

CONTENIDO

Siglas y acrónimos	.....
Directorio	.....
Resumen Ejecutivo	.....
I. Generalidades	.....	1
I.1 Antecedentes	.....	3
I.2 Problemática	.....	3
I.3 Justificación	.....	4
I.4 Nombre	.....	4
I.5 Ubicación y delimitación geográfica	.....	4
I.6 Participantes en la elaboración del plan	.....	5
II. Objetivos	.....	7
II.1 Objetivo superior	.....	7
II.2 Objetivos del Plan	.....	7
II.2.1 Objetivo general	.....	7
II.2.2 Objetivos específicos	.....	7
III. Marco jurídico	.....	9
IV. Principios para el manejo integrado del agua	.....	15
V. Diagnóstico	.....	20
V.1 Población y desarrollo socioeconómico	.....	20
V.2 Evaluación de programas relativos al manejo del agua	.....	22
V.3 Climatología.....	.....	26
V.4 Disponibilidad de los recursos hidráulicos y su distribución	.....
Territorial	.....	29
V.5 Aguas subterráneas	.....	33
V.5.1 Geología	.....	33
V.5.2 Unidades Hidrogeológicas	.....	38
V.5.3 Funcionamiento del sistema acuífero	.....	39
V.5.4 Caracterización de los aprovechamientos e	.....
hidrometría	.....	40
V.5.5 Uso del agua subterránea	.....	41
V.5.6 Comportamiento piezométrico	.....	42
V.5.7 Calidad del agua subterránea	.....	45
V.5.8 Condiciones de explotación del agua subterránea	.....	47
V.6 Agua superficial	.....	48

**Tomo III. Plan Maestro De Manejo Del Acuífero De San Simón,
Municipio De Ensenada, B. C.**

V.6.1	Hidrografía	48
V.7	Costos del agua (económicos-ambientales)	50
VI	Proyecciones (pronóstico)	51
VI.1	Proyección de la disponibilidad	51
VI.2	Proyección de la demanda	55
VI.3	Descripción de escenarios	64
VII	Descripción del plan	74
VII.1	Descripción de objetivos estratégicos	74
VII.2	Descripción de las líneas de acción	76
VIII	Costos y financiamiento	89
IX	Beneficios e impactos (incluye los resultados de la evaluación hidráulica del plan)	101
X	Implementación	107
XI	Seguimiento y evaluación	112
XII	Plan de contingencia (escasez extrema)	119
XIII	Conclusiones y recomendaciones	127
	Referencias bibliográficas	130

Anexos

- A.1. Matriz de planeación
- A.2. Plan operativo

**Tomo III. Plan Maestro De Manejo Del Acuífero De San Simón,
Municipio De Ensenada, B. C.**

Índice de cuadros

Cuadro 1.	Disponibilidad publicada en el Diario Oficial de la Federación. Acuíferos del Estado de Baja California.	31
Cuadro 2.	Disponibilidad de agua superficial según Norma Oficial Mexicana NOM-CNA-011-2000	32
Cuadro 3.	Datos piezométricas de pozos para 1994, 2004 y 2006.	43
Cuadro 4.	Resultados de la relación de mezclas agua dulce – agua marina.	47
Cuadro 5.	Costos y Beneficios de la Sobreexplotación (pesos de 2005).	50
Cuadro 6.	Ensenada: Costos, egresos e ingresos del agua urbana en 2006.	58
Cuadro 7.	Análisis económico desalando agua salobre (50 lps).	63
Cuadro 8.	Análisis económico desalando agua salobre (5lps).	63
Cuadro 9.	Parámetros del modelo dinámico de San Simón.	67
Cuadro 10.	Resumen de acciones concentradas para el acuífero de San Simón	76
Cuadro 11.	Resumen de Costos y Volúmenes liberados por el Plan de Manejo	89
Cuadro 12.	Acciones de Estabilización: Costos y volúmenes liberados	94
Cuadro 13.	Acciones de Conservación: Costos y volúmenes liberados	95
Cuadro 14.	Acciones de Apoyo: Costos y volúmenes liberados	96
Cuadro 15.	Resumen de Costos y Volúmenes liberados por el Plan de Manejo	96
Cuadro 16.	Análisis Económico del Plan (miles de pesos).	98
Cuadro 17.	Balance Hidráulico del Plan de Manejo 2007-2030 (metros cúbicos).	102
Cuadro 18.	Caso Ejemplo de uso del Balance Hidráulico para el Plan de Manejo 2007-2030 (metros cúbicos).	103
Cuadro 19.	Impactos y Beneficios del Plan sobre el Balance 2007-2030.	104
Cuadro 20.	Listado de indicadores propuestos para el Plan de Manejo	115
Cuadro 21.		
Cuadro 22.		

**Tomo III. Plan Maestro De Manejo Del Acuífero De San Simón,
Municipio De Ensenada, B. C.**

Índice de figuras

Figura 1.	Valle de San Simón, arroyo y poblado Fco. Villa.	1
Figura 2.	Diagrama de Objetivos Estratégicos del Plan de Manejo.	8
Figura 3.	Mapa de localización del acuífero San Simón.	20
Figura 4.	Proyección de la población en la región	21
Figura 5.	Distribución de climas en la subcuenca del arroyo San Simón.	27
Figura 6.	Precipitación promedio 1984-2003 en la cuenca hidrológica.	28
Figura 7.	Precipitación promedio anual 1984-2003 en cada estación climatológica	28
Figura 8.	Condición geohidrológica en los acuíferos del Estado de Baja California.	31
Figura 9.	Plano de disponibilidad relativa de agua superficial por subregión para la porción norte del Estado de Baja California.	32
Figura 10.	Provincias geológicas.	33
Figura 11.	Geología del área de San Simón.	34
Figura 12.	Elevación de la superficie del basamento.	40
Figura 13.	Localización de los principales aprovechamientos de agua subterránea.	41
Figura 14.	Usos del agua subterránea en el Valle de San Simón.	42
Figura 15.	Evolución de los niveles estáticos durante el periodo 1994-2006.	45
Figura 16.	Distribución de STD en 2006. (a) -40 msnm y (b) -5 msnm.	46
Figura 17.	Disponibilidad de agua subterránea en el acuífero.	47
Figura 18.	Cuenca hidrográfica arroyo La Escopeta-Cañón de San Fernando	49
Figura 19.	Variación de la elevación del nivel estático promedio en el acuífero de San Simón y su relación con la precipitación promedio en la zona.	52
Figura 20.	Ubicación de la cuenca de San Simón. Se indica la zona de mayor explotación del acuífero	53
Figura 21.	Flujo de agua para el suministro público urbano de la región San.	56
Figura 22.	Proyección de población 2005-2030.	57
Figura 23.	Proyección del número de usuarios totales 2005-2030.	59
Figura 24.	Proyección de la demanda en el Sistema 2005-2030.	60
Figura 25.	Proyección de los egresos en el Sistema 2005-2030.	61
Figura 26.	Proyección de los ingresos en el Sistema 2005-2030.	61

**Tomo III. Plan Maestro De Manejo Del Acuífero De San Simón,
Municipio De Ensenada, B. C.**

Figura 27.	Proyección de demanda y extracción del Sistema 2005-2030.	62
Figura 28.	Alternativa de oferta con desaladoras para el Sistema 2005-2030.	62
Figura 29.	Precipitación estimada para el acuífero de San Simón.	65
Figura 30.	Modelo STELLA para la simulación de la disponibilidad.	66
Figura 31.	Simulación del escenario natural.	68
Figura 32.	Simulación del escenario inercial.	69
Figura 33.	Simulación del escenario tecnificado.	70
Figura 34.	Simulación del escenario REPDA	71
Figura 35.	Beneficios e Impactos del Plan sobre la disponibilidad para uso Público Urbano y para uso Agrícola.	104
Figura 36.	Beneficios e Impactos del Plan sobre la estabilidad del acuífero	105

RESUMEN EJECUTIVO: ACUÍFERO SAN SIMÓN

I. GENERALIDADES

El acuífero de San Simón se ubica en el Valle de San Quintín, en la porción centro-occidental del estado de Baja California, integrada en la región hidrológica número uno (RH-1) de la vertiente del océano pacífico, delimitada geográficamente entre los paralelos 30° 19' 30" a 30° 51' 00" del latitud norte y los meridianos 115° 18' 57" a 116° 00' 00" de longitud oeste.

Limita al norte con la cuenca del Valle de San Telmo, al sur con la del Rosario, al este con la cuenca hidrológica del Valle Chico-San Pedro Mártir, correspondiente a la región hidrológica No.1 denominada Planicie Costera de Baja California, limitada al oeste por el océano Pacífico y al oriente por la provincia de No.2 denominada a su vez Sistema Montañoso de Baja California.

La cuenca de San Simón presenta el tipo de clima semiárido con verano seco, con una precipitación media mensual del orden de 30.30 mm. de precipitación media anual de 227.39 mm. El régimen de lluvias es predominantemente invernal, originadas en los meses de noviembre a marzo. La temperatura media mensual varía entre los 12°C y 22°C y la media anual es de 17°C.

Para el año de 1970, el Estado de Baja California contaba con una población de 870,421 personas y para el año 2000 ascendía a 2'487,367 personas, lo que casi triplica el crecimiento de la población en el ámbito estatal durante los últimos treinta años. Este crecimiento se atribuye a los factores de atracción que han caracterizado a Baja California desde mediados de los años ochenta: empleo en la industria maquiladora, crecimiento del sector servicios, posibilidad de acceso al mercado estadounidense y demanda de mano poco especializada. Fenómenos que han variado en el transcurso de los años, pero que siguen manteniendo a Baja California como un polo de atracción para la mano de obra del occidente y centro del país. Este contexto ha generado una serie de presiones de orden socioeconómico y ambiental en el ámbito regional y local de Baja California. Por consecuencia, uno de los retos de las políticas públicas en los próximos años es el de rediseñar las políticas de desarrollo en base a las dinámicas demográficas y económicas locales.

La población en el acuífero está distribuida en pequeños poblados rurales, la actividad económica más importante es la agricultura, desarrollándose en menor escala, la pesca y el turismo. La actividad agrícola y los empaques generan una cantidad importante de mano de obra, que es obtenida de otros estados de la República.

En San Simón, se encuentran las localidades de Francisco Villa (San Simón), Los Pinos, Santa María (Venustiano Carranza), estos asentamientos para el 2005 conformaban una población de 2,592 habitantes, producto de las siguientes tendencias del crecimiento demográfico: una tasa media anual de crecimiento (TMCA) en el período de 1980 a 1990 se ubicó en un 1 %, en cambio de 1990 a 2000 la TMCA fue de 2 %. Este crecimiento se debe a la importancia que han adquirido las actividades agrícolas locales desde principios de los ochenta, lo que su vez han implicado una demanda de servicios urbanos para la población asentada en esta región.

RESUMEN EJECUTIVO

El agua subterránea en estos acuíferos representa la única fuente de abastecimiento de la zona y se consideran sobreexplotados. Desde finales de la década de los sesentas se identificaron evidencias de sobreexplotación en los acuíferos. El principal síntoma es el deterioro de la calidad del agua que se torna salada, especialmente durante los prolongados períodos secos. A partir de entonces se realizaron diversos estudios para evaluar las condiciones de recarga del acuífero e identificar la magnitud racional de aprovechamiento para un desarrollo en equilibrio, sin daños irreversibles.

Este documento constituye el Plan de Manejo del Acuífero del acuífero de San Simón el cual forma parte del desarrollo de un Plan Maestro de Manejo Integrado y Sostenible en el que se proponen programas y acciones concretas para la estabilización de los acuíferos y que se pueden implementar a corto, mediano y largo plazo.

II. OBJETIVOS DEL PLAN DE MANEJO

Objetivo Superior

Crecimiento sostenido de la región.

Objetivos del Plan

Hacer un uso sustentable del acuífero.

Objetivo General

Estabilizar los acuíferos de la región, reduciendo gradualmente la sobreexplotación y con ello frenar la degradación de la calidad del agua, factores que restringen en la actualidad y a futuro el desarrollo socioeconómico regional.

Implantar una política integral de manejo de los volúmenes del acuífero, que garantice un desarrollo sostenido de las actividades que desempeñan los usuarios del agua.

Hacer efectiva la ejecución de medidas que moderan la demanda de agua del acuífero e incrementan la oferta de volúmenes, para dar solución a los problemas de disponibilidad.

Objetivos estratégicos

- Definir acciones concretas para incrementar la oferta a corto, mediano y largo plazos, acordes con la disponibilidad, considerando las limitantes físicas, legales, financieras, políticas y sociales, (figura 2).
- Definir acciones concretas de reducción de las demandas a corto, mediano y largo plazos, mediante la optimización de los sistemas hidráulicos urbanos y agrícolas.
- Favorecer las actividades productivas para que mantengan o incrementen sus beneficios de la explotación del acuífero.
- Establecer la estructura y programa de ejecución de las acciones.

RESUMEN EJECUTIVO

- Establecer un programa de evaluación y seguimiento de Plan Integral de Manejo, que lo retroalimente y en su caso lo modifique para el cumplimiento de objetivos.

III. MARCO JURIDICO

El marco jurídico de este programa está constituido por el conjunto de leyes, reglamentos, decretos, acuerdos, convenios y otras figuras jurídicas asociadas. Es el sustento para definir y considerar, entre otros aspectos, el esquema de planeación del desarrollo y los instrumentos complementarios, así como una base para la toma de decisiones en sus diferentes ámbitos.

Ámbito Federal

La Constitución Política de los Estados Unidos Mexicanos, en lo relativo a la planeación, en el artículo 26 señala que:

La ley facultará al Ejecutivo para que establezca los procedimientos de participación y consulta popular en el Sistema Nacional de Planeación Democrática, y los criterios para la formulación, instrumentación, control y evaluación del plan y los programas de desarrollo. Asimismo determinará los órganos responsables del proceso de planeación y las bases para que el Ejecutivo Federal coordine mediante convenios con los gobiernos de las entidades federativas, e induzca y concierte con los particulares las acciones a realizar para su elaboración y ejecución.

Asimismo, el artículo 27 establece en su párrafo tercero que:

La Nación tendrá en todo tiempo el derecho de imponer a la propiedad privada las modalidades que dicte el interés público, así como, el de regular en beneficio social, el aprovechamiento de los elementos naturales susceptibles de apropiación, con objeto de hacer una distribución equitativa de la riqueza pública, cuidar de su conservación, lograr el desarrollo equilibrado del país y el mejoramiento de las condiciones de vida de la población rural y urbana. En consecuencia, se dictarán las medidas necesarias para ordenar los asentamientos humanos y establecer adecuadas provisiones, usos, reservas y destinos de tierras, aguas y bosques, a efecto de ejecutar obras públicas y de planear y regular la fundación, conservación, mejoramiento y crecimiento de los centros de población; para preservar y restaurar el equilibrio ecológico.

La Ley Nacional de Planeación establece como objetivo el desarrollo integral del país en la consecución de los alcances políticos, sociales, culturales y económicos contenidos en el artículo 2 de la Constitución.

La Ley General del Equilibrio Ecológico y la Protección al Ambiente es el instrumento jurídico central en la política ambiental nacional, que tiene atribuciones generales en materia de planificación y coordinación en asuntos ecológicos.

La Ley General de Desarrollo Forestal Sustentable, en su artículo 2, establece entre sus objetivos: contribuir al desarrollo social, económico, ecológico y ambiental del país, mediante el manejo integral sustentable de los recursos forestales, así como de las cuencas y los ecosistemas hidrológico-forestales.

RESUMEN EJECUTIVO

En el artículo 4 declara que es de utilidad pública la conservación, protección y restauración de los ecosistemas forestales y sus elementos, así como de las cuencas hidrológico-forestales y la ejecución de obras destinadas a la conservación, protección o generación de bienes y servicios ambientales.

La Ley de Desarrollo Rural Sustentable, en su artículo 4, señala que para lograr este desarrollo en el Estado, mediante el concurso de los diversos agentes organizados, impulsará un proceso de transformación social y económica, que reconozca la vulnerabilidad del sector y conduzca al mejoramiento sostenido y sustentable de las condiciones de vida de la población rural. Esto, a través del fomento de actividades productivas y de desarrollo social, que se realicen en el ámbito de las diversas regiones del medio rural, procurando el uso óptimo, la conservación y el mejoramiento de los recursos naturales.

La Ley de Aguas Nacionales, en su artículo 7, fracción I, declara de utilidad pública la gestión integrada de los recursos hídricos, superficiales y del subsuelo, a partir de las cuencas hidrológicas en el territorio nacional, como prioridad y asunto de seguridad nacional. Asimismo, en su artículo 7 bis fracción I, declara de interés público la cuenca, conjuntamente con los acuíferos, como la unidad territorial básica para la gestión integrada de los recursos hídricos.

En su artículo 14 bis 5 establece como principios que sustentan la política hídrica que: el agua es un bien de dominio público; la gestión integrada de los recursos hídricos es la base de la política hídrica nacional; la gestión de los recursos hídricos se llevará a cabo en forma descentralizada, integrada y por cuenca hidrológica, privilegiando la acción directa y las decisiones por parte de los actores locales.

Ámbito Estatal

La Constitución Política del Estado de Baja California.

La Ley de Planeación del Estado de Baja California.

La Ley de Desarrollo Urbano del Estado de Baja California.

La Ley de Protección al Ambiente para el Estado de Baja California.

La Ley de Fomento Agropecuario y Forestal del Estado de Baja California.

Ámbito Municipal

IV. PRINCIPIOS PARA EL MANEJO INTEGRADO DEL AGUA

La experiencia mundial en materia hidráulica ha consolidado el criterio relativo a que el manejo racional del recurso agua es un imperativo estratégico, y que como tal, en México se han realizado grandes esfuerzos en materia de planeación hidráulica tendiente a dar un giro sustantivo que oriente las políticas hacia un mejor aprovechamiento del recurso, dado que las evidencias señalan que su uso ineficiente y la degradación de su calidad, constituyen un freno al crecimiento económico y contribuyen a incrementar las desigualdades sociales.

Al considerar la problemática actual y la trascendencia del recurso en el bienestar y el desarrollo del país, la visión del sector hidráulico es que México sea "Una nación que cuente con seguridad en el suministro del agua que requiere para su desarrollo, que la

RESUMEN EJECUTIVO

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 visión anterior considera el valor esencial que tiene el agua como recurso indispensable para el bienestar social, su importancia como un elemento estratégico en el desarrollo de las diferentes actividades productivas: agrícola, industrial, generación de energía eléctrica, pesca, navegación y turismo, el derecho que tienen las futuras generaciones de contar con el agua que requieren para su bienestar y desarrollo, así como el reconocimiento del medio ambiente como un usuario del agua.

Por eso, la visión del manejo del agua deberá integrar plenamente los recursos hidráulicos con la conservación y restauración de otros recursos naturales de la nación. En amplias zonas del país, la deforestación ha provocado fuerte erosión de los suelos, lo que ocasiona un menor control natural del escurrimiento superficial y una menor recarga de los acuíferos. La gestión de las cuencas hidrológicas para la conservación de los recursos hídricos tanto en cantidad como en calidad debe ser integral, gestión que integre a los diferentes usuarios con una misma visión: el uso racional del recurso y su conservación.

A partir de los retos que se enfrentan en el contexto internacional, sobre la problemática del uso del agua y la sustentabilidad, así como del trabajo y los avances logrados en cada región del mundo, nuestro país a través de la Comisión Nacional del Agua ha planteado una serie de principios en el ámbito internacional que ha denominado como “El decálogo del agua”, los cuales se presentan a continuación:

1. Legislación del agua e instituciones únicas responsables de su manejo.

Para dar certidumbre al manejo y la preservación del agua es importante que los países cuenten con su Ley en la materia y desarrollen los elementos técnicos, financieros e institucionales necesarios para aplicarla.

Además, con el objetivo de lograr una administración más eficiente de las aguas superficiales y subterráneas, se recomienda que en cada país exista una sola institución encargada de todos los aspectos normativos asociados al agua.

2. Manejo integral de cuencas.

Dada la forma en la que el ciclo del agua se presenta en la naturaleza, se recomienda que el manejo del vital líquido se realice por cuencas hidrológicas.

Se debe también señalar que una administración adecuada del agua en las cuencas hidrológicas requiere considerar en forma integrada tanto a las aguas superficiales como a las subterráneas.

Adicionalmente, para lograr un mejor manejo y preservación del agua en cuencas que son compartidas entre países, es necesario establecer acuerdos formales donde se reglamente su uso y distribución bajo diferentes escenarios, incluyendo los de sequía. Para verificar su implantación, es necesario crear instituciones técnicas y financieras multinacionales debidamente reconocidas y respaldadas por los países que comparten dichas cuencas.

3. Planes consensuados y obligatorios para todos.

RESUMEN EJECUTIVO

La elaboración de planes de cuenca consensuados con los usuarios –considerando sus aspectos étnicos, sociales, económicos y ambientales- es necesaria para obtener el máximo beneficio de las aguas superficiales y subterráneas, así como para garantizar su preservación y la del medio ambiente para las generaciones actuales y futuras.

Es importante que la implantación de los planes de cuenca sea obligatoria por Ley, así se dará continuidad a las acciones previstas y se orientarán debidamente las inversiones de los usuarios y las instancias federales, estatales y municipales.

4. El agua es un recurso estratégico y de seguridad nacional.

Es indispensable que la preservación del agua, los bosques y el medio ambiente se considere como objetivo básico en las agendas nacionales y los planes de desarrollo de los gobiernos. Sólo así se garantizará el bienestar social y el desarrollo económico de las generaciones actuales y futuras.

5. Hidrosolidaridad.

Para contribuir a lograr el bienestar social y consolidar el desarrollo económico en una cuenca o país es importante instrumentar los mecanismos y los incentivos que permitan a los usuarios con mejores posibilidades técnicas y económicas apoyar a los menos favorecidos.

6. Participación social y difusión.

El buen manejo y preservación de las aguas superficiales y subterráneas en una cuenca hidrológica sólo será posible con la participación de todos los actores involucrados. Para lograr este objetivo se debe garantizar en la Ley su forma de organización y participación.

Además, con el propósito de que la población pueda conocer la problemática de su cuenca, participar en la toma de decisiones y evaluar los avances logrados, es necesario crear y consolidar los mecanismos y las instituciones que permitan proporcionarles información clara y oportuna.

7. Institucionalización de programas y desarrollo de capacidades.

Con la finalidad de maximizar las inversiones en el Sector Hidráulico, es necesario institucionalizar los programas que permitan unir los recursos económicos y técnicos de los usuarios, sector privado y de las instancias federales, estatales y municipales.

De igual forma, se requiere realizar la transferencia de funciones al nivel más apropiado desde el punto de vista de toma de decisiones y de operatividad, es importante para lograr una mejor administración del agua.

Es también importante considerar que el buen funcionamiento de la infraestructura estará asegurado si a la par de las inversiones asignadas para su construcción se destinan también los recursos necesarios para su adecuada operación y mantenimiento, incluyendo la capacitación de las personas que tendrán a su cargo dichas actividades.

8. Uso eficiente del agua y cobro adecuado.

RESUMEN EJECUTIVO

Dada la poca disponibilidad del agua en diversas zonas, es fundamental su uso eficiente y, en la medida de lo posible, su reuso en las diferentes actividades productivas.

Además, con el propósito de recuperar los costos de suministro de los servicios de agua y saneamiento, es necesario implantar sistemas tarifarios y de cobro adecuados, que incluso puedan permitir otorgar subsidios a los habitantes con recursos económicos insuficientes.

9. Tecnificación de riego y selección de cultivos en función de la disponibilidad.

Para impulsar el desarrollo agrícola, la modernización del riego cobra especial relevancia, dado que permite incrementar la productividad y reducir los consumos de agua asociados.

Adicionalmente, es necesario que el desarrollo del riego agrícola esté en función de la disponibilidad del agua y las características del suelo, lo que permitirá garantizar la preservación del binomio suelo-agua.

10. Cambio climático y sus efectos en el ciclo hidrológico.

Ante los posibles efectos ocasionados por desastres naturales, es necesario fortalecer los sistemas y esquemas de alerta temprana, construir la infraestructura complementaria que se requiere para su control y crear zonas de inundación en áreas específicas diseñadas para tal fin.

Además, los habitantes deben estar informados acerca de la posible ocurrencia y evolución de ciclones y huracanes que pudieran afectarles. Cobra relevancia entonces, que los países cuenten con Servicios Meteorológicos o, en su caso, establezcan convenios con organizaciones especializadas en la materia.

De manera similar, para dar respuesta oportuna y ágil a las emergencias derivadas de la ocurrencia de ciclones y huracanes, es conveniente que los países cuenten con equipo y maquinaria adecuados, en sitios ubicados estratégicamente.

V. DIAGNÓSTICO

Según el más reciente censo de población (INEGI, 2005) el área del acuífero de San Simón [Ejido Francisco Villa] cuenta con 1,069 habitantes. Proyecciones de la tasa de crecimiento aunadas a una inmigración temporal y flotante arrojan un estimado de 1,153 habitantes para el 2008 (CONAPO, 2006; INEGI, 2005b). La actividad económica más importante en la zona de San Simón es la agricultura, desarrollándose en menor escala, la pesca, la ganadería y el turismo. La actividad agrícola y los empaques requieren de una cantidad importante de mano de obra, la que es obtenida en otros estados de la República (SEFOA, 2002). La población jornalera temporal, la que arriba a la Región de San Quintín para la cosecha de hortalizas, se hospeda en campamentos que son propiedad de los productores que los contratan. En 1989 se consideraba una población flotante en toda la Región, entre mayo y noviembre, de 25,000 a 30,000 jornaleros (Garduño, 1989); pero en la actualidad se ha observado que esa cantidad ha disminuido. Para el año 2003 se encontró una población jornalera de 9,600 habitantes en 19 campamentos, de los cuales 13.8% (1,324), eran originarios de Baja California y

RESUMEN EJECUTIVO

el resto 86.2% (8,276) procedían de Oaxaca, Guerrero, Michoacán y Veracruz, principalmente (CONEPO-COLEF, 2003).

Diversos programas en los ámbitos federales, estatales y municipales se han enfocado en el manejo del agua de esta región con objetivos tanto hidroagrícolas como de agua potable, alcantarillado y saneamiento. Entre otros destacan: el Programa Nacional de Medio Ambiente y Recursos Naturales 2001-2006 (PNMAyRN), el Programa Nacional Hidráulico 2001-2006 (PNH), el Programa Estatal Hidráulico 2003-2007 (PEH), el Programa de desarrollo Regional: Región San Quintín (SEDESOL, 2006), el Programa Hidráulico Regional 2002-2006 (CNA, 2003), el Plan Municipal de Desarrollo 2008-2010 (Gov. Mpal. Ensenada), el Programa Hidráulico de Gran Visión 2001-2025 (CNA, 2000), el Programa Hídrico por Organismo de Cuenca Visión 2030 (CNA, 2007) y el programa Agua para San Quintín (SEFOA, 2002). Un objetivo común entre estos programas ha sido el involucrar y obtener la colaboración de los pobladores y usuarios del agua en dichos programas con la meta de lograr el uso sustentable de los recursos hidráulicos disponibles en la región. A la fecha los programas han obtenido resultados lentos pero satisfactorios que encaminan a la zona del acuífero del valle de San Simón hacia la estabilización y a la integración al desarrollo nacional y mundial.

El clima que impera en la región de San Simón es del tipo muy seco templado. Las lluvias son escasas en la mayor parte del área y en las costas se presenta la menor incidencia de precipitación del país. La presencia de altitudes importantes a lo largo de la cadena montañosa de Juárez y San Pedro Mártir condiciona climas templados y semifríos, ambos subhúmedos en las cimas y mesetas altas. En la zona del acuífero la precipitación total anual oscila entre los 100 y 200 mm. Los meses más lluviosos son diciembre (24.2 mm) y enero (23.9 mm) mientras que los más secos son mayo (0.5 mm) y junio (0.1 mm) (INEGI, 2001). La precipitación media anual ha sido reportada en 165 (CNA, 2006) y 195 mm (SIID, 2006). El mes de agosto es el más caliente, con un valor promedio de 21.37°C registrando en las cinco estaciones climatológicas. El mes de febrero es el más frío con un valor de 13.58 °C. La temperatura media anual es de 16.61 °C (SEDESOL, 2006). La evaporación media anual es de 1548 mm (CNA, 2006).

En el área de interés afloran rocas ígneas intrusivas, extrusivas basálticas, rocas sedimentarias y materiales volcanoclásticos y aluviales cuyo registro estratigráfico comprende del Cretácico al Reciente. El acuífero de San Simón se compone principalmente de sedimentos no consolidados de granulometría fina a gruesa (arcillas a arenas), con espesores variados de 80 a 200 m de profundidad. Subyaciendo a estos rellenos se asocia un material consolidado que no se diferencia entre las calizas cretácicas y los materiales compactados del terciario. Estos materiales se consideran como el basamento hidrogeológico del acuífero de San Simón. Sin embargo en la zona costera existen materiales asociados a los volcanes cuaternarios localizados al occidente de la bahía de San Quintín, los cuales también tienen una asociación como basamento hidrogeológico. Los materiales del subsuelo se han clasificado en las siguientes unidades hidroestratigráficas (SIID, 2006):

- Depósitos granulares no consolidados de media a alta conductividad hidráulica (fluviales, aluviales, lacustres). Son los depósitos que integran la porción superior del valle y que están compuestos por una gran diversidad de material granular.

RESUMEN EJECUTIVO

- Rocas sedimentadas y volcanoclásticas consolidadas con conductividad hidráulica baja a media, secuencia volcánica cuaternaria. Dentro de esta unidad se considera secuencia volcánica y volcanosedimentaria del Cretácico Inferior y basaltos cuaternarios. La conductividad hidráulica está dada por fracturamiento, aunque en el área de interés tienen un funcionamiento de barrera impermeable (basamento).
- Rocas ígneas de baja conductividad hidráulica.- Están representadas principalmente por el cuerpo batolítico de composición félsica que aflora en la parte oriental del área de estudio, así mismo se incluyen los derrames volcánicos cretácicos.

El acuífero San Simón es de tipo libre y, como ya se ha mencionado, se compone principalmente de sedimentos no consolidados de granulometría fina a gruesa (arcillas a arenas), con espesores variados de 80 a 200 m. La superficie de la cuenca del arroyo San Simón se ha reportado entre 1600 (CNA, 2006; SIID, 2006) y 2125 Km² (CNA, 2006), sin embargo el área de explotación se reduce aproximadamente a 98 km². Los valores de transmisividad varían desde 0.002 hasta 0.043 m²/seg, dependiendo de la zona del acuífero, y el coeficiente de almacenamiento va desde 1 al 10% (SIID, 2006).

El Registro Público de Derechos de Agua 2007 (REPDA) del acuífero de San Simón incluye 167 aprovechamientos de uso agrícola, doméstico, público urbano y pecuario. Debido a la falta de sistemas de medición en los pozos de uso agrícola, no se cuenta con registros que detallen los volúmenes de agua extraídos exclusivamente para riego en la región, sin embargo, la CNA (2006) ha reportado una extracción total promedio de 22.17 Mm³/año con 23.32 Mm³ tan solo para el año 2006 (SIID, 2006). De este volumen el 99% se destina al riego agrícola, el 0.5% es para usos urbanos y agua potable y el restante es aplicado en otros usos domésticos.

Los estudios con información piezométrica abarcan desde 1974 hasta el 2005. Sin embargo, la nomenclatura es variable en los diferentes años, llegando a tener numeración de hasta el 755, lo cual dificulta la correlación de información para las diferentes fechas de información. No obstante, tomando como base el censo del 2004, se pueden hacer algunas observaciones de la evolución piezométrica del acuífero. De 1994 al 2006 se ha registrado un descenso del nivel de 17 m en la zona de mayor extracción mientras que en la línea de costa no se observan cambios significativos. Se ha determinado que el acuífero ha sido afectado por una inversión del flujo, es decir, en lugar de dirigirse del continente hacia la costa, se mueve en dirección contraria (CNA, 2006; SIID, 2006). Además, se ha desarrollado un área costera de 25.9 km² en donde la calidad del agua subterránea varía de 3,000 a 15,000 mg/L de sólidos totales disueltos. Este hecho ha provocado efectos irreversibles en el acuífero, al grado de que las aguas subterráneas en esa zona ya no son aptas para la agricultura (SIID, 2006). No obstante, dichas aguas son aprovechadas en forma intensiva para alimentar plantas desaladoras. En general, se estima que el acuífero tiene una recarga promedio disponible de 14.04 Mm³/año, sin embargo, las condiciones actuales de sobreexplotación (CNA, 2006), la distribución en la calidad del agua y lo errático del régimen hidrológico, hacen que el volumen disponible para nuevos aprovechamientos se considere nulo.

