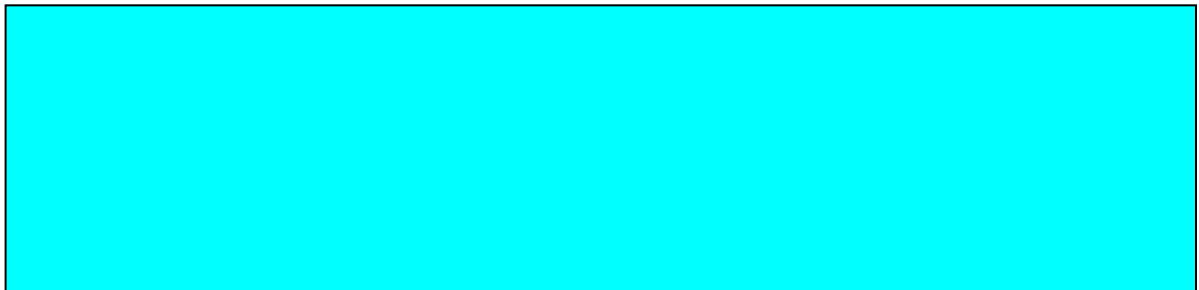




DIRECCIÓN LOCAL COAHUILA

PLAN DE MANEJO INTEGRADO DEL ACUÍFERO CUATROCIÉNEGAS-OCAMPO, COAHUILA.

(TOMO III. PLAN DE MANEJO)



Contenido

1.	GENERALIDADES	1
1.1.	1.1. Antecedentes	1
1.2.	1.2. Problemática.....	5
1.3.	1.3. Justificación (legal, técnica y socioeconómica).....	7
1.3.1.	1.3.1. Justificación Técnica.....	7
1.3.2.	1.3.2. Justificación socioeconómica.....	8
1.3.3.	1.3.3. Justificación Legal	9
1.4.	1.4. Nombre del estudio	11
1.5.	1.5. Estudios previos.....	11
1.6.	1.6. Política Nacional sobre el manejo del agua	13
1.7.	1.7. Metodología.....	13
1.8.	1.8. Localización del área de estudio	16
1.8.1.	1.8.1. Extensión.....	18
1.8.2.	1.8.2. Vías de comunicación.....	19
2.	2. OBJETIVO.....	20
3.	3. MARCO JURÍDICO	22
4.	4. PRINCIPIOS PARA EL MANEJO INTEGRADO DEL AGUA	24
5.	5. DIAGNÓSTICO	25
5.1.	5.1. Población y desarrollo socioeconómico	25
5.1.1.	5.1.1. Población.....	25
5.1.2.	5.1.2. Actividad económica.....	25
5.2.	5.2. Evaluación de programas relativos al manejo del agua.....	26
5.2.2.	5.2.2. Programas de agua potable, alcantarillado y saneamiento.....	40
5.3.	5.3. Climatología	43
5.3.1.	5.3.1. Clima.....	43
5.3.2.	5.3.2. Precipitación pluvial.....	43
5.3.3.	5.3.3. Temperatura y evaporación potencial.....	44
5.4.	5.4. Disponibilidad de los recursos hidráulicos y su distribución territorial	45
5.4.1.	5.4.1. Aguas subterráneas.....	45
5.4.2.	5.4.2. Geología.....	47
5.4.3.	5.4.3. Unidades hidrogeológicas	56
5.4.4.	5.4.4. Funcionamiento del sistema acuífero	56
5.4.5.	5.4.5. Caracterización de los aprovechamientos e hidrometría	58
5.4.6.	5.4.6. Uso del agua subterránea.....	60
5.4.7.	5.4.7. Comportamiento piezométrico	62
5.4.8.	5.4.8. Calidad del agua subterránea.....	73
5.4.9.	5.4.9. Condiciones de explotación del agua subterránea	74
5.5.	5.5. Agua superficial.....	76
5.6.	5.6. Agua residual.....	76
5.6.1.	5.6.1. Características básicas de la disponibilidad y uso del agua residual tratada y sin tratar	77
5.7.	5.7. Fuentes potenciales y existente de contaminación.....	77
5.8.	5.8. Costos del agua.....	78
6.	6. PROYECCIÓN DE LA OFERTA Y DE LA DISPONIBILIDAD	79
6.1.	6.1. Proyección del volumen de agua utilizable.....	79
6.1.1.	6.1.1. Situación administrativa y volumen concesionado del acuífero.....	79
6.1.2.	6.1.2. Oferta de agua subterránea	81
6.1.3.	6.1.3. Oferta de aguas tratadas	83
6.1.4.	6.1.4. Oferta de las aguas residuales	84
6.1.5.	6.1.5. Oferta de agua superficial	84
6.2.	6.2. Proyección de la demanda	84
6.2.1.	6.2.1. Demanda por usos	84

6. 2. 2.	Uso potable	86
6. 2. 3.	Uso agrícola	89
6. 2. 4.	Uso pecuario	97
6. 2. 5.	Uso industrial y servicios	99
6. 2. 6.	Otros usos.....	100
6. 2. 7.	Proyección de la demanda.....	100
6. 3.	<i>Descripción de escenarios</i>	<i>106</i>
6. 3. 1.	Escenario 0. Condiciones iniciales	109
6. 3. 2.	Escenario 1. Extracción cero.....	110
6. 3. 3.	Escenario 2. Condición inercial.....	111
6. 3. 4.	Escenario 3. Básico	112
6. 3. 5.	Escenario 4. Status Quo	113
6. 3. 6.	Escenario 5. Equilibrio.....	114
6. 3. 7.	Escenario 6. REPDA.....	115
6. 3. 8.	Escenario 6. REPDA.....	116
6. 3. 9.	Análisis de los escenarios.....	116
7.	PLAN DE MANEJO.....	120
7. 1.	<i>Descripción de objetivos estratégicos.....</i>	<i>120</i>
7. 2.	<i>Descripción de las líneas de acción.....</i>	<i>120</i>
7. 3.	<i>Estructura general del Plan de manejo integral.....</i>	<i>123</i>
7. 3. 1.	Acciones básicas	124
7. 3. 2.	Acciones para reducir la demanda e incrementar la productividad	134
7. 3. 3.	Acciones de apoyo	135
7. 3. 4.	Protección de la calidad del agua y de áreas de recarga	136
7. 4.	<i>Descripción de acciones por zona</i>	<i>137</i>
7. 4. 1.	Zona 1	137
7. 4. 2.	Zona 2	137
7. 4. 3.	Zona 3	137
7. 4. 4.	Zona 4	138
7. 4. 5.	Zona 5	138
8.	COSTOS Y FINANCIAMIENTO	139
8. 1.	<i>Costos y financiamiento.....</i>	<i>139</i>
9.	BENEFICIOS E IMPACTOS DEL PLAN	141
10.	IMPLEMENTACION	141
11.	CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES.....	142

Tablas

TABLA 1.	VÉRTICES PARA EL ACUÍFERO CUATROCIÉNEGAS-OCAMPO	17
TABLA 2.	MONTO DE INVERSIONES ANUALES EN EL ESTADO EN PROYECTOS HIDROAGRÍCOLAS	32
TABLA 3.	EQUIPAMIENTO RURAL (MILES DE PESOS) 1999-2004	33
TABLA 4.	AVANCE EN CONSERVACIÓN DEL SUELO Y AGUA 2000-2004	33
TABLA 5.	DESARROLLO DE ÁREAS DE RIEGO 1999-2004.	34
TABLA 6.	IMPULSO Y DESARROLLO DE ÁREAS DE RIEGO 1999-2004.	37
TABLA 7.	SISTEMAS DE RIEGO 2000-2003	38
TABLA 8.	APOYOS RECIBIDOS EN SISTEMAS DE RIEGO	39
TABLA 9.	RESUMEN DEL CENSO DE APROVECHAMIENTOS DEL ACUÍFERO CUATROCIÉNEGAS-OCAMPO.	59
TABLA 10.	COMPOSICIÓN DE LA DEMANDA DE AGUA POTABLE (USO PÚBLICO URBANO)	60
TABLA 11.	PROFUNDIDAD AL NIVEL ESTÁTICO EN EL ACUÍFERO CUATROCIÉNEGAS-OCAMPO.	63
TABLA 12.	ELEVACIÓN DEL NIVEL ESTÁTICO EN EL ACUÍFERO CUATROCIÉNEGAS-OCAMPO.	67
TABLA 13.	EVOLUCIÓN DEL NIVEL ESTÁTICO EN EL ACUÍFERO CUATROCIÉNEGAS-OCAMPO.	70
TABLA 14.	DATOS BÁSICOS DE LOS CULTIVOS DE RIEGO CON AGUA SUBTERRÁNEA	75
TABLA 15.	CLASIFICACIÓN DE CULTIVOS POR TIPO DE TRATAMIENTO.	77
TABLA 16.	VOLÚMENES ANUALES DEMANDADOS EN LAS LOCALIDADES URBANAS Y RURALES EN LA ZONA DE ESTUDIO.	79
TABLA 17.	COMPOSICIÓN DE LA DEMANDA DE AGUA POTABLE (USO PÚBLICO-URBANO).	87
TABLA 18.	DATOS BÁSICOS DE LOS CULTIVOS DE RIEGO CON AGUA SUBTERRÁNEA EN LA ZONA DEL ACUÍFERO	89
TABLA 19.	DEMANDA POR USOS (HM ³ /AÑO)	89
TABLA 20.	LAMINAS EMPLEADAS POR CULTIVO EN DIFERENTES SISTEMAS DE RIEGO	91
TABLA 21.	COSTOS DE LOS SISTEMAS DE RIEGO	94
TABLA 22.	PARÁMETROS TÉCNICOS Y ECONÓMICOS DE LAS OPCIONES DE TECNIFICACIÓN.	95
TABLA 23.	ESTIMACIÓN DE EXTRACCIONES HISTÓRICAS POR GRUPOS DE CULTIVOS, CON EFECTO DE LA TECNIFICACIÓN.	97
TABLA 24.	POBLACIÓN PECUARIA Y AVÍCOLA QUE EXISTE (2005), EN EL ACUÍFERO CUATROCIÉNEGAS-OCAMPO.	97
TABLA 25.	VALOR DE LA PRODUCCIÓN POBLACIÓN PECUARIA Y AVÍCOLA EN EL AÑO 2005, EN LA ZONA DE ESTUDIO (MILES DE PESOS).	98
TABLA 26.	CÁLCULO DE LA DEMANDA DE AGUA PARA CONSUMO DE LA POBLACIÓN PECUARIA Y AVÍCOLA QUE EXISTE EN LA ZONA DE ESTUDIO.	99
TABLA 27.	PROYECCIÓN DE LA DEMANDA PARA EL USO AGRÍCOLA EN EL ACUÍFERO CUATROCIÉNEGAS-OCAMPO.	101
TABLA 28.	PROYECCIÓN DE LA DEMANDA PARA EL USO PÚBLICO-URBANO EN EL ACUÍFERO CUATROCIÉNEGAS-OCAMPO.	103
TABLA 29.	PROYECCIÓN DE LA DEMANDA PARA EL USO PECUARIO EN EL ACUÍFERO CUATROCIÉNEGAS-OCAMPO.	104
TABLA 30.	PROYECCIÓN DE LA DEMANDA PARA EL USO "OTROS" EN EL ACUÍFERO CUATROCIÉNEGAS-OCAMPO.	106

Figuras

FIGURA 1.	UBICACIÓN GEOGRÁFICA DEL ACUÍFERO	2
FIGURA 2.	EVOLUCIÓN DE LA ELEVACIÓN DEL NIVEL ESTÁTICO POR ZONAS	3
FIGURA 3.	SECCIÓN LONGITUDINAL DEL NIVEL ESTÁTICO EN EL ACUÍFERO CUATROCIÉNEGAS-OCAMPO.	4
FIGURA 4.	APROVECHAMIENTO DE LAS EXTRACCIONES	5
FIGURA 5.	FUNCIONES DE ANÁLISIS DE LA MATRIZ DE PLANEACIÓN EN EL MODELO HIDROECONÓMICO	15
FIGURA 6.	EXTENSIÓN DE LA ZONA DE ESTUDIO	19
FIGURA 7.	VÍAS DE COMUNICACIÓN EN EL ÁREA DE ESTUDIO	20
FIGURA 8.	ORIGEN DE LOS PROGRAMAS DE APOYO, DE DIVERSAS INSTITUCIONES	42
FIGURA 9.	CLIMA EN LA ZONA DE ESTUDIO (LESSER, 2003)	43
FIGURA 10.	PRECIPITACIÓN MEDIA ANUAL EN LA ZONA DE ESTUDIO (LESSER, 2003).	44
FIGURA 11.	TEMPERATURA MEDIA ANUAL EN LA ZONA DE ESTUDIO (LESSER, 2003).	45
FIGURA 12.	BALANCE DE AGUA SUBTERRÁNEA CALCULADO PARA EL PERÍODO 2001-2003-2008.	46
FIGURA 13.	PLANO GEOLÓGICO	54
FIGURA 14.	SIMBOLOGÍA DEL PLANO GEOLÓGICO	55
FIGURA 15.	PORCENTAJES DE EXTRACCIÓN ANUAL PARA USO Y CONSUMO HUMANO POR TIPO DE LOCALIDAD	59
FIGURA 16.	EXTRACCIÓN POR USO DE AGUA	60
FIGURA 17.	SUPERFICIE REGISTRADA EN EL AÑO 2003 DE SAGARPA	61
FIGURA 18.	CONFIGURACIÓN DE LA PROFUNDIDAD AL NIVEL ESTÁTICO.	66
FIGURA 19.	ELEVACIÓN DEL NIVEL ESTÁTICO EN EL ACUÍFERO CUATROCIÉNEGAS-OCAMPO.	69
FIGURA 20.	EVOLUCIÓN DEL NIVEL ESTÁTICO EN EL ACUÍFERO CUATROCIÉNEGAS-OCAMPO.	73
FIGURA 21.	SITUACIÓN ADMINISTRATIVA DEL ACUÍFERO (Hm ³ /AÑO).	80
FIGURA 22.	VOLUMENES CONCESIONADOS POR TIPO DE USO EN EL ACUÍFERO CUATROCIÉNEGAS-OCAMPO EN Hm ³ /AÑO (REPDA, 2008).	81
FIGURA 23.	DEMANDA POR USO (HM ³)	83
FIGURA 24.	PROFUNDIDAD DEL NIVEL ESTÁTICO, EXTRACCIÓN SUBTERRÁNEA Y SOBREENPLOTAÇÃO ANUAL (HM ³)	83
FIGURA 25.	RECARGA VERTICAL Y EXTRACCIÓN EN EL ACUÍFERO CUATROCIÉNEGAS-OCAMPO (HM ³)	85
FIGURA 26.	PROYECCIÓN DE LAS EXTRACCIONES AGRÍCOLAS, COMO FUNCIÓN DEL AGOTAMIENTO, CON TARIFAS ELÉCTRICAS CONSTANTES.	86
FIGURA 27.	PORCENTAJES DE EXTRACCIÓN ANUAL PARA USO Y CONSUMO HUMANO	88
FIGURA 28.	EJEMPLO DE RIEGO EFICIENTE (RANCHO AMPUERO).	90
FIGURA 29.	SUPERFICIE SEMBRADA EN LA ZONA DEL ACUÍFERO CUATROCIÉNEGAS-OCAMPO.	90
FIGURA 30.	DEMANDA POR USO (HM ³ /AÑO).	92
FIGURA 31.	EFICIENCIA EN LA APLICACIÓN DEL AGUA PARA RIEGO.	94
FIGURA 32.	PORCENTAJE DE LA DEMANDA DE AGUA UTILIZADA PARA EL CONSUMO DE LA POBLACIÓN PECUARIA Y AVÍCOLA QUE EXISTE EN EL ACUÍFERO.	98
FIGURA 33.	EVOLUCIÓN DEL VOLUMEN DE EXTRACCIÓN PARA USO AGRÍCOLA.	101
FIGURA 34.	EVOLUCIÓN DEL VOLUMEN DE EXTRACCIÓN PARA USO PÚBLICO-URBANO.	102
FIGURA 35.	EVOLUCIÓN DEL VOLUMEN DE EXTRACCIÓN PARA USO PECUARIO.	104
FIGURA 36.	EVOLUCIÓN DEL VOLUMEN DE EXTRACCIÓN PARA LOS USOS MÚLTIPLE, DOMÉSTICO Y SERVICIOS (OTROS).	105
FIGURA 37.	EVOLUCIÓN DE LA DEMANDA PARA LOS ESCENARIOS PARAMÉTRICOS.	108
FIGURA 38.	CONFIGURACIÓN PIEZOMETRICA 2008 (CONDICIÓN INICIAL).	108
FIGURA 39.	CONFIGURACIÓN PIEZOMETRICA INICIAL (1958).	109
FIGURA 40.	ESCENARIO 1 “EXTRACCIÓN CERO”, HACIA EL AÑO 2030.	110
FIGURA 41.	ESCENARIO INERCIAL, CONFIGURACIÓN PIEZOMETRICA CALCULADA AÑO 2030 Y 2008 (DERECHA E IZQUIERDA, RESPECTIVAMENTE).	112
FIGURA 42.	ESCENARIO BÁSICO, CONFIGURACIÓN PIEZOMETRICA CALCULADA AÑO 2030 Y 2008 (DERECHA E IZQUIERDA, RESPECTIVAMENTE).	113

FIGURA 43.	ESCENARIO STATUS QUO, CONFIGURACIÓN PIEZOMETRICA CALCULADA AÑO 2030 Y 2008 (DERECHA E IZQUIERDA, RESPECTIVAMENTE).	114
FIGURA 44.	ESCENARIO DE EQUILIBRIO, CONFIGURACIÓN PIEZOMETRICA CALCULADA AÑO 2030 Y 2008 (DERECHA E IZQUIERDA, RESPECTIVAMENTE)	115
FIGURA 45.	CONFIGURACIÓN PIEZOMETRICA CALCULADA AÑO 2008 (LINEA DE SECCIÓN).	116
FIGURA 46.	COMPORTAMIENTO PIEZOMETRICO DE LOS ESCENARIOS SIMULADOS.	117
FIGURA 47.	COMPORTAMIENTO PIEZOMETRICO DE LOS ESCENARIOS SIMULADOS EN LA ZONA DE ALTA CONCENTRACIÓN DE POZOS.	117
FIGURA 48.	BENEFICIO NETO DE CADA ALTERNATIVA PARA EL AÑO 2030 (M\$/AÑO)	118
FIGURA 49.	BENEFICIO NETO DE CADA ALTERNATIVA (B-C), PARA EL AÑO 2030 EN M\$/AÑO	119
FIGURA 50.	ZONAS DE MANEJO EN EL ACUÍFERO CUATROCIENEGAS-OCAMPO	121
FIGURA 51.	EXTRACCIÓN POR ZONAS DE MANEJO	122
FIGURA 52.	DENSIDAD DE EXTRACCIÓN POR ZONAS DE MANEJO (HM ³ /AÑO)	122
FIGURA 53.	ABATIMIENTO PROMEDIO POR ZONA (M/AÑO)	123
FIGURA 54.	ESTRUCTURA GENERAL DEL PLAN DE MANEJO	124

1. GENERALIDADES

1.1. Antecedentes

El acuífero Cuatrociénegas - Ocampo (0504), se ubica en la porción central del Estado de Coahuila. Queda comprendido entre las coordenadas geográficas 26° 59' y 28° 04' de latitud norte, y 101° 51' y 102° 51' de longitud oeste.

Este acuífero permite el desarrollo de diversas actividades económicas, que dependen principalmente del agua subterránea. Por lo que es necesario promover un plan manejo del acuífero que permita realizar una explotación sustentable del recurso hídrico.

La problemática principal en la región se enmarca en los siguientes puntos:

- Incremento en la construcción de nuevos pozos para extraer agua subterránea.
- Sobreexplotación local del acuífero Cuatrociénegas-Ocampo, evidenciada por el descenso progresivo en los niveles del agua en determinados sitios.
- Frecuentes solicitudes para registro de pozos, principalmente para uso agrícola.
- Disminución del caudal principalmente en época de secas.
- Escasa medición de los volúmenes extraídos y falta de legislación en la zona del acuífero.
- Marcada disminución de la disponibilidad de aguas subterráneas, con tendencia al déficit.

Uno de los retos que se presentan en la región para solucionar los efectos de la explotación del acuífero es adecuar el desarrollo sustentable a la disponibilidad del agua. Por ello, se pretende estabilizar los acuíferos de Cuatrociénegas y Cuatrociénegas-Ocampo, a través de la elaboración e implementación de un Plan de Manejo Integral del Agua (considerando una amplia participación de los representantes de los usuarios y las instituciones involucradas) que permita frenar la sobreexplotación del acuífero, reducirla hasta alcanzar su estabilización y garantizar el uso sustentable; integrando acciones que consideren aspectos técnicos (hidrogeológicos e hidrológicos), financieros, sociales, institucionales, legales y ambientales.

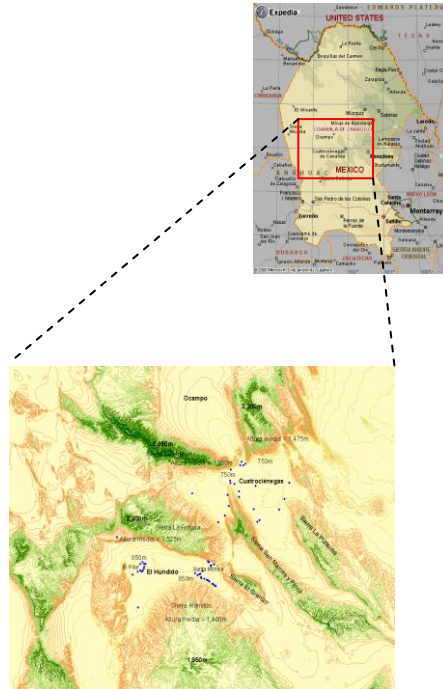


Figura 1. Ubicación geográfica del acuífero

El acuífero Cuatrociénegas-Ocampo esta ubicado en una zona de libre alumbramiento de aguas del subsuelo. Estudios previos realizados por ININSA (1980), reflejaban que la profundidad al nivel estático en el valle de Ocampo fluctuaba entre los 5 y 40 metros, excepto en los lugares topográficos mas elevados donde el nivel fluctúa entre los 40 - 90 metros y cuya conclusión era que en la porción sur del valle empezaba a influir el bombeo de pozos.

En el 2001, Lesser publicó que el área de Ocampo es la que presenta mayor explotación, lo cual se refleja en la evolución negativa o abatimiento de 20 cm. a 3 metros/año en la porción central del mismo.

En 2008, el IMTA encontró que la profundidad al nivel estático fluctúa entre los 6.83 - 45.08 metros para el valle y en las partes topográficamente mas elevadas de 45.08 - 104.75 m. La evolución calculada para el periodo comprendido entre 2001 al 2008, y que corresponde a la porción sur del acuífero, es de 0.03 - 1.46 m/año y en el periodo 2003 - 2008, de 0.03 - 3.34 m/año y que corresponde a la porción norte de Villa Ocampo hasta Santa teresa de la Rueda.

En la figura 2, se muestra la evolución de la elevación del nivel estático en distintas zonas del acuífero y en la figura 3 se muestra una sección longitudinal norte - sur con la evolución del nivel estático 1980-2008.

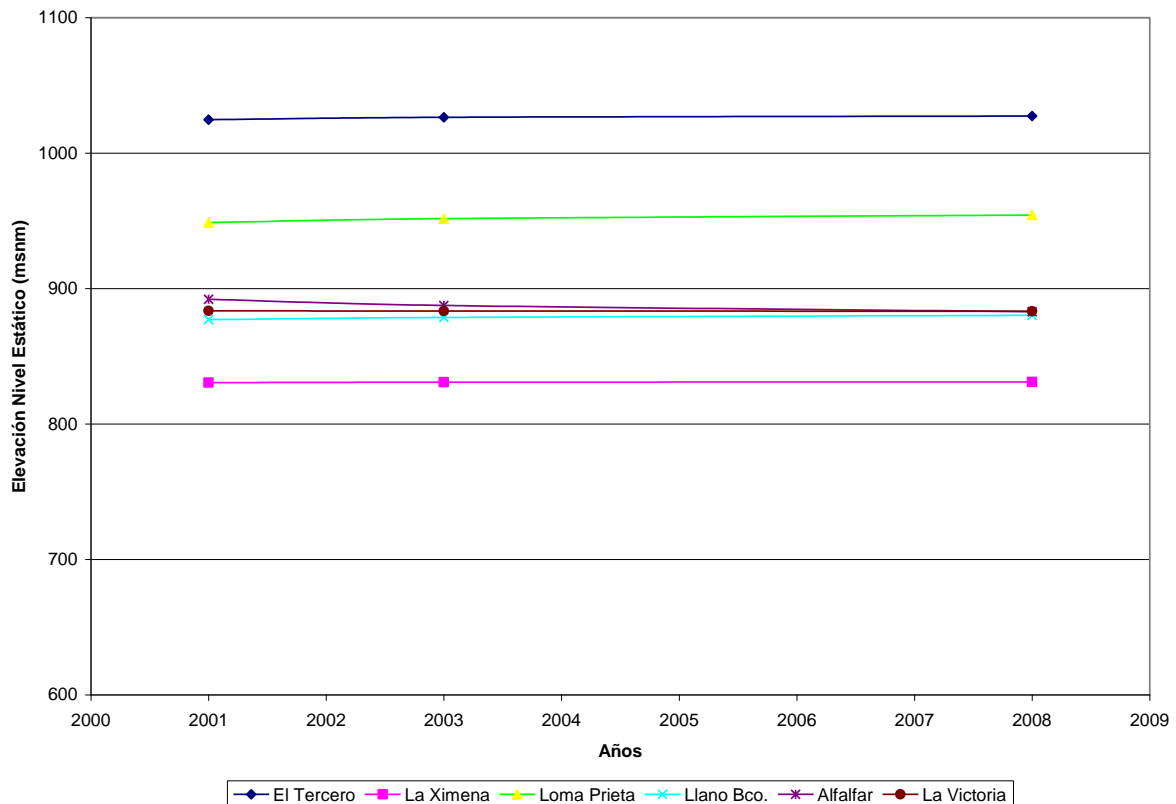


Figura 2. Evolución de la elevación del nivel estático por zonas

De acuerdo con el levantamiento piezométrico realizado en 2008, la zona sur del acuífero en donde se tiene una alta concentración de pozos, se ubica en la zona de descarga del acuífero Cuatrociénegas-Ocampo, en la frontera con el acuífero Cuatrociénegas. La importancia de este punto radica en que las extracciones en el acuífero Cuatrociénegas-Ocampo afectan a la parte norte del acuífero Cuatrociénegas, pudiendo a corto plazo invertir el flujo.

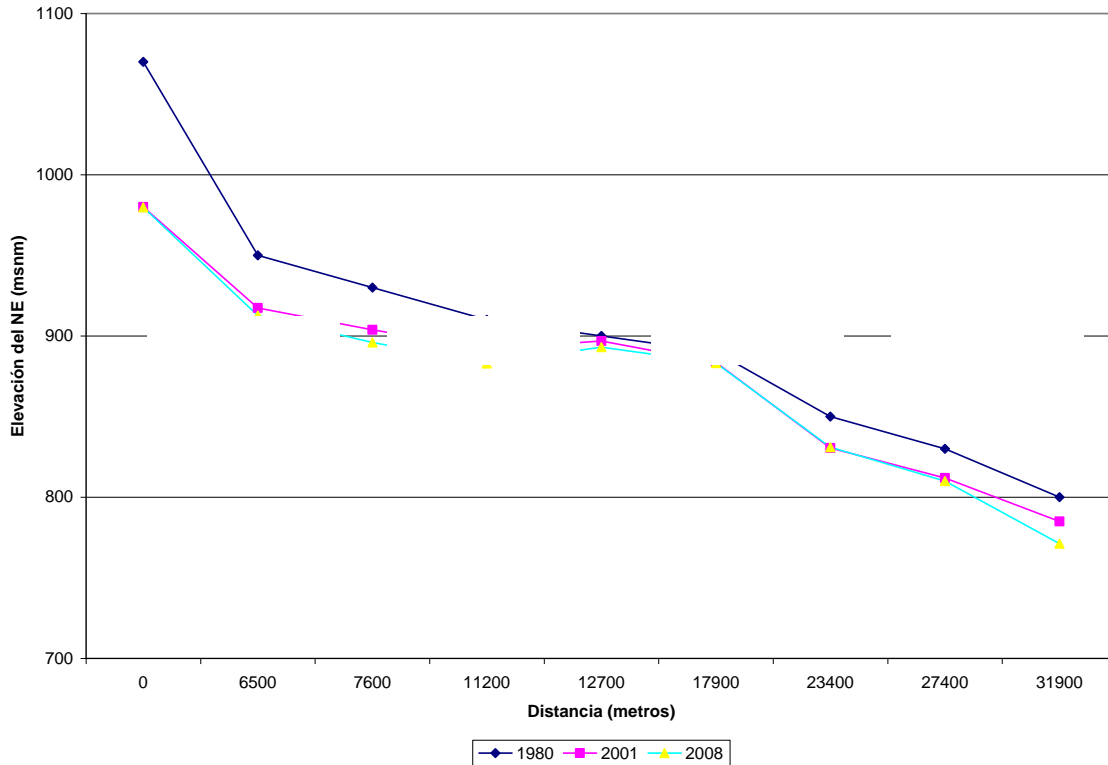


Figura 3. Sección longitudinal del Nivel estático en el acuífero Cuatrociénegas-Ocampo.

La recarga del acuífero Cuatrociénegas - Ocampo, es del orden de 60.08 Hm³ anuales, la extracción es superior a los 57.66 Hm³ y no existen fuentes alternas que permitan reducir la extracción y satisfacer la demanda de los distintos usos.

En el 2008, la extracción estimada dentro del acuífero es de 60.89 Hm³, de los cuales 3.23 Hm³ corresponden a descargas de manantiales. Del total del volumen extraído el 97.85% es destinado al riego agrícola, el 2.15% restante corresponde a los demás usos (público urbano, pecuario y otros).

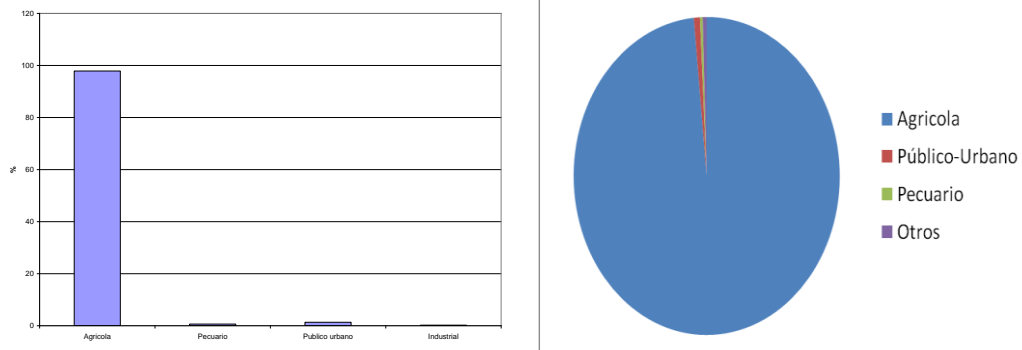


Figura 4. Aprovechamiento de las extracciones

Recientemente, se dio lugar a la fundación del COTAS, institución que representa a los usuarios y a las autoridades implicadas con el uso del acuífero y que llevan a cabo acciones dirigidas a proteger dicha fuente en términos de su calidad y cantidad.

1. 2. Problemática

La problemática del acuífero Cuatrociénegas-Ocampo se presenta a continuación:

a). Escasez natural de agua. Por alta temperatura e intensa radiación solar, la escasa lluvia (300 mm/año) se evapora en su mayor parte y muy poca escurre o se infiltra; b). La distribución espacial de las captaciones. La concentración de pozos en el valle de Calaveras está disminuyendo su rendimiento y caudal e incrementando su costo de operación. A la vez, está interceptando el flujo que alimenta a la zona de Cuatrociénegas y los manantiales que brotan en el cañón; c). La sobreexplotación. Por ser zona de libre alumbramiento y con escasa renovación natural de agua, la zona de Cuatrociénegas-Ocampo está expuesta a que se construyan pozos sin control de la Autoridad Hidráulica, generando una sobreexplotación en perjuicio de los usuarios asentados tanto en la zona de Ocampo, como en la porción norte de Cuatrociénegas. Por tener el acuífero permeabilidad y reserva almacenada reducidas, la concentración actual del bombeo puede provocar abatimientos fuertes que se traduzcan en una disminución del caudal y rendimiento de los pozos.

Aunado a la problemática de la región, El Comité Técnico de Agua Subterránea en su taller de planeación identificó cinco problemas centrales:

Inobservancia de la ley

Durante los Talleres se hizo mención de: i) Desconocimiento de la Ley de Aguas Nacionales; ii) Falta de aplicación de la ley; iii) Corrupción y iv) la falta de inspección y vigilancia.

Debido a que el acuífero Cuatrociénegas-Ocampo se encuentra emplazado en una zona clasificada como de libre alumbramiento, existen numerosas irregularidades que van desde la perforación creciente de pozos, la falta de medidores volumétricos que establece como requisito el título de concesión y la extracción de volúmenes superiores a los concesionados.

Contaminación del acuífero

En el Taller se argumentó lo siguiente: i) No se cuenta con un sitio de disposición de residuos que cumpla con las condiciones técnicas; ii) Falta infraestructura para la conducción del agua residual y para el tratamiento de aguas residuales; iii) Desconocimiento en la aplicación de plaguicidas y agroquímicos y iv) Corrupción.

En la principal zona de explotación de agua subterránea, al centro del valle, el agua presenta entre 400 y 1,500 micromhos/cm de conductividad eléctrica la cual se clasifica como agua de baja salinidad apropiada tanto para uso potable como para riego. En una franja al oriente del valle, al pie de la Sierra de Menchaca, se encuentran valores de conductividad eléctrica entre 1500 y poco más de 2000 micromhos/cm, la cual se clasifica como agua de salinidad media la que generalmente puede utilizarse en riego en zonas arenosas con un manejo adecuado. Sin embargo, no es apropiada para uso y consumo humano.

De acuerdo con la NOM-127-SSA1-1994, el agua para consumo humano debe contener baja cantidad de sales. Entre los límites máximos establecidos, el de sólidos totales disueltos es de 1000 mg/l y 400 mg/l para los sulfatos. La mayor parte del agua no cumple con los requerimientos para ser utilizada como agua potable.

Durante los Talleres de Planeación Participativa, el COTAS y demás involucrados en el uso del agua, manifestaron su preocupación por la creciente contaminación del acuífero debido al uso desmedido de agroquímicos por parte de los agricultores del valle, así como por la ubicación del relleno sanitario cuya operación está próxima.

Uso Ineficiente del agua

Durante los Talleres, se argumentó en este problema: i) Falta de tecnología; ii) Cultivos que demandan grandes volúmenes de agua; iii) Ineficiente infraestructura en el uso público-urbano y iv) Falta de capacitación en el uso ineficiente del agua.

El hecho de que no se otorguen los recursos federales necesarios, aunado a la baja capacidad de inversión de los usuarios agrícolas y a la baja disposición del sector

privado en inversiones para obras, ocasiona que no se tengan recursos económicos suficientes para conservar, rehabilitar y modernizar la infraestructura hidroagrícola y la de agua potable.

Ineficiente administración y Planeación del aprovechamiento del agua

Durante los Talleres se argumentó, lo siguiente: i) Falta de regulación en el uso del agua; ii) Falta de medición en el agua extraída y iii) No se cuenta con un Padrón actualizado de usuarios

- La información geohidrológica existente no está actualizada y es insuficiente para tener un conocimiento preciso del acuífero. No existe medición de los volúmenes extraídos por los usos agrícola y demás, por lo que no se tiene control sobre los mismos y por lo tanto los balances actuales son estimados.
- El marco jurídico es inadecuado y no se aplica eficientemente por lo que existen irregularidades en cuanto a los volúmenes de extracción y a la medición de los mismos.

Complementariamente, existen aspectos que deben hallar solución durante el horizonte de planeación, para facilitar la gestión de las soluciones, mismos que se citan a continuación:

Cultura del agua inadecuada

- Los usuarios desconocen el valor real del agua.
- La falta de conocimiento de los usuarios de la disponibilidad del agua y la falta de conocimiento del calendario óptimo de riego.
- La falta de difusión del manejo del agua y la falta de educación y concientización para el ahorro de agua.

1. 3. Justificación (legal, técnica y socioeconómica)

1. 3. 1. Justificación Técnica

El sector consumidor de agua del acuífero Cuatrociénegas-Ocampo es el sector agrícola que representa el 97.85 % (IMTA, 2008). Los usos público-urbano, pecuario y otros suman el 2.15% restante.

En el acuífero Cuatrociénegas-Ocampo, la superficie de riego asciende a aproximadamente 2848.50 Ha (SAGARPA, 2003), las cuales son regadas con agua subterránea en su totalidad y donde el cultivo principal corresponde a forrajes

(alfalfa). El volumen de riego estimado que se utiliza para esta superficie es de 60.89 Hm³/año.

Los resultados del balance hidrológico subterráneo (IMTA, 2008), muestran que las entradas al sistema son de 60.08, las salidas de 61.06 y el cambio de almacenamiento de -0.98 Hm³/año, respectivamente, por lo que el acuífero de Cuatrociénegas-Ocampo se encuentra sobreexplotado.

La solución de la sobreexplotación depende de reducir las extracciones subterráneas.

El aprovechamiento del agua subterránea de acuerdo con el Plan de Manejo permite el apego a una estrategia donde se procure:

- Una buena calidad del agua subterránea. Para lo cual es necesario evitar el agotamiento del volumen almacenado el cual se considera como la reserva, dado que en la medida que este se acentúa, se aprovecha agua de mayor antigüedad y de menor calidad, lo que pone en riesgo el rendimiento de la actividad agrícola, además de representar una potencial necesidad de tratamiento del agua.
- Un esquema de aprovechamiento de largo plazo sin deterioro de la fuente de abastecimiento.

1. 3. 2. Justificación socioeconómica

El acuífero de Cuatrociénegas-Ocampo es de gran importancia para el Estado de Coahuila, debido a que es una zona ganadera por excelencia.

El índice de Población Económicamente Activa (PEA) por kilómetro cuadrado en el municipio de Cuatrociénegas-Ocampo es de 0.71; mientras que en el Estado de Coahuila es de 5.64 y en el ámbito nacional es de 18.03. El Producto Interno Bruto (PIB) en el municipio representa apenas el 5.2% del indicador estatal y el 0.2% del indicador nacional.

La escasez natural y el aprovechamiento inadecuado de los recursos agua y suelo, implica presión y competencia por su uso, con el consiguiente impacto negativo sobre la población. Como consecuencia de lo anterior, la población del municipio presenta un grado creciente de desintegración social, que se refleja en los cambios en el equilibrio de los grupos de género y edad que la conforman.

A su vez, estos cambios se derivan de la emigración hacia las ciudades fronterizas y hacia Estados Unidos, así como de la crisis de la industria siderúrgica y de las maquiladoras, especialmente las del área de Monclova.

En cuanto a las ramas de actividad, la producción agrícola de algunos cultivos, como los forrajes, se ha intensificado para cubrir la demanda de insumos de la industria lechera de la Comarca Lagunera, destacando la producción de alfalfa, sorgo, maíz, trigo y hortalizas. Se aprovechan al menos 33 especies de plantas, entre las cuales destacan mezquite, candelilla, orégano y lechuguilla, que generan beneficios de carácter precario y estacional; a pesar de esto, en algunos casos representan la única fuente del ingreso familiar. Hay una modesta actividad ganadera para autoconsumo y venta. No hay desarrollo industrial y los servicios disponibles se relacionan con la compraventa de productos agropecuarios. Respecto a los servicios básicos existentes, en el municipio de Cuatrociénegas-Ocampo se considera de bajo índice de marginalidad.

Los costos de extracción van en aumento por el consumo de energía eléctrica, perjudicando la rentabilidad de los cultivos y deteriorando la calidad del agua por el abatimiento del acuífero, exponiendo a la vez la reserva de agua para el uso público-urbano, y representado un esquema de sobreexplotación que no se puede seguir manteniendo como hasta ahora, porque de seguir así se está arriesgando la estabilidad hidrológica de la región, afectando con ello a toda la población y a las actividades económicas.

La población total en el año 2000 fue de 11,165 mil habitantes, adicional se prevé que para el año 2030 la población total sea de 11,541 habitantes, esta proyección obedece a la escasa oferta de empleos y a la migración observada por lo que es importante garantizar una reserva estratégica para el uso público-urbano.

1. 3. 3. Justificación Legal

La Misión de la CONAGUA es que el país cuente con seguridad en el suministro del agua que requiere para su desarrollo, que la utilice de manera eficiente, reconozca su valor estratégico y económico, proteja los cuerpos de agua y preserve el medio ambiente para las futuras generaciones.

La necesidad de desarrollar nuevos esquemas para proteger la sustentabilidad de los recursos naturales y evitar continuar con la sobreexplotación de los acuíferos, es el principal justificante legal para el estudio del acuífero, buscando alternativas a través de estrategias de operación logrando un equilibrio sustentable en las mismas.

Para lograr lo anterior es necesaria la organización de los usuarios y como principales instancias están: el Consejo de Cuenca y el Comité Técnico de Aguas Subterráneas (COTAS).

Las acciones para proteger al acuífero y los derechos de los usuarios, dependen de las estrategias definidas en un Plan de Manejo, de su ejecución, evaluación y seguimiento.

El Plan de Manejo es un instrumento de compromiso entre los usuarios, las autoridades y permite:

1. Definir acciones que podrán formar parte del reglamento del acuífero, acorde con las necesidades integrales en términos de sustentabilidad.
2. La zonificación del acuífero para una caracterización de las estrategias acorde a la situación de las distintas áreas geográficas circunscritas.
3. Las prioridades en términos de ordenamiento, parámetros por medir y criterios de cuantificación de las extracciones.
4. Proponer los criterios para llevar a cabo un banco de derechos a favor del acuífero fundamentado en un ordenamiento y control estadístico de las extracciones, que proteja la prioridad y prelación del agua.

La CONAGUA en su calidad de representante del ejecutivo federal en materia de aguas nacionales, es la responsable de salvaguardar los preceptos constitucionales y legales. En primer lugar se tiene el concepto del agua como un bien público propiedad de la nación. La CONAGUA debe salvaguardar el interés público en su acción de administración del recurso y asegurar su preservación y manejo sostenible.

