cupido	Inactivo, abandonado	Pelillos
26	SALTILL O	PAN71	31202 0	278115 7				6	36	Sumergibl e	Relleno	Riego (10 has)	
27	SALTILL O	PAN72	31324 3	278115 0				2	4	Sumergibl e	Relleno	Inactivo	
28	SALTILL O	CNA03 4	31310 9	278120 4				2	4	Sumergibl e	Relleno	Domestico	
29	SALTILL O	CNA03 5	31754 5	278133 2				10	10 0	Sumergibl e	Taraizes	Riego (alfalfa)	
30	SALTILL O	CNA03 6	31780 8	278087 0				12	12 0	Sumergibl e	La Gloria	Riego (150 has)	
31	SALTILL O	CNA03 7	31772 3	278084 1				10	10 0	Sumergibl e	La Gloria	Inactivo	
32	SALTILL O	CNA03 8	31699 8	278094 3		103.49	1816.51	8	64	Sumergibl e	La Gloria	Riego (200 has)	
33	SALTILL O	CNA03 9	31715 8	278071 0		88.92	1806.08	6	36	Sumergibl e	La Gloria	Inactivo	
34	SALTILL O	CNA04 1	31768 8	278088 6				12	12 0	Sumergibl e	La Gloria	Riego (alfalfa)	
35	SALTILL O	CNA04 2	31765 9	278088 3				10	10 0	Sumergibl e	La Gloria	Riego (alfalfa)	
36	SALTILL O	CNA45 6	31564 3	278144 3				4	16	Sumergibl e	Relleno	Inactivo	
37	SALTILL O	CNA46 2	31590 2	278162 4				6	36	Sumergibl e	Relleno	Riego (80 has)	
38	GALEAN A	CNA59 0	32672 1	277324 6	80	90	1850	2	4	Sumergibl e	Relleno	Domestico	

**SISTEMA
DERRAMADERO**

39	SALTILL O	PAN87	29004 2	278729 2				6	36	Conbus inter	Relleno	Inactivo
40	SALTILL O	PAN88	28901 7	278739 9				2	4	Sumergibl e	Relleno	Domestico
41	SALTILL O	PAN89	28902 9	278744 9	80-90	45	18889	4	16	Sumergibl e	Relleno	Riego (manzanos)
42	SALTILL O	PAN90	28901 8	278782 7				6	36	Sumergibl e	Relleno	Riego (manzanos)
43	SALTILL O	PAN91	28869 8	278784 3				6	36	Centrifuga	Relleno	Riego (manzanos)
44	SALTILL O	PAN92	28870 7	279107 8		mas de 200		4	16	Sumergibl e	Relleno	Riego (manzanos)
45	SALTILL O	PAN93	28905 3	278787 2				6	36	Sumergibl e	Relleno	Inactivo

**SISTEMA LOS
ANGELES**

46	SALTILL O	PAN73	29968 0	277835 5	320			2 1/2	5	Sumergibl e	Cuesta del Cura	Abrebadero
47	SALTILL O	PAN74	29345 0	278076 0		mas de 200		2	4		Cupido	Inactivo

Tabla 41 Pozos operados por Aguas de Saltillo del Acuífero Derramadero

	TIPO DE APROVECHAMIENTO	PREDIO	MUNICIPIO	COORD W GEO.			COORD N GEO.			USO	DIAMETRO ADEME	DIAMETRO C.SUCCIÓN	DIAMETRO DESCARGA	GAS TO L/S	VOLUMEN M3
ZONA SUR	POZO	SAN LORENZO 1	SALTILL O	100 °	59 ' 26.2 3"	25 °	20 ' 9.3 3	PUBLICO URBANO	16	8	8	52	1,366,560		
	POZO	SAN LORENZO 2	SALTILL O	100 °	59 ' 11.6 5"	25 °	20 ' 13.98	PUBLICO URBANO	16	6	8	43	1,130,040		
	POZO	SAN LORENZO 3	SALTILL O	100 °	59 ' 47.7 3"	25 °	20 ' 15.59	PUBLICO URBANO	20	6	8	48	1,261,440		
	POZO	ENCANTADA	SALTILL O	101 °	05 ' 24.0 2"	25 °	17 ' 52.74	PUBLICO URBANO	14	8	8	45	1,182,600		
	POZO	TERNERAS 1	SALTILL O	101 °	1 ' 31.1 "	25 °	18 ' 28.08	PUBLICO URBANO	20	6	8	36	946,080		
	POZO	TERNERAS 3	SALTILL O	101 °	1 ' 27.9 2"	25 °	18 ' 21.76	PUBLICO URBANO	20	4	6	24	630,720		
	POZO	JAGUEY 1	SALTILL O	101 °	1 ' 44.2 6"	25 °	13 ' 42.58	PUBLICO URBANO	19 1/2	6	6	29	762,120		
	POZO	JAGUEY 2	SALTILL O	101 °	2 ' 5.86 "	25 °	13 ' 35.41	PUBLICO URBANO	20	6	6	30	788,400		
	POZO	JAGUEY 3	SALTILL O	101 °	1 ' 57.0 1"	25 °	13 ' 45.97	PUBLICO URBANO	20	8	8	67	1,760,760		
	POZO	LOMA DEL PINO 1	SALTILL O	101 °	2 ' 15.8 3"	25 °	11 ' 40.35	PUBLICO URBANO	16	8	8	61	1,603,080		
	POZO	LOMA DEL PINO 2	SALTILL O	101 °	2 ' 35.9 3"	25 °	11 ' 27.30	PUBLICO URBANO	20	6	8	54	1,419,120		
	POZO	PUNTAS 1	SALTILL O	101 °	3 ' 59.5 1"	25 °	11 ' 31.72	PUBLICO URBANO	20	8	8	46	1,208,880		
	POZO	PUNTAS 2	SALTILL O	101 °	3 ' 45.7 1"	25 °	11 ' 2.9 7	PUBLICO URBANO	20	8	10	68	1,787,040		
	POZO	SANTA FE 2	SALTILL O	101 °	1 ' 59.3 1"	25 °	11 ' 28.78	PUBLICO URBANO	20	8	8	48	1,261,440		
	POZO	SANTE FE 3	SALTILL O	101 °	1 ' 47.5 9"	25 °	11 ' 26.74	PUBLICO URBANO	20	6	6	32	840,960		
	POZO	DIVISADERO S 1	SALTILL O	101 °	3 ' 4.11 "	25 °	14 ' 11.56	PUBLICO URBANO	18 1/2	6	6	30	788,400		
	POZO	DIVISADERO S 2	SALTILL O	101 °	3 ' 23.9 3"	25 °	13 ' 45.42	PUBLICO URBANO	18 1/2	6	6	15	394,200		

El % se genera del total que se suministra a la mancha urbana de todos los acuíferos

19'131,840 24.74 % Metros Cúbicos Anuales

Tabla Número 46 Relación de Habitantes de Saltillo contra Necesidades y suministro de agua en lps

Año	Población Abastecida AGSAL	Suministro de agua o caudal en servicio (lps) (1)	Necesidades de extracción de agua (lps) (2)	Población Real INEGI	% de rezago
1900	24,000	55	69	40,422	40.63%
1910	35,500	55	103	53,980	34.23%
1920	40,500	55	117	60,705	33.28%
1926	42,300	70	122	74,600	43.30%
1930	49,400	70	143	66,609	25.84%
1940	69800	70	202	75,721	7.82%
1950	98,600	160	285	98,603	0.00%
1960	98,800	160	286	127,772	22.67%
1963	100,000	160	289	162,300	38.39%
1970	161,000	440	466	190,994	15.70%
1980	223,500	835	647	321,758	30.54%
1990	484,000	1,670	1,400	440,920	Superhab it
2000	516,000	1,770	1,493	578,046	10.73%
2001	552,000	1,429	1,597	589,400	6.35%
2002	586,000	1,635	1,696	593,400	1.25%
2003	612,000	1,748	1,771	610,230	Superhab it
2004	653,774	1,786	1,892	625,140	Superhab it
2005	650,000	1,825	1,881	648,929	Superhab it
2006	648,157	1,732	1,875	666,567	2.76%
2007	686,447	1,707	1,986	683,132	Superhab it
2008	700,000	1,697	2,025	701,540	0.00%
2009	750,000	1,712	2,170	702.356	Superhab it
2010	687,000	2,100	2,360	720,000	4.58%
2012	703,000	2000	2,387	725,123	3.05%

(1) De diversos documentos.