La Subcuenca hidrológica del arroyo San Simón, que tiene un área de drenaje de 1600 Km², recibe las aportaciones de 2 arroyos de importancia hidrológica, el arroyo San Pablo y el Agua Escondida, los cuales confluyen a 5 km al suroeste del poblado Los

RESUMEN EJECUTIVO

Aguajes. Estos arroyos se originan al occidente de la Sierra de San Pedro Mártir para desembocar finalmente en el Océano Pacífico con el nombre de Arroyo San Simón. Se trata de corrientes de régimen torrencial, por lo que permanecen secas durante todo el año, llegando a presentarse torrentes violentos durante las épocas de lluvia. El arroyo de San Simón descarga en la bahía de San Quintín solo cuando existen precipitaciones que generan escurrimientos en cantidades suficientes. En el recorrido de esta red hidrológica no se localiza ninguna estación hidrométrica (CNA, 2006). En general, la disponibilidad de agua superficial es reducida debido a la escasa precipitación.

En el valle de San Simón no existe un control adecuado de manejo de aguas negras. De hecho, en toda la región de San Quintín únicamente el 20% de las casas habitación cuentan con sistema de drenaje (SEDESOL, 2006). Dentro de las propuestas del Plan Municipal de Desarrollo 2008-2010 (Gov. Mpal. Ensenada) se contempla instaurar sistemas de drenaje, alcantarillado y tratamiento de aguas residuales a lo largo de todo el municipio. Mientras tanto, el acuífero se encuentra en alto riesgo de contaminación por fosas sépticas y residuos sólidos mal manejados, aunado a la elevada salinidad por intrusión marina.

Balance de Agua Subterránea

El balance de agua subterránea tiene como objetivo evaluar la disponibilidad de los recursos hidráulicos con los que se cuenta, con la finalidad de emitir un diagnóstico que conlleve al manejo sustentable de los mismos. Los componentes involucrados en dicho balance constituyen las entradas (recarga), las salidas (descarga) y el cambio de almacenamiento en un acuífero o porción del mismo.

El balance hidrológico/agronómico para el acuífero de San Simón resultó como sigue:

Entradas (Mm ³ /año)			Salidas (Mm ³ /año)			Cambio de Almacenamiento (Mm ³ /año)
Entradas Horizontales	Recarga Vertical	Infiltración Marina	Salidas Horizontales	Bombeo	Evapotranspiración	
9.97	3.60	9.97	1.91	22.17	3.37	-3.45

La información más reciente en relación con los ingresos, egresos y cambios de volumen en el acuífero de San Simón arroja el mismo balance hidrológico que ha sido presentado y publicado (CNA, 2006), por lo que no se ha desarrollado un nuevo balance hidrológico/agronómico.

El balance de equilibrio indica que, mientras no se implementen medidas que permitan el incremento de la disponibilidad de agua subterránea del acuífero del Valle de San Simón, las extracciones totales por bombeo no deberán exceder los 9 Mm³/año.

RESUMEN EJECUTIVO

El balance oficial publicado en el Diario Oficial de la Federación (2003) y estimado siguiendo el procedimiento indicado por la Norma oficial Mexicana NOM-011-CNA-2000, establece la siguiente relación:

$$\begin{array}{r}
 \text{Disponibilidad Media anual} \\
 \text{de agua subterránea en una} \\
 \text{unidad hidrogeológica}
 \end{array}
 =
 \begin{array}{r}
 \text{Recarga total} \\
 \text{media anual}
 \end{array}
 -
 \begin{array}{r}
 \text{Descarga natural} \\
 \text{comprometida}
 \end{array}
 -
 \begin{array}{r}
 \text{Volumen anual} \\
 \text{de agua subterránea} \\
 \text{concesionado e} \\
 \text{inscrito en el REPDA}
 \end{array}$$

El balance hídrico utilizando el volumen concesionado y mostrando la disponibilidad de agua subterránea en el acuífero de San simón para el año 2007 resulta en (Mm³/ año):

$$-17.09 \qquad = \qquad 14.04 \qquad - \qquad 5.28 \qquad - \qquad 25.85$$

indicando que no existe volumen disponible para nuevas concesiones en el acuífero del valle de San Simón.

VI. PROYECCIONES (PRONÓSTICO)

Una etapa importante durante el desarrollo e implementación de esquemas de planeación y aprovechamiento óptimo de recursos hidráulicos subterráneos apoyados en la simulación matemática, es la construcción de un modelo conceptual que pueda representar de manera simplificada, pero además válida, las condiciones hidrogeológicas que se observan en el sistema estudiado. El modelo conceptual del funcionamiento del sistema del Valle de La Misión desarrollado se planteó a partir del análisis conjunto de la información geológica, hidrogeológica, geofísica, hidrogeoquímica, rasgos indicadores de flujo e hidráulica de pozos, así como tendencias de crecimiento poblacional y volúmenes de agua utilizados per cápita. Con este modelo conceptual y la definición de tendencias de crecimiento, patrones de evolución y procesos de cambio a futuro es posible construir escenarios de uso que permitan evaluar el efecto en las variaciones de las extracciones en el acuífero bajo diversos escenarios paramétricos. En estos escenarios, es posible simular condiciones específicas preconcebidas y visualizar las variaciones de la disponibilidad de agua en el sistema hidrológico bajo distintas políticas de operación.

En la estructuración de escenarios se estableció a la recarga del acuífero dependiente de las precipitaciones que ocurren en la cuenca. Dado que se trata de escenarios a futuro, con una proyección de 25 años, el patrón de precipitación supuesto a ocurrir en ese intervalo de tiempo fue considerado como una repetición de los registros de precipitación el mismo período de tiempo inmediato anterior.

Se analizan 4 escenarios: *Escenario natural*, en el que se considera cero extracción (condición natural a largo plazo); *Inercial*. Tendencia de extracción en función de tendencias de crecimiento actuales. Ninguna acción de recuperación; *Máxima Tecnificación*, se aplican todas las acciones posibles de tecnificación; *Extracción REPDA*, se considera la extracción inscrita en el Registro Público de Derechos del Agua.

RESUMEN EJECUTIVO

Los escenarios inercial y extracción REPDA muestran una tendencia clara al abatimiento irreversible del acuífero. El escenario inercial muestra una tendencia de abatimiento del nivel freático, dado el crecimiento del consumo de los sectores publico-urbano, constituido principalmente por el volumen trasvasado a la ciudad de Ensenada y el sector agrícola con el crecimiento de la superficie cultivada. El escenario REPDA muestra un abatimiento mucho más rápido del nivel freático, en menos de 15 años se abate dramáticamente el nivel del acuífero. Por su parte el escenario de máxima tecnificación permite hacer un uso sustentable del recurso aplicando las acciones recomendadas en el PIMSA.

VII. DESCRIPCION DEL PLAN DE MANEJO

Las alternativas para el manejo de la demanda y la disponibilidad fueron propuestas por medio de talleres de planeación, el análisis de escenarios paramétricos, así como de escenarios concertados con los usuarios identificándose los principales proyectos y áreas de oportunidad para lograr un uso sustentable del acuífero. Una vez identificados y analizadas cada una de las acciones se presentó ante los representantes de los usuarios para su análisis. En reunión plenaria se alcanzó el consenso sobre las acciones propuestas en el Plan incluyendo las acciones de estabilización, conservación y apoyo, entendiéndose por cada una de estas clasificaciones lo siguiente:

Estabilización. Son aquellas acciones que se requieren llevar a cabo para detener la sobreexplotación y recuperar los niveles de agua del acuífero, son en general acciones que buscan reducir la demanda y extracción de agua, aumentar la disponibilidad con la incorporación de nuevas fuentes de recarga.

Conservación. Estas acciones incrementan el volumen de agua del acuífero de forma indirecta a mediano y largo plazo, con el propósito de conservar los niveles del acuífero alcanzados con la consecución de las acciones clasificadas como de estabilización.

Apoyo. Estas acciones por si mismas no aumentan la recarga o disminuyen la extracción, pero son requeridas para llevar a cabo, en tiempo y forma, las acciones de los apartados anteriores.

Los objetivos de cada una de las acciones de acuerdo a la clasificación anterior, para el Acuífero del Valle de La Misión son:

Proyectos de Estabilización

Proyecto 1. Gestión de derechos a favor del acuífero. Con este proyecto se pretende reducir la sobreasignación de derechos de explotación del agua (REPDA) hasta la recarga promedio anual para estabilizar el acuífero, mediante la sesión y/o venta de derechos de extracción de agua a favor del acuífero. Con ello se lograría que la disponibilidad promedio anual del acuífero satisfaga el volumen concesionado considerando que el marco normativo vigente permite y promueve la transferencia de derechos a favor del acuífero y que existe la voluntad de los usuarios y gobierno para hacer sustentable el manejo del acuífero.

Proyecto 2. Construcción de desaladoras de CESPE. Se busca contribuir en la solución del problema de abasto de agua en el Pob. Fco. Villa y poblados aledaños con

RESUMEN EJECUTIVO

la construcción y operación de plantas desaladoras, con lo cual se disminuiría la sobreexplotación del acuífero.

Proyecto 3. Establecimiento de una red de Medición Hidrológica. Se propone contar con equipamiento y un procedimiento confiable de observación y control de los componentes del sistema de aguas subterráneas que permita: (1) diagnosticar las condiciones de equilibrio del acuífero; (2) delinear la tendencia a corto, mediano y largo plazo de los niveles y la calidad del agua subterránea; (3) disponer de información de referencia y apoyo para la planeación en el uso de los recursos hidráulicos; y (4) proveer un sistema de alerta para asegurar el buen funcionamiento de las fuentes de agua potable ante prolongados periodos de sequía o riesgos de contaminación química o bacterial.

Proyecto 4. Programa de optimización y uso eficiente del agua de uso agrícola. El análisis de los volúmenes extraídos para la agricultura reportados por la SAGARPA, muestran que: (1) podría hacerse una reconversión de cultivos hacia otros más rentables y con menor demanda de agua; (2) se podría ahorrar agua proporcionando entrenamiento y capacitación en el riego; (3) las técnicas de riego podrían migrar a sistemas de invernaderos altamente tecnificados, y; (4) algunos cultivos tecnificados puede optimizar aún más sus riegos. Se propone a través de este programa lograr que del volumen de agua disponible del acuífero se obtenga mejores beneficios en la actividad agrícola, con el consecuente desarrollo económico y social de la región.

Proyecto 5. Explotación de aguas de origen marino. El objeto de este proyecto es contar con un volumen adicional de agua para la agricultura que permita disminuir la extracción del acuífero evitando el abatimiento del nivel freático y la degradación de la calidad del agua por la intrusión salina, mediante la desalación de agua de mar.

Proyectos de Conservación

Proyecto 1. Tratamiento de agua residual e infraestructura. Con este proyecto se busca garantizar la prestación eficiente de los servicios de drenaje y tratamiento de aguas con el fin de mejorar la calidad de vida de la población que hoy carece de esos servicios evitando, a su vez, la contaminación del acuífero y sus consecuencias. Mejorar la calidad de vida de 46,000 habitantes actuales con una proyección de 72,000 al 2030 disminuyendo los impactos a la salud. Evitar la descarga actual de 2 Mm³/año fuera de norma sobre los cuerpos receptores y de 3.2 Mm³/año al 2030 y de 57 Mm³ totales en el periodo 2010-2030 mitigando los impactos de contaminación al acuífero.

Proyecto 2. Construcción de Bordos de Recarga. Se pretende aumentar la recarga en el acuífero al prolongar el tiempo de permanencia del agua superficial en el cauce de los arroyos y con ello el tiempo de infiltración hacia el acuífero. La obtención de volúmenes adicionales de agua a favor del acuífero para su uso posterior en el sector urbano y agrícola.

Proyecto 3. Abastecimiento de agua potable a la población de San Simón. Promover la reestructuración del sistema de agua potable vigente y su integración al sistema de saneamiento para el uso de agua residual tratada en la agricultura y para mejorar las condiciones de salubridad de la población.

RESUMEN EJECUTIVO

Proyecto 4. Controlar la localización de la extracción y descargas de las plantas desaladoras. Proteger el acuífero y mitigar los impactos en las zonas costeras y marinas por la extracción de agua salobre para desalación y las descargas de salmuera de rechazo que ocasionarían daños irreversibles en los ecosistemas y reducen la disponibilidad de agua de calidad aceptable en los acuíferos controlando dichas actividades. La instalación y operación de procesos de desalación fuera de las normas, sin estar soportados en estudios de impacto ambiental son de alto riesgo para la sustentabilidad de los acuíferos y para los ecosistemas costeros y marinos, los daños son irreversibles y afectan drásticamente la disponibilidad futura del recurso.

Proyecto 5. Controlar la extracción de materiales pétreos en las zonas altas y bajas de la cuenca. La extracción de materiales pétreos en las zonas bajas de la cuenca genera un aumento en la velocidad de flujo del agua en el arroyo reduciendo el tiempo de residencia sobre las zonas de recarga del acuífero. Se considera que este material pétreo es parte de la zona de recarga y también parte del mismo acuífero. En ocasiones ha sido extraído hasta alcanzar el nivel freático con la consecuente degradación de la calidad del agua por evaporación y expuesto a contaminación superficial. Por lo que se propone reestablecer el comportamiento hidráulico del arroyo hasta alcanzar una velocidad de flujo tal que propicie la recarga y evite la evaporación del agua del acuífero a lo largo del arroyo.

Proyecto 8. Construcción de Bordos de Protección. Realizar obras civiles que delimiten la extensión del cauce en condiciones de avenidas extraordinarias para protección de las poblaciones aledañas, parcelas de cultivo e infraestructura hidroagrícola, mediante la colocación de bordos de protección en las márgenes del río que estén en peligro de ser erosionadas. Proteger a 1,069 habitantes de la población de la Francisco Villa, más de 120 ha las tierras de cultivo colindantes y en riesgo de inundación, las estructura agrícola de la zona que incluye invernaderos, plantas de ósmosis inversa, almacenes, maquinaria, etc. así como el puente de comunicación de la carretera federal No.1 única vía de comunicación terrestre con el resto de la península de Baja California.

Proyecto 9. Proyecto de reforestación. Reforestar las áreas boscosas en la parte alta de la cuenca, para incrementar la precipitación y aumentar la recarga de mantos acuíferos, así como contribuir a la estabilización del acuífero, retardando el flujo superficial y permitiendo la infiltración.

Proyecto 10. Regularización de obras de captación. Para alcanzar el uso sustentable del acuífero es necesario conocer y regular el volumen de agua extraído ya que la ocurrencia de obras de captación que no están registradas constituye un volumen de agua que no está siendo contabilizado en el balance hídrico. Para llevar a cabo este proyecto es necesario que la autoridad competente aplique la normatividad existente.

Proyectos de Apoyo

Proyecto 1. Fortalecimiento del Cotas. Con esta acción se propone contar con un cuerpo técnico del COTAS mejor organizado, con una participación activa en la promoción y ejecución de las acciones, así como también en la evaluación y seguimiento de planes y proyectos de mejoras del acuífero. El incremento de la

RESUMEN EJECUTIVO

capacidad operativa y la obtención de una posición de liderazgo del COTAS de San Simón, en materia de gestión de financiamientos y operación de proyectos de mejoramiento, permitiría reducir la sobreexplotación y degradación del acuífero. Adicionalmente, el marco normativo vigente permite y promueve la operación del COTAS como figura gestora de acciones y proyectos a favor del acuífero.

Proyecto 2. Creación del Centro de Gestión Financiera. Gestionar financiamiento de diversos entes internacionales y nacionales para hacer frente a los gastos de inversión requeridos para las acciones del PIMSA es de vital importancia para su implementación. Existen muchos organismos públicos y privados tanto nacionales como extranjeros, que están financiando actividades de este tipo, que no están siendo aprovechados por desconocimiento de su existencia y los mecanismos para acceder a dichos recursos. La consecución de estos recursos requiere de un grupo especializado en gestión financiera que sea capaz de hacer llegar estos recursos a los usuarios.

VIII. COSTOS Y FINANCIAMIENTO

El Plan de Manejo del Acuífero de San Simón integra 16 acciones para las cuales se estimó el rescate de 847 millones de metros cúbicos en el período 2007-2030 a un costo medio de 0.92 \$/m³ de agua liberado para un total de 780 millones de pesos.

El análisis económico aporta directrices en relación a la magnitud de las tasas de interés recomendables para gestionar el financiamiento, así como recomendaciones para re-estructurar la política de tarifas basados en una planificación integral que considere oferta, demanda y el valor del agua. Se revisa el efecto de este valor del agua o precio unitario de los volúmenes rescatados para que el plan sea realizable bajo criterios de economía.

Las acciones del Plan de Manejo se clasificaron en acciones de Estabilización, de Conservación y de Apoyo, estimando para cada una de ellas los costos de inversión y operación, distribuyéndolos de acuerdo al Plan Operativo del 2007 al 2030. Se estimaron los volúmenes anuales liberados y totales durante el plan de manejo, considerando como tales, aquellos que dejan de utilizarse por acciones de ahorro y uso eficiente del agua, los incrementos inducidos en la recarga o bien el suministro de agua por fuentes alternas a la extracción del acuífero, esto permitió evaluar el indicador de costo del agua por cada metro cúbico recuperado. En la evaluación económica se estimó el equivalente de un "Ingreso" del cual al restarle el "Costo requerido para lograrlo" se determinó un flujo de efectivo o un "Beneficio Económico" calificando el resultado de cada acción y el del plan integrado.

El esquema de financiamiento no está considerado en este análisis, pues mientras que el suministro de agua a la población es un gasto necesario y el criterio es el menor costo o la menor anualidad equivalente, el suministro de agua para la agricultura y los otros sectores (comercial, industrial, turístico) es una inversión productiva y el criterio es maximizar los beneficios.

A valores constantes (pesos de 2005) los "Ingresos netos" esperados al 2030, totalizan 37,510 millones de pesos al asignarle un valor al metro cúbico de agua rescatado de 40.18 \$/m³ (costo promedio de la sobreexplotación para extraer el agua de la reserva)

RESUMEN EJECUTIVO

obteniéndose una relación beneficio costo de 48.07. A partir del 2010 se tienen valores positivos del ingreso neto acumulado para sustentar económicamente el plan y en el 2013 ya se tendrían excedentes sobre el costo total del plan.

En el 2005 cultivando poco más de 3,963 ha con consumos de agua de 4,832 m³/ha se estimó una relación Beneficio Costo de 1.14 y la productividad del agua de 28.46 \$/m³, con este valor en la evaluación económica del plan de manejo, dicha relación es igual a 29.9. Para obtener una relación de Beneficio Costo igual a la unidad el valor del metro cúbico de agua rescatado mínimo es de 1.84 \$/m³.

Lo anterior se compara favorablemente con los Costos Económico Ambientales por la Sobreexplotación que totalizan 3,069 millones de pesos de 2005 de los cuales el 57% son debidos al impacto de la pérdida de áreas de cultivo por salinidad, 21% a la disminución de la reserva estratégica y el 20% a la intrusión salina

Para el período del 2007 al 2030 se analizaron los Costos Económico Ambientales por la Sobreexplotación (ver Capítulo VII en el Tomo I) comparando dos Escenarios Inerciales: Un Escenario Sustentable donde la suma de las extracciones para uso agrícola y uso público urbano no exceden la Recarga Inercial Variable, y un Escenario Repda Restringido en el cual las extracciones agrícolas tratan de alcanzar los valores del Repda pero son limitadas por la imposibilidad del acuífero de soportar esta condición. Estos escenarios se evaluaron analizándose los impactos económicos y ambientales debido a la reducción de la cámara de bombeo, como el incremento por el consumo de electricidad, el efecto del abatimiento del nivel freático en consumos adicionales de energía, profundización de los pozos, intrusión marina y el impacto de la disminución de la reserva estratégica del agua del acuífero. La sobreexplotación, en el Escenario Repda, reduce la relación Beneficio-Costo a valores de 0.73 y el valor de la productividad del agua a 22.55 \$/m³.

La información de los costos para la extracción del agua indica valores del orden de 1.02 \$/m³ en la agricultura y de 1.75 \$/m³ para el sector público. Al poner el agua a disposición de los usuarios urbanos el costo asciende a 11.34 \$/m³ generando un precio medio para el sector doméstico de 9.14 \$/m³ y para los sectores comercial e industrial 35.87 \$/m³ y 41.30 \$/m³, respectivamente. El costo de agotamiento representado desalar agua de mar implica un costo nivelado de 8.88 \$/m³. El costo de escasez en base a La Ley de Derechos del Agua arroja un valor de 7.8128 \$/m³, mientras que el costo de oportunidad a través de la productividad del agua produce un valor promedio de 28.46 \$/m³, como se señaló anteriormente.

En el plan de manejo, las acciones de Estabilización representan el 88% del costo total y el 21% del volumen liberado con un costo promedio de 3.87 \$/m³, Entre ellas, el Programa de Optimización y Uso Eficiente del Agua de Uso Agrícola representa el 75.8% del costo total y sólo libera el 4.1 % del volumen de agua, con un costo de 17.03 \$/m³. Esta acción por el efecto en el valor agregado de la agricultura que a su vez puede elevar el valor de la productividad del agua debe considerar los esquemas de financiamiento y no el de subsidio.

El Proyecto de Desaladoras de CESPE representa el 1.8% del costo total y libera el 0.1 % del volumen total a un costo de 14.16 \$/m³. Este es un gasto necesario que elevaría las tarifas del agua y habría que considerar no sólo el financiamiento sino también un

RESUMEN EJECUTIVO

subsidio, cuidando que este último se oriente a los sectores de la población más necesitados.

La gestión de derechos de agua a favor del acuífero con el criterio de participación combinada en el costo total del programa y en el volumen total de agua liberado es la más atractiva con el 6.9% del costo total y el 14.6% del volumen liberado pero se maneja con la reserva de la realidad de los volúmenes rescatados

Las acciones de Conservación representan un costo de 62 millones de pesos (8% del costo total) y liberan el 79% del volumen total a un costo medio de 0.09 \$/m³. En estas acciones el controlar la Localización de las Extracciones y Descargas de Plantas Desaladoras, libera el 72% del volumen total representando el 0.9% del costo total a un costo medio de 0.01\$/m³, mientras que el Tratamiento de Agua Residual e Infraestructura libera el 6% del volumen total representando el 0.7% del costo total a un costo medio de 0.11\$/m³. Hay que enfatizar el impacto de estas dos acciones con el 78% del volumen liberado y el 1.6% del costo por el efecto multiplicador de las descargas no controladas sobre la calidad del agua del acuífero, y básicamente están controlando la evaluación del Plan de Manejo

Las acciones de apoyo no contribuyen directamente a rescatar volúmenes del acuífero, por lo que su costo de 35 millones de pesos se prorratea como un costo indirecto sobre el volumen total liberado lo cual arroja un costo de 0.04 \$/m³.

Estimar el valor requerido para el precio del metro cúbico de agua rescatado implica que alguien tiene que estar dispuesto a pagarlo, fondos privados, públicos o combinación de ellos, pero es una condición Sine Qua Non para que los ingresos sean reales. Los fondos privados se ubican en las situaciones anteriormente planteadas, mientras que los fondos públicos tienen que ser justificados mediante evaluaciones técnico económicas sociales y ambientales que generen relaciones beneficio costo aceptadas.

Una tarifa por concepto de uso del agua representa una alternativa benéfica para los usuarios y para el acuífero. Con esta fuente de ingresos hay que garantizar un fondo de inversión para el Plan de Manejo, que retribuirá con creces las aportaciones a los contribuyentes. Esto implica que debe existir un financiamiento el cual debe ser cubierto por las tarifas incluyendo los intereses del mismo y por otra parte que las tarifas no deben basarse exclusivamente del lado del suministro o de la oferta, sino que tiene que existir una combinación con la demanda y asociadas a un valor del agua, lo cual conduce a una estructura o política de tarifas.

El costo de las acciones del Plan de Manejo puede ser cubierto a través de al menos tres mecanismos: los subsidios, el pago de derechos por parte de los usuarios y las propiedades del financiamiento.

Las condiciones de financiamiento, como son los plazos para efectuar los pagos y la tasa de interés, determinarán el costo definitivo de las acciones. La definición de las fuentes de financiamiento y la gestión del mismo, es una actividad en cartera, que se encuentra a cargo del COTAS y de los grupos representados en el mismo.

IX. BENEFICIOS E IMPACTOS

Se desarrolló un caso ejemplo para el uso del balance hidráulico en la organización del Plan de Manejo 2007-2030 considerando que todas las acciones son realizadas al 100%. Los beneficios e impactos del plan sobre la estabilización del acuífero se manifiestan al observar que disminuyendo la extracción 12% en todo el período, el déficit acumulado cambia del 16% de la recarga a un superávit de 0.3%.

En el Capítulo VII: Costos Económicos Ambientales por la Sobre-explotación, el Escenario Inercial Repda durante el período 2007-2030 las extracciones superan el total de la recarga produciendo un déficit de 74 millones de metros cúbicos. En este escenario la extracción agrícola presentaba una tendencia creciente hasta los 26 millones de metros cúbicos al final del período. Con la propuesta del plan de manejo la extracción agrícola oscila entre los 15 y los 22 millones de metros cúbicos anuales con una media de 19 millones de metros cúbicos.

La disminución de la Extracción es la contribución dominante para corregir el déficit del escenario anterior e incluso generar un superávit, mientras que las Otras Fuentes y el Incremento de la Recarga tienen un efecto marginal

Las 16 acciones del Plan de Manejo del Acuífero de San Simón clasificadas en acciones de estabilización, conservación y apoyo, para fines del Balance Hidráulico se agruparon en Nuevas Fuentes, Disminución de la extracción e Incremento de la recarga.

En Disminución de la Extracción están incluidas: Establecimiento de una red de Medición Hidrológica, Gestión de derechos de agua a favor del acuífero, Regularización de obras de captación y el Programa de optimización y uso eficiente del agua de uso agrícola.

En nuevas fuentes sólo se considera la Construcción de desaladoras de CESPE, y en lo que se refiere a Incremento de la Recarga están las acciones de Proyecto de Reforestación, Controlar la extracción de materiales pétreos en las zonas altas y Controlar la extracción de materiales pétreos en las zonas altas y bajas de la cuenca, así como la Construcción de Bordos de Recarga.

No se considera la participación de la acción de Tratamiento de agua residual e infraestructura ni Controlar la localización de la extracción y descargas de las plantas desaladoras debido a que su efecto no es en volumen sino en evitar la degradación de la calidad del agua del acuífero en esa cantidad.

Se comparó entonces la recarga inercial variable y la recarga del plan existiendo en el total del período un incremento marginal de 2% por los efectos de control de la extracción de materiales pétreos, bordos de recarga y reforestación.

En igual forma se comparó la extracción de agua para uso público urbano sin otras fuentes y la extracción para el mismo uso con el plan considerando como otras fuentes la desaladora y el 50% de aguas residuales (uso público en jardines y uso industrial), así como el efecto del programa de ahorro. En esta forma la extracción de uso público urbano disminuye en 6% en todo el período y la disponibilidad de agua para uso urbano

RESUMEN EJECUTIVO

se mantiene con el mismo valor para el mismo período considerando que el proyecto está basado en el uso eficiente del recurso.

La extracción agrícola en el Repda Restringido disminuye en 13% con el plan con una distribución más uniforme durante todo el período.

Obsérvese que no hay un efecto significativo en la disponibilidad del uso público urbano, la extracción del acuífero y la demanda, pero se logra un agua de mejor calidad con la Desalación

Es evidente que es posible manejar dinámicamente las acciones en un esquema de prioridades y de ajustes según se comporte la recarga natural del acuífero manteniendo una extracción agrícola con relativa poca variación permitiendo una planeación efectiva del sector, sin afectar el uso público urbano y asegurando la sustentabilidad del recurso.

X. IMPLEMENTACION

El Programa de Implementación del Plan Integral de Manejo Sustentable del Acuífero (PIMSA), es el conjunto de actividades que deben de ser realizadas para impulsar la ejecución y cumplimiento de los objetivos de éste; con el se busca inducir, promover y en la medida de lo posible garantizar el adecuado desarrollo de las acciones previstas en el Plan.

El primer paso para el arranque del Plan de Manejo es la aprobación del mismo. Esta acción, por derecho y reconocimiento público, le corresponde al Consejo de Cuenca de Baja California.

Una vez aprobado el Plan de Manejo, el Consejo de Cuenca deberá hacer uso de sus atribuciones y promover la integración de una Comisión de Trabajo para la implementación del PIMSA, en base al numeral IV del artículo 4 de las Reglas de Organización y Funcionamiento de los Consejos de Cuenca, así como la integración del Grupo de Seguimiento y Evaluación del PIMSA, en base al numeral I del mismo ordenamiento jurídico.

La Comisión de Trabajo para la implementación del PIMSA deberá de contar con personal y presupuesto suficiente para impulsar el Plan de Manejo en su etapa de arranque. A este respecto es necesario puntualizar que el Plan de Manejo incluye una serie de acciones de carácter general, que deben de ser focalizadas con una mayor precisión con respecto a otros factores contextuales y coyunturales que incluya los elementos de comportamiento futuro del acuífero, hidrometeorológicos, económicos, políticos, financieros, etcétera.

Entre otras, las principales acciones previstas para la Comisión de Trabajo para la implementación del Plan de Manejo se encuentran:

- **Actividades preliminares:** Aquí se incluyen acciones que pueden ser realizadas antes o paralelamente a las actividades propias a la ejecución del Plan. Estas actividades, incluyen estudios más detallados, programación de actividades, designación de responsabilidades, algunas construcciones e instalaciones,

RESUMEN EJECUTIVO

infraestructura básica, investigaciones, desarrollo de materiales promocionales y didácticos, las cuales se realizarán principalmente durante el primer año de operaciones.

- Difundir el PIMSA entre las partes interesadas y los principales actores sociales tales como productores, prestadores de servicios, dependencias involucradas, medios de difusión, posibles fuentes de financiamiento, y público en general, a fin de estos estén perfectamente informados de las acciones generales que se pretenden realizar, los beneficios e impactos que se esperan obtener, las molestias que las acciones les pueden ocasionar, pero sobre todo de las expectativas reales que se tienen, a fin de evitar las falsas expectativas y los malos manejos de los grupos inescrupulosos que siempre pretenden aprovecharse de la falta de información de la gente.
- Consensuar la aceptación social del PIMSA, esto es, verificar que los grupos de interés a favor y en contra del Plan de Manejo encuentren un nicho de aceptación común en base a los beneficios que todos puedan obtener y que sobrepasen las objeciones que algunos pudieran presentar.
- Integración formal del Grupo de Seguimiento y Evaluación del PIMSA, en base al numeral I de las Reglas de Organización y Funcionamiento de los Consejos de Cuenca. Este Grupo de Trabajo, tendría entre otras las siguientes funciones: Desarrollar capacidad técnica, operativa y de gestión en los involucrados locales para implementar y adecuar el sistema de monitoreo y evaluación de manera que el proceso sea sustentable a lo largo del tiempo, particularmente en los Comités Técnicos de Aguas Subterráneas (COTAS) por lo que se hace absolutamente necesario conformar el COTAS de La Misión; Sistematizar los procesos y procedimientos para el monitoreo y evaluación del Plan Integral de Manejo Sustentable del Acuífero; Establecimiento de revisiones periódicas trimestrales de seguimiento de avances y evaluación de impactos del Plan Integral de Manejo Sustentable del Acuífero en el COTAS; Reglamentación de las funciones y atribuciones del COTAS respecto al seguimiento de avances y evaluación de impactos del Plan Integral de Manejo Sustentable del Acuífero; Elaboración y difusión de un folleto informativo trimestral sobre los avances e impactos del Plan Integral de Manejo Sustentable del Acuífero; Impartir a los productores de la región un curso de capacitación para la correcta interpretación de los indicadores de avance e impacto del Plan Integral de Manejo Sustentable del Acuífero; Proporcionar la asesoría técnica necesaria a los directivos del COTAS para la toma de decisiones adecuada respecto a la reorientación de estrategias y/o acciones del Plan Integral de Manejo Sustentable del Acuífero como resultado del proceso de monitoreo de avances y evaluación de impactos.
- Instalación del Comité de Manejo de Sequías.
- Creación del Centro de Gestión Financiera. Considerando que prácticamente cualquier acción incluida en el Plan de Manejo y que sea aprobada por la Comisión de Trabajo para la implementación del PIMSA requiere de fuentes de financiamiento, una de las primeras acciones que se deberá llevar a cabo es la creación del Centro de Gestión Financiera, quien se encargará de estar monitoreando continuamente a las agencias financiadoras nacionales e internacionales para detectar las oportunidades de

RESUMEN EJECUTIVO

conseguir los mejores y más oportunos financiamientos para la realización de las acciones.

- Otra de las acciones que con mayor prontitud deben de ser realizadas, es la de establecer los convenios y/o contratos para la elaboración de los proyectos ejecutivos de aquellas acciones que vayan siendo aprobadas por la Comisión de Trabajo para la implementación del PIMSA. Para esto es necesario establecer los términos de referencia y los mecanismos de transparencia necesarios para realizar las licitaciones respectivas con la aprobación y supervisión del Consejo de Cuenca.
- Por último, pero no menos importante es la elaboración por parte de la Comisión de Trabajo para la Implementación del PIMSA de la propuesta de Programa Operativo Anual, el cual deberá ser sancionado en el seno del Consejo de Cuenca.