Al mismo tiempo la CONAGUA esta facultada para asignar o concesionar el recurso a los usuarios conforme al marco jurídico establecido y, eventualmente, modificar los términos de dichas asignaciones y concesiones en los casos en que la renovación del recurso y su aprovechamiento sostenible se vean amenazados por la sobreexplotación.

El agua se convierte así en un factor de bienestar y en un factor de la producción. En estos términos la economía de la región abastecida por el acuífero y el bienestar de sus habitantes depende de los volúmenes extraídos de la fuente.

En cada ámbito usuario se dan a su vez distintos niveles de productividad y elasticidad en las demandas.

Mientras en el caso del uso público-urbano el margen de maniobra para el uso eficiente lo determinan las normas de salud pública (dotaciones mínimas) y las pérdidas físicas, en otros usos como la agricultura es posible intensificar considerablemente el aprovechamiento, por ejemplo, con invernaderos en las empresas agrícolas.

La ley establece que en casos de escasez debe asignarse prioridad al uso potable del agua. Los demás usos dependen entonces de los costos de producción, precios en el mercado y otros.

La agricultura, en su mayor parte de corte tradicional y orientada a cultivos poco rentables, carece de los recursos necesarios para invertir en una mayor tecnificación. Finalmente, las zonas urbanas y los organismos operadores de los servicios de agua potable y saneamiento, carecen de suficientes recursos para todas las inversiones necesarias, debido a que se mantienen en el círculo perverso de la ineficiencia: servicios deficientes –tarifas y recaudación insuficiente – instalaciones inadecuadas – operación ineficiente.

En síntesis el ámbito de los usuarios se rige con el criterio de lograr la máxima productividad al menor costo para la satisfacción de sus demandas en tanto que el ámbito de la autoridad esta regido por la ley, la utilidad y el interés público. Es evidente el conflicto que se establece entre los dos ámbitos principales en términos del manejo sustentable del acuífero. También existe un conflicto de intereses entre los diversos usos y usuarios. Este conflicto se polariza principalmente entre los usos productivos y el uso doméstico que por principio es administrado por organismos públicos que pretenden proporcionar un servicio sin perseguir fines lucrativos. En este sentido el uso doméstico corresponde más bien con el ámbito del interés público, responsabilidad de la autoridad del agua que actúa en correspondencia con las atribuciones de la autoridad municipal en torno a la prestación de los servicios públicos.

1. 4. Nombre del estudio

En correspondencia con las soluciones derivadas del proceso de planeación y de las actividades realizadas como fundamento analítico del acuífero, se propone este documento, denominado **PLAN DE MANEJO INTEGRADO DEL ACUÍFERO CUATROCIÉNEGAS-OCAMPO, COAHUILA**, en lo sucesivo llamado “Plan de Manejo”.

1. 5. Estudios previos

Se consulto, reviso y recopilo toda la información relacionada con el Proyecto “Plan de manejo integrado de los acuíferos Cuatrociénegas y Cuatrociénegas-Ocampo, Coahuila”. Con el objeto de definir la situación actual de conocimiento geológico, geohidrológico, geoquímico, económico, social, ambiental y cultural del área de estudio.

Los estudios consultados y recopilados se analizan y se emiten algunos comentarios a continuación:

A) SARH, 1980. Estudio geohidrológico preliminar en la zona de Cuatrociénegas-Ocampo, Coahuila. Por ININSA, para la Subdirección de Geohidrología y Zonas Áridas.

En este proyecto se presentan las características geohidrológicas del Valle de Ocampo y del norte del poblado de Cuatrociénegas. Incluye Censo de aprovechamientos, pruebas de bombeo, nivelación de brocales, sondeos eléctricos verticales y calidad del agua.

B) CONAGUA, 2001. Estudio de evaluación hidrogeológica e isotópica en el Valle del Hundido, Coahuila.

En este proyecto se presentan las actividades geológicas y geohidrológicas con el objeto de determinar la conexión hidráulica entre los valles del Hundido, Cuatrociénegas y Ocampo. Así como para definir el origen del agua de las pozas de Cuatrociénegas y el posible impacto que pudieran recibir los manantiales de Cuatrociénegas ante la extracción del agua subterránea en el valle del Hundido. Se censaron los aprovechamientos de agua subterránea existentes en los tres valles antes mencionados, se llevaron a cabo pruebas de bombeo y se elaboró un balance de aguas subterráneas.

C) Lesser, 2005. Estudio técnico del impacto por la explotación del agua subterránea en el acuífero (0504) Cuatrociénegas-Ocampo, Coahuila.

En el estudio se realiza una caracterización socioeconómica de la zona de Ocampo y en el capítulo de hidrogeología hace referencia al trabajo presentado por Lesser y Asociados (2001).

D) Rubriselva, 1998. Estudio de reactivación de redes de monitoreo de los acuíferos Cuatrociénegas – Ocampo.

En el estudio se establece una red de monitoreo (60 nodos), para la obtención de información piezométrica del acuífero. Se realiza una actualización de la información hidrogeológica.

E) Lesser, 2003. Estudio geohidrológico para la localización de nuevas fuentes subterráneas susceptibles de ser explotadas para el desarrollo agrícola de la zona La Merced-Las Ánimas, municipio de Ocampo, Coahuila.

El estudio tiene como objeto principal saber si la zona cuenta con características favorables para abrir tierras a la agricultura y reorientar las inversiones hacia nuevos

polos de desarrollo, determinando la presencia de aguas subterráneas que permitan abrir nuevos desarrollos agrícolas. Se realiza la actualización del conocimiento geohidrológico y el posible funcionamiento hidrodinámico de los acuíferos, así como la identificación de estructuras geológicas con posibilidades de formar acuíferos que permitan el almacenamiento de agua subterránea, a fin de ampliar la oferta de ésta a los agricultores interesados en desarrollar la región.

1. 6. Política Nacional sobre el manejo del agua

El Plan Nacional Hidráulico, apegado a las políticas de sustentabilidad del Plan Nacional de Desarrollo propone el cumplimiento de los siguientes seis objetivos en el país:

Objetivo 1. Fomentar el uso eficiente del agua en la producción agrícola.

Objetivo 2. Fomentar la ampliación de la cobertura y la calidad de los servicios de agua potable, alcantarillado y saneamiento.

Objetivo 3. Lograr el manejo integrado y sustentable del agua en cuencas y acuíferos.

Objetivo 4. Promover el desarrollo técnico, administrativo y financiero del sector hidráulico.

Objetivo 5. Consolidar la participación de los usuarios y la sociedad organizada en el manejo del agua y promover la cultura de su buen uso.

Objetivo 6. Prevenir los riesgos y atender los efectos de inundaciones y sequías.

El uso sustentable del acuífero, contribuye en sí a los seis objetivos anteriores. El uso irracional del agua directa o indirectamente atenta contra los mismos.

1. 7. Metodología

La metodología de trabajo puede clasificarse en dos etapas:

1. **Etapa perceptiva.** En ésta, se recopiló la información básica y fue analizada, para sentar las bases de los análisis requeridos para la obtención de los resultados del Estudio.
2. **Etapa propositiva.** En principio se conformó la metodología para desarrollar este estudio; en segundo término, se constituye el Plan de Manejo del Acuífero, que representa por sí mismo, un camino para confrontar las distintas

alternativas de desarrollo futuro del acuífero, con énfasis en el desarrollo sustentable.

La etapa perceptiva se describió con mayor detalle en el subcapítulo de recopilación y análisis de información.

La etapa prepositiva incluye la ejecución de los productos y se relaciona en gran medida con la conformación y aplicación de un modelo *hidroeconómico* para evaluar los efectos pasados de la sobreexplotación del acuífero, así como para identificar las alternativas futuras de manejo y para evaluar la alternativa óptima.

El modelo hidroeconómico representa un instrumento de evaluación que considera la totalidad de la información depurada. Su punto de partida es la información estadística de la zona de estudio, así como la información de los estudios geohidrológicos previos y del Proyecto de Uso Sustentable del Acuífero.

El tratamiento de la información en conjunto, permite evaluar el efecto de cada una de las acciones del Proyecto, así como otros aspectos de importancia, como son la evaluación de los costos económicos y ambientales para cada política de operación propuesta.

Asimismo, el modelo cuenta con los insumos para la modelación hidrodinámica en la plataforma *VISUAL MODFLOW 2.8.1*, a partir de la cual se obtienen parámetros que contribuyen a determinar de manera más precisa el efecto de las acciones del proyecto.

Ya que el modelo involucra información de diversa índole, el tratamiento de cada tema se describe en forma separada en las siguientes figuras.

Destacan entre estos análisis: el del sector agrícola, los escenarios de planeación, los rasgos generales del modelo conceptual de funcionamiento hidrodinámico.

Una síntesis de los datos estadísticos y experimentales recopilados para los cultivos de la zona de estudio, se presenta en los Anexos (Tomo II); sin embargo, la información en conjunto fue considerada en el Modelo Hidroeconómico.

El análisis de la matriz de planeación tiene funciones diversas, algunos de sus resultados se presentan en los primeros gráficos del presente capítulo. La matriz de planeación cuenta con diversos criterios de clasificación y en sí, el modelo presenta la opción de evaluar el efecto marginal de anular o realizar cualquiera de las acciones. Por medio de funciones algebraicas de interrelación, se consideró el efecto conjunto de las acciones.

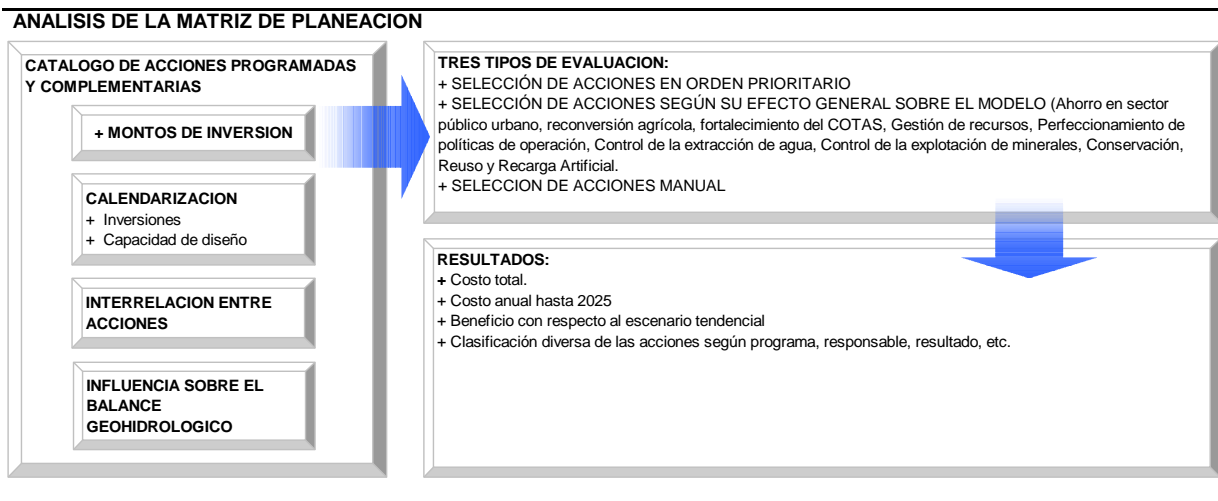


Figura 5. Funciones de análisis de la matriz de planeación en el Modelo Hidroeconómico

Resulta de importancia fundamental la comprensión del modelo conceptual de funcionamiento hidrodinámico, así como el papel de sus componentes geométricas y físicas en el acuífero. Diversas conclusiones de estudios previos se incluyen en el análisis matemático de funcionamiento hidrogeológico. Se considera la ecuación de balance de agua subterránea.

Por último, el algoritmo para la priorización de las acciones es relativamente simple y consiste en un código, que mediante prueba y error identifica a partir de un escenario que incluye el total de acciones, cuáles son las acciones menos relevantes para recuperar volumen de agua en el acuífero.

En conjunto, la información previamente descrita y los criterios de análisis, permiten llevar a su término la evaluación del efecto de las acciones sobre la oferta y la demanda.

Como fase definitiva de la etapa prepositiva, se encuentra la integración del Plan de Manejo Integral del Acuífero (PMI).

El PMI se concibe como un documento de carácter ejecutivo, concreto y resumido, donde se describen la situación actual, las acciones en proceso, las metas y los mecanismos para asegurar el seguimiento del plan.

En correspondencia con el proceso de planeación instituido por el Comité Técnico de Aguas Subterráneas (COTAS), el PMI se fundamenta en la siguiente secuencia de actividades:

- Análisis de la problemática.

- b) Revisión de los objetivos establecidos en taller de planeación antes con el método ZOPP.
- c) Definición de acciones con interacción del COTAS y del Consejo de Cuenca (alternativas) - Precisado a más detalle en el PMI –
- d) Evaluación de alternativas. -Realizado en carácter de planeación durante PMI-
- e) Costo de las acciones. Factibilidad - recursos – responsables
- f) Impacto en el acuífero y en la sobreexplotación.
- g) Diagnóstico de los proyectos.
- h) Matriz de congruencia.
- i) Priorización de acciones para cada estado de operación del acuífero.
- j) Identificación de alternativas óptimas y propuesta de su seguimiento.

Además de la integración del Plan de Manejo, se procedió a preparar un anteproyecto del reglamento del acuífero, para lo que se consultaron aquellos documentos legales fundamentales y precedentes, para posteriormente integrar una versión actualizada de acuerdo con el marco legal actual.

1. 8. Localización del área de estudio

La zona de estudio se localiza en la parte centro del estado de Coahuila entre los paralelos 26° 59' y 28° 04' de latitud norte y entre los meridianos 101° 51' y 102° 51' de longitud oeste con una superficie aproximada de 5357 km² (figura 1).

A la fecha se encuentra publicadas en el Diario Oficial de la Federación las poligonales simplificadas de los acuíferos de Cuatrociénegas y Cuatrociénegas-Ocampo. La zona geohidrológica Cuatrociénegas-Ocampo, se encuentra delimitada por la poligonal cuyos vértices se muestran en la siguiente tabla:

Tabla 1. Vértices para el acuífero Cuatrociénegas-Ocampo

Vértice	LONGITUD OESTE			LATITUD NORTE		
	GRADOS	MINUTOS	SEGUNDOS	GRADOS	MINUTOS	SEGUNDOS
1	102	48	46.7	27	59	18.4

2	102	50	31.7	28	0	45.5
3	102	46	57.6	28	4	40.7
4	102	40	37.5	28	4	39.9
5	102	29	14.2	28	0	1.1
6	102	13	55.1	27	37	38.9
7	102	7	13.7	27	39	24.5
8	102	5	36.1	27	33	59.4
9	101	57	18.5	27	27	51.0
10	101	53	47.4	27	19	6.5
11	101	58	15.7	27	14	52.4
12	101	51	13.8	27	8	36.9
13	101	51	40.4	27	6	56.8
14	101	56	56.8	27	6	34.5
15	102	1	4.4	27	5	57.7
16	102	1	11.8	27	2	33.3
17	102	4	46.8	27	1	38.8
18	102	6	3.2	27	0	0.9
19	102	9	59.2	26	59	22.2
20	102	20	13.6	27	1	24.8
21	102	26	33.9	27	1	35.2
22	102	28	38.2	27	4	11.4
23	102	35	56.9	27	7	53.0
24	102	39	21.6	27	10	15.9
25	102	43	3.9	27	17	32.5
26	102	36	8.0	27	22	10.3

27	102	36	54.4	27	25	12.0
28	102	39	0.9	27	28	54.8
29	102	38	6.0	27	30	42.7
30	102	46	15.5	27	38	38.6
31	102	45	5.7	27	42	2.2
32	102	51	6.2	27	53	45.9
1	102	48	46.7	27	59	18.4

1.8.1. Extensión

En el área se encuentran tres valles, el primero es el de Cuatrociénegas, el segundo de El Hundido y el tercero de Cuatrociénegas-Ocampo. En el primer y tercer valle es donde se basa este estudio.

El Valle de Cuatrociénegas se encuentra limitado por las Sierras La Madera al norte, La Fragua al oeste, San Marcos y La Purísima al sur y al este por la Sierra La Purísima, con una superficie aproximada de 1 426 km². (Figura 4).

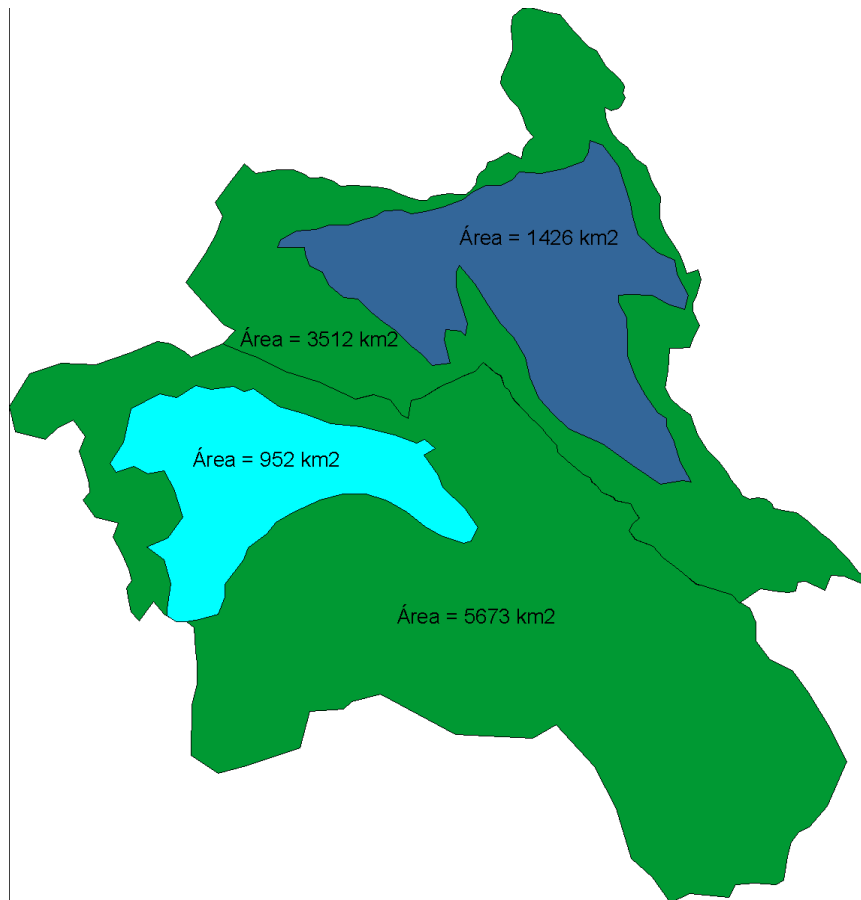


Figura 6. Extensión de la zona de estudio

1.8.2. Vías de comunicación

Las principales vías de comunicación son: la carretera federal No. 57 que comunica a la ciudad de México con la parte norte del país, pasando por Saltillo, Monclova y llega hasta Piedras Negras; la carretera federal No. 30 que va de Monclova a Cuatrociénegas de Carranza hasta la ciudad de Torreón; el ferrocarril que une la Ciudad de Saltillo, Monclova, Cuatrociénegas y Torreón.

Coahuila posee cinco aeropuertos, que se localizan en Torreón, Saltillo, Piedras Negras, Monclova y Ciudad Acuña; pero sólo el primero proporciona servicio internacional, los cuatro restantes únicamente dan servicio nacional y local. Los aeropuertos más cercanos a la zona de estudio son los que se encuentran en las ciudades de Monclova, Torreón y Saltillo (figura).

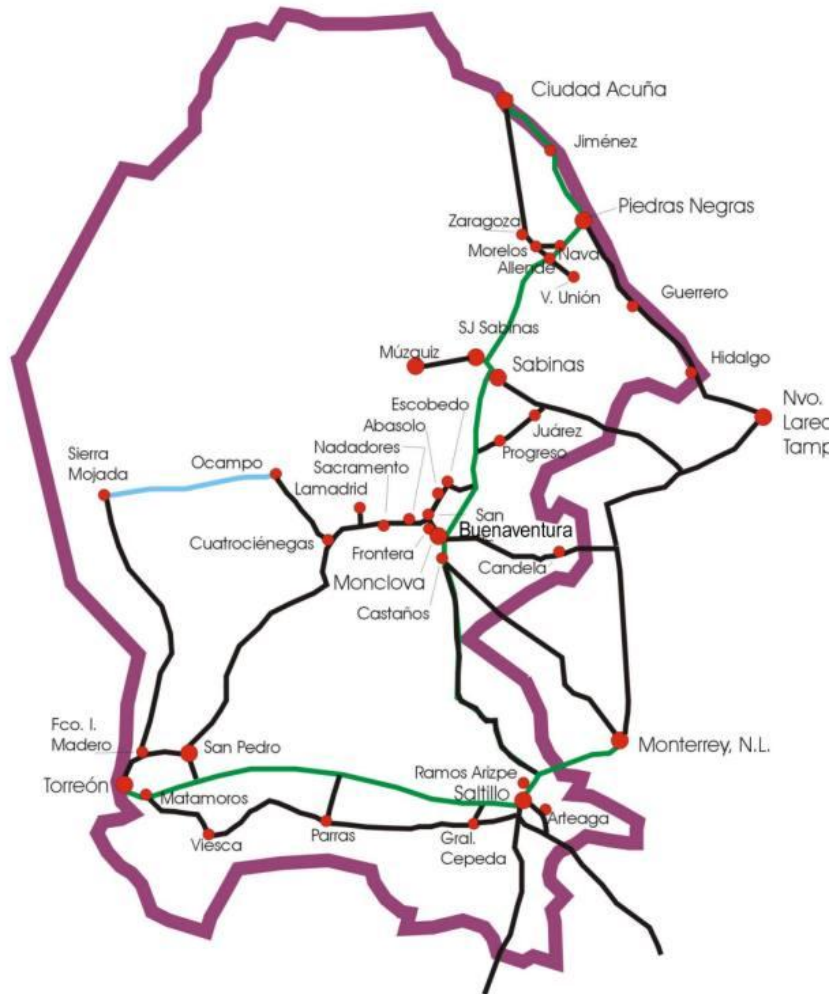


Figura 7. Vías de comunicación en el área de estudio

2. OBJETIVO

El objetivo general consiste en formular un Plan de Manejo Integrado de los acuíferos de Cuatrociénegas y Cuatrociénegas-Ocampo, que adecue el desarrollo sustentable de la región a la disponibilidad del agua, enmarcado en el contexto de la actual política nacional hidráulica.

Sus objetivos específicos son, a partir de la información existente:

- Analizar e integrar la información existente relativa al manejo del agua (geohidrológica, hidrológica, técnica, financiera, social, institucional, legal y de protección ambiental).
- Actualizar el censo de captaciones de aguas subterráneas.
- Realizar pruebas de bombeo en el acuífero.
- Realizar análisis hidrogeológicos en el acuífero.
- Participar en los talleres de Planeación Participativa.
- Caracterizar y proyectar la demanda (incluyendo las demandas ambientales) y la disponibilidad.
- Desarrollar un modelo de simulación de flujo subterráneo del acuífero con información reciente para evaluar diferentes escenarios de manejo del agua.
- Estimar la relación costo-beneficio de la sobreexplotación.
- Evaluar la disponibilidad de agua subterránea través de diversos balances hidráulicos.
- Simular con el modelo de flujo subterráneo escenarios paramétricos concertados con los usuarios.
- Con una amplia participación de los involucrados en el manejo del agua, definir y analizar las acciones concretas de reducción de la demanda, de manejo de la disponibilidad y de mejora de la recarga
- Evaluar en términos técnicos, económicos, sociales, institucionales y normativos las diversas opciones de manejo del agua.
- Formular un Plan de Manejo Integrado de los acuíferos de Cuatrociénegas y Cuatrociénegas-Ocampo.

3. MARCO JURÍDICO

La Constitución Política de los Estados Unidos Mexicanos, en su artículo 27 define la propiedad de las aguas nacionales. La Ley de Aguas Nacionales y su Reglamento enfatizan el papel de la Comisión Nacional del Agua como órgano rector en el marco técnico y legal en cuanto al aprovechamiento hidráulico. Denota la importancia de los Consejos de Cuenca y de los Comités Técnicos de Aguas Subterráneas (COTAS) para el cuidado de los acuíferos y en la toma de decisiones en su protección y manejo. Asimismo explica la función del Registro Público de Derechos de Agua, que representa el instrumento legítimo para proteger los derechos de los usuarios.

El COTAS del acuífero Cuatrociénegas-Ocampo, se estableció oficialmente el 28 de marzo del 2007, y opera como organismo auxiliar del Consejo de Cuenca.

La Ley Federal de Derechos en materia de agua, establece los criterios para aplicar las tarifas por pago de derechos correspondientes a los distintos usos del agua, cuerpos de agua y bienes nacionales, según la zona de disponibilidad a la que pertenezcan los municipios. Establece asimismo la exención del pago de derechos para los usos agrícola y pecuario. También señala que no se pagan derechos por aguas residuales empleadas en lugar de aguas de primer uso.

Entre otros elementos normativos se encuentran las reglas de operación de los programas institucionales con recursos de inversión para la tecnificación y uso eficiente del agua.

En Coahuila no se cuenta con una Ley Estatal de Aguas, donde se establezcan las funciones y responsabilidades de las instancias estatales y municipales que participan en el sector, así como los derechos y obligaciones de usuarios del agua.

Los acuíferos Cuatrociénegas-Ocampo y Cuatrociénegas, están ubicados en una zona libre para el alumbramiento de aguas del subsuelo, por lo que no existe veda para ningún uso.

También son de importancia diversas Normas Oficiales Mexicanas, entre las que destaca la NOM-011-CNA-2000 sobre la Conservación del recurso agua, esta norma establece las especificaciones y el método para determinar la disponibilidad media anual de las aguas nacionales.

El marco de Planeación Hidráulica Nacional que rige el medio ambiente indica, que es una prioridad para el país, se protejan los recursos naturales de los que depende, entre ellos el agua considerado como elemento de seguridad Nacional.

En materia hidráulica, el Programa Hidráulico Regional (PHR) se instauró como una extensión del Plan Nacional de Desarrollo, su misión, definir y hacer que se cumplan las estrategias y metas del sector hidráulico, en un marco de sustentabilidad y de resolver la problemática existe.

En cuanto al ordenamiento en el uso del agua subterránea existen serios rezagos, porque se carece de una medición que permita verificar el cumplimiento de la Ley en sus distintos ámbitos. Esta medición no es sistemática y existe incertidumbre en cuanto al volumen de extracción, la calidad del almacenamiento subterráneo y los niveles piezométricos.

A continuación se enuncian algunos instrumentos jurídicos que inciden directamente sobre el acuífero, con una breve descripción.

1) Acta constitutiva de la asociación denominada “Comité Técnico de Aguas Subterráneas del Acuífero Cuatrociénegas-Ocampo” Asociación Civil. Fuente: Acta constitutiva del COTAS, 2007.

En este documento se describen las características de la sociedad civil en que se instituye el COTAS del acuífero Cuatrociénegas-Ocampo, lo que conforma un elemento base para la normatividad del acuífero, al considerar que el COTAS constituye el actor principal para llevar a cabo la coordinación del control y manejo del acuífero.

2) Reglas de operación del Programa de Adquisición de Derechos de Agua. Fuente: DOF, Agosto de 1003.

Sin duda este documento, publicado en el mes de agosto del 2003, constituye un antecedente en la historia de nuestro país, donde se describen las reglas para la adquisición de derechos de agua, en una interacción entre la SAGARPA y los usuarios de algunos de los principales Distritos de Riego del país, pero con mención de la posible aplicación del programa en el mismo u otros distritos, en caso de solvencia presupuestal para dicho fin.

4. PRINCIPIOS PARA EL MANEJO INTEGRADO DEL AGUA

Las premisas básicas que orientan la política hidráulica del país son:

- El agua es un recurso estratégico de seguridad nacional.
- El Desarrollo del país debe darse en un marco de sustentabilidad.
- La unidad básica para la administración del agua es la cuenca hidrológica, ya que es la forma natural de ocurrencia del ciclo hidrológico.
- El manejo de los recursos naturales debe ser integrado.
- Las decisiones deben tomarse con la participación de los usuarios.

Para el caso específico del Acuífero:

- La situación de sobreexplotación implica una extracción y el aprovechamiento de agua en cantidades que abaten los niveles de bombeo, encarecen el agua y ponen en riesgo la utilidad de dicho recurso para el uso agrícola.
- El acuífero es una fuente de abastecimiento de agua, irremplazable para el desarrollo socioeconómico del Valle de Cuatrociénegas-Ocampo.

5. DIAGNÓSTICO

5. 1. Población y desarrollo socioeconómico

5. 1. 1. Población

El acuífero de Cuatrociénegas-Ocampo es de gran importancia para el Estado de Coahuila, debido a que es una zona ganadera por excelencia.

El índice de Población Económicamente Activa (PEA) por kilómetro cuadrado en el municipio de Cuatrociénegas-Ocampo es de 0.71; mientras que en el Estado de Coahuila es de 5.64 y en el ámbito nacional es de 18.03. El Producto Interno Bruto (PIB) en el municipio representa apenas el 5.2% del indicador estatal y el 0.2% del indicador nacional.

La escasez natural y el aprovechamiento inadecuado de los recursos agua y suelo, implica presión y competencia por su uso, con el consiguiente impacto negativo sobre la población. Como consecuencia de lo anterior, la población del municipio presenta un grado creciente de desintegración social, que se refleja en los cambios en el equilibrio de los grupos de género y edad que la conforman. A su vez, estos cambios se derivan de la emigración hacia las ciudades fronterizas y hacia Estados Unidos, así como de la crisis de la industria siderúrgica y de las maquiladoras, especialmente las del área de Monclova.

La población total en el año 2000 fue de 11,165 mil habitantes, adicional se prevé que para el año 2030 la población total sea de 11,541 habitantes, esta proyección obedece a la escasa oferta de empleos y a la migración observada por lo que es importante garantizar una reserva estratégica para el uso público-urbano.

5. 1. 2. Actividad económica

En cuanto a las ramas de actividad, la producción agrícola de algunos cultivos, como los forrajes, se ha intensificado para cubrir la demanda de insumos de la industria lechera de la Comarca Lagunera, destacando la producción de alfalfa, sorgo, maíz, trigo y hortalizas. Se aprovechan al menos 33 especies de plantas, entre las cuales destacan mezquite, candelilla, orégano y lechuguilla, que generan beneficios de carácter precario y estacional; a pesar de esto, en algunos casos representan la única fuente del ingreso familiar. Hay una modesta actividad ganadera para autoconsumo y venta. No hay desarrollo industrial y los servicios disponibles se relacionan con la compraventa de productos agropecuarios.

Respecto a los servicios básicos existentes, en el municipio de Cuatrociénegas-Ocampo se considera de bajo índice de marginalidad.

Los costos de extracción van en aumento por el consumo de energía eléctrica, perjudicando la rentabilidad de los cultivos y deteriorando la calidad del agua por el abatimiento del acuífero, y representado un esquema de sobreexplotación que no se puede seguir manteniendo como hasta ahora, porque de seguir así se está arriesgando la estabilidad hidrológica de la región, afectando con ello a toda la población y a las actividades económicas.

5. 2. Evaluación de programas relativos al manejo del agua

Programas hidroagrícolas

El impacto de los programas de apoyo para el sector primario (agricultura, ganadería, piscicultura, forestal, minería, entre otros) en el acuífero, está directamente relacionado con la disminución del volumen del agua que se utiliza actualmente. La agricultura es el principal causante de sobreexplotación, por lo que el primer beneficio es hidráulico-ambiental, posteriormente económico-social, al hacer un mejor uso del agua pueden mejorar drásticamente la situación actual del acuífero e incrementar su productividad y por lo tanto sus ingresos.

Los programas de apoyo ofrecen una alternativa de organización para los productores para que de manera individual o asociados puedan hacer uso de subsidios que le permitirán lograr diferentes objetivos. Una de las ventajas que ofrecen este tipo de programas es la supervisión y asesoría técnica, la cual está en coordinación con otras dependencias de Gobierno afines con el uso sustentable del agua como lo es SAGARPA y SEMARNAT mediante CNA.

Programas de SAGARPA, mediante PROCAMPO

Objetivo: Apoyar en forma directa a los productores inscritos en el Directorio del Programa PROCAMPO con superficie elegible y que se mantengan en producción en los ciclos agrícolas de la región.

Quiénes pueden recibir apoyos: Los productores con superficie elegible de los predios registrados en el Directorio de PROCAMPO para los que se solicite el apoyo y se mantengan en producción en los ciclos agrícolas definidos en la región o se encuentren bajo proyecto ecológico autorizado por la Secretaría del Medio Ambiente y Recursos Naturales (SEMARNAT).

Apoyos que se otorgan:

Hasta la fecha se desconocen los apoyos otorgados en la región y a continuación se presentan como ejemplo los apoyos otorgados en otros acuíferos del país, para el

ciclo Primavera-Verano 2003 el **apoyo directo por hectárea en superficies de riego** es de \$905.00 (Novecientos Cinco Pesos 00/100 m.n.) y en **superficies de temporal** es de \$1,035.00 (Mil Treinta y Cinco Pesos 00/100 m.n.) por hectárea para superficies de hasta 6 hectáreas y de \$905.00 (Novecientos Cinco Pesos 00/100 m.n.) por hectárea para superficies mayores a 6 hectáreas siendo aportado en un 100% por el Gobierno Federal y operado por el Gobierno del Estado a través del Distrito de Desarrollo Rural.

Los requisitos de apoyo son los siguientes:

- Acudir a la ventanilla que te corresponda a reinscribir la solicitud en la fecha establecida para apertura de recepción:
- Superficies de Riego Pago Anticipado
- Superficies de Temporal Pago Anticipado
- Superficies de Riego Pago Normal
- Superficies de Temporal Pago Normal
- Contar con su expediente completo y entregar 2 fotocopias de su Clave Única de Registro de Población (CURP), aquellos productores que carezcan de ésta, deberán entregar dos fotocopias de su acta de nacimiento por cada solicitud reinscrita.

Los programas que implementa el Gobierno Federal, forman parte de la estrategia del Gobierno Federal y Estatal para el fortalecimiento del sector ante el proceso de globalización y el impulso al desarrollo rural para mejorar la calidad de vida de sus habitantes.

"Este programa es de carácter público, no es patrocinado ni promovido por partido político alguno y sus recursos provienen de los impuestos que pagan todos los contribuyentes. Está prohibido el uso de este programa con fines políticos, electorales, de lucro y otros distintos a los establecidos. Quien haga uso indebido de los recursos de este programa deberá ser denunciado y sancionado de acuerdo con la ley aplicable y ante la autoridad competente".

En 1996 se puso en operación la Alianza para el Campo como una nueva estrategia para impulsar la recuperación y desarrollo del Sector Agropecuario. Alianza coordina los instrumentos de fomento disponibles del sector público para elevar la productividad agropecuaria.

La estrategia se dirige a los productores con programas y acciones que coadyuven en el alivio de la pobreza rural enfatizando la importancia de un enfoque micro regional, la preservación de los recursos naturales y la transferencia de la tecnología apropiada a los productores. La suma de recursos federales y estatales, aunada a la contribución de los productores de la entidad, tiene por objeto apoyar la

capitalización, la incorporación de tecnología y elevar la productividad, a través del mejoramiento genético, la repoblación de inventarios, la infraestructura y el equipamiento productivo.

Se promueve también la utilización integral y sostenible de los recursos, incrementar la producción de alimentos, mejorar los mecanismos de comercialización por unidad productiva y fomentar la organización y el intercambio tecnológico entre productores.

Parte importante de este logro ha sido la apertura de la Secretaría de Agricultura, Ganadería, Desarrollo Rural, Pesca y Alimentación a las opiniones y sugerencias de todos los estados de la República a través de la Asociación Mexicana de Secretarios de Desarrollo Agropecuario, A.C.

Programas de Fomento Agrícola

1. Programas de Fomento Ganadero.
2. Programas de Desarrollo Rural.
3. Programas de Sanidad e Inocuidad Agroalimentaria.

Objetivo: Impulsar el establecimiento de los Agro negocios en el medio rural y el fortalecimiento de las cadenas agroalimentarias, para incrementar el ingreso de los productores y elevar su calidad de vida.

Tipos de apoyo:

En lo general se establecen dos tipos de apoyos:

- 1.- A la demanda libre.
- 2.- Demanda vía proyectos.

La población objetivo se define según su ingreso con los siguientes criterios:

Productores de Bajos Ingresos, en zonas marginadas.

- Hasta 10 Ha. de riego o hasta 20 Ha. de temporal.
- Hasta 20 Cbz. de ganado mayor o, 100 Cbz. de ganado menor o, 25 colmenas.

Productores de Bajos Ingresos, en zonas no marginadas.

- Hasta 10 Ha. de riego o hasta 20 Ha. de temporal.
- Hasta 20 Cbz. de ganado mayor o, 100 Cbz. de ganado menor o, 25 colmenas.

Productores de Bajos Ingresos, en transición.

- Hasta 20 Ha. de riego o hasta 40 Ha. de temporal.
- Hasta 50 Cbz. de ganado mayor o, 250 Cbz. de ganado menor o, 125 colmenas.

Resto de Productores

- Son los productores con superficies, cabezas y colmenas mayores a los establecidos en el punto I, II y III.

Todos los programas son de carácter público, y está prohibido su uso con fines políticos, electorales, de lucro y otros distintos a los establecidos. Quien haga uso indebido de los recursos de estos programas, deberá ser denunciado y sancionado de acuerdo con la Ley aplicable y ante la Autoridad competente.

Programas de apoyo a la infraestructura rural hidroagrícola

Los programas de apoyo a la infraestructura rural hidroagrícola son los siguientes:

Equipamiento rural

Dentro de este programa se atienden solicitudes de productores agropecuarios, con el propósito de que se les apoye en la construcción y/o rehabilitación de bordos parcelarios y de abrevadero, mejora de caminos saca cosechas, construcción de silos, construcción de tajos dentro de sus predios.

Programa de conservación del suelo y agua

Dentro de este programa, se atienden solicitudes de trabajos de nivelación de tierras dentro de sus parcelas, trabajo de subsuelo, excavación de zanjas para la instalación de tuberías de P.V.C. Para todos estos trabajos la Comisión para la el Desarrollo Agropecuario opera once tractores Bulldozer y una máquina Retroexcavadora.

Programa de empleo temporal

Con este programa se atienden solicitudes para apoyo a los productores agropecuarios con rollos de alambre de púas y poste de acero para el cercado de sus predios agrícolas.

Dentro de este programa también se apoya a los productores agropecuarios con despensas alimenticias, para compensar trabajos realizados dentro de sus predios como son: Despiedres, plantación de nopal o maguey, reparación de cercos.

Programa de desarrollo de áreas de riego

Dentro de este programa se apoya a productores agropecuarios para el suministro y colocación de líneas de conducción con tubería de P.V.C. e instalación de sistemas de riego tecnificado.

Programa impulso y desarrollo de pequeñas, medianas y grandes áreas de riego

Se apoya a los productores agropecuarios con el suministro e instalación y/o reparación de equipos de bombeo y electrificaciones para pozos, norias o aprovechamientos superficiales de agua, suministro e instalación de líneas de conducción y sistemas de riego tecnificado.

Fomento agrícola

Objetivo: Impulsar la producción y productividad agrícolas a fin de elevar el ingreso de los productores, apoyar la investigación y la transferencia de tecnología, acorde con las necesidades de las cadenas productivas, facilitar la integración de cadenas productivas agroalimentarias y asegurar el patrimonio fitogenético nacional, para su conservación y uso sostenible, con énfasis en aquellos recursos de importancia para la alimentación y la agricultura.

Quiénes pueden recibir apoyos: Los productores agrícolas en forma individual y organizada (ejidatarios, colonos, comuneros, pequeños propietarios, asociaciones de productores y sociedades civiles o mercantiles dedicadas a la producción agrícola).

Programas Integrantes:

Fomento a la productividad.

Objetivo: Promover el desarrollo de una estructura de cultivos orientada a satisfacer las necesidades del mercado e incrementar la rentabilidad y la superficie dedicada a la producción de cultivos industriales.

Apoyos que se otorgan:

- Apoyo al paquete tecnológico.
- Pago de derechos por uso de semilla genéticamente modificada para algodón y soya.
- Manejo integrado de plagas e inducción de nuevas tecnologías.
- Apoyo a la formulación de proyectos.
- Fomento a la Inversión y Capitalización.

Fomento a cultivos estratégicos.

Objetivo: Promover el desarrollo de la fruticultura, horticultura y producción de cultivos ornamentales.

Apoyos que se otorgan:

- Establecimiento y mantenimiento de huertos.
- Adquisición de material vegetativo, equipo y pago de servicios.
- Manejo integrado de plagas.
- Apoyo a la formulación de proyectos.

Desarrollo de los agro sistemas tropicales y subtropicales.

Objetivo: Promover el desarrollo de la producción de cultivos tropicales y subtropicales bajo el enfoque de agro sistemas y de cadenas productivas.

Apoyos que se otorgan:

- Establecimiento, mantenimiento y rehabilitación de huertos.
- Establecimiento y mantenimiento de centros de producción de material vegetativo.
- Cultivos intercalados.
- Manejo integrado de plagas.
- Apoyo a la formulación de proyectos.

Investigación y transferencia de tecnología.

Objetivo: Apoyar la investigación y transferencia de tecnologías, acorde con las necesidades de las cadenas productivas.

Apoyos que se otorgan:

- Para la realización de proyectos de investigación y eventos de transferencia de tecnología.
- Por única vez, la elaboración de programas de necesidades de investigación y transferencia de tecnología en cada entidad.

Sistema Nacional de recursos fitogenéticos.

Objetivo: Asegurar el patrimonio fitogenético nacional, para su conservación y uso sostenible, con énfasis en aquellos recursos de importancia alimentaria y agrícola.

Apoyos que se otorgan:

- Conservación y uso de recursos.
- Conservación y mejoramiento in situ.
- Conservación y mejoramiento ex situ.
- Evaluación y uso de recursos fitogenéticos.

Fomento a la inversión y capitalización

Objetivo: Promover un uso eficiente de los recursos suelo y agua y la capitalización del sector a través de obras de infraestructura productiva y de servicios y la adquisición de bienes de capital.

Apoyos que se otorgan:

- Infraestructura parcelaria básica y de riego.
- Mejoramiento, rehabilitación y conservación de suelos.
- Adquisición y rehabilitación de sistemas de riego tecnificado.
- Infraestructura productiva y de servicios.
- Adquisición y rehabilitación de maquinaria y equipo.
- Formulación de proyectos.