(2) Habitantes x 250 L/Hab-día / 86400

(3) (m3/año)/(365 días * 86,400 seg/día)

Información a partir del inicio de la gestión de Aguas de Saltillo

$$.0029 = 250 \text{ lts/dia} / 86400 \text{ seg/dia}$$

Tabla Número 54 Saltillo, Coahuila Gestión Integral de la Eficiencia del agua IEGA

No.	COLONIAS O FRACCIONAMIENTOS	TIPO DE TERRENO	VALOR UNITARIO POR M ²	IEGA
1	01 DE MAYO	POPULAR (2)	219.1	0.5
2	05 DE MAYO	POPULAR (2)	219.1	0.67
3	07 DE NOVIEMBRE	POPULAR (2)	219.1	0.72
4	10 DE ABRIL	POPULAR (2)	219.1	0.5
5	10 DE MAYO	POPULAR (2)	219.1	0.67
6	12 DE OCTUBRE	POPULAR (1)	124.2	0.3
7	13 DE SEPTIEMBRE	POPULAR (1)	124.2	
8	15 DE ABRIL	POPULAR (2)	219.1	0.6
9	15 DE SEPTIEMBRE	POPULAR (2)	219.1	0.6
10	23 DE NOVIEMBRE	POPULAR (2)	219.1	0.25
11	23 DE NOVIEMBRE AMPLIACION	POPULAR (2)	219.1	0.25
12	26 DE MARZO	INTERES SOCIAL (2)	336	0.5
13	26 DE MARZO AMPLIACION	INTERES SOCIAL (2)	336	0.5
14	ACUEDUCTO	MEDIO MEDIO	482.1	
15	ADOLFO LOPEZ MATEOS	INTERES SOCIAL (1)	292.2	
16	AGUA AZUL	MEDIO BAJO	409.1	1
17	AGUA NUEVA	POPULAR (1)	124.2	0.6
18	ALAMEDA	MEDIO MEDIO	482.1	1
19	ALAMITOS	INTERES SOCIAL (2)	336	0.3
20	ALAMOS	INTERES SOCIAL (1)	292.2	0.25
21	ALBATROS RESIDENCIAL	RESIDENCIAL 1a.	1,050.00	
22	ALFREDO V BONFIL	POPULAR (2)	219.1	
23	ALONDRA	MEDIO BAJO	409.1	0.6
24	ALPES	MEDIO ALTO	584.3	1
25	ALPES NORTE	MEDIO ALTO	584.3	1
26	AMERICA	MEDIO BAJO	409.1	0.7
27	AMISTAD II	INTERES SOCIAL (1)	292.2	
28	AMISTAD III	INTERES SOCIAL (1)	292.2	
29	AMP EVARISTO PEREZ ARREOLA SUR	POPULAR (1)	124.2	
30	AMP GONZALEZ	POPULAR (2)	219.1	0.9
31	AMP MORELOS 1815 2 ETAPA	INTERES SOCIAL (2)	336	0.6
32	AMP. AMISTAD	INTERES SOCIAL (1)	292.2	
33	AMP. LA ROSA	MEDIO MEDIO	482.1	
34	AMP. MESA DE LOURDES	POPULAR (1)	124.2	0.85
35	AMP. VALLE DE SAN ANTONIO	POPULAR (2)	219.1	
36	AMPL EVARISTO PEREZ ARREOLA	POPULAR (1)	124.2	
37	AMPL LOMA ALTA	POPULAR (1)	124.2	
38	AMPL LOMAS VERDES (III)	INTERES SOCIAL (1)	292.2	0.6
39	AMPL PARAJES DE ORIENTE	INTERES SOCIAL (2)	336	0.6
40	AMPL PARAJES DE SANTA ELENA	INTERES SOCIAL (2)	336	0.6

41	AMPL. EVARISTO PEREZ ARREOLA SUR 3 SEC	POPULAR (1)	124.2	0.6
42	AMPL. LA PALMILLA II	POPULAR (1)	124.2	0.6
43	AMPL. LOMAS DE CHAPULTEPEC	INTERES SOCIAL (2)	336	1
44	AMPL. NIÑOS HEROES	POPULAR (1)	124.2	0.4
45	AMPLIACION AGUA NUEVA	POPULAR (1)	124.2	0.6
46	AMPLIACION AZTECA	INTERES SOCIAL (1)	292.2	
47	AMPLIACION FEDERICO BERRUETO POPULAR	POPULAR (2)	219.1	0.6
48	AMPLIACION LA ESTRELLA	INTERES SOCIAL (1)	292.2	
49	AMPLIACION ROMITA	POPULAR (2)	219.1	
50	ANAHUAC	POPULAR (2)	219.1	0.6
51	ANTONIO CARDENAS	POPULAR (2)	219.1	0.75
52	ANTONIO CARDENAS SUR	INTERES SOCIAL (1)	292.2	0.75
53	ARBOLEDAS POPULAR	POPULAR (2)	219.1	0.6
54	ARBOLEDAS RESIDENCIAL	MEDIO ALTO	584.3	0.6
55	ARCOS DE BELEN	INTERES SOCIAL (2)	336	
56	ASTURIAS	INTERES SOCIAL (1)	292.2	0.7
57	AUSTRALIA	INTERES SOCIAL (2)	336	0.7
58	AZTECA	POPULAR (2)	219.1	
59	BALCONES DE BELLAVISTA	MEDIO BAJO	409.1	0.7
60	BALCONES DE BUENAVISTA	MEDIO BAJO	409.1	0.7
61	BALCONES DE LA AURORA	INTERES SOCIAL (2)	336	0.8
62	BALCONES DE LANDIN	MEDIO BAJO	409.1	0.5
63	BALCONES DE LAS TORRES	INTERES SOCIAL (1)	292.2	0.5
64	BALCONES DE MORELOS	INTERES SOCIAL (2)	336	
65	BARRIO SAN LUISITO	POPULAR (1)	124.2	
66	BARRIO SANTA ANITA	POPULAR (2)	219.1	
67	BELLAVISTA	POPULAR (2)	219.1	0.5
68	BENITO JUAREZ AMP	POPULAR (2)	219.1	
69	BETA CENTAURO	INTERES SOCIAL (1)	292.2	
70	BOCANEGRA	POPULAR (1)	124.2	
71	BONANZA	MEDIO BAJO	409.1	0.9
72	BONANZA AMPLIACION	MEDIO BAJO	409.1	0.9
73	BORDO DEL FERROCARIL	POPULAR (1)	124.2	0.5
74	BRISAS AMPLIACION	MEDIO BAJO	409.1	0.75
75	BRISAS DEL VALLE	MEDIO BAJO	409.1	0.75
76	BRISAS PONIENTE	MEDIO BAJO	409.1	0.75
77	BUENOS AIRES	POPULAR (2)	219.1	
78	BUGAMBILIAS	RESIDENCIAL 1a.	1,050.00	1
79	BUITRES 1 SECTOR	POPULAR (1)	124.2	0.5
80	BUROCRATAS DEL ESTADO	MEDIO BAJO	409.1	0.7
81	BUROCRATAS MUNICIPALES	INTERES SOCIAL (2)	336	0.7
82	CAMPO VERDE	POPULAR (1)	124.2	

83	CAPELLANIA	RESIDENCIAL 1a.	1,050.00	0.95
84	CARMEN CABELLO	POPULAR (2)	219.1	
85	CD LAS TORRES	MEDIO BAJO	409.1	0.6
86	CD. MIRASIERRA 1 ETAPA	INTERES SOCIAL (2)	336	0.6
87	CD. MIRASIERRA 2 ETAPA	INTERES SOCIAL (2)	336	0.6
88	CECILIA OCELLI DE SALINAS	POPULAR (2)	219.1	0.6
89	CENTENARIO	POPULAR (2)	219.1	0.8
90	CERRADA DE GUADALUPE	MEDIO ALTO	584.3	
91	CERRO DEL PUEBLO	POPULAR (2)	219.1	0.6
92	CERRO DEL PUEBLO AMPL	POPULAR (2)	219.1	0.6
93	CHAMIZAL	POPULAR (2)	219.1	0.5
94	CHAPULTEPEC	INTERES SOCIAL (2)	336	0.7
95	CIMA DE VIRREYES	POPULAR (2)	219.1	0.7
96	CIPRESES	INTERES SOCIAL (2)	336	
97	CIUDAD LAS TORRES 2 SECTOR	MEDIO BAJO	409.1	0.6
98	COLIBRI	MEDIO BAJO	409.1	
99	COLINAS DE SAN FRANCISCO	INTERES SOCIAL (2)	336	
100	COLINAS DE SAN LORENZO	INTERES SOCIAL (2)	336	0.5
101	COLINAS DEL SUR	INTERES SOCIAL (1)	292.2	0.5
102	CONDESA	POPULAR (2)	219.1	
103	CONDOM. VILLANUEVA	MEDIO BAJO	409.1	
104	CONEJO IXTLERO	POPULAR (1)	124.2	0.5
105	CONGR. SAN J DE LOS CERRITOS PRIV DE OTE	INTERES SOCIAL (2)	336	0.35
106	CONQUISTADORES	INTERES SOCIAL (2)	336	0.65
107	COUNTRY CLUB	RESIDENCIAL 1a.	1,050.00	0.9
108	CRUZ DEL AIRE	MEDIO MEDIO	482.1	0.8
109	CUMBRES	RESIDENCIAL 1a.	1,050.00	0.85
110	DEIMOS	INTERES SOCIAL (1)	292.2	
111	DEIMOS II	INTERES SOCIAL (1)	292.2	
112	DEL I S S T E	MEDIO MEDIO	482.1	0.85
113	DEL MAGISTERIO	MEDIO MEDIO	482.1	1
114	DEL MAGISTERIO (UNIDAD HABITACIONAL)	MEDIO MEDIO	482.1	1
115	DEL VALLE	MEDIO MEDIO	482.1	1
116	DEL VALLE AMPLIACION	MEDIO BAJO	409.1	0.3
117	DIANA LAURA RIOJAS DE COLOSIO	POPULAR (1)	124.2	0.25
118	DOCTORES III	RESIDENCIAL 1a.	1,050.00	1
119	EJERCITO CONSTITUCIONALISTA	POPULAR (2)	219.1	0.5
120	EJIDAL	POPULAR (1)	124.2	0.35
121	EL ALAMO	POPULAR (2)	219.1	0.35
122	EL ALAMO	INTERES SOCIAL (1)	292.2	0.35
123	EL ALAMO AMPL Y/O EL ALAMO II	POPULAR (1)	124.2	0.75
124	EL BALUARTE	MEDIO MEDIO	482.1	0.8