XI. SEGUIMIENTO Y EVALUACION

El seguimiento, la evaluación y la retroalimentación ayudan a mejorar el desempeño y a conseguir resultados. Dicho de manera más precisa, el objetivo general de estos procesos es la medición y análisis del desempeño, a fin de gestionar con más eficacia los efectos y productos que son los resultados en materia de desarrollo.

El seguimiento puede definirse como una función continua cuyo principal objetivo es proporcionar a los tomadores de decisiones y a los principales interesados, en el contexto de un plan en curso, indicaciones tempranas de progreso, o de la falta de progreso, en el logro de resultados.

La evaluación es un ejercicio selectivo que intenta evaluar de manera sistemática y objetiva los progresos hacia un resultado deseado y su realización. La evaluación no es un acontecimiento aislado, sino un ejercicio que implica análisis de alcance y profundidad diferentes, que se lleva a cabo en distintos momentos como respuesta a las necesidades cambiantes de conocimiento y aprendizaje durante el proceso de conseguir un determinado efecto. Todas las evaluaciones –incluso las evaluaciones de proyectos que ponderan su relevancia, el desempeño y otros criterios– necesitan vincularse con resultados, en contraposición a vincularse sólo con la implementación o los productos inmediatos.

La retroalimentación puede consistir en hallazgos, conclusiones, recomendaciones y lecciones extraídas de la experiencia. Puede utilizarse para mejorar el desempeño y como base para la toma de decisiones y para fomentar el aprendizaje en una organización.

¿Quién debe realizar el monitoreo y la evaluación? Aquellos directamente interesados —tomadores de decisiones locales y grupos afectados— tienen mucho que ganar con un monitoreo y una evaluación, y deben ser los principales involucrados. Los enfoques participativos son importantes, y las estrategias necesitan realizar un especial esfuerzo para involucrar a las comunidades afectadas.

En este sentido, los principales interesados en llevar a cabo el proceso de seguimiento y evaluación son los directamente afectados o beneficiados con el manejo sustentable del acuífero, esto es, los Comités Técnicos de Aguas Subterráneas (COTAS), los que

RESUMEN EJECUTIVO

de acuerdo al análisis de los involucrados tienen como función el coadyuvar con las autoridades en el cuidado y preservación de las aguas nacionales mediante el orden, respeto y aplicación de la ley, y cuyos principales intereses son la administración del recurso mediante el manejo sustentable del acuífero y procurar el incremento de la productividad y el desarrollo de la región.

Los indicadores constituyen un componente decisivo de un marco de evaluación y seguimiento orientados a la obtención de resultados. En términos generales, los indicadores son señales que revelan los cambios ocurridos en determinadas condiciones o los resultados de intervenciones concretas. Aportan pruebas de los progresos de las actividades de un programa o proyecto en cuanto al logro de los objetivos de desarrollo.

Dentro del contexto de los programas y proyectos, los indicadores son señales preestablecidas que las personas encargadas del monitoreo y la evaluación tienen en cuenta para determinar hasta qué punto el programa o proyecto continúa siendo pertinente, tiene un rendimiento satisfactorio y está logrando sus objetivos. En este contexto, se puede distinguir entre indicadores de evaluación, indicadores de seguimiento e indicadores de resultados.

Indicadores para el Crecimiento Económico de la Región: Producto Interno Bruto de la Región; Crecimiento del Ingreso Per Cápita de la Población; Crecimiento del Empleo; Inversión Extranjera Directa; Inversión en Actividades Productivas; Valor de las Exportaciones; Producción y Productividad Agrícola (Valor de la Producción y Toneladas Producidas).

Indicadores para el Uso Sustentable del Acuífero: Equilibrio Dinámico del Acuífero; Calidad del Agua bajo la norma oficial mexicana según el uso del agua.

Indicadores de Resultados: Eficacia de gestión del COTAS; Evolución de la calidad del agua; Evolución de la recarga total; Evolución de la recarga total (natural e inducida); Evolución del nivel estático; Índice de cobertura vegetal; Índice de producción agrícola por volumen de agua utilizado; Número de denuncias recibidas relacionadas con el uso del agua; Número de leyes, reglamentos y normas elaboradas de acuerdo al contexto de cada acuífero y su entorno; Número de pozos regularizados; Porcentaje de población con servicio de agua potable; Porcentaje de pozos con medidor del caudal; Porcentaje de variación de la extracción; Rescate de volúmenes de agua a favor del acuífero; Volumen de agua de otras fuentes (trasvase y marino); Volumen de transferencia de derechos; etcétera.

NOTA: En el Tomo I de este estudio se hace una descripción detallada de los indicadores que se propone utilizar en este plan de maestro de manejo.

Dentro del contexto del monitoreo, el seguimiento y la evaluación, la retroalimentación es al mismo tiempo un producto y un proceso.

En cuanto producto, por retroalimentación se entiende la información generada mediante el monitoreo y la evaluación y transmitida a las partes para quienes puede resultar pertinente y útil. Comprende las comprobaciones, conclusiones, recomendaciones y enseñanzas extraídas de la ejecución de los programas o proyectos.

RESUMEN EJECUTIVO

En cuanto proceso, la retroalimentación implica la organización y presentación de la información pertinente en forma adecuada, la difusión de esta información entre los involucrados y, sobre todo, la utilización de esa información como base para la toma de decisiones y la promoción del aprendizaje en la organización.

La retroalimentación debe ofrecerse en forma oportuna. La procedente del monitoreo y de la evaluaciones de mitad de período deben facilitarse inmediatamente, si se van a utilizar como base para tomar decisiones con el fin de mejorar la ejecución. Lo mismo puede decirse de la retroalimentación procedente de evaluaciones finales de programas o proyectos en los que se está examinando la posibilidad de aprobar una segunda fase. En general, las enseñanzas de la evaluación deben facilitarse cuando se está realizando la identificación, diseño y evaluación previa a la aprobación de los proyectos o programas.

Para concluir con este tema, deberemos señalar que como ya se anticipó anteriormente, los principales interesados en llevar a cabo el proceso de seguimiento y evaluación son los directamente afectados o beneficiados con el manejo sustentable del acuífero, esto es, los Comités Técnicos de Aguas Subterráneas (COTAS), y son precisamente ellos a quienes debe de focalizarse el esquema de retroalimentación del Plan de Manejo Integral del Acuífero.

Entre las recomendaciones que se pueden realizar para llevar en forma eficaz y eficiente este proceso de retroalimentación, pudieran enumerarse:

Desarrollar capacidad técnica, operativa y de gestión en los involucrados locales para implementar y adecuar el sistema de monitoreo y evaluación de manera que el proceso sea sustentable a lo largo del tiempo, particularmente en los Comités Técnicos de Aguas Subterráneas (COTAS).

Sistematizar los procesos y procedimientos para el monitoreo y evaluación del Plan Integral de Manejo Sustentable del Acuífero.

Establecimiento de revisiones periódicas trimestrales de seguimiento de avances y evaluación de impactos del Plan Integral de Manejo Sustentable del Acuífero en el COTAS.

Reglamentación de las funciones y atribuciones del COTAS respecto al seguimiento de avances y evaluación de impactos del Plan Integral de Manejo Sustentable del Acuífero.

Elaboración y difusión de un folleto informativo trimestral sobre los avances e impactos del Plan Integral de Manejo Sustentable del Acuífero.

Impartir a los productores de la región un curso de capacitación para la correcta interpretación de los indicadores de avance e impacto del Plan Integral de Manejo Sustentable del Acuífero.

Proporcionar la asesoría técnica necesaria a los directivos del COTAS para la toma de decisiones adecuada respecto a la reorientación de estrategias y/o acciones del Plan Integral de Manejo Sustentable del Acuífero como resultado del proceso de monitoreo de avances y evaluación de impactos.

XII. PLAN DE CONTINGENCIA

Cuando el agua disponible en la naturaleza no alcanza a satisfacer las crecientes necesidades humanas es cuando se aprecia su valor intrínseco. La sequía, como fenómeno natural, es de duración finita aun cuando se prolongue por varios años, pero la secuela de la sequía se extiende más allá de su duración, por ejemplo la desertificación.

Los efectos de la sequía en la agricultura son tan dramáticos y costosos como casi todos los demás fenómenos naturales juntos (vientos, huracanes, granizo, heladas, plagas, etcétera), y se magnifican en función del tiempo y la extensión geográfica.

Al admitir la sequía como un hecho natural en el que el ser humano tiene poca influencia, adquiere mayor validez la idea de que la gestión integral en el manejo del recurso hídrico es el mejor método para que las fluctuaciones naturales de su disponibilidad tengan menos efectos en las actividades humanas y, por lo tanto, en el bienestar social. Según esta premisa, sólo con acciones organizadas, coherentes, apegadas a las leyes y reglamentos vigentes, así como a los usos y costumbres locales, se podrán mitigar los efectos nocivos del fenómeno, con estrategias a priori, anticipadas y expresadas en instrumentos de planeación. En este sentido, a pesar de los cuantiosos recursos de los que se pueda disponer para afrontar una crisis de sequía, si no se tiene un esquema apropiado de previsión, los resultados en general serán pírricos, cuestionables y poco efectivos.

En países como México, donde la agricultura es una importante actividad económica y social, la vulnerabilidad de este sector implica un alto riesgo ante la presencia de las sequías, que han assolado grandes extensiones y propiciado severos desajustes en la economía regional y nacional. Esto es especialmente crítico para la agricultura de riego, como la usada en el Valle de Guadalupe que es, con mucho, el sector que demanda mayor volumen de agua. Por consiguiente, ante una sequía, en las regiones agrícolas de riego cualquier ahorro de agua en este sector influye decisivamente en la disponibilidad para los demás sectores de uso. Las características áridas y semiáridas, de la región por situarse en la franja desértica del Hemisferio Norte, da como resultado una vulnerabilidad natural alta, además de la aparente mayor recurrencia y persistencia del fenómeno.

Para enfrentar la sequía, es necesario generar planes y estrategias para superar y mitigar sus impactos e intensificar y comprometer igualmente la participación social. La adaptación y prevención a un evento inevitable es la mejor estrategia y, sin estos elementos, difícilmente se puede salir bien librado.

Puesto que es común creer y esperar que la sequía sea un evento "raro", dada más lejos de la realidad; la sequía es inevitable y poco predecible, y ocurre o puede ocurrir virtualmente en todo el planeta. Es por lo anterior que se tiene como consecuencia un círculo vicioso entre pánico y apatía: pánico directamente proporcional a su duración e intensidad cuando el evento se presenta; apatía, cuando ya ha pasado y se piensa que no volverá a ocurrir, o inclusive cuando se presenta un año húmedo que no es capaz de compensar el déficit alcanzado a lo largo de varios años.

RESUMEN EJECUTIVO

Los impactos y riesgos de la sequía son mayores en la medida en la que lo son los requerimientos de agua; por ello, las expectativas poco realistas, más que optimistas, son temerarias y contribuyen sensiblemente a sobreestimar la capacidad de suministro. De aquí que una de las medidas elementales de mitigación sea cuidar y mantener el balance entre oferta y demanda del agua.

A mayor población, mayor necesidad de agua para todos los usos; pero las fuentes de suministro son limitadas y, por tanto, la vulnerabilidad a la sequía y a la escasez del recurso hídrico crece en la misma medida. De aquí la importancia y conveniencia de planear, prepararse y actuar para afrontar la ocurrencia del fenómeno considerando su evolución.

La Escasez Hídrica definida por el Programa de las Naciones Unidas para el Medio Ambiente (PNUMA) es "Cuando la demanda de agua excede la cantidad disponible durante un periodo determinado o cuando su uso se ve restringido por su baja calidad. La escasez hídrica provoca un deterioro de los recursos de agua dulce en términos de cantidad (acuíferos sobreexplotados, ríos secos, etc.) y de calidad (eutrofización, contaminación de la materia orgánica, intrusión salina, etc.)". Por su parte, el Índice de Escasez Hídrica se define como la relación porcentual entre la diferencia de la demanda de agua del conjunto de actividades socioeconómicas y la oferta hídrica de equilibrio (recarga total anual) disponible en las fuentes abastecedoras.

El riesgo total por efectos de la sequía puede expresarse como el producto de dos factores, riesgo natural y vulnerabilidad, en donde, el riesgo natural es intrínseco a la marcha climática y ocurre sin intervención ni control humano, y la vulnerabilidad comprende los factores sociales, así como las características ambientales inducidas que son susceptibles a las condiciones adversas de la sequía.

La vulnerabilidad está determinada por la habilidad para anticiparse, prevenir, resistir y recuperarse de los efectos de la sequía.

Mitigar es generar y aplicar las iniciativas y estrategias para reducir el riesgo debido a los peligros naturales o inducidos por el ser humano. En el caso de la sequía, básicamente son los sistemas de alerta temprana, el aumento de la capacidad de almacenamiento y suministro de agua, y la conservación del recurso hídrico. En consecuencia, un plan de preparación o de contingencia significa el desarrollo de la capacidad institucional y la organización de la población civil para reaccionar consecuentemente ante la crisis provocada por la sequía. Esto sucede a través de planes de emergencia, sistemas de alerta, centros operativos de emergencia, redes de comunicación para emergencias, información frecuente al público, acuerdos institucionales de acción, planes de manejo de recursos, así como entrenamientos y simulacros para preparar y capacitar al personal adecuado que actúe eficientemente en casos de emergencia. La capacidad de respuesta social e institucional constituye un aspecto importante de estos planes de contingencia, que está orientada principalmente a la mitigación.

FASE 0	
Situación	Anticipación y Prevención. Las acciones preventivas anticipan la ocurrencia de las sequías, reducen la demanda, incrementan la disponibilidad y optimizan el

RESUMEN EJECUTIVO

	uso del agua.
Acciones	Organización de los usuarios. Zonificación del uso del agua. Ubicar aprovechamientos de agua potable. Promoción de cultivos más resistentes a la salinidad. Monitoreo de la intrusión salina en el acuífero. Desarrollo del Banco de derechos del agua a favor del acuífero. Protección de cauces contra la explotación de arenas.
Recomendaciones	Promocionar la transformación de cultivos y la optimización del agua en la agricultura. Zonificar el Valle desde el punto de vista calidad de agua subterránea y zonas con fuerte intrusión salina.
FASE 1	
Situación	Escasez Incipiente. Comienza la sequía; la reducción en la oferta de agua es de 5 a 10% respecto de la demanda. Indicador: 5% < Índice de Escasez Hídrica < 10%.
Acciones	Campaña inicial de información. Levantamiento de censos y elaboración de estadísticas. Propuesta para disminuir la asignación a los usos secundarios.
Recomendaciones	Campaña educativa. Revisión de las instalaciones y dispositivos de medición y control hidráulico.
FASE 2	
Situación	Escasez Moderada: La oferta de agua es de 10 a 20% inferior respecto de la demanda. Algunas medidas son voluntarias, pero otras ya son obligatorias. Indicador: 10% < Índice de Escasez Hídrica < 20%.
Acciones	La campaña de información se intensifica. Se formula y se da a conocer la etapa inicial de racionamiento. Primeras medidas de multas por exceso o uso indebido del agua.
Recomendaciones	Se intensifica la campaña informativa y educativa. Se instalan dispositivos ahorradores de agua. Inicia la aplicación de sanciones por uso excesivo o indebido.
FASE 3	
Situación	Escasez Severa: El déficit de agua es de 20 a 35% en relación con la demanda. Las medidas de reducción y restricción en el uso del agua son obligatorias. Indicador: 20% < Índice de Escasez Hídrica < 35%.
Acciones	Se aplican las medidas y programas de racionamiento y las sanciones. Los usos domésticos deben disponer de equipos de bajo consumo. La campaña de información es intensa y detallada.
Recomendaciones	Se incrementan las sanciones y se restringe más el consumo. Sólo se autorizan usos prioritarios con volúmenes mínimos. Se suspende el suministro, se aplican las sanciones o bien se disminuye la dotación por usos indebidos. Es obligatorio mejorar las instalaciones y dispositivos hídricos.
FASE 4	
Situación	Escasez Crítica: El déficit de agua está entre 35 y 50% respecto de la demanda. Se aplican y sancionan rigurosamente las reducciones de consumo, restricciones y la observancia de los planes de contingencia. Indicador: 35% < Índice de Escasez Hídrica < 50%.
Acciones	Todas las restricciones y racionamientos alcanzan su máxima intensidad. La vigilancia es extrema. Todos los usuarios se ajustan a su dotación. Las contingencias ambientales se atienden de acuerdo con los ordenamientos de

RESUMEN EJECUTIVO

	ley. La campaña de información, seguimiento y educación alcanza su mayor intensidad y es permanente. Los usuarios deben cumplir estrictamente con el plan de racionamiento. Todo ahorro de agua es crucial. Los usos no residenciales se reducen al mínimo o se suspenden.
Recomendaciones	Se aplican las sanciones y penas más severas. Por faltas, la suspensión del servicio puede ser indefinida. La participación de los usuarios en el manejo, cuidado y vigilancia en el uso del agua es determinante para evitar el aumento del problema y el eventual colapso.
FASE 5	
Situación	Escasez Catastrófica: El déficit de agua es superior a 50% de la demanda. Son las condiciones más severas de sobrevivencia. Indicador: Índice de Escasez Hídrica > 50%.
Acciones	El agua disponible se asigna únicamente para los usos más prioritarios y en cantidades muy limitadas. La asistencia social y los planes de emergencia son constantes. El agua se distribuye con el máximo de precaución para evitar pérdidas y conflictos. Usan el agua sólo para lo estrictamente autorizado y con el mínimo de volumen. Los usos más prioritarios con la menor dotación.
Recomendaciones	Cero desperdicio y cero tolerancia. Los mecanismos de medida y control funcionan correctamente y se supervisan con frecuencia.

XIII. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

Conclusiones

1. El desarrollo y cumplimiento del presente PIMSA para alcanzar un uso sustentable del recurso hídrico en el acuífero de San Simón es responsabilidad de todos los usuarios y debe ser considerado como una herramienta dinámica cuyas acciones y prioridades pueden cambiar de acuerdo a las necesidades de los usuarios y del acuífero.
2. Con base en la información existente respecto a la evolución del nivel freático durante los últimos años, se infiere que el acuífero de San Simón se encuentra bajo un régimen de sobreexplotación por lo que las acciones planteadas en el PIMSA deben ser aplicadas de forma urgente.
3. Se logra el uso sustentable del acuífero con la implementación del PIMSA al rescatar 847 millones de metros cúbicos en el período 2007-2030, con un costo total de 780 millones de pesos, lo cual representa un costo promedio de 0.92 \$/m³ de agua liberado. Esto permite mantener y desarrollar las principales actividades productivas de la región. La no aplicación del PIMSA (escenario inercial) trae como consecuencia reducir la disponibilidad de agua para las actividades productivas de San Simón.
4. La evaluación actual cultivando poco más de 3,900 ha con un consumo de agua de 4,830 m³/ha/año, arroja relaciones Beneficio-Costo de 1.14 y productividades del agua de 28.46 \$/m³. En el Escenario REPDA los impactos de los costos económicos ambientales producto de la sobreexplotación reducen la relación Beneficio-Costo a valores de 0.73 y el valor de la productividad del agua a 22.55 \$/m³.

RESUMEN EJECUTIVO

5. El costo de referencia más adecuado para evaluar el PIMSA es el de la sobreexplotación por extraer el agua de la reserva que se ubica en un promedio de 40.18 \$/m³. Los costos económicos ambientales totalizan \$3,069 millones de pesos (pesos de 2005) de los cuales el 57% se atribuye al impacto de la pérdida de área de cultivo por salinidad, 21% a la disminución de la reserva estratégica y el 20% a la intrusión salina. Los “Ingresos netos” esperados de este plan totalizan 37,510 millones de pesos al darle un valor al metro cúbico de agua rescatado igual al costo de la sobreexplotación para extraer el agua de la reserva, lo cual representa una relación Beneficio-Costo de 48.07 a valores constantes.
6. La evaluación económica del PIMSA utilizando el método del valor presente neto acumulado es positiva para el escenario analizado, al obtener a partir del año 2010 valores positivos del ingreso neto acumulado para sustentar económicamente el plan y en el 2013 ya se tendrían excedentes sobre el costo total del plan, considerando una tasa de retorno mínima atractiva (TREMA) de 10% y con el valor del metro cúbico de agua rescatado igual al costo de la sobreexplotación por la extracción de agua de la reserva.
7. La aplicación del PIMSA permitirá que en los próximos 20 años se tenga un superávit en el volumen almacenado del acuífero. Para ello la extracción agrícola se ubicaría entre 15 y 22 millones de metros cúbicos anuales con una media de 19 millones de metros cúbicos. En caso contrario, sin la aplicación del plan se espera un déficit de 74 millones de metros cúbicos en el mismo horizonte de planeación.
8. Para establecer políticas sustentables de explotación acordes a la dinámica del acuífero es imprescindible llevar a cabo un programa de mediciones sistemáticas de las variables hidrológicas y de las condiciones de operación, tales como: variaciones en la elevación del nivel freático, precipitación, escurrimiento, evapotranspiración, infiltración, recarga, volúmenes y sitios de extracción. Esta información se requiere para implementar y ejecutar las acciones de control y corrección para el logro de estas políticas, ya que de continuar la explotación del recurso sin conocer con precisión los volúmenes de extracción y de recarga, es altamente probable alcanzar niveles de sobreexplotación difíciles de recuperar. El riesgo se incrementa con la ocurrencia de prolongados períodos de sequía.
9. Para implementar, dar seguimiento, evaluar y retroalimentar las acciones del PIMSA es esencial fortalecer la capacidad técnica del COTAS y su nivel de participación en la toma de decisiones.
10. Con la aplicación de las acciones referidas en el PIMSA, el sector agrícola de San Simón que tiene concesionado el 97.6% del REPDA (2007) podrá mantener la superficie cultivada actualmente y aumentar la rentabilidad de los cultivos en el horizonte de planeación.
11. El programa de optimización y uso eficiente del agua para la agricultura permite rescatar 3.5 millones de metros cúbicos anuales con una inversión de 591 millones de pesos a un costo promedio de 17.03 \$/m³.
12. La construcción de una planta desaladora de agua de mar y la infraestructura para el suministro de agua potable permitirán rescatar 70 mil metros cúbicos anuales

RESUMEN EJECUTIVO

del acuífero a un costo de 14.16 \$/m³ con una inversión de 13 millones de pesos, en tanto que la infraestructura para el tratamiento de agua residual impedirá la contaminación de 2.4 millones de metros cúbicos anuales a un costo de 0.11 \$/m³, mejorará el nivel de vida de la población y asegurará la calidad del agua para la agricultura.

13. La construcción de bordos de protección con un costo de 10 millones de pesos no contribuye a un rescate de volúmenes de agua del acuífero de forma directa, pero es un gasto necesario para garantizar la seguridad de la población e impedir pérdidas en infraestructura agrícola y urbana en eventos de avenidas extraordinarias.

14. El control y regulación de la ubicación de desaladoras con una inversión de 7 millones de pesos evitará la contaminación de 29 millones de metros cúbicos anuales en el acuífero.

Recomendaciones

1. De acuerdo a los resultados del presente Plan de Manejo, se recomienda la aprobación del mismo. Esta acción, por derecho y reconocimiento público, le corresponde al Consejo de Cuenca de Baja California. Una vez aprobado el Plan de Manejo, el Consejo de Cuenca deberá hacer uso de sus atribuciones y promover la integración de una Comisión de Trabajo para la implementación del PIMSA, en base al numeral IV del artículo 4 de las Reglas de Organización y Funcionamiento de los Consejos de Cuenca, así como la integración del Grupo de Seguimiento y Evaluación del PIMSA, en base al numeral I del mismo ordenamiento jurídico.

2. Los diagnósticos y evaluación de los escenarios seleccionados están basados en la información disponible en la fecha de elaboración, los pronósticos de precipitación corresponden a un patrón similar al reportado en los últimos 30 años. Por lo tanto, los resultados técnico-económicos, los impactos y beneficios obtenidos se aproximarán a la realidad si y solo si se presentan estas condiciones. En base a lo anterior se recomienda integrar, conciliar y actualizar la información clave de los estudios hidrológicos, censos de aprovechamientos, volúmenes extraídos, estudios de calidad del agua, entre otros. Por ello, es imprescindible iniciar de inmediato el PIMSA con las acciones de: Monitoreo, Cesión de derechos, Regulación de extracciones, Creación del COTAS y Creación del centro de gestión financiera. El arranque del PIMSA tendrá que ser financiado con fondos públicos bajo la autoridad y responsabilidad del Estado, con la aceptación y apoyo de los usuarios.

3. El arranque y la primera etapa del PIMSA requiere de los recursos financieros suficientes y oportunos hasta que llegue al equilibrio para generar sus propios recursos. Por ello se recomienda darle prioridad a la creación del centro de gestión financiera cuya función es la gestión de éstos recursos.

4. Es de vital importancia el apoyo y participación de todos los actores en la implementación del PIMSA. Por lo anterior se recomienda la amplia difusión del Plan, su promoción e incluso acciones de capacitación para lograr el consenso en la aplicación de las acciones.

RESUMEN EJECUTIVO

5. Se recomienda priorizar la implementación de las acciones de estabilización del acuífero para evitar el riesgo de abatimientos de los niveles de agua del acuífero por la ocurrencia de un período de sequía prolongado y poder satisfacer el aumento de la demanda de agua de los diferentes sectores.

XIV. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Comisión nacional del Agua, 2000. Programa hidráulico de gran visión 2001-2025: Región I – Península de Baja California. Gerencia Regional I, Península de Baja California. Diciembre de 2000.
- Comisión Nacional del Agua, 2003. Programa hidráulico regional 2002-2006: Región I – Península de Baja California. Subdirección General de Programación, Gerencia de Planeación Hidráulica, Gerencia Regional I Península de Baja California. Octubre de 2003, 215 pp.
- Comisión Nacional del Agua. 2006. Determinación de la disponibilidad de agua subterránea en el acuífero San Simón, Estado de Baja California. Subdirección General Técnica, Gerencia de Aguas Subterráneas, Subgerencia de Evaluación y Ordenamiento de acuíferos, Diciembre de 2006, pp.25.
- Comisión Nacional del Agua, 2007. Programa Hídrico por Organismo de Cuenca Visión 2030: Península de Baja California. Gerencia Regional I, Península de Baja California, Organismo de Cuenca. Septiembre 2007, 300 pp.
- Consejo Nacional de Población y el Colegio de la Frontera, 2003. Estudio integral de migración en la región de San Quintín, B.C.
- Consejo Nacional de Población, 2006. Proyección de la Población en México.
- Garduño, E., 1989. Mixtecos en Baja California. El caso de San Quintín. Mexicali, B. C.: Universidad Autónoma de Baja California. 293 pp.
- Gobierno Municipal de Ensenada, 2008. Plan municipal de desarrollo 2008-2010: Caminando hacia el futuro. COPLADEM, Instituto municipal de investigación y planeación de Ensenada, B.C. Febrero de 2008, 152 pp.
- Instituto Nacional de Estadística Geografía e Informática, 2001. Síntesis de Información Geográfica del Estado de Baja California.
- Instituto Nacional de Estadística, Geografía e Informática, 2005. Censo nacional de población 2005.
- Instituto Nacional de Estadística, Geografía e Informática, 2005b. Segundo censo nacional de población 2005.
- Sanx Ingeniería Integral y Desarrollo (SIID), 2006. Estudio de actualización geohidrológica del Acuífero de San Simón, en el Estado de Baja California. Comisión Nacional del Agua, Subgerencia Regional Técnica, Gerencia Regional Península de Baja California, Gerencia de Aguas Subterráneas. Diciembre de 2006. pp.105

RESUMEN EJECUTIVO

Secretaría de Desarrollo Social, 2006. Programa de Desarrollo Regional: Región San Quintín. COPLADEM, CEYPSE, Dirección de Desarrollo Regional. Marzo de 2006, 135 pp.

Secretaría de Fomento Agropecuario, 2002. Agua para San Quintín: Uso sustentable de los acuíferos de la zona de San Quintín. Mexicali, Baja California. Abril de 2002.

Capítulo I Generalidades

La región del Valle de San Quintín consiste en una llanura costera de un ancho máximo de 13 Km. y una longitud aproximada de 45 Km., delimitada al norte por la Mesa de San Jacinto, y el arroyo del Socorro al sur. Al sur del arroyo Santo Domingo en una longitud de 5 Km., entre la barrera natural que divide a los dos valles agrícolas más importantes de la región, se puede observar el grupo volcánico de San Quintín, alojado en el área de la bahía frente de la costa del Océano Pacífico. Al este de la región se localizan una serie de mesetas de forma plana y escalonada de poca altura, circundadas por los diferentes arroyos que atraviesan la región, y posteriormente en la porción oriental se observa el macizo montañoso formado por las sierras de San Pedro mártir y San Miguel (figura 1).

El acuífero de San Simón se ubica en el Valle de San Quintín, en la porción centro-occidental del estado de Baja California, integrada en la región hidrológica número uno (RH-1) de la vertiente del océano pacífico, delimitada geográficamente entre los paralelos 30° 19' 30" a 30° 51' 00" del latitud norte y los meridianos 115° 18' 57" a 116° 00' 00" de longitud oeste.

Figura 1. Valle de San Simón, arroyo y poblado Fco. Villa.



Fuente: Google Earth.

Limita al norte con la cuenca del Valle de San Telmo, al sur con la del Rosario, al este con la cuenca hidrológica del Valle Chico-San Pedro Mártir,

**Tomo III. Plan Maestro de Manejo del Acuífero de San Simón,
Municipio De Ensenada, B. C.**

correspondiente a la región hidrológica No.1 denominada Planicie Costera de Baja California, limitada al oeste por el océano Pacífico y al oriente por la provincia de No.2 denominada a su vez Sistema Montañoso de Baja California.

La cuenca de San Simón presenta el tipo de clima semiárido con verano seco, con una precipitación media mensual del orden de 30.30 mm. de precipitación media anual de 227.39 mm. El régimen de lluvias es predominantemente invernal, originadas en los meses de noviembre a marzo. La temperatura media mensual varía entre los 12°C y 22°C y la media anual es de 17°C.

Para el año de 1970, el Estado de Baja California contaba con una población de 870,421 personas y para el año 2000 ascendía a 2'487,367 personas, lo que casi triplica el crecimiento de la población en el ámbito estatal durante los últimos treinta años. Este crecimiento se atribuye a los factores de atracción que han caracterizado a Baja California desde mediados de los años ochenta: empleo en la industria maquiladora, crecimiento del sector servicios, posibilidad de acceso al mercado estadounidense y demanda de mano poco especializada. Fenómenos que han variado en el transcurso de los años, pero que siguen manteniendo a Baja California como un polo de atracción para la mano de obra del occidente y centro del país. Este contexto ha generado una serie de presiones de orden socioeconómico y ambiental en el ámbito regional y local de Baja California. Por consecuencia, uno de los retos de las políticas públicas en los próximos años es el de rediseñar las políticas de desarrollo en base a las dinámicas demográficas y económicas locales.

La población en el acuífero está distribuida en pequeños poblados rurales, la actividad económica más importante es la agricultura, desarrollándose en menor escala, la pesca y el turismo. La actividad agrícola y los empaques generan una cantidad importante de mano de obra, que es obtenida de otros estados de la República.

En San Simón, se encuentran las localidades de Francisco Villa (San Simón), Los Pinos, Santa María (Venustiano Carranza), estos asentamientos para el 2005 conformaban una población de 2,592 habitantes, producto de las siguientes tendencias del crecimiento demográfico: una tasa media anual de crecimiento (TMCA) en el período de 1980 a 1990 se ubicó en un 1 %, en cambio de 1990 a 2000 la TMCA fue de 2 %. Este crecimiento se debe a la importancia que han adquirido las actividades agrícolas locales desde principios de los ochenta, lo que su vez han implicado una demanda de servicios urbanos para la población asentada en esta región.

El agua subterránea en estos acuíferos representa la única fuente de abastecimiento de la zona y se consideran sobreexplotados. Desde finales de la década de los sesentas se identificaron evidencias de sobreexplotación en los acuíferos. El principal síntoma es el deterioro de la calidad del agua que se torna salada, especialmente durante los prolongados períodos secos. A partir de entonces se realizaron diversos estudios para evaluar las condiciones de

Tomo III. Plan Maestro de Manejo del Acuífero de San Simón,

Municipio De Ensenada, B. C.

recarga del acuífero e identificar la magnitud racional de aprovechamiento para un desarrollo en equilibrio, sin daños irreversibles.

I.1. Antecedentes

El manejo de los recursos hídricos del acuífero de San Simón, actualmente se encuentra sobreexplotado o con periodos de sobreexplotación, ampliamente ligados a la actividad agrícola, principalmente por ser este prácticamente la fuente más importante de abastecimiento para uso agrícola y domestica.