Apoyos en: Tractores, cinceles, sembradores de precisión, aspersores, e implementos de labranza de conservación y otros apoyos.

Tabla 2. Establecimiento, rehabilitación y modernización de invernaderos o macro túneles.

Concepto	Organizados		Individual	
	PBIT	RP	PBIT	RP
Apoyo Gubernamental	50.00%	35.00%	40.00%	30.00%
Monto tope hasta	\$350,000	\$245,000	\$280,000	\$210,000

Tabla 3. Adquisición, instalación y modernización de sistemas de riego tecnificado con excepción de los sistemas de riego por compuerta.

Concepto	Organizados		Individual	
	PBIT	RP	PBIT	RP
Sistema de Riego	80.00%	60.00%	70.00%	50.00%

Tope por hectárea	\$12,000.00	\$9,000.00	\$10,500.00	\$7,500.00
-------------------	-------------	------------	-------------	------------

Tabla 4. Cadenas productivas agrícolas: Guayaba, durazno, ajo, forrajes, chile y vid.

Cadenas productivas		Organizados
Beneficio	RP	Apoyo Máximo
Congresos	50.00%	Hasta \$300,000.00 por evento
Capacitación	80.00%	Hasta \$40,000.00 por evento

Fomento ganadero.

Objetivo: Este conjunto de programas se orienta a apoyar la capitalización de los ganaderos, acelerar la adopción de tecnología a nivel del productor en lo relativo a alimentación, mejoramiento genético y sanidad, complementado con asistencia técnica; con la finalidad de elevar la productividad por unidad de superficie y por unidad animal, también se promueve la integración y desarrollo de cuencas de producción, así como el fortalecimiento de la cadena producción - consumo.

Quiénes pueden recibir apoyos: Ejidatarios, colonos, comuneros, pequeños propietarios, asociaciones de productores y sociedades civiles o mercantiles, dedicadas a la producción pecuaria. Además, quienes presenten proyecto de reconversión hacia la actividad ganadera (solo en recuperación de tierras de pastoreo).

Características de los apoyos: Se establecen como prioridades el otorgamiento de apoyos a Proyectos de Desarrollo de Predios Ganaderos, Centros de Acopio o Empresas que incentiven o favorezcan la incorporación de los productores primarios a los Sistemas Producto Pecuarios para el fortalecimiento de las Cadenas Agroalimentarias, así como, al impulso del desarrollo de proyectos agropecuarios integrales.

Apoyos en:

- Infraestructura
- Tejabanes, pesebres, salas de ordeña, bodegas, corrales de manejo, etc.
- Maquinaria y equipo
- Ordeñadoras, empacadoras, carros mezcladores, cortadoras, ensiladoras, molinos, plantas de luz, etc.

- Semovientes
- Vientres bovinos, ovinos, caprinos, porcinos; conejos, abejas.
- Otros semovientes
- Sementales bovinos, ovinos, caprinos y porcinos, etc.
- Germoplasmas
- Embriones, dosis de semen, equipos de inseminación, etc.

Tabla 5. Monto de apoyos ganaderos

Estrategia Integración de Cadena Agroalimentaria.	Estrato	Apoyo Gubernamental
Establecimiento, rehabilitación, infraestructura y equipo para praderas y agostaderos.	PBIT	65%
	RP	50%
Construcción y rehabilitación de infraestructura y equipamiento de unidad de producción bovina, ovina, porcina, caprina y apícola.	PBIT	65%
	RP	50%
Adquisición de semovientes de las especies bovina, ovina, caprina, porcina, avícola y apícola.	PBIT	65%
	RP	50%
Adquisición de germoplasma y equipo para inseminación artificial.	PBIT	65%
	RP	50%

En los casos de adquisición de Infraestructura y/o Equipo el apoyo máximo será de \$130,000.00

Recuperación de tierras de pastoreo.

Objetivo: Apoyar acciones que permitan incrementar la disponibilidad de forraje en tierras de pastoreo de modo sostenible, con plantas forrajeras, así como la tecnificación y modernización de la infraestructura productiva para un mejor manejo de la unidad de producción.

Apoyos que se otorgan:

- Semilla, infraestructura y equipamiento de unidades de producción, necesarios para el establecimiento, la rehabilitación y conservación de

pastizales y agostaderos, así como elaboración de proyectos (cuando la COTEGAN lo considere conveniente).

Mejoramiento genético.

Objetivo: Incrementar la producción de carne, leche y lana por unidad animal, apoyar la repoblación del inventario ganadero con la adquisición de sementales y vientres nacionales e importados y su incorporación al hato ganadero comercial; así como fomentar la calidad genética mediante prácticas de inseminación artificial y transferencia de embriones.

Apoyos que se otorgan:

- Pie de cría, dosis de semen y embriones de las principales especies domésticas, así como equipo para inseminación artificial y transplante de embriones.

Programa lechero.

Objetivo: Propiciar la tecnificación, modernización y capitalización de las explotaciones lecheras de las diferentes especies domésticas, así como los sistemas de acopio y transformación, que redunde en una mejor producción y calidad del producto.

Apoyos que se otorgan:

- Infraestructura y equipos especializados necesarios para el mejoramiento y modernización de las explotaciones lecheras, así como la construcción, rehabilitación y equipamiento de centros de acopio; equipos para industrialización de la leche y para laboratorios de calidad.

Programa apícola.

Objetivo: Incrementar la producción y productividad de las unidades apícolas, así como la elevación de la calidad de miel y otros productos de la colmena, mediante el fortalecimiento de la infraestructura y equipamiento productivo y de acopio, mejoramiento genético y control sanitario.

Apoyos que se otorgan:

- Material biológico y equipamiento de las unidades de producción apícolas, tratamientos contra varroasis, reactivos y análisis de laboratorio e infraestructura y equipamiento de centros de acopio de miel.

Desarrollo de proyectos agropecuarios integrales.

Objetivo: Apoyar y fomentar el desarrollo de unidades de producción pecuaria de manera sostenible, a través de la contratación de técnicos que propicien los procesos de capacitación, asistencia técnica y transferencia de tecnología, mediante proyectos que integren a productores en grupos y fortalezcan las cuencas de producción.

Apoyos que se otorgan:

- Servicios de asistencia técnica que comprenden la contratación, capacitación, actualización y pago de giras de intercambio técnico de coordinadores y promotores de desarrollo.

Fomento avícola y porcícola.

Objetivo: Apoyar la construcción, modernización y rehabilitación de la infraestructura y el equipamiento de las unidades de producción y de industrialización, para inducir la incorporación de tecnología y elevar la productividad de la avicultura y porcicultura, así como, mejorar los esquemas de transformación de sus productos.

Apoyos que se otorgan:

- Infraestructura y equipos especializados necesarios para el mejoramiento y modernización de las explotaciones avícolas y porcícolas. En infraestructura de transformación se apoya la adquisición de equipos de limpieza y clasificación de huevo, así como, la transformación y remodelación de rastros, obradores y frigoríficos a tipo inspección federal.

Desarrollo rural

Quiénes pueden recibir apoyos:

Unidades de producción rural familiar, mujeres, jóvenes e indígenas habitantes de regiones y municipios que presentan los mayores índices de marginación y población rural de otros municipios del país que reúna los requisitos de elegibilidad, ya sea de manera individual u organizada.

Programa de Desarrollo de Capacidades (PRODESCA).

Objetivo:

Desarrollar capacidades en la población rural elegible a través de proveer conocimientos útiles para mejorar procesos productivos, comerciales, organizativos y empresariales.

Apoyos que se otorgan:

- Servicios de capacitación, asistencia técnica y consultoría proporcionados por una red de prestadores de servicios profesionales que son certificados con base en su desempeño y contratados directamente por los usuarios finales.

Apoyos en:

Diseños de proyectos de desarrollo, puesta en marcha de proyectos de desarrollo, asesoría técnica y consultoría profesional para empresas rurales, capacitación para empresas rurales, programas especiales para desarrollo de capacidades y otros apoyos.

Tabla 6. Apoyos en el diseño de proyectos

Servicios	Tipo de Proyecto		
	Modulares PM	Actividades en común PAC	Integrales PI
Diseño de proyecto	16,000	25,000	40,000
Puesta en Marcha			
Asesoría técnica y Consultoría			

Programa de Apoyos a Proyectos de Inversión Rural (PAPIR).

Objetivo: Fomentar la inversión en bienes de capital de la población rural elegible a través del apoyo para la puesta en marcha de proyectos la reconversión productiva, la transformación y acondicionamiento de la producción primaria, la generación de empleo rural no agropecuario y de servicios, así como su posicionamiento en los mercados.

Apoyos que se otorgan:

- La puesta en marcha de proyectos de inversión que posibiliten la reconversión productiva, la transformación, el posicionamiento en los mercados y la generación de servicios y empleo no agropecuario.

Apoyos en:

Tabla 7. Bienes de capital necesarios para la puesta en marcha de proyectos productivos.

Valor de los bienes de capital por socio (pesos)	Porcentaje máximo de apoyo gubernamental		Porcentaje máximo de apoyo gubernamental en atención a la demanda de UPR
	Normales	Grupos prioritarios	
< \$15,000	70%	90%	55%
\$15,001 - \$75,000	66%	80%	53%
\$75,001 - \$150,000	63%	63%	50%
\$150,001 - \$300,000	60%	60%	No aplica
\$300,001 -> \$5000,000	50%	50%	No aplica

Programa de Fortalecimiento de Empresas y Organización Rural (PROFEMOR).

Objetivo: Incorporar a las unidades de producción familiar rurales en forma organizada a la apropiación de valor agregado, así como elevar la participación social de la población rural en la toma de decisiones en los diferentes ámbitos del desarrollo de las regiones.

Apoyos que se otorgan:

- Fortalecimiento institucional de municipios, distritos de desarrollo y regiones para la definición de prioridades regionales e incrementar el acceso de la población rural a los recursos públicos.
- Consolidación empresarial (profesionalización y administración) interna de las organizaciones económicas rurales.

Apoyos en:

Tabla 8. Fortalecimiento Institucional, consolidación administrativa y fomento empresarial.

Componente: Fortalecimiento institucional, consolidación administrativa y fomento empresarial	Aportaciones (montos)	
	Hasta	Máximo \$

Consolidación Organizativa Estructura interna 1er. nivel		75,000.00
I) Menor de 5 años	80%	250,000.00
II) Más de 5 años	80%	150,000.00
Fortalecimiento Institucional Consejo Municipal de Desarrollo Rural Sustentable		130,000.00

Programas de sanidad e inocuidad agroalimentaria

Objetivo: Impulsar el control y erradicación de plagas y/o enfermedades agrícolas, pecuarias, apícolas y acuícolas que son motivo de restricciones comerciales.

Promover la instrumentación de programas nacionales de inocuidad, que reduzcan los riesgos de contaminación química y microbiológica en la producción de alimentos y establecer un compromiso conjunto entre los gobiernos federal y estatal y los productores, para lograr avances sanitarios que resulten en cambios de status sanitario, durante el ejercicio en que aplican estas reglas.

Quiénes pueden recibir apoyos: Todos los productores agropecuarios y acuícolas que sean susceptibles de sufrir pérdidas por las plagas o enfermedades que son objeto de los programas oficiales de sanidad agropecuaria. En forma directa, productores agropecuarios y acuícolas que se agrupen en Comités Estatales.

En forma indirecta, a productores que aún no se han incorporado formalmente a dichas organizaciones, pero que se ubican en la misma circunscripción geográfica del organismo.

Salud Animal.

Apoyos que se otorgan:

- Diagnóstico epidemiológico de la situación actual de las campañas a nivel estatal y regional.
- Operación de las actividades de las campañas.
- Vigilancia epizootiológica.
- Bioseguridad.
- Laboratorios de diagnóstico en salud animal.
- Inspección en rastros.

- Movilización en los puntos localizados en cordones fitozoosanitarios.
- Atención a contingencias e indemnizaciones.

Sanidad Vegetal.

Apoyos que se otorgan:

Se otorgan apoyos para el desarrollo de los programas de campañas nacionales, en los componentes que establecen la Normas Oficiales Mexicanas.

Inocuidad de Alimentos.

Apoyos que se otorgan:

- Instrumentación de metodologías de minimización de riesgos de contaminación como:
 - Buenas Prácticas Agrícolas.
 - Buenas Prácticas Pecuarias.
 - Buenas Prácticas Apícolas.
 - Buenas Prácticas Acuícolas.
 - Buenas Prácticas de Manufactura y Procedimientos Operacionales de Sanitización Estándar.
 - Pruebas diagnósticas y de análisis de contaminantes.
 - Insumos sanitarios.
 - Infraestructura y equipo

5.2.2. Programas de agua potable, alcantarillado y saneamiento

La CNA cuenta con los siguientes programas:

- Rehabilitación y modernización de Distritos de Riego
- Desarrollo parcelario
- Uso eficiente del agua y la energía
- Uso pleno de la infraestructura hidroagrícola
- Ampliación de Distritos de Riego
- Ampliación de Unidades de Riego
- Desarrollo de infraestructura de temporal

- Desarrollo de Áreas de Temporal Riego Suplementario
- Conservación y rehabilitación de áreas de temporal
- Programa de agua potable, alcantarillado y saneamiento en zonas urbanas
- Construcción y rehabilitación de sistemas de agua potable y saneamiento en zonas rurales
- Agua limpia

Los apoyos federales se otorgarán por única vez para:

- Rehabilitar y/o modernizar el mismo tramo de canal, dren o camino.
- Rehabilitar el mismo pozo, la misma planta de bombeo o los mismos suelos ensalitrados
- Construir, rehabilitar o modernizar las mismas estructuras de control o medición
- Sistemas de riego de baja y alta presión
- Sistemas de riego a la demanda

Es por ello importante que planifiquen las acciones a solicitar, tratando de beneficiar al mayor número posible de productores en proyectos nuevos que puedan disminuir las demandas de agua.

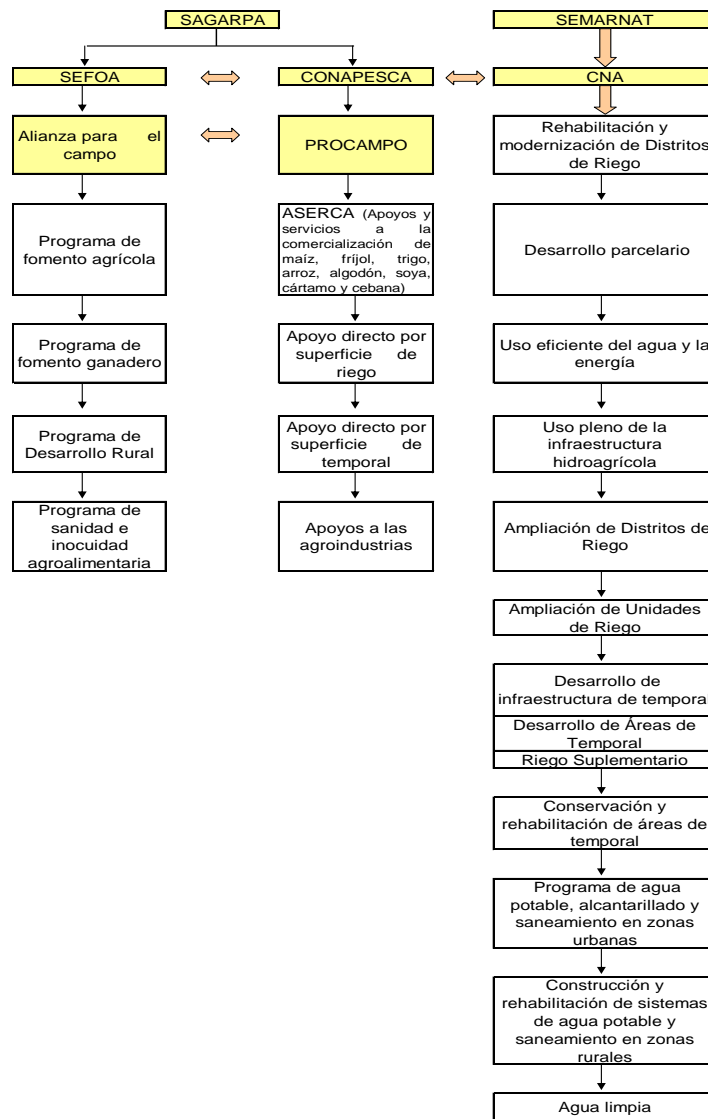


Figura 8. Origen de los programas de apoyo, de diversas instituciones

5. 3. Climatología

5. 3. 1. Clima

El clima del área de estudio, de acuerdo a la clasificación de Koeppen se muestra en la figura 9 y este corresponde al tipo BWhw que corresponde a clima muy seco y muy cálido en la mayor parte del área de estudio y que cambia a clima seco semi-cálido en los flancos de las sierras (BS_0hw) y a un clima semi-seco templado en las partes altas de las grandes sierras (BS_1kw).

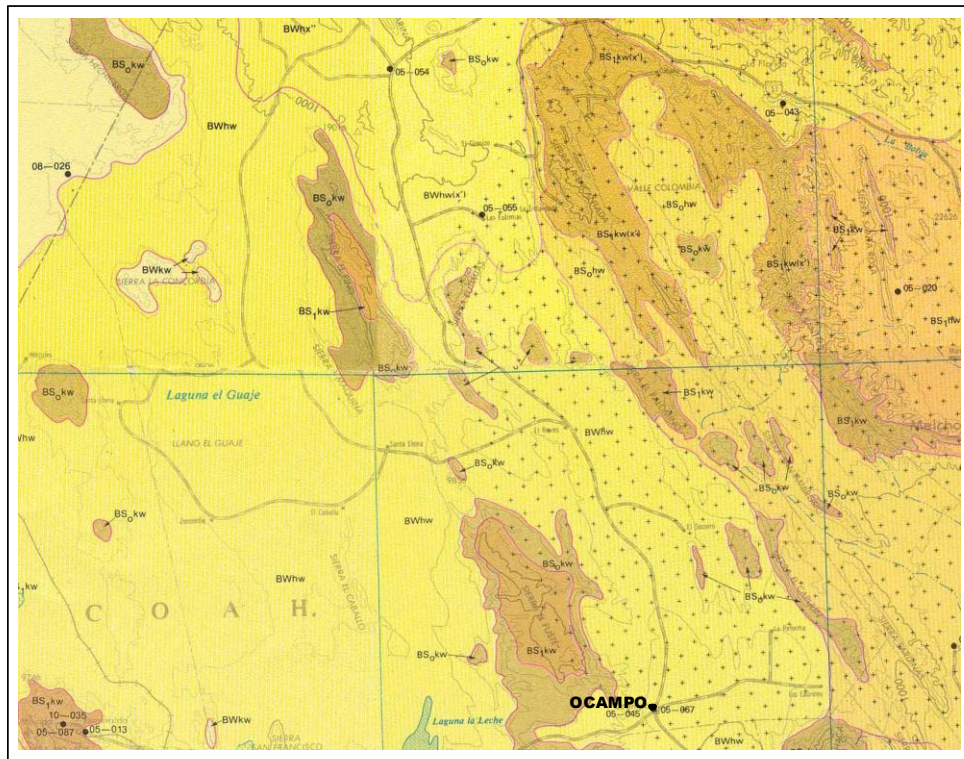


Figura 9. Clima en la zona de estudio (Lesser, 2003)

5. 3. 2. Precipitación pluvial

En la figura 10 se muestra la precipitación media anual en el área de trabajo, observándose que esta varía de menos de 200 a poco más de 600 mm hacia las partes altas. La precipitación media anual en la estación Climatológica de Ocampo es de 276 mm y en Santa Teresa de La Rueda de 213.2 mm.

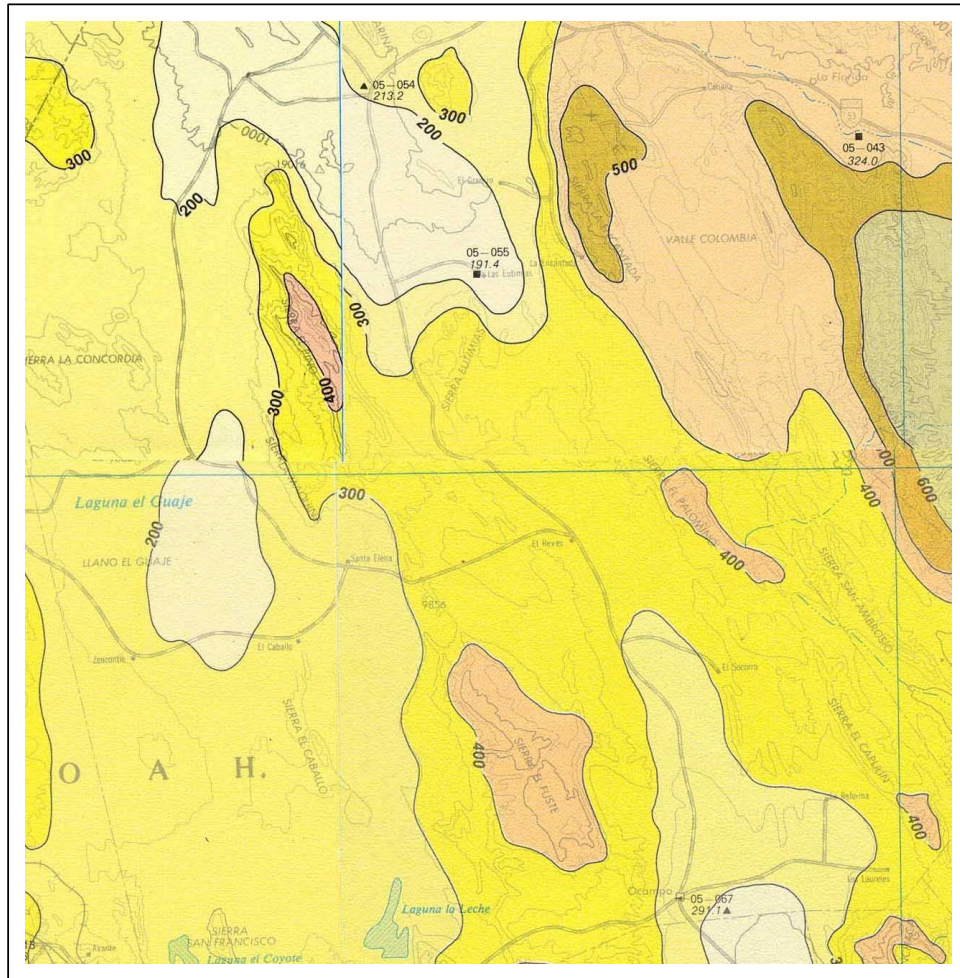


Figura 10. Precipitación media anual en la zona de estudio (Lesser, 2003).

5. 3. 3. Temperatura y evaporación potencial

La temperatura media anual del área de trabajo se muestra en la figura 11. En la parte central entre Ocampo y una franja hacia el norte, la temperatura media anual es de 18 y 20°C. La temperatura media anual en la estación climatológica Ocampo (1960-1998) es de 19.4°C. la evaporación potencial promedio anual obtenida con los datos de la estación climatológica de Ocampo, resultado de 1921 mm.

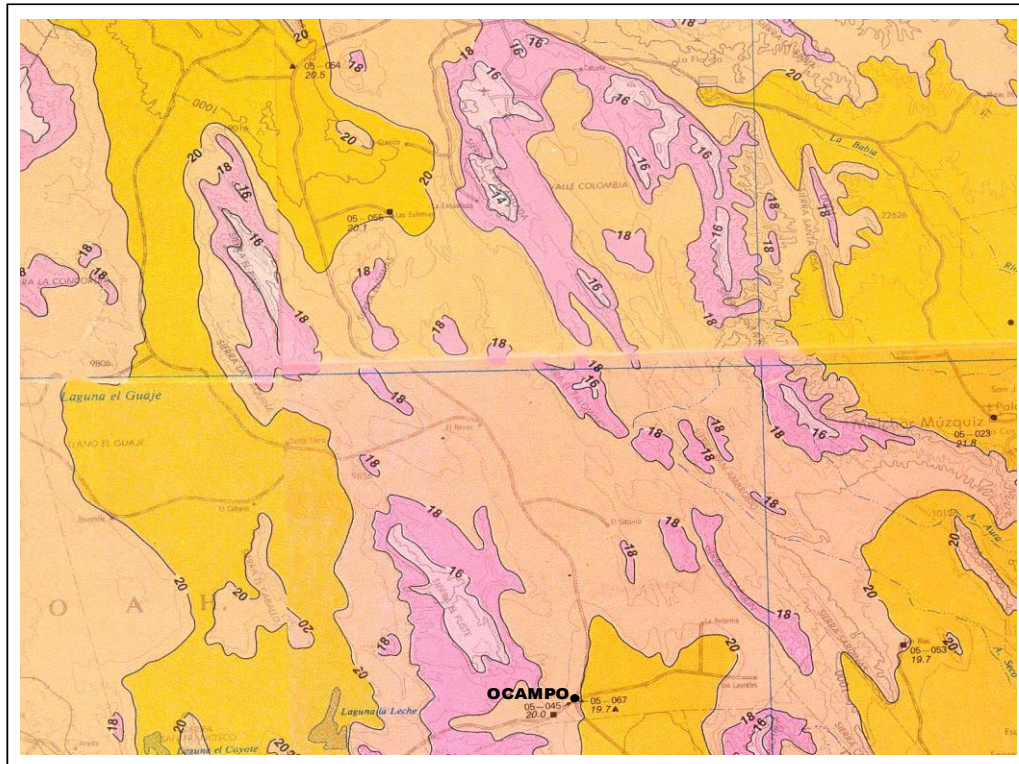


Figura 11. Temperatura media anual en la zona de estudio (Lesser, 2003).

5. 4. Disponibilidad de los recursos hidráulicos y su distribución territorial

5. 4. 1. Aguas subterráneas

La unidad hidrogeológica denominada Cuatrociénegas-Ocampo se constituye por un acuífero ubicado en la parte superior del tipo libre y alojado en materiales granulares y un segundo acuífero, semiconfinado que se constituye de las calizas.

En el acuífero de Cuatrociénegas-Ocampo el flujo subterráneo presenta una dirección concéntrica, de los flancos de la sierras hacia el centro del valle y presenta una dirección resultante hacia el sureste.

En esta unidad hidrogeológica es posible distinguir dos medios principales:

- Medio poroso con permeabilidad primaria y secundaria e inter-granular.
- Medio fracturado con permeabilidad secundaria.

El medio poroso involucra los materiales granulares no consolidados del Terciario y Cuaternario. La velocidad de movimiento del agua en este medio es baja, del orden de metros por año, bajo gradientes hidráulicos normales. La mayoría de los pozos perforados en el Valle están emplazados en esta unidad, que proporciona caudales entre 1 y 64 lps.

En esta zona, la recarga del acuífero proviene de la precipitación pluvial que se realiza sobre las sierras y lomeríos, la cual se infiltra a través del fracturamiento de las rocas, y alimenta por flujo subterráneo al acuífero. Se efectúa también por los escurrimientos intermitentes de arroyos formados en las partes altas y que al llegar al contacto con los materiales granulares, parte de esta agua se infiltra.

Otra componente de la recarga es la infiltración de agua que se precipita sobre el mismo valle, alimentando por flujo vertical al acuífero. Así mismo, un volumen importante proviene de los retornos de riego.

La descarga del acuífero Cuatrociénegas-Ocampo, se realiza de manera artificial por bombeo de pozos y norias; y de manera natural por algunos manantiales como “la mota”, “Peñalva” y “Agua Verde”.

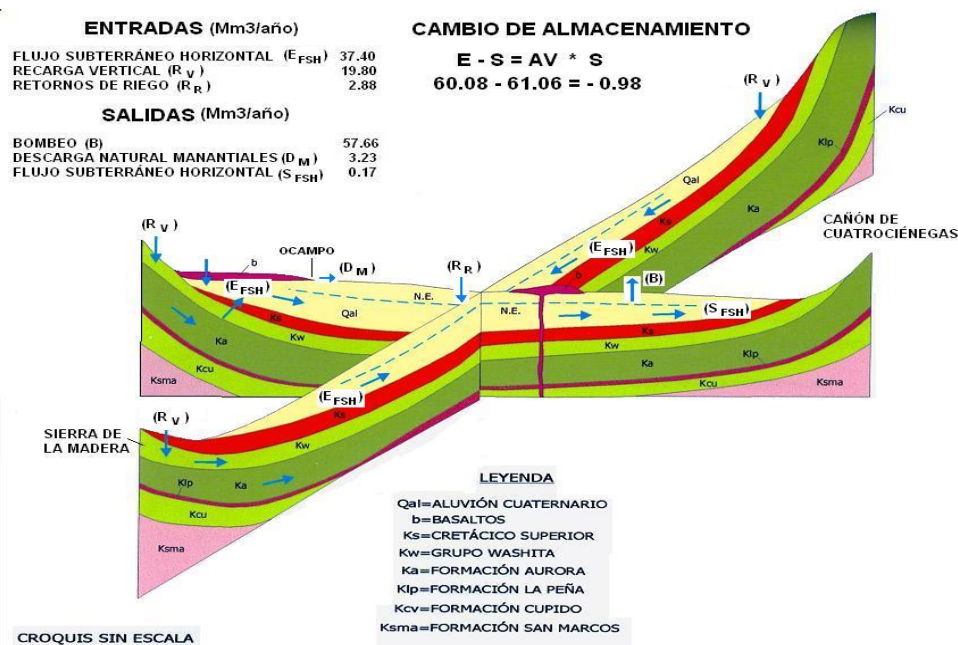


Figura 12. Balance de agua subterránea calculado para el período 2001-2003-2008.

La salinidad total del agua subterránea en la mayor parte del Valle del acuífero Cuatrociénegas-Ocampo es clasificada como baja y presenta conductividades menores a 1500 micromhos por centímetro, excepto en la porción ubicada al noreste. En el valle de Cuatrociénegas-Ocampo predomina el agua cálcica-carbonatada.

5. 4. 2. Geología

La zona estudiada se ubica en la porción central del Estado de Coahuila. Corresponde a sierras alargadas con una orientación general noroeste-sureste las cuales se encuentran separadas por extensos bolsones. En toda la zona impera el clima árido. En general, la mitad noreste del área en estudio corresponde a sedimentos calcáreos depositados en el Golfo de Sabinas y los plegamientos dan lugar a sierras de tipo alargado, mientras que la mitad suroeste corresponde a sedimentos depositados sobre la península de Coahuila, donde los plegamientos dan lugar a sierras de forma dómica.

Las rocas mas antiguas que afloran corresponden a las areniscas de la Formación San Marcos sobre las que descansan rocas calcáreas de la Formación La Virgen, Cupido, La Peña, Acatita, Aurora, Kiamichi, Grupo Washita (en una zona indiferenciado y en otra dividido en las formaciones Georgetown, Del Río y Buda). Continúa la columna estratigráfica con las formaciones Eagle Ford y el Grupo Difunta. En la figura 16 se presenta la geología de la zona. A continuación se describe la litología de las formaciones.

Geomorfología

La zona estudiada se ubica en la provincia Fisiográfica de la Región Montañosa de Coahuila, la cual hacia el suroeste pasa a la Provincia Fisiográfica de la Sierra Madre Oriental. Dentro de la zona se encuentran dos rasgos geomorfológicos principales que son: Sierras y bolsones.

Las sierras presentan formas tanto alargadas como dómicas y corresponden a plegamientos de rocas calcáreas cretácicas que se elevan a mas de 2500 msnm y a 1500 metros sobre los valles. Tienen una orientación NW-SE y en algunos sitios como en la Sierra de La Madera que divide a los valles de Ocampo y Cuatrociénegas, el eje de la sierra presenta una orientación este a oeste. Alrededor del valle del Hundido, las sierras presentan forma dómica, mientras que en el resto del área las sierras son alargadas. Dentro de las sierras se encuentran un gran número de cañones con acantilados espectaculares, lo cual, aunado a la poca vegetación permite la clara identificación de las formaciones geológicas.

En la parte central o núcleo de algunas sierras-anticlinales, la erosión ha desarrollado valles internos conocidos como “potreros”, siendo el mas típico de ellos

el potrero de la sierra de San Marcos, también conocido como valle del Jabalí. Al noroeste de Cuatrociénegas se encuentra otro potrero llamado potrero de la Virgen.

El valle de Ocampo se encuentra limitado al Oeste y sur por la Sierra de la Madera y al oriente por la Sierra de Menchaca. El valle de Cuatrociénegas esta limitado al suroeste por la Sierra de La Fragua, al noroeste por la Sierra de La Madera, al norte y noreste por la sierra de Menchaca, al oriente por las sierras chiquita y Purísima y en la parte central y sur, por la sierra de San Marcos.

Por lo que respecta a las partes bajas o valles clasificados geohidrológicamente como “bolsones”, estos se encuentran entre 1000 y 1200 msnm. Están limitados por sierras escarpadas y frecuentemente presentan abanicos aluviales entre la sierra y el bolsón. Hacia el centro de los bolsones, se encuentran lagunas intermitentes y sedimentos evaporíticos.

Estratigrafía

Dentro de la zona en estudio afloran las Formaciones San Marcos, La Virgen, Cupido, La Peña, Aurora, Acatita, Kiamichi, Grupo Washita Indiferenciado, Georgetown, Del Río, Buda y Eagle Ford, todas ellas representantes del Cretácico. Hacia los valles o bolsones, se encuentran sedimentos aluviales del Cuaternario y esporádicas lavas basálticas también del Cuaternario.

A la fecha existen una serie de trabajos geológicos realizados en la zona de estudio, entre ellos destacan los de INEGI, PEMEX y Consejo de Recursos Minerales. El INEGI publicó cartas escala 1:50,000 que presentan la litología de manera general, la geología estructural es limitada y ha sido corregida y reinterpretada en trabajos posteriores. PEMEX elaboró dos proyectos geológicos en 1970, uno denominado Área Villa Ocampo, hoja Atlas 45-12 el segundo denominado Prospecto Lamadrid, hoja Atlas 47-12. Recientemente, el Consejo de Recursos Minerales publicó una carta geológica-minera. Este trabajo se considera el más completo, incluye la geología de detalle de PEMEX, así también incluye información referente a los posibles minerales asociados a las unidades geológicas.

La estratigrafía de la zona de estudio fue adaptada del plano geológico-minero del CRM, del informe geológico del área Villa Ocampo, Coahuila, elaborado por la Superintendencia General de Exploración de Petróleos Mexicanos (NE-M-1174) y por los diferentes artículos sobre la geología de la zona.

Formación San Marcos

La Formación San Marcos fue propuesta por William G. Kane y citada por Imlay (1940, pág. 121) (Humphrey 1956, pág. 171). La localidad tipo fue dada en el Cañón de San Marcos de la sierra del mismo nombre a 30 - 40 km al suroeste de Cuatrociénegas, Coahuila. En la localidad, esta formación descansa sobre sedimentos arenosos marinos del Jurásico Superior y subyace a las calizas y dolomitas de la Formación Cupido. Aflora dentro de los potreros de San Marcos (Valle El Jabalí) y en el Potrero de La Virgen.

La Formación San Marcos esta constituida esencialmente por sedimentos clásticos de ambiente mixto en el que predominan los conglomerados y areniscas conglomeráticas de color rojizo en su porción basal; areniscas cuarcificadas de grano grueso a medio en su sección media y; dolomitas arenosas y areniscas de estratificación media con Intercalaciones delgadas de lutitas de color gris y gris verdoso en su porción superior. En el cañón de La Mina (flanco sur del Anticlinal de La Madera), tiene 237 metros de espesor. No se reportan fósiles que determinen su edad, pero por su posición estratigráfica representan una Edad Neocomiano.

Formación La Virgen

El término Formación La Virgen fue introducido por W. E. Humphrey (1956, pág. 236) Para designar a los yesos, anhidritas y calizas del Cretácico Inferior que afloran en la porción Central de Coahuila. Está limitada en su parte superior por la Formación Cupido y en la inferior por la Formación La Mula. Su localidad tipo fue asignada en el Potrero de La Virgen, a aproximadamente 10 km al noreste de Cuatrociénegas, Coahuila.

Esta constituida por potentes espesores de yesos que alternan con calizas oolíticas y escasas dolomitas en estratos delgados a medios. Dentro de los cuerpos yesíferos existen delgadas capas de limonitas de color gris claro.

Tiene un espesor de 304 m en la porción sur del Potrero de La Mula, Coah. Por su posición estratégica se le asigna al Hauteriviano.

Formación Cupido

Término definido por Imlay (1937, pág. 606) en Humphrey (1956, pág. 191) para una unidad de calizas de color gris y estratificación gruesa, delgada y media, que se presenta en la porción media de la Sierra de Parra encajonada por las Formaciones La Peña (arriba) y Taraises (abajo).

En la zona de estudio la Formación Cupido (anexo 1) aflora en los potreros de La Virgen y San Marcos, así como en la parte alta de la Sierra de San Marcos. El contacto superior con la Formación La Peña es brusco y concordante. El contacto

inferior varía de concordante a transicional. Por Hauteriviano. Presenta numerosos miliolidos.

Formación La Peña

El nombre de Formación La Peña, fue inicialmente definido por R. W. Imlay (1936, pág. 1119) en (Humphrey 1956, pág. 263) para distinguir dos cuerpos con dos miembros. El miembro inferior compuesto por calizas y el superior por calizas y lutitas. Su localidad tipo se encuentra en el flanco norte de la Sierra de Taraises, aproximadamente a 4.8 km. al este sureste de la Hacienda La Peña, en el extremo sur del Estado de Coahuila.

En el área trabajada aflora en las Sierras de San Marcos y La Virgen. Morfológicamente se expresa en una ligera depresión entre las potentes calizas de la Formación Cupido y Aurora. Esta constituida por calizas delgadas impuras y margas rosas con intervalos de lutitas entre los planos de estratificación. Tiene 42 m de espesor en la Sierra de La Madera. Sus contactos inferior con la Formación Cupido y superior con la Formación Aurora son bruscos y concordantes.

Se le considera como horizonte índice paleontológico. Conserva el mismo nombre en todas las localidades dentro de la Sierra Madre Oriental hasta las proximidades de Cd. Victoria, Tamps., donde tiene como equivalente a la Formación Otates. Se asigna al Aptiano Superior (anexo 1).

Formación Aurora

El término Formación Aurora en Humphrey (1956, pág. 305), fue primeramente aplicado por Burrows, para una secuencia dominante de estratos de calizas en el área de Cuchillo Parada al norte de Chihuahua. El nombre fue tomado de la Mina La Aurora en la Sierra de Cuchillo Parado (Sierra de La Aldea) situada alrededor de 4.8 km. al noreste del campamento del mismo nombre. La Formación varía en espesor de 183 a 475 m, espesor que aumenta hacia el este.

La formación Aurora esta ampliamente distribuida en la región estudiada. Constituye la Mayor parte de los "espinazos" de las sierras. Esta formada por capas de gruesas a masivas, Densas, de color gris a gris café al intemperismo y gris claro a oscuro en muestras frescas. Presenta nódulos y bandas de pedernal gris claro y líneas estilolíticas paralelas a los planos de estratificación. Tiene un espesor de 534 m en el flanco sur del extremo oriental del anticlinal de La Madera, en el Cañón de El León.

Esta unidad presenta su contacto con la Formación Kiamichi (arriba) y la Formación La Peña (abajo) brusco y concordante. Por estudios micropaleontológicos y posición estratigráfica se le asigna edad Albiano Inferior y Medio (anexo 1).

Formación Kiamichi

La localización tipo esta en la planicie del Río Kiamichi cerca de Fort Towson al oriente del Condado de Choctaw, Oklahoma.

Dentro del área de trabajo aflora en las Sierras La Virgen, La Madera y Purísima. Al igual que la Formación La Peña, manifiesta una ligera depresión (valle de rumbo) entre las potentes calizas que la encajonan. Consiste de una alternancia de calizas impuras con margas y lutitas de color crema, rosas y amarillentas al intemperismo. Es común encontrar fósiles (amonitas) determinadas como *oxytropicoceras*. Manifiesta una disminución en su espesor y en sus características litológicas conforme se avanza al poniente, hacia el área de La Madera hasta acuñarse en esa disección contra la Formación Aurora, la cual tuvo mayor desarrollo hacia esta zona, es decir, el crecimiento de la Aurora pudo llegar hasta la edad de la formación Kiamichi (anexo 1). El contacto de la Formación Kiamichi con el sobreyacente "Washita Indiferenciado o sus equivalentes, es concordante y se define donde se inician las calizas de estratificación delgada a media. Se le asigna una edad Albiano Medio y Superior.

Grupo Washita Indiferenciado

Este fue un término empleado por Humphrey (1956, pág. 386) para designar a rocas del Albiano Superior, especialmente en secciones dentro de las Provincias Paleogeográficas del Golfo de Sabinas y la Península de Tamaulipas. Consiste principalmente de una alternancia de clásicos finos y rocas carbonatadas impuras, facies que fue perfectamente desarrollada sobre las áreas del antiguo Golfo de Sabinas y a lo largo de sus márgenes. Al sur y suroeste pausa a calizas extralitorales y con abundante pedernal.

El grupo Washita Indiferenciado aflora en las Sierras de San Marcos, La Madera, La Fragua y Alamitos. Hacia el oriente de la Sierra de San Marcos, cambia de facies y se definen perfectamente las tres formaciones de este grupo, integradas por las unidades Georgetown, Del Río y Buda.

La facies depositada sobre el borde del Golfo de Sabinas marcada como Grupo Washita indiferenciado, consiste de calizas de estratificación media a gruesa, de alta energía, con algunas concentraciones de rudistas e intervalos de lutitas y margas grises. Su espesor estimado es de 116 metros

Su contacto inferior con la Formación Kiamichi es brusco y concordante: El Superior no fue observado. Presenta microfósiles que la sitúan en el Albiano Superior y Cenomaniano inferior (anexo 1).

Formación Georgetown

La Formación Georgetown (Humphrey 1956, pág. 400) es una unidad de calizas equivalentes a la parte inferior del Grupo Washita en el norte de Texas. Presenta amplios y claros afloramientos en el norte del Estado de Coahuila.

Esta Formación aflora en las Sierras de Menchaca y Purísima y esta ausente donde el Grupo Washita es Indiferenciado, esto es, en el oeste del área trabajada. Es una unidad caracterizada por calizas delgadas y medias, con abundantes lentes de pedernal de color gris y negro. Sus contactos Inferior y Superior con las Formaciones Kiamichi y Del Río respectivamente, son concordantes y transicionales. Su edad es Albiano Superior - Cenomaniano Inferior.

Formación Del Río

Formación Del Río (Hill y Vaughan 1898, pág. 236) en (Humphrey 1956) es la extensión en el suroeste de Texas, Transpecos Texas y norte de México de la Formación Grayson, (Gracig, 1894, pág. 40, 43) de la porción norte central de Texas.