125	EL BOSQUE	POPULAR (2)	219.1	0.5
126	EL CAMPANARIO	MEDIO MEDIO	482.1	0.9
127	EL CAMPANARIO AMPL	MEDIO MEDIO	482.1	0.9
128	EL CERRITO	POPULAR (1)	124.2	
129	EL EJIDO	POPULAR (1)	124.2	
130	EL INDIO	POPULAR (2)	219.1	
131	EL MONTE DE EL SINAI	POPULAR (1)	124.2	
132	EL NOGALAR	POPULAR (1)	124.2	0.65
133	EL OASIS	MEDIO BAJO	409.1	
134	EL OLMO	MEDIO MEDIO	482.1	0.85
135	EL PARAISO	POPULAR (1)	124.2	0.75
136	EL PEDREGAL	INTERES SOCIAL (2)	336	0.8
137	EL PROGRESO	POPULAR (1)	124.2	0.65
138	EL RODEO	MEDIO BAJO	409.1	
139	EL ROSARIO	MEDIO BAJO	409.1	0.85
140	EL SALVADOR	POPULAR (1)	124.2	
141	EL SAUZ	MEDIO BAJO	409.1	0.6
142	EL SAUZ AMPL	MEDIO BAJO	409.1	0.5
143	EL TANQUESITO	POPULAR (1)	124.2	0.5
144	EL TAPANCO	MEDIO MEDIO	482.1	
145	EL TOREO	INTERES SOCIAL (2)	336	0.5
146	EMILIANO ZAPATA	POPULAR (1)	124.2	0.5
147	EMILIO CARRANZA	MEDIO MEDIO	482.1	0.6
148	EULALIO GUTIERREZ	POPULAR (2)	219.1	0.5
149	EULALIO GUTIERREZ	POPULAR (1)	124.2	0.7
150	EUROPA	MEDIO BAJO	409.1	0.7
151	EVARISTO PEREZ ARREOLA	POPULAR (1)	124.2	0.75
152	FEDERICO BERRUETO RAMON INFONAVIT	INTERES SOCIAL (2)	336	0.4
153	FEDERICO BERRUETO RAMON POPULAR	POPULAR (2)	219.1	0.4
154	FERROCARRILEROS	POPULAR (1)	124.2	0.6
155	FLORA ORTEGA	POPULAR (1)	124.2	
156	FRANCISCO I MADERO	MEDIO BAJO	409.1	0.6
157	FRANCISCO I MADERO (UNIDAD HABITACIONAL)	POPULAR (2)	219.1	0.6
158	FRANCISCO I MADERO POPULAR	POPULAR (1)	124.2	0.6
159	FRANCISCO MURGUIA (FF.CC.)	POPULAR (1)	124.2	0.5
160	FRANCISCO VILLA	POPULAR (2)	219.1	0.25
161	FRANJA VISTA HERMOSA	POPULAR (2)	219.1	0.3
162	FROYLAN MIER NARRO	MEDIO BAJO	409.1	
163	FUNDADORES 4	INTERES SOCIAL (1)	292.2	0.5
164	FUNDADORES 5	INTERES SOCIAL (1)	292.2	0.5
165	FUNDADORES DE LA LIBERTAD	POPULAR (1)	124.2	0.5
166	FUNDADORES I SECTOR	MEDIO BAJO	409.1	0.5

167	FUNDADORES II SECTOR	INTERES SOCIAL (1)	292.2	0.5
168	FUNDADORES III SECTOR	INTERES SOCIAL (1)	292.2	0.5
169	FUNDADORES IV	INTERES SOCIAL (1)	292.2	0.5
170	GENARO VAZQUEZ	POPULAR (1)	124.2	
171	GIRASOL	POPULAR (2)	219.1	
172	GIRASOL AMPLIACION	POPULAR (2)	219.1	
173	GONZALEZ	POPULAR (2)	219.1	0.75
174	GONZALEZ AMPL	POPULAR (2)	219.1	0.75
175	GONZALEZ NORTE	POPULAR (2)	219.1	
176	GUADALUPE VICTORIA	POPULAR (1)	124.2	
177	GUANAJUATO	MEDIO ALTO	584.3	0.85
178	GUANAJUATO ORIENTE	MEDIO ALTO	584.3	0.85
179	GUAYULERA	POPULAR (2)	219.1	0.6
180	GUAYULERA TIERRA Y ESPERANZA	POPULAR (2)	219.1	0.6
181	GUSTAVO DIAZ ORDAZ	INTERES SOCIAL (2)	336	0.8
182	GUSTAVO ESPINOZA MIRELES	POPULAR (2)	219.1	0.6
183	HACIENDA EL CORTIJO	INTERES SOCIAL (2)	336	0.85
184	HACIENDA EL REFUGIO	MEDIO ALTO	584.3	0.7
185	HACIENDA LA MAGUEYADA	INTERES SOCIAL (2)	336	0.7
186	HACIENDA LAS CAMPANAS	MEDIO ALTO	584.3	
187	HACIENDA LAS ISABELES	INTERES SOCIAL (2)	336	
188	HACIENDA SAN CARLOS	MEDIO BAJO	409.1	0.6
189	HACIENDA SAN PABLO	MEDIO BAJO	409.1	
190	HACIENDA SAN RAFAEL	MEDIO ALTO	584.3	
191	HEROES DE CHAPULTEPEC	POPULAR (2)	219.1	
192	HUERTA DE LOS REYES	POPULAR (2)	219.1	
193	HUERTA LOS PILARES	MEDIO ALTO	584.3	0.75
194	HUERTAS DE SAN LORENZO	INTERES SOCIAL (2)	336	1
195	HUERTAS DE VENANCIO	POPULAR (2)	219.1	
196	IGNACIO ALLENDE	POPULAR (1)	124.2	
197	IGNACIO ALLENDE AMPLACION	POPULAR (1)	124.2	
198	IGNACIO ZARAGOZA 1	INTERES SOCIAL (1)	292.2	0.6
199	IGNACIO ZARAGOZA 2	INTERES SOCIAL (1)	292.2	0.6
200	IGNACIO ZARAGOZA 3	INTERES SOCIAL (1)	292.2	0.6
201	IGNACIO ZARAGOZA 4	INTERES SOCIAL (1)	292.2	0.6
202	IGNACIO ZARAGOZA POPULAR	POPULAR (2)	219.1	0.6
203	INDEPENDENCIA	POPULAR (1)	124.2	0.7
204	INSURGENTES	MEDIO ALTO	584.3	0.5
205	INTRODUCTORES DE GANADO	POPULAR (1)	124.2	0.6
206	ISABEL AMALIA DE FLORES TAPIA	POPULAR (2)	219.1	0.5
207	JACARANDAS JARDIN	MEDIO ALTO	584.3	0.6
208	JARDIN	RESIDENCIAL 1a.	1,050.00	0.8
209	JARDIN ORIENTE	MEDIO MEDIO	482.1	

210	JARDINES COLONIALES	MEDIO MEDIO	482.1	0.75
211	JARDINES DE LA FLORIDA	MEDIO MEDIO	482.1	0..6
212	JARDINES DE LOS BOSQUES	INTERES SOCIAL (2)	336	0.6
213	JARDINES DE VALLE	RESIDENCIAL 1a.	1,050.00	1
214	JARDINES DE VERSALLES	RESIDENCIAL LUJO	1,400.00	0.7
215	JARDINES DE VERSALLES AMPL	RESIDENCIAL LUJO	1,400.00	0.7
216	JARDINES DEL CAMPESTRE	MEDIO BAJO	409.1	0.95
217	JARDINES DEL LAGO	MEDIO ALTO	584.3	1
218	JAUBERT	POPULAR (1)	124.2	
219	JESUS CABELLO	POPULAR (1)	124.2	
220	JESUS CORONA	POPULAR (1)	124.2	
221	JOSEFA ORTIZ DE DOMINGUEZ	POPULAR (1)	124.2	0.3
222	JOYAS DEL BOULEVARD	INTERES SOCIAL (1)	292.2	
223	JULIETA PEREZ	POPULAR (1)	124.2	
224	KIOSCO	RESIDENCIAL 1a.	1,050.00	0.75
225	KIOSCO I	RESIDENCIAL 1a.	1,050.00	0.75
226	KIOSCO II	RESIDENCIAL 1a.	1,050.00	0.75
227	KIOSCO III	RESIDENCIAL 1a.	1,050.00	0.75
228	LA AMISTAD	INTERES SOCIAL (1)	292.2	
229	LA AURORA	ZONA TIPICA	262.8	0.7
230	LA AURORA (CABALLERIA LOS DAVILA)	MEDIO ALTO	584.3	0.7
231	LA AURORA (ERIAZO)	MEDIO ALTO	584.3	0.7
232	LA CANDELARIA	POPULAR (1)	124.2	
233	LA CENTRAL	INTERES SOCIAL (2)	336	
234	LA CIENEGUITA	POPULAR (1)	124.2	
235	LA CIUDADELA	POPULAR (1)	124.2	0.6
236	LA ESMERALDA	POPULAR (1)	124.2	
237	LA ESPERANZA	POPULAR (1)	124.2	
238	LA ESTRELLA	INTERES SOCIAL (2)	336	0.5
239	LA FLORENCIA	POPULAR (1)	124.2	0.7
240	LA FLORIDA	MEDIO MEDIO	482.1	0.75
241	LA FRAGUA	MEDIO MEDIO	482.1	0.75
242	LA FUENTE	MEDIO BAJO	409.1	0.85
243	LA FUENTE 2 ETAPA	MEDIO BAJO	409.1	0.85
244	LA FUENTE AMPL	MEDIO BAJO	409.1	0.85
245	LA HACIENDA	MEDIO MEDIO	482.1	0.8
246	LA HERRADURA	INTERES SOCIAL (2)	336	0.6
247	LA HERRADURA	POPULAR (2)	219.1	0.6
248	LA HERRADURA 3	INTERES SOCIAL (2)	336	0.6
249	LA HERRADURA AMPLIACION	INTERES SOCIAL (2)	336	0.6
250	LA HIBERNIA	POPULAR (2)	219.1	0.8
251	LA JOYITA	POPULAR (1)	124.2	
252	LA LIBERTAD	POPULAR (2)	219.1	0.75