I.2. Problemática

El uso de los recursos naturales de forma sustentable, es un reto que en las últimas décadas se ha globalizado. Las alternativas para el desarrollo de la sociedad tienden a reducirse en la medida que las necesidades y las afectaciones al medio se incrementan. En el Valle de San Simón, la variabilidad del clima y la creciente explotación del agua subterránea han representado una causa de escasez del agua. Aún con la implementación de actividades productivas de menor demanda de agua la disminución de la precipitación está impactando de forma directa en la disponibilidad del recurso.

Los principales elementos que se conjugan y ponen en peligro la disponibilidad de agua subterránea del Valle de San Simón son: 1) la prolongada sequía, 2) la intrusión de agua marina en el acuífero de San Simón, 3) la contaminación antropogénica, 4) el crecimiento de la demanda de agua para uso urbano y agrícola y 5) la modificación de las zonas preferenciales de recarga - minas de materiales en cauces.

Los usuarios del agua con fines agrícolas muestran su descontento por la falta de agua para sus cultivos argumentando que la construcción de obras de infraestructura hidráulica como bordos de recarga, presa invertida, entre otras, ayudaría a recargar el acuífero. La sobreexplotación ha ocasionado la intrusión del agua del mar con la consecuente salinización del agua en el acuífero.

Al disminuir la zona recargable por la extracción de materiales pétreos, el agua viaja a una velocidad mayor, disminuyendo el volumen infiltrado y disminuyendo la cantidad de agua en el acuífero. Dicha falta de control ha permitido la proliferación de plantas desaladoras que tratan aguas salobres de concentraciones no determinadas y descargan aguas de rechazo sin regulación del sitio, concentración y volumen.

Se ha planteado la posibilidad de obtener agua residual tratada y agua desalada para aumentar la disponibilidad y así contribuir con la recuperación y estabilización del acuífero. Es de resaltar que aunque se logre aumentar la oferta de agua es necesario mantener un equilibrio respecto a esta oferta total de agua.

Bajo este esquema se hace necesaria la formulación de un plan de manejo que integral que defina acciones concretas para: la reducción de las demandas, el incremento de la oferta y con el fomento de productividad del agua.

**Tomo III. Plan Maestro de Manejo del Acuífero de San Simón,
Municipio De Ensenada, B. C.**

Este plan de manejo debe ser elaborado con la participación activa de todos los sectores y usuarios del agua, así como a los actores y autoridades responsables y partícipes en el desarrollo sustentable y mejoramiento del nivel de vida de la zona.

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

Legal.

Entre las atribuciones de la Comisión Nacional del Agua están la de administrar y custodiar las aguas nacionales, así como los bienes públicos inherentes que se vinculan a éstas, de conformidad con las disposiciones jurídicas aplicables, además de vigilar el cumplimiento de la Ley de Aguas Nacionales y su Reglamento y proveer lo necesario para la preservación de su calidad y cantidad para lograr su uso integral sustentable.

Realizar estudios de disponibilidad en la cuenca hidrológica, subcuencas o acuíferos delimitados o que se delimiten, estudios técnicos o sobre los usos de las aguas nacionales, monitoreo, prospección, evaluación, simulación y manejo de las mismas, así como proyectos de recarga artificial, transferencia de tecnología y demás acciones tendientes a incrementar la disponibilidad de aguas subterráneas.

Técnica.

Se considera factible desde el punto de vista técnico la instrumentación de acciones en materia de investigación, desarrollo, preservación y administración para llevar a cabo la explotación uso y aprovechamiento de las aguas subterráneas, bajo un régimen de sustentabilidad en beneficio de los usuarios.

Socioeconómica.

La creciente demanda de agua para uso doméstico y productivo de la población de San Simón, con base en el crecimiento poblacional, exige la formulación de un plan de manejo que permita; por un lado hacer un uso sustentable del acuífero y por otro, abastecer de agua en cantidad y calidad suficiente a los diversos usuarios de la misma. Considerando que aunque el uso del agua con fines urbanos es prioritario ante los demás usos, una planeación a largo plazo del recurso permitirá el desarrollo tanto económico como social de la región.

I.4. Nombre.

Plan Maestro de Manejo del Acuífero de San Simón, Estado de Baja California.

I.5. Ubicación y delimitación.

La cuenca de San Simón se localiza en la porción centro-occidental de Baja California, a una altitud de 9 m.s.n.m. El área de estudio se localiza geográficamente entre los paralelos 30°27'00" y 30°24'00" de latitud norte, y entre los meridianos 115°55'00" y 115°50'00" de longitud oeste, aproximadamente.

La cuenca de San Simón se localiza en la porción centro – occidental de Baja California, cuenta con una superficie de 1,671 km², de los cuales 52 km²

**Tomo III. Plan Maestro de Manejo del Acuífero de San Simón,
Municipio De Ensenada, B. C.**

corresponden a la superficie del acuífero, el resto lo integran las sierras al oriente y al norte de la cuenca encañonando al Valle.

El Valle de San Quintín, donde se localiza San Simón, se encuentra comunicado dentro del Estado de Baja California, por la Carretera Federal Libre No.1, que desde Tijuana transcurre hacia el sureste pasando por los Municipios de Playas de Rosarito y Ensenada. También se cuenta con la autopista Tijuana – Ensenada, que bordeando la costa, comunica al Valle de La Misión. Además de estas dos importantes vías terrestres que conectan la zona de estudio, existen caminos de tercería que junto con caminos vecinales de brecha, comunican internamente.

Simultáneamente, la región en estudio, es recorrida por la Carretera Federal No. 3 (Tecate Ensenada – El Chinero), con un desarrollo total de 300 Km.

1.6. Participantes en la elaboración del plan.

La elaboración de un Plan de Manejo del Acuífero de San Simón fue una iniciativa del Consejo de Cuenca de Baja California como resultado de la petición de la Subdirección General Técnica del Organismo de Cuenca Península de Baja California de la Comisión Nacional del Agua a través de su Dirección Técnica.

La conceptualización del Plan de Manejo del Acuífero tiene sus bases en un trabajo de participación interactiva llevado a cabo en el año 2004 y 2005, en los cuales, con el uso de la metodología ZOPP, se identificaron los problemas fundamentales del acuífero, así como las acciones alternativas para resolverlos. En este Plan se retomaron tanto los problemas fundamentales como las acciones para resolverlos presentadas en esos años y a través de una oscultación a los representantes de los usuarios para los diferentes usos, tanto particulares como gubernamentales, se actualizaron al 2007.

Los usuarios y entes gubernamentales que participaron fueron:

El COTAS del Acuífero de San Simón.

La Secretaría de Fomento Agropecuario.

La SAGARPA, a través del CADER de San Quintín

La Comisión Estatal de Servicios Públicos de Ensenada.

El Instituto Municipal de Investigaciones y Planeación de Ensenada

Organismo de Cuenca Península de Baja California, CONAGUA.

Organismos Educativos y de Investigación:

El Instituto Nacional de Investigaciones Forestales y Agropecuarias.

El Centro de Investigación Científica y de Educación Superior de Ensenada

Universidad Autónoma de Baja California, a través de las siguientes Facultades e Institutos: el Instituto de Ingeniería, la Facultad de Ingeniería, Mexicali,

**Tomo III. Plan Maestro de Manejo del Acuífero de San Simón,
Municipio De Ensenada, B. C.**

Facultad de Ingeniería, Ensenada, el Instituto de Investigaciones Oceanológicas
y la Escuela de Ingeniería y Negocios. Unidad San Quintín.

Capítulo II

Objetivos

II.1. Objetivo Superior

Crecimiento sostenido de la región.

II.2. Objetivos del Plan

Hacer un uso sustentable del acuífero.

II.2.1. Objetivo General

Estabilizar los acuíferos de la región, reduciendo gradualmente la sobreexplotación y con ello frenar la degradación de la calidad del agua, factores que restringen en la actualidad y a futuro el desarrollo socioeconómico regional.

Implantar una política integral de manejo de los volúmenes del acuífero, que garantice un desarrollo sostenido de las actividades que desempeñan los usuarios del agua.

Hacer efectiva la ejecución de medidas que moderan la demanda de agua del acuífero e incrementan la oferta de volúmenes, para dar solución a los problemas de disponibilidad.

II.2.2. Objetivos específicos

- Definir acciones concretas para incrementar la oferta a corto, mediano y largo plazo, acordes con la disponibilidad, considerando las limitantes físicas, legales, financieras, políticas y sociales (figura 2).
- Definir acciones concretas de reducción de las demandas a corto, mediano y largo plazo, mediante la optimización de los sistemas hidráulicos urbanos y agrícolas.
- Favorecer las actividades productivas para que mantengan o incrementen sus beneficios de la explotación del acuífero.
- Establecer la estructura y programa de ejecución de las acciones.
- Establecer un programa de evaluación y seguimiento de Plan Integral de Manejo, que lo retroalimente y en su caso lo modifique para el cumplimiento de objetivos.

Resultados Esperados

Finalmente, en este rubro se establecieron los resultados esperados, planteados en forma prospectiva que logran exitosamente el cumplimiento de los objetivos planteados.

Resultado 1: Se cuenta con la infraestructura adecuada y suficiente para incrementar la oferta de agua de la región.

**Tomo III. Plan Maestro de Manejo del Acuífero de San Simón,
Municipio De Ensenada, B. C.**

Resultado 2: Se cuenta con las medidas adecuadas y suficientes para reducir la demanda de agua de la región.

Resultado 3: Se cuenta con las medidas adecuadas y suficientes para estabilizar, recuperar y conservar el volumen y la calidad del agua del acuífero y de su entorno.

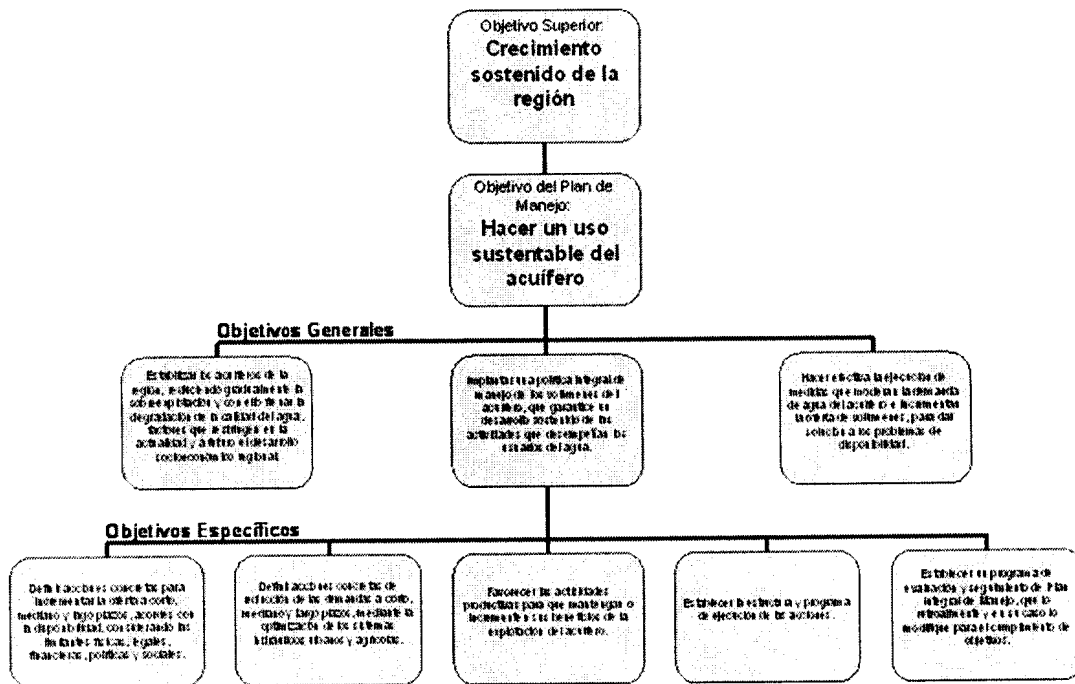
Resultado 4: Se cuenta con las leyes reglamentos y normas necesarias para mantener un control estricto sobre los factores que afectan el equilibrio dinámico del acuífero.

Resultado 5: Se realizan las medidas adecuadas y suficientes de control para el cumplimiento de las leyes y sus reglamentos.

Resultado 6: Se realizan los Estudios y Proyectos necesarios y suficientes para un mejor conocimiento de los fenómenos asociados a la dinámica de los acuíferos.

Los objetivos estratégicos del Plan de Manejo se incluyen en el Anexo A.1.

Figura 2. Diagrama de Objetivos Estratégicos del Plan de Manejo



Fuente: Elaboración propia.

Capítulo III

Marco Jurídico

Marco Jurídico

El marco jurídico de este programa está constituido por el conjunto de leyes, reglamentos, decretos, acuerdos, convenios y otras figuras jurídicas asociadas. Es el sustento para definir y considerar, entre otros aspectos, el esquema de planeación del desarrollo y los instrumentos complementarios, así como una base para la toma de decisiones en sus diferentes ámbitos.

Ámbito Federal

La Constitución Política de los Estados Unidos Mexicanos, en lo relativo a la planeación, en el **artículo 26** señala que:

La ley facultará al Ejecutivo para que establezca los procedimientos de participación y consulta popular en el Sistema Nacional de Planeación Democrática, y los criterios para la formulación, instrumentación, control y evaluación del plan y los programas de desarrollo. Asimismo determinará los órganos responsables del proceso de planeación y las bases para que el Ejecutivo Federal coordine mediante convenios con los gobiernos de las entidades federativas, e induzca y concierte con los particulares las acciones a realizar para su elaboración y ejecución.

Asimismo, el **artículo 27** establece en su párrafo tercero que:

La Nación tendrá en todo tiempo el derecho de imponer a la propiedad privada las modalidades que dicte el interés público, así como, el de regular en beneficio social, el aprovechamiento de los elementos naturales susceptibles de apropiación, con objeto de hacer una distribución equitativa de la riqueza pública, cuidar de su conservación, lograr el desarrollo equilibrado del país y el mejoramiento de las condiciones de vida de la población rural y urbana. En consecuencia, se dictarán las medidas necesarias para ordenar los asentamientos humanos y establecer adecuadas provisiones, usos, reservas y destinos de tierras, aguas y bosques, a efecto de ejecutar obras públicas y de planear y regular la fundación, conservación, mejoramiento y crecimiento de los centros de población; para preservar y restaurar el equilibrio ecológico.

En su **artículo 25**, establece la correspondencia del Estado en la rectoría del desarrollo nacional para garantizar que éste sea integral y sustentable, que fortalezca la soberanía de la Nación y su régimen democrático, y que permita el pleno ejercicio de la libertad y la dignidad de los individuos, grupos y clases sociales, cuya seguridad protege la Constitución, mediante el fomento del crecimiento económico y el empleo y una más justa distribución del ingreso y la riqueza.

En el **artículo 115**, fracción V, establece que los municipios estarán facultados, entre otras cosas, para: formular, aprobar y administrar la zonificación y los Planes de Desarrollo Urbano Municipal; así como participar en la formulación de Planes de Desarrollo Regional, los que deberán ser congruentes con los planes generales de la materia; autorizar, controlar y vigilar la utilización del suelo, en el ámbito de su competencia, e intervenir en la regularización de la tenencia de la tierra urbana.

**Tomo III. Plan Maestro de Manejo del Acuífero de San Simón,
Municipio De Ensenada, B. C.**

La **Ley Nacional de Planeación** establece como objetivo el desarrollo integral del país en la consecución de los alcances políticos, sociales, culturales y económicos contenidos en el **artículo 2** de la Constitución. Asimismo, señala que deberá llevarse a cabo como un medio para el desempeño eficaz de las responsabilidades del Estado sobre el desarrollo integral del país.

En el **artículo 33** se establece que el Ejecutivo Federal podrá convenir con los gobiernos de las entidades federativas, la coordinación que se requiera para que éstas participen en la planeación nacional del desarrollo, coadyuven a la consecución de sus objetivos y realicen acciones conjuntas, considerando la participación que corresponda a sus municipios.

La **Ley General de Asentamientos Humanos**, en su **artículo 3**, determina que el ordenamiento territorial de los asentamientos humanos y el desarrollo urbano de los centros de población tenderán a mejorar la calidad de vida de la población urbana y rural, mediante la prevención, el control y la atención de riesgos y contingencias ambientales y urbanas en los centros de población; la conservación y el mejoramiento del ambiente en asentamientos humanos; así como la coordinación y concertación de la inversión pública y privada con la planeación del desarrollo regional y urbano.

Por otra parte, en su **artículo 11**, establece que la planeación y regulación del ordenamiento territorial de los asentamientos humanos y del desarrollo urbano de los centros de población, forman parte del Sistema Nacional de Planeación Democrática, como una política sectorial que contribuye al logro de los objetivos de los Planes Nacional, Sectorial y Municipal de Desarrollo.

La **Ley General del Equilibrio Ecológico y la Protección al Ambiente** es el instrumento jurídico central en la política ambiental nacional, que tiene atribuciones generales en materia de planificación y coordinación en asuntos ecológicos. En sus **artículos 1, 2 y 3** se definen y establecen las bases para la formulación del ordenamiento, considerando éste de interés y utilidad pública y social. La incorporación del ordenamiento ecológico a la planeación nacional, se establece en su **artículo 17**; los criterios a considerar en su formulación se señalan en el **artículo 19** y las modalidades en el **artículo 19 bis**.

La **Ley General de Desarrollo Forestal Sustentable**, en su **artículo 2**, establece entre sus objetivos: contribuir al desarrollo social, económico, ecológico y ambiental del país, mediante el manejo integral sustentable de los recursos forestales, así como de las cuencas y los ecosistemas hidrológico-forestales, sin perjuicio de lo previsto en otros ordenamientos; impulsar el aprovechamiento de los recursos forestales, para que contribuyan con bienes y servicios que aseguren el mejoramiento del nivel de vida de los mexicanos; desarrollar los bienes y servicios ambientales, y proteger y aumentar la biodiversidad que brindan dichos recursos.

En el **artículo 4** declara que es de utilidad pública la conservación, protección y restauración de los ecosistemas forestales y sus elementos, así como de las cuencas hidrológico-forestales y la ejecución de obras destinadas a la conservación, protección o generación de bienes y servicios ambientales. De acuerdo con su **artículo 15**, corresponde al municipio:

Aplicar los criterios de política forestal previstos en esta Ley y en las Leyes locales en bienes y zonas de jurisdicción municipal, en las materias que no estén expresamente reservadas a la Federación o a los Estados; [...] XI. Participar y coadyuvar en las acciones de prevención y combate de incendios forestales en coordinación con los

**Tomo III. Plan Maestro de Manejo del Acuífero de San Simón,
Municipio De Ensenada, B. C.**

Gobiernos Federal y Estatal, y participar en la atención, en general, de las emergencias y contingencias forestales, de acuerdo con los programas de protección civil; **XII.** Participar en la planeación y ejecución de la reforestación, forestación, restauración de suelos y conservación de los bienes y servicios ambientales forestales, dentro de su ámbito territorial de competencia; **XIII.** Desarrollar y apoyar viveros y programas de producción de plantas; [...] **XV.** Promover la construcción y mantenimiento de la infraestructura en las áreas forestales del municipio; [...] **XIX.** Participar y coadyuvar en los programas integrales de prevención y combate a la extracción ilegal y a la tala clandestina con la Federación y el gobierno de la entidad.

La **Ley de Desarrollo Rural Sustentable**, en su **artículo 4**, señala que para lograr este desarrollo en el Estado, mediante el concurso de los diversos agentes organizados, impulsará un proceso de transformación social y económica, que reconozca la vulnerabilidad del sector y conduzca al mejoramiento sostenido y sustentable de las condiciones de vida de la población rural. Esto, a través del fomento de actividades productivas y de desarrollo social, que se realicen en el ámbito de las diversas regiones del medio rural, procurando el uso óptimo, la conservación y el mejoramiento de los recursos naturales.

En su **artículo 5**, fracción I, establece como uno de sus objetivos promover el bienestar social y económico de los productores y sus comunidades, de los trabajadores del campo y, en general, de los agentes de la sociedad rural; mediante la diversificación y generación de empleo en el medio rural, incluyendo el no agropecuario, así como el incremento del ingreso.

En su **artículo 29** señala que los Distritos de Desarrollo Rural serán la base de la organización territorial y administrativa de las dependencias de la Administración Pública Federal y Descentralizada, para la realización de los programas operativos de dicha Administración, que participan en el Programa Especial Concurrente y en los programas sectoriales que de él derivan. Asimismo, establece que estos Distritos serán una plataforma de los gobiernos de las entidades federativas y municipales, para la concertación con las organizaciones de productores y los sectores social y privado.

Los **Distritos de Desarrollo Rural** coadyuvarán en el fortalecimiento de la gestión municipal del desarrollo rural sustentable. También impulsarán la creación de los Consejos Municipales en el área de su respectiva circunscripción y apoyarán la formulación y aplicación de programas concurrentes municipales del Desarrollo Rural Sustentable.

La **Ley de Aguas Nacionales**, en su **artículo 7**, fracción I, declara de utilidad pública la gestión integrada de los recursos hídricos, superficiales y del subsuelo, a partir de las cuencas hidrológicas en el territorio nacional, como prioridad y asunto de seguridad nacional. Asimismo, en su **artículo 7 bis** fracción I, declara de interés público la cuenca, conjuntamente con los acuíferos, como la unidad territorial básica para la gestión integrada de los recursos hídricos.

En su **artículo 14 bis** 5 establece como principios que sustentan la política hídrica que: el agua es un bien de dominio público; la gestión integrada de los recursos hídricos es la base de la política hídrica nacional; la gestión de los recursos hídricos se llevará a cabo en forma descentralizada, integrada y por cuenca hidrológica, privilegiando la acción directa y las decisiones por parte de los actores locales.

Es importante mencionar la importancia del Decreto de Veda del Acuífero de Guadalupe, con fecha de 26 de marzo de 1962. Así como, el Decreto para determinar la

**Tomo III. Plan Maestro de Manejo del Acuífero de San Simón,
Municipio De Ensenada, B. C.**

disponibilidad y delimitación del acuífero de Guadalupe, publicado en el Diario Oficial de la Federación el 31 de Enero de 2003. También la promulgación de la Norma Oficial Mexicana NOM-011-CNA-2000, Conservación del recurso agua, que establece las especificaciones y el método para determinar la disponibilidad media anual de las aguas nacionales, bajo la cual se estima la disponibilidad de agua superficial para la cuenca del arroyo de Guadalupe.

Ámbito Estatal

La **Constitución Política del Estado de Baja California** establece en su **artículo 3** que: “La base de la división territorial y de la organización política y administrativa del Estado, es el Municipio Libre”. Asimismo, en su **artículo 11**, señala que:

Las relaciones entre el Municipio y el Gobierno del Estado, se conducirán por los principios de subsidiariedad y equidad, en los términos de esta Constitución, con el propósito de lograr el desarrollo social y humano tendiente a mejorar la calidad de vida de los habitantes del Estado.

En su **artículo 76**, menciona que:

El Municipio es la base de la organización territorial del Estado; es la institución jurídica, política y social de carácter autónomo, con autoridades propias, atribuciones específicas y libre administración de su hacienda. Su objeto consiste en organizar a la comunidad asentada en su territorio, para la gestión de sus intereses y la satisfacción de sus necesidades colectivas, tendientes a lograr su desarrollo integral sustentable; así como proteger y fomentar los valores de la convivencia local, ejercer las funciones y prestar los servicios públicos de su competencia.

En este sentido, en su **artículo 83**, fracción VI, establece que corresponde a los municipios: Formular y conducir la política ambiental dentro del territorio municipal, que garantice un medio ambiente adecuado para el bienestar y desarrollo de su población e incorpore la dimensión ambiental en sus planes y programas de desarrollo.

Por otra parte, de acuerdo con el **artículo 83**, fracción VIII, corresponde a los municipios garantizar la sustentabilidad del desarrollo en su territorio, a través de la creación de condiciones para que los servicios sociales a su cargo se presten adecuadamente. Además, se señala que los municipios deben alentar la coordinación y concertación de acciones con los gobiernos federal y estatal, así como la participación social, con el fin de elevar la calidad de vida de las personas que en ellos habitan.

La **Ley de Planeación del Estado de Baja California**, establece en el **artículo 1**, que la planeación estatal del desarrollo se define como “la previsión ordenada y la ejecución de acciones que fomenten el desarrollo socioeconómico de Baja California, con base en la regulación que los Gobiernos Estatal y Municipales ejercen sobre la vida política, económica y social de la entidad”.

La **Ley de Desarrollo Urbano del Estado de Baja California**, en su **artículo 3**, establece que la ordenación y regulación de los asentamientos humanos en el Estado tenderán a mejorar las condiciones de vida de la población urbana y rural. Para lograrlo se deberá buscar un desarrollo socioeconómico sustentable que armonice la interrelación de las ciudades y el campo, y distribuya equitativamente los beneficios y las cargas del proceso del desarrollo urbano; que promueva obras para que todos los habitantes tengan vivienda digna, y coordine la inversión pública y privada, con la planeación del desarrollo regional y urbano.

**Tomo III. Plan Maestro de Manejo del Acuífero de San Simón,
Municipio De Ensenada, B. C.**

Asimismo, en el **artículo 6**, fracción XVI, define la ordenación de los centros de población como: “el conjunto de dispositivos que tienden a lograr el desarrollo físico integral de los mismos, mediante la armónica relación y jerarquización de sus elementos”.

En la fracción XVII de este mismo artículo, esta Ley define la planeación y programación de los centros de población como el “esfuerzo conjunto planeado y ordenado de acciones físicas, sociales y económicas, organizadas con anticipación y distribuidas en el tiempo para poder lograr un óptimo desarrollo urbano”.

La **Ley de Protección al Ambiente para el Estado de Baja California**, en su **artículo 8**, fracción XVI, señala que le corresponde al Estado formular y ejecutar los programas de ordenamiento ecológico regionales, así como los planes y programas que de éstos se deriven, en coordinación con los municipios de la entidad y la participación de la sociedad.

En su **artículo 10**, señala que, con el propósito de garantizar un entorno adecuado para el desarrollo, el bienestar y el incremento de la calidad de vida de su población, los municipios promoverán un desarrollo ambientalmente planificado e incorporarán esta dimensión en los programas y actividades de sus dependencias y organismos.

El **artículo 13** considera como instrumentos de la política ambiental estatal: la planeación ambiental, el ordenamiento ecológico y la regulación de los asentamientos humanos, entre otros; mientras que en el **artículo 16**, deja de manifiesto, que la entidad pública responsable de la planeación del Estado, participará también en la planeación ambiental, dentro de los términos que establezca la legislación aplicable.

La **Ley de Fomento Agropecuario y Forestal del Estado de Baja California** tiene por objeto la organización, el control, la sanidad, la protección, la explotación racional, el fomento y la conservación de la actividad agropecuaria, la avicultura, así como los recursos forestales y faunísticos en el Estado.

En su **artículo 2** declara de interés público en el Estado, entre otros aspectos: la planeación agropecuaria para promover el pleno aprovechamiento, la protección, la conservación, el mejoramiento, el fomento y la explotación racional de los terrenos agrícolas, ganaderos, forestales y del recurso hidrológico; el fomento, el mejoramiento, la protección, la conservación y explotación de los terrenos agrícolas, pastizales naturales y artificiales, así como el aprovechamiento de todos los recursos forestales y faunísticos; la construcción, el fomento, la conservación y el mejoramiento de la infraestructura de la producción agropecuaria, forestal y faunística.

La **Ley de Fomento a la Competitividad y Desarrollo Económico para el Estado de Baja California**, en el **artículo 4**, fracción II, inciso a), establece como una de sus acciones promover el desarrollo económico equilibrado, armónico y sustentable del Estado, a través de la atracción de proyectos de inversión y el fortalecimiento de los ya existentes.

En su **artículo 5** señala que el Ejecutivo del Estado y los Ayuntamientos, acordarán las bases de coordinación para realizar las acciones conjuntas en materia de fomento a la competitividad y el desarrollo económico. Dichas acciones deberán estar alineadas al Plan de Desarrollo del Estado, así como a los programas estatales y municipales en la materia.

**Tomo III. Plan Maestro de Manejo del Acuífero de San Simón,
Municipio De Ensenada, B. C.**

Ámbito Municipal

El **Reglamento de la Administración Pública para el Municipio de Ensenada, Baja California**, de acuerdo con su **artículo 1**, tiene por objeto establecer las bases de organización, funcionamiento y distribución de competencias de la Administración Pública Municipal del Ayuntamiento de Ensenada. En su artículo 3, señala que la planeación, ejecución y el control del gobierno y de la administración del Municipio corresponde al Ayuntamiento, al Presidente Municipal y a los órganos centrales, desconcentrados y descentralizados de la administración pública.

Asimismo, en su **artículo 6**, menciona que, con el fin de que el Gobierno Municipal ejerza sus atribuciones de una manera organizada y práctica, la administración pública municipal se auxiliará de administraciones de zona y regionales, tanto urbanas como rurales, que tendrán la naturaleza de órganos desconcentrados de aquélla y ejercerán las atribuciones que establece el Reglamento, así como los demás ordenamientos aplicables. De acuerdo con este artículo, las administraciones contarán con: una delimitación del territorio en el que ejercerán su jurisdicción, una estructura administrativa, los recursos humanos y materiales que les asigne el presupuesto de egresos para el Municipio, y el personal que se determine por el Presidente Municipal.

En el **artículo 46** el Reglamento señala que la Secretaría del Ayuntamiento, para cumplir sus atribuciones, estará integrada entre otras dependencias por la Dirección de Desarrollo Regional, cuyas atribuciones se establecen en el **artículo 50**.

En los **artículos 90 y 91** se establece que las Administraciones Regionales son aquellas que tienen dentro de su jurisdicción territorial a dos o más delegaciones municipales. La finalidad de dichas administraciones es fortalecer y propiciar el desarrollo integral de una determinada zona geográfica del municipio, reconocida por la identidad entre sus pobladores, su vocación económica y sus necesidades sociales, entre otras características.

El **Reglamento del Comité de Planeación para el Desarrollo Municipal de Ensenada**, en el **artículo 1**, establece que este organismo es el foro donde debe institucionalizarse la participación ciudadana para la planeación democrática. Mientras que en el **artículo 2** del mismo Reglamento, se menciona que para el adecuado cumplimiento de las funciones del Comité de Planeación del Desarrollo Municipal de Ensenada (COPLADEM), éste contará con otros órganos como los subcomités.

El **Reglamento del Centro de Estudios y Planeación del Desarrollo Sustentable del Municipio de Ensenada (CEYPSE)**, en el primer párrafo del **artículo 2**, señala que tiene por objetivo contribuir por medio de la planeación del desarrollo sustentable, al mejoramiento de la calidad de vida de los habitantes del Municipio de Ensenada.

En el cuarto párrafo del **artículo 2** establece que para el logro de su objetivo general, el CEYPSE cubrirá las etapas del desarrollo integral (urbano, rural y regional) del Municipio, en un marco de conocimiento disciplinario e interdisciplinario.

Capítulo IV

Principios para el manejo integrado del agua

La geografía e hidrología características de México, la distribución de la población y de la actividad económica, complicada con la relativa escasez de recursos de un país en desarrollo, plantea uno de los problemas más complejos que país alguno enfrenta en materia de recursos hidráulicos en los años por venir. Cuencas internacionales, desiertos y zonas tropicales, inundaciones y sequías, contaminación, riego, servicios de agua urbanos en grandes ciudades y comunidades rurales, cuencas inter-estatales, acuíferos y lagos sobre-explotados, equidad en el acceso al recurso y a los servicios, ajustes a una economía globalizada, regiones pobres y marginadas y una apertura política hacia la democracia y la descentralización, son solo algunas de las características que hacen única y compleja la tarea de diseñar las acciones de gobernabilidad en materia del agua en México.