En la zona de trabajo, aflora en las Sierras de Menchaca y Purísima. Consiste de una alternancia casi constante de calizas arcillosas delgadas y laminares, predominando las lutitas hacia la base. Su espesor varía de 15 a 31 m. Los contactos que la limitan, Georgetown abajo y Buda arriba, son transicionales y concordantes. Se le asigna edad Cenomaniano Inferior.

Formación Buda

Término primeramente usado por Vaughan (1900, pág. 18) para reemplazar el término Shola Creek (Hill 1889, 1899, pág. 803), que previamente había sido llamado caliza Burnt y caliza Vola (Adkins 1933, pág. 396 - 400) (Humphrey 1956, pág. 413). La Formación Buda en la localidad tipo, tiene un espesor máximo de 23 m y consiste de lechos medianos de calizas compactas impuras, nodulares, de color amarillento.

Esta formación tiene íntima relación con las formaciones Del Río y Georgetown. Al igual que ellas afloran en las sierras de Menchaca y Purísima. Esta constituida por calizas que varían de delgada a medias, con escasas alternancias de lutitas.

El color al fresco es gris al fresco gris claro y al intemperismo es gris y ocasionalmente amarillento. Su espesor es de 77 m. Aunque por lo general no se expone su cima. Su contacto inferior con la Formación Del Río es concordante y transicional, el Superior con la Formación Eagle Ford es brusco y probablemente discordante.

Formación Eagle Ford

Según Sellard (1932, pág. 422) la primera mención de los equivalentes Eagle Ford en la literatura geológica, Texas fue dada por Ferdinand Roemer, quien en 1852 la incluyó en sus formaciones de la región de New Braunfels a las lutitas negras Eagle Ford con restos de peces. Hill en 1887, coloca dichos estratos en la base de las series del Golfo, encima de las arenas Wodbine y fue el primero que aplicó el nombre de lutitas Eagle Ford. La localidad tipo está en Eagle Ford, Condado de Dallas, alrededor de 9 km al Oeste de Dallas, Texas, donde la porción más superior esta expuesta.

En la zona de trabajo se encuentran pequeños afloramientos al este de la Sierra de San Marcos. Esta formación esta constituida por calizas altamente arcillosas, con estratificación laminar y abundantes pelecipodos. Alternan con lutitas de color gris, en ocasiones carbonosas. Se le estima un espesor de 300 m. presenta su contacto inferior con la formación Buda, nítido y probablemente discordante; su contacto superior con la Formación Austin es claramente transicional y concordante.

Grupo Difunta

El nombre de Formación Difunta fue aplicado por primera vez en (1936, pág. 1133) por Ralph W. Imlay para una sección ubicada al norte del extremo poniente de la Sierra de Parras. Este nombre fue tomado del Cerro Difunta.

En el área de trabajo aflora en una pequeña porción al sur de la Sierra de La Madera. Litológicamente esta unidad se compone de capas medianas de areniscas de color gris, de grano fino, calcáreas, con alternancia de lutitas y limolitas, predominando estas últimas, las primeras son gris y, las segundas rojizas y café. Por su posición estratigráfica probablemente sólo representa una parte del grupo. Tiene una edad Maestrichtiano.

Conglomerado Terciario

Corresponde a los materiales clásticos de pie de monte que se encuentran principalmente en las estribaciones de algunas sierras, que son marcados en los planos de PEMEX como de edad Terciaria y son diferenciados de los materiales aluviales que constituyen la mayor parte de los bolsones.

Rocas ígneas extrusivas

Dentro de la zona de estudio existen algunos afloramientos de rocas ígneas extrusivas constituidas por derrames de basaltos, los cuales se encuentran tanto en la porción central del Valle de Ocampo como en el extremo noroeste del mismo, inmediatamente al oeste del poblado de Ocampo. Están constituidos por derrames lávicos de basalto de color negro y rojizo, los cuales han sido asignados al Terciario.

Rocas ígneas extrusivas

Hacia el extremo suroeste del Valle de Cuatrociénegas, se encuentran reducidos afloramientos de un cuerpo intrusivo, de textura granítica y composición ácida.

Material Aluvial

Rellenando los extensos bolsones que constituyen los valles de El Hundido, Cuatrociénegas y Ocampo se encuentran materiales granulares producto de la erosión y transporte de las sierras hacia los flancos de los bolsones los clásticos son de mayor tamaño gravas, arenas y limos y se hacen mas finos (arcillas) hacia el centro de los valles, donde se interdigitan con sedimentos evaporíticos lacustres de lagunas intermitentes, características de los bolsones de la zona áridas del norte de México.

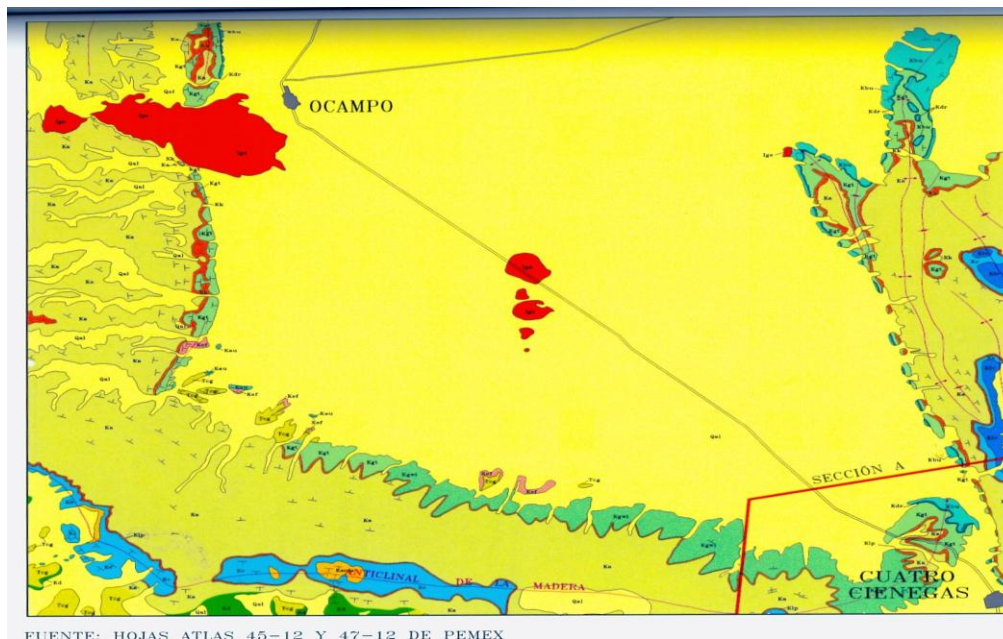


Figura 13. Plano geológico



Figura 14. Simbología del plano geológico

5. 4. 3. Unidades hidrogeológicas

El acuífero Cuatrociénegas-Ocampo presenta uno del tipo libre y superior alojado en materiales granulares y el otro semiconfinado que se constituye de las calizas. En el acuífero de Cuatrociénegas-Ocampo el flujo subterráneo presenta una dirección concéntrica, de los flancos de la sierras hacia el centro del valle y presenta una dirección resultante hacia el sureste.

En el acuífero es posible distinguir dos medios principales:

- Medio poroso con permeabilidad primaria y secundaria e inter-granular.
- Medio fracturado con permeabilidad secundaria.

El medio poroso involucra los materiales granulares no consolidados del Terciario y Cuaternario. La velocidad de movimiento del agua en este medio es baja, del orden de metros por año, bajo gradientes hidráulicos normales. La mayoría de los pozos perforados en el Valle están emplazados en esta unidad, que proporciona caudales entre 1 y 64 lps.

En esta zona, la recarga del acuífero proviene de la precipitación pluvial que se realiza sobre las sierras y lomeríos, la cual se infiltra a través del fracturamiento de las rocas, y alimenta por flujo subterráneo al acuífero. Se efectúa también por los escurrimientos intermitentes de arroyos formados en las partes altas y que al llegar al contacto con los materiales granulares, parte de esta agua se infiltra.

Otra componente de la recarga es la infiltración de agua que se precipita sobre el mismo valle, alimentando por flujo vertical al acuífero. Así mismo, un volumen importante proviene de los retornos de riego.

La descarga del acuífero Cuatrociénegas, se realiza de manera artificial por bombeo de pozos y norias; y de manera natural por algunos manantiales como “la mota”, “Peñalva” y “Agua Verde”.

5. 4. 4. Funcionamiento del sistema acuífero.

Con la intención de lograr que el modelo conceptual fuera consistente en la totalidad de los aspectos investigados, durante el desarrollo del modelo conceptual de funcionamiento hidrodinámico del acuífero de Cuatrociénegas-Ocampo, se integró la información geológica, hidrogeológica, geofísica e hidrogeoquímica disponible, dentro del marco de referencia que proponen los sistemas de flujo de agua subterránea.

Modelo conceptual de funcionamiento hidrodinámico

La geometría del sistema acuífero se definió en base a la interpretación geológica, geofísica e hidrogeológica principalmente. La interpretación hidrogeológica, representado mediante las secciones geológicas permitió definir las zonas con material de menor permeabilidad (basamento hidrogeológico). La profundidad del basamento hidrogeológico varía de los -300 a los 500 msnm (figura 18).

Finalmente se propuso el modelo conceptual de funcionamiento hidrodinámico del valle. Las zonas de recarga están representadas por las sierras que circundan al valle., se identificaron dos acuíferos que funcionan como libres, el primer de carácter granular alojado en los sedimentos producto de la erosión de las sierras circundantes con espesores entre 80 a 100 m en su porción central; y el más profundo alojado en el material calcáreo de la Formación Aurora/Treviño con espesores de hasta 300 m.

Sistemas de flujo regional

Los sistemas de flujo regionales son los más importantes para el valle. Los sistemas de flujo regionales proporcionan la principal recarga a los acuíferos, lo cual fue confirmado por los tiempos de residencia (> 1000 años) de las aguas subterráneas de ambos valles. La recarga principal se da en las partes más altas que circundan a los valles, producto del agua de precipitación y su posterior infiltración en el medio fracturado y karstificado. Posteriormente, esta agua, en promedio, se mueve muy lentamente para recorrer varias decenas de kilómetros a través de las calizas y llegar hasta las zonas de descarga en las porciones centrales del valle. Los mecanismos de descarga se llevan a cabo mediante procesos de evapotranspiración y algunos manantiales como zonas de descarga del agua subterránea.

Sistemas de flujo intermedio

Los sistemas de flujo intermedio corresponden a aguas de infiltración en las partes relativamente cercanas a los valles, las cuales tienen tiempos de residencia de varias decenas a centenas de años. Dados los resultados isotópicos, estos sistemas de flujo no son los más importantes en la recarga de los acuíferos, no obstante si contribuyen a los volúmenes que se presentan en la descarga de los sistemas.

Sistemas de flujo local

El sistema de flujo local esta representado por las zonas de riego intensivo tanto en Cuatrociénegas-Ocampo, donde los excesos de riego permiten la infiltración del agua al acuífero, evidenciado por la presencia de nitratos y tritio.

5. 4. 5. Caracterización de los aprovechamientos e hidrometría

Se reporta en el REPDA la existencia de 337 aprovechamientos de agua subterránea para los siguientes usos: 174 para el uso agrícola, 45 para el pecuario, 102 para el uso público – urbano, 10 para el domestico, 5 para el uso múltiple y 1 para servicios. Los aprovechamientos para uso público-urbano se encuentran distribuidos en las localidades rurales y en Ocampo que se considera como la única localidad urbana que cuentan con sistemas formales de agua potable. Por lo que respecta a su extracción, su ubicación y volúmenes estimados de los aprovechamientos se reportan en el anexo.

Censo de aprovechamientos

De acuerdo con Lesser (2001), en el valle de Ocampo se censaron 192 aprovechamientos de agua subterránea de los cuales 101 se encuentran activos y en su gran mayoría corresponden a pozos destinados a la agricultura. El nivel estático medido varía entre 10 y 40 metros de profundidad, el caudal de extracción fluctúa entre 1 y 118 lps por pozo y la conductividad eléctrica del agua se midió entre los 500 y 2000 micromhos por centímetro.

El IMTA realizó la actualización del censo de aprovechamientos en el 2008, apoyándose en una brigada que registró los aprovechamientos en el acuífero denominado como Cuatrociénegas-Ocampo, utilizando para ello cartas topográficas, geológicas escala 1:50000 del INEGI, GPS y cámara digital.

Durante el censo se utilizó un formato específico, en donde se registraron las características más importantes como: Localización y datos del aprovechamiento, características del equipamiento, características constructivas y datos del régimen de operación (hidrometría).

Los resultados de la actualización del censo en el acuífero de Cuatrociénegas-Ocampo muestran que el número de aprovechamientos registrados asciende a 306. Se registraron 158 pozos activos, 148 pozos inactivos (sin equipo, fuera de servicio o operación y en perforación).

Los aprovechamientos activos: 91 se destinan al uso agrícola, 58 al pecuario principalmente, el resto (9) se destinan a los usos publico-urbano, domestico, servicios e industrial. En la tabla 9 se muestran los resultados de la actualización del censo.

Tabla 9. Resumen del censo de aprovechamientos del acuífero Cuatrociénegas-Ocampo.

Condiciones de operación	Lesser (2001)	IMTA (2008)
Activos	101	158
Inactivos	91	148
Total	192	306

El poblado de Villa Ocampo, tiene una cobertura de agua potable de 100%, mientras que las localidades rurales probablemente presentan una cobertura reducida.

El volumen total anual demandado para el uso y consumo humano es de **1.083 Hm³**; de los cuales el 20% se extraen en localidades rurales (menores de 50 habitantes); el 80% se extrae en Ocampo (única población con el 90% de habitantes).

La demanda actual de agua para el uso y consumo humano representa el 1.8% de la recarga total del acuífero.

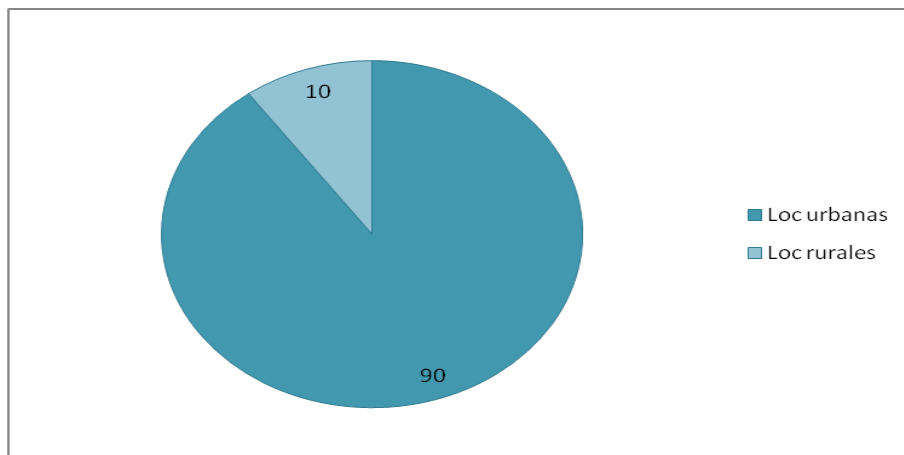


Figura 15. Porcentajes de extracción anual para uso y consumo humano por tipo de localidad

En el uso público urbano, las pérdidas en las redes de distribución o canales de conducción no se tienen evaluadas, estimando sean equivalentes a un caudal de 10 l.p.s. que al año suma 0.30 hm³, los cuales representan el 0.5 % de la recarga del acuífero.

Resumiendo, prácticamente la totalidad de la demanda para el uso agrícola se satisface con agua subterránea, es decir, la mayor parte de la sociedad asentada depende del acuífero.

Las coberturas de servicio de agua potable son altas en términos del promedio nacional; las dotaciones son elevadas (Tabla 10) debido, en parte, a las pérdidas físicas en redes de agua potable, debido a los malos hábitos de consumo.

Tabla 10. Composición de la demanda de agua potable (uso público urbano)

Tipo de localidad	Población 2005	Cobertura (%)	Dotación l/hab/día	Volumen (hm ³)
Ocampo	11,473	100	250	1.05
Localidades < 2,500 hab.	762	100	120	0.033
Total	12803	100	370	1.083

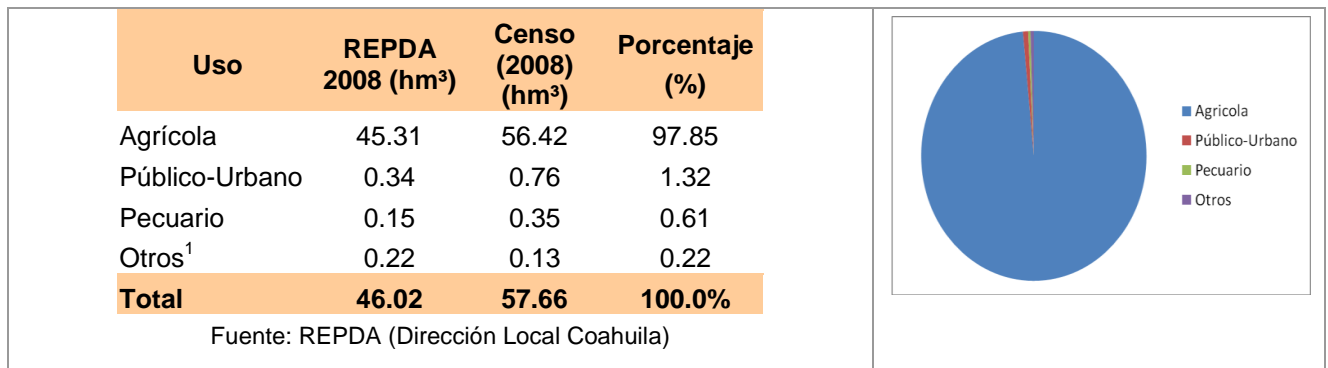


Figura 16. Extracción por uso de agua

5. 4. 6. Uso del agua subterránea

En el acuífero Cuatrociénegas-Ocampo, existe un sector consumidor de agua del acuífero: el sector agrícola que representa el 97.85% del volumen estimado (IMTA,

¹ En otros usos se incluye el uso múltiple, doméstico y servicios.

2008). Todos los demás usos (público-urbano, pecuario y otros) suman el 2.15% restante.

La extracción estimada excede al volumen concesionado para el uso agrícola y al valor total en 27% y 25.3%, respectivamente. La sobre explotación (0.98 Hm³), con respecto a la recarga estimada (60.07 Hm³) es, de 1.6%. La mayor parte de la extracción para el uso agrícola se concentra en la porción sur del acuífero Cuatrociénegas-Ocampo.

En el año 2003, La SAGARPA proporciona información sobre la superficie total cultivada y esta asciende a 2848.5 Ha., de las cuales en su totalidad son irrigadas con agua subterránea. La evolución de la superficie total de riego en el acuífero de 2003 al 2008, sugiere que la superficie total de forrajes (el cultivo principal es alfalfa), ha aumentado, debido principalmente a que se han abierto nuevas áreas de cultivo y perforado nuevos aprovechamientos. Otro fenómeno que se ha observado es la llegada de agricultores de otras zonas que cultivan papa. Podría afirmarse que no existe un intercambio parcial de cultivos como los granos básicos hacia cultivos forrajeros con mayor demanda y precio en la región.

Otra característica observada en el acuífero Cuatrociénegas-Ocampo, radica en que las principales áreas de cultivo ya han tecnificado sus sistemas de riego (por medio de Pivotes), y no ven factible implementar otros sistemas por los altos costos de mantenimiento, por lo que no se contempla una reducción de las láminas de riego en los cultivos que siguen siendo rentables.

Figura 17. Superficie registrada en el año 2003 de SAGARPA



El incremento de costos de bombeo, aún con el subsidio a la tarifa de energía eléctrica, va haciendo incosteables a la mayoría de los cultivos básicos así como algunos cultivos forrajeros, lo que obligará a reducir la superficie en producción en las zonas con mayor carga de bombeo. Se observa que la superficie agrícola que

sustenta a los principales cultivos crecerá aproximadamente 1,000 ha (2008-2009), es decir, una tercera parte, ya que la mayoría esta compuesta por forrajes y granos, por lo que sería conveniente implementar programas de orientación hacia el cultivo de hortalizas. En la zona sur del acuífero, en el rancho El Alfalfar se logra observar que la profundidad del nivel estático se incrementa de 35.8 a 45.08 m; con niveles dinámicos alrededor de los 50 m.

Como se mencionó anteriormente, la problemática del acuífero es la alta concentración de pozos en la porción sur del acuífero y la expectativa de reducción de superficies no se puede verificar aun, con lo que está ocurriendo ya en las zonas del acuífero donde se localizan los conos de abatimiento y la profundidad de bombeo supera los 60 metros. En el uso público-urbano no existe ningún margen de maniobra para reducir las extracciones, dado que el número de habitantes y redes son reducidos.

En cambio en el uso agrícola, con la evolución de los abatimientos, la demanda, tenderá a disminuir por el incremento de los costos del bombeo, aunque de continuar con el esquema de subsidios a la tarifa eléctrica, éste no sería un freno contra la extracción agrícola que fomente el equilibrio y actualmente no existe una disminución en la demanda. Se estima que la reducción bajo este esquema sería apenas de un 10%.

El sector de la industria lechera en la Comarca Lagunera, promueve la producción de forrajes, ya que la Comarca Lagunera es una de las principales cuencas lecheras del país con una producción creciente del orden de 900,000 litros de leche por día. Si se observa la estructura de producción agrícola en la zona de estudio es posible apreciar que las superficies y volúmenes de agua subterránea ocupados para la producción de alfalfa y otros cultivos forrajeros constituyen aproximadamente el 80%.

5. 4. 7. Comportamiento piezométrico

Para conocer el funcionamiento del acuífero Cuatrociénegas-Ocampo, se recopiló la información piezométrica disponible tanto en la Gerencia de Aguas Subterráneas de la CONAGUA, como en la Dirección Local Coahuila. La Dirección Local Coahuila cuenta con red de pozos de observación dentro de la zona de estudio, los cuales se visitan con una frecuencia de una y hasta dos veces por año para medir la profundidad del nivel estático y dinámico y de esta forma tener un registro de la evolución del nivel estático del sistema acuífero.

Uno de los objetivos específicos del proyecto consiste en realizar una actualización geohidrológica. Los datos piezométricos más antiguos que se recopilaron corresponden a los reportados por ININSA (1980), aunque desafortunadamente los números utilizados en el censo no corresponden con los censos realizados en fechas posteriores. Los datos utilizados como más antiguos fueron los reportados

por Lesser (2001), mientras que los más recientes corresponden al año 2008. El conocimiento de las condiciones piezométricas existentes en el área quedó cubierta con la observación de los niveles del agua en 76 aprovechamientos (tabla 20), estos datos piezométricos sirvieron para elaborar las curvas de igual elevación del nivel estático para el año 2008.

Profundidad al nivel estático

Para el año 2008, en general se observa que la profundidad al nivel estático fluctúan entre 6.83 m y 104.75 m. Para el periodo comprendido entre 2001 al 2008, en general se observa que la profundidad al nivel estático fluctúan entre 6.83 m y 105.75 m.

A continuación se presenta en la tabla 11, las profundidades para los pozos que se encuentran referenciados con respecto al nivel del mar y que fueron utilizados para realizar el análisis piezométrico en el acuífero Cuatrociénegas-Ocampo. En la figura 18 se muestra la configuración de la profundidad al nivel estático para el año 2008.

Tabla 11. Profundidad al nivel estático en el acuífero Cuatrociénegas-Ocampo.

No. Pozo	X	Y	Brocal (msnm)	PNE (2001)	PNE (2003)	PNE (2008)
CCO-54	130616.653	3104685.89	1350			81.4
CCO-52 (L-52)	148387.989	3090541.45	1232		nsps	69.65
CCO-317 (L-164)	159065.276	3078239.65	1206		49.4	49.91
CCO-308 (L-49)	154556.511	3072039.79	1242		37.1	30.3
CCO-307(L-51)	154412.775	3068250.55	1251		23.62	15.32
CCO-53(L-53)	162091.676	3063698.74	1214		16.33	16.63
CCO-306	161953.739	3061317.17	1219			16.02
CCO-319	164984.798	3049945.15	1201			8.94
CCO-08(L-22)	166521.687	3047304.24	1176		5.77	6.83
CCO-324	168240.529	3043744.11	1158			15.13
CCO-36(L-15)	167465.978	3040591.19	1153		26.6	41.6
CCO-326	170949.523	3035879.33	1106			17.95
CCO-04	182470.91	3031219.12	1051			29.47
CCO-329	172026.24	3032578.09	1088			30.92
CCO-L11	172005.356	3030088.06	1069	44.3	42.54	41.63
CCO-36(L-10)	177264.097	3028600.74	1038		9.8	9.95
CCO-58	170172.002	3024921.8	1050	21.26		21.46
CCO-41	163678.799	3057917.4	1215			14.78
CCO-58B	174686.49	3023052.99	1111	21.57		22.37
CCO-20	179325.122	3009562.1	920			41.3

CCO-08	165864.97	3016231.95	1078			29.92
CCO-23	182155.54	3003812.44	897.024			15.6
CCO-111	183108.251	3004238.56	895.909	12.36		12.71
CCO-257	183435.874	3002398.3	879.127			10.74
CCO-125	183137.346	3002563.78	871.691	sin dato		10.63
CCO-55	187810.252	3000308.71	828.136			10.75
CCO-170	185104.713	2999117.09	854.943	24.46		23.93
CCO-138	187648.75	2997701.88	839.929	sin dato		16.6
CCO-149	187593.189	2996789.29	841.556	sin dato		22.97
CCO-278	188600.784	2996794.29	825.798			13.3
CCO-152	190612.679	2997155.91	842.617	sin dato		50.58
CCO-147C	187638.374	2996078.18	837.162	25.24		27.1
CCO-331	189223.266	2995149.45	816.544			36.45
CCO-82	189913.93	2992833.51	814			34.4
CCO-79	191038.868	2993305.59	814			42.9
CCO-83	190064.597	2994040.93	817			35.6
CCO-81	190771.193	2992416.17	813			35.8
CCO-80	191395.972	2992541.6	809			30.78
CCO-80A	191227.309	2991712.56	820			29.1
CCO-84R	174890.022	3009805.56	963	14.19		8.65
CCO-9	178110.87	3015006.38	944			13.45
CCO-10	178279.435	3016265.2	958			39.95
CCO-63	179783.401	3013419.9	939	sin dato		41.03
CCO-67	179050.908	3012763.99	929	25.19		33.02
CCO-68	178914.12	3013232.24	936	nsps		34.1
CCO-94	179167.136	3007475.55	923	26.18		29.96
CCO-87B	176233.113	3008300.02	946	17.1		19.42
CCO-106B	185080.549	3006238.18	890	azolvado		25.29
CCO-113E	185811.453	3008118.88	905	27.92		24.77
CCO-98	181574.667	3007642.73	893	14.84		25.09
CCO-31	178900.211	3012294.5	930			29.62
CCO-73	178385.061	3013393.81	933	15.7		20.36
CCO-100	181395.316	3009397.85	918			27.38
CCO-15	181642.821	3011992.79	924			37.05
CCO-258	188345.26	3000482.43	842			15.59
CCO-260	189199.066	3000684.97	845			26.33
CCO-261	190055.171	3001061.63	853			32.4
CCO-28	172425.532	3015538.54	1005	25.04		25.27
CCO-29	175218.814	3012486.99	962			15.78
CCO-90	178788.348	3008830.67	928	35.98		45.08
CCO-26(L-1)	200837.253	3029617.85	1234		39.24	37.87
CCO-3(L-3)	194513.576	3043181.78	1217		23.32	29.89
CCO-L4	195902.811	3044246	1238		sin dato	20.36
CCO-281(L-7)	183706.498	3038456.13	1166		87.7	82.13
CCO-284(L-16)	180837.546	3040161.1	1178		35	34.48

CCO-285(L-14)	183374.31	3046514.94	1288		25.75	21.5
CCO-287(L-15)	183303.802	3046403.19	1279		26.6	43.3
CCO-289(L-25)	192256.112	3053563.78	1364		63.53	66.13
CCO-290(L-26)	192107.494	3053720.2	1365		31.09	43.28
CCO-292(L-28)	190030.162	3062341.81	1515		58.71	57.67
CCO-293(L-29)	188219.156	3062208.65	1586		94.16	49
CCO-295(L-30)	196021.561	3048227.36	1305		26.47	26.8
CCO-301(L-34)	175049.524	3064497.27	1373		29.94	29.61
CCO-304(L-56)	171770.761	3069914.65	1301		nsps	50.57
CCO-309(L-50)	154548.515	3072040.19	1241		sin dato	30.27
CCO-313(L-188)	154773.559	3059093.59	1308		105.75	104.75

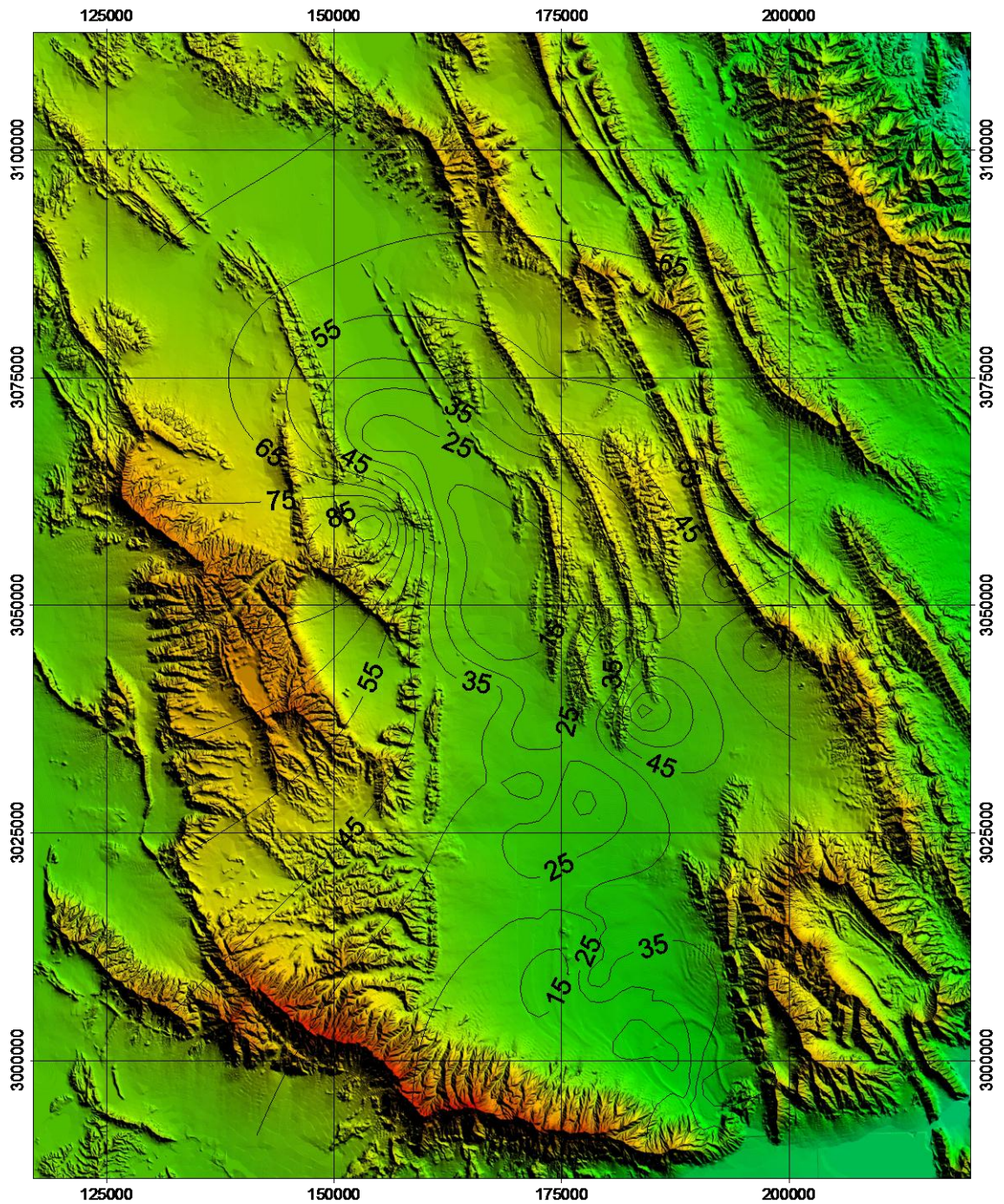


Figura 18. Configuración de la profundidad al nivel estático.

Curvas de igual elevación del nivel estático

Para el año de 2008 en general se observa que los niveles piezométricos fluctúan de 771.1 a 1457.3 msnm. Para el periodo comprendido entre 2001 al 2008, en general se observa que los niveles piezométricos fluctúan 657.03 a 753.81 msnm.

En la tabla 12 se muestra la historia piezométrica disponible para los pozos del acuífero Cuatrociénegas-Ocampo y que componen la red de pozos de observación establecida en el acuífero y en la figura 19 la configuración de la elevación del nivel estático para el año 2008.

Tabla 12. Elevación del nivel estático en el acuífero Cuatrociénegas-Ocampo.

No Pozo	X	Y	Brocal	ENE (2001)	ENE (2003)	ENE (2008)
CCO-54	130616.653	3104685.89	1350			1268.6
CCO-52 (L-52)	148387.989	3090541.45	1232			1162.35
CCO-317 (L-164)	159065.276	3078239.65	1206		1156.6	1156.09
CCO-308 (L-49)	154556.511	3072039.79	1242		1204.9	1211.7
CCO-307(L-51)	154412.775	3068250.55	1251		1227.38	1235.68
CCO-53 (L-53)	162091.676	3063698.74	1214		1197.67	1197.37
CCO-306	161953.739	3061317.17	1219			1202.98
CCO-319	164984.798	3049945.15	1201			1192.06
CCO-08 (L-22)	166521.687	3047304.24	1176		1170.23	1169.17
CCO-324	168240.529	3043744.11	1158			1142.87
CCO-36 (L-15)	167465.978	3040591.19	1153		1126.4	1111.4
CCO-326	170949.523	3035879.33	1106			1088.05
CCO-04	182470.91	3031219.12	1051			1021.53
CCO-329	172026.24	3032578.09	1088			1057.08
CCO-L11	172005.356	3030088.06	1069	1024.7	1026.46	1027.37
CCO-36 (L-10)	177264.097	3028600.74	1038		1028.2	1028.05
CCO-58	170172.002	3024921.8	1050	1028.74		1028.54
CCO-41	163678.799	3057917.4	1215			1200.22
CCO-58B	174686.49	3023052.99	1111	1089.43		1088.63
CCO-20	179325.122	3009562.1	920			878.7
CCO-08	165864.97	3016231.95	1078			1048.08
CCO-23	182155.54	3003812.44	897.024			881.424
CCO-111	183108.251	3004238.56	895.909	883.549		883.199
CCO-257	183435.874	3002398.3	879.127			868.387
CCO-125	183137.346	3002563.78	871.691			861.061
CCO-55	187810.252	3000308.71	828.136			817.386
CCO-170	185104.713	2999117.09	854.943	830.483		831.013
CCO-138	187648.75	2997701.88	839.929			823.329
CCO-149	187593.189	2996789.29	841.556			818.586
CCO-278	188600.784	2996794.29	825.798			812.498
CCO-152	190612.679	2997155.91	842.617			792.037

CCO-147C	187638.374	2996078.18	837.162	811.922		810.062
CCO-331	189223.266	2995149.45	816.544			780.094
CCO-82	189913.93	2992833.51	814			779.6
CCO-79	191038.868	2993305.59	814			771.1
CCO-83	190064.597	2994040.93	817			781.4
CCO-81	190771.193	2992416.17	813			777.2
CCO-80	191395.972	2992541.6	809			778.22
CCO-80A	191227.309	2991712.56	820			790.9
CCO-84R	174890.022	3009805.56	963	948.81		954.35
CCO-9	178110.87	3015006.38	944			930.55
CCO-10	178279.435	3016265.2	958			918.05
CCO-63	179783.401	3013419.9	939			897.97
CCO-67	179050.908	3012763.99	929	903.81		895.98
CCO-68	178914.12	3013232.24	936			901.9
CCO-94	179167.136	3007475.55	923	896.82		893.04
CCO-87B	176233.113	3008300.02	946	928.9		926.58
CCO-106B	185080.549	3006238.18	890			864.71
CCO-113E	185811.453	3008118.88	905	877.08		880.23
CCO-98	181574.667	3007642.73	893	878.16		867.91
CCO-31	178900.211	3012294.5	930			900.38
CCO-73	178385.061	3013393.81	933	917.3		912.64
CCO-100	181395.316	3009397.85	918			890.62
CCO-15	181642.821	3011992.79	924			886.95
CCO-258	188345.26	3000482.43	842			826.41
CCO-260	189199.066	3000684.97	845			818.67
CCO-261	190055.171	3001061.63	853			820.6
CCO-28	172425.532	3015538.54	1005	979.96		979.73
CCO-29	175218.814	3012486.99	962			946.22
CCO-90	178788.348	3008830.67	928	892.02		882.92
CCO-26 (L-1)	200837.253	3029617.85	1234		1194.76	1196.13
CCO-3 (L-3)	194513.576	3043181.78	1217		1193.68	1187.11
CCO-L4	195902.811	3044246	1238			1217.64
CCO-281(L-7)	183706.498	3038456.13	1166		1078.3	1083.87
CCO-284 (L-16)	180837.546	3040161.1	1178		1143	1143.52
CCO-285 (L-14)	183374.31	3046514.94	1288		1262.25	1266.5
CCO-287 (L-15)	183303.802	3046403.19	1279		1252.4	1235.7
CCO-289 (L-25)	192256.112	3053563.78	1364		1300.47	1297.87
CCO-290 (L-26)	192107.494	3053720.2	1365		1333.91	1321.72
CCO-292 (L-28)	190030.162	3062341.81	1515		1456.29	1457.33
CCO-293 (L-29)	188219.156	3062208.65	1586		1491.84	1537
CCO-295 (L-30)	196021.561	3048227.36	1305		1278.53	1278.2
CCO-301 (L-34)	175049.524	3064497.27	1373		1343.06	1343.39
CCO-304 (L-56)	171770.761	3069914.65	1301			1250.43
CCO-309 (L-50)	154548.515	3072040.19	1241			1210.73
CCO-313 (L-188)	154773.559	3059093.59	1308		1202.25	1203.25

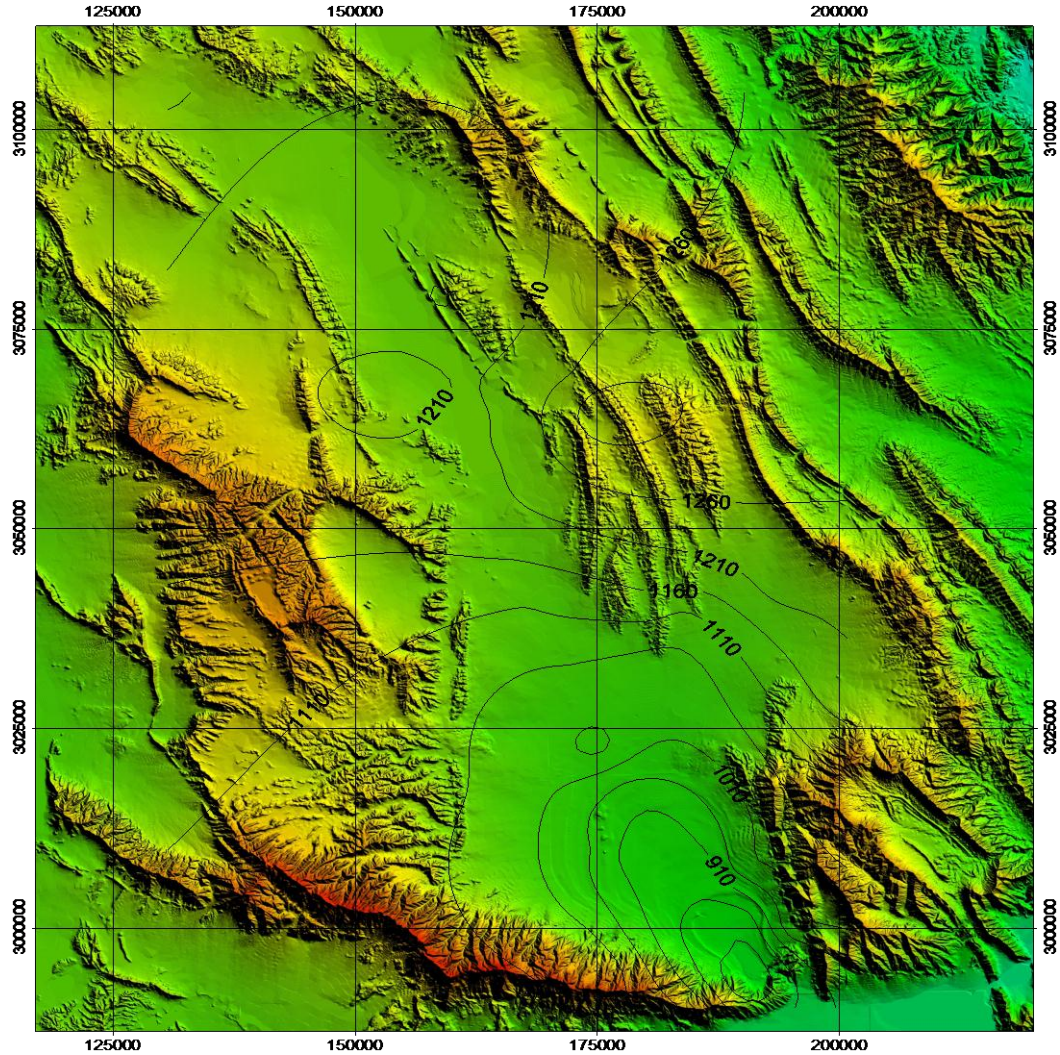


Figura 19. Elevación del nivel estático en el acuífero Cuatrociénegas-Ocampo.

Curvas de igual evolución del nivel estático

De acuerdo con la información disponible, es posible calcular la evolución de los niveles piezométricos en dos partes, debido a que el estudio de Lesser realizado en el año 2001, abarcó al acuífero Cuatrociénegas-Ocampo hasta

el poblado de Villa Ocampo. El otro estudio realizado por Lesser en el año 2003 en la zona de La Merced - Las ánimas, municipio de Ocampo cubre la parte norte del acuífero Cuatrociénegas-Ocampo.