253	LA LIBERTAD	INTERES SOCIAL (2)	336	0.75
254	LA MADRID	MEDIO BAJO	409.1	0.6
255	LA MAGUELLADA	POPULAR (1)	124.2	0.85
256	LA MINITA	POPULAR (2)	219.1	0.25
257	LA MINITA AMPL	POPULAR (2)	219.1	0.25
258	LA MORITA	POPULAR (1)	124.2	
259	LA NOGALERA	POPULAR (1)	124.2	0.85
260	LA NORIA	MEDIO ALTO	584.3	0.8
261	LA PALMA	POPULAR (1)	124.2	0.75
262	LA PALMA AMPLIACION	POPULAR (1)	124.2	0.75
263	LA PALMILLA	POPULAR (1)	124.2	0.8
264	LA PALMILLA AMPLIACION	POPULAR (1)	124.2	0.8
265	LA PALMILLA II	POPULAR (1)	124.2	0.8
266	LA PENITA	POPULAR (1)	124.2	0.25
267	LA PURISIMA	POPULAR (2)	219.1	0.5
268	LA ROSA	MEDIO MEDIO	482.1	0.75
269	LA ROSALEDA	MEDIO MEDIO	482.1	
270	LA SALLE	RESIDENCIAL 1a.	1,050.00	0.75
271	LA TRINIDAD	MEDIO BAJO	409.1	
272	LA VEGA	POPULAR (1)	124.2	
273	LADRILLERAS	POPULAR (1)	124.2	0.25
274	LANDIN	POPULAR (2)	219.1	0.45
275	LANDIN AMPL	POPULAR (1)	124.2	0.25
276	LAS BRISAS	MEDIO BAJO	409.1	0.7
277	LAS BRISAS RESIDENCIAL	MEDIO BAJO	409.1	0.7
278	LAS CABAÑAS	RESIDENCIAL 1a.	1,050.00	0.95
279	LAS COQUETAS	POPULAR (1)	124.2	0.6
280	LAS CUMBRES	POPULAR (2)	219.1	0.75
281	LAS FLORES	MEDIO BAJO	409.1	0.7
282	LAS FLORES II	MEDIO BAJO	409.1	0.7
283	LAS HACIENDAS	INTERES SOCIAL (2)	336	0.75
284	LAS HUERTAS	MEDIO ALTO	584.3	1
285	LAS MAGNOLIAS	MEDIO ALTO	584.3	1
286	LAS MARAVILLAS	POPULAR (1)	124.2	1
287	LAS MARAVILLAS	INTERES SOCIAL (1)	292.2	0.5
288	LAS MARGARITAS	MEDIO BAJO	409.1	0.9
289	LAS MARGARITAS	POPULAR (2)	219.1	0.9
290	LAS MARGARITAS	POPULAR (1)	124.2	1
291	LAS MISIONES	RESIDENCIAL 1a.	1,050.00	0.9
292	LAS MISIONES RESIDENCIAL	MEDIO ALTO	584.3	1
293	LAS MITRAS	POPULAR (1)	124.2	1
294	LAS PRADERAS	MEDIO MEDIO	482.1	0.7
295	LAS QUINTAS	MEDIO MEDIO	482.1	0.7

296	LAS ROSAS	POPULAR (1)	124.2	0.5
297	LAS TERESITAS	INTERES SOCIAL (2)	336	0.75
298	LAS TETILLAS	POPULAR (1)	124.2	0.85
299	LAS TORRES	MEDIO BAJO	409.1	0.6
300	LATINOAMERICANA	RESIDENCIAL 1a.	1,050.00	0.85
301	LATINOAMERICANA AMPL	RESIDENCIAL 1a.	1,050.00	0.85
302	LATINOAMERICANA NTE	RESIDENCIAL 1a.	1,050.00	0.85
303	LAZARO CARDENAS	POPULAR (2)	219.1	0.5
304	LEANDRO VALLE	POPULAR (1)	124.2	0.6
305	LIBERTAD DEL PUENTE	POPULAR (1)	124.2	
306	LOMA ALTA	POPULAR (1)	124.2	0.6
307	LOMA BLANCA	MEDIO MEDIO	482.1	0.9
308	LOMA BONITA	POPULAR (1)	124.2	0.9
309	LOMA BONITA II	POPULAR (1)	124.2	0.9
310	LOMA LINDA	INTERES SOCIAL (2)	336	0.6
311	LOMAS DE CHAPULTEPEC	POPULAR (2)	219.1	1
312	LOMAS DE GUADALUPE	INTERES SOCIAL (2)	336	
313	LOMAS DE LOURDES	POPULAR (2)	219.1	0.85
314	LOMAS DE LOURDES PENSIONES	INTERES SOCIAL (2)	336	0.85
315	LOMAS DE SAN JAVIER	INTERES SOCIAL (2)	336	
316	LOMAS DE SANTA CRUZ	POPULAR (1)	124.2	
317	LOMAS DE ZAPALINAME	POPULAR (1)	124.2	0.6
318	LOMAS DEL BOSQUE	POPULAR (2)	219.1	
319	LOMAS DEL PEDREGAL	POPULAR (1)	124.2	0.7
320	LOMAS DEL REFUGIO	INTERES SOCIAL (2)	336	0.25
321	LOMAS VERDES	INTERES SOCIAL (2)	336	0.3
322	LOMAS VERDES II	INTERES SOCIAL (1)	292.2	0.3
323	LOS ADOBES	MEDIO ALTO	584.3	1
324	LOS AGAVES	MEDIO BAJO	409.1	
325	LOS ALAMOS	MEDIO ALTO	584.3	0.8
326	LOS ANGELES	MEDIO MEDIO	482.1	0.73
327	LOS ARCOS	MEDIO BAJO	409.1	0.75
328	LOS BALCONES	POPULAR (1)	124.2	0.65
329	LOS BUITRES	POPULAR (1)	124.2	0.65
330	LOS CERRITOS	POPULAR (2)	219.1	0.65
331	LOS CUERNITOS	POPULAR (1)	124.2	0.8
332	LOS DOCTORES	RESIDENCIAL 1a.	1,050.00	0.8
333	LOS DOCTORES AMPLIACION	MEDIO ALTO	584.3	1
334	LOS FRESNOS	POPULAR (1)	124.2	0.25
335	LOS FRESNOS AMPL	POPULAR (1)	124.2	0.75
336	LOS GERANIOS	MEDIO MEDIO	482.1	0.65
337	LOS LAGOS CONTINENTAL	RESIDENCIAL 1a.	1,050.00	
338	LOS LAGOS RESIDENCIAL	RESIDENCIAL 1a.	1,050.00	1