Afortunadamente la experiencia Mexicana es también muy amplia. Los planes, leyes e instituciones también son avanzados. Sin embargo, dadas las expectativas de crecimiento económico y de población, persisten problemas que es necesario resolver, para que el aprovechamiento del agua se transforme en un verdadero agente impulsor del desarrollo y de cooperación entre los municipios, los estados y la federación. Entre estos problemas destacan:

- El manejo integral de los recursos hidráulicos debe ajustarse de acuerdo a la estrategia de descentralización. Lo anterior lleva asociados los procesos de descentralización y desconcentración de la administración del agua y con ello el fortalecimiento de los Consejos de Cuenca, con miras a que en este ámbito se amplíe la participación local y se tomen las decisiones necesarias para resolver los problemas del agua. A la fecha se ha instalado un gran número de ellos, pero existen solo en el papel, quedando pendiente hacerlos funcionales y operativos. Un debate importante es determinar cuáles son los Consejos de Cuenca prioritarios, ya que el costo para establecerlos es alto y sus beneficios no son importantes para muchas de las cuencas. También forman parte del debate, las decisiones y recursos que deben delegarse a estos Consejos.
- Para el efectivo control de los derechos de agua se requiere completar y fortalecer el Registro Público de Derechos de Agua y transformarlo en un elemento efectivo de control y regulación del mercado de derechos. En especial, los volúmenes excedentes que se concesionaron deben ajustarse a los volúmenes de extracción sustentable de los acuíferos sobreexplotados. En la literatura internacional se mencionan casos como el de Chile o California, como ejemplos de funcionamiento de los mercados del agua. En México ya se tiene un cúmulo de experiencias al menos comparables, pero deben evaluarse adecuadamente y en esos términos hacer el ajuste que convierta al mercado del agua en un medio más efectivo para administrar los recursos hidráulicos.
- La reforma de la administración de los Distritos de Riego fue una acción de trascendencia internacional. Ahora es necesario consolidar ese paso, profundizarlo y posiblemente darle una nueva dimensión en la prestación de otros servicios relacionados con el riego. Es preciso aumentar la eficiencia del uso del agua que hoy sigue siendo muy baja y asegurar la aplicación de la reglamentación para que las organizaciones operen en forma transparente y sustentable, así como establecer un

**Tomo III. Plan Maestro de Manejo del Acuífero de San Simón,
Municipio De Ensenada, B. C.**

sistema de medición del desempeño de las zonas de riego (Benchmarking), mantener la competitividad de la agricultura de riego bajo la creciente apertura comercial, hacer efectivos los mecanismos de mercado de derechos de agua e iniciar las medidas para asegurar la inocuidad de los productos de las zonas de riego.

- Los servicios de abastecimiento y saneamiento a la población. A pesar de la reciente y drástica reducción de la inversión en el sector, la cobertura de estos servicios se ha mantenido alta, lo cual hace dudar de la veracidad de la información proporcionada por los organismos operadores. Aun con los datos posiblemente optimistas, todavía existen 13 millones de habitantes sin agua y 26 millones sin un sistema de saneamiento básico, principalmente en las localidades rurales dispersas. Adicionalmente existe información sobre el deterioro de los servicios en algunas ciudades medias. Al respecto, dos asuntos fundamentales son aumentar la cobertura y la calidad de los servicios para evitar la contaminación que están causando las aguas residuales provenientes del uso urbano. Se estima que la inversión en el sector debe incrementarse en 300% para mantener las metas de cobertura y calidad aceptables.

En este momento es preciso considerar: i) El fortalecimiento y mayor autonomía de los organismos operadores, ii) La reorientación del sistema financiero y de incentivos de atención al sector, iii) La revisión de la reglamentación para apoyar la diversidad en los arreglos institucionales y la promoción a la inversión privada, especialmente la de los inversionistas locales, y sobre todo iv) La adecuación de las tarifas que se han mantenido por abajo de los costos de operación mantenimiento y reposición.

- La atención a fenómenos extremos. Indefiniciones jurídicas y de responsabilidades, así como falta de mantenimiento y de utilización de los sistemas de información, pronóstico, difusión y atención a las emergencias, limitan la capacidad de respuesta cuando ocurren fenómenos hidrometeorológicos extraordinarios, como avenidas y sequías. El avance de la regionalización en el pronóstico y alertamiento se detuvo, puesto en evidencia por la falta de interpretación adecuada de las imágenes de radar y la calibración de los instrumentos durante fenómenos extraordinarios. Dos asuntos de alta prioridad son la prevención de daños por una mezcla de medidas estructurales y no estructurales y la atención a la vulnerabilidad de la población más pobre que sufre las mayores pérdidas y cuyos activos difícilmente se reponen después de una catástrofe.

- El control de la calidad del agua. A pesar de los esfuerzos realizados, la contaminación de los ríos, acuíferos y otros cuerpos de agua continúa aumentando. Por otra parte solo se está dando tratamiento al 21% de las aguas residuales generadas; y una inadecuada normatividad ha puesto en incumplimiento a partir del año 2000, a la mayoría de las localidades mayores a 50,000 habitantes. No se ha encontrado una estrategia realista para tratar este problema, no solo en México sino en otros países en vías de desarrollo. La experiencia adquirida puede ahora plantear un impulso que permita avanzar y resolver este problema de primer orden para la protección del medio ambiente.

- El desarrollo tecnológico y recursos humanos. Un obstáculo para la consolidación de la administración del agua, principalmente a nivel local, es la escasa disponibilidad de recursos humanos capacitados, lo que refleja la falta de desarrollo y adaptación de tecnología en México. Los cambios de personal profesional para el manejo de sistemas complicados, especialmente en el medio municipal, impide la elevación del desempeño y capitalización de los organismos, por lo que, hace falta la creación de un sistema civil de carrera para personal especialista en materia hidráulica, como es el caso del Instituto Mexicano de Tecnología del Agua (IMTA) que puede ser un ejemplo para impulsar la creación y adopción de tecnología por todo el sistema hidráulico nacional.

Tomo III. Plan Maestro de Manejo del Acuífero de San Simón, Municipio De Ensenada, B. C.

Entre los resultados más relevantes del Encuentro Universitario del Agua (UNAM, 2006), se pueden enunciar como opciones generales de política del manejo del agua, las siguientes:

- Regular el aprovechamiento, uso y manejo de los recursos hidráulicos, mediante la Gestión Integrada del Agua (GIRH) con criterios de eficiencia, equidad y sustentabilidad del recurso. Para ello, es necesario hacer efectiva la aplicación de los principios de la GIRH y específicamente atender con alta prioridad: i) la prevención, control y atención de situaciones de emergencia provocadas por sequías, inundaciones y derrames de sustancias tóxicas, ii) mejoramiento de la calidad del agua y iii) atender la sustentabilidad en el aprovechamiento de los acuíferos y cuerpos de agua.
- Atender con alta prioridad a la población de escasos recursos económicos, con medidas que puedan mejorar su situación y contribuir a atender los problemas de pobreza, equidad y desigualdad, mediante el reconocimiento del derecho ciudadano al agua.
- Mejorar la gobernabilidad hidráulica (en los ámbitos federal, regional, estatal y local) actualizando el marco jurídico, promoviendo una mayor participación, haciendo una descentralización y redistribución de facultades y responsabilidades, así como, exigiendo la rendición de cuentas a todos los niveles.
- Captar mayores recursos financieros para el desarrollo del sector hidráulico, que permitan elevar los niveles de servicio y que, a su vez, fomenten una mayor participación y corresponsabilidad de la inversión privada, los particulares y beneficiarios en financiamiento y manejo del agua.
- Atender el incremento en los servicios con medidas que comprendan simultáneamente el aumentar la oferta mediante la planeación, desarrollo y construcción de nueva infraestructura y el manejo de la demanda, mejorando la eficiencia y seguridad de la infraestructura existente.
- Impulsar el desarrollo tecnológico, la capacitación y profesionalización de los recursos humanos y organizaciones en materia hidráulica, lo que contribuirá a desarrollar una cultura de uso eficiente y preservación del agua.

A partir de los retos que se enfrentan en el contexto internacional, sobre la problemática del uso del agua y la sustentabilidad, así como del trabajo y los avances logrados en cada región del mundo, nuestro país a través de la Comisión Nacional del Agua ha planteado una serie de principios en el ámbito internacional que ha denominado como "El decálogo del agua", los cuales se presentan a continuación:

1. Legislación del agua e instituciones únicas responsables de su manejo.

Para dar certidumbre al manejo y la preservación del agua es importante que los países cuenten con su Ley en la materia y desarrollen los elementos técnicos, financieros e institucionales necesarios para aplicarla.

Además, con el objetivo de lograr una administración más eficiente de las aguas superficiales y subterráneas, se recomienda que en cada país exista una sola institución encargada de todos los aspectos normativos asociados al agua.

2. Manejo integral de cuencas.

Dada la forma en la que el ciclo del agua se presenta en la naturaleza, se recomienda que el manejo del vital líquido se realice por cuencas hidrológicas.

**Tomo III. Plan Maestro de Manejo del Acuífero de San Simón,
Municipio De Ensenada, B. C.**

Se debe también señalar que una administración adecuada del agua en las cuencas hidrológicas requiere considerar en forma integrada tanto a las aguas superficiales como a las subterráneas.

Adicionalmente, para lograr un mejor manejo y preservación del agua en cuencas que son compartidas entre países, es necesario establecer acuerdos formales donde se reglamente su uso y distribución bajo diferentes escenarios, incluyendo los de sequía. Para verificar su implantación, es necesario crear instituciones técnicas y financieras multinacionales debidamente reconocidas y respaldadas por los países que comparten dichas cuencas.

3. Planes consensuados y obligatorios para todos.

La elaboración de planes de cuenca consensuados con los usuarios –considerando sus aspectos étnicos, sociales, económicos y ambientales- es necesaria para obtener el máximo beneficio de las aguas superficiales y subterráneas, así como para garantizar su preservación y la del medio ambiente para las generaciones actuales y futuras.

Es importante que la implantación de los planes de cuenca sea obligatoria por Ley, así se dará continuidad a las acciones previstas y se orientarán debidamente las inversiones de los usuarios y las instancias federales, estatales y municipales.

4. El agua es un recurso estratégico y de seguridad nacional.

Es indispensable que la preservación del agua, los bosques y el medio ambiente se considere como objetivo básico en las agendas nacionales y los planes de desarrollo de los gobiernos. Sólo así se garantizará el bienestar social y el desarrollo económico de las generaciones actuales y futuras.

5. Hidrosolidaridad.

Para contribuir a lograr el bienestar social y consolidar el desarrollo económico en una cuenca o país es importante instrumentar los mecanismos y los incentivos que permitan a los usuarios con mejores posibilidades técnicas y económicas apoyar a los menos favorecidos.

6. Participación social y difusión.

El buen manejo y preservación de las aguas superficiales y subterráneas en una cuenca hidrológica sólo será posible con la participación de todos los actores involucrados. Para lograr este objetivo se debe garantizar en la Ley su forma de organización y participación.

Además, con el propósito de que la población pueda conocer la problemática de su cuenca, participar en la toma de decisiones y evaluar los avances logrados, es necesario crear y consolidar los mecanismos y las instituciones que permitan proporcionarles información clara y oportuna.

7. Institucionalización de programas y desarrollo de capacidades.

Con la finalidad de maximizar las inversiones en el Sector Hidráulico, es necesario institucionalizar los programas que permitan unir los recursos económicos y técnicos de los usuarios, sector privado y de las instancias federales, estatales y municipales.

De igual forma, se requiere realizar la transferencia de funciones al nivel más apropiado desde el punto de vista de toma de decisiones y de operatividad, es importante para lograr una mejor administración del agua.

**Tomo III. Plan Maestro de Manejo del Acuífero de San Simón,
Municipio De Ensenada, B. C.**

Es también importante considerar que el buen funcionamiento de la infraestructura estará asegurado si a la par de las inversiones asignadas para su construcción se destinan también los recursos necesarios para su adecuada operación y mantenimiento, incluyendo la capacitación de las personas que tendrán a su cargo dichas actividades.

8. Uso eficiente del agua y cobro adecuado.

Dada la poca disponibilidad del agua en diversas zonas, es fundamental su uso eficiente y, en la medida de lo posible, su reuso en las diferentes actividades productivas.

Además, con el propósito de recuperar los costos de suministro de los servicios de agua y saneamiento, es necesario implantar sistemas tarifarios y de cobro adecuados, que incluso puedan permitir otorgar subsidios a los habitantes con recursos económicos insuficientes.

9. Tecnificación de riego y selección de cultivos en función de la disponibilidad.

Para impulsar el desarrollo agrícola, la modernización del riego cobra especial relevancia, dado que permite incrementar la productividad y reducir los consumos de agua asociados.

Adicionalmente, es necesario que el desarrollo del riego agrícola esté en función de la disponibilidad del agua y las características del suelo, lo que permitirá garantizar la preservación del binomio suelo-agua.

10. Cambio climático y sus efectos en el ciclo hidrológico.

Ante los posibles efectos ocasionados por desastres naturales, es necesario fortalecer los sistemas y esquemas de alerta temprana, construir la infraestructura complementaria que se requiere para su control y crear zonas de inundación en áreas específicas diseñadas para tal fin.

Además, los habitantes deben estar informados acerca de la posible ocurrencia y evolución de ciclones y huracanes que pudieran afectarles. Cobra relevancia entonces, que los países cuenten con Servicios Meteorológicos o, en su caso, establezcan convenios con organizaciones especializadas en la materia.

De manera similar, para dar respuesta oportuna y ágil a las emergencias derivadas de la ocurrencia de ciclones y huracanes, es conveniente que los países cuenten con equipo y maquinaria adecuados, en sitios ubicados estratégicamente.

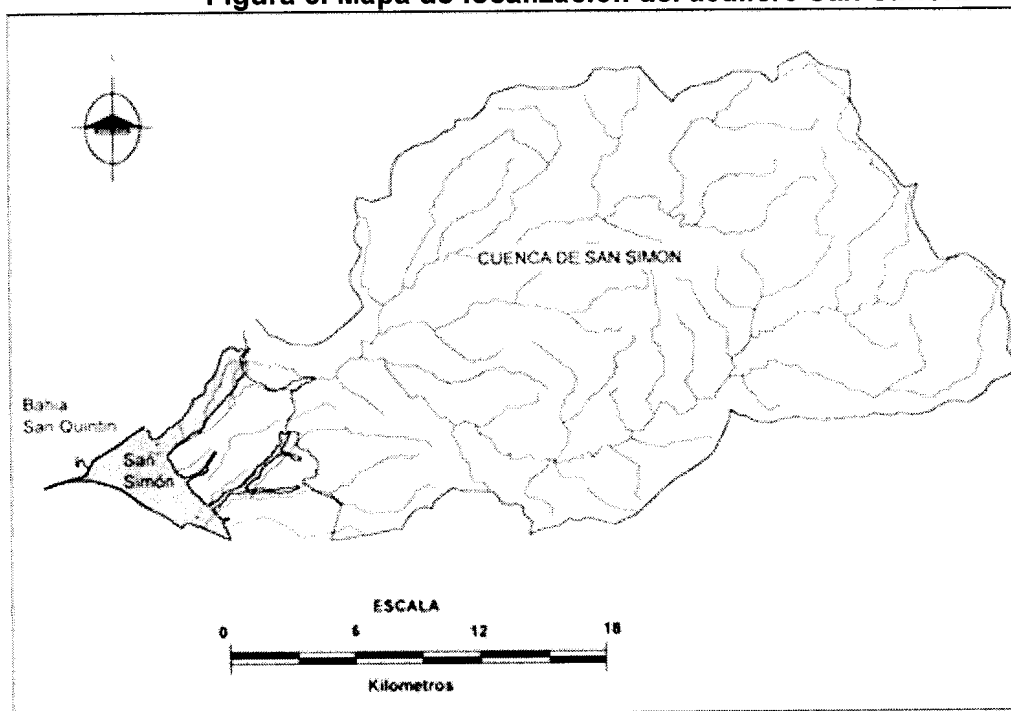
Finalmente, es importante comentar que México mantendrá su presencia en los principales eventos de la agenda internacional, con el fin de seguir mostrando su liderazgo y enfoque en relación con el agua y para conocer de cerca los planteamientos y avances que ocurren en diferentes países, lo que permitirá proceder a su implantación, considerando su propio contexto.

Capítulo V Diagnóstico

V.1. Población y desarrollo socioeconómico.

Según el más reciente Censo Nacional de Población y Vivienda (INEGI, 2005) el área del acuífero de San Simón (Figura 3) cuenta con 2,592 habitantes distribuidos de la siguiente manera: Francisco Villa (San Simón), 1,069; Los Pinos, 981; y Santa María del Mar, 592. Proyecciones de la tasa de crecimiento (Figura 4) arrojan un estimado de 2,797 habitantes entre las tres poblaciones para el 2008 (CONAPO, 2006; INEGI, 2005b), es decir, poco más de 1 % de crecimiento anual.

Figura 3. Mapa de localización del acuífero San Simón.

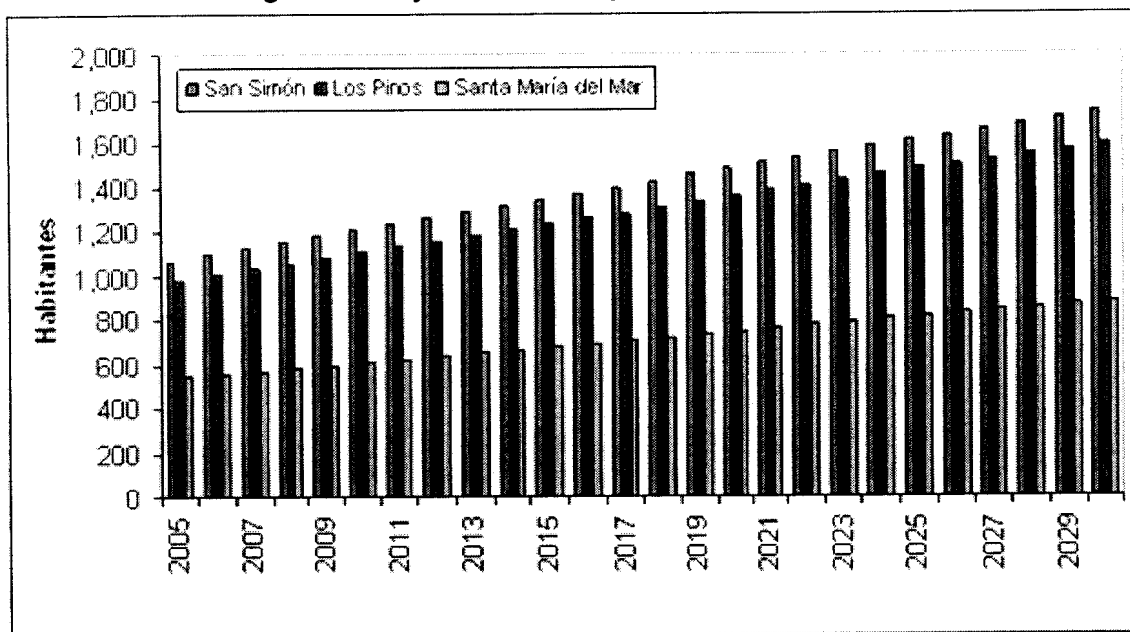


Fuente: Modificado de Sanx Ingeniería Integral y Desarrollo, S.A. [SIIDSA] (2006).

El fenómeno migratorio es de suma importancia en la zona del Valle de San Simón y se debe, principalmente, a la importante oferta de trabajo en el sector agroindustrial. Las cifras reportadas por el Censo General de Población y Vivienda (INEGI, 2000) indican que por cada 50 habitantes nacidos en la región hay 19 que provienen de otras entidades federativas, es decir, aproximadamente el 38% de la población es originaria de lugares tales como Oaxaca, Sinaloa y Sonora.

**Tomo III. Plan Maestro de Manejo del Acuífero de San Simón,
Municipio De Ensenada, B. C.**

Figura 4. Proyección de la población en la región



Fuente: INEGI (2005b) y CONAPO (2006).

La población jornalera temporal, la que arriba a la Región de San Quintín para la cosecha de hortalizas, se hospeda en campamentos que son propiedad de los productores que los contratan. En 1989 se consideraba una población flotante en toda la Región, entre mayo y noviembre, de 25,000 a 30,000 jornaleros (Garduño, 1989); pero en la actualidad se ha observado que esa cantidad ha disminuido. Para el año 2003 se encontró una población jornalera de 9,600 habitantes en 19 campamentos, de los cuales 13.8% (1,324), eran originarios de Baja California y el resto 86.2% (8,276) procedían de Oaxaca, Guerrero, Michoacán y Veracruz, principalmente (CONEPO-COLEF, 2003).

Actividad económica

La actividad económica más importante de la región es la agricultura de alta tecnología. Los principales cultivos son tomate (bola, cherry roma, saladette y otros), col de brusselas, chile, fresa, calabacita y pepino. Se cuenta con más de 30 alternativas de cultivos, predominando el tomate y la fresa que juntos abarcan el 95% de la producción total de la región (López-Limón, 2002).

Los grandes empresarios horticultores cuentan con una organización compleja que incluye secciones administrativas, laboratorios, empaques, transporte y maquinaria y las extensas áreas de campos de cultivo. Tan solo la empresa Productora Agrícola Industrial del Noroeste (Rancho Los Pinos) ha reportado en su sitio de internet la siembra de 5000 acres de campos y 85 acres de invernadero, aunque recientemente ha aumentado su producción de cultivos de sombra. Su sistema de producción está certificado (Nutriclean certified) y el 100% del riego es por goteo asistido con sistemas computarizados de envío de fertilizantes. Esta empresa emplea a aproximadamente 3,000 personas y genera

**Tomo III. Plan Maestro de Manejo del Acuífero de San Simón,
Municipio De Ensenada, B. C.**

ventas por más de 3 millones de dólares anuales de los cuales el 65% proviene del tomate.

En la zona hay también potencial para la pesca riverera gracias a la abundancia de especies, para la producción acuícola, sobre todo ostión, potencial turístico y abundante actividad comercial (López-Limón, 2002). Dicha actividad comercial se encuentra orientada fundamentalmente al mercado interno, destacándose los giros al menudeo de comercio de productos no alimenticios en establecimientos no especializados y el comercio de productos alimenticios y tabaco, los cuales concentran el 46% y 44% de los establecimientos, el 43% y 30% del personal y el 30% y 18% de las ventas comerciales respectivamente.

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

Diversos programas en los ámbitos federales, estatales y municipales se han enfocado al manejo del agua de esta región. Los objetivos de la gran mayoría de estos programas plantean una visión moderna e integral que incluye tanto al sector hidroagrícola como al del agua potable, alcantarillado y saneamiento. Por tal razón se ha optado por reportarlos en un solo bloque, como programas integrales, aunque algunos estén más enfocados a uno de los dos sectores de nuestro interés. Entre otros destacan: el Programa Nacional de Medio Ambiente y Recursos Naturales 2001-2006 (PNMARN), el Programa Nacional Hidráulico 2001-2006 (PNH), el programa Agua para San Quintín (SEFOA, 2002), el Programa Sectorial de Desarrollo Económico 2002-2007 (PSDE), el Programa Estatal Hidráulico 2002-2007, el Programa de desarrollo Regional: Región del Vino (SEDESOL, 2006), el Plan Estatal de Desarrollo 2002-2007, el Plan Municipal de Desarrollo 2008-2010 (Gov. Mpal. Ensenada, 2008), el Programa Hidráulico de Gran Visión 2001-2025 (CNA, 2000), el Programa Hídrico por Organismo de Cuenca Visión 2030 (CNA, 2007) y el Programa Nacional Hídrico 2007-2012 (CNA, 2008).

Programas

El Programa Nacional de Medio Ambiente y Recursos Naturales 2001-2006 (PNMARN), tuvo como propósito principal, satisfacer las expectativas de cambio de la población, construyendo una nueva política ambiental de Estado para México. El PNMARN incluye un diagnóstico sobre la situación del medio ambiente al inicio de programa, los cambios programados y las líneas de acción, proyectos y metas necesarias para impulsar y lograr dicho cambio. Algunas de las metas de dicho programa fueron:

- Establecer 13 cuencas hidrológicas bajo el esquema de Manejo Integral de Cuencas (MIC), para propósitos de planeación y gestión ambiental.
- Asegurar que las microcuencas de atención ambiental prioritaria coincidan con comunidades de las 250 microrregiones más pobres del país.
- Lograr que el 78% de la población cuente con servicio de alcantarillado.

**Tomo III. Plan Maestro de Manejo del Acuífero de San Simón,
Municipio De Ensenada, B. C.**

- Tratar el 65% de las aguas residuales generadas en centros urbanos e industriales y lograr que el 100% de estas aguas tratadas cumplan con la normatividad.
- Asumir la cultura de la infiltración y la retención de las aguas de lluvia.
- Recuperar y reutilizar crecientemente aguas residuales de uso agrícola.

En el Programa Nacional Hidráulico 2001-2006 (PNH), uno de los principios rectores es que la unidad básica para la administración del agua es la cuenca hidrológica, ya que es la forma natural de ocurrencia del ciclo del agua. El PNH 2001-2006 pone de manifiesto la sustentabilidad de este recurso, como una condición previa para reducir la pobreza, mejorar la salud y controlar los fenómenos extremos naturales del agua. Alcanzar dicha sustentabilidad exige la cooperación entre los diferentes usuarios y entre todos los que comparten cuencas y acuíferos, para proteger los ecosistemas de la contaminación y de otras amenazas. Esto se podrá lograr en la medida en que se realice un manejo integrado del agua y del suelo, con un enfoque de cuencas hidrológicas. En este sentido, el objetivo superior del PNH 2001-2006, es lograr el manejo integrado y sustentable del agua en cuencas y acuíferos. Por lo tanto, todas las estrategias y las líneas de acción que se plantean en él tienen como fin último contribuir a lograr el manejo sustentable del agua en las cuencas y acuíferos del país.

El Programa Sectorial de Desarrollo Económico 2002-2007 (PSDE) plantea, en materia agropecuaria y forestal, definir y establecer una política para el campo, elevar la rentabilidad de éste, promover una real y efectiva reconversión productiva, y hacer eficientes los servicios gubernamentales en apoyo al mismo. La visión de este programa es que el estado sea líder en el aprovechamiento de los recursos naturales y su integración a las cadenas productivas. Para ello, se requiere descubrir el potencial y aprovechar las ventajas de las regiones; ver a los productores como los agentes de cambio, tomando en cuenta sus talentos y aptitudes; capitalizar las oportunidades de los mercados globales, para lograr, a través de la rentabilidad, un arraigo y una mejor calidad de vida que dignifiquen a la familia rural.

El Programa Estatal Hidráulico 2003-2007 (PEH), tuvo como propósito general dirigir la ampliación, el mejoramiento y la consolidación de los sistemas existentes. Para lograrlo, propone dos vías: mediante políticas y estrategias orientadas a la búsqueda de nuevas y mejores soluciones a la problemática actual, y mediante la obtención y captación ordenada y flexible de los recursos necesarios para cubrir las necesidades presentes y futuras del estado en materia de agua potable, alcantarillado sanitario y saneamiento, en coadyuvancia con los usos agrícola, pecuario y acuícola del estado. De acuerdo al PEH 2003-2007, la visión del sector hidráulico es la de "Un estado que cuenta con seguridad en el suministro del agua que requiere para su desarrollo, que la utiliza de manera eficiente, reconoce su valor estratégico y económico, protege los cuerpos de agua y preserva el medio ambiente para las futuras generaciones." En el estado de Baja California, se contemplan proyectos como el de Estabilización del Acuífero de Guadalupe, que incluye acciones para la

**Tomo III. Plan Maestro de Manejo del Acuífero de San Simón,
Municipio De Ensenada, B. C.**

estabilización del acuífero: actualización geohidrológica, modelación y reglamentación.

En el Plan Municipal de Desarrollo 2005-2007 (PMD) del Municipio de Ensenada, se menciona que la administración municipal se ha propuesto orientar sus esfuerzos a propiciar un mejor desarrollo de las regiones de la zona rural. Las estrategias de gobierno para las regiones rurales son: (1) promoción de sistemas regionales de administración municipal, (2) impulso al desarrollo económico integral, (3) promoción de programas y proyectos productivos, (4) impulso a la adquisición de reservas territoriales y a la regulación de la tenencia de la tierra.

El Programa Hidráulico de Gran Visión 2001-2025, plantea que los usuarios cuenten con el agua que requieren y la utilicen en forma eficiente; que los ríos, lagos y lagunas recuperen sus volúmenes de agua y que ésta sea de buena calidad; que los acuíferos estén en equilibrio y la calidad de su agua sea adecuada, y que los daños asociados a la ocurrencia de fenómenos hidrometeorológicos extremos sean mínimos.

Para lograr sus propósitos, el organismo operador (CNA) se está enfocando en transformarse, de ser una organización con énfasis en la construcción y operación directa de grandes obras, a consolidarse como promotora del desarrollo hidráulico que regula el buen uso y preservación del recurso, administrándolo por cuencas hidrológicas. El proceso de descentralización generará:

- Federación normativa con funciones de autoridad fortalecidas y que brinda apoyo técnico especializado.
- Organización por cuencas y regiones hidrológicas.
- Planeación participativa que promueve el desarrollo hidráulico de las regiones.
- Autoridades locales orientadas hacia el desarrollo hidráulico sustentable.
- Consejos de Cuenca administrativa y financieramente sostenibles.

El propósito del Programa de desarrollo Regional: Región del Vino, es el de lograr el desarrollo sustentable para conformar una región de primer nivel. Entre sus objetivos se encuentra el de conservar los ecosistemas y lograr su disfrute, mediante su aprovechamiento sustentable y la planeación estratégica del territorio. Entre sus objetivos específicos se plantea el conservar y abastecer del recurso agua para los valles. Las estrategias y actividades para lograr este objetivo son:

- (1) Promover el manejo sustentable del agua y las cuencas de la región mediante:

**Tomo III. Plan Maestro de Manejo del Acuífero de San Simón,
Municipio De Ensenada, B. C.**

- Promover el programa de manejo integral de las cuencas y el agua en la región.
- Conservar y mantener fuentes de agua.
- Fomentar el estudio y la construcción de repesos.
- Impulsar tecnología de reuso de aguas tratadas.
- Promover el control de recursos agua subterránea y arena.
- Promover la protección del arroyo Guadalupe, evitando concesiones.

(2) Regularizar el uso adecuado del agua mediante:

- Impulsar la distribución equitativamente el agua.
- Promover el instrumento que regule el uso del agua.

El objetivo general del Programa Integral del agua de Ensenada es el de trabajar, de manera concertada, con los tres órdenes de gobierno y los usuarios, en un contexto de sustentabilidad y con una proyección al año 2030. Los objetivos específicos de este plan son:

- Obtener el diagnóstico de la situación del agua en el Centro de Población de Ensenada (CPE)
- Trazar la visión y la estrategia de largo plazo para el abastecimiento de agua al CPE
- Identificar los proyectos estratégicos, para asegurar el abastecimiento de agua y actividades relacionadas
- Determinar los mecanismos de gestión, para la ejecución y seguimiento de los proyectos estratégicos

El Programa Nacional Hídrico 2007-2012, asume como premisa básica la búsqueda del desarrollo humano sustentable, es decir, que todos los mexicanos tengamos una vida digna sin comprometer el patrimonio de las generaciones futuras. En este contexto, el adecuado manejo y preservación del agua cobra un papel fundamental, dada su importancia en el bienestar social, el desarrollo económico y la preservación de la riqueza ecológica de nuestro país. Al vincular al agua con el bienestar social, básicamente se refiere al suministro de los servicios de agua potable y alcantarillado a la población, así como al tratamiento de las aguas residuales.

Los objetivos de este plan son:

- Mejorar la productividad del agua en el sector agrícola.
- Incrementar el acceso y calidad de los servicios de agua potable, alcantarillado y saneamiento.

**Tomo III. Plan Maestro de Manejo del Acuífero de San Simón,
Municipio De Ensenada, B. C.**

- Promover el manejo integrado y sustentable del agua en cuencas y acuíferos.
- Mejorar el desarrollo técnico, administrativo y financiero del sector hidráulico.
- Consolidar la participación de los usuarios y la sociedad organizada en el manejo del agua y promover la cultura de su buen uso.
- Prevenir los riesgos derivados de fenómenos meteorológicos e hidrometeorológicos y atender sus efectos.
- Evaluar los efectos del cambio climático en el ciclo hidrológico.
- Crear una cultura contributiva y de cumplimiento a la Ley de Aguas Nacionales en materia administrativa.

El Programa Hídrico por Organismo de Cuenca Visión 2030, analiza a profundidad la problemática hidráulica de la región por subregión, establece los mecanismos de participación del usuario en el proceso análisis, plantea las alternativas de solución a la problemática de la región y lo más importante, identifica los programas de acción, los mecanismos de financiamiento, señala las acciones inmediatas y propone sistemas de evaluación y seguimiento de los programas. Los objetivos generales del Programa son:

- Asignar máxima prioridad a las acciones que conduzcan al uso eficiente y sustentable del agua.
- Fortalecer los foros e instancias de participación social.
- Actualización de tarifas y precios del agua e impulsar la constitución de mercados del agua.
- Saneamiento Integral.
- Intensificar el registro de descargas y su medición.
- Seguridad jurídica.
- Completar el registro y ampliar la cobertura del control de extracciones y descargas.
- Descentralizar funciones vinculadas con la administración del agua.
- Fortalecer a las instancias estatales y municipales.

V.3. Climatología (clima, precipitación pluvial, temperatura y evaporación potencial).

Clima.