Para el periodo comprendido entre 2001 al 2008, en general se observa que las evoluciones muestran abatimientos entre -0.20 m (El Alfalfar) y -10.25 m (El Espejo), así como recuperaciones entre +2.67 m (El Tercero) y +5.54 m (Loma Prieta).

En el periodo 2003-2008, se observa que las evoluciones muestran abatimientos entre -0.15 m (La Sandia) y -16.7 m (La estrella), así como recuperaciones entre +0.33 m (El Socorro) y +8-30 m (La Magdalena).

A continuación se presenta en la tabla 13, la información correspondiente a la evolución del nivel estático en los periodos considerados. En la figura 20 se muestra la configuración de la evolución del nivel.

Tabla 13. Evolución del nivel estático en el acuífero Cuatrociénegas-Ocampo.

No Pozo	X	Y	Evolución (2001-08)	Evolución (2003-08)
CCO-54	130616.653	3104685.89		
CCO-52 (L-52)	148387.989	3090541.45		
CCO-317 (L-164)	159065.276	3078239.65		-0.51
CCO-308 (L-49)	154556.511	3072039.79		6.8
CCO-307(L-51)	154412.775	3068250.55		8.3
CCO-53(L-53)	162091.676	3063698.74		-0.3
CCO-306	161953.739	3061317.17		
CCO-319	164984.798	3049945.15		
CCO-08(L-22)	166521.687	3047304.24		-1.06
CCO-324	168240.529	3043744.11		
CCO-36(L-15)	167465.978	3040591.19		-15
CCO-326	170949.523	3035879.33		
CCO-04	182470.91	3031219.12		
CCO-329	172026.24	3032578.09		
CCO-L11	172005.356	3030088.06	2.67	0.91
CCO-36(L-10)	177264.097	3028600.74		-0.15
CCO-58	170172.002	3024921.8	-0.2	
CCO-41	163678.799	3057917.4		
CCO-58B	174686.49	3023052.99	-0.8	
CCO-20	179325.122	3009562.1		
CCO-08	165864.97	3016231.95		

CCO-23	182155.54	3003812.44		
CCO-111	183108.251	3004238.56	-0.35	
CCO-257	183435.874	3002398.3		
CCO-125	183137.346	3002563.78		
CCO-55	187810.252	3000308.71		
CCO-170	185104.713	2999117.09	0.53	
CCO-138	187648.75	2997701.88		
CCO-149	187593.189	2996789.29		
CCO-278	188600.784	2996794.29		
CCO-152	190612.679	2997155.91		
CCO-147C	187638.374	2996078.18	-1.86	
CCO-331	189223.266	2995149.45		
CCO-82	189913.93	2992833.51		
CCO-79	191038.868	2993305.59		
CCO-83	190064.597	2994040.93		
CCO-81	190771.193	2992416.17		
CCO-80	191395.972	2992541.6		
CCO-80A	191227.309	2991712.56		
CCO-84R	174890.022	3009805.56	5.54	
CCO-9	178110.87	3015006.38		
CCO-10	178279.435	3016265.2		
CCO-63	179783.401	3013419.9		
CCO-67	179050.908	3012763.99	-7.83	
CCO-68	178914.12	3013232.24		
CCO-94	179167.136	3007475.55	-3.78	
CCO-87B	176233.113	3008300.02	-2.32	
CCO-106B	185080.549	3006238.18		
CCO-113E	185811.453	3008118.88	3.15	
CCO-98	181574.667	3007642.73	-10.25	
CCO-31	178900.211	3012294.5		
CCO-73	178385.061	3013393.81	-4.66	
CCO-100	181395.316	3009397.85		
CCO-15	181642.821	3011992.79		
CCO-258	188345.26	3000482.43		
CCO-260	189199.066	3000684.97		
CCO-261	190055.171	3001061.63		
CCO-28	172425.532	3015538.54	-0.23	
CCO-29	175218.814	3012486.99		
CCO-90	178788.348	3008830.67	-9.1	
CCO-26(L-1)	200837.253	3029617.85		1.37
CCO-3(L-3)	194513.576	3043181.78		-6.57
CCO-L4	195902.811	3044246		
CCO-281(L-7)	183706.498	3038456.13		5.57
CCO-284(L-16)	180837.546	3040161.1		0.52
CCO-285(L-14)	183374.31	3046514.94		4.25

CCO-287(L-15)	183303.802	3046403.19		-16.7
CCO-289(L-25)	192256.112	3053563.78		-2.6
CCO-290(L-26)	192107.494	3053720.2		-12.19
CCO-292(L-28)	190030.162	3062341.81		1.04
CCO-293(L-29)	188219.156	3062208.65		45.16
CCO-295(L-30)	196021.561	3048227.36		-0.33
CCO-301(L-34)	175049.524	3064497.27		0.33
CCO-304(L-56)	171770.761	3069914.65		
CCO-309(L-50)	154548.515	3072040.19		
CCO-313(L-188)	154773.559	3059093.59		1

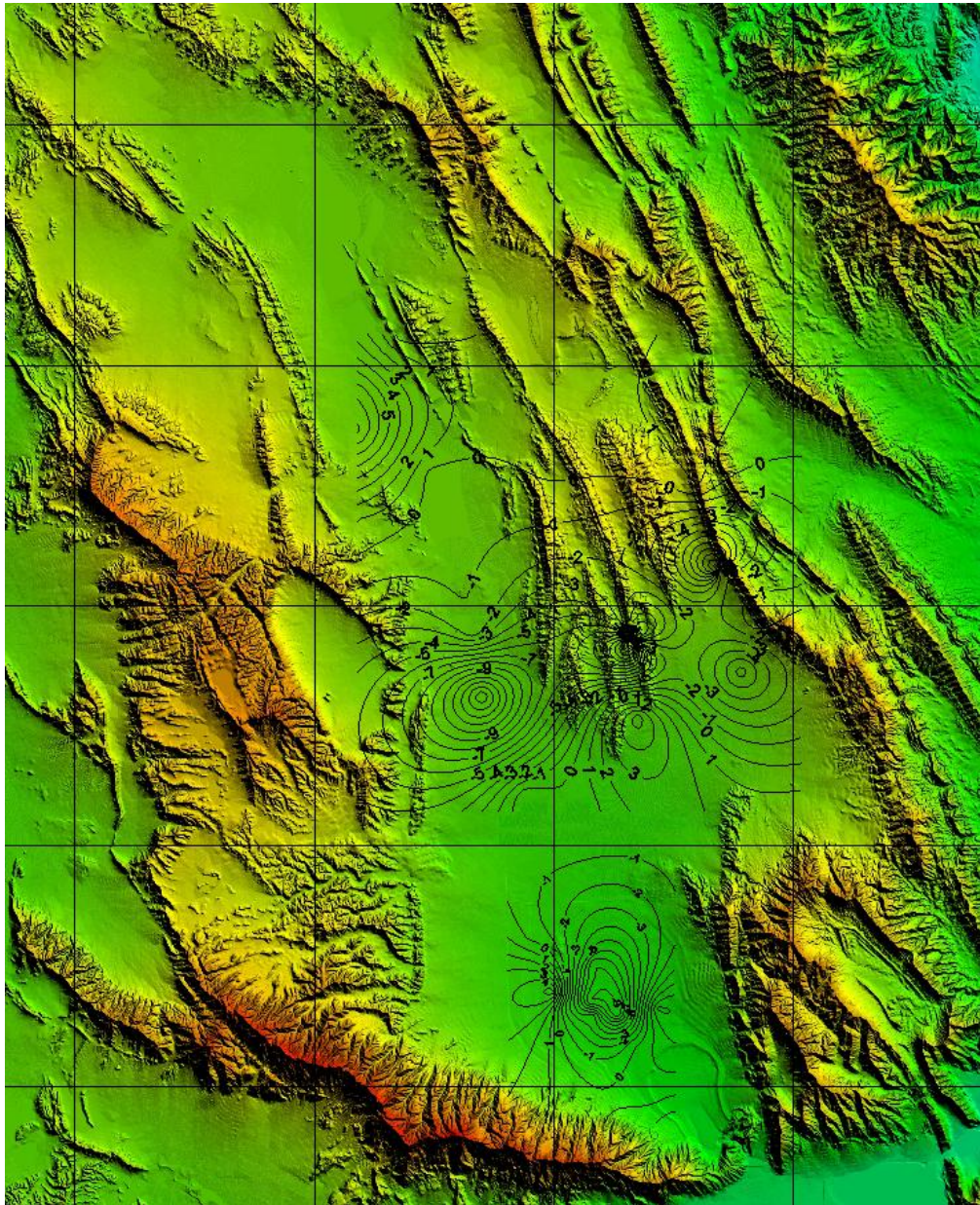


Figura 20. Evolución del nivel estático en el acuífero Cuatrociénegas-Ocampo.

5. 4. 8. Calidad del agua subterránea

El agua del acuífero de Cuatrociénegas-Ocampo presenta buena calidad en la mayor parte del área y solamente se tienen algunas concentraciones por encima de la norma en la porción noreste, al pie de la Sierra de Menchaca.

En la principal zona de explotación de agua subterránea, al centro del valle, el agua presenta entre 400 y 1,500 micromhos/cm de conductividad eléctrica la cual se clasifica como agua de baja salinidad apropiada tanto para uso potable como para riego. En una franja al oriente del valle, al pie de la Sierra de Menchaca, se encuentran valores de conductividad eléctrica entre 1500 y poco más de 2000 micromhos/cm, la cual se clasifica como agua de salinidad media la que generalmente puede utilizarse en riego en zonas arenosas con un manejo adecuado. Sin embargo, no es apropiada para uso y consumo humano.

De acuerdo con la NOM-127-SSA1-1994, el agua para consumo humano debe contener baja cantidad de sales. Entre los límites máximos establecidos, el de sólidos totales disueltos es de 1000 mg/l y 400 mg/l para los sulfatos. La mayor parte del agua no cumple con los requerimientos para ser utilizada como agua potable.

El agua del acuífero de Cuatrociénegas-Ocampo presenta buena calidad en la mayor parte del área y solamente algunas concentraciones arriba de la norma en la porción noreste, al pie de la Sierra de Menchaca.

En la principal zona de explotación de agua subterránea, al centro del valle, el agua presenta entre 400 y 1,500 micromhos/cm de conductividad eléctrica la cual se clasifica como agua de baja salinidad apropiada tanto para uso potable como para riego. En una franja al oriente del valle, al pie de la Sierra de Menchaca, se encuentran valores de conductividad eléctrica entre 1500 y poco más de 2000 micromhos/cm, la cual se clasifica como agua de salinidad media la que generalmente puede utilizarse en riego en zonas arenosas con un manejo adecuado. Sin embargo, no es apropiada para uso y consumo humano.

5. 4. 9. Condiciones de explotación del agua subterránea

En el acuífero Cuatrociénegas-Ocampo, existe un sector consumidor de agua del acuífero: el sector agrícola que representa el 97.85% del volumen estimado (IMTA, 2008). Todos los demás usos (público-urbano, pecuario y otros) suman el 2.15% restante. Con el análisis de las demandas efectuado, resulta una composición similar con distintos valores.

La extracción estimada excede al volumen concesionado para el uso agrícola y al valor total en 27% y 25.3%, respectivamente. La sobre explotación (0.98 hm³), con respecto a la recarga estimada (60.07 hm³) es, de 1.6%. La mayor parte de la extracción para el uso agrícola se concentra en la porción sur del acuífero Cuatrociénegas-Ocampo.

La evolución de la superficie total de riego en el acuífero de 2003 al 2008, sugiere que la superficie total de forrajes (el cultivo principal es alfalfa), ha aumentado,

debido principalmente a que se han abierto nuevas áreas de cultivo y perforado nuevos aprovechamientos. Otro fenómeno que se ha observado es la llegada de agricultores de otras zonas que cultivan papa. Podría afirmarse que no existe un intercambio parcial de cultivos como los granos básicos hacia cultivos forrajeros con mayor demanda y precio en la región.

Otra característica observada en el acuífero Cuatrociénegas-Ocampo, radica en que las principales áreas de cultivo ya han tecnificado sus sistemas de riego (por medio de Pivotes), y no ven factible implementar otros sistemas por los altos costos de mantenimiento, por lo que no se contempla una reducción de las láminas de riego en los cultivos que siguen siendo rentables.

El sector de la industria lechera en la Comarca Lagunera, promueve la producción de forrajes, ya que la Comarca Lagunera es una de las principales cuencas lecheras del país con una producción creciente del orden de 900,000 litros de leche por día. Si se observa la estructura de producción agrícola en la zona de estudio es posible apreciar que las superficies y volúmenes de agua subterránea ocupados para la producción de alfalfa y otros cultivos forrajeros constituyen aproximadamente el 80%.

Tabla 14. Datos básicos de los cultivos de riego con agua subterránea

Cultivo	Superficie cosechada (ha)		Lámina Bruta (m) %	Volumen de agua subterránea utilizado para el riego (hm ³)	%
Alfalfa	3,000	75%	1.80	45.00	75%
Otros forrajes	1,000	25%	1.00	11.4	25%
Total de forrajes	4,000	100%	2.80	56.40	100%

Se considera indispensable orientar los apoyos al sector agrícola y cualquier subsidio a la tecnificación apropiada de las áreas de riego, con un criterio explícito de “intercambiar apoyos gubernamentales –subsidios- por derechos del agua ahorrada a favor del acuífero”. Las prácticas de conservación de la humedad y la plasticultura deben ser impulsados.

Es necesario contar con un mecanismo que permita al COTAS instrumentar la adquisición de derechos de agua para el acuífero, que podría operar como Banco de Derechos de Agua

5. 5. Agua superficial

El acuífero Cuatrociénegas se encuentra en la región hidrológica Río Bravo – Conchos, cuenca P. Falcón – R. Salado y Subcuenca Río Salado – Nadadores.

En el Acuífero de Cuatrociénegas-Ocampo no existe una corriente principal, en general los arroyos que se originan en la sierra desaparecen en las márgenes del valle. Durante los recorridos por la zona se observaron múltiples bordos que almacenan temporalmente el agua de las lluvias y que principalmente funcionan como abrevadero.

5. 6. Agua residual

En la localidad de Villa Ocampo se cuenta con una planta de tratamiento a base de lagunas facultativas para un gasto de aproximadamente 10 lps. Esta subutilizada porque buena parte de las viviendas no están conectadas a la red de drenaje y le falta el modulo de maduración para cumplir con la NOM-001. Las aguas residuales provenientes del rastro son vertidas al cauce seco de un arroyo.

La importancia del uso del agua tratada en la agricultura, tiene relación directa con la disminución de la sobreexplotación del acuífero, ya que la mayor parte de los cultivos con mayor demanda de agua son forrajes, los cuales pueden usar agua tratada, entre las razones más importantes están las siguientes:

- Evitar la sobreexplotación del acuífero, porque permite el intercambio o sustitución del agua subterránea por el agua tratada, satisfaciendo las necesidades de agua en los cultivos compatibles.
- Permite llevar a cabo una actividad económica muy importante como lo es la agricultura, tanto en la generación de empleos como en la producción de alimentos.
- Incrementar los rendimientos en los cultivos por los nutrientes que contiene en materia orgánica, N, P, K y otros microelementos, representando un ahorro en gastos de fertilización.

Los cultivos que pueden usar agua tratada son los forrajes en general y todos aquellos que nos son consumidos directamente por humanos. En la siguiente tabla se muestra la clasificación de cultivos por tipo de tratamiento.

Tabla 15. Clasificación de cultivos por tipo de tratamiento.

No consumo humano	Se consumen cocinados	Se consumen crudos
Alfalfa	Alcachofa	Apio

No consumo humano	Se consumen cocinados	Se consumen crudos
Cebada	Calabaza	Betabel
Flores de ornato	Chícharo	Brócoli
Olivo	Chícharo	Cebolla
Pastos	Ejote	Cebollín
Granos	Espárragos	Cilantro
Forrajes en gral.	Haba	Chile
	Papa	Col (Repollo)
		Col (Bruselas)
		Jitomate
		Lechuga
		Leek
		Pepino
		Rabanito
		Zanahoria
Tratamiento primario	Tratamiento secundario	Tratamiento terciario

5. 6. 1. Características básicas de la disponibilidad y uso del agua residual tratada y sin tratar

En el acuífero del valle de Cuatrociénegas-Ocampo no se dispone de un sitio para efectuar el tratamiento del agua residual. Las aguas residuales provenientes del rastro son vertidas al cauce seco de un arroyo. No se cuenta con información de caudales, nivel de tratamiento, etc.

5. 7. Fuentes potenciales y existente de contaminación

La metodología empleada para el análisis de las fuentes potenciales de contaminación es la siguiente:

En el uso de agua agrícola, la principal fuente de contaminación para la salud humana y para el acuífero es la aplicación de agroquímicos, así como la ubicación y puesta en operación del tiradero municipal (actual y antiguo).

El agua residual, no es utilizada en el acuífero.

A continuación se enlista una serie de medidas para evitar la contaminación del agua.

1. Llevar a cabo los controles oficiales para el mantenimiento del agua.
2. Atención a las denuncias realizadas por los vecinos.
3. Instalación y control de cloacas domiciliarias.
4. Evitar depósitos clandestinos e ilegales de residuos de fábricas, casas, industrias, etc.
5. Formular proyectos de regulación hidráulica, control de vertidos contaminantes.
6. Realizar campañas de reciclaje residual en el ámbito urbano.
7. Extracción de vehículos y residuos que se hallan hundidos.
8. Instalación de fábricas de depuración, éstas concentrarían residuos tóxicos de industrias, fábricas u otras instituciones contaminadoras.

En la siguiente tabla se describen los parámetros para evitar la contaminación del agua en cada uso (agrícola, urbano, protección de vida acuática, explotación pesquera, recreación, estuarios y otros usos).

5. 8. Costos del agua

El costo del agua subterránea tiene dos componentes directamente tangibles: extracción y agotamiento. El costo de la energía es el factor de mayor peso para ambos casos.

Además de la coordinación interinstitucional de CNA, y usuarios, por lo que se espera se siga apoyando a este tipo de productores.

El agotamiento tiene como efecto la permanente necesidad de más energía para la futura extracción de agua – al suponer que aún un equilibrio sería insuficiente para recuperar el abatimiento histórico -.

De la estimación de los efectos del agotamiento se obtuvieron los siguientes resultados: \$2.42 por metro cúbico sobreexplotado, o lo que equivale a \$1.30 por metro cúbico extraído. Los costos por el agrietamiento y la pérdida de calidad no son evaluados debido a la falta de evidencias de pozos que hayan cesado o modificado su volumen debido a alteraciones de la calidad del agua o procesos de agrietamiento y consolidación del terreno).

A continuación, se presenta un resumen de costos:

Tabla 16. Resumen de costos del agua.

Impacto	Costo (millones de pesos)	\$/m ³	Periodo
Abatimiento	74.97	1.30	2001-2008
Valor de escasez	5.08	5.18	2001-2008
TOTAL	80.05	6.48	2001-2008

6. Proyección de la Oferta y de la Disponibilidad

6. 1. Proyección del volumen de agua utilizable

6. 1. 1. Situación administrativa y volumen concesionado del acuífero

En el Diario Oficial de la Federación, con fecha 11 de junio de 2008, se menciona referente a la Situación regulatoria de los recursos hídricos, que actualmente, el acuífero Cuatrociénegas-Ocampo está ubicado en una zona de libre para el alumbramiento de aguas del subsuelo.

Conforme a lo dispuesto en el quinto párrafo del artículo 27 de la Constitución Política de los Estados Unidos Mexicanos, “.....Las aguas del subsuelo pueden ser libremente alumbradas mediante obras artificiales y apropiarse por el dueño del terreno, pero cuando lo exija el interés público o se afecten otros aprovechamientos; el Ejecutivo Federal podrá reglamentar su extracción y utilización y aún establecer zonas vedadas,....”. Esta disposición es reiterada en el artículo 18 de la Ley de Aguas Nacionales.

La zona de Ocampo y el acuífero Cuatrociénegas-Ocampo se localizan dentro de la jurisdicción del Consejo de Cuenca Río Bravo instalado el 21 de enero de 1999, correspondiente a la Región Hidrológico-Administrativa Río Bravo. En noviembre del 2006, se integró la Mesa Directiva y los comités por uso del Comité Técnico de Aguas Subterráneas de ese acuífero, cuya instalación se tiene en proceso.

En el capítulo de Disponibilidad media anual, el acuífero 0504 Cuatrociénegas-Ocampo, presenta las siguientes cifras relativas a su situación de derechos y aprovechamiento:

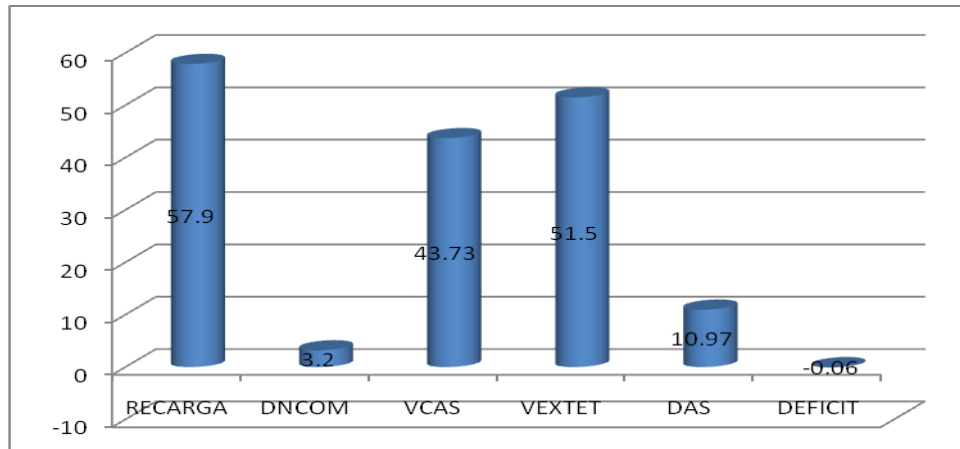


Figura 21. Situación administrativa del acuífero (Hm³/año).

R = Recarga Total. DNCOM = Descarga Natural Comprometida. VCAS = Volumen Concesionado de Agua Subterránea. VEXTET = Volumen de extracción consignado en estudios técnicos y DAS = Disponibilidad Media Anual de Agua Subterránea.

Oficialmente, para el acuífero Cuatrociénegas-Ocampo se reconoce una concesión de derechos de 43.73 Hm³/año y que excede en 7.7 Hm³/año al volumen de extracción reportado en 2001, por que la disponibilidad realmente es menor a la reportada. La condición de acuífero de zona libre para el alumbramiento, hace que los datos sobre volúmenes concesionados e inscritos en el REPDA no sean representativos.

No se cuenta con el dato exacto de la extracción actual del agua subterránea debido a la carencia de medidores volumétricos en los aprovechamientos que existen en la zona de estudio. El Registro Público de Derechos de Agua y los censos de pozos realizados en los últimos años proporcionan cifras indicativas.

De acuerdo con la información existente en el Registro Público de Derechos de Agua (REPDA) correspondiente al acuífero Cuatrociénegas-Ocampo, en total se tienen concesionados 46.021 millones de metros cúbicos anuales a los usuarios del acuífero, quienes registraron un total de 337 aprovechamientos para satisfacer seis usos: agrícola, público urbano, pecuario, doméstico, servicios y múltiple.

El uso que tiene el mayor volumen de agua concesionado es el agrícola, con 45.3 Hm³ que equivale al 98.45%; le sigue el público-urbano con 0.15 Hm³ que representa el 0.74% y en tercer lugar se tiene el uso múltiple con 0.43%, es decir 0.198 Hm³. Los otros usos representan apenas el 0.38% del total registrado y finalmente concesionado.

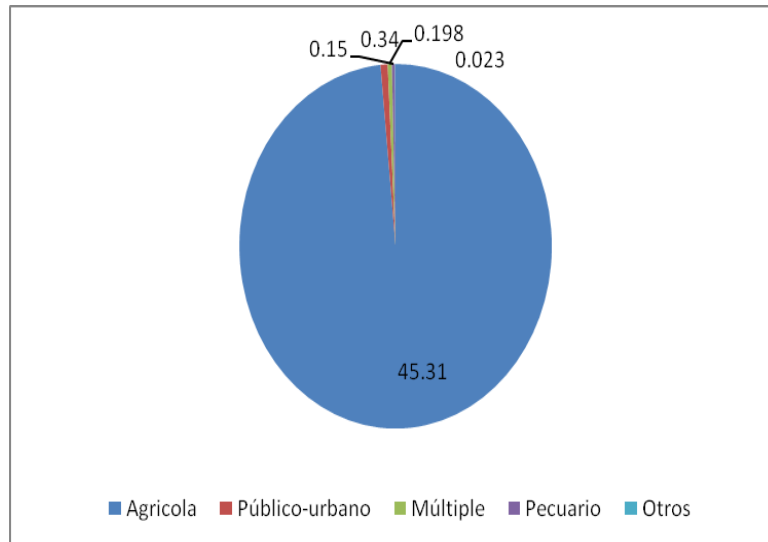


Figura 22. Volúmenes concesionados por tipo de uso en el acuífero Cuatrociénegas-Ocampo en Hm³/año (REPDA, 2008).

Las estimaciones del balance hidrológico subterráneo, IMTA (2008), muestra que físicamente ocurre una extracción que se estima en **57.66 Hm³**, que origina una sobreexplotación de **0.98 Hm³**.

Es necesario reducir progresivamente la sobreexplotación y las concesiones, ambas hasta una magnitud del orden de la suma de la recarga natural, menos los volúmenes comprometidos hacia el sur del acuífero.

6. 1. 2. Oferta de agua subterránea

El agua subterránea continuará siendo la principal fuente de abastecimiento en el futuro; sin embargo, el continuo agotamiento de la reserva, implica el aprovechamiento de nuevos volúmenes, de distinta calidad, en general menos apropiada.

De acuerdo con la conceptualización del acuífero, la recarga promedio histórica cuenta en parte con un volumen de retornos que representa aproximadamente el 5%; al considerar que esta cantidad habrá de reducirse ante una creciente eficiencia, el volumen de agua aprovechable en forma sustentable, es del orden de 60 Hm³.

Esta oferta considera específicamente el balance volumétrico del acuífero; la oferta para uso público dependerá en parte de la capacidad de potabilización por parte de las localidades del acuífero.

Eventualmente la posible construcción de proyectos de recarga artificial podría incrementar la magnitud de la recarga y en consecuencia la disponibilidad.

En el año 2003, La SAGARPA proporciona información sobre la superficie total cultivada y esta asciende a 2848.5 Ha., de las cuales en su totalidad son irrigadas con agua subterránea. La evolución de la superficie total de riego en el acuífero de 2003 al 2008, sugiere que la superficie total de forrajes (el cultivo principal es alfalfa), ha aumentado, debido principalmente a que se han abierto nuevas áreas de cultivo y perforado nuevos aprovechamientos. Otro fenómeno que se ha observado es la llegada de agricultores de otras zonas que cultivan papa. Podría afirmarse que no existe un intercambio parcial de cultivos como los granos básicos hacia cultivos forrajeros con mayor demanda y precio en la región.

Otra característica observada en el acuífero Cuatrociénegas-Ocampo, radica en que las principales áreas de cultivo ya han tecnificado sus sistemas de riego (por medio de Pivotes), y no ven factible implementar otros sistemas por los altos costos de mantenimiento, por lo que no se contempla una reducción de las láminas de riego en los cultivos que siguen siendo rentables.

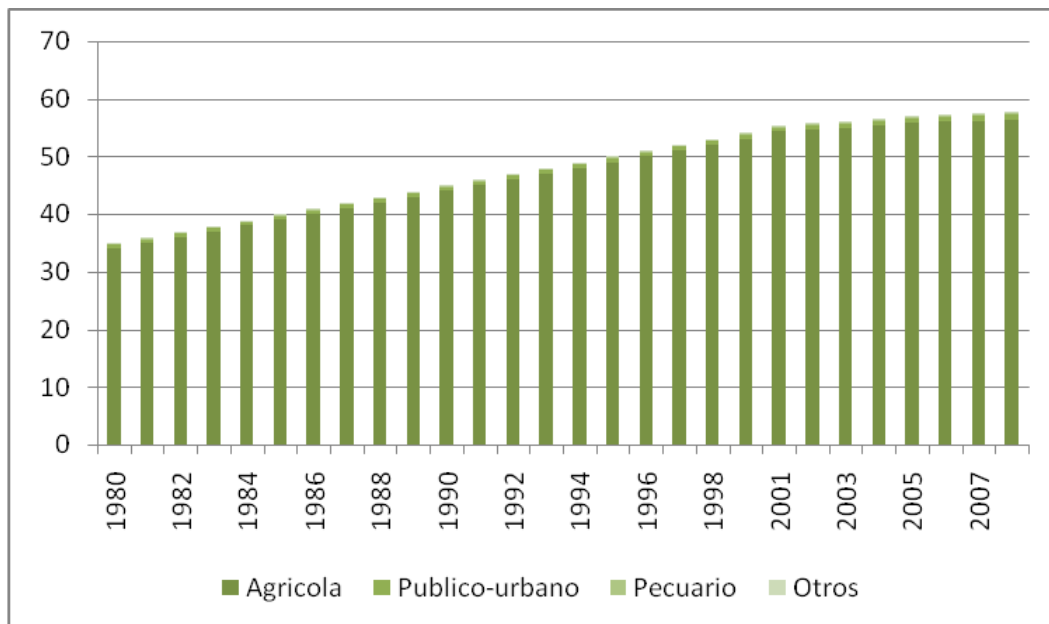


Figura 23. Demanda por uso (Hm³)

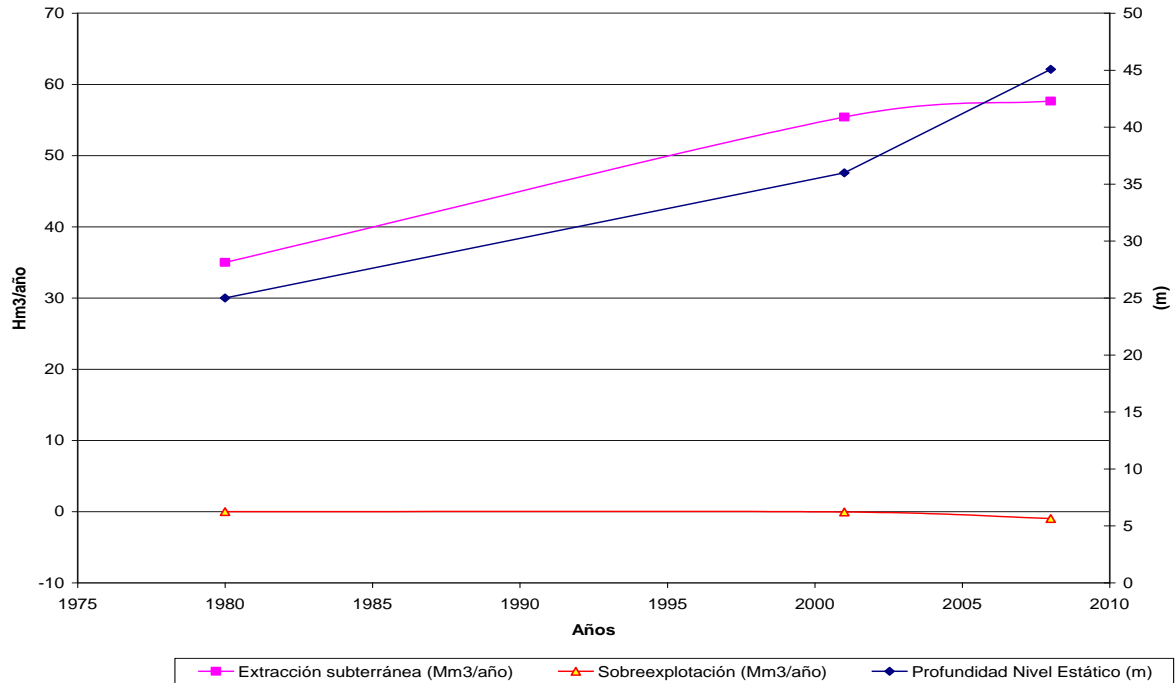


Figura 24. Profundidad del nivel estático, extracción subterránea y sobreexplotación anual (Hm³)

6. 1. 3. Oferta de aguas tratadas

El agua tratada resulta de gran utilidad y oportunidad principalmente para la agricultura; sin embargo, en condiciones críticas de escasez, puede representar una oportunidad mediante un tratamiento avanzado para su uso público u otros usos.

Como se menciono anteriormente, no todas las viviendas se encuentran conectadas a la red de drenaje y se desconoce el motivo por el cual actualmente no se aprovechan las aguas residuales generadas en Ocampo. Se propone llevar a cabo una primera evaluación del potencial de reuso del agua en el acuífero Cuatrociénegas-Ocampo.

Los proyectos de uso de aguas tratadas tienen algunos componentes de los que depende su factibilidad:

- a. Las localidades que originan las aguas residuales deben contar con sistema de alcantarillado.
- b. Preferentemente, las localidades deben contar con volúmenes generados que justifiquen la construcción de plantas de tratamiento con una economía de

escalas que compita contra otras alternativas de reducción de la demanda de agua subterránea.

Por esta razón, serán consideradas como zonas prioritarias las localidades con más de 10,000 habitantes, por lo que las localidades en estudio no reúnen las características apropiadas.

6. 1. 4. Oferta de las aguas residuales

Las poblaciones de Cuatrociénegas y Ocampo, tienen poblaciones de alrededor de 11,000 y 12,000 habitantes, por lo que para propósitos prácticos, los volúmenes de agua residual generados, todavía no justifican la inversión para instalar las plantas de tratamiento.

6. 1. 5. Oferta de agua superficial

Dentro de la zona del acuífero Cuatrociénegas-Ocampo no se encuentra ninguna presa que almacene volúmenes considerables de agua de lluvia. Como se mencionó anteriormente, existen pequeños “presones” que son utilizados para el uso pecuario principalmente. Para propósitos prácticos del presente estudio no existe una oferta de agua superficial en esta zona acuífera.

6. 2. Proyección de la demanda

La demanda de agua de la zona servida por el acuífero, se clasifica para cada tipo y a continuación se presenta una breve descripción.

6. 2. 1. Demanda por usos

La extracción estimada excede al volumen concesionado para el uso agrícola y al valor total en 27% y 25.3%, respectivamente. La sobre explotación (0.98 Hm³), con respecto a la recarga estimada (60.07 Hm³) es, de 1.6%. La mayor parte de la extracción para el uso agrícola se concentra en la porción sur del acuífero Cuatrociénegas-Ocampo.

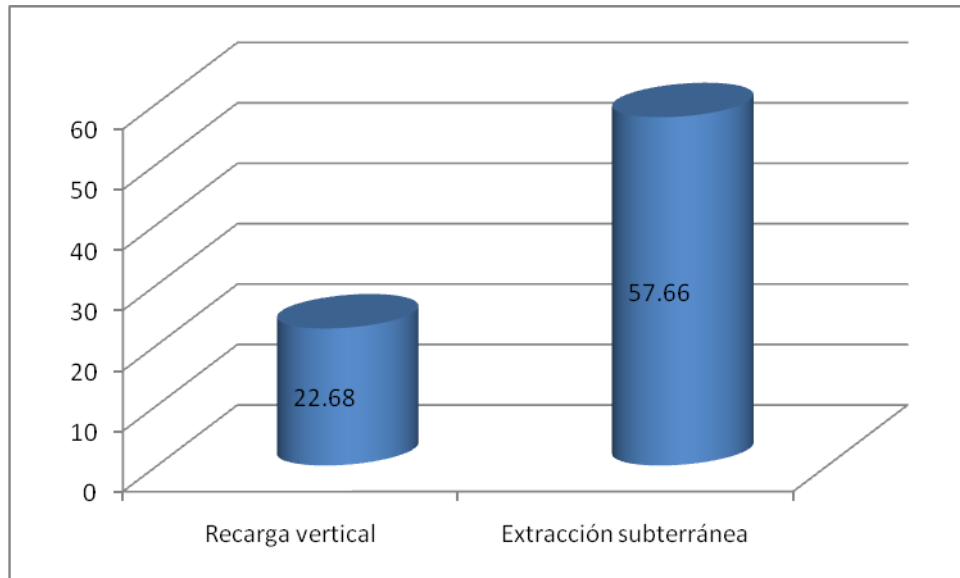


Figura 25. Recarga vertical y extracción en el acuífero Cuatrociénegas-Ocampo (Hm³)

El incremento de costos de bombeo, aún con el subsidio a la tarifa de energía eléctrica, va haciendo incosteables a la mayoría de los cultivos básicos así como algunos cultivos forrajeros, lo que obligará a reducir la superficie en producción en las zonas con mayor carga de bombeo. Se observa que la superficie agrícola que sustenta a los principales cultivos crecerá aproximadamente 1,000 ha (2008-2009), es decir, una tercera parte, ya que la mayoría esta compuesta por forrajes y granos, por lo que sería conveniente implementar programas de orientación hacia el cultivo de hortalizas.

En la zona sur del acuífero, en el rancho El Alfalfar se logra observar que la profundidad del nivel estático se incrementa de 35.98 a 45.08 m; con niveles dinámicos alrededor de los 50 m.

Como se mencionó anteriormente, la problemática del acuífero es la alta concentración de pozos en la porción sur del acuífero y la expectativa de reducción de superficies no se puede verificar aun, con lo que está ocurriendo ya en las zonas del acuífero donde se localizan los conos de abatimiento y la profundidad de bombeo supera los 60 metros.

En el uso público-urbano no existe ningún margen de maniobra para reducir las extracciones, dado que el número de habitantes y redes son reducidos.

En cambio en el uso agrícola, con la evolución de los abatimientos, la demanda, tenderá a disminuir por el incremento de los costos del bombeo, aunque de continuar con el esquema de subsidios a la tarifa eléctrica, éste no sería un freno

contra la extracción agrícola que fomente el equilibrio y actualmente no existe una disminución en la demanda. Se estima que la reducción bajo este esquema sería apenas de un 10%.

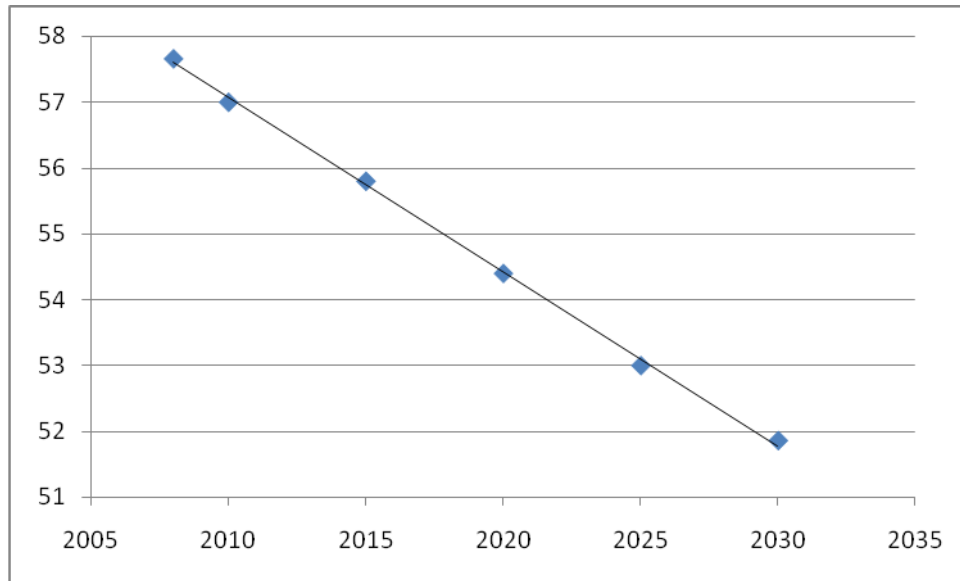


Figura 26. Proyección de las extracciones agrícolas, como función del agotamiento, con tarifas eléctricas constantes.

6. 2. 2. Uso potable

Para el acuífero Cuatrociénegas-Ocampo, el Registro Público de Derechos del Agua (REPD, 2008), reportó 177 aprovechamientos para uso agrícola, 45 para uso pecuario, 102 aprovechamientos de agua subterránea para el uso público – urbano, 10 para uso doméstico, 5 para usos múltiples y 1 para servicio.

Los aprovechamientos para uso público-urbano se distribuyeron en la localidad semiurbana de Villa Ocampo y aproximadamente en 18 loc. rurales pertenecientes al municipio de Ocampo. En la localidad urbana de Ocampo se cuenta con algún sistema formal de agua potable, el cual proviene de pozos emplazados en la zona de manantiales La Mota. En extracción, los principales aprovechamientos están en las localidades que aparecen en la Tabla 17, a continuación se muestran los servicios de agua potable, pérdidas, consumos y otros parámetros importantes como el volumen de extracción.

Tabla 17. Volúmenes anuales demandados en las localidades urbanas y rurales en la zona de estudio.

Nombre Localidad	Municipio	Población (INEGI, 2005)	Cobertura (%)	Población Cubierta	Consumo (L/H/D)	Demanda (L.P.S.)	Pérdidas (%)	Pérdidas (L.P.S.)	Gasto Medio Suministrado (L.P.S.)	Dotacion (L/H/D)	VOLUMEN ANUAL (hm ³)
Villa Ocampo	Ocampo	11,473	100	10,183	250	33.2	-	-	-	-	1.05
Localidades Rurales	Ocampo	762	100	762	120						0.033
Volumen total demandado para el uso y consumo humano											1.083

La población más importante de la zona se encuentra en Villa Ocampo, que es la cabecera municipal, que en el año 2005 contaba con 11,473 habitantes (INEGI, 2005).

Considerando la población del municipio de Ocampo, de Cuatrociénegas y Lamadrid, con las tendencias de crecimiento estimadas por el Consejo Nacional de Población (CONAPO), la población de la zona apenas aumentará a 12,329 habitantes para el año 2030.

La ciudad de Ocampo, tiene una cobertura de agua potable de 100%, mientras que las localidades rurales probablemente presentan una cobertura reducida.

El volumen total anual demandado para el uso y consumo humano es de **1.083** hm³; de los cuales el 20% se extraen en localidades rurales (menores de 50 habitantes); el 80% se extrae en Ocampo (única población con el 90% de habitantes).

La demanda actual de agua para el uso y consumo humano representa el 1.8% de la recarga total del acuífero.