339	LOS LIRIOS	INTERES SOCIAL (2)	336	
340	LOS MAESTROS	MEDIO ALTO	584.3	0.5
341	LOS MAESTROS AMPLIACION	MEDIO ALTO	584.3	0.5
342	LOS MANANTIALES	POPULAR (1)	124.2	1
343	LOS MOLINOS	RESIDENCIAL LUJO	1,400.00	0.8
344	LOS NOGALES	INTERES SOCIAL (2)	336	0.8
345	LOS NOGALES II	INTERES SOCIAL (2)	336	0.8
346	LOS NOGALES III	INTERES SOCIAL (2)	336	0.8
347	LOS PADRES SANTOS	ZONA TIPICA	262.8	0.25
348	LOS PARQUES	MEDIO ALTO	584.3	
349	LOS PINOS	POPULAR (1)	124.2	0.8
350	LOS PORTALES	MEDIO MEDIO	482.1	0.8
351	LOS RAMONES	ZONA TIPICA	262.8	
352	LOS REALES	RESIDENCIAL 1a.	1,050.00	0.8
353	LOS RODRIGUEZ	ZONA TIPICA	262.8	1
354	LOS ROSARIOS	POPULAR (1)	124.2	
355	LOS VALDES	ZONA TIPICA	262.8	0.85
356	LOURDES	POPULAR (2)	219.1	0.7
357	LUCIO BLANCO	POPULAR (2)	219.1	0.7
358	LUCIO BLANCO AMPL	POPULAR (1)	124.2	0.7
359	LUIS DONALDO COLOSIO	INTERES SOCIAL (1)	292.2	0.7
360	MAGISTERIO AMPLIACION	MEDIO MEDIO	482.1	0.7
361	MARIA DE LEON	POPULAR (1)	124.2	1
362	MARIA DEL CARMEN CAVAZOS	POPULAR (1)	124.2	0.3
363	MARIA LUISA	POPULAR (1)	124.2	
364	MERCADO DE ABASTOS	MEDIO BAJO	409.1	0.75
365	MESA DE ARIZPE	POPULAR (1)	124.2	0.75
366	MEZITA DE ARIZPE 2	POPULAR (2)	219.1	0.75
367	MIGUEL HIDALGO	POPULAR (2)	219.1	0.6
368	MIGUEL HIDALGO AMPLIACION	POPULAR (2)	219.1	0.6
369	MIRADOR	POPULAR (2)	219.1	0.5
370	MIRASIERRA III	INTERES SOCIAL (2)	336	0.6
371	MIRAVALLE	MEDIO ALTO	584.3	1
372	MIRAVALLE AMPLIACION	MEDIO ALTO	584.3	0.75
373	MISION CERRITOS	INTERES SOCIAL (2)	336	0.5
374	MONOBLANCO	INTERES SOCIAL (2)	336	1
375	MORELOS	INTERES SOCIAL (2)	336	0.6
376	MORELOS AMPLIACION	INTERES SOCIAL (2)	336	0.6
377	MORELOS V SECTOR	INTERES SOCIAL (2)	336	0.6
378	NAZARIO ORTIZ GARZA	POPULAR (2)	219.1	0.6
379	NIÑOS HEROES	POPULAR (1)	124.2	0.5
380	NOGALAR DEL CAMPESTRE	RESIDENCIAL LUJO	1,400.00	0.95
381	NUESTRA SENORA DE FATIMA	MEDIO ALTO	584.3	0.6

382	NUEVA AURORA	POPULAR (1)	124.2	0.6
383	NUEVA ESPAÑA	MEDIO MEDIO	482.1	0.8
384	NUEVA IMAGEN	POPULAR (1)	124.2	0.6
385	NUEVA JERUSALEN	POPULAR (1)	124.2	0.25
386	NUEVA LIBERTAD	POPULAR (1)	124.2	0.9
387	NUEVA REFORMA	POPULAR (2)	219.1	
388	NUEVA TLAXCALA	POPULAR (2)	219.1	
389	NUEVA TLAXCALA SECTOR PTE	POPULAR (2)	219.1	
390	NUEVA VIDA	POPULAR (1)	124.2	
391	NUEVO AMANECER	POPULAR (1)	124.2	0.75
392	NUEVO MEXICO	POPULAR (2)	219.1	0.6
393	NUEVO MIRASIERRA	INTERES SOCIAL (2)	336	0.6
394	NUEVO MIRASIERRA 2 ETAPA	INTERES SOCIAL (2)	336	0.6
395	NUEVO MIRASIERRA 3 ETAPA	INTERES SOCIAL (2)	336	0.6
396	NUEVO PROGRESO	POPULAR (1)	124.2	0.6
397	NUEVO SALTILLO	POPULAR (1)	124.2	0.6
398	NUEVO TERESITAS	INTERES SOCIAL (2)	336	0.7
399	OASIS	MEDIO ALTO	584.3	
400	OBRERA	POPULAR (1)	124.2	
401	OBRERA AMPL	POPULAR (1)	124.2	
402	OCEANIA	MEDIO BAJO	409.1	0.7
403	OCEANIA BOULEVARES	INTERES SOCIAL (2)	336	0.7
404	OJO DE AGUA	POPULAR (2)	219.1	1
405	OMEGA	POPULAR (2)	219.1	0.75
406	OSCAR FLORES TAPIA	POPULAR (2)	219.1	0.5
407	OSCAR FLORES TAPIA AMPLIACION	POPULAR (2)	219.1	0.5
408	PANTEONES	POPULAR (2)	219.1	1
409	PARAISO NORTE	POPULAR (1)	124.2	0.3
410	PARAJES DE LA SIERRA	INTERES SOCIAL (2)	336	0.6
411	PARAJES DEL ORIENTE	INTERES SOCIAL (2)	336	0.6
412	PARQUE INDUSTRIAL AMISTAD	INTERES SOCIAL (1)	292.2	0.6
413	PARQUE LAS MARAVILLAS	RESIDENCIAL 1a.	1,050.00	0.7
414	PARQUES DE LA CANADA	MEDIO ALTO	584.3	0.7
415	PATRIA LIBRE	POPULAR (1)	124.2	
416	PATRIA NUEVA	POPULAR (1)	124.2	
417	PATRIA NUEVA AMP.	POPULAR (1)	124.2	
418	PEDREGAL DE LOS SANTOS	POPULAR (1)	124.2	
419	PEDREGAL DE LOS SANTOS SUR	POPULAR (1)	124.2	
420	PERIODISTAS	MEDIO BAJO	409.1	0.7
421	PERIODISTAS AMPL	MEDIO BAJO	409.1	0.7
422	PLAZA	INTERES SOCIAL (1)	292.2	0.6
423	PLAZA SENDERO SALTILLO	RESIDENCIAL 1a.	1,050.00	0.9
424	PLAZA URDIÑOOLA	MEDIO MEDIO	482.1	0.9

425	PORTAL DE ARAGON	RESIDENCIAL 1a.	1,050.00	0.85
426	PORTAL DEL PEDREGAL	INTERES SOCIAL (2)	336	0.7
427	PORTAL DEL QUIJOTE	INTERES SOCIAL (2)	336	0.7
428	PORTAL DEL SUR	MEDIO BAJO	409.1	0.7
429	PORTALES	MEDIO MEDIO	482.1	0.6
430	POSTAL CERRITOS	POPULAR (2)	219.1	0.6
431	POSTAL CERRITOS 2	POPULAR (1)	124.2	0.6
432	PRADERAS AMPLIACION	MEDIO MEDIO	482.1	0.75
433	PRIV FRAY LANDIN (AMP STA MARIA)	INTERES SOCIAL (1)	292.2	0.85
434	PRIV SAN GABRIEL	RESIDENCIAL 1a.	1,050.00	1
435	PRIVADA DOLORES	INTERES SOCIAL (2)	336	
436	PRIVADA ESPAÑA	MEDIO MEDIO	482.1	0.70
437	PRIVADA FRANCISCO I MADERO	MEDIO BAJO	409.1	
438	PRIVADA JOSE ROVELO	INTERES SOCIAL (1)	292.2	
439	PRIVADA LA CAMPANA	INTERES SOCIAL (2)	336	
440	PRIVADA LA MISION	INTERES SOCIAL (2)	336	
441	PRIVADA LOS MAGUEYES	INTERES SOCIAL (1)	292.2	0.6
442	PRIVADA LOURDES	MEDIO BAJO	409.1	0.85
443	PRIVADA MATAMOROS	INTERES SOCIAL (2)	336	1
444	PRIVADA MIGUEL ARIZPE JIMENEZ	POPULAR (1)	124.2	1
445	PRIVADA MORELOS	INTERES SOCIAL (2)	336	1
446	PRIVADA OBREGON	INTERES SOCIAL (2)	336	1
447	PRIVADA PACHECO	POPULAR (1)	124.2	1
448	PRIVADA RINCON SANTA MARIA	RESIDENCIAL 1a.	1,050.00	1
449	PRIVADA SAN JAVIER	INTERES SOCIAL (2)	336	
450	PRIVADA SAN LUIS	MEDIO ALTO	584.3	
451	PRIVADA SANTA MARIA	MEDIO ALTO	584.3	1
452	PRIVADA TECNOLOGICO	POPULAR (1)	124.2	1
453	PRIVADAS DE ARAGON	RESIDENCIAL 1a.	1,050.00	0.8
454	PRIVADAS DE SANTIAGO	RESIDENCIAL 1a.	1,050.00	0.8
455	PRIVADAS LA TORRE	INTERES SOCIAL (2)	336	0.6
456	PRIVADAS LAS PLAZAS	INTERES SOCIAL (2)	336	0.6
457	PRIVADAS LUXEMBURGO	MEDIO MEDIO	482.1	0.85
458	PRIVADAS LUXEMBURGO AMPLIACION	MEDIO ALTO	584.3	0.85
459	PRIVADAS SANTIAGO	MEDIO ALTO	584.3	0.8
460	PRIVADAS SIERRAS DEL ORIENTE	POPULAR (2)	219.1	
461	PROGRESO AMPL	POPULAR (1)	124.2	
462	PROVIDENCIA 1	POPULAR (1)	124.2	
463	PROVIDENCIA 2	INTERES SOCIAL (2)	336	
464	PROVIVIENDA	MEDIO BAJO	409.1	1
465	PUEBLO AMIGO	POPULAR (1)	124.2	1
466	PUEBLO INSURGENTE	POPULAR (1)	124.2	0.5
467	PUERTA DE HIERRO	MEDIO ALTO	584.3	