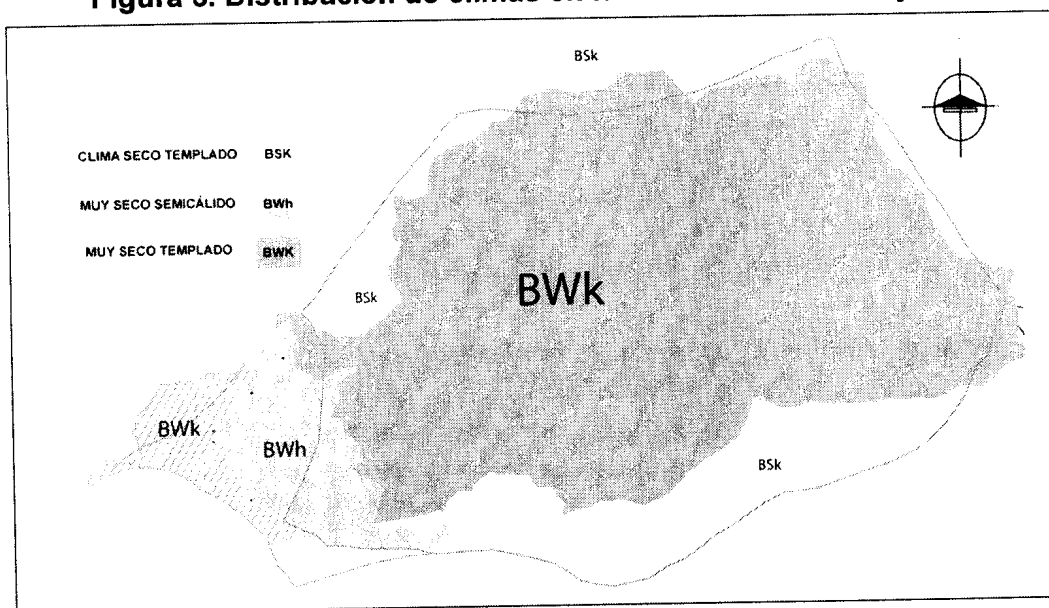
El clima de esta región está altamente condicionado por la presencia de altitudes importantes a lo largo de la cadena montañosa de Juárez y San Pedro Mártir y por la influencia marítima de las zonas costeras. La franja de laderas y mesetas

**Tomo III. Plan Maestro de Manejo del Acuífero de San Simón,
Municipio De Ensenada, B. C.**

meridionales de la sierra de San Pedro Mártir, con altitudes que alcanzan alrededor de los 2,000 metros sobre el nivel del mar (msnm), es dominada por climas secos templados y semifríos, ambos subhúmedos, con precipitaciones invernales. Por otro lado, la zona costera presenta la menor incidencia de precipitación de todo el país. El clima que impera en la región de estudio es en general del tipo muy seco templado. En particular, se trata de climas frescos con fuerte influencia marítima, menos extremosos que los de la vertiente oriental de la península (SANX Ingeniería integral y Desarrollo, S.A. [SIIDSA], 2006).

Datos históricos de precipitación, temperatura y evaporación de las estaciones climatológicas que cubren la zona de estudio, con el apoyo en la carta de climas, establecen que ésta área se caracteriza por tres tipos de climas (Figura 5): (BSk), (BWh) y (BWk), que corresponden a un clima seco templado, muy seco semicálido y muy seco templado, respectivamente (SIIDSA, 2006).

Figura 5. Distribución de climas en la subcuenca del arroyo San Simón



Fuente: SIIDSA (2006)

Precipitación pluvial.

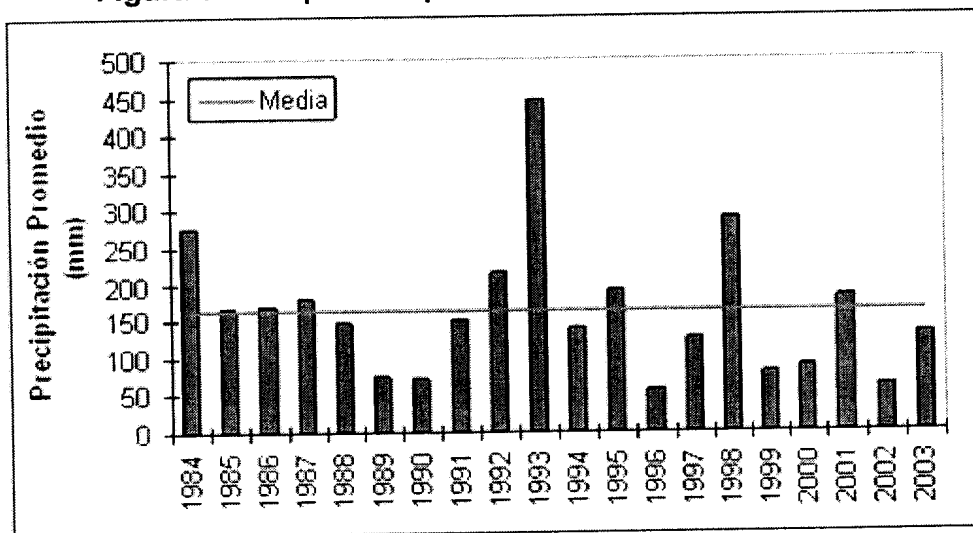
La precipitación media anual en la cuenca del acuífero de San Simón ha sido estimada en 162.2 mm/año a partir de la serie 1985 a 2005 de diversas estaciones a lo largo de la cuenca (CNA, 2006a). La máxima precipitación registrada durante ese período fue de 445.4 mm en el año 1993 mientras que la mínima de 56.5 mm correspondió a 1996. La Figura 7 muestra la información proveniente de las estaciones climatológicas con mayor número de datos durante el período de análisis. Estas son: Parque Nacional San Pedro Mártir, Colonia San Pedro Mártir, El Socorro, El Progreso, Agua de Chale, Ej. Nuevo Baja California, Santa María del Mar, Las Escobas, Santo Domingo y Santa Cruz. En la Figura 7 se observa el promedio de precipitación anual en cada estación.

**Tomo III. Plan Maestro de Manejo del Acuífero de San Simón,
Municipio De Ensenada, B. C.**

Temperatura y evaporación potencial.

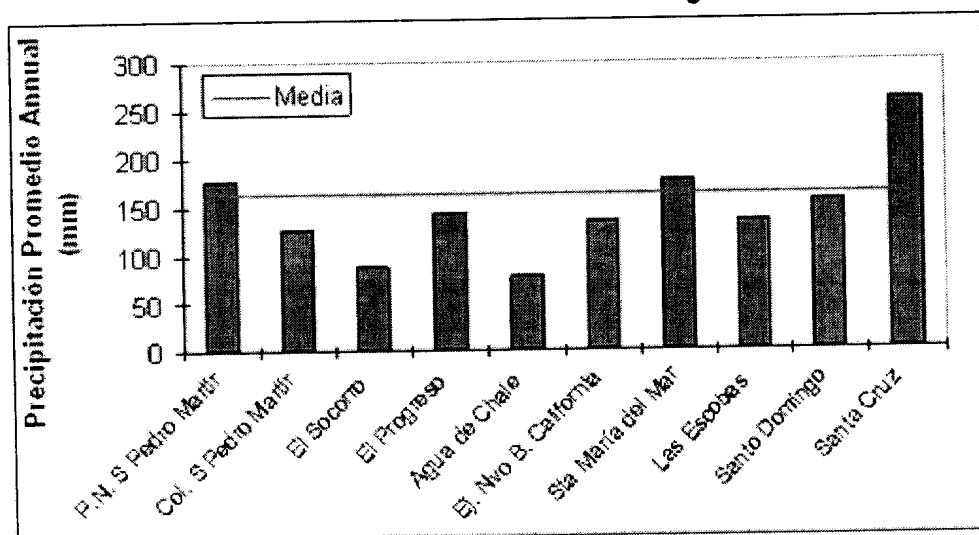
La temporada lluviosa es durante el invierno de diciembre a marzo y en ella se acumula más del 36% de toda la precipitación del año. La temperatura oscila entre los 12.9 °C, en enero, y los 20.8 °C, en el mes de agosto, con un promedio anual es de 16.4 °C. La evaporación media anual es de 1548 mm (CNA, 2006b). Tanto la evaporación como la evapotranspiración presentan valores que exceden a los volúmenes precipitados, además no existen escurrimientos superficiales importantes ya que los arroyos de la zona ocasionalmente llevan agua en sus cauces (SIIDSA, 2006).

Figura 6. Precipitación promedio 1984-2003 en la cuenca hidrológica.



Fuente: CNA (2006a)

Figura 6'7. Precipitación promedio anual 1984-2003 en cada estación climatológica.



Fuente: CNA (2006a).

**Tomo III. Plan Maestro de Manejo del Acuífero de San Simón,
Municipio De Ensenada, B. C.**

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

Los recursos hidráulicos superficiales y subterráneos del país, representan una disponibilidad bruta anual de 500 m³ por persona, que varía regionalmente de acuerdo con la ocurrencia natural de la precipitación y los patrones de distribución poblacional; así, en las regiones con mayor escasez y población, la disponibilidad per cápita varía entre 200 y 1,500 m³ anuales por persona, mientras que en las de aguas abundantes y baja densidad poblacional, fluctúa entre los 14,000 y los 33,000 m³ anuales por habitante (CNA, 2000).

De los 78,500 millones de m³ anuales (Mm³/año), de aguas superficiales y subterráneas que se extraen o derivan en el país para su utilización sin considerar las que se dedican a la generación hidroeléctrica, la cantidad de agua que se pierde con motivo de su uso o aprovechamiento, es decir, la que una vez utilizada no retorna a una fuente superficial o subterránea, es de 55,000 Mm³/año; de este volumen, el 89% corresponde al uso agrícola; 6% al industrial y el restante 5% al abastecimiento público urbano, tomando en cuenta que la hidrogenación es un aprovechamiento que no es consuntivo (CNA, 2000).

A pesar de que la cantidad anual de agua que se extrae o deriva para su aprovechamiento en los diferentes sectores usuarios, representa sólo el 50% del volumen total renovable del país, dicha proporción no refleja los problemas de escasez y contaminación que padecen algunas cuencas y acuíferos en las zonas áridas y semiáridas del altiplano y norte del territorio nacional, donde las deficiencias en cantidad y los elevados índices de contaminación del recurso, ocasionan una fuerte competencia por el uso del agua y conflictos entre los sectores usuarios (CNA, 2000).

Los resultados disponibles de diversos estudios realizados por la CNA, muestran una situación de severa escasez en casi la mitad del territorio nacional, que corresponde a los estados de Baja California, Baja California Sur, Sonora, Coahuila, Chihuahua, Nuevo León y San Luis Potosí, así como en los estados que comparten las cuencas Lerma-Chapala y Valle de México; mientras que en Chiapas y Tabasco, el río Grijalva vierte al Golfo de México año con año cuantiosos caudales (CNA, 2000).

Como parte primordial del proceso de planeación hidráulica es necesario conocer el estado que guardan en la actualidad la oferta, la demanda y la disponibilidad incorporando la información relativa a los usos del agua, obtenida del Registro Público de Derechos del Agua (REPDA) para determinar las condiciones de abundancia o escasez por subregiones y para la Región en general CNA (2000).

Los llamados balances hidráulicos, constituyen el elemento normalmente utilizado para determinar la cantidad de agua existente en una cuenca, así como los volúmenes disponibles para nuevos usos, o bien el déficit del recurso para satisfacer íntegramente las demandas actuales para usos diversos. Por otro lado, la Ley de Aguas Nacionales y su Reglamento establecen que: El otorgamiento de asignaciones y concesiones se hará en función de la disponibilidad de agua, conforme a la Programación Hidráulica, así como las

**Tomo III. Plan Maestro de Manejo del Acuífero de San Simón,
Municipio De Ensenada, B. C.**

vedas y reservas existentes; estas condiciones deben ser publicadas por la CONAGUA en el Diario Oficial de la Federación, para conocimiento público CNA (2000).

La Región I Península de Baja California tiene, desde el punto de vista hidrológico, características muy particulares, su extensión territorial es de 145,734 km², incluyendo la superficie de las islas; los cuales se distribuyen a lo largo de una estrecha franja de casi 1,600 km de longitud, con un ancho que varía desde 40 hasta 220 km, con un valor promedio del orden de 90 km. Debido a ello, la Región está integrada por un gran número de pequeñas cuencas de extensión variable, con pendientes fuertes y recorridos cortos CNA (2000).

El día 16 de enero del 2003 la CONAGUA emitió un acuerdo publicado el día 31 de enero del 2003 a través del Diario Oficial de la Federación, por el que se da a conocer los límites de 188 acuífero de los Estados Unidos Mexicanos, los resultados de los estudios realizados para determinar su disponibilidad media anual de agua y sus planos de localización. Entre estos acuíferos se encuentran 17 correspondientes a la Región I Península de Baja California, en el Cuadro 4 se muestran los correspondientes al Estado de Baja California (CNA, 2003). La ubicación de los acuíferos se presenta en la Figura 8.

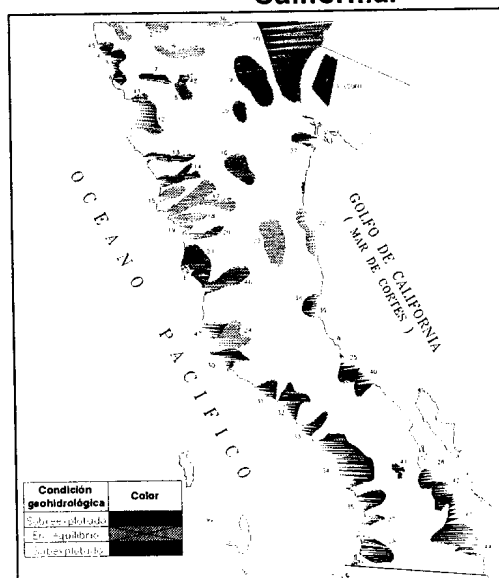
**Tomo III. Plan Maestro de Manejo del Acuífero de San Simón,
Municipio De Ensenada, B. C.**

**Cuadro 1. Disponibilidad publicada en el Diario Oficial de la Federación.
Acuíferos del Estado de Baja California.**

Acuífero	Recarga media	Volumen de extracción estudios técnicos	Volumen REPDA 30/03/02	Disponibilidad media de aguas subterráneas	Déficit
05-Las Palmas	10.50	7.9	9.34	0	-1.85
06-La Misión	6.50	6.	2.70	2.8	0.00
07-Guadalupe	23.90	19.9	37.06	0	-13.16
08-Ojos Negros	19.00	33.9	24.97	0	-5.97
11-Ensenada	3.70	24.4	28.94	0	-25.24
12-Maneadero	20.88	25.8	33.31	0	-12.51
16-La Trinidad	24.40	30.2	27.61	0	-3.21
19-Camalú	3.90	2.7	11.25	0	-7.35
20-Col. V. Guerrero	19.50	21.3	35.55	0	-16.05
21-San Quintín	19.0	24.4	27.63	0	-8.63
23-Valle Chico	13.80	12.3	10.52	3.28	0.00
48-Real del Castillo	11.70	8.5	9.61	2.09	0.00

Fuente: Modificado de CNA (2003)

Figura 8. Condición geohidrológica en los acuíferos del Estado de Baja California.



Fuente: Modificado de CNA (2003)

**Tomo III. Plan Maestro de Manejo del Acuífero de San Simón,
Municipio De Ensenada, B. C.**

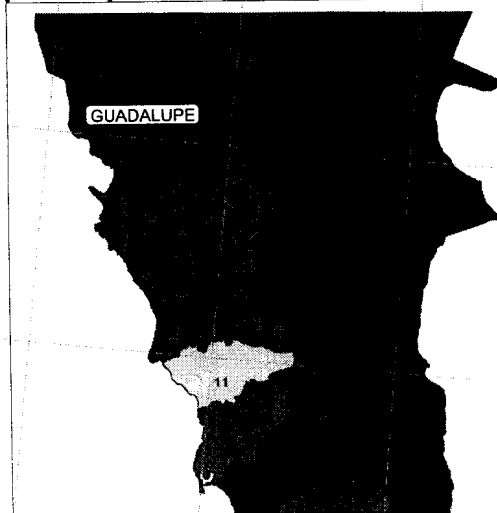
De igual forma en 2006 la CONAGUA hace una actualización de la disponibilidad del agua superficial para las cuencas hidrológicas de la Región Hidrológica I, Baja California, cuyos resultados para las cuencas de la porción más próxima a la cuenca del arroyo Guadalupe se muestran en el Cuadro 2. En la Figura 9 se muestra la ubicación de cada cuenca.

Cuadro 2. Disponibilidad de agua superficial según Norma Oficial Mexicana NOM-CNA-011-2000.

Subregión		Ab	E.D.	Color
No.	Nombre			
1	Tijuana	7,196	Déficit	Rojo
2	Descanso-Los Medanos	11,557	Disponibilidad	Verde
3	Guadalupe	2,317	Déficit	Rojo
4	Ensenada-El Gallo	9,690	Disponibilidad	Verde
5	San Carlos	11,987	Disponibilidad	Verde
6	Maneadero-Las Animas	13,292	Disponibilidad	Verde
7	Santo Tomás	11,793	Disponibilidad	Verde
8	San Vicente	28,933	Disponibilidad	Verde
9	Los Cochis-El Salado	24,554	Abundancia	Azul
10	San Rafael	15,836	Disponibilidad	Verde
11	San Telmo	7,639	Equilibrio	Amarillo
12	Santo Domingo	13,804	Disponibilidad	Verde
13	San Quintin	7,586	Disponibilidad	Verde
14	San Simón	15,014	Abundancia	Azul
45	Río Colorado	56,150	Déficit	Rojo

Fuente: Modificado de CNA (2006)

Figura 9. Plano de disponibilidad relativa de agua superficial por subregión para la porción norte del Estado de Baja California.



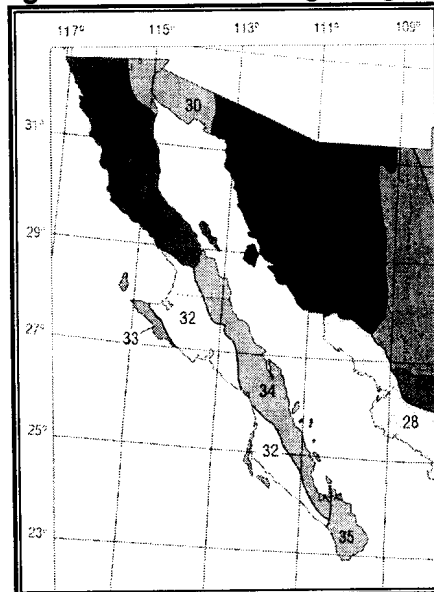
Fuente: Modificado de CNA (2006)

V.5. Aguas Subterráneas.

V.5.1. Geología.

De acuerdo a la división de provincias geológicas mostrada en la Figura 10 (Ortega, et. al. 1992), el valle de San Simón pertenece a la región número 31: Batolito de San Pedro Mártir, de edad Mesozoica, de origen plutónico y de un ambiente de raíz de arco. Este intrusivo conformado por tonalitas y granodioritas se desarrolló del Cretácico al Cenozoico tardío, tiene una extensión de más de 400 km² y metamorfizó rocas prebatolíticas transformandolas en gneis y esquisto. El fallamiento fuertemente escalonado está relacionado con el desarrollo del sistema transformante San Andrés y Golfo de California. El gran escarpe de la Sierra San Pedro Mártir está delimitado al este por la Falla de San Pedro Mártir que separa a la sierra de los valles de Santa Clara, Chico y San Felipe. Al norte la sierra está limitada por la falla de Agua Blanca (Gastil, 1991; Morán-Zenteno, 1985; O'Connor y Chase, 1989).

Figura 10. Provincias geológicas



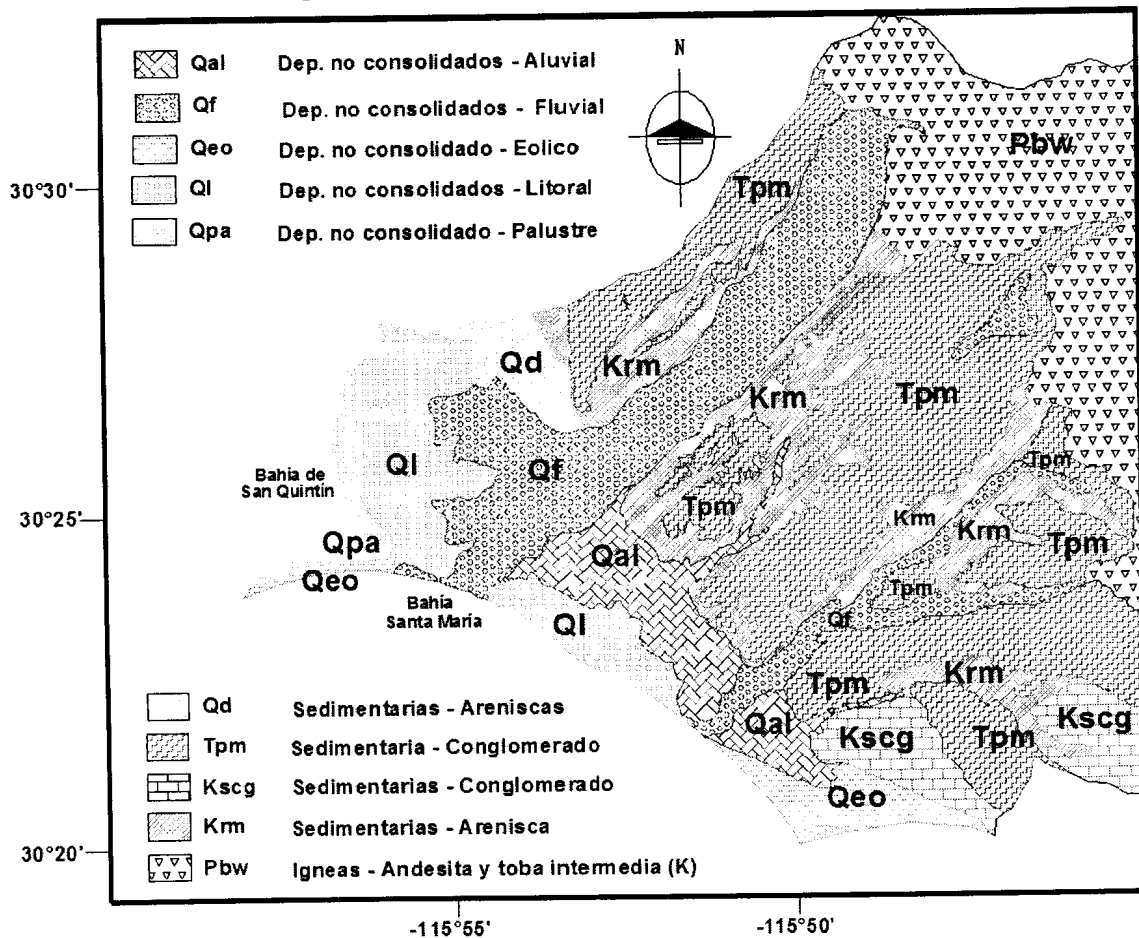
Fuente: (Ortega, 1992).

En esta porción de Baja California se encuentra expuesta una secuencia estratigráfica, cuyo rango geocronológico varía desde el Paleozoico hasta el Reciente (Figura 11). Las diferentes unidades se pueden definir en tres cinturones preterciarios, que a su vez están cubiertos de manera independiente por cuerpos volcánicos del Terciario y Cuaternario. El cinturón ubicado en el borde oriental está constituido por afloramiento de rocas intrusivas y rocas metamórficas, las primeras varían desde tonalitas hasta granodioritas y granitos de edad Cretácica. El siguiente cinturón, ubicado al oeste del descrito anteriormente, lo constituyen secuencias de rocas volcánicas, volcanoclásticas y sedimentarias, cuya edad corresponde al Cretácico inferior. La secuencia superior y más extendida fue originalmente denominada como Formación

**Tomo III. Plan Maestro de Manejo del Acuífero de San Simón,
Municipio De Ensenada, B. C.**

Alisitos. Está afectada por numerosas fallas y por el emplazamiento de cuerpos intrusivos del Cretácico. Estos cinturones y todos los demás que se desarrollaron en el occidente de México durante el Mesozoico, han sido relacionados con el choque y hundimiento de una placa oceánica paleopacífica debajo de la placa norteamericana, y con el vulcanismo consecuente. Por esta razón los sedimentos que constituyen la Formación Alisitos fueron sujetos a un periodo de compresión, que los plegó y metamorizó parcialmente. Los terrenos que formaron este segundo cinturón, emergieron en el Cretácico superior, y al occidente de ellos se inició la sedimentación de lo que sería la Formación Rosario. El tercer cinturón, ubicado en el extremo occidental de la Península, está representado por una secuencia de sedimentos marinos y continentales del Cretácico superior, que se presentan poco consolidados y sin fuertes perturbaciones tectónicas. La secuencia fue denominada como Formación Rosario. La relación estratigráfica de las rocas graníticas establece que la Fm. Alisitos, de edad Aptiano-Albiano, forman parte de la secuencia denominada prebatolítica, mientras que los sedimentos de la Fm. Rosario de edad Campaniano, considerados post-batolíticos permiten sugerir que el emplazamiento de las rocas batolíticas ocurrió durante el tránsito del Cretácico Inferior al Cretácico Superior (Cenomaniano).

Figura 11. Geología del área de San Simón



**Tomo III. Plan Maestro de Manejo del Acuífero de San Simón,
Municipio De Ensenada, B. C.**

Fuente: SIIDSA (2006)

Estratigrafía

Rocas Sedimentarias

Mesozoico

Fm. Alisitos (Cretácico Inferior, Pbw). Esta formación fue denominada por Santillán y Barrera (1930), para definir a una secuencia de 200 m de espesor de lutitas y areniscas metamorfoseadas del Cretácico Inferior que aflora en el Rancho Alisitos en el Valle de Santo Tomás en el Estado de Baja California. Esta unidad está conformada por seis miembros, de los cuales los cinco basales se encuentran compuestos por intercalaciones de calizas fosilíferas, areniscas, limolitas, tobas y derrames de rocas principalmente de composición félsica. Las calizas se encuentran comúnmente recristalizadas, son de color gris claro y oscuro, de estratificación gruesa y masiva (mayor de 1 m), presentando estructura lenticular, ya que se acuñan lateralmente (biohermas), dentro de ellas es común observar restos de rudistas, corales y nerineas. Las rocas epiclásticas son de color gris oscuro, verde claro y amarillo claro, texturalmente corresponden con grauvacas, la estratificación es menor a 5 m de espesor, ocasionalmente se presentan horizontes de microbrechas y de manera eventual se observa gradación en los fragmentos. Los materiales ígneos corresponden principalmente a materiales piroclásticos de color verde claro a amarillo, conforman estratos masivos hasta de 25 m de espesor y corresponden con tobas hialinas, tobas litocristalinas, tobas vitrocristalinas y tobas brechoides; presentan estructura ignimbrítica fluidal. En menor proporción se presentan derrames de lavas de estructura masiva formando horizontes de hasta 1.5 m de espesor, son de textura microcristalina a porfídica y presentan cristales de feldespatos. En general la composición de la secuencia volcánica es félsica, frecuentemente se presentan fracturas rellenas de epidota y diseminación de minerales de clorita (Almazán, 1988).

En el área de estudio (Figura 7), los afloramientos de la unidad se encuentran ampliamente distribuidos en la porción oriental, conformando las porciones de mayor relevancia topográfica. De acuerdo con la cartografía geológica publicada por el INEGI (1977), dichas exposiciones están representadas por derrames de lavas y acumulaciones de material piroclástico de composición intermedia [K(a-Ti)].

Fm. Rosario (Cretácico Superior, Krm, Kscg). La Fm. Rosario descansa discordantemente sobre la Fm. Alisitos. Consiste de sedimentos marinos del Campaniano Tardío-Maastrichtiano Temprano (Abbott et al., 1993) y muestra cambios de facies de continental a marino profundo. Contiene fósiles marinos, está pobremente consolidada y poco deformada por los esfuerzos tectónicos. Yeo (1984) la dividió en tres miembros. El miembro inferior consiste de areniscas masivas con foraminíferos y otras especies minoritarias y algunos conglomerados. El Miembro medio es una arenisca de grano medio a fino, color pardo claro. Los granos están bien seleccionados y varían de subangulosos a subredondeados. Las areniscas están interestratificadas con lutitas y lodolitas.

**Tomo III. Plan Maestro de Manejo del Acuífero de San Simón,
Municipio De Ensenada, B. C.**

También son frecuentes algunos estratos de conglomerados. El miembro Superior consiste en un conglomerado polimíctico de color pardo-blanco, que intemperiza a pardo rojizo y se caracteriza por su gradación inversa. Los fragmentos están bien redondeados, mal seleccionados y bien consolidados en una matriz arenosa rica en cuarzo que se diferencia de la del miembro medio por su menor contenido de biotita. En su parte inferior se intercala con areniscas y en menor proporción con lodositas (Cruz y Delgado, 2000).

En el área de estudio (Figura 7), esta unidad está expuesta en la costa del Océano Pacífico, en donde ha sido modelada conforme a terrazas marinas y aparece surcada por innumerables corrientes de cauces con paredes verticales y por cárcavas (INEGI, 1977).

Cenozoico

Terciario superior marino (Plioceno, Tpm). Se trata de depósitos de sedimentos que se distribuyen a lo largo de la margen occidental de la Sierra San Miguel y que conforman las mesetas desarrolladas en la parte central del área de estudio. La unidad está constituida por areniscas litorales y conglomerados, sus fragmentos se derivan del intemperismo de rocas ígneas y sedimentarias más antiguas que conforman los terrenos ubicados inmediatamente al este de la zona costera; presentan estructura masiva, con un grado bajo de fracturamiento. Esta unidad comúnmente se presenta cubriendo a las rocas de origen marino de la Fm. Rosario y ocasionalmente, como sucede en el extremo noroeste del área estudiada, a la secuencia de la Fm. Alisitos. El espesor estimado para esta unidad, en la zona de estudio, difícilmente supera los 50 m (SIIDSA, 2006).

Terciario Superior Continental (Plioceno, Tpm). Bajo este nombre se agruparon los depósitos de talud que se distribuyen sobre las unidades preterciarias que conforman las zonas de topografía elevada. Están conformados por conglomerados de rocas ígneas, los fragmentos mayores se encuentran soportados por una matriz areno-arcillosa, son de estructura masiva y al intemperizarse tienden a formar bloques, su fracturamiento es escaso y presentan buena compactación. Son materiales granulares producto de la denudación de rocas preexistentes que se encuentran consolidados, formando frecuentes lomeríos sobre los flancos de la sierra y sobre la base de las mismas (SIIDSA, 2006).

En el área de estudio (Figura 7) ambas unidades pliocénicas cubren discordantemente a los materiales del Cretácico superior, presenta morfología de lomeríos y de terrazas marinas sobre la costa del Océano Pacífico y frecuencia observan intemperismo diferencial (INEGI, 1977).

Cuaternario

Cuaternario marino (Pleistoceno, Qd). Gastil (1975) determinó depósitos cuaternarios de origen marino en la costa occidental del Estado de Baja California. La unidad fue estudiada en 1944 por Hertlein (en Gastil, op. cit.), reportando como principal característica, un paquete de areniscas y conglomerados con alteraciones ferruginosas de color rojo intercalado con

**Tomo III. Plan Maestro de Manejo del Acuífero de San Simón,
Municipio De Ensenada, B. C.**

areniscas fosilíferas y coquinas. En el área de estudio (Figura 7), estos materiales se distribuyen en la zona de la planicie, en ocasiones cubierta por materiales aluviales recientes o conformando pequeñas mesetas.

Depósitos recientes.

Con este término se denomina a los depósitos más jóvenes que se distribuyen sobre las zonas topográficamente bajas y que están representados por aluviones (Qal), materiales de origen fluvial (Qf), eólico (Qeo), litoral (Ql) y palustre (Qpa). En los párrafos siguientes se hace una descripción de cada uno de los componentes que integran los depósitos recientes.

Depósitos aluviales (Qal) y fluviales (Qf). Los depósitos de origen aluvial están compuestos por materiales que son producto de la denudación de rocas preexistentes. Se encuentran distribuidos en zonas de pie de monte y en los lechos de causes de ríos, arroyos y zonas topográficamente bajas, formando en ocasiones estructuras de abanicos aluviales. Están constituidos principalmente por intercalaciones de gravas y arenas con horizontes de arcilla y limo, generalmente el material está mal clasificado, inconsolidado o con escasa compactación. Se encuentran distribuidos por toda el área de estudio cubriendo a las rocas más antiguas por medio de discordancias angulares y petrológicas. Los sedimentos presentan variaciones en cuanto a textura, estructura, color, etc., dependiendo de la forma de depósito; por lo que se dan zonas muy arenosas como las localizadas en los arroyos San Simón o muy conglomeráticas en las zonas adyacentes a la Sierra San Miguel. Según se aprecia en los cortes litológicos de los pozos perforados en la zona, los espesores varían entre 30 y 60 metros (SIIDSA, 2006).