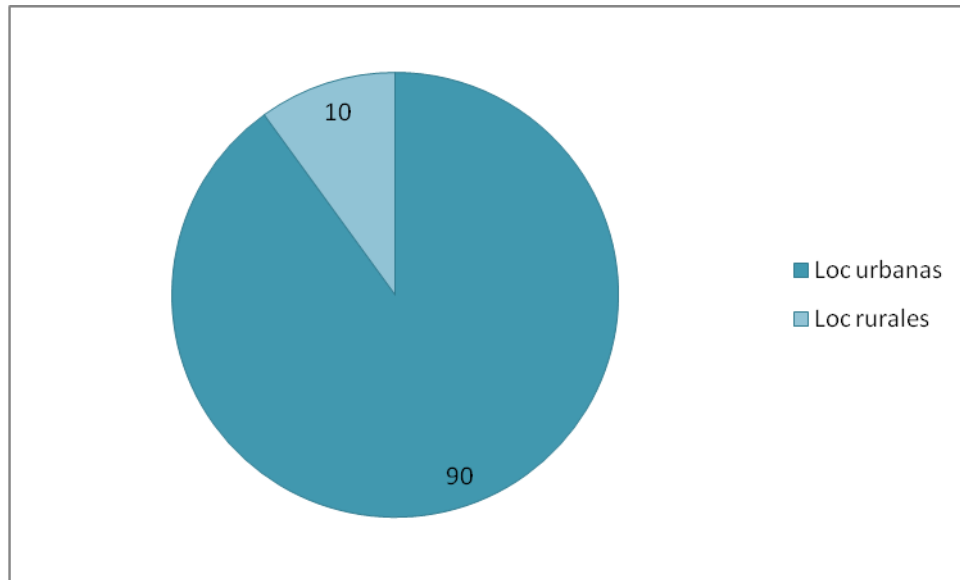


Figura 27. Porcentajes de extracción anual para uso y consumo humano

En el uso público urbano, Se desconocen las pérdidas en las redes de distribución o canales de conducción operan y en el caso de que existan, estas constituyen un área de oportunidad central en el volumen a recuperar en las acciones del Plan de manejo. No se tienen evaluadas estas pérdidas, estimando sean equivalentes a un caudal de 10 l.p.s. que al año suma 0.30 Hm³, los cuales representan el 0.5 % de la recarga del acuífero.

Resumiendo, prácticamente la totalidad de la demanda para el uso agrícola se satisface con agua subterránea, es decir, la mayor parte de la sociedad asentada depende del acuífero.

Las coberturas de servicio de agua potable son altas en términos del promedio nacional; las dotaciones son elevadas (Tabla 18) debido, en parte, a las pérdidas físicas en redes de agua potable, debido a los malos hábitos de consumo.

Tabla 18. Composición de la demanda de agua potable (uso publico-urbano).

Tipo de localidad	Población 2005	Cobertura (%)	Dotación l/hab/día	Volumen (hm ³)
Ocampo	11,473	100	250	1.05
Localidades < 2,500 hab.	762	100	120	0.033
Total	12803	100	370	1.083

El agua residual se infiltra en los cauces secos de la zona y se desconoce el caudal vertido.

6. 2. 3. Uso agrícola

Destaca la agricultura, con la producción de trigo, maíz y forrajes, principalmente alfalfa. La población económicamente activa se distribuye entre sectores como sigue: 45% en el primario, 45% en el secundario y 10% en el Terciario. El sector primario en su conjunto genera el mayor porcentaje del Valor Agregado Censal Bruto (VACB; 53.7%) y utiliza la mayor parte del volumen de agua extraído (97.85%).

La actividad agrícola, directa o indirectamente beneficia a la mayoría de la población asentada en la región, ya que proporciona trabajo a sus habitantes, no obstante, ha venido a menos, debido a que pocos son los cultivos que aun se consideran rentables con los costos reales de extracción de agua y las condiciones actuales del mercado.

Tabla 19. Datos básicos de los cultivos de riego con agua subterránea en la zona del acuífero

Cultivo	Superficie cosechada (ha)		Lámina Bruta (m) %	Volumen de agua subterránea utilizado para el riego (Hm ³)	%
Alfalfa	3,000	75%	1.80	45.00	75%
Otros forrajes	1,000	25%	1.00	11.4	25%
Total de forrajes	4,000	100%	2.80	56.40	100%

Fuente: Elaborada con base en estadísticas INEGI para el año 2008.



Figura 28. Ejemplo de riego eficiente (Rancho Ampuero).

En la imagen de satélite de la Figura 29 se puede apreciar la superficie sembrada que existe en la zona de estudio. La imagen corresponde a la toma de satélite (Google Earth), tomada el 17 de junio de 2007.



Figura 29. Superficie sembrada en la zona del acuífero Cuatrociénegas-Ocampo.

Debido a que no existe información sobre las áreas agrícolas contenidas dentro del acuífero Cuatrociénegas-Ocampo, correspondientes a los municipios de Cuatrociénegas y Ocampo que intervienen en la poligonal. En los anuarios estadísticos de INEGI, en el capítulo de Agricultura no aparece Ocampo en este rubro por lo que para los alcances del estudio, se procedió a utilizar los valores estimados durante los estudios geohidrológicos utilizados en los estudios previos.

En la tabla 20 se muestra la demanda por usos, cabe señalar que los valores para los años 1980, 2001 y 2008 se tomaron de los estudios previos y se realizaron interpolaciones para definir los valores anuales. En la figura 30, observamos que la tendencia (pendiente) del volumen extraído es mayor en el periodo 1980-2001, que en el periodo 2001-2008, por lo que es de esperarse que esta última tendencia se mantenga en el futuro.

Tabla 20. Demanda por usos (Hm³/año)

	Agrícola	Publico-urbano	Pecuario	Otros
1980	34,1	0,6	0,2	0,1
1981	35	0,61	0,21	0,1
1982	36	0,61	0,21	0,1
1983	37	0,61	0,21	0,1
1984	38	0,62	0,22	0,1
1985	39	0,62	0,22	0,1
1986	40	0,62	0,22	0,1
1987	41	0,63	0,23	0,1
1988	42	0,63	0,23	0,1
1989	43	0,63	0,23	0,1
1990	44	0,64	0,24	0,1
1991	45	0,64	0,24	0,1
1992	46	0,64	0,24	0,1
1993	47	0,65	0,25	0,1
1994	48	0,65	0,25	0,1
1995	49	0,66	0,25	0,1
1996	50	0,66	0,26	0,1
1997	51	0,67	0,27	0,1
1998	52	0,67	0,28	0,1
1999	53	0,68	0,29	0,1
2001	54,3	0,7	0,3	0,1
2002	54,7	0,71	0,31	0,1
2003	55	0,72	0,32	0,1
2004	55,4	0,73	0,33	0,11
2005	55,8	0,74	0,34	0,12
2006	56	0,75	0,35	0,13
2007	56,2	0,76	0,35	0,13
2008	56,42	0,76	0,35	0,13

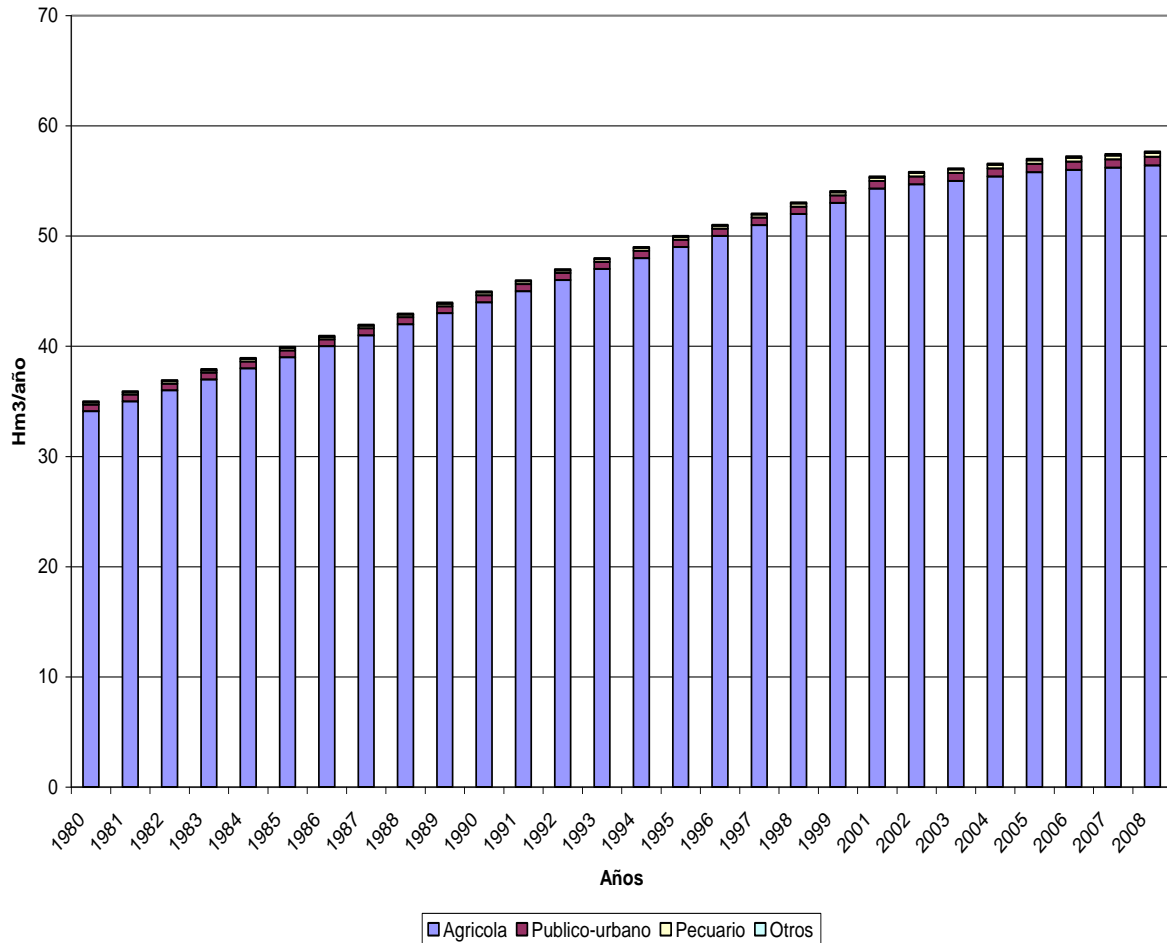


Figura 30. Demanda por uso (Hm³/año).

6. 2. 3. 1. Tipo de riego y sistemas que predominan

El método, la frecuencia y la duración de los riegos tienen un efecto significativo en la productividad de las parcelas. Así, por ejemplo, cuando la superficie se inunda, en algunos suelos se forma una costra que impide la emergencia en cultivos anuales. En otros casos el manejo inadecuado de la humedad del suelo pueden reducir los rendimientos, particularmente si el estrés hídrico ocurre durante los períodos críticos del cultivo.

La principal ventaja del riego superficial es que su costo de inversión inicial es bajo, las estructuras para el control y operación son sencillas, durables y se pueden construir con materiales disponibles en la zona. Otra ventaja de los sistemas de riego superficial es que son menos afectados por condiciones climáticas y la

posibilidad de utilizar agua con alto contenido de materia orgánica y sólidos en suspensión.

Durante la operación de las zonas de riego, se tienen pérdidas de agua tanto de la red de distribución como en las parcelas; estas pérdidas se deben tomar en cuenta en el diseño y en la operación de las áreas de riego para entregar el agua oportunamente y en la cantidad requerida por los cultivos.

La eficiencia de riego, es entonces un indicador de las pérdidas de agua que se tienen en la red de distribución de las parcelas. La eficiencia de aplicación (E_a), se define como la relación entre el volumen de agua requerido en la zona de raíces para satisfacer las necesidades de las plantas (V_d) y el volumen de agua proyectado a nivel parcelario (V_a).

Lo cierto es que la productividad media de la tierra bajo riego es 2.8 veces mayor que en temporal, y puede incrementarse hasta 3.6 veces al realizar una práctica adecuada del riego.

El deterioro de la infraestructura, entre otros aspectos, ha implicado que la eficiencia de conducción (n_c), promedio en los Distritos de Riego sea de 62% y la de aplicación del riego parcelario (n_a) del 60%, lo que implica una eficiencia total de riego ($n_{Tot} = n_c \times n_a$), que apenas supera el 37% en promedio, habiendo distrito que no alcanzan el 30%; esto significa a su vez, que casi dos terceras partes del agua almacenada en las presas o extraída del subsuelo mediante pozos, no está siendo aprovechada por los cultivos e indica la gran importancia y prioridad que deben tener las alternativas que se plantean para incrementar la eficiencia en la conducción a nivel parcelario.

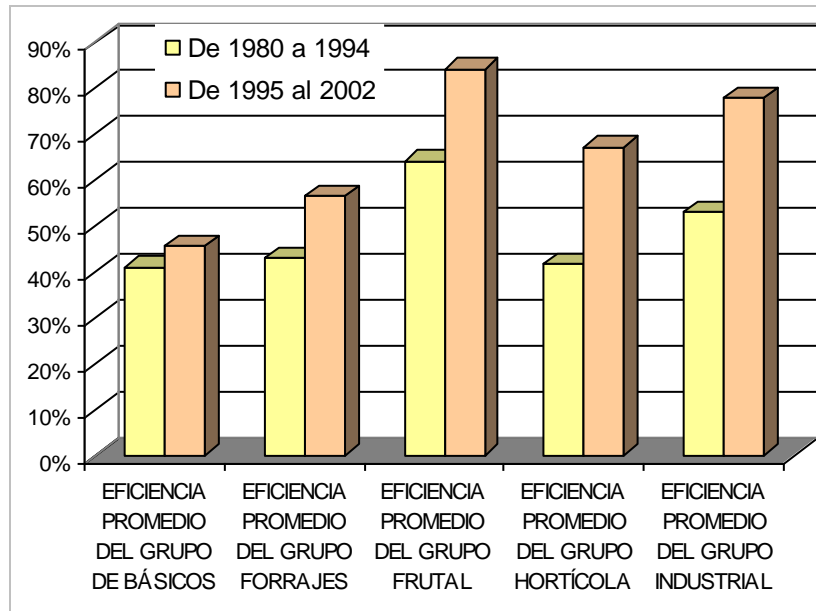


Figura 31. Eficiencia en la aplicación del agua para riego.

Sin embargo, mediante observaciones se han establecido parámetros generales en la aplicación de láminas de riego.

Tabla 21. Láminas empleadas por cultivo en diferentes sistemas de riego

Tipo de cultivo	Ciclo vegetativo (meses)	Láminas brutas empleadas de acuerdo al método de riego (m)							
		Gravedad		Aspersión					Goteo
		Tierra	Tubería de compuertas	Portátil	Side-Roll	Pivote	Avance frontal	Micro aspersión	Cintilla
Alfalfa	12.0	2.44	1.76	1.64	1.64	1.45	1.45	1.37	1.37
Pradera perenne	12.0	2.11	1.52	1.42	1.42	1.25	1.25	1.18	1.18
Guayaba	12.0	2.05	1.48	1.38	1.38	1.22	1.22	1.15	1.15
Durazno	12.0	1.94	1.40	1.30	1.30	1.15	1.15	1.09	1.09
Vid	12.0	1.79	1.29	1.21	1.21	1.07	1.07	1.01	1.01

Maíz grano	5.0	1.08	0.78	0.73	0.73	0.64	0.64	0.61	0.61
Maíz forrajero	4.0	0.97	0.70	0.65	0.65	0.58	0.58	0.55	0.55
Pasto anual	5.3	0.93	0.67	0.63	0.63	0.55	0.55	0.52	0.52
Chile	4.5	0.91	0.66	0.62	0.62	0.54	0.54	0.51	0.51
Ajo	6.0	0.81	0.59	0.55	0.55	0.48	0.48	0.46	0.46
Frijol	3.3	0.59	0.43	0.40	0.40	0.35	0.35	0.33	0.33
Brócoli	3.3	0.52	0.37	0.35	0.35	0.31	0.31	0.29	0.29
Coliflor	3.3	0.46	0.33	0.31	0.31	0.28	0.28	0.26	0.26

El porque hay mayor cantidad de superficie por aspersión, esta en la pendiente del terreno, el cual es en su mayoría irregular. Su implementación está limitada a terrenos con pendientes suaves y suelos relativamente profundos, a fin de evitar trabajos de nivelación de alto costo.

No se cuenta con una base de datos que precise que se siembra en la superficie tecnificada, sin embargo, es posible suponer una clasificación, en función del costo de tecnificación de cada sistema y de los beneficios de los cultivos para poder justificar la inversión.

Tabla 22. Costos de los sistemas de riego

TIPO DE SISTEMA	COSTO (\$/ha)
Gravedad (multicompuertas)	9,277
Aspersión	11,866
Microaspersión	26,445
Goteo	29,411

Fuente: (1) Rex Irrigación, 2001. Los Mochis, Sinaloa. (3) Claude, 2000. Considerando 1 \$USD= \$ 9.02 (BANAMEX, 8/ Enero /2002).

BAUTISTA Reséndiz, Iván y GARCÍA Reynoso, Edgar. Alternativas de sistemas tecnificados de riego agrícola mediante el uso de aguas residuales tratadas del área metropolitana de la ciudad de México, en el Valle del Mezquital, Hidalgo. 2002. México: Universidad Autónoma de Chapingo.

El cambio en la demanda de agua esta directamente relacionada con los sistemas de riego. Un factor que ha influido decisivamente en que la mayor parte de la

superficie se encuentre tecnificada por aspersión, es el tipo de cultivos, forrajes y por la pendiente irregular del terreno. Algo que esta asociado a la implementación de un sistema de riego superficial, es la nivelación o emparejamiento del terreno.

En los sistemas de riego superficial, los suelos que se quieren regar tienen características que son altamente variable en tiempo y espacio, lo que vuelve incierto la uniformidad del riego, y tienen en promedio eficiencias de riego menores a las obtenidas en los sistemas de riego presurizado. Su implementación está limitada a terrenos con pendientes suaves y suelos relativamente profundos, a fin de evitar trabajos de nivelación de alto costo, además de no permitir la aplicación de láminas pequeñas de riego necesarias para romper costras de suelo que impiden la emergencia de la plántula.

En recorridos efectuados a la zona agrícola es posible verificar, con frecuencia, que los sistemas de riego instalados no se emplean en forma adecuada. Por ejemplo, se practican riegos con sistemas de aspersión en las hora de mayor sol en lugar de que sea en las horas de menor luz o en la noche y/o en presencia de vientos, o bien, se establecen cultivos sin trazos de riego o nivelación, con lo cual se reducen las ventajas de los sistemas instalados, como sucede en el riego por gravedad.

La eficiencia del riego, esta asociada a los sistemas de riego, ya que el aprovechamiento en cada unos de ellos es diferente, como se muestra en el modelo. No se cuenta con información sobre las eficiencias de riego en el acuífero Cuatorciénegas-Ocampo y se presentan con fines comparativos, los siguientes valores de las eficiencias de riego, corresponden a resultados obtenidos en el Distrito de Riego “Pabellón”, de tal manera que el método de gravedad por multicompuertas tiene una eficiencia del 54 %, la aspersión del 80%, micro aspersión del 84 % y el goteo del 90%. En la tabla 23 aparece un resumen de parámetros técnicos y económicos, y los ahorros nominales considerados por FIRCO en cada caso.

Tabla 23. Parámetros técnicos y económicos de las opciones de tecnificación.

Tipos de sistemas de riego	Volumen Extraído	% eficiencias hidráulicas	Ahorro de energía	Productividad	Costo total	Ahorro de agua
----------------------------	------------------	---------------------------	-------------------	---------------	-------------	----------------

	(m ³ /ha/año)	Conducción	Aplicación	Total	(% kwh)	(kg/m ³)	% Incr.	(\$/ha)	(%) con respecto al riego rodado
Canales en tierra *	14,819	83	65	54	-----	4.60	-----		
Hidrantes alfalferos	11,842	98	65	64	15.61	5.10	38.21	5,000.00	
Tubería con compuerta	11,086	98	69	68	17.64	8.07	68.48	6,700.00	27.82%
Aspersión semi-portátil	10,242	98	82	80	24.22	9.84	64.27	11,400.00	32.63%
Side-roll	10,242	98	82	80	24.22	9.84	64.27	15,600.00	32.63%
Pivote central	10,192	98	85	83	27.84	6.37	79.94	15,600.00	40.55%
Rehab./ Micro aspersión	11,372	98	86	84	15.48	1.40	40.00	24,500.00	43.86%
Goteo / cintilla	8,203	98	92	90	37.50	0.98	63.33	26,300.00	46.81%

Los datos que se muestran en la tabla 23, no corresponden al acuífero Cuatrociénegas-Ocampo, corresponden al Distrito de Riego “Pabellón” y se muestran en este apartado como ejemplo a seguir cuando se tengan identificadas las variables y sean medidas. En general se observa una disminución gradual de la lámina de riego sin tecnificar y tecnificando.

6. 2. 4. Uso pecuario

La población pecuaria en el acuífero Cuatrociénegas-Ocampo es muy importante, sobre todo con el ganado bovino de engorda. En la tabla 24 se presenta un resumen de la población ganadera y avícola reportada por el INEGI (Anuario Estadístico del Estado de Coahuila de Zaragoza, Edición 2006), para el municipio de Ocampo y en la Figura 34 se representa su distribución grafica.

Tabla 24. Población pecuaria y avícola que existe (2005), en el acuífero Cuatrociénegas-Ocampo.

Municipio	Bovino ^{a/}	Caprino	Equino ^{b/}	Ovino	Porcino	Aves ^{c/}
Ocampo	33,895	2,000	840	143	370	3,000
Total dentro del Acuífero	33,895	2,000	840	143	370	3,000

a/ Comprende bovino para leche y carne, b/ Comprende caballar, mular y asnal, c/ Comprende aves para carne y huevo

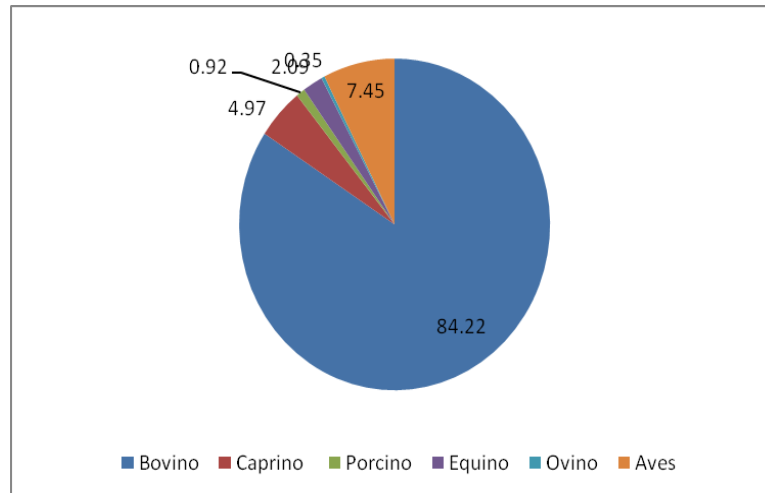


Figura 32. Porcentaje de la demanda de agua utilizada para el consumo de la población pecuaria y avícola que existe en el acuífero.

En relación con el valor de la producción pecuaria y avícola destaca en primer lugar la bovina la cual representó el 97.7% del valor total en el año 2005 dentro de la zona de estudio, seguida por la producción equina cuyo valor representó el 1.3% del total. En la tabla 61 se presenta el valor de la producción pecuaria y avícola en los municipios comprendidos por el acuífero.

El municipio de Ocampo contribuye con el 5.5% del valor de la población pecuaria a nivel estatal.

Tabla 25. Valor de la producción población pecuaria y avícola en el año 2005, en la zona de estudio (miles de pesos).

Estado	Municipio	Bovino ^{a/}	Caprino	Equino ^{b/}	Ovino	Porcino	Aves ^{c/}	Total
Coahuila	Ocampo	176,352	1,400	2,268	129	296	120	180,565

El consumo de agua por animal por día es variado y depende en gran medida del tipo de especie animal y del clima en donde habita, a continuación se presenta el consumo promedio por cabeza, por día y el consumo total por año que existe en la zona de estudio para el año de 2005 (Tabla 26).

Tabla 26. Calculo de la demanda de agua para consumo de la población pecuaria y avícola que existe en la zona de estudio.

	Bovino^{a/}	Porcino	Ovino	Caprino	Equino^{b/}	Aves^{c/}	Total
Población ganadera en la zona de estudio	33,895	370	143	2,000	840	3,000	
Consumo directo por animal por día (l/animal/día) ²	60	15	6	6	40	0.125	
Consumo total anual (m ³)	742,300.5	2,025.75	313.17	4,380.0	2,184.0	136.90	751,340.3₃

Se observa que la población bovina consume el 98.8% del agua que es extraída para la población pecuaria y avícola que existe en la zona de estudio en un año, seguida por la población caprina que consumen solo el 0.58%, mientras que el resto de las especies pecuarias consumen el 0.60% restante del agua que se extrae para el uso pecuario. La demanda total real para el uso pecuario excede por mucho al volumen concesionado que se tiene inscrito en el REPDA.

La demanda de forrajes para el ganado, se puede abastecer con el tercio de la producción actual y el resto se puede distribuir en cultivos con mayor rentabilidad y menor consumo de agua.

6. 2. 5. Uso industrial y servicios

El número total de aprovechamientos de tipo industrial titulados dentro de los límites geográficos del acuífero es nulo. Solamente se tiene un aprovechamiento registrado en el uso de servicios y el volumen concesionado es de 2890.8 m³/año.

Dentro del territorio que comprende al acuífero en estudio, existen solamente pequeñas unidades industriales dedicadas a la elaboración de productos alimenticios.

En la obtención de cera de Candelilla, esta actividad es incipiente, por lo que se puede concluir que no hay indicios de expansión en el sector industrial.

² Consumo de Agua por el Ganado. Ing. Agr. Norberto A. Colacelli M.Sc. Profesor Adjunto. Cátedra de Uso del Suelo. Facultad de Agronomía y Zootecnia. Universidad Nacional de Tucumán.

³ En los datos reportados únicamente se incluye el agua que es consumida en forma directa por la población pecuaria y avícola sin contar el volumen de agua que es utilizada en otras actividades, como el lavado y aseo de establos y animales, el lavado del equipo para la ordeña, etc. Lo cual incrementaría en 3.35 veces el consumo directo obtenido, Sin embargo, gran parte de este consumo se encuentra ya reportado en el uso múltiple, por lo cual no se incluyó dentro de la tabla.

6. 2. 6. Otros usos

El volumen concesionado y registrado en el REPDA para los usos múltiples, es de 0.20 Hm³.

No se tiene forma de cuantificar la demanda real para estos usos, además de que no representan un volumen significativo en comparación con los que se extraen para satisfacer los usos agrícola y público-urbano, por lo que no se incluye su análisis.

6. 2. 7. Proyección de la demanda

Con el objeto de establecer los criterios para formular un escenario inercial y de acuerdo con los volúmenes de extracción reportados en los estudios previos, a continuación se presenta la metodología utilizada para realizar las proyecciones de la demanda para los usos agrícola, público-urbano, pecuario y otros (múltiple, doméstico y servicios).

Para el uso agrícola, se observa que existen claramente dos tendencias: en el periodo comprendido entre los años 1980-2001 y 2001-2008. Como se observa, en los dos periodos analizados, se presenta una tendencia continua en los patrones de consumo, aunque con una pendiente más pronunciada en el primer periodo, que quizás obedezca a la apertura de nuevas tierras de cultivo, en el segundo periodo analizado se observa una disminución en la pendiente y por ende en las extracciones por bombeo. Considerando que esta tendencia se mantenga y con el objeto de realizar las proyecciones de la demanda para uso agrícola, se ajusta una función lineal como se puede observar en la figura 33:

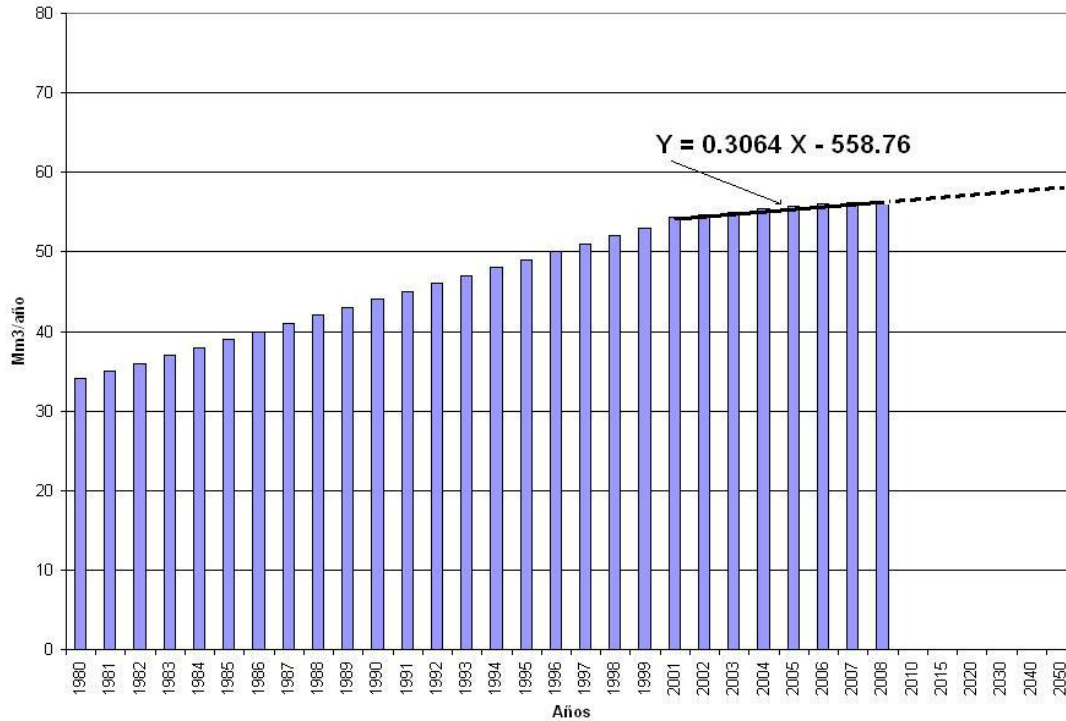


Figura 33. Evolución del volumen de extracción para uso agrícola.

En la siguiente tabla, se pueden observar los valores correspondientes a la extracción, siguiendo un escenario inercial:

Tabla 27. Proyección de la demanda para el uso agrícola en el acuífero Cuatrociénegas-Ocampo.

Año	Extracción (Mm³/año)	Año	Extracción (Mm³/año)
2009	56,7976	2030	63,232
2010	57,104	2031	63,5384
2011	57,4104	2032	63,8448
2012	57,7168	2033	64,1512
2013	58,0232	2034	64,4576
2014	58,3296	2035	64,764
2015	58,636	2036	65,0704
2016	58,9424	2037	65,3768
2017	59,2488	2038	65,6832
2018	59,5552	2039	65,9896
2019	59,8616	2040	66,296

2020	60,168	2041	66,6024
2021	60,4744	2042	66,9088
2022	60,7808	2043	67,2152
2023	61,0872	2044	67,5216
2024	61,3936	2045	67,828
2025	61,7	2046	68,1344
2026	62,0064	2047	68,4408
2027	62,3128	2048	68,7472
2028	62,6192	2049	69,0536
2029	62,9256	2050	69,36

Para el uso público-urbano, se observa una continua tendencia a crecer, en el periodo entre 1980 y 2008, la demanda para este uso ha aumentado 0.16 Mm³/año. Considerando que esta tendencia se mantenga y con el objeto de realizar las proyecciones de la demanda para uso público-urbano, se ajusta una función lineal como se puede observar en la figura 34 y en la siguiente tabla, se pueden observar los valores correspondientes a la extracción, siguiendo un escenario inercial:

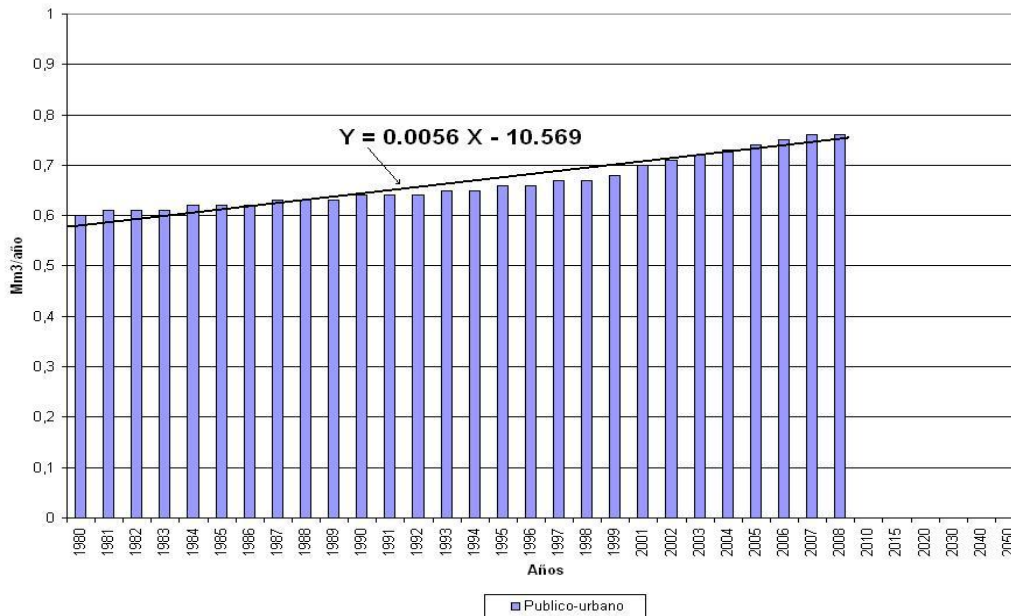


Figura 34. Evolución del volumen de extracción para uso público-urbano.

Tabla 28. Proyección de la demanda para el uso público-urbano en el acuífero Cuatrociénegas-Ocampo.

Año	Volumen (Mm ³ /año)	Año	Volumen (Mm ³ /año)
2009	0,6814	2030	0,799
2010	0,687	2031	0,8046
2011	0,6926	2032	0,8102
2012	0,6982	2033	0,8158
2013	0,7038	2034	0,8214
2014	0,7094	2035	0,827
2015	0,715	2036	0,8326
2016	0,7206	2037	0,8382
2017	0,7262	2038	0,8438
2018	0,7318	2039	0,8494
2019	0,7374	2040	0,855
2020	0,743	2041	0,8606
2021	0,7486	2042	0,8662
2022	0,7542	2043	0,8718
2023	0,7598	2044	0,8774
2024	0,7654	2045	0,883
2025	0,771	2046	0,8886
2026	0,7766	2047	0,8942
2027	0,7822	2048	0,8998
2028	0,7878	2049	0,9054
2029	0,7934	2050	0,911

Para el uso pecuario, se observa también una continua tendencia a crecer, en el periodo entre 1980 y 2008, la demanda para este uso ha aumentado 0.15 Mm³/año. Considerando que esta tendencia se mantenga y con el objeto de realizar las proyecciones de la demanda para uso pecuario, se ajusta una función lineal como se puede observar en la figura 35 y en la siguiente tabla, se pueden observar los valores correspondientes a la extracción, siguiendo un escenario inercial:

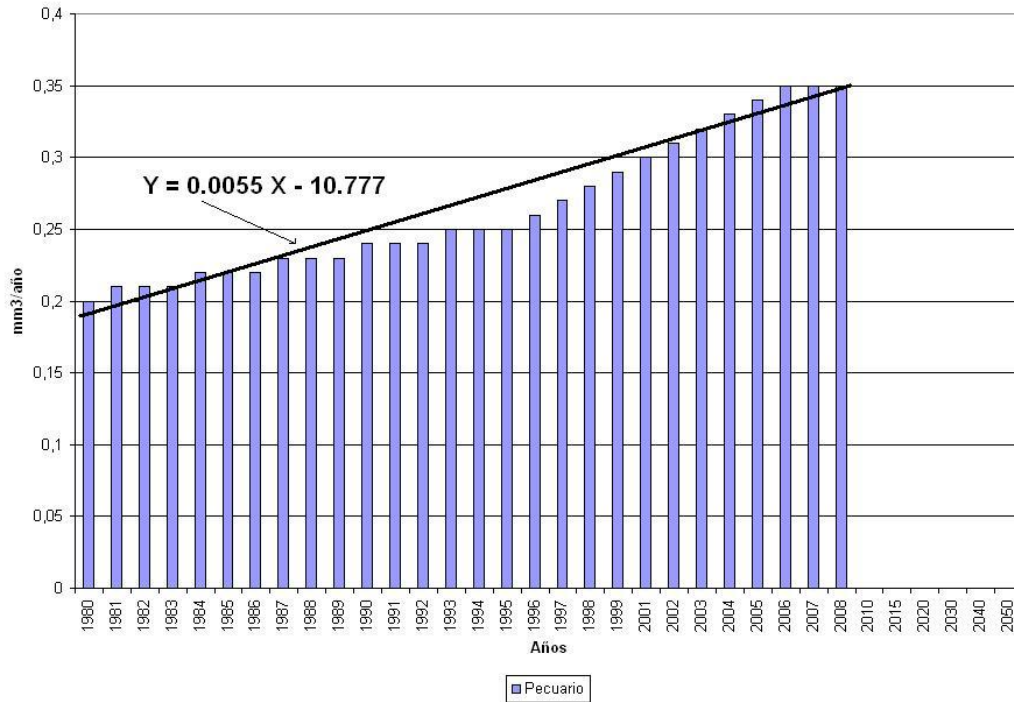


Figura 35. Evolución del volumen de extracción para uso pecuario.

Tabla 29. Proyección de la demanda para el uso pecuario.

Año	Volumen (Mm³/año)	Año	Volumen (Mm³/año)
2009	0,2725	2030	0,388
2010	0,278	2031	0,3935
2011	0,2835	2032	0,399
2012	0,289	2033	0,4045
2013	0,2945	2034	0,41
2014	0,3	2035	0,4155
2015	0,3055	2036	0,421
2016	0,311	2037	0,4265
2017	0,3165	2038	0,432
2018	0,322	2039	0,4375
2019	0,3275	2040	0,443
2020	0,333	2041	0,4485
2021	0,3385	2042	0,454
2022	0,344	2043	0,4595
2023	0,3495	2044	0,465

2024	0,355	2045	0,4705
2025	0,3605	2046	0,476
2026	0,366	2047	0,4815
2027	0,3715	2048	0,487
2028	0,377	2049	0,4925
2029	0,3825	2050	0,498

Para los usos múltiple, doméstico y servicios denominado como otros, se observa también una continua tendencia a crecer, en el periodo entre 1980 y 2008, la demanda para este uso ha aumentado 0.03 Mm³/año. Considerando que esta tendencia se mantenga y con el objeto de realizar las proyecciones de la demanda para uso pecuario, se ajusta una función lineal como se puede observar en la figura 36 y en la siguiente tabla, se pueden observar los valores correspondientes a la extracción, siguiendo un escenario inercial:

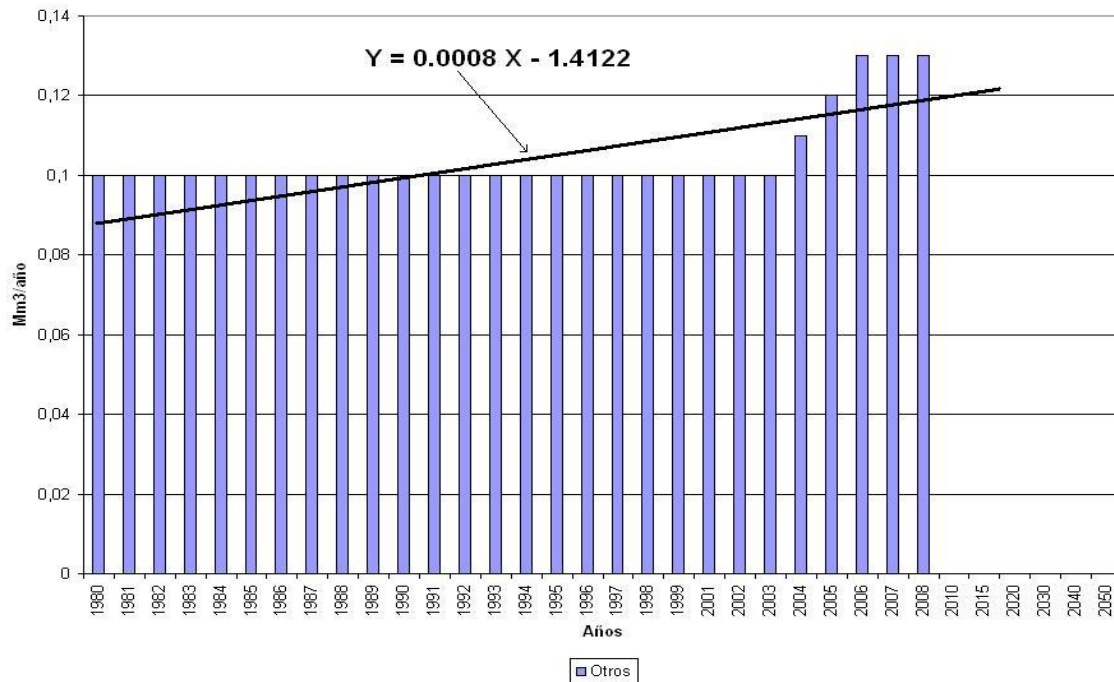


Figura 36. Evolución del volumen de extracción para los usos múltiple, doméstico y servicios (otros).

Tabla 30. Proyección de la demanda para los usos múltiple, doméstico y servicios (otros).

Año	Volumen (Mm ³ /año)	Año	Volumen (Mm ³ /año)
2009	0,195	2030	0,2118
2010	0,1958	2031	0,2126
2011	0,1966	2032	0,2134
2012	0,1974	2033	0,2142
2013	0,1982	2034	0,215
2014	0,199	2035	0,2158
2015	0,1998	2036	0,2166
2016	0,2006	2037	0,2174
2017	0,2014	2038	0,2182
2018	0,2022	2039	0,219
2019	0,203	2040	0,2198
2020	0,2038	2041	0,2206
2021	0,2046	2042	0,2214
2022	0,2054	2043	0,2222
2023	0,2062	2044	0,223
2024	0,207	2045	0,2238
2025	0,2078	2046	0,2246
2026	0,2086	2047	0,2254
2027	0,2094	2048	0,2262
2028	0,2102	2049	0,227
2029	0,211	2050	0,2278

6. 3. Descripción de escenarios

Los escenarios paramétricos tienen la función de predecir impactos en la hidrología subterránea bajo opciones de manejo que servirán para sensibilizar en términos cuantitativos a los usuarios del agua subterránea. En estos escenarios no se

contemplan acciones concretas, sencillamente presuponen opciones de explotación típicas que nos darán una idea de la gravedad del problema de sobreexplotación y sus posibles soluciones.