468	PUERTA DEL ORIENTE	POPULAR (1)	124.2	0.5
469	PUERTA DEL ORIENTE II	POPULAR (1)	124.2	0.5
470	PUERTA DEL SOL	MEDIO MEDIO	482.1	1
471	PUERTO DE FLORES POPULAR	POPULAR (1)	124.2	0.2
472	PUERTO DE LA VIRGEN	POPULAR (1)	124.2	0.2
473	QUINTA ESMERALDA	INTERES SOCIAL (2)	336	
474	QUINTA REAL	RESIDENCIAL 1a.	1,050.00	0.9
475	QUINTA VALLE	INTERES SOCIAL (2)	336	1
476	RANCHO DE PEÑA	POPULAR (2)	219.1	0.8
477	RANCHO EL MORILLO	MEDIO MEDIO	482.1	1
478	RANCHO LAS VARAS	MEDIO MEDIO	482.1	0.7
479	REAL DE PENA	RESIDENCIAL 1a.	1,050.00	0.8
480	REAL DE VILLAS DE LA AURORA	MEDIO ALTO	584.3	1
481	REAL DEL SOL	INTERES SOCIAL (2)	336	0.7
482	RECREATIVO SECC 38	MEDIO MEDIO	482.1	0.65
483	REPUBLICA	RESIDENCIAL 1a.	1,050.00	0.85
484	REPUBLICA NORTE	RESIDENCIAL 1a.	1,050.00	0.85
485	REPUBLICA ORIENTE	RESIDENCIAL 1a.	1,050.00	0.85
486	REPUBLICA PONIENTE	MEDIO ALTO	584.3	0.85
487	RESIDENCIAL LOS BOSQUES	RESIDENCIAL LUJO	1,400.00	1
488	RESIDENCIAL LOS CEDROS	RESIDENCIAL LUJO	1,400.00	0.85
489	RESIDENCIAL LOS OLIVOS	MEDIO MEDIO	482.1	1
490	RESIDENCIAL LOS PINOS	RESIDENCIAL 1a.	1,050.00	1
491	RESIDENCIAL SAN ALBERTO	RESIDENCIAL LUJO	1,400.00	0.9
492	RESIDENCIAL SAN ISIDRO	RESIDENCIAL 1a.	1,050.00	1
493	RESIDENCIAL SAN LORENZO	MEDIO ALTO	584.3	1
494	RESIDENCIAL VILLA BONITA	INTERES SOCIAL (2)	336	0.75
495	RESIDENCIAL VILLA COLONIAL	INTERES SOCIAL (2)	336	0.6
496	RESIDENCIAL VILLA VERGEL	MEDIO BAJO	409.1	0.75
497	RICARDO FLORES MAGON	POPULAR (1)	124.2	0.7
498	RINCON DE ASTURIAS	INTERES SOCIAL (2)	336	
499	RINCON DE GUADALUPE	POPULAR (1)	124.2	1
500	RINCON DE LA FLORIDA	MEDIO MEDIO	482.1	0.6
501	RINCON DE LA VIRGEN	POPULAR (2)	219.1	
502	RINCON DE SAN VICENTE	MEDIO BAJO	409.1	
503	RINCON DE SAYAVEDRA	RESIDENCIAL 1a.	1,050.00	
504	RINCONADA DE LA HIBERNIA	MEDIO ALTO	584.3	0.9
505	RINCONADA SANTA LUCIA	RESIDENCIAL 1a.	1,050.00	0.6
506	RINCONES DE LA AURORA	INTERES SOCIAL (1)	292.2	0.6
507	RIO BRAVO	MEDIO MEDIO	482.1	0.7
508	RIO VERDE	POPULAR (1)	124.2	
509	ROMA	INTERES SOCIAL (2)	336	0.7
510	ROMA POPULAR	POPULAR (2)	219.1	0.7

511	ROSA MARIA GUTIERREZ (EL RANCHITO)	POPULAR (1)	124.2	1
512	ROSALES DE LA AURORA	POPULAR (1)	124.2	0.5
513	RUBEN JARAMILLO	POPULAR (1)	124.2	
514	RUIZ CORTINEZ	POPULAR (2)	219.1	
515	SALTILLO 2000	INTERES SOCIAL (2)	336	0.6
516	SALTILLO 2000 1º SECTOR	INTERES SOCIAL (2)	336	0.6
517	SALTILLO 2000 3a. AMPL.	INTERES SOCIAL (2)	336	0.6
518	SALTILLO 2000 4o. AMP.	INTERES SOCIAL (2)	336	0.6
519	SALTILLO 2000 5 AMP	INTERES SOCIAL (2)	336	0.6
520	SALTILLO 2000 7a AMPL	INTERES SOCIAL (2)	336	0.6
521	SALTILLO 2000 SEXTA AMP	INTERES SOCIAL (2)	336	0.6
522	SALTILLO 400	MEDIO MEDIO	482.1	0.7
523	SALTILLO COLONIAL	MEDIO ALTO	584.3	1
524	SAN ANGEL	POPULAR (1)	124.2	1
525	SAN ESTEBAN	MEDIO BAJO	409.1	1
526	SAN FRANCISCO	POPULAR (2)	219.1	1
527	SAN ISIDRO POPULAR	POPULAR (1)	124.2	1
528	SAN JERONIMO	RESIDENCIAL 1a.	1,050.00	0.85
529	SAN JOSE	POPULAR (1)	124.2	1
530	SAN JOSE DE FLORES	INTERES SOCIAL (2)	336	1
531	SAN JOSE DE LOS ALTOS	POPULAR (1)	124.2	0.6
532	SAN JOSE DE LOS CERRITOS	POPULAR (2)	219.1	0.6
533	SAN JOSE DE LOS CERRITOS	POPULAR (1)	124.2	0.6
534	SAN JOSE ORIENTE	INTERES SOCIAL (1)	292.2	0.6
535	SAN JOSE RESIDENCIAL	RESIDENCIAL LUJO	1,400.00	0.9
536	SAN JUAN BAUTISTA	POPULAR (1)	124.2	0.9
537	SAN JUANITA	POPULAR (1)	124.2	0.3
538	SAN LORENZO ORIENTE	MEDIO MEDIO	482.1	1
539	SAN LUIS	POPULAR (2)	219.1	0.5
540	SAN LUIS	MEDIO ALTO	584.3	0.5
541	SAN MIGUEL	POPULAR (1)	124.2	1
542	SAN NICOLAS DE LOS BERROS	POPULAR (1)	124.2	0.3
543	SAN PATRICIO	RESIDENCIAL 1a.	1,050.00	0.75
544	SAN PATRICIO 5º SECTOR	RESIDENCIAL 1a.	1,050.00	0.75
545	SAN PEDRO DE LOS PINOS	POPULAR (1)	124.2	0.7
546	SAN RAMON	MEDIO BAJO	409.1	1
547	SAN RAMON AMPLIACION	MEDIO BAJO	409.1	1
548	SAN VICENTE	POPULAR (2)	219.1	0.6
549	SANTA ANITA	MEDIO MEDIO	482.1	0.75
550	SANTA BARBARA	INTERES SOCIAL (2)	336	0.6
551	SANTA CRISTINA	INTERES SOCIAL (2)	336	
552	SANTA ELENA	INTERES SOCIAL (2)	336	0.85
553	SANTA FE	INTERES SOCIAL (2)	336	0.85

554	SANTA LUCIA	INTERES SOCIAL (2)	336	
555	SANTA MARIA	POPULAR (1)	124.2	1
556	SANTA MARIA AMPL	POPULAR (1)	124.2	
557	SANTA ROSA	RESIDENCIAL 1a.	1,050.00	1
558	SANTA TERESA	POPULAR (1)	124.2	
559	SANTIAGO	RESIDENCIAL 1a.	1,050.00	1
560	SATELITE NORTE	INTERES SOCIAL (2)	336	0.7
561	SATELITE SUR	INTERES SOCIAL (2)	336	0.7
562	SEGOVIA GIL	POPULAR (2)	219.1	
563	SIERRA DEL SUR	POPULAR (2)	219.1	
564	SIERRAS DEL PONIENTE	INTERES SOCIAL (2)	336	0.85
565	SIMON BOLIVAR	MEDIO BAJO	409.1	
566	SOLIDARIDAD	POPULAR (1)	124.2	0.6
567	TIERRA DIGNA	POPULAR (1)	124.2	0.75
568	TIERRA Y LIBERTAD	POPULAR (1)	124.2	0.5
569	TOPO CHICO	POPULAR (1)	124.2	0.75
570	TORRECILLAS	POPULAR (1)	124.2	0.9
571	TORRECILLAS Y RAMONES	ZONA TIPICA	262.8	0.9
572	TULIPANES	MEDIO ALTO	584.3	0.85
573	TULIPANES IV ETAPA	MEDIO ALTO	584.3	0.85
574	TULIPANES PRIVADAS	MEDIO ALTO	584.3	0.85
575	UNIDAD HABIT. HUMBERTO DAVILA ESQUIVEL	MEDIO MEDIO	482.1	0.5
576	UNIDAD MODELO	INTERES SOCIAL (2)	336	
577	UNIVERSIDAD	RESIDENCIAL 1a.	1,050.00	1
578	UNIVERSIDAD LA SALLE	INTERES SOCIAL (2)	336	1
579	UNIVERSIDAD PUEBLO	POPULAR (2)	219.1	0.5
580	UNIVERSO	POPULAR (2)	219.1	0.3
581	URDIÑOOLA	MEDIO MEDIO	482.1	0.7
582	VALLE ALTO	INTERES SOCIAL (2)	336	1
583	VALLE AZTECA	INTERES SOCIAL (1)	292.2	1
584	VALLE DE LAS AVES	POPULAR (1)	124.2	0.35
585	VALLE DE LAS FLORES	INTERES SOCIAL (2)	336	0.5
586	VALLE DE LAS FLORES POPULAR	POPULAR (2)	219.1	0.5
587	VALLE DE LAS FLORES POPULAR AMPLIACION	POPULAR (2)	219.1	0.5
588	VALLE DE LAS PALMAS	POPULAR (1)	124.2	
589	VALLE DE LAS PALMAS AMPL	POPULAR (1)	124.2	
590	VALLE DE LAS TORRES	INTERES SOCIAL (1)	292.2	0.6
591	VALLE DE LAS TORRES II	INTERES SOCIAL (1)	292.2	0.6
592	VALLE DE LOS VIRREYES	INTERES SOCIAL (2)	336	0.6
593	VALLE DE LOURDES	POPULAR (2)	219.1	1
594	VALLE DE MORELOS	INTERES SOCIAL (2)	336	1
595	VALLE DE SAN ANTONIO	POPULAR (2)	219.1	1