Depósitos eólicos (Qeo). Son materiales que conforman dunas y que comúnmente se distribuyen en las porciones cercanas a la línea de costa o en zonas topográficamente más bajas, como es el caso de la parte sur de los afloramientos de basalto que bordean a las bahías Santa María y Falsa. Están constituidos por granos de arena cuarzofeldespática, de granos bien clasificados, subredondeados y de tamaño medio a grueso, la presencia de estratificación cruzada es frecuente y son de nula a escasa compactación. El espesor de estos sedimentos raramente alcanza los 20 m de espesor (SIIDSA, 2006).

Depósitos litorales (Ql). Esta unidad representa a los depósitos recientes de playa y está constituida por arenas de grano fino a medio de cuarzo, de feldespato, de líticos y fragmentos de conchas; las arenas son, generalmente, subredondeadas con fragmentos de conchas de organismos recientes. La unidad está expuesta (Figura 7) en afloramientos angostos sobre algunas porciones de la línea de costa (INEGI, 1977).

Depósitos palustres (Qpa). Están constituidos por una alternancia de arcillas, limos y arenas en estratos delgados sin consolidar que se depositaron en ambiente reductor. La unidad se caracteriza por su gran contenido orgánico que le imprime un color oscuro y olor fétido. Se localiza en los márgenes de bahías y tiene una morfología de lomeríos (INEGI, 1977).

Rocas Ígneas

Mesozoico

Rocas ígneas intrusivas (Cenomaniano). En la región de Baja California afloran abundantes cuerpos de rocas intrusivas que pertenecen al Clan del Granito. Dichos cuerpos se han considerado como pertenecientes al cinturón orogénico denominado Cordillera Norte Americana, mismo que se estableció durante el Mesozoico. Dentro del área de estudio, esta unidad se presenta intrusionando a la secuencia volcanosedimentaria de la Fm. Alisitos y junto con dicha unidad, conforman las partes más elevadas de la región (no se observa en la Figura 12). Los afloramientos de estas rocas muestran una estructura masiva, están fuertemente fracturadas y su intemperismo es en forma de bloques (INEGI, 1977). La estructura cristalina de estos materiales está constituida por minerales primarios como plagioclasas, cuarzo, feldespatos potásicos, biotita, hornblenda, augita, hiperstena; en ocasiones se observó muscovita, apatita, zircón y esfena. Como minerales secundarios se determinó la presencia de clorita, epidota y sericita; algunas muestras reportan ilmenita, óxidos de hierro, ferrosilita, enstatita y wollastonita (Gastil, 1975). Las asociaciones y porcentaje de minerales determinó una predominancia de tonalitas y granodioritas, siendo los granitos los que están menos desarrollados. La edad de estas rocas se ha establecido en el Albiano-Cenomaniano (120 a 100 m.a) (Gastil, op.cit.).

V.5.2. Unidades Hidrogeológicas.

El acuífero de San Simón se compone principalmente de sedimentos no consolidados de granulometría fina a gruesa (arcillas a arenas), con espesores variados de 80 a 200 m de profundidad (CNA, 2006b). Subyaciendo al relleno aluvial se encuentra el basamento hidrogeológico conformado por material terciario consolidado (areniscas y conglomerados) con escaso fracturamiento en la parte superior, así como también por material volcánico basáltico cuaternario sin fracturas. Los materiales del subsuelo se han clasificado en las siguientes unidades hidroestratigráficas (SIIDSA, 2006):

1. Unidad permeable. Depósitos granulares finos a gruesos, no consolidados, de media a alta conductividad hidráulica. Son compuestos por materiales sedimentarios continentales de origen fluvial, aluvial y lacustre aunque, en algunos sitios, incluye capas de roca alterada y sedimentos provenientes de la Fm. Rosario. Integran la porción superior de los rellenos de valle y constituyen el acuífero de San Simón.
2. Unidad semipermeable. Esta unidad agrupa un paquete de depósitos sedimentarios y vulcanosedimentario formado por arenas, arcillas, materiales gruesos y secuencias volcánicas cretácicas. Su origen va desde ambientes netamente continentales hasta de origen mixto o marino. Su conductividad hidráulica es de media a baja y se debe principalmente al fracturamiento o porosidad secundaria. Muestra una amplia distribución en el área de estudio y representa un alto interés geohidrológico ya que la presencia de este horizonte indica el límite de alta productividad de la zona acuífera.

**Tomo III. Plan Maestro de Manejo del Acuífero de San Simón,
Municipio De Ensenada, B. C.**

3. Unidad impermeable. Rocas ígneas de baja conductividad hidráulica.- Están representadas principalmente por el cuerpo batolítico de composición félsica que aflora en la parte oriental del área de estudio, así mismo se incluyen los derrames volcánicos cretácicos.

V.5.3. Funcionamiento del sistema acuífero.

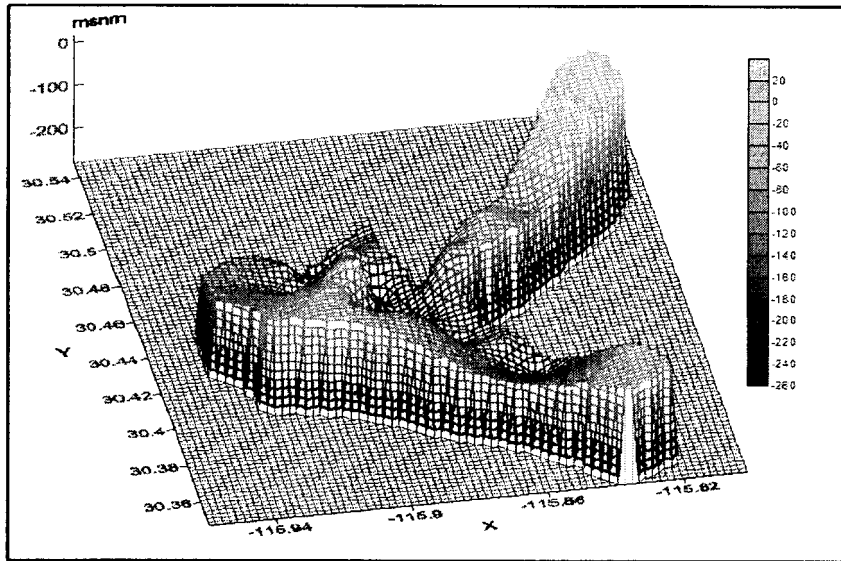
El acuífero San Simón cubre un área de 98 km², es de tipo libre (área de explotación), se compone principalmente de depósitos no consolidados de granulometría fina a gruesa (arcillas a arenas), con espesores que varían de 40 a 200 m. A lo largo del cauce y la zona del delta estos depósitos varían en origen y estructura, siendo más frecuentes los sedimentos fluviales (arrastre de los escurrimientos fluviales) con espesores variables. Los sedimentos de origen lacustre (por depósito de arcillas) se concentran hacia la zona sur de la planicie costera en donde no tiene influencia los escurrimientos del arroyo San Simón. La principal fuente de recarga del acuífero (agua dulce) es el flujo subterráneo proveniente de los subálveos del arroyo, aguas arriba del cañón, que descargan donde éste inicia (SIIDSA, 2006).

Subyaciendo a estos rellenos se encuentra el basamento hidrogeológico. Éste está compuesto por rocas de orígenes diversos cuyo funcionamiento en el sistema subterráneo es similar, es decir, sirven de límite inferior del acuífero. La topografía del basamento es irregular, presentando altos en la zona más alejada el cañón de San Simón y en la zona costera y centro de la zona de la planicie (sur del poblado de José María Morelos), con elevaciones de -60 msnm (SIDSA, 2006). La Figura 8 es una representación de la elevación del basamento en el área de explotación.

Los parámetros del acuífero varían de acuerdo con la granulometría de la zona, la cual se puede dividir en: el cañón de San Simón, la zona del delta del arroyo San Simón y la zona de la planicie costera sin influencia del arroyo (sur del acuífero). En la zona aguas arriba del cañón, el pozo CNA-10 tiene valores de transmisividad altos (0.043 m²/s) y coeficiente de almacenamiento (rendimiento específico) de 0.1. En la zona de Nueva Odisea, se tienen valores de transmisividad bajos (0.002 m²/s) y coeficiente de almacenamiento de 0.01. En la zona de la planicie costera, influenciada por el delta del arroyo San Simón, la granulometría es media a gruesa por lo que sus características hidráulicas son favorables para la explotación. En esta zona los valores de transmisividad varía de 0.026 a 0.0352 m²/s. Para la franja de la planicie costera, que esta influenciada por los escurrimientos del arroyo y por la zona de inundación marina, los valores de ambos coeficientes son intermedios. En este acuífero no existen descarga a manantiales así como tampoco flujo base ni escurrimientos superficiales (SIIDSA, 2006).

**Tomo III. Plan Maestro de Manejo del Acuífero de San Simón,
Municipio De Ensenada, B. C.**

Figura 12. Elevación de la superficie del basamento.



Fuente: SIIDSA (2006).

V.5.4. Caracterización de los aprovechamientos e hidrometría.

De acuerdo con el último censo de aprovechamientos (2004 y actualizado en 2006) existen en acuífero un total de 370 obras de las cuales hay 244 inactivas y 126 obras activas (Figura 13). De las obras activas 104 son de uso agrícola, 3 de agua potable, 10 doméstico y 8 de diversos (SIIDSA, 2006). Sin embargo, el Registro Público de Derechos de Agua 2007 (REPDA) del acuífero de San Simón enlista únicamente 153 aprovechamientos de uso agrícola o mixto, 8 de doméstico, 4 de público urbano, 1 de pecuario y 1 de uso industrial.

La estimación de los volúmenes de extracción se obtuvo, en la mayoría de los casos, mediante el aforo del caudal de cada uno de los pozos en las pruebas de bombeo. En algunos otros casos, se estimó a partir de la superficie sembrada, el tipo de cultivo, el gasto y tiempo de riego reportados por el usuario. Del acuífero de San Simón se extrajeron en 2006 un total de 23.32 Mm³ de agua, aunque el promedio estimado a partir de balances de tres años arroja un valor de 22.17 Mm³/año (CNA, 2006b). El detalle del volumen de extracción determinado para cada aprovechamiento censado se presenta en el Anexo A.

**Tomo III. Plan Maestro de Manejo del Acuífero de San Simón,
Municipio De Ensenada, B. C.**

Figura 13. Localización de los principales aprovechamientos de agua subterránea

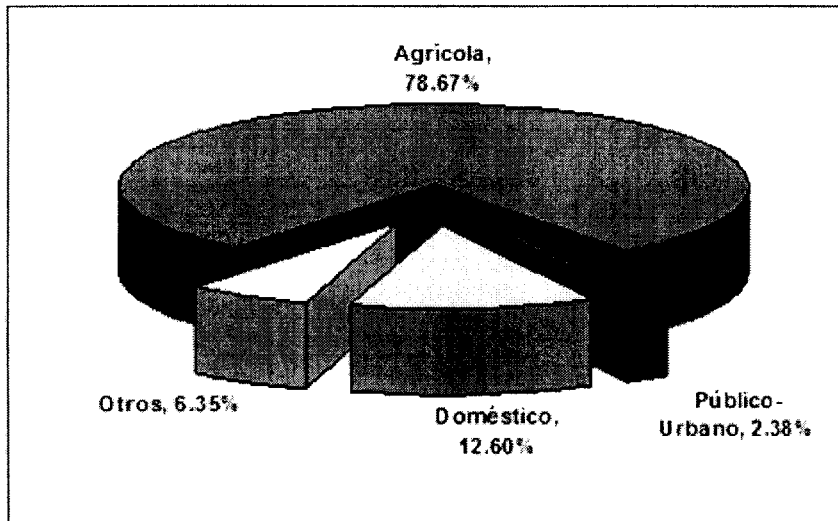


Fuente SIIDSA, (2006).

V.5.5. Uso del agua subterránea.

La estimación de los volúmenes de extracción se obtuvo, en la mayoría de los casos, mediante el aforo del caudal de cada uno de los pozos en las pruebas de bombeo. En algunos otros casos, se estimó a partir de la superficie sembrada, el tipo de cultivo, el gasto y tiempo de riego reportados por el usuario. Del acuífero de San Simón se extrajeron en 2006 un total de 23.32 Mm³ de agua (CNA, 2006b), de los cuales la cantidad que correspondió al uso público-urbano fue de 0.55 Mm³, lo que equivalente a un 2.38%; el equivalente a un 12.6%, 2.94 Mm³, se destinaron a uso doméstico; un 6.35% fue para usos diversos, lo que representa a un volumen de extracción de 1.48 Mm³, el restante 78.67%, o sea 18.34 Mm³ se asignaron a actividades agrícolas (Figura 14).

Figura 14. Usos del agua subterránea en el Valle de San Simón



Fuente: CNA (2006b)

V.5.6. Comportamiento piezométrico.

El comportamiento de los niveles piezométricos de un acuífero libre determina la dirección general del flujo subterráneo. Dicho flujo es provocado por los gradientes hidráulicos que se presentan en la superficie del acuífero debido principalmente a: (1) la dinámica de recarga y de descarga, tanto natural como inducida, que domina al sistema y (2) las variaciones en las propiedades hidrológicas de los materiales que conforman a dicho acuífero.

En el acuífero de San Simón se han medido los niveles piezométricos desde 1974, sin embargo, la información contenida en las bases de datos presenta inconsistencias en la nomenclatura utilizada para identificar los aprovechamientos (CNA, 2006b). No obstante, tomando como base el censo 2004 se ha hecho un examen piezométrico de los años más recientes (CNA, 2006b; SIIDSA, 2006). El Cuadro 3 compila los datos utilizados para los análisis de la variación en la elevación de los niveles estáticos y de la evolución general del acuífero. El análisis de la evolución en la profundidades promedio del nivel estático fue hecho tomando una serie del tiempo más larga (SIIDSA, 2006 material anexo).

**Tomo III. Plan Maestro de Manejo del Acuífero de San Simón,
Municipio De Ensenada, B. C.**

Cuadro 3: Datos piezométricas de pozos para 1994, 2004 y 2006.

Pozo	Longitud	Latitud	Cota	Profundidad	Elevación Nivel Estático		
	(°)	(°)	(msnm)	(msnm)	1994	2004	2006
105-CNA	-115.90	30.43	10.57	14.48	--	-3.91	-4.71
10-CNA	-115.82	30.49	51.28	21.88	--	--	29.40
178-B-P	-115.84	30.46	33.36	26.3	--	--	7.06
CNA-11	-115.82	30.49	51.28	29.85	--	21.43	29.49
CNA-110	-115.85	30.38	11.43	11.9	--	-0.47	--
CNA-118	-115.86	30.44	22.47	24.48	--	-2.01	9.21
CNA-123-B	-115.82	30.40	11.04	7.2	--	3.84	--
CNA-124-A	-115.85	30.46	28.58	32.54	--	-3.96	--
CNA-124-B	-115.84	30.38	15.92	11.42	--	4.50	--
CNA-13	-115.82	30.49	49.22	29.6	--	19.62	28.42
CNA-153	-115.82	30.49	54.67	28.4	--	26.27	--
CNA-25	-115.85	30.45	24.33	28.7	--	-4.37	--
CNA-25-E	-115.90	30.43	9.93	16.89	--	--	-6.96
CNA-26-E	-115.90	30.43	9.95	17.79	--	--	-7.84
CNA-5	-115.82	30.50	54.72	26.33	--	28.39	--
CNA-66 / 536	-115.86	30.44	13.55	26.93	--	-13.38	--
CNA-68	-115.88	30.43	16.57	27	--	--	-10.43
CNA-P-32	115.8310	30.4734	41.8	28.7	--	13.10	18.98
N-132-CNA	-115.91	30.44	12.47	8.96	--	3.51	--
n-300	-115.89	30.45	18.22	8.5	9.72	--	--
n-315	-115.89	30.40	6.11	9.5	-3.39	--	--
n-444	-115.89	30.40	4.27	5.36	-1.09	--	--
n-662	-115.90	30.42	7.18	3.73	3.45	--	--
P-10	-115.82	30.49	49.13	30.3	--	18.83	28.90
P-104	-115.91	30.41	4.04	5	--	-0.96	--
P-115-CNA	-115.91	30.41	4.08	2.8	--	1.28	--
P-131-A-CNA	-115.91	30.44	9.94	6.83	--	3.11	--

**Tomo III. Plan Maestro de Manejo del Acuífero de San Simón,
Municipio De Ensenada, B. C.**

Pozo	Longitud	Latitud	Cota	Profundidad	Elevación Nivel Estático		
	(°)	(°)	(msnm)	(msnm)	1994	2004	2006
P-135-CNA	-115.90	30.44	15.33	11.75	--	3.58	--
P-160	-115.88	30.43	15.83	22.8	--	-6.97	--
P-180-B	-115.85	30.46	30.41	31.7	--	-1.29	--
P-19	-115.83	30.49	48.81	31.9	--	16.91	--
P-29-A	-115.83	30.48	46.52	29.03	--	17.49	--
P-2-CNA	-115.82	30.50	53.86	30.26	23.60	23.60	30.00
p-298	-115.90	30.45	17.93	3.6	14.33	--	--
P-31	-115.83	30.47	41.8	22.82	--	--	18.98
P-31-B	-115.83	30.47	39.8	28	--	11.80	--
p-310	-115.88	30.42	11.75	4.95	6.80	--	--
p-337	-115.86	30.44	21.78	15.2	6.58	--	--
p-343	-115.84	30.47	36.64	20.43	16.21	--	--
P-356-CNA	-115.90	30.43	10.38	15.71	--	--	-5.33
P-51-CNA	-115.90	30.44	16.05	12.7	--	3.35	--
P-515	-115.85	30.38	5.72	9.76	--	--	-4.04
P-59 / 320	-115.88	30.43	16.72	23.1	--	-6.38	--
P-6	-115.81	30.51	53.92	29.9	24.02	24.02	30.00
P-60-R / 323	-115.88	30.43	16.72	22.9	--	-6.18	--
P-67	-115.87	30.44	19.34	25.8	--	-6.46	-7.10
P-69	-115.87	30.44	16.97	25.24	--	--	-8.27
P-72	-115.83	30.49	48.86	24.7	--	24.16	--
P-771	-115.85	30.38	5.68	7.95	--	--	-2.27
P-79-CNA	-115.90	30.42	10.69	12.3	--	-1.61	--
P-CNA-100	-115.85	30.38	10	12.96	--	-2.96	--
P-CNA-20-E	-115.89	30.43	13.86	21.15	--	--	-7.29

Fuente: SIIDSA (2006)

La evolución del nivel estático desde 1994 hasta 2006 se observa en la Figura 15. En la mayor parte del acuífero dicha evolución es negativa, es decir, en un lapso de 12 años el cono de abatimiento ubicado a la salida del cañón del arroyo San Simón ha creado una disminución de los niveles estáticos que sobrepasa los 16 m. Con la excepción de las zonas altas del cañón, en donde se observa un incremento de 8 m, la evolución piezométrica del acuífero está claramente controlada por la dinámica de extracción/recarga del agua subterránea en el área de los Pinos. Dicha recarga no ha sido capaz de revertir los efectos de la extracción por bombeo, misma que ha resultado excesiva para la capacidad del acuífero, provocando la intrusión marina que se manifiesta como un incremento

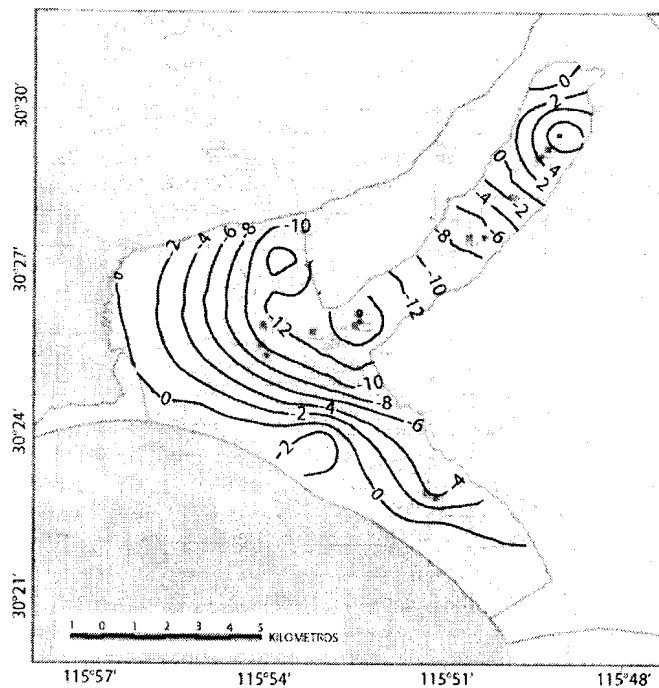
**Tomo III. Plan Maestro de Manejo del Acuífero de San Simón,
Municipio De Ensenada, B. C.**

de más de 3 m en los niveles estáticos en una porción de la zona costera. De acuerdo con este análisis, el volumen del acuífero ha decrecido 384.19 Mm³ en los 12 años (SIIDSA, 2006), lo que representa un abatimiento promedio de 0.5 m anuales en el periodo de 1994 a 2006.

V.5.7. Calidad del agua subterránea.

La distribución de sólidos totales disueltos (STD) en el acuífero de San Simón en el 2006 se presenta en la Figura 16. Para efectos prácticos la concentración de STD representa a la salinidad del agua. El agua marina contiene un promedio de 35,000 mg/L de STD mientras que, el agua dulce se considera lo suficientemente diluida como para ser potable, es decir, por debajo de 1,000 mg/L de STD. Por su parte, el agua salobre es demasiado salina para ser potable pero significativamente menos salada que el agua de

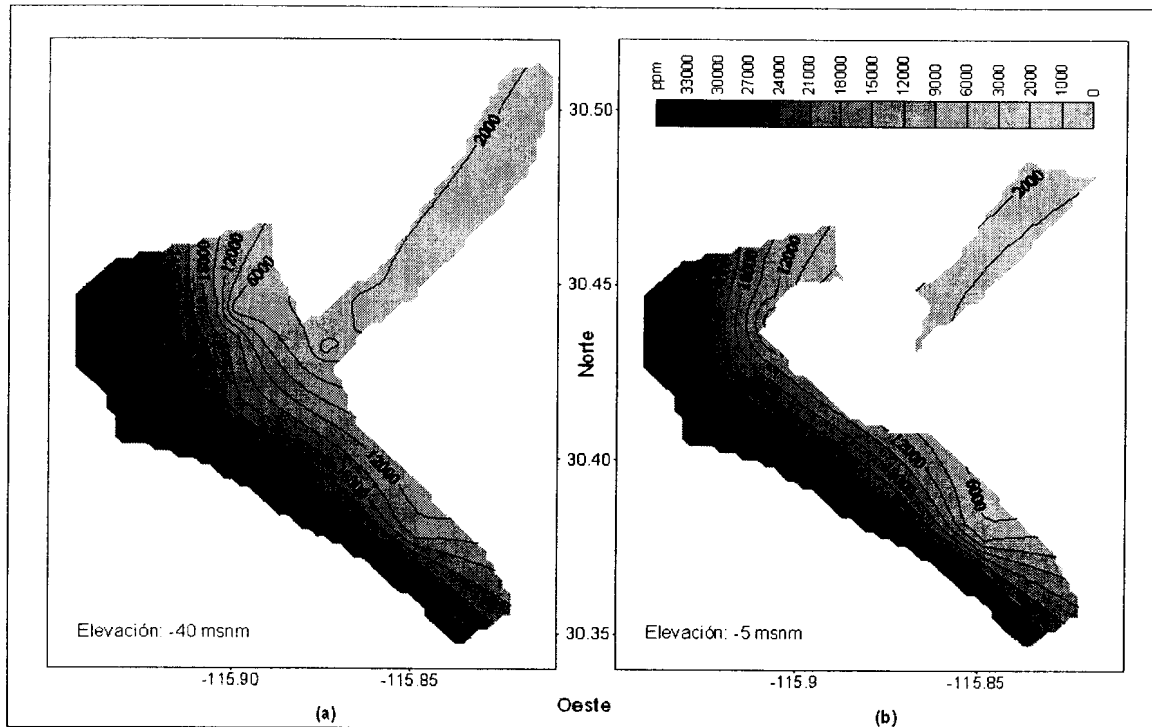
Figura 15. Evolución de los niveles estáticos durante el periodo 1994-2006.



Fuente: Modificado de SIIDSA (2006)

**Tomo III. Plan Maestro de Manejo del Acuífero de San Simón,
Municipio De Ensenada, B. C.**

Figura 16. Distribución de STD en 2006. (a) -40 msnm y (b) -5 msnm.



Fuente: Modificado de SIIDSA (2006).

La concentración de STD varía desde menos de 1,000 mg/L, en las partes altas del cañón hasta más de 33,000 mg/L, en la margen costera. Esta misma distribución de las concentraciones se conserva a diversas elevaciones del acuífero, desde los -40 msnm hasta la cota cero (SIIDSA, 2006 no mostrado), como se ejemplifica en los isocontornos de la Figura 16. Los menores contenidos se ubican dentro del cañón del arroyo San Simón, a donde no ha llegado la influencia del agua de mar debido al cono de abatimiento que actúa como barrera de flujo. Estas concentraciones alcanzan los 3,000 mg/L, valores que incluyen los efectos de la interacción agua-roca y que amplían el margen local de salinidad de las aguas dulces del acuífero de esta región.

Por otro lado, la planicie costera muestra los efectos de la intrusión marina en un gradiente de salinidad que va desde los valores típicos del agua de mar hasta menos de 6,000 mg/L al interior del continente. Para el análisis de mezclas agua marina-agua dulce se asume la inalterabilidad del ion cloruro (Cl-) (Custodio y Llamas, 1983). Los cloruros son los principales componentes del agua de mar por lo que se espera que, en el caso del acuífero de San Simón, guarden una relación proporcional y mayoritaria con los STD. También se asume que el contenido de STD del agua dulce refleja cualquier efecto de la interacción agua-roca, por lo que quedan descartadas otras reacciones que alteren al coeficiente de proporcionalidad. Así pues, la concentración de STD viene a sustituir a los cloruros en la relación de mezclas (Custodio y Llamas, 1983).

**Tomo III. Plan Maestro de Manejo del Acuífero de San Simón,
Municipio De Ensenada, B. C.**

El Cuadro 4 muestra el porcentaje de agua marina que constituye al agua subterránea local dependiendo de su contenido de sales.

Cuadro 4: Resultados de la relación de mezclas agua dulce – agua marina.

STD (mg/L)	3,000	6,000	9,000	12,000	15,000	18,000	21,000	24,000	27,000	30,000	33,000	35,000
% Agua marina	0.0	9.4	18.8	28.1	37.5	46.9	56.3	65.6	75.0	84.4	93.8	100.0

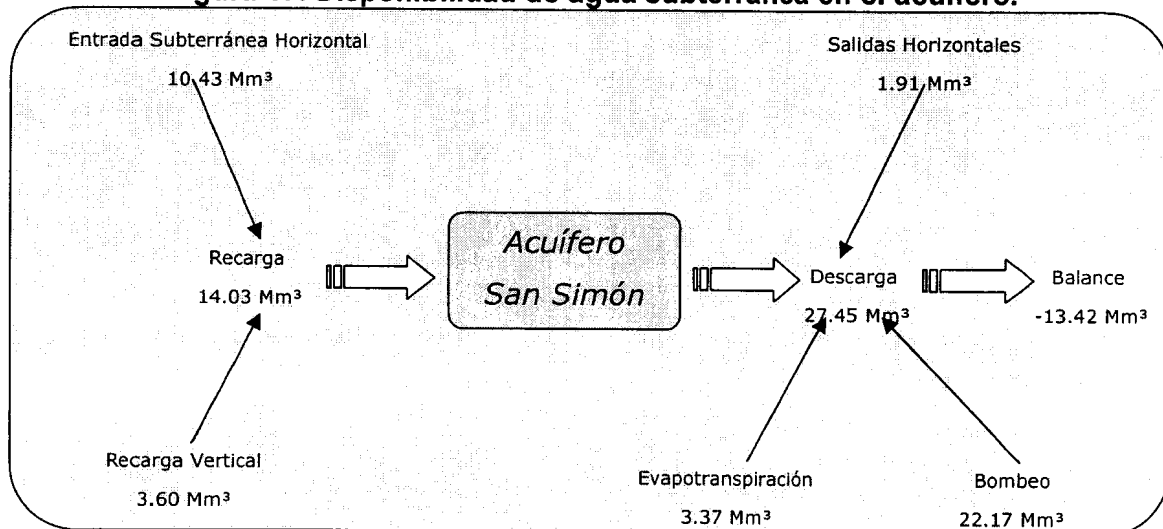
Fuente: Elaboración propia.

El análisis de la Figura 16 indica que el agua dulce (STD <3,000 mg/L) se localiza exclusivamente en el área del cañón de San Simón. Por su parte, la planicie costera alberga una pluma de intrusión marina (20,000 < STD < 35,000 mg/L) que cubre una franja de entre 2 y 4 km a partir de la línea de costa. El resto de la planicie contiene agua salobre de diferentes calidades (3,000 < STD < 20,000 mg/L) hasta la entrada del cañón.

V.5.8. Condiciones de explotación del agua subterránea.

Siguiendo la metodología para calcular la disponibilidad media anual de agua subterránea en una unidad hidrológica o acuífero (NOM-011-CNA-2000), se estableció la condición hidrológica del acuífero de San Simón para el año 2006 (Figura 17). La recarga total media anual, la que corresponde a la suma de todos los volúmenes que ingresan al acuífero, se reportó en 14.04 Mm³. Mientras tanto, la descarga natural comprometida, conformada por las salidas directas al mar y la evapotranspiración, se estimó en 5.28 Mm³. Por lo tanto, la diferencia entre estos dos valores o rendimiento permanente del acuífero de San Simón fue de 8.76 Mm³ (CNA, 2006b).

Figura 17: Disponibilidad de agua subterránea en el acuífero.



Fuente: CNA (2006)

**Tomo III. Plan Maestro de Manejo del Acuífero de San Simón,
Municipio De Ensenada, B. C.**

Por otro lado, el volumen anual de extracción de acuerdo con los títulos de concesión inscritos en el Registro Público de Derechos de Agua (REPDA) de la Subdirección de Administración del Agua, con fecha del 31 de mayo de 2006, totaliza 24,834,692 m³/año. La diferencia entre el volumen concesionado y el rendimiento permanente del acuífero da como resultado la disponibilidad de agua subterránea para nuevas concesiones. En este caso específico, la disponibilidad resulta en -16.075 Mm³ para 2006, lo que indica que no se cuenta con volúmenes disponibles para una mayor extracción e incluso, revela el potencial estado de sobreexplotación del acuífero. La situación se torna aún más seria cuando se toma en consideración que una parte importante del acuífero ha sido reemplazada por agua marina, la que enmascara el probable estado de desequilibrio dinámico y químico del acuífero.

V.6. Agua Superficial.

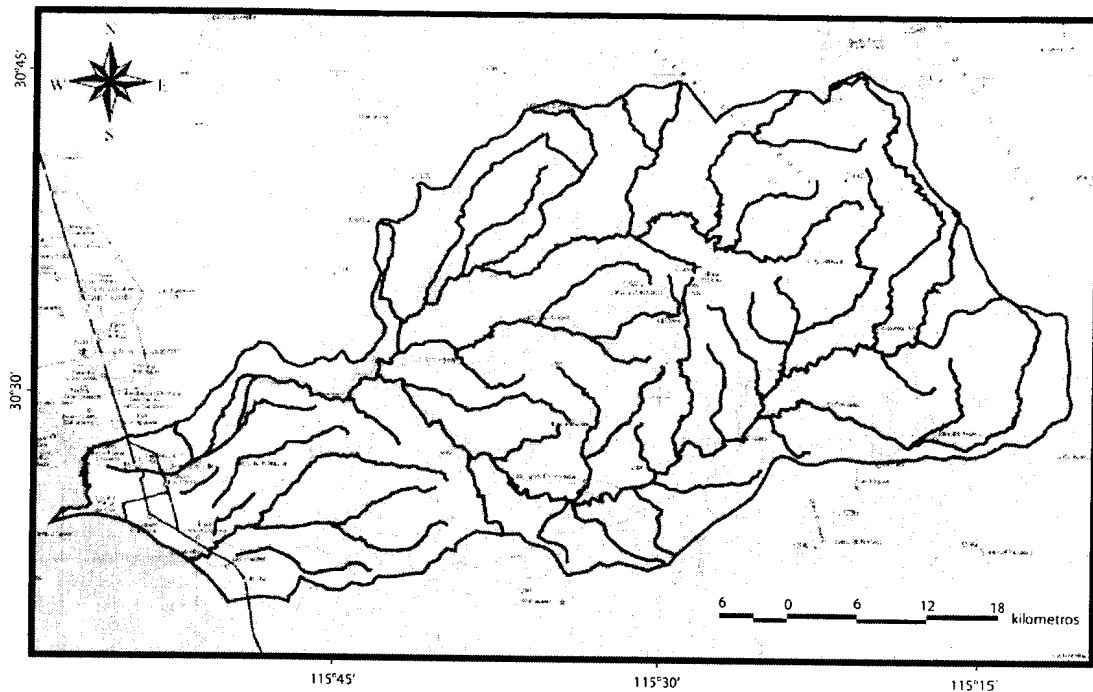
V.6.1. Hidrografía

El acuífero de San Simón se localiza en la Región Hidrológica No. 1, Baja California Noroeste, dentro de la cuenca Arroyo La Escopeta-Cañón de San Fernando. A dicha cuenca le corresponde un cauce de poca importancia conocido como arroyo La Escopeta, cuya longitud es de 115 km y tiene una dirección general este-oeste. En el tramo medio de su recorrido pasa por la Misión de San Fernando e incluye a las subcuencas cañón de San Fernando, cañón de San Vicente, arroyo del Rosario, arroyo del Socorro, arroyo San Simón y arroyo La Escopeta. El límite sur de la región hidrológica lo marca el cañón de San Fernando. No existen estaciones hidrométricas a lo largo del recorrido de esta red hidrológica (SIIDSA, 2006).