En cada escenario simulado se considera un análisis de predicción con tres periodos de esfuerzo, uno para cada horizonte de planeación (corto –año 2015 -mediano – 2020 - y largo plazo - 2030 -).

Escenario 0. Condiciones iniciales. Este es un escenario teórico en el que se considera la extracción de agua subterránea de cada sector igual a cero, a fin de conocer las condiciones del acuífero antes de ser sometido a la extracción antropogénica.

Escenario 1. Extracción cero. Este es un escenario teórico, que parte del supuesto de que las extracciones por bombeo, se detienen a partir del año 2008, lo cual implica una constante recuperación durante el periodo 2009-2030.

Escenario 2. Inercial. Considera la tendencia de extracción del agua subterránea en función de las tendencias de crecimiento actuales para cada uso. Se usa para evidenciar los impactos en diferentes horizontes de tiempo si no consideramos ninguna acción de recuperación.

Escenario 3. Básico. Para este caso se considera una libre extracción bajo el supuesto de que los usuarios tuvieran la capacidad para extraer todo lo que requieren del acuífero, representa la condición mas critica.

Escenario 4. Status Quo. Para este caso, se considera la extracción registrada actualmente como constante a partir del año 2008 hasta el 2030.

Escenario 5. Equilibrio. Esta opción considera una extracción constante de la misma magnitud que el valor de la recarga natural hacia el acuífero, calculado durante el periodo de balance (2001-2008).

En el siguiente grafico se observa el resumen de extracciones para los diferentes escenarios:

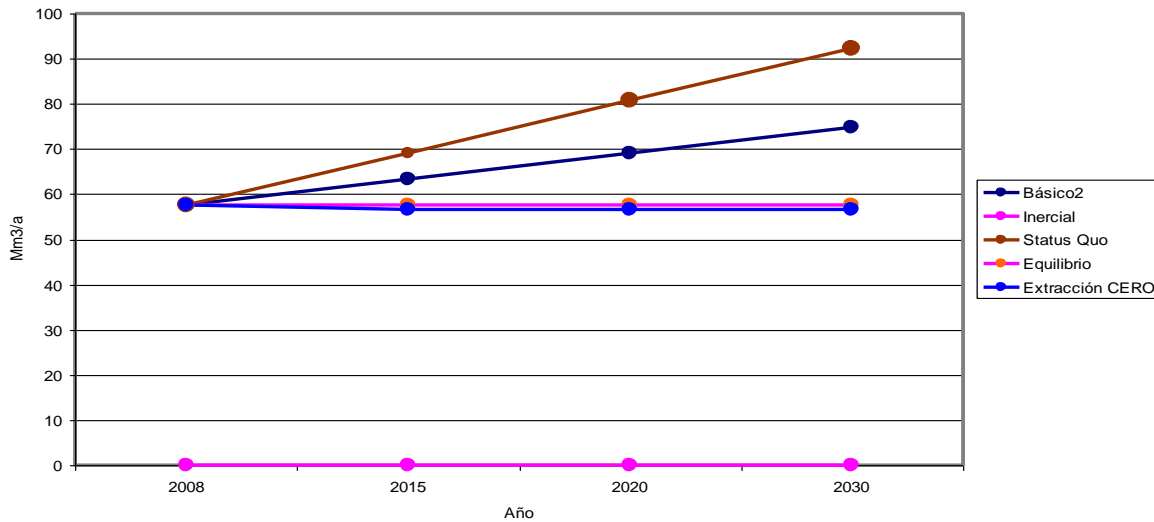


Figura 37. Evolución de la demanda para los escenarios paramétricos.

Invariablemente los escenarios parten de las condiciones piezometricas observadas y calculadas en el año 2008, y consideradas como iniciales para las zonas de manejo establecidas con fines de análisis, tal como se muestra en la siguiente figura:

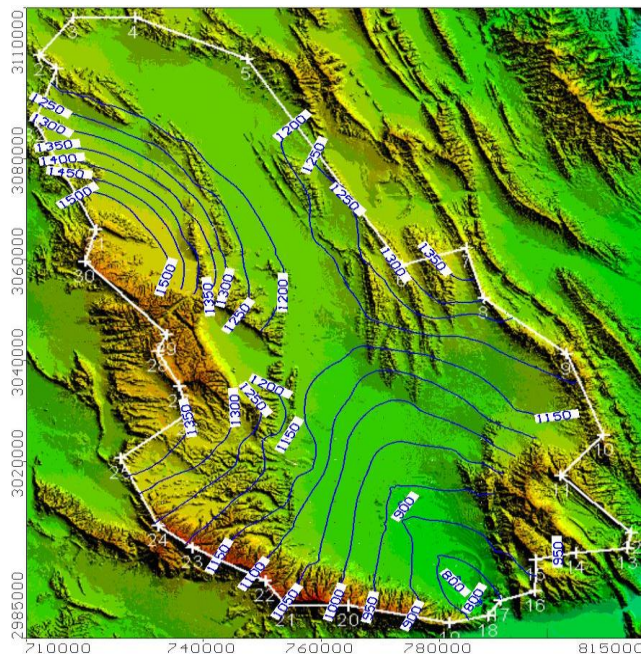


Figura 38. Configuración piezometrica para el año 2008 (Condición inicial).

La cota mínima del cono de abatimiento en el año 2008, se encuentra a menos de 800 msnm, y esta se ubica hacia la zona sur del acuífero, cercana al cañón que comunica a Ocampo con Cuatrociénegas.

6.3.1. Escenario 0. Condiciones iniciales

Este escenario teórico considera que la extracción de agua subterránea de cada sector es igual a cero. Esta suposición es con el propósito de conocer las condiciones del acuífero antes de ser sometido a la extracción antropogénica.

La configuración piezométrica resultante de condiciones iniciales corresponde a la del año 1980 y la cual es considerada como del año 1958, a continuación se muestra la configuración.



Figura 39. Configuración piezométrica inicial (1958).

6. 3. 2. Escenario 1. Extracción cero

Esta condición parte del supuesto de que las extracciones por bombeo, se detienen a partir del año 2008, lo cual implica una constante recuperación durante el periodo 2009-2030.

La recuperación anual, de acuerdo con las condiciones de balance, tendría como efecto una reducción de la profundidad de bombeo. Esta respuesta se acentuaría en la zona sur, lugar donde se concentra la mayor intensidad de extracción actual.

En la figura 40, se puede observar la configuración resultante (derecha) y a la izquierda de esta, se muestra la configuración piezométrica para 2008.

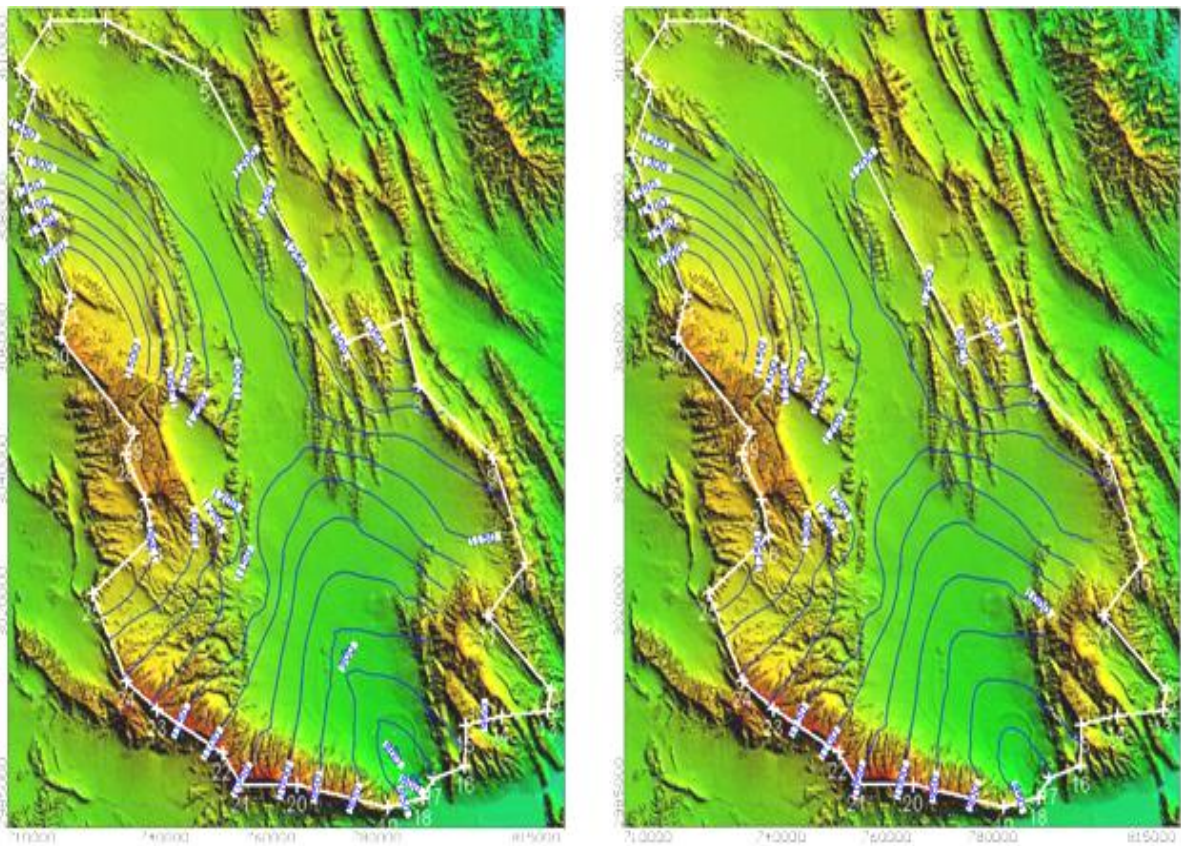


Figura 40. Escenario 1 “extracción cero”, hacia el año 2030.

En la tabla, se muestran los caudales y profundidad al nivel dinámico resultante:

Tabla 31. Volumen de extracción para el escenario “extracción cero”.

Usos/años	2008	2015	2020	2030
Agrícola	56.42	0	0	0
Público-urbano	0.76	0	0	0
Pecuario	0.35	0	0	0
Otros	0.13	0	0	0
Total	57.66	0	0	0
ND (m)	36.85	4.88	3.38	0

En la zona de máxima intensidad de extracción el efecto de un alto total en el bombeo, resultaría en una recuperación de los niveles desde ~780 msnm hasta ~800 msnm.

La condición de extracción “cero” es una condición exclusivamente teórica, que permite ver, por ejemplo, el tamaño del problema actual, si consideramos los efectos de un alto total al bombeo.

6.3.3. Escenario 2. Condición inercial

Esta condición reconoce que aún cuando el bombeo para fines agrícolas va a la baja debido a la modernización hidroagrícola y al incremento del costo de bombeo, el incremento global de las extracciones aumentará en casi un 10%, 20% y 30% para los años 2015, 2020 y 2030, debido al incremento de zonas de cultivo y perforación de nuevos pozos.

Los efectos de este escenario, se traducen en un continuo abatimiento en la totalidad del acuífero, principalmente en la zona sur del valle.

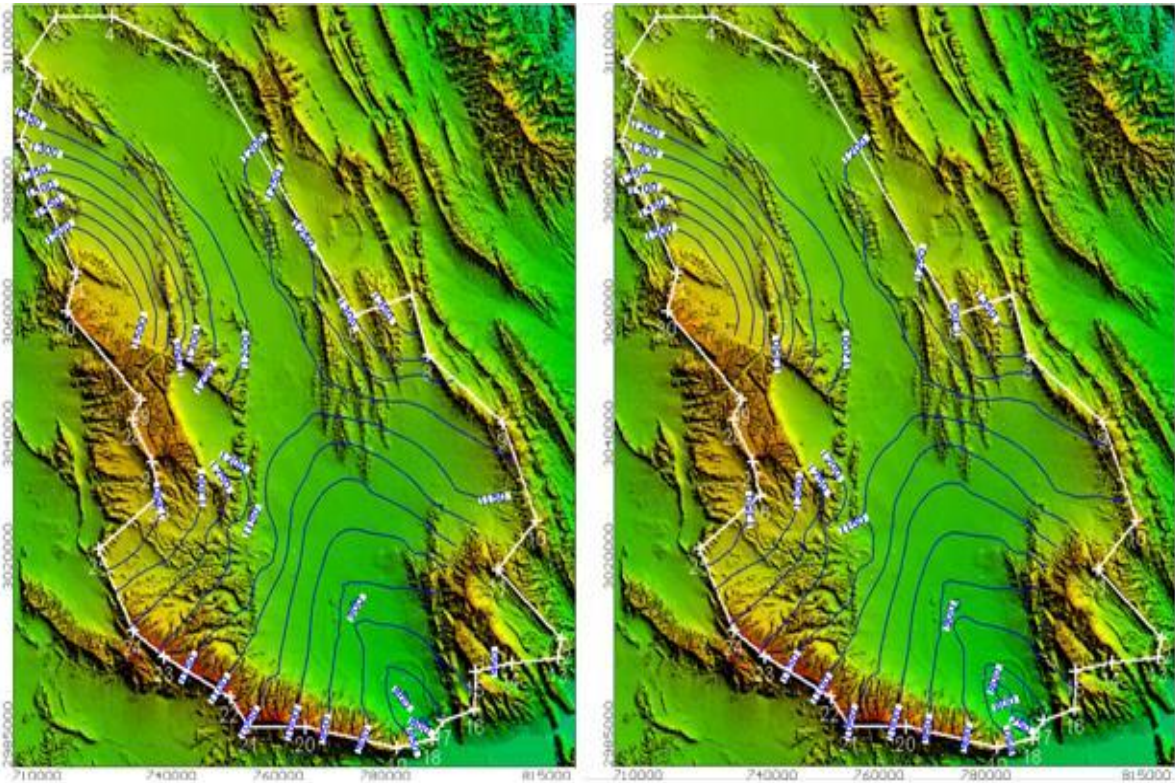


Figura 41. Escenario inercial, configuración piezometrica calculada año 2030 y 2008 (derecha e izquierda, respectivamente).

6.3.4. Escenario 3. Básico

Considerando que para satisfacer el total de las demandas, esto implicaría posiblemente incrementar la magnitud actual de las extracciones para regar el total de la superficie potencialmente regable; sin embargo, para este escenario se considera simplemente la extracción de un volumen de agua creciente en proporciones de 20%, 40% y 60% para los años 2015, 2020 y 2030, respectivamente.

Bajo estas condiciones, el balance del acuífero no deja de ser negativo y por consiguiente se acentúan los impactos de la sobreexplotación. En la figura a continuación, se muestra la configuración calculada para el año 2030.

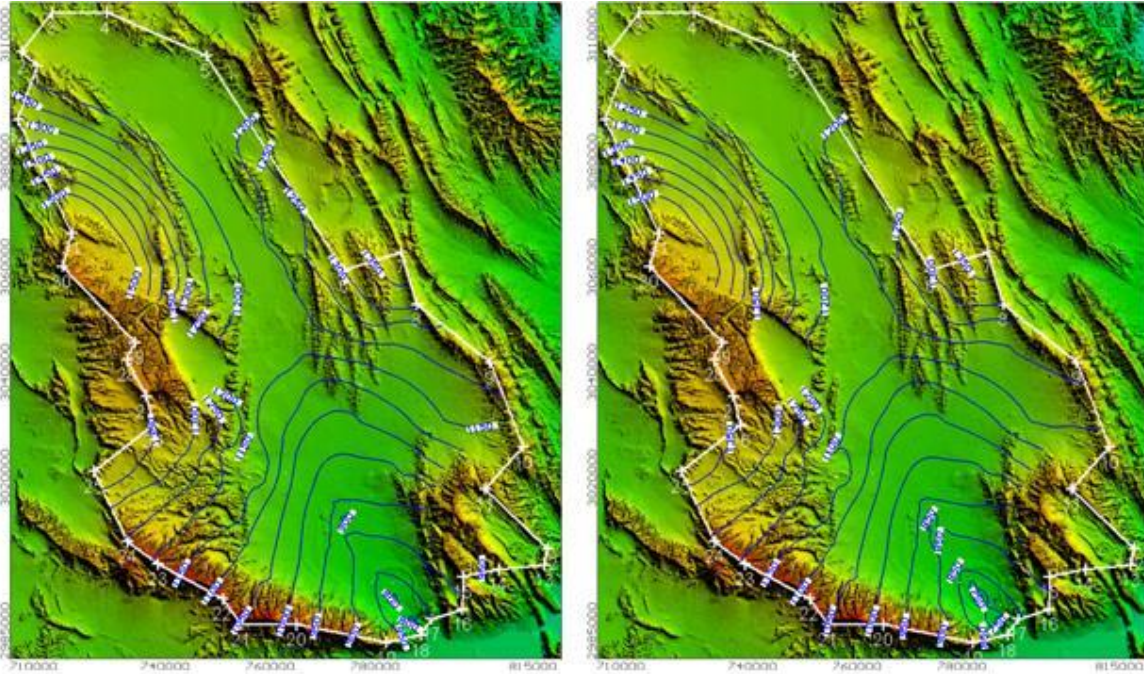


Figura 42. Escenario básico, configuración piezometrica calculada año 2030 y 2008 (derecha e izquierda, respectivamente).

Este escenario resulta el que representa una máxima extracción – más que en el inercial -, ya que se hace el supuesto de que la extracción agrícola continúa en aumento.

Los efectos sobre el comportamiento de los niveles piezométricos, es aparentemente similar al del escenario inercial.

6. 3. 5. Escenario 4. Status Quo

Este escenario contempla “el estado del momento actual” y se realiza con una extracción constante, equivalente a la actual, lo que causa consecuencias comparables a un escenario inercial, aunque ligeramente menores.

Esta condición resulta claramente no sustentable. La profundización del cono de abatimiento se extiende en mayor magnitud. En la figura, se muestra la configuración calculada para el año 2030:

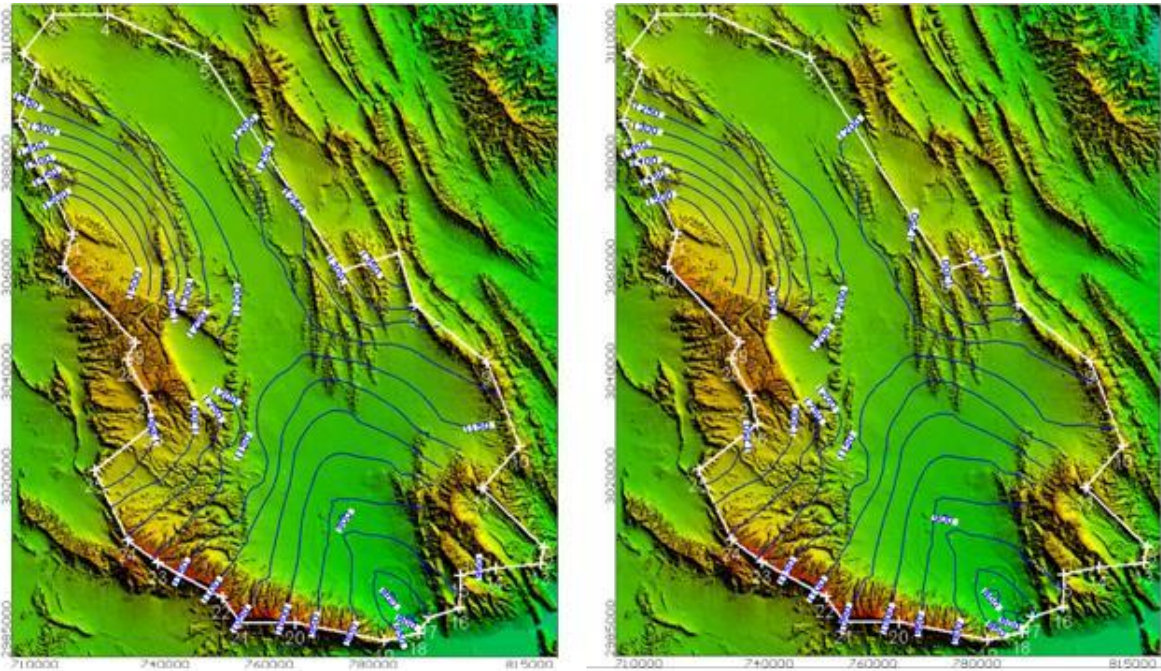


Figura 43. Escenario Status Quo, configuración piezometrica calculada año 2030 y 2008 (derecha e izquierda, respectivamente).

Este escenario representa el estado actual de explotación del acuífero y muestra la tendencia de los niveles estáticos de mantener este régimen de explotación. De este modo, la demanda para los distintos se mantiene estable.

6. 3. 6. Escenario 5. Equilibrio

El escenario de equilibrio constituye una condición hipotética, para la cual se supone que a partir del año 2009 resulta factible reducir súbitamente la magnitud de las extracciones hasta una magnitud equivalente al volumen de recarga natural. La condición de equilibrio en realidad podría alcanzarse con una extracción ligeramente mayor, bajo el supuesto de que existe una recarga inducida (y la habrá en el futuro), que se reducirá parcialmente debido a la reducción de extracciones y al incremento de la eficiencia en el patrón de consumo. En la siguiente figura, se muestra la configuración calculada para el año 2030:

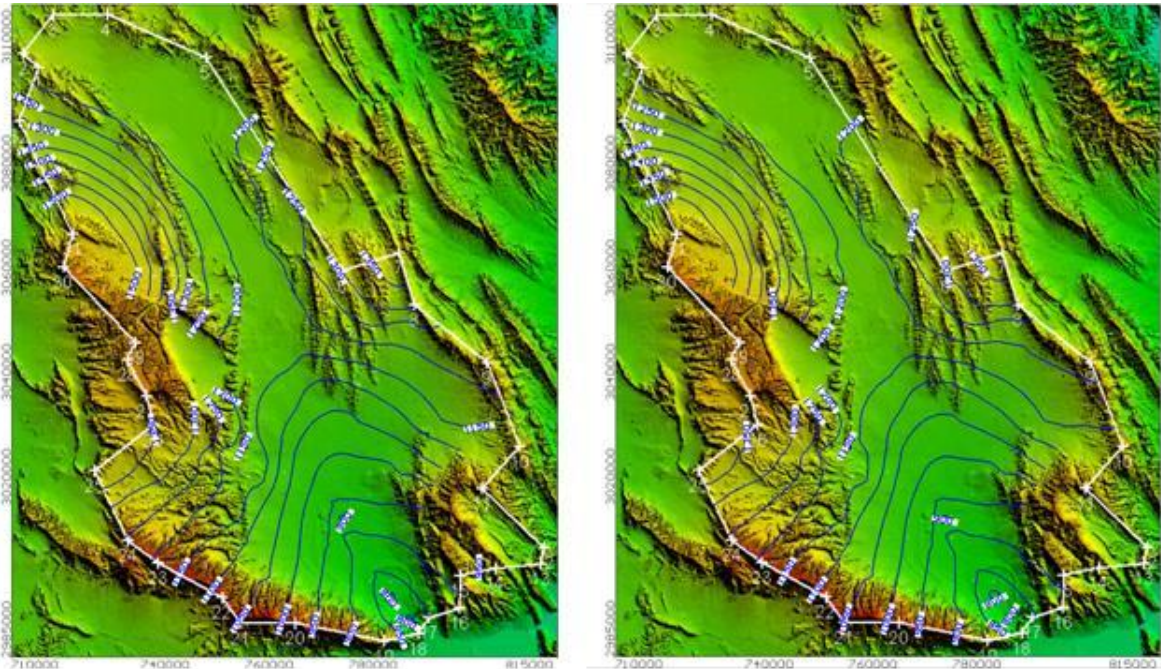


Figura 44. Escenario de equilibrio, configuración piezometrica calculada año 2030 y 2008 (derecha e izquierda, respectivamente).

Como es de esperarse, este escenario tiene como efecto una recuperación de los niveles piezométricos en la generalidad del acuífero, así como una recuperación de los conos de abatimiento. La condición de equilibrio representada a través del modelo matemático, considera únicamente la reducción de las extracciones en todos los aprovechamientos, sin considerar una desconcentración de extracciones en zonas críticas, lo que permite confirmar que la reducción de extracciones no es una solución óptima para recuperar el nivel en las zonas de máxima sobreexplotación local (lo que puede confirmarse en el escenario objetivo).

Resumiendo, se considera una extracción constante del agua subterránea, de la misma magnitud que el valor de la recarga, con lo que tenemos que las entradas (E) son iguales a las salidas (S), por lo que hipotéticamente el acuífero estará en equilibrio.

6.3.7. Escenario 6. REPDA

Cabe señalar que el escenario que considera la extracción de agua subterránea inscrita en el Registro Público de Derechos de Agua (REPDA), sirve de referencia para analizar el impacto en el acuífero en el caso de que los usuarios regularizados administrativamente pretendan ejercer el total de su derecho de extracción.

En el caso del acuífero Cuatrociénegas-Ocampo, por su condición de estar ubicado en una zona de libre alumbramiento de aguas del subsuelo, puede no reflejar el total de aprovechamientos inscritos así como los volúmenes concesionados, por lo cual no se realiza la simulación de este escenario.

6. 3. 8. Escenario 6. REPDA

El escenario que considera una reducción en las extracciones mediante la máxima tecnificación, tampoco se realiza debido a que durante los Talleres de Planeación realizadas con el COTAS y involucrados en el manejo del agua, se les pregunto acerca de la tecnificación agrícola y algunos de los representantes de los principales ranchos como Ampuero, Guadalupe, La Luz y otros mencionaron que ya habían utilizado técnicas como la cintilla y que les resultaba incosteable el mantenimiento y reparación de sus componentes debido al daño causado por los “topos” y que el método o técnica que si funciona es el de aspersores y pivotes. Por lo que para propósitos prácticos consideramos que la condición actual tiene implícita una “máxima tecnificación”. Esta condición no excluye a los propietarios de algunos ranchos que no tienen “pivotes” y que puedan ser beneficiados por algún programa de ayuda al campo.

6. 3. 9. Análisis de los escenarios

Una forma de visualizar los escenarios, es mostrando una sección transversal, donde se muestren los abatimientos y recuperaciones, como se muestra en la línea de sección de la figura 45:

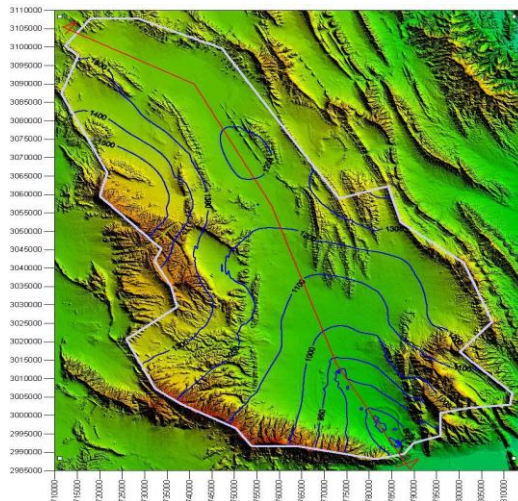


Figura 45. Configuración piezometrica calculada año 2008 (Línea de sección).

En la figura 46 se muestra la sección transversal que describe el nivel estático observado en 2008 y que será utilizado como referencia para analizar las simulaciones de los escenarios resultantes:

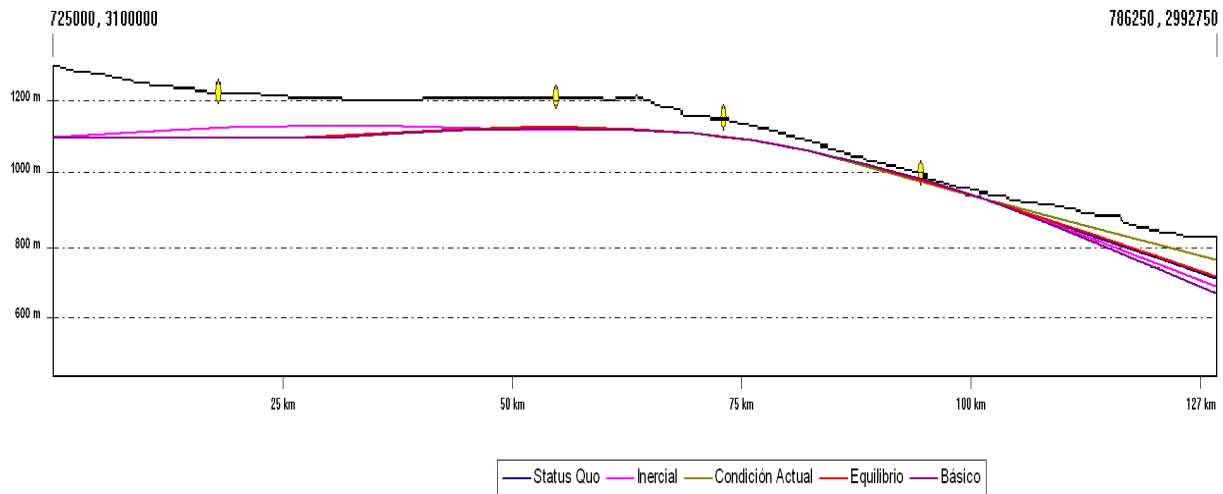


Figura 46. Comportamiento piezométrico de los escenarios simulados.

Como se observa en la figura 47, para el escenario de extracción cero se obtienen una recuperación total al año 2030. El escenario más crítico lo representa el escenario básico que es donde se extrae el 20, 40 y 60% más con respecto al volumen extraído en 2008. El escenario con el cual se equilibra la extracción con la recarga corresponde al escenario de equilibrio, que como podemos observar es el que reproduce los menores abatimientos al acuífero.

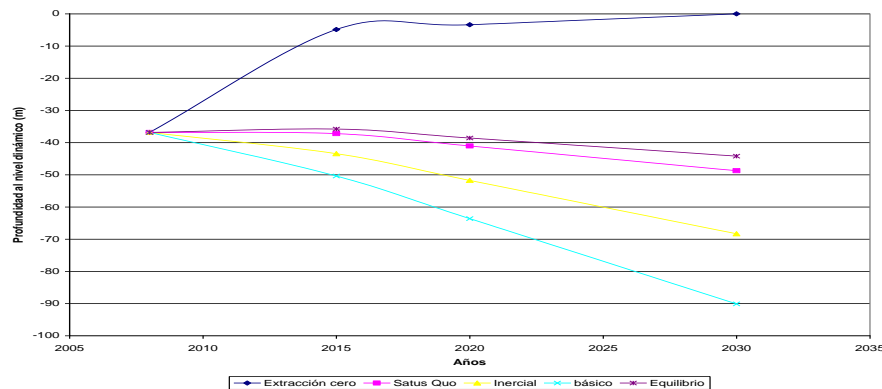


Figura 47. Comportamiento piezométrico de los escenarios simulados en la zona de alta concentración de pozos.

El análisis de los escenarios mediante los costos, se hace utilizando la metodología seguida en el capítulo 8 Costos económico ambientales por la sobreexplotación del acuífero, arroja resultados que podemos visualizar en las siguientes tablas y gráficos.

El comparativo de escenarios se realizó para cuatro condiciones representativas: Status Quo, Inercial, Básico y Equilibrio.

La evaluación del costo de los escenarios parte de la comparación de cada escenario con el escenario de equilibrio, con el cual se busca la estabilización del acuífero. Dado que estos escenarios son paramétricos, el costo del proyecto de manejo del acuífero se estima en forma parcial.

Dado que la evaluación de los costos económicos ambientales, considera un periodo 2001-2008, la diferencia de los costos representa el sobrecosto con respecto al equilibrio. De tal manera que la metodología puede resumirse de la siguiente manera:

- (A) corresponde al costo de otro escenario con respecto al equilibrio histórico y actual.
- (B) Es el costo del escenario de equilibrio, que produce la estabilización del acuífero.
- (B) – (A) es la diferencia de costos de otro escenario con respecto al escenario de equilibrio.

La comparación de los escenarios se realizó para cuatro condiciones representativas, como se muestra en la siguiente figura:

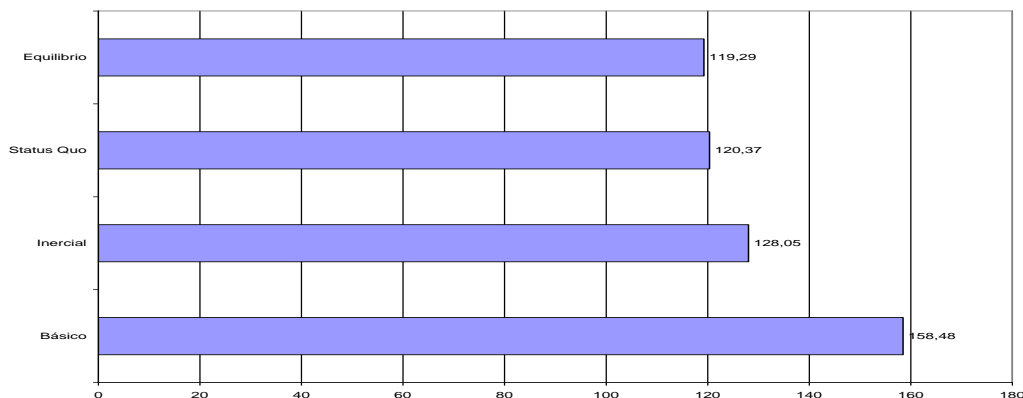


Figura 48. Beneficio neto de cada alternativa para el año 2030 (M\$/año).

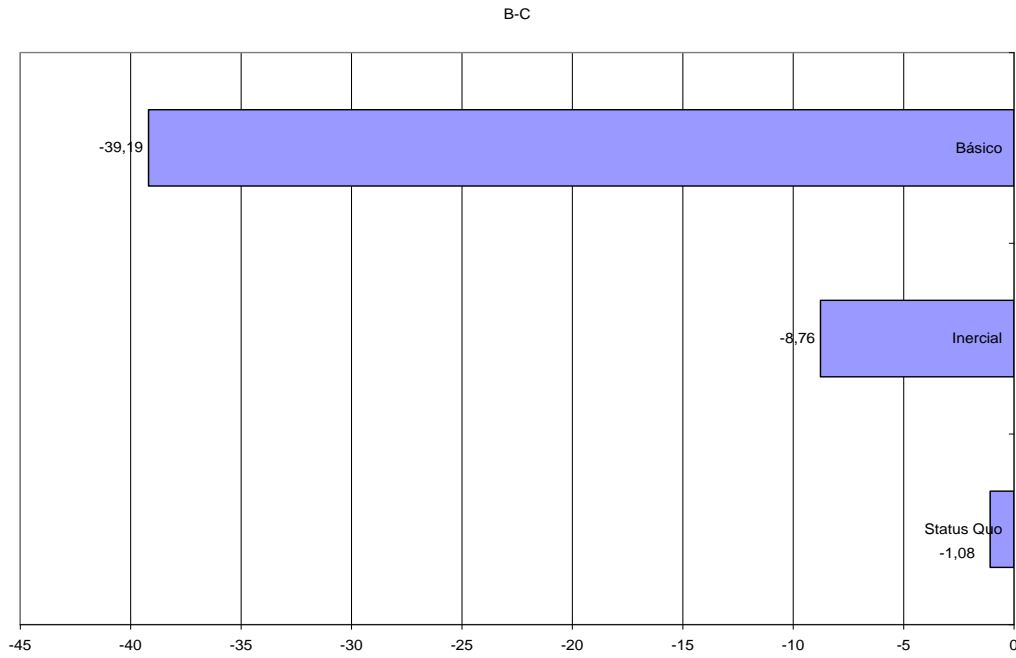


Figura 49. Beneficio neto de cada alternativa (B-C), para el año 2030 en M\$/año.

7. PLAN DE MANEJO

El Plan de manejo integrado para el aprovechamiento sostenible del agua en el acuífero Cuatrociénegas-Ocampo, considerando como objetivo superior “lograr la estabilización del acuífero para así contribuir al desarrollo integral y sostenible de la región” y como objetivo del plan “tener un manejo adecuado del acuífero”.

El objetivo superior pretende garantizar el desarrollo sustentable de la región a través de un manejo adecuado de los recursos naturales, en especial el hídrico, con acciones bien definidas desde el punto de vista técnico, económico y social.

El objetivo del proyecto busca que a través de una serie de actividades se alcance la estabilización del acuífero, para asegurar el abastecimiento de agua de tal manera que no se frene el desarrollo sustentable que se requiere.

7. 1. Descripción de objetivos estratégicos

El objetivo central a largo plazo lo constituye el manejo sostenible del acuífero, para asegurar el desarrollo social, económico y ambiental de la región.

En el corto plazo los objetivos del Plan de Manejo son:

1. Conferir un mayor valor al agua, a partir del cual se aproveche el agua tratada y de primer uso para los fines que la demandan.
2. Incrementar la productividad global del agua.
3. Asegurar el abastecimiento a las poblaciones rurales y al campo.
4. Reducir la extracción de agua subterránea, principalmente del uso agrícola.

7. 2. Descripción de las líneas de acción

En el año 2008 el Comité Técnico de Aguas Subterráneas realizó un taller de planeación participativa donde se propusieron las acciones para el manejo del acuífero (Ver anexo 5 del Tomo 2). Estas propuestas fueron revisadas, priorizadas y completadas para la integración del Plan de Manejo.

Para comprender mejor el funcionamiento del acuífero Cuatrociénegas-Ocampo, este fue analizado en 5 zonas que corresponden a límites definidos mediante la intensidad de extracción, límites hidrogeológicos y la poligonal del acuífero, para que el plan sea más específico (figura 12.1).

1. **Zona 1.** La zona 1, se considera desde el rancho El Refugio hasta el Rancho Ampuero y concentra la mayor cantidad de pozos (188), con 100 pozos activos, de los cuales 76 se destinan al uso agrícola y 24 al uso pecuario, con un volumen de extracción de aproximadamente 45.6 Hm³/año, lo que hace que sea la zona de mayor intensidad de extracción del acuífero, así como donde se presentan los máximos abatimientos.
2. **Zona 2.** Esta zona corresponde al Rancho Los Álamos, que se ubica al norte de Villa Ocampo y en donde se tiene 3 pozos para uso agrícola, que extraen un volumen de aproximadamente 4.7 Hm³/año y es una zona en expansión agrícola (papa, maíz y sorgo).
3. **Zona 3.** Zona de explotación de Ocampo. Se encuentra el manantial “La Mota” y 2 pozos que suministran agua para uso público-urbano y agrícola, con un volumen aproximado de 8.5 Hm³/año.
4. **Zona 4.** Cuenta con agua subterránea limitada, existen pozos accionados por energía eólica y motores pequeños para uso pecuario, en donde el volumen de extracción estimado es del orden de 2.1 Hm³/año y corresponde a pequeñas propiedades y ranchos.
5. **Zona de recarga.** Representa la periferia del Valle, formaciones geológicas de rocas calcáreas; aquí ocurre la mayor parte de la precipitación y del escurrimiento que contribuyen a recargar el acuífero.

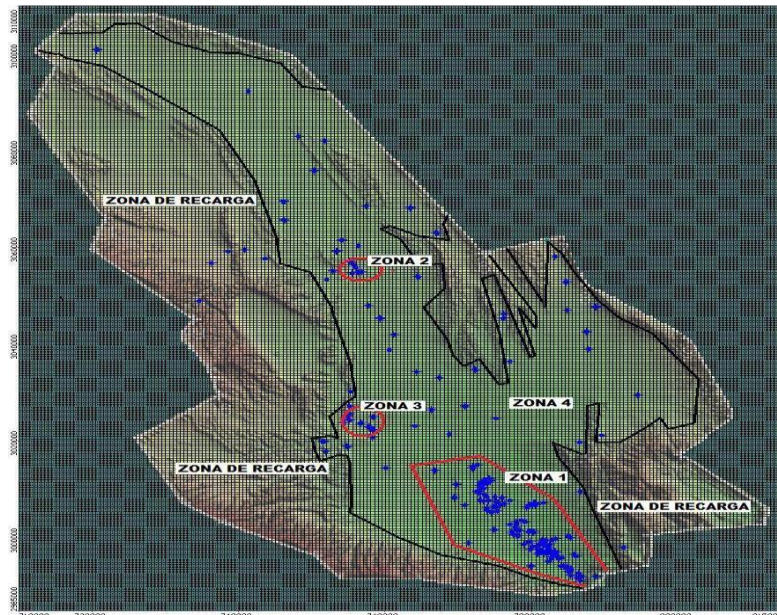


Figura 50. Zonas de manejo en el acuífero Cuatrociénegas-Ocampo.

En los siguientes gráficos se muestran algunos indicadores comparativos de cada una de las zonas de manejo, a partir de los cuales se explica y definen posteriormente acciones específicas.

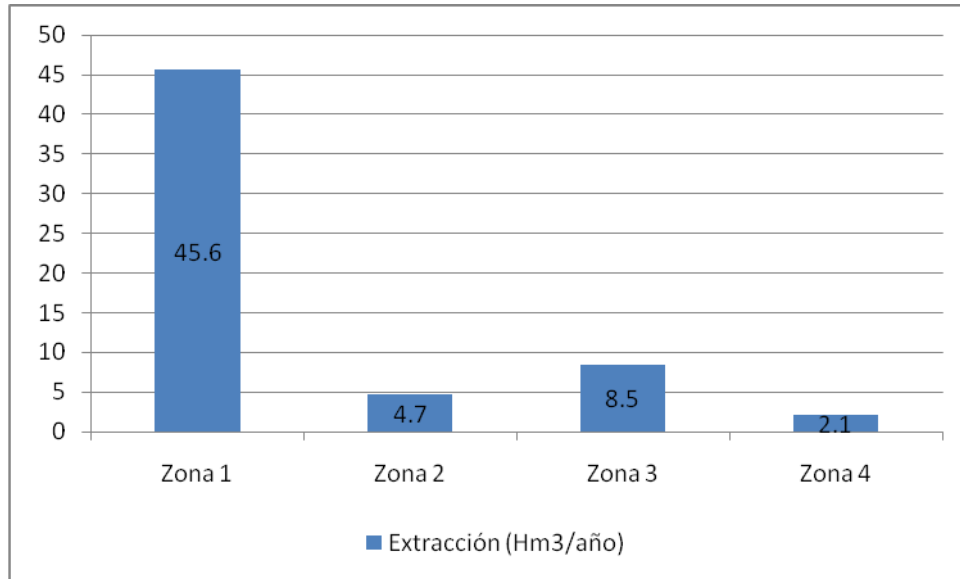


Figura 51. Extracción por zonas de manejo.