596	VALLE DE SAN LORENZO	POPULAR (2)	219.1	1
597	VALLE DE SAN RAMON	INTERES SOCIAL (2)	336	0.85
598	VALLE DE SANTA ELENA	INTERES SOCIAL (2)	336	0.85
599	VALLE DORADO	INTERES SOCIAL (2)	336	0.85
600	VALLE ESCONDIDO	POPULAR (1)	124.2	0.6
601	VALLE ESCONDIDO SUR	POPULAR (1)	124.2	0.6
602	VALLE HERMOSO	MEDIO MEDIO	482.1	
603	VALLE LAS PALMAS	RESIDENCIAL 1a.	1,050.00	
604	VALLE REAL	RESIDENCIAL 1a.	1,050.00	0.8
605	VALLE REAL 2º SECTOR	RESIDENCIAL 1a.	1,050.00	0.8
606	VALLE SAN AGUSTIN	RESIDENCIAL 1a.	1,050.00	1
607	VALLE SATELITE	MEDIO BAJO	409.1	0.5
608	VALLE UNIVERSIDAD	MEDIO BAJO	409.1	1
609	VALLE VERDE	POPULAR (2)	219.1	0.6
610	VALLE VERDE 2 SECTOR	POPULAR (2)	219.1	0.6
611	VENUSTIANO CARRANZA	POPULAR (1)	124.2	0.35
612	VICENTE GUERRERO	POPULAR (2)	219.1	0.5
613	VICENTE GUERRERO AMPL	POPULAR (2)	219.1	0.5
614	VICENTE GUERRERO SEC IV	POPULAR (2)	219.1	0.5
615	VILLA DE SANTIAGO	POPULAR (1)	124.2	1
616	VILLA FUNDADORES	MEDIO BAJO	409.1	1
617	VILLA HIBERNIA	MEDIO ALTO	584.3	0.8
618	VILLA MORELOS	INTERES SOCIAL (2)	336	0.5
619	VILLA OLIMPICA	MEDIO BAJO	409.1	0.8
620	VILLA OLIMPICA AMP	RESIDENCIAL 1a.	1,050.00	0.8
621	VILLA OLIMPICA ORIENTE	RESIDENCIAL 1a.	1,050.00	0.8
622	VILLA SAN JUAN	RESIDENCIAL LUJO	1,400.00	1
623	VILLA UNIVERSIDAD	INTERES SOCIAL (1)	292.2	1
624	VILLAS DE ARANJUEZ	RESIDENCIAL 1a.	1,050.00	0.9
625	VILLAS DE GUADALUPE	MEDIO ALTO	584.3	1
626	VILLAS DE LA ANGOSTURA	INTERES SOCIAL (2)	336	1
627	VILLAS DE LA AURORA	MEDIO BAJO	409.1	1
628	VILLAS DE SAN CARLOS	RESIDENCIAL LUJO	1,400.00	1
629	VILLAS DE SAN ISIDRO	RESIDENCIAL 1a.	1,050.00	1
630	VILLAS DE SAN LORENZO	INTERES SOCIAL (2)	336	1
631	VILLAS DE SAN LORENZO AMPLIACION	INTERES SOCIAL (2)	336	1
632	VILLAS DE SAN MIGUEL	RESIDENCIAL LUJO	1,400.00	0.8
633	VILLAS DE SAN SEBASTIAN	MEDIO ALTO	584.3	1
634	VILLAS DEL CAMINO REAL	MEDIO BAJO	409.1	0.6
635	VILLAS DEL RANCHITO	RESIDENCIAL LUJO	1,400.00	0.95
636	VILLAS SAN PATRICIO	RESIDENCIAL 1a.	1,050.00	0.8
637	VILLAS TOSCANA	RESIDENCIAL LUJO	1,400.00	1
638	VIRAMONTES	MEDIO MEDIO	482.1	

639	VIRREYES COLONIALES	MEDIO MEDIO	482.1	0.7
640	VIRREYES OBRERA	MEDIO BAJO	409.1	0.7
641	VIRREYES PENSIONES	MEDIO MEDIO	482.1	0.7
642	VIRREYES POPULAR	MEDIO BAJO	409.1	0.7
643	VIRREYES RESIDENCIAL	MEDIO ALTO	584.3	0.75
644	VISTAHERMOSA	POPULAR (2)	219.1	0.6
645	VISTAHERMOSA AMPLIACION	POPULAR (2)	219.1	0.6
646	ZAMORA	POPULAR (2)	219.1	
647	ZAPALINAME	INTERES SOCIAL (2)	336	0.6
648	Angostura	SEMIURBANO	336	0.5
	Centro de Saltillo	Urbano	1,300	1

Tabla Número 55. Gestión Integral de la Eficiencia del agua IEGA Ramos Arizpe

No.	COLONIAS O FRACCIONAMIENTOS	IEGA	No.	COLONIAS O FRACCIONAMIENTOS	IEGA
1	REVOLUCIÓN MEXICANA	0.6	27	JARDIN	1
2	GUANAJUATO DE ARRIBA	0.75	28	FERMIN ESPINOSA ARMILLITA	0.35
3	GUANAJUATO DE ABAJO	0.75	29	NUEVO RAMOS ARIZPE	0.85
4	MANANTIALES DEL VALLE	0.75	30	FIDEL VELASQUEZ	0.35
5	RINCON BLANCA ESTHELA	0.5	31	TORREMOLINOS	0.85
6	BLANCA ESTHELA	0.35	32	ANALCO II	0.35
7	AMPLIACION BLANCA ESTHELA	0.35	33	ANALCO I	0.35
8	RESIDENCIAL LA NOGALERA	1	34	JARDINES DE ANALCO	0.35
9	VILLAS DEL NOGALAR	1	35	MIRADOR	0.25
10	FRANCISCO VILLA	0.55	36	CAÑADAS DEL MIRADOR	0.25
11	LA ESMERALDA	0.75	37	CACTUS	0.75
12	LA TENERIA	0.60	38	EL ESCORIAL I	0.40
13	ZONA CENTRO	0.85	39	EL ESCORIAL II	0.40
14	LAZARO CARDENAS	0.75	40	ARIZPE	0.85
15	EULALIO GUTIERREZ	0.75	41	VALLE ORIENTE	0.60
16	CAPELLANIA	1	42	EDGAR PUENTE	0.60
17	LA HACIENDA	0.85	43	PARAJES	0.75
18	LA HACIENDA I	0.85	44	VILLAS SOL	0.80
19	LA HACIENDA II	0.85	45	VILLAS DE ARIZPE	0.80
20	LA HACIENDA III	0.85	46	CACTUS	0.75
21	DEL VALLE I	0.75	47	JARDINES DE MANANTIALES	1.0
22	SANTOS SAUCEDO	0.50	48	SANTA FE	0.7
23	CORREDOR INDUSTRIAL	0.50	49	ESMERALDA	0.5
24	MOLINOS DEL REY	0.75	50	SANTA LUZ	0.65
25	SAN ANTONIO	0.75	51	EL ESCORIAL	0.5
26	ANACAHUITA	0.8	52	PLAN DE GUADALUPE	0.5
			53	LA PALMA	0.45

Tabla Número 56 Gestión Integral de la Eficiencia del agua IEGA Arteaga

No.	COLONIAS O FRACCIONAMIENTOS	TIPO DE TERRENO	VALOR UNITARIO \$ / M ²	IEGA
1	BELLA UNION	POPULAR (2)	150.00	0.75
2	ALTOS DE BELLA UNION	POPULAR (2)	150.00	0.75
3	VILLAS DE SAN ANTONIO	RESIDENCIAL	1000	0.9
4	10 DE ABRIL	POPULAR	219.1	0.5
5	CUMBRES DE LOMA AZUL	MEDIO MEDIO	482.1	0.9
6	AYUNTAMIENTO	MEDIO MEDIO	482.1	0.8
7	SAN FRANCISCO	MEDIO MEDIO	482.1	0.75
8	VILLA DE ARTEAGA	POPULAR (2)	219.1	0.6
9	AN ISIDRO	POPULAR (2)	219.1	0.6
10	MESA DE LAS CABRAS	RESIDENCIAL	1000	0.9
11	LAS GLORIAS	POPULAR (2)	219.1	0.25
12	ABRAHAM CEPEDA	RESIDENCIAL	1000	0.9
13	SANTA ELENA	INTERES SOCIAL (2)	336	0.5
14	AUTOPISTA	MEDIO MEDIO	482.1	0.72
15	ARTEAGA	INTERES SOCIAL (1)	292.2	0.67
16	ZONA CENTRO	MEDIO BAJO	409.1	1
17	JARDIN	RESIDENCIAL	1000	1
18	SAN PEDRO	RESIDENCIAL	1000	1
19	LA JOYA	RESIDENCIAL	1000	1
20	EL POTRERO	INTERES SOCIAL (1)	360	0.85
21	EJIDAL	POPULAR(2)	219.10	429
22	COLOSIO SEG.SECTOR	POPULAR (2)	219.10	0.75
23	EJIDAL	MEDIO BAJO	409.1	0.6
24	LAS FLORES	MEDIO ALTO	584.3	1