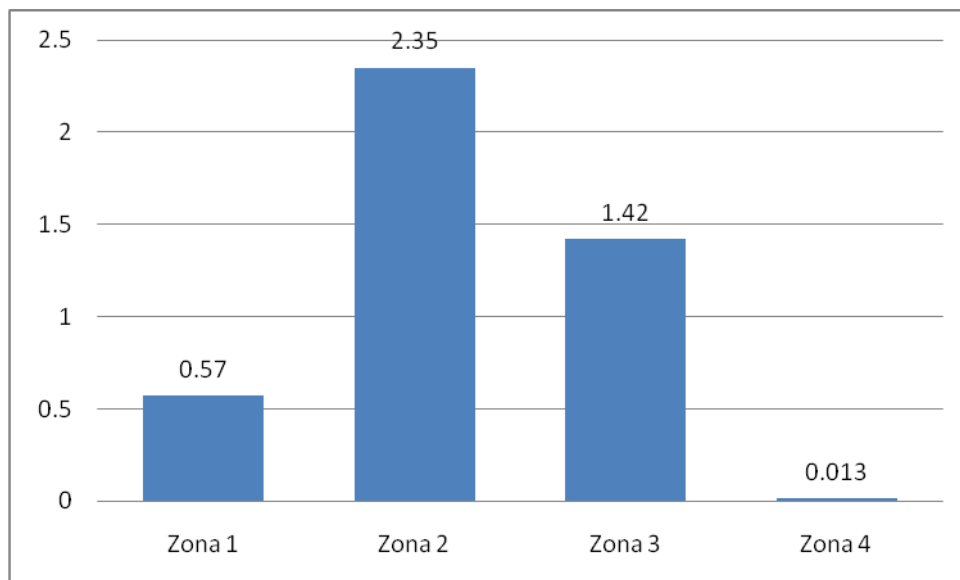


Figura 52. Densidad de extracción por zonas de manejo (Hm³/km²).

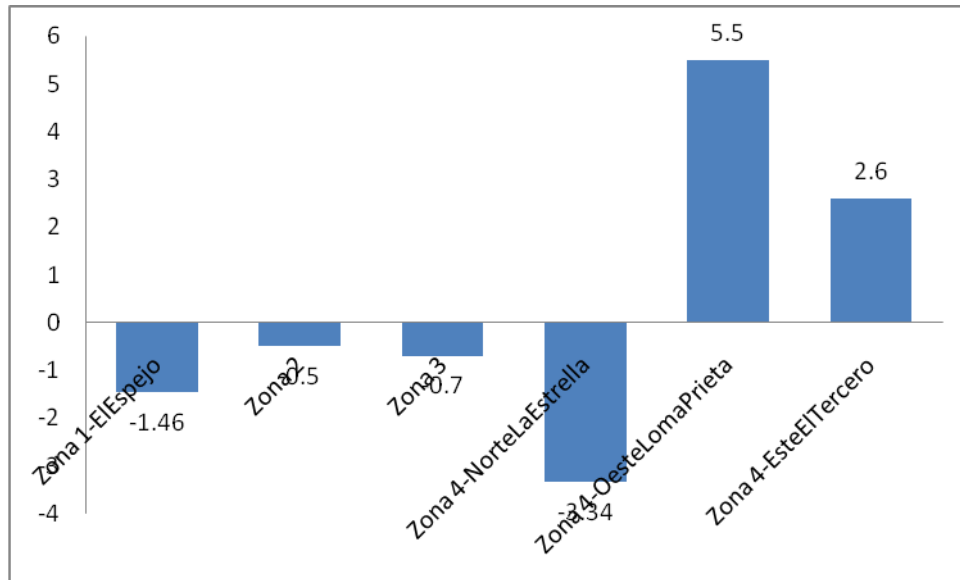


Figura 53. Abatimiento promedio por zona (m/año).

7. 3. Estructura general del Plan de manejo integral

El Plan de Manejo en su estructura considera cuatro principales grupos de acciones:

1. Acciones básicas, requeridas para fundamentar y gestionar los proyectos. Se dividen en cinco principales bloques: observancia de la ley, suficiente cultura ambiental, administración eficiente del agua, uso eficiente del agua, disminución de la contaminación del acuífero.
2. Los proyectos específicos para reducción de la demanda e incremento de la productividad.
3. Acciones de apoyo, que permitirán dar continuidad y condiciones favorables a las acciones permanentes. Estas se clasifican en: control y vigilancia, organización social e institucional y gestión y reorientación de programas de apoyo.
4. Protección de la calidad del agua y de áreas de recarga,

La descripción del plan se resume en el siguiente diagrama y posteriormente se detallan las acciones en general y las propuestas específicas por zona.



Figura 54. Estructura general del Plan de manejo

7. 3. 1. Acciones básicas

Para poder realizar las obras hidráulicas, la modernización de infraestructura y el resto de los proyectos y obras, es necesario que previamente existan: organización, compromiso social, recursos financieros y proyectos con solidez técnica.

El Comité Técnico de aguas subterráneas puede hacer la diferencia, pues entre sus funciones se encuentra la gestión de los proyectos y la organización de la sociedad para lograrlos.

7. 3. 1. 1. Observancia de la ley

- i) Conocimiento de la LAN. Parte fundamental del Plan de manejo serán los aspectos legales sobre el uso del agua y su preservación. Por lo tanto, es

indispensable la difusión de la ley de Aguas Nacionales y su Reglamento, complementado con disposiciones estatales y de otras dependencias, en particular la Ley de Equilibrio Ecológico (LEGEEPA). Asimismo, la difusión de los planes y programas federales y estatales de desarrollo.

- ii) Aplicar, difundir, elaborar el reglamento del acuífero. Este documento, en principio plantea el plan de sustentabilidad del acuífero, con sus diferentes políticas de manejo sobre el uso y aprovechamiento del agua en la zona de estudio, por lo que puede servir de base para la formulación y consenso del futuro reglamento del acuífero.

Por lo antes mencionado, será importante divulgar las acciones y resultados de este estudio, para iniciar las pláticas de consenso sobre la propuesta y elaboración del reglamento del acuífero con los usuarios y las instituciones involucradas. Actividad en que el COTAS tendrá un papel importante.

Una vez consensado y aprobado por la mayoría de los usuarios el reglamento, será publicado en el Diario Oficial de la Federación para su aplicación.

7. 3. 1. 2. Suficiente cultura ambiental

Suficientes programas educativos en los distintos niveles.

Algunas actividades se están llevando a cabo por parte de dependencias como la Comisión Nacional del Agua, los organismos operadores de los sistemas de abasto a poblaciones, las universidades y las autoridades municipales, entre otras. Por lo que será importante contar con información de estos programas, antes de iniciar cualquier actividad en este sentido, estos programas deberán estar complementados con las ideas que se presentan a continuación.

Sin olvidar, que esta acción consiste básicamente en lograr el ahorro del agua en el sector público urbano, se deben dar a conocer las ventajas del ahorro del agua, sobre una disminución en los pagos de los servicios, resaltando el ahorro en aspectos económicos.

En el sector agrícola, se debe resaltar el ahorro del agua en función de la disminución del pago de energía eléctrica, al ocupar menor volumen.

Suficiente difusión de la problemática actual y futura del agua

A partir de las estimaciones realizadas en el presente estudio, se puede iniciar la difusión de la problemática de la disponibilidad y el uso que se le da al agua.

Actualmente existe un déficit en el balance del acuífero de alrededor de 1 Mm³/año, volumen que proviene del almacenamiento subterráneo y que de seguir con esta tendencia, la disponibilidad se verá disminuida con los sabidos daños colaterales que provoca la sobreexplotación.

Crear conciencia del uso racional del agua

Entre los aspectos a divulgar para crear conciencia sobre el uso racional, es dar a conocer como poblaciones que contaban con el recurso hídrico en abundancia o con una calidad de agua que cumplía con las normas establecidas por la secretaria de salud (SSA) o para diversos usos, actualmente se encuentran en una situación crítica de abastecimiento en cuanto a cantidad y calidad.

La conciencia sobre el uso racional del agua, debe ser implantada en toda la población y en forma más acentuada en la edad escolar.

Difundir el costo del agua

La falta de cultura del agua y la ausencia de una administración racional del recurso que tuviera en cuenta las reservas necesarias para las generaciones futuras, redujeron la disponibilidad y se propicio el deterioro de la calidad del agua.

Esta en boga que el usuario pague por el agua que consume un precio real que, a su vez, refleje las grandes inversiones necesarias para recuperar los recursos hídricos, suministrar agua potable, alejar las aguas residuales y tratarlas para su reúso, reducir la sobreexplotación del acuífero, etc.

Bajo este contexto, el costo del agua se puede medir a través del beneficio que se recibe por su uso. En el sector agrícola oscila entre 1.27 \$/m³ y 1.30 \$/m³, bajo el contexto de políticas de subsidio, sobre todo el de energía y el de pro-campo.

Cultura del agua en el sector público-urbano

Promover el ahorro del agua. Actualmente, existe un desconocimiento acerca de aparatos y dispositivos ahorradores de agua, ante esta problemática los Organismos Operadores de los servicios de abasto jugaran un papel importante, al investigar la existencia de los diferentes productos existentes en el mercado y recomendar el uso de estos.

El aspecto anterior deberá ser complementado con los costos de los dispositivos y los beneficios que generen en el pago de los servicios.

Promover cambios de hábitos para disminuir el desperdicio del agua

Es necesario que la población cambie de hábitos en cuanto al uso y aprovechamiento del agua, de tal manera que tome conciencia que es un recurso escaso, que debe utilizarse solo para cubrir sus necesidades y no realizar un desperdicio o mal uso.

Promover muebles y enseres ahorradores de agua

Los avances tecnológicos en materia de dispositivos de control, para utilizar en forma limitada y eficaz el agua en las instalaciones hidráulicas domésticas, comerciales, industriales y de servicios, han permitido diseñar muebles y accesorios ahorradores de agua. Por lo antes mencionado, es necesario que el organismo operador y los distribuidores divulguen la existencia de estos.

El organismo operador deberá proporcionar facilidades administrativas a los distribuidores de dichos dispositivos, para coadyuvar a su mercado y con ello favorecer la instalación de estos en nuevas construcciones, así como la sustitución en instalaciones que no cuenten con estos dispositivos.

Los dispositivos deberán ser revisados y avalados por los organismos operadores, puesto que entra en juego la calidad, la disposición de refacciones y su reparación.

Cultura del ahorro del agua en el sector agrícola

Promover el ahorro del agua

Parte importante para llevar a cabo las acciones estructurales sobre este sector será el promover el ahorro del agua, bajo las vertientes de que el ahorro no solo será beneficio para el acuífero, sino además repercutirá en mayores beneficios del agricultor. En la propuesta de este Plan de Manejo se ha demostrado que la implementación de sistemas de riego eficientes, aumentan la productividad.

A través de los recorridos de campo, se ha visto la falta de conocimiento en la operación de los sistemas de riego, debido a que los vendedores solo llegan a la instalación pero no a la operación de estos. Este problema puede resolverse mediante la asistencia técnica, la cual puede ser de instituciones oficiales o mediante la contratación expresa de firmas consultoras.

Programa en materia educativa y para la sociedad

Desarrollar y promover la edición de un libro de texto sobre la cultura del agua, el medio ambiente y su preservación. En virtud de que los recursos naturales no son únicamente para la población actual, sino que ésta tiene la obligación de cuidarlos y

preservarlos en cantidad y calidad, para que las futuras generaciones cuenten con ellos y puedan utilizarlos para su supervivencia y desarrollo, es necesario que las instituciones educativas implanten cursos y dispongan de libros de texto enfocados directamente sobre la cultura del uso y aprovechamiento de los recursos naturales con énfasis en el agua: es decir, eliminar lo que se puede considerar un “analfabetismo sobre la cultura del agua”, ya que si se tiene el conocimiento sobre este recurso, además de preservarlo, coadyuvará a elevar el conocimiento sobre otros aspectos como la salud, la preservación de la vida animal, entre otros.

El libro de texto tendría que ser elaborado y promovido en conjunto con las autoridades de la Secretaría de Educación Pública, Comisión Nacional del Agua y dependencias y organismos involucrados en el medio ambiente, desde luego que esta labor es muy intensa pero se requiere implantarla en las instalaciones educativas.

7. 3. 1. 3. Administración eficiente del agua

Administración del comportamiento del acuífero

- i) Fortalecer económica, técnica y administrativamente al COTAS, para la ejecución del plan de manejo

El Comité Técnico de Aguas Subterráneas, le corresponde la coordinación del plan de manejo, por lo que es necesario su fortalecimiento.

Dicho fortalecimiento consiste, por una parte, en asegurar su representatividad ante los usuarios del acuífero, para poder ser un vínculo eficaz ante las instancias respectivas, en cuestión de negociaciones; por otra parte, lograr su reconocimiento ante las autoridades involucradas, ya sean federales, estatales o municipales, para conseguir los apoyos que se requieran para el cumplimiento de los objetivos del plan.

Dada la importancia que tiene el COTAS, en la implementación de las acciones, de acuerdo con la matriz de planeación, es necesario que éste cuente con los recursos económicos para iniciar y dar seguimiento a cada una de estas, que a la brevedad se deban realizar.

Muchas de estas acciones requieren mano de obra calificada, por lo tanto, es necesario que el COTAS cuente con un equipo de técnicos especializados, para garantizar que el plan de manejo cumpla sus metas y objetivos propuestos.

- ii) Realizar un inventario de aprovechamientos de agua subterránea

En el acuífero Cuatrociénegas-Ocampo se dispone de un inventario de agua subterránea que alcanza la cifra de 306 aprovechamientos, por otro lado el REPDA existen 286 inscritos.

Ante esta situación, deberá realizarse una actualización de los aprovechamientos de agua subterránea, dentro de los límites del acuífero, como una acción preparatoria a la ejecución del plan. El inventario, deberá consistir del levantamiento físico de los aprovechamientos, anotando sus características constructivas y de operación, con su número de concesión y número de contrato o medidor de la CFE.

Los volúmenes de extracción se estimarán mediante aforos directos en las descargas y tiempo de operación, superficies cultivadas, habitantes servidos según el caso, de tal manera de estimar los volúmenes reales de extracción y su comparación con los autorizados.

Además se deberán proponer métodos de control y medición de volúmenes de extracción, como base del seguimiento y la efectividad de las acciones que se están proponiendo en el plan.

iii) Conocer la disponibilidad de agua en el acuífero periódicamente

Para determinar la disponibilidad del agua, es necesario realizar o actualizar los estudios hidrogeológicos del acuífero. Estos deberán incluir información sobre pozos, cortes litológicos, caudales de extracción, niveles piezométricos, balances hidrológicos, etc.

Los estudios técnicos realizados hasta la fecha en el acuífero, indican una sobreexplotación moderada, pero que ha generado que realmente la disponibilidad sea nula, lo que significa que por el momento debería estar cancelado el otorgamiento de concesiones (sino tuviera el carácter de libre alumbramiento). Cabe mencionar que en el presente estudio, se estimó un minado de aproximadamente 1 Hm³/año.

Por lo antes mencionado, se recomienda que el balance hidrológico subterráneo se realice de manera periódica.

Establecer una red de pozos de observación

Los datos básicos sobre los parámetros geométricos e hidrogeológicos de un acuífero y sobre su funcionamiento, se obtienen fundamentalmente mediante una red de pozos de observación o de piezómetros.

Se entiende por pozo de observación, un pozo de explotación, experimental o abandonado, en el que se puede medir el nivel del agua. Por piezómetro se entiende un tubo de diámetro pequeño conectado hidráulicamente al acuífero y en cuyo interior el agua alcanza una altura que equilibra la presión del acuífero en el punto de conexión.

Generalmente, cuando se inicia la evaluación o estudio de un acuífero, inmediatamente después de realizado el inventario de pozos, se establece la red de pozos de observación sobre la base de los pozos existentes. A través del inventario de pozos se puede establecer su estado, activo, fuera de operación y sobre la base de esta información se seleccionan los pozos que integrarán la red de observación. Dependiendo la disponibilidad de los recursos financieros, adicionalmente se pueden construir piezómetros, que pueden ser individuales o multipiezómetros, para la construcción de estos últimos se utiliza un solo hueco, donde se instalan varios tubos a diferentes profundidades, con la finalidad de captar la respuesta hidráulica de diferentes acuíferos.

Los pozos de observación y los piezómetros pueden proporcionar los datos siguientes: i) de manera directa, las oscilaciones del nivel de agua estático o dinámico, de manera puntual dentro de la extensión del acuífero y por consiguiente permiten suponer configuraciones espaciales en función de la densidad de pozos de observación existentes. Y ii) de manera indirecta, el espesor total o parcial del acuífero y sus oscilaciones de nivel, el valor aproximado de su conductividad hidráulica o transmisividad y coeficiente de almacenamiento. En conclusión, es necesario implementar una red de pozos de observación adicionales a los considerados actualmente.

iv) Administración del sector público-urbano.

A efectos de disminuir las dotaciones en el servicio público-urbano, se deberá elaborar un reglamento sobre el uso racional del agua en este sector, con base en la ley de aguas. Dicho reglamento deberá establecer el uso adecuado del agua, penalizando todo tipo de desperdicio, como por ejemplo por fugas, por lavado de vehículos con exceso de agua en los domicilios y por regar los jardines en horas de máxima evaporación. También, debe contemplar el pago puntual de los usuarios, de acuerdo al uso y cantidad consumida.

Evitar el desperdicio del agua, generará un servicio más eficiente y continuo, por lo tanto beneficiará un mayor número de domicilios.

Los reglamentos deberán enfocarse hacia las escuelas y oficinas gubernamentales, donde generalmente no se paga el servicio, además es donde se puede promover de manera importante la cultura del agua.

Instalación de medidores domiciliarios. La instalación de medidores, tiene por objetivo determinar los volúmenes de agua entregados en los domicilios, con el fin de cobrar el suministro de ésta en forma equitativa y de acuerdo con las tarifas establecidas. Bajo este contexto, es apropiado efectuar una campaña que muestre a los usuarios la ventaja de contar con medidores. Dicha ventaja es el pago justo del consumo de agua.

Los medidores a instalar, deben de cumplir con las normas establecidas por las autoridades, para que sean confiables y duraderos. Se deben revisar periódicamente, para evitar medidas incorrectas o ilegalidades.

Incremento de tarifas del servicio de abasto a poblaciones. Las tarifas domesticas, se establecerán con base en los estudios sobre el costo real del agua y la dotación media de agua potable que requieren los habitantes y las tarifas oscilaran de acuerdo con el consumo.

En cuanto a las tarifas por uso de servicios, serán actualizadas con base a sus consumos y revisadas periódicamente.

v) Medición y control de los volúmenes de extracción.

La medición de los volúmenes de extracción, se ha señalado como una actividad trascendental en este plan de manejo, para el control de los mismos. Existen varias opciones para medir el volumen extraído, normalmente se habla de la instalación de medidores integradores tipo propela. Dentro de las experiencias de la CONAGUA, este tipo de medidores no ha dado un servicio adecuado, por lo tanto se requiere un dictamen especial para cada usuario y aprovechamiento en particular.

Para otros usos, se proponen métodos mas precisos, debido a lo importante que resulta el pago de los derechos por parte de los usuarios. La CONAGUA propone la instalación de medidores tipo anubar o sónico con registrador acoplado, la selección de los mismos dependerá básicamente de la calidad del agua, el diseño de los pozos, el arrastre de sólidos, la precisión de los dispositivos y su costo.

En el uso público urbano, es necesario que los organismos operadores instales medidores integradores, que proporcionen caudales instantáneos y volumen acumulado. Al igual que en el caso anterior, la calidad del agua es un factor determinante.

En el uso agrícola, se propone medir el volumen a partir de la superficie cultivada, la cual, se puede determinar mediante la interpretación de imágenes de satélite, para cada ciclo agrícola. Igualmente, el volumen se puede estimar a partir de una

constante, que relacione el volumen extraído y el consumo de energía eléctrica. En el caso de los sistemas de riego presurizados, no es posible estimar el volumen con este método, es inevitable instalar medidores integrados.

Aunado a lo anterior, se recomienda hacer un sistema de información geográfica con el padrón de usuarios agrícolas y sus superficies cultivadas, que este enlazado con la base de datos de CFE.

Reasignación de volúmenes de acuerdo al uso y la disponibilidad del agua. Con el propósito de asegurar que los usuarios utilizan el agua conforme a sus títulos de concesión, se deberá realizar una regularización de éstos en los diferentes sectores, mediante una inspección de campo. Estas visitas, tienen por objeto validar en campo la información contenida en títulos, así como verificar el cumplimiento de las obligaciones establecidas en la Ley de Aguas Nacionales y demás disposiciones reglamentarias aplicables.

Adicionalmente, es necesario verificar si existen usuarios con título de concesión para uso agrícola que empleen el recurso para fines distintos, pues estarían incurriendo en delitos fiscales y en desviaciones del subsidio, ya que no solamente gozarían indebidamente de la exención del pago de derecho, sino del subsidio que se otorga a los usuarios agrícolas en la tarifa eléctrica. Igualmente, deterioran la recaudación de la CONAGUA y por ende el financiamiento de los programas institucionales.

7. 3. 1. 4. Uso eficiente del agua

Al igual que el objetivo estratégico anterior este objetivo contiene acciones denominadas estructurales, las cuales ayudaran a disminuir la demanda de manera sustancial.

Disminución de las extracciones de agua de uso agrícola

Dentro del sector agrícola, se propone solo una acción estructural para reducir la demanda, ésta consiste en mejorar el riego parcelario, mediante la modernización de los sistemas de riego instalados en toda la superficie agrícola del acuífero.

Implementar sistemas de riego más eficientes en toda la superficie agrícola

Actualmente, en algunos ranchos, la superficie agrícola está tecnificada con sistemas de riego como pivotes y sistemas de aspersión.

Se ha contemplado para el plan de manejo integrado para el aprovechamiento sostenible del agua en el acuífero Cuatrociénegas-Ocampo, la implementación de sistemas de riego más eficientes en todos los cultivos, es decir tecnificar las

superficies no tecnificadas y modernizar los sistemas de riego actuales con sistemas de riego por aspersión y goteo, ya que esto ayudaría a disminuir la extracción e incrementaría la productividad y rendimiento de los cultivos.

La tecnificación y modernización de toda la superficie del acuífero, se ejecutaría a partir del año 2010 hasta el año 2030, por lo que los 56.42 Hm³/año que se aplican en la actualidad pasarían a 55.44 Hm³/año. Esta acción por un lado originaría una reducción del volumen de extracción y por otro lado, generaría un ahorro por el subsidio en la tarifa eléctrica, que podría ser utilizado para apoyar dicha acción.

Eficientar la distribución y el uso urbano del agua

En lo que respecta al uso público urbano, se deberán elaborar estadísticas de dotaciones actuales, clasificándose por estratos sociales y usos del agua, con el objeto de estimar las dotaciones necesarias para los usuarios. Una estimación adicional se puede realizar mediante visitas domiciliarias. En el presente estudio se consideró que la dotación en localidades urbanas es de 250 l/hab/día y en rurales de 120 l/hab/día.

Realización de redes de distribución y rehabilitación de las redes de distribución existentes

Es de suma importancia conocer la infraestructura hidráulica de conducción y suministro de agua, para poder realizar un programa de rehabilitación y mantenimiento.

Con el objeto de disminuir las pérdidas de volúmenes de agua durante la conducción, se recomienda impermeabilizar los canales de tierra y que el Organismo Operador del sistema de agua intensifique la detección de fugas, para su reparación.

7. 3. 1. 5. Disminución de la contaminación del acuífero

En la actualidad la contaminación del medio ambiente es un problema que pone en peligro la vida de los seres humanos, debido al incremento de la población, ha propiciado el requerimiento de más servicios urbanos como abastecimiento de agua potable, alcantarillado, así como la recolección y disposición final de los desechos sólidos urbanos y otros.

Al no contar con servicios municipales eficientes o carecer de ellos, la problemática inmediata que se genera es la contaminación en todas sus formas, contaminación de sus cauces por la descarga de aguas residuales contaminado aguas superficiales y subterráneas.

Por lo anterior, es necesario proponer acciones que permitan elaborar un diagnóstico de la calidad del agua subterránea, sobre todo en las utilizadas para consumo humano. Estos estudios deberán ser permanentes, por lo que se propone elaborar un proyecto para el desarrollo de una red de monitoreo de la calidad del agua, en donde deben de determinarse los sitios en donde se implementará el monitoreo frecuente, también se debe considerar dentro del proyecto la ubicación del laboratorio que cuente con el material y equipos necesarios, así como del personal capacitado en la materia. Todo esto, para contar con la información necesaria que sirva, para hacer del conocimiento a las autoridades y usuarios del acuífero sobre la calidad del agua, para que de ser necesario, se tomen las medidas correctivas y preventivas a tiempo.

Con el fin de prevenir la contaminación al medio ambiente y por consiguiente la contaminación de aguas superficiales y subterráneas, se deberán implementar programas para el control de la contaminación emitida por medio de las aguas residuales, logrando esto a través de su tratamiento; un control en el uso de agroquímicos en la producción agrícola para evitar la contaminación de las plantas y el suelo, que posterior a través de la infiltración llega al acuífero. Para lo anterior, se capacitará y dará asesoramiento en el uso y manejo de estos insumos y por último, el control en el manejo de los desechos sólidos urbanos, industriales y biológicos infecciosos, que se logrará contando con la infraestructura de recolección necesaria, con sitios específicos para tirar la basura y otros destinados especialmente para depositar la basura peligrosa e infecciosa, todo esto con el único fin de controlar los contaminantes en las aguas subterráneas del acuífero.

7. 3. 2. Acciones para reducir la demanda e incrementar la productividad

7. 3. 2. 1. Uso de aguas tratadas en la agricultura

La racionalización de la extracción de agua subterránea en el sector agrícola es indispensable para cualquier supuesto de estabilización del acuífero.

La reducción necesaria durante el horizonte de planeación, resulta de restar a la recarga natural del acuífero, la porción inelástica⁴ de la demanda futura para los otros usos, que dependen del agua de primer uso.

El uso de aguas tratadas, representan un volumen próximo a los 0,450 Hm³, esto representa un área de oportunidad para reemplazar un volumen aproximado de

⁴ Que no puede reducirse con mejores prácticas de consumo, mayores tarifas, etc.

agua subterránea por agua tratada dentro del área de influencia del proyecto de riego propuesto.

7. 3. 2. 2. Reconversión de cultivos y modernización de sistemas de riego

El esquema en que pueden conjugarse la reconversión de cultivos y la modernización de los sistemas de riego, puede conjugarse de diversas maneras, que dependen de los productores agrícolas; sin embargo, en cualquier caso serían insuficientes para estabilizar el acuífero por sí mismas.

De cualquier forma, la aplicación efectiva de estos instrumentos reducirá la demanda de agua para riego. La disminución de superficies deberá tener una compensación con nuevas empresas como el desarrollo de invernaderos (plasticultura en general) y la integración de cadenas productivas agro-industriales, para no significar una reducción del volumen y valor de la producción del sector, ni de la ocupación de fuerza de trabajo.

Existen importantes avances como son:

- a. La intensificación de la producción de hortalizas con sistemas de riego por goteo con acolchados
- b. La disponibilidad de agua residual tratada para riego.

7. 3. 3. Acciones de apoyo

Las acciones de apoyo se visualizan como aquellas que serán factibles una vez puestas en marcha las acciones de estabilización del acuífero, entre dichas acciones se encuentran:

7. 3. 3. 1. Control y vigilancia

- Concertar, implementar y cumplir el Reglamento del Acuífero y Aplicar la LAN y ejercicio de concesiones REPDA.
- El Programa de Inspección y Vigilancia. A partir del cual se asegure la creación de un organismo de inspección y vigilancia que confirme la reducción de extracciones que participen en los programas de estabilización, así como proteger la calidad del agua del acuífero y corroborar el ejercicio de las acciones de estabilización. Es conveniente promover la creación de una “policía” del agua.

7. 3. 3. 2. Organización social e institucional

- Asociación de usuarios agrícolas en proyectos de modernización y en el fortalecimiento de su mercado. La figura jurídicas y mercantiles existentes, tienen un papel fundamental en la organización de los usuarios, principalmente en la gestión de recursos económicos, en la etapa inicial del plan y también en el fortalecimiento de su mercado.
- Concertación política. Es indispensable un acuerdo del más alto nivel establecido entre la CNA, otras dependencias del gobierno federal y los titulares de los respectivos gobiernos estatales, hecho público tanto para que se conozcan los compromisos asumidos, como para que los usuarios adviertan la existencia de una política común en cada uno de los estados.

7. 3. 3. 3. Gestión y reorientación de programas institucionales

- La Gestión del Financiamiento y la instrumentación de métodos de recaudación para costear las actividades del COTAS y apoyar los proyectos del Plan de Manejo. La gestión del financiamiento depende inicialmente de la conformación del Fideicomiso del COTAS y eventualmente la participación de la iniciativa privada en el financiamiento del Sector Hidráulico.

7. 3. 4. Protección de la calidad del agua y de áreas de recarga

Protección de la calidad del agua subterránea

La protección contra fuentes contaminantes puntuales y difusas, se logrará primordialmente mediante:

- El proyecto de alcantarillado y saneamiento de las localidades del valle.
- La construcción o reactivación de plantas de tratamiento y sistemas de disposición de residuos líquidos.
- Control de rellenos sanitarios, tiraderos de basura y uso de pesticidas y agroquímicos en zonas vulnerables.
- Protección contra la contaminación en zonas de fallas y fracturas geológicas.

Protección de las areas de recarga

Manejo de Cuencas. Con beneficios difíciles de calcular pero evidentes, es necesaria la protección forestal en zonas de recarga, así como la construcción de obras para incrementar la retención de humedad y suelo en la cuenca.

7. 4. Descripción de acciones por zona

De acuerdo con el estudio realizado (2008), todos los aprovechamientos explotan, en mayor medida el acuífero libre superior y en menor número el acuífero semi confinado inferior.

7. 4. 1. Zona 1

La Zona 1, concentra la mayor intensidad de extracción subterránea de agua en todo el acuífero, con un volumen estimado de aproximadamente 45.6 Hm^3 , con una sobreexplotación del orden de 0.98 Hm^3 , es por ello que las medidas de reducción de extracciones se relacionan tanto con proyectos de reducción de las extracciones mediante el uso eficiente y reuso, como la posible desconcentración de extracciones (acción que no se planteó en reuniones). Durante la penúltima reunión celebrada con los usuarios, se acordó suspender el bombeo 1 día/mes.

Las acciones pueden resumirse en tres tipos fundamentales, el principal proyecto es la reducción de las extracciones, junto con proyectos hidroagrícolas de modernización y reconversión, reuso y transferencia de derechos a favor del acuífero.

7. 4. 2. Zona 2

La zona 2, es una zona en expansión agrícola y en donde también se contempla la reducción de extracciones correspondiente a porcentaje equivalente al dejar de operar sus aprovechamientos 1 día/mes, la reconversión de cultivos y modernización y que no aumenten las extracciones (Los propietarios no asistieron al taller de participación).

7. 4. 3. Zona 3

En esta zona (manantiales), también se contempla la reducción de las extracciones en un porcentaje equivalente al dejar de operar 1 día/mes al aprovechamiento.

En esta zona es viable el proyecto de conectar a todos los usuarios de Villa Ocampo al drenaje colector y así poder ser participe del proyecto de reuso de aguas

tratadas, con lo cual se podría ofrecer un intercambio de aguas tratadas por aguas subterráneas. Cabe señalar que el volumen de aguas tratadas es relativamente pequeño como para poder revertir la sobreexplotación con el intercambio de agua tratada disponible.

La modernización y la reconversión de cultivos representan una necesaria reducción de la superficie de forrajes y un incremento de otro tipo de cultivos, con una disminución de las extracciones. Hasta este punto no estamos seguros de la reconversión de cultivos forrajeros por cultivos hortícolas (debido a la presencia de la Industria Lechera establecida en la Comarca Lagunera).

7. 4. 4. Zona 4

En esta zona, se encuentran dispersos los aprovechamientos accionados por energía eólica y con motores pequeños de combustión interna que abastecen a pequeñas propiedades y ranchos. Estos aprovechamientos quedan fuera del programa de reducción de las extracciones, y se pueden agrupar para que reciban apoyo y asesoría en los proyectos hidroagricolas de modernización y reconversión de cultivos a favor del acuífero.

7. 4. 5. Zona 5

La zona 5, corresponde al área periférica a las cuatro zonas anteriores, representa la zona de recarga y el área de captación de la cuenca hidrológica.

De este modo, en esta zona se concentran los proyectos referentes a manejo de cuencas, protección forestal, control de la erosión y eventual construcción de proyectos de recarga artificial como son bordos de retención del escurrimiento y para control de la erosión.

Es recomendable que los programas de apoyo a los distintos sectores, contribuyan a facilitar la compra de derechos a favor del acuífero, haciendo que el banco de derechos constituya una alternativa más para la estabilización; sin que afecte la productividad económica de la región.

8. Costos y Financiamiento

8. 1. Costos y financiamiento

El plan propuesto para el acuífero Cuatrociénegas-Ocampo, consta de acciones estructurales y complementarias; las primeras básicamente para el incremento de la oferta y la disminución de la demanda, y las segundas necesarias para alcanzar el ahorro del agua y el uso eficiente de las mismas.

Las acciones planteadas en el plan, necesitaran de inversiones y financiamientos para que se concreten; se anotan algunas estimaciones de éstas, sin embargo, en su momento se requerirá que se desarrollen sus proyectos ejecutivos correspondientes.

Los costos para incrementar la oferta de agua, estarán en función de los trabajos de reforestación y obras de captación que se puedan implementar en la zona, así por ejemplo se estima un costo de \$ 8,000.00 por hectárea (valor de referencia tomado de los apoyos implementados por la CONAFOR para la preservación de los bosques), considerando que se pueden reforestar unas 10,000 ha de 2011 a 2030, el costo total sería de aproximadamente \$ 80 MDP. El financiamiento de estas acciones estaría a cargo del gobierno federal (a través de CONAFOR y del Estatal).

En lo que concierne al costo por la implementación de sistemas de riego más eficientes en toda la superficie agrícola, estos serán financiados por la institución correspondiente, después de una investigación sobre las necesidades de los agricultores y del mercado.

Respecto a la asistencia técnica para los productores agrícolas, se estima un costo de aproximadamente \$ 450.00 por hectárea por año, lo que equivale a 1.35 MDP/año para atender las 3,000.00 hectáreas. La asistencia técnica, estaría

supervisada por la CONAGUA y el financiamiento por la institución correspondiente directamente vinculada.

Respecto a los costos por cultura del agua, son difíciles de estimar, toda vez que este tipo reacciones necesariamente deben ser implementadas a nivel federal y apoyadas a nivel estatal por la SEP y otras instituciones. Se consideró que el costo por la cultura del agua tendría un valor equivalente al 15% de todas las acciones implementadas.

Finalmente el costo total del plan de manejo integral, que podría ser amortizada con el ahorro generado por el subsidio en la energía eléctrica de las acciones para la reducción de la demanda.

9. Beneficios e impactos del plan

Se presentan los beneficios e impactos del plan de Manejo propuesto en este estudio respecto al escenario de tendencia actual o también denominado actual.

La extracción bruta de acuerdo a la proyección realizada para el Plan de manejo en el acuífero Cuatrociénegas-Ocampo pasará de 56.42 Hm³/año a 55.44 Hm³/año, al final del horizonte de planeación, es decir una vez que se hayan llevado a cabo en su totalidad las acciones del plan.

Respecto al volumen minado, de acuerdo con los criterios empleados para el Plan el modelo estima que disminuirá, pasando de 0.98 Hm³/año a 0.1 Hm³/año al termino de la planeación.

Referente a los beneficios, en general se mantendrán por arriba de los obtenidos si se mantiene la tendencia actual, sin embargo, como es de esperar los beneficios generados por la sobreexplotación disminuirán paulatinamente hasta hacerse igual a cero para el año 2030, mismos que actualmente representan aproximadamente 9.5 MDP al año.

Para corroborar lo mencionado anteriormente, se muestran los costos de bombeo para el sector agrícola en su conjunto, aclarando que estas líneas representan el costo real de extracción. Bajo los costos de la tarifa real, los ahorros serian de unos 3.18 MDP anuales al final del horizonte económico considerado al año 2030. Bajo el supuesto que se aplicará la tarifa actual subsidiada de energía eléctrica el ahorro económico sería del orden de los 1.9 MDP anuales.

10. IMPLEMENTACION

Una vez descritas las estrategias a seguir para desarrollar el plan de manejo del agua en el acuífero Cuatrociénegas-Ocampo, mismas que se moldearan de manera concisa y en forma de matriz en los incisos siguientes, es necesario dejar asentado de manera clara la responsabilidad que deberá llevar el Consejo Técnico de Aguas Subterráneas (COTAS). Esta organización es por decreto la responsable de coadyuvar en la gestión del agua subterránea, por lo que una vez establecido el reglamento del acuífero será a través del COTAS, un efectivo mecanismo de participación social y contribuir a establecer un uso regulado del acuífero, así mismo una vez que se le otorguen las facultades correspondientes y que se regule mediante un funcionamiento democrático será capaz de estimular la participación de los usuarios y legitimar los procesos de toma de decisiones.

Ante esta situación, la elaboración del plan de manejo es una oportunidad para redireccionar las actividades y responsabilidades que tiene la CONAGUA y entender que el COTAS es el medio adecuado para la gestión ante instituciones gubernamentales y/o privadas capaz de reflejar las necesidades puntuales en función de las características de explotación específicas del acuífero Cuatrociénegas-Ocampo y que una vez fortalecido en condiciones ejecutivas y financieras, podrá incluso rebasar las expectativas de la CONAGUA. Al mismo tiempo, este proceso es parte de la creación de nuevos arreglos institucionales para la gestión del agua establecidos durante la anterior administración federal, que significaron el cambio de toda la institucionalidad relativa al recurso en la búsqueda de un modelo de gestión descentralizada.

11. Conclusiones y recomendaciones

Las principales conclusiones del trabajo son:

1. El acuífero Cuatrociénegas-Ocampo, está sometido a un proceso de sobre explotación que se intensifica en la zona sur.
2. Se estima que la sobre explotación del acuífero equivale a un volumen aproximado de 0.98 Hm³.
3. El principal usuario del acuífero es el sector agrícola (97.85 % de la extracción estimada) y, en particular, el agua es destinada para la producción de forraje para la industria lechera
4. El siguiente usuario en importancia es el uso público urbano (1.32%), seguido por el pecuario (0.61%). Los otros usos son poco significativos (0.22%).
5. El COTAS del acuífero Cuatrociénegas-Ocampo, tiene los elementos necesarios para trabajar en la formulación de su programa de manejo sostenible.
6. El escenario de equilibrio muestra que si se reducen las extracciones, se tiene la tendencia de lograr la estabilización del acuífero.

Recomendaciones

Las principales recomendaciones, para favorecer el desarrollo de las acciones propuestas, son:

1. continuar utilizando la red de monitoreo (IMTA, 2008), ya que es confiable y actual, con el objeto de tener una continuidad en las observaciones y poder verificar los cálculos del balance, esta actividad favorecerá una administración eficiente del agua subterránea.

BIBLIOGRAFÍA

- CNA (2001). Estudio de evaluación hidrogeológica e isotópica en el Valle del Hundido. Coahuila.
- CNA. Norma Oficial Mexicana NOM-011-CNA-2000, "Que establece las disposiciones para determinar la disponibilidad media anual de las aguas nacionales".
- Comisión Estatal de Aguas y Saneamiento de Coahuila (2002). Estudio geohidrológico en Cuatrociénegas, Coahuila. Dirección de Proyectos Especiales.
- Custodio, E. y M. R., Llamas (1976). "Hidrología Subterránea", Ediciones Omega, Barcelona.
- Driscoll, G.F. (1986). "Groundwater and Wells. Johnson Division, St. Paul, Minn.
- ERIC II (*Extractor rápido de información climatológica v.2.0*) (1999), Instituto Mexicano de Tecnología del Agua, versión disco compacto.
- Estudios y proyectos de agua y tierra RUBRISELVA, S.A. de C.V. (1998). Estudio de reactivación de redes de monitoreo de los acuíferos de los valles de Monclova, Saltillo-ramos Arizpe, Allende-Piedras Negras, Cuatrociénegas-Ocampo, La Paila y Derramadero, Coahuila, Comisión nacional del Agua, Contrato GAS-008-PRO-98, Noviembre de 2002.
- Freeze, R. A., y J.A. Cherry (1979). Groundwater. Prentice-Hall, Inc. Englewood Cliffs, N.J.
- Heath, R.C (1982). Basic Ground-Water Hydrology. U.S. Geological Survey Water-Supply Paper 2220.
- INEGI (Instituto Nacional de Estadística, Geografía e Informática) (2004), extraído de la página web <http://www.inegi.gob.mx>
- IMTA (2004). Estudio hidrogeológico de los acuíferos El Hundido y Cuatrociénegas, Coahuila, Gerencia de Aguas Subterráneas, Comisión Nacional del Agua y Instituto Nacional de Ecología, diciembre 2004.
- ININSA (1980). Estudio geohidrológico preliminar de la zona de Cuatrociénegas-Ocampo. Subdirección de Geohidrología y Zonas Áridas. Secretaria de Recursos Hidráulicos, diciembre 1980.

Lesser y Asociados, S.A. de C.V. (2001). Estudio de evaluación hidrogeológica e isotópica en el Valle del Hundido, Coahuila, Gerencia de Aguas Subterráneas, Comisión Nacional del Agua, contrato GAS-006-PRO 01, diciembre 2001.

Lesser y Asociados, S.A. de C.V. (2002) *Estudio Geohidrológico en Cuatrociénegas, Coahuila*, Comisión Estatal de Aguas y Saneamiento de Coahuila, Contrato CEAS IAI-18-02-AP, Noviembre 2002.

Lesser y Asociados, S.A. de C.V. (2003) *Estudio Geohidrológico para la localización de nuevas fuentes subterráneas susceptibles de ser explotadas para el desarrollo agrícola de la zona de La Merced-las Animas, Municipio de Ocampo, Coahuila*, Secretaria de Fomento Agropecuario. Dirección de Agricultura. Gobierno del Estado de Coahuila, Contrato LPN-35063002-001-003-1. Diciembre 2003.

Lesser y Asociados, S.A. de C.V. (2005) *Estudio técnico de impacto por la explotación del agua subterránea en diez acuíferos: Monclova, Saltillo-Ramos Arizpe, Cuatrociénegas-Ocampo, Cuatrociénegas; Valle de Santiaguillo, valle de Canatlán, Vicente Guerrero-Poanas, Madero-Victoria, Parral-Valle del Verano y jaral de Berrios-Villa de Reyes*. Gerencia de Aguas Subterráneas, Comisión Nacional del Agua, diciembre 2005.