25	HACIENDA DEL REFUGIO	MEDIO ALTO	584.3	1
26	SAN GERONIMO	MEDIO BAJO	409.1	0.7
27	COLOSIO PRIM SECTOR	INTERES SOCIAL (1)	292.2	0.5
28	CANOAS	INTERES SOCIAL (1)	292.2	0.75
29	LOS LAURELES	POPULAR (1)	124.2	0.75
30	PRIVADA BUENOS AIRES	POPULAR (2)	219.1	0.9
31	CIPRESES	INTERES SOCIAL (2)	336	0.6
32	GAS DANIEL	INTERES SOCIAL (1)	292.2	0.3
33	FRANCISCO I MADERO	MEDIO MEDIO	482.1	0.5
34	ESTRELLA DE DAVID	POPULAR (1)	124.2	0.85
35	SAN ISIDRO DE LAS PALOMAS	POPULAR (2)	219.1	0.75
36	4 DE OCTUBRE	POPULAR (1)	124.2	0.5
37	EL LLANO	POPULAR (1)	124.2	0.5
38	SANTA BARBARA	INTERES SOCIAL (1)	292.2	0.6
39	SAN JOSE ORIENTE	INTERES SOCIAL (2)	336	0.6
40	SAN ANGEL	INTERES SOCIAL (2)	336	0.6
41	JARDINES DE LOS BOSQUES	POPULAR (1)	124.2	0.6
42	EL TOREO	POPULAR (1)	124.2	0.6
43	LOS RAMONES	INTERES SOCIAL (2)	336	1
44	PLAZA	POPULAR (1)	124.2	0.4
45	VALLE REAL	POPULAR (1)	124.2	0.6
46	ZONA CENTRO	RESIDENCIAL	1500	1

Tabla Número 57 Gestión Integral de la Eficiencia del agua IEGA Rural

					1970
		GRADOS	DECIMALES	TESTIGO	2012
	COMUNIDAD	LATITUD	LONGITUD	IEGA	IEGA
1	20 DE NOVIEMBRE	24.662163	-100.830502	0.75	0.5
2	5 DE MAYO	25.445268	-101.359417	0.85	0.5
3	AGUA NUEVA	25.189864	-101.091445	0.85	0.75
4	ASTILLERO	25.066778	-101.380167	0.5	0.25
5	BUÑUELOS	25.049471	-101.183534	0.85	0.5
6	CARNEROS	25.122513	-101.110719	0.85	0.5
7	CHAPULA	25.269452	-101.282793	0.85	0.5
8	CONG. COMEZ FARIAS	24.958481	-101.028447	0.85	0.25
9	CUAUHTEMOC	25.283273	-100.941588	0.85	0.5
10	CUAUTLA	25.453929	-101.350022	0.85	0.75
11	DERRAMADERO	25.289804	-101.283369	0.85	0.5
12	EL CLAVEL	25.366273	-101.200484	0.85	0.25
13	EL COLORADO	25.507054	-101.346786	0.8	0.5
14	EL RANCHITO	25.347779	-101.035589	0.85	1
15	EL RECREO	25.532089	-101.167029	0.75	0.75
16	ESTACION SANTA ELENA	25.025378	-101.331962	0.75	0.5
17	FRAILE	25.03607	-101.33109	0.75	0.5
18	HEDIONDITA DEL LOBO	25.369544	-101.264872	0.75	0.5
19	JAGUEY DE FERNIZA	25.229107	-101.035593	0.85	0.85
20	JOSE MARIA MORELOS	25.37798	-101.204798	0.5	0.25
21	LA ANGOSTURA	25.347074	-101.051166	0.85	0.85
22	LA CHANCACA	25.408136	-101.277721	0.5	0.5
23	LA ENCANTADA	25.285504	-101.085393	0.85	0.5
24	LA INDIA	25.074671	-101.283084	0.25	0.25
25	LA MAJADA Y LA TINAJA	25.478292	-101.392618	0.5	0.25
26	LA MINITA	25.398343	-101.060256	1	1
27	LA PURISIMA	24.683057	-100.983342	0.5	0.25
28	LA TRINIDAD	25.219601	-101.061019	0.5	0.5
29	LA VENTURA	24.638621	-100.891176	0.85	0.25
30	LA ZACATERA	24.9100935	-100.977783	0.75	0.5
31	LAS COLONIAS	25.090633	-101.101567	0.85	0.5
32	LLANOS DE LA UNION	25.39857	-101.123548	0.75	0.25
33	LOS BARRANCOS	25.461898	-101.136267	0.7	0.25
34	NUEVO GOMEZ FARIAS	24.92361	-101.03444	0.85	0.25
35	PALMA GORDA	25.390297	-101.199939	0.75	0.75
36	PALMAS ALTAS	25.123613	-101.434184	0.5	0.5
37	PLAN DE AYALA	25.453152	-101.311146	0.75	0.25
38	PRESA DE GUADALUPE	24.898261	-101.70273	0.75	0.5
39	PRESA DE SAN JAVIER	24.663408	-101.800207	0.75	0.5
40	PRESA DE SAN PEDRO	24.74776	-101.11243	0.25	0.25
41	PROVIDENCIA	25.243069	-101.179801	0.85	0.5

42	PUERTO DE ROCAMONTES	24.758349	-101.157771	0.7	0.5
43	REFUGIO DE ALTAMIRA	25.462267	-101.065388	0.85	0.4
44	RINCON DE LOS PASTORES	25.392925	-101.060256	0.85	0.5
45	SAN FELIPE	25.033316	-101.159258	0.5	0.5
46	SAN FRANCISCO DEL EJIDO	25.002009	-101.078129	0.85	0.25
47	SAN JOSE DE LA JOYA	25.307899	-101.35604	0.75	0.25
48	SAN JUAN DE LA VAQUERIA	25.253839	-101.21692	0.85	0.5
49	SAN MIGUEL DEL BANCO	24.996552	-100.995808	0.75	0.25
50	SAN SEBASTIAN	24.7861	-100.917462	0.5	0.25
51	SANTA ELENA DE ARRIBA	24.805513	-101.92024	0.85	0.85
52	SANTA FE DE LOS LINDEROS	25.193771	-100.033206	0.5	0.5
53	SANTA ROSA	25.519047	-101.388761	0.75	0.75
54	SANTA VICTORIA	25.001445	-101.077054	0.75	0.5
55	TANQUE DE EMERGENCIA	25.0685	-101.064533	0.5	0.5
56	TANQUE DEL CERRO	24.617196	-101.830766	0.35	0.35
57	TANQUE ESCONDIDO	24.733018	-101.099343	0.8	0.25
58	TINAJUELA	25.446611	-101.438124	0.85	0.5

Cambio de calidad del agua © Abatimiento nivel dinámico Á

Tabla Número 61 Litros/hab/día por Bombeo” en SAARA
Producción de Bombeo en el mes de Abril del 2011 (critico)

Producción de Bombeo en el mes de Abril del 2011							
Influencia de acuífero a portante por habitantes.							
Acuífero Aportante	% de Volúmenes de Producción	Metros Cúbicos Mes	Metros Cúbicos Día	Litros por Segundo	Producidos	Eficiencia Global	Litros /Habitante/Día
					Litros /Habitante/día		Reales
Agua Nueva	16	608,309.12	20,276.97	234.68	(234.68)x86,400/ 146,260 = 138.63	68%	94.26
San Lorenzo Terneras	7	266,135.24	8,871.17	102.63	(102.63) x 86,400/68,320= 129.78	62%	80.46
Zona Urbana	15	570,289.80	19,009.66	219.94	(219.94) x 86,400/172,456= 110.18	60%	66.10 Critico
Carneros	16	608,309.12	20,276.97	234.6	(234.6) x 86,400/ 125,340 = 161.71	75%	121.28
Loma Alta	17	646,328.44	21,544.28	249.27	(249.27) x 86,400/167,123 = 128.86	67%	86.33
Zapaliname	29	1,102,560.28	36,752.00	425.22	(425.22) x 86,400/ 206,761 = 177.68	67%	119.04
Total	100	3,801,932.00	126,731.05	1,466.27	171.19	66.50%	113.84

86400 = 1 litro por segundo x 3600 segundos /Hora x 24 Horas /día

Influencia del Acuífero en número de habitantes

Tabla Número 62 “Disponibilidad de agua en el valle de SAARA con respecto al tiempo

Año	Litros/Habitante/día
1900	2560.57
1910	2600.46
1920	2340.2
1930	2040.78
1940	1532
1950	1245.27
1960	734.16
1970	532.12
1980	456.34
1990	328
2000	250.65
2005	215.64
2006	178.65
2007	177.41
2008	180.13
2009	173.32
2010	166.92
2011	112.36