El arroyo San Simón tiene un área de drenaje de 1,600 km² y es el resultado de la unión de otros dos arroyos, El Caballito y Agua Escondida, los cuales confluyen a 5 km al suroeste del poblado Los Aguajes. Este arroyo atraviesa el cañón del mismo nombre y, siendo una corriente de régimen torrencial, permanece seca durante todo el año, aunque llegan a presentarse torrentes violentos durante las épocas de lluvia. El arroyo de San Simón descarga en la bahía de San Quintín solo cuando existen precipitaciones que generan escurrimientos en cantidades suficientes. Numerosas obras de captación aprovechan las aguas subterráneas a lo largo de su cauce y en la planicie costera (CNA, 2006b).

**Tomo III. Plan Maestro de Manejo del Acuífero de San Simón,
Municipio De Ensenada, B. C.**

Figura 18. Cuenca hidrográfica arroyo La Escopeta-Cañón de San Fernando.



Fuente: SIIDSA (2006)

La cuenca del arroyo San Simón dispone de un promedio de 162.2 mm de precipitación anual y cuenta con un área de 1600 km², lo que genera un volumen de captación de 259.5 Mm³ de agua. Se ha estimado un coeficiente promedio de escurrimiento de 0.056 (CNA, 2006) lo que genera un escurrimiento promedio y una disponibilidad de agua superficial en la cuenca de 14.53 Mm³/año. A la fecha, no se han llevado a cabo estudios relacionados con la calidad del agua superficial.

**Tomo III. Plan Maestro de Manejo del Acuífero de San Simón,
Municipio De Ensenada, B. C.**

V.8. Costos del agua (económicos-ambientales).

El Cuadro 5 presenta los resultados de la evaluación de impactos y sus costos económico ambientales de la sobreexplotación comparando con los beneficios de la misma.

Los costos económico ambientales totalizan \$3,069 millones pesos de 2005 de los cuales el 57% se atribuye a la pérdida de áreas de cultivo, el 21% se atribuye al impacto de la disminución de la reserva estratégica y el 20% a la intrusión salina. Es evidente que ante la esperanza de una ganancia adicional de \$2,106 millones de pesos de la sobreexplotación sobre el escenario sustentable el resultado es una pérdida de \$962 millones de pesos por el impacto de los costos económicos ambientales. La última columna refleja que a partir del 2014 cuando el abatimiento permite la intrusión salina no se presenta un beneficio neto positivo.

Cuadro 5: Costos y Beneficios de la Sobreexplotación (pesos de 2005).

año	Var. costo Electricidad total	Modificación de pozos	Consumo adicional de electricidad	Impacto de la disminución de la reserva	Impacto de pérdida de áreas de cultivo	impacto por intrusión salina	Total de costos de la sobreexplotación	Beneficios Brutos de la Sobreexplotación	Beneficios netos de la Sobreexplotación
2007	\$349,160	\$122,878	\$60,822	\$22,668,843	\$0	\$0	\$23,201,704	\$72,659,962	\$49,458,259
2008	\$269,755	\$138,060	\$67,868	\$16,084,503	\$0	\$0	\$16,560,186	\$51,555,316	\$34,995,131
2009	\$467,991	\$238,549	\$83,565	\$27,963,955	\$0	\$0	\$28,754,060	\$89,632,271	\$60,878,211
2010	\$549,846	\$320,392	\$106,478	\$31,485,082	\$0	\$0	\$32,461,798	\$100,918,466	\$68,456,668
2011	\$494,426	\$360,062	\$129,362	\$25,768,551	\$0	\$0	\$26,752,401	\$82,595,390	\$55,842,988
2012	\$451,502	\$393,283	\$151,008	\$21,228,825	\$0	\$0	\$22,224,618	\$68,044,302	\$45,819,684
2013	\$560,218	\$470,282	\$181,747	\$26,644,824	\$0	\$0	\$27,857,071	\$85,404,089	\$57,547,018
2014	\$623,204	\$541,378	\$219,345	\$28,729,665	\$94,603,380	\$33,506,695	\$158,223,668	\$92,086,585	-\$66,137,083
2015	\$609,542	\$589,635	\$256,954	\$25,737,820	\$93,037,343	\$32,952,035	\$153,183,329	\$82,496,888	-\$70,686,440
2016	\$396,439	\$564,766	\$273,354	\$10,494,279	\$37,934,829	\$13,435,786	\$63,099,452	\$33,637,088	-\$29,462,363
2017	\$488,915	\$614,100	\$298,285	\$15,250,798	\$55,128,746	\$19,525,540	\$91,306,385	\$48,883,060	-\$42,423,325
2018	\$396,863	\$610,809	\$312,453	\$8,329,647	\$30,110,094	\$10,664,415	\$50,424,281	\$26,698,839	-\$23,725,442
2019	\$722,407	\$733,300	\$361,943	\$27,478,542	\$99,329,722	\$35,180,675	\$163,806,589	\$88,076,387	-\$75,730,202
2020	\$822,544	\$816,542	\$423,792	\$31,458,836	\$113,717,731	\$40,276,630	\$187,516,075	\$100,834,339	-\$86,681,736
2021	\$888,462	\$895,333	\$494,561	\$32,970,138	\$119,180,804	\$42,211,546	\$196,640,843	\$105,678,485	-\$90,962,358
2022	\$840,489	\$938,598	\$557,770	\$27,301,936	\$98,691,324	\$34,954,566	\$163,284,684	\$87,510,315	-\$75,774,369
2023	\$761,815	\$961,341	\$607,209	\$20,194,330	\$72,998,677	\$25,854,726	\$121,378,098	\$64,728,458	-\$56,649,640
2024	\$957,227	\$1,060,483	\$685,200	\$30,123,700	\$108,891,468	\$38,567,261	\$180,285,338	\$96,554,856	-\$83,730,482
2025	\$1,145,322	\$1,175,605	\$793,402	\$38,890,301	\$140,581,070	\$49,791,108	\$232,376,807	\$124,654,257	-\$107,722,551
2026	\$1,017,630	\$1,202,822	\$875,968	\$27,810,390	\$100,529,292	\$35,605,539	\$167,041,641	\$89,140,054	-\$77,901,587
2027	\$1,315,643	\$1,348,448	\$1,012,689	\$43,162,068	\$156,022,699	\$55,260,235	\$258,121,782	\$138,346,461	-\$119,775,321
2028	\$1,336,096	\$1,431,136	\$1,150,627	\$40,547,056	\$146,569,927	\$51,912,245	\$242,947,087	\$129,964,620	-\$112,982,467
2029	\$1,338,528	\$1,502,869	\$1,284,503	\$36,993,717	\$133,725,278	\$47,362,918	\$222,207,813	\$118,575,176	-\$103,632,637
2030	\$1,443,711	\$1,600,954	\$1,436,981	\$39,772,981	\$143,771,789	\$50,921,199	\$238,947,615	\$127,483,491	-\$111,464,124
Total	\$18,247,736	\$18,631,626	\$11,825,885	\$657,090,786	\$1,744,824,172	\$617,983,120	\$3,068,603,324	\$2,106,159,157	-\$962,444,168

Capítulo VI

Proyecciones (pronóstico)

VI.1 Proyección de la Disponibilidad

Aguas subterránea

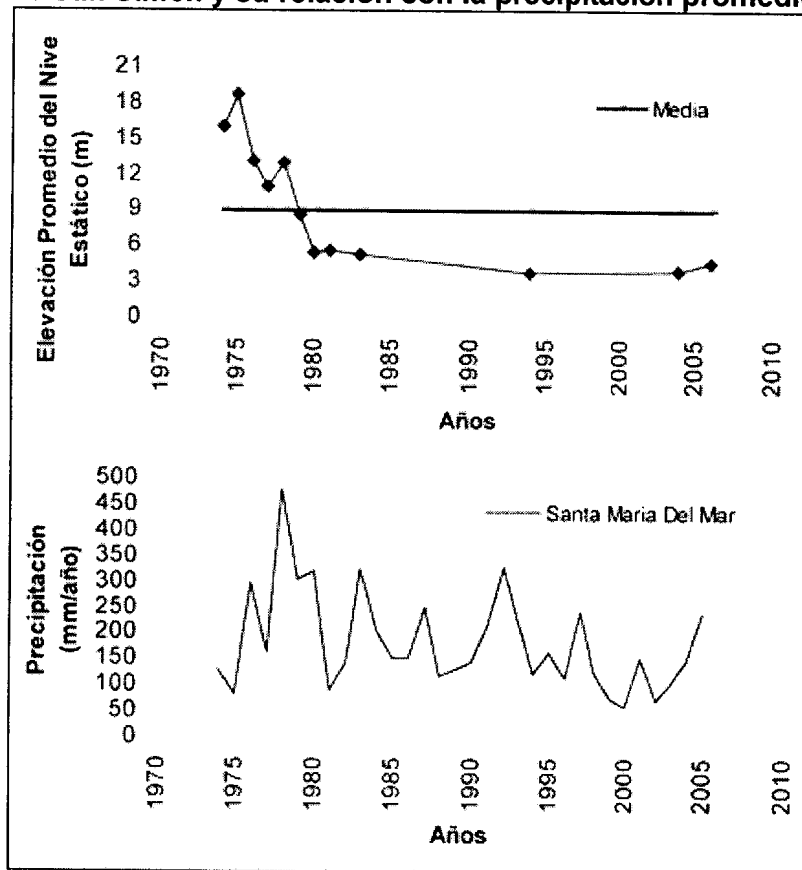
La disponibilidad de agua subterránea en el acuífero de San Simón ha dependido históricamente de la precipitación. Las extracciones para los diversos usos han rebasado la capacidad del acuífero, lo que se ha manifestado con un descenso apreciable en la elevación promedio del nivel estático del acuífero. A diferencia de los otros acuíferos pequeños de la región (UABC, 2008), el acuífero de San Simón no sostiene una dinámica abatimiento-recuperación dependiente del ciclo de lluvias. Por el contrario, los niveles estáticos promedio se han mantenido relativamente constantes desde la década de 1980 mientras que la lluvia ha mantenido sus ciclos relativamente constantes, aunque a la baja. Esto puede deberse, al menos parcialmente, a que el régimen de extracciones sobrepasa a los efectos de la recarga por infiltración de la precipitación e impide la recuperación del acuífero durante los periodos de lluvias extraordinarias. De esta manera se aceptaría que el sistema es completamente controlado por los volúmenes de extracción. Por otro lado, en este acuífero se ha determinado un largo alcance de la infiltración marina (SIID, 2006) aunque no se sabe hasta que punto el agua de mar está contribuyendo con la estabilidad de los niveles estáticos promedio. Un ingreso constante de agua proveniente del océano mantendría un equilibrio en los niveles equipotenciales similar al observado en la Figura 4.1. Los diversos balances muestran un déficit de agua (ver capítulo V), por lo que el acuífero se encuentra fuera de balance y sobreexplotado. El conocimiento de la variables climatológicas es muy importante para conceptualizar los factores de recarga al acuífero, ya que el balance en el ciclo hidrológico natural es quien define los volúmenes de agua excedentes o deficitarios del sistema. En la zona del acuífero la precipitación total anual oscila entre los 100 y 200 mm. Los meses más lluviosos son diciembre (24.2 mm) y enero (23.9 mm) mientras que los más secos son mayo (0.5 mm) y junio (0.1 mm) (INEGI, 2001). La precipitación media anual ha sido reportada en 165 (CNA, 2006) y 195 mm (SIID, 2006).

El acuífero San Simón es de tipo libre y, como ya se ha mencionado, se compone principalmente de sedimentos no consolidados de granulometría fina a gruesa (arcillas a arenas), con espesores variados de 80 a 200 m. La superficie de la cuenca del arroyo San Simón se ha reportado entre 1600 (CNA, 2006; SIID, 2006) y 2125 Km² (CNA, 2006), sin embargo el área de explotación se reduce aproximadamente a 98 km². Los valores de transmisividad varían desde 0.002 hasta 0.043 m²/seg, dependiendo de la zona del acuífero, y el coeficiente de almacenamiento va desde 1 al 10% (SIID, 2006).

**Tomo III. Plan Maestro de Manejo del Acuífero de San Simón,
Municipio De Ensenada, B. C.**

El Registro Público de Derechos de Agua 2007 (REPDA) del acuífero de San Simón incluye 167 aprovechamientos de uso agrícola, doméstico, publico urbano y pecuario. Debido a la falta de sistemas de medición en los pozos de uso agrícola, no se cuenta con registros que detallen los volúmenes de agua extraídos exclusivamente para riego en la región, sin embargo, la CNA (2006) ha reportado una extracción total promedio de 22.17 Mm³/año con 23.32 Mm³ tan solo para el año 2006 (SIID, 2006). De este volumen el 99% se destina al riego agrícola, el 0.5% es para usos urbanos y agua potable y el restante es aplicado en otros usos domésticos.

Figura 19: Variación de la elevación del nivel estático promedio en el acuífero de San Simón y su relación con la precipitación promedio en la zona.



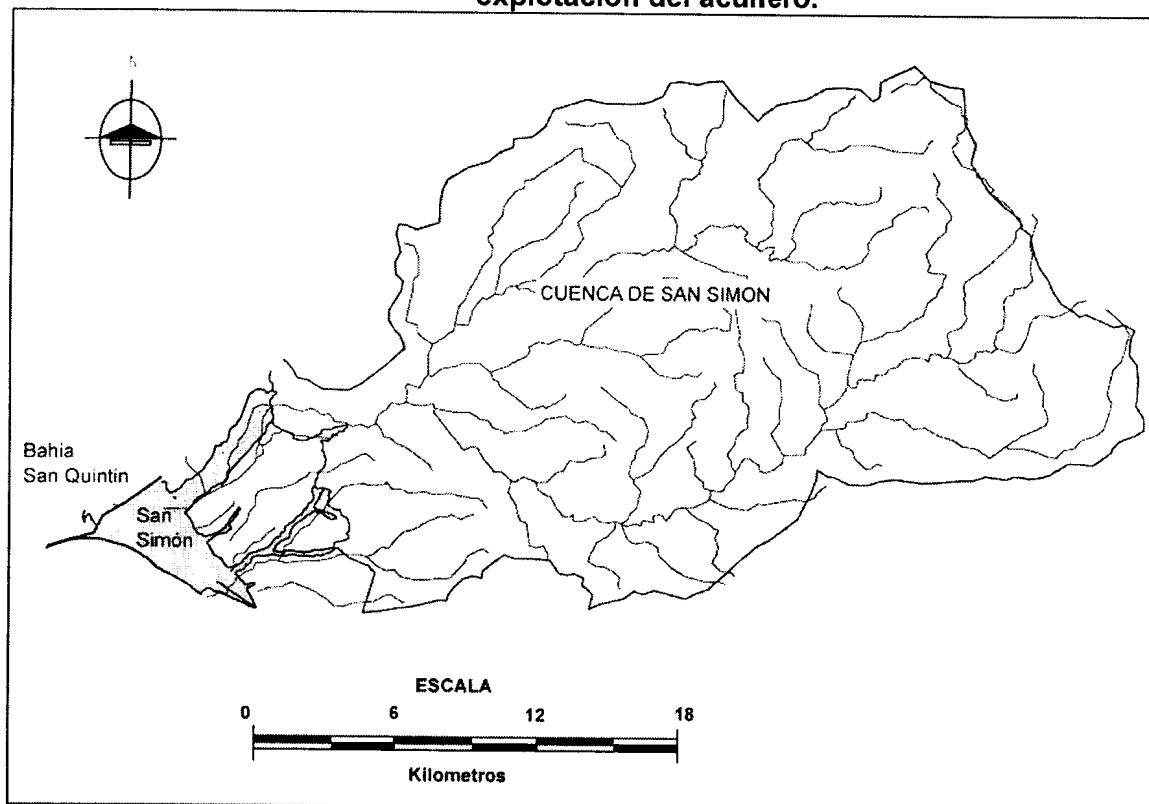
Fuente: Elaboración propia.

Los estudios con información piezométrica abarcan desde 1974 hasta el 2005 . Sin embargo, la nomenclatura es variable en los diferentes años, llegando a tener numeración de hasta el 755, lo cual dificulta la correlación de información para las diferentes fechas de información. No obstante, tomando como base el censo del 2004, se pueden hacer algunas observaciones de la evolución piezométrica del acuífero. De 1994 al 2006 se ha registrado un descenso del nivel de 17 m en la zona de mayor extracción mientras que en la línea de costa no se observan cambios significativos. Se ha determinado que el acuífero ha sido afectado por una inversión del flujo, es decir, en lugar de dirigirse del continente hacia la costa, se mueve en dirección contraria (CNA, 2006; SIID,

**Tomo III. Plan Maestro de Manejo del Acuífero de San Simón,
Municipio De Ensenada, B. C.**

2006). Además, se ha desarrollado un área costera de 25.9 km² en donde la calidad del agua subterránea varía de 3,000 a 15,000 mg/L de sólidos totales disueltos. Este hecho ha provocado efectos irreversibles en el acuífero, al grado de que las aguas subterráneas en esa zona ya no son aptas para la agricultura (SIID, 2006). No obstante, dichas aguas son aprovechadas en forma intensiva para alimentar plantas desaladoras. En general, se estima que el acuífero tiene una recarga promedio disponible de 14.04 Mm³/año, sin embargo, las condiciones actuales de sobreexplotación (CNA, 2006), la distribución en la calidad del agua y lo errático del régimen hidrológico, hacen que el volumen disponible para nuevos aprovechamientos se considere nulo.

Figura 20: Ubicación de la cuenca de San Simón. Se indica la zona de mayor explotación del acuífero.



Fuente: CNA (2006).

La disponibilidad de aguas subterráneas conforme a la metodología indicada en Norma Oficial Mexicana NOM-011-CNA-2000 (ver Capítulo II.4.8), se obtiene al restar al volumen de recarga total media anual, el valor de la descarga natural comprometida y el volumen de aguas subterráneas concesionado e inscrito en el REPDA, que de acuerdo con la expresión anterior, resultó ser de -16,074,642 m³/año. La cifra indica que no existe disponibilidad de agua subterránea para otorgar nuevas concesiones. También es importante resaltar que existe un volumen medio anual de 9.97 Mm³ que proviene de la intrusión marina originada por la explotación intensiva, que si bien no se considera como recarga natural

**Tomo III. Plan Maestro de Manejo del Acuífero de San Simón,
Municipio De Ensenada, B. C.**

inducida, su calidad hace que exista un deterioro paulatino del agua del acuífero. Aguas Superficiales

La Subcuenca hidrológica del arroyo San Simón, que tiene un área de drenaje de 1600 Km², recibe las aportaciones de 2 arroyos de importancia hidrológica, el arroyo San Pablo y el Agua Escondida, los cuales confluyen a 5 km al suroeste del poblado Los Aguajes. Estos arroyos se originan al occidente de la Sierra de San Pedro Mártir para desembocar finalmente en el Océano Pacífico con el nombre de Arroyo San Simón. Se trata de corrientes de régimen torrencial, por lo que permanecen secas durante todo el año, llegando a presentarse torrentes violentos durante las épocas de lluvia. El arroyo de San Simón descarga en la bahía de San Quintín solo cuando existen precipitaciones que generan escurrimientos en cantidades suficientes. En el recorrido de esta red hidrológica no se localiza ninguna estación hidrométrica (CNA, 2006). En general, la disponibilidad de agua superficial es reducida debido a la escasa precipitación.

Por esta razón se utilizó el estudio de la Universidad Autónoma de Baja California en el cual se actualiza la disponibilidad media anual de las aguas superficiales en la Península de Baja California, de acuerdo con la NOM-011-CNA-2000. En éste, se determina una disponibilidad de agua superficial para la cuenca del arroyo de san Simón de 13.1 Mm³ anuales con un coeficiente de escurrimiento de 5.63 %. A partir de estos datos se utiliza un coeficiente de infiltración de 10 % aplicado al escurrimiento superficial en cada uno de los años de análisis (los datos de la estación de Santa María del Mar).

Aguas Residuales

En el valle de San Simón no existe un control adecuado de manejo de aguas negras. De hecho, en toda la región de San Quintín únicamente el 20% de las casas habitación cuentan con sistema de drenaje (SEDESOL, 2006). Dentro de las propuestas del Plan Municipal de Desarrollo 2008-2010 (Gov. Mpal. Ensenada) se contempla instaurar sistemas de drenaje, alcantarillado y tratamiento de aguas residuales a lo largo de todo el municipio. Mientras tanto, el acuífero se encuentra en alto riesgo de contaminación por fosas sépticas y residuos sólidos mal manejados, aunado a la elevada salinidad por intrusión marina.

Fuentes adicionales (plantas desaladoras).

Actualmente las comunidades asentadas en los acuíferos de Vicente Guerrero, San Simón y San Quintín en las cuales se consideran los centros de población Playas de San Ramón, Vicente Guerrero, Lomas San Ramón, Santa Fe, Padre Kino, Ejido Prof. Graciano Sánchez, San Quintín, Lázaro Cárdenas, Ejido Raúl Sánchez Díaz, Ejido Papalote, Francisco Villa (San Simón), Los Pinos, Santa María (Venustiano Carranza), carecen de la infraestructura para el suministro de agua potable en calidad del producto y del servicio. La construcción y operación de plantas desaladoras satisfará el crecimiento de la demanda hasta el 2024 y los excedentes en los periodos de conciliación oferta-demanda permitirán disminuir las extracciones en beneficio del acuífero y de las actividades agrícolas.

**Tomo III. Plan Maestro de Manejo del Acuífero de San Simón,
Municipio De Ensenada, B. C.**

De acuerdo a la información existente la población estimada al 2007 de los centros urbanos en la región bajo análisis es del orden de 46,000 habitantes y la proyección indica para el 2030 una población de 72,000 habitantes. Las concesiones actuales son equivalentes a 52 lps frente a una demanda de 107 lps representando un déficit de 55 lps. Para el 2030 la demanda crecerá a 165 lps y en el supuesto de que se mantengan las concesiones actuales el déficit se incrementaría a 113 lps que no se podrá satisfacer de estos acuíferos sin afectar la sustentabilidad regional.

Las plantas desaladoras entrando en operación en el 2010 con un módulo de 50 lps y otro módulo de 50 lps en el 2011 para integrar una capacidad de 100 lps cubrirán la demanda hasta el 2024 en un esquema de la oferta siguiendo la demanda permitiendo diferir inversiones. Esto permitirá por una parte no incrementar las extracciones actuales de los acuíferos que es del orden de 1.6 Mm³/año, con una disminución en promedio de 0.6 Mm³/año y globalmente del 2010 al 2024 en 8 millones de metros cúbicos en beneficio del acuífero y de la agricultura.

La tecnología de desalación es una alternativa viable para el suministro de agua potable y de agua para la agricultura y por lo tanto está siendo impulsada como una fuente alterna para rescatar volúmenes de extracción de los acuíferos. El volumen de agua obtenido con esta tecnología como una fuente adicional ha permitido mantener los procesos agrícolas productivos y en algunos casos inclusive a dado lugar al crecimiento de dichas actividades, jugando un papel muy importante en la sustentabilidad de la actividad agrícola y del acuífero.

En el estado de Baja California, se reportan 35 plantas desaladoras, 10 de ellas en Maneadero y el resto en el área de Vicente Guerrero, San Quintín, San Simón con capacidades nominales desde 1 hasta 117 lps. Las 25 plantas ubicadas en el área de interés tienen una capacidad nominal global de 833 lps. No se localizó ningún censo ni registro fidedigno de la ubicación precisa y operación de esas plantas, se desconoce el volumen y la calidad del agua extraída del acuífero para desalación. De igual forma se desconocen los volúmenes, calidades de la salmuera de rechazo y disposición final de la misma. Sin embargo, la situación actual está fuera de control tanto del gobierno como de los usuarios como grupo por intereses particulares, por lo tanto es urgente regularizar la ubicación de los pozos que abastecen a las plantas actuales y futuras, su operación dentro de la normatividad ambiental y la disposición de la salmueras de rechazo.

VI.2 Proyección de la Demanda

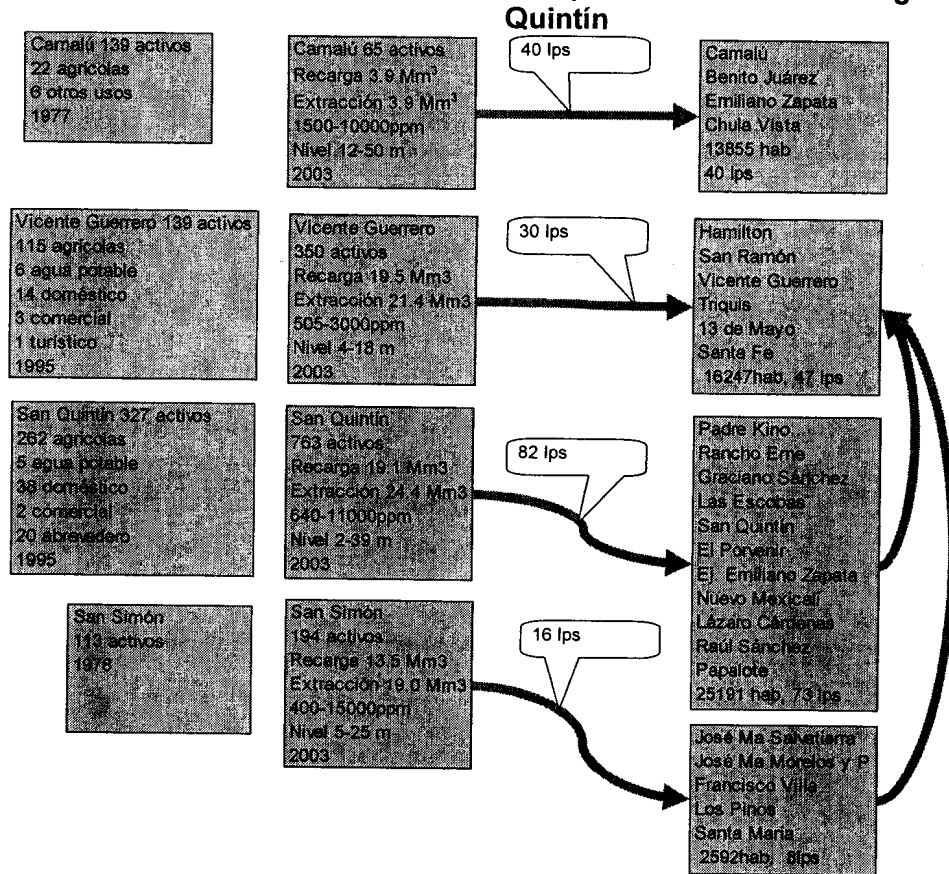
Uso Público Urbano

Para la caracterización y proyección de la demanda del Uso Público Urbano en la zona de impacto hacia los acuíferos de Vicente Guerrero y San Simón se analizó la región con base a los datos de población de CONAPO y se adaptaron los datos del servicio de suministro de CESPE a Ensenada hacia esta región.

**Tomo III. Plan Maestro de Manejo del Acuífero de San Simón,
Municipio De Ensenada, B. C.**

La Figura 21 esquematiza los flujos del recurso para el suministro de agua en el uso público urbano.

Figura 21. Flujo de agua para el suministro público urbano de la región San Quintín



Fuente: Datos de CONAPO y CESPE.

Analizando la distribución de la región se asociaron los acuíferos de Camalú, Vicente Guerrero, San Quintín y San Simón con los centros de población mostrados en la figura, considerándose Camalú para los fines de este estudio como una entidad separada y balanceando los flujos enviando agua de San Quintín y San Simón para satisfacer el déficit de Vicente Guerrero.

En la determinación de la población atendida y su proyección se consideraron como subsistemas a:

Playas de San Ramón, Vicente Guerrero, Lomas San Ramón, Santa Fe

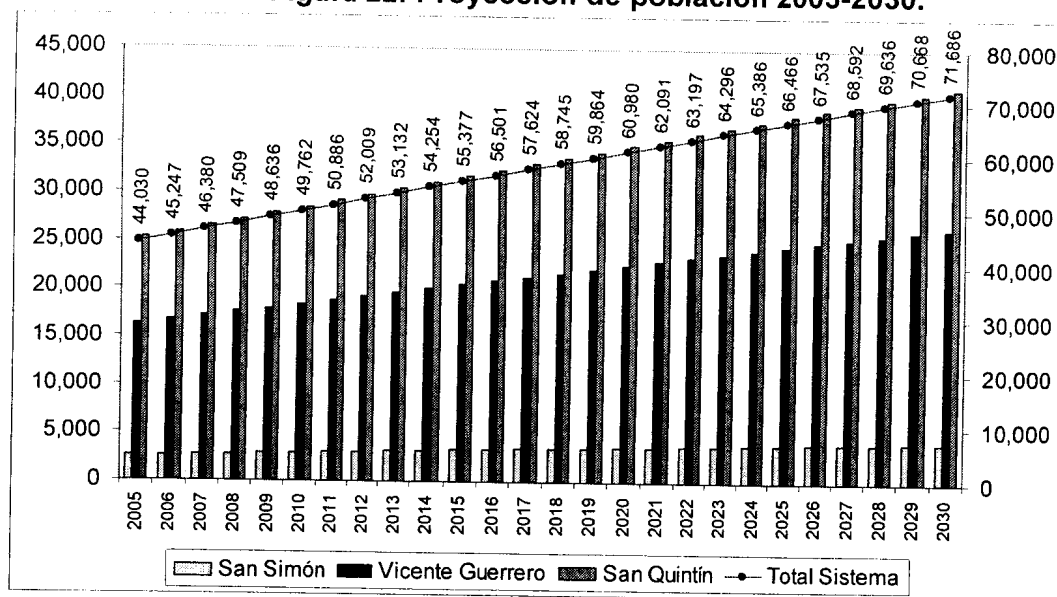
Padre Kino, Ejido Prof. Graciano Sánchez, San Quintín, Lázaro Cardenas, Ejido Raúl Sánchez Díaz, Ejido Papalote

Francisco Villa (San Simón), Los Pinos, Santa María (Venustiano Carranza)

La Figura 22 nos presenta la proyección de población para el sistema disgregando los subsistemas anteriores como Vicente Guerrero, San Quintín y San Simón.

**Tomo III. Plan Maestro de Manejo del Acuífero de San Simón,
Municipio De Ensenada, B. C.**

Figura 22: Proyección de población 2005-2030.



Fuente: _____

Esta proyección se realizó con base al Censo 2005 y las tasas de crecimiento de CONAPO. San Quintín representa el 57% de la población en el año de 2007 con una población de 26,500 habitantes, le sigue Vicente Guerrero con poco más de 17,000 habitantes (37%) y finalmente San Simón con 2,700 habitantes para un total de 46,380 habitantes señalando la proyección que para el 2030 se tendrán 71,686 habitantes.

Considerando una dotación global de 250 litros por habitante por día (LHD) se estimó para el 2007 una demanda del orden de 4.2 millones de metros cúbicos anuales (mmca) equivalente a 133.5 para atender a los usuarios domésticos, comerciales, industriales y públicos, incluyéndose las pérdidas técnicas y comerciales.

Como se carece de datos confiables para la región debido a que la mayor parte de los centros de población no tienen un suministro de agua normalizado en infraestructura y en administración, se utilizó la información de CESPE para Ensenada con el fin de establecer una situación de punto de partida en el 2007 para generar las proyecciones y escenarios al 2030. Es evidente que esta imagen creada para el 2007 no refleja la situación real actual de la zona pero nos indica el "Así debería estar aún con las ineficiencias de los sistemas actuales"

En lo que se refiere a usuarios se consideró una distribución similar a la Ensenada con 92% domésticos, 6.8% comerciales y los usuarios industriales y públicos con el 0.6% cada uno. El sector doméstico representaría en este esquema el 64% del consumo, el sector comercial el 7.7%, el sector público el 4%, el sector industrial el 3.7% y las pérdidas representan el 22.5%.

**Tomo III. Plan Maestro de Manejo del Acuífero de San Simón,
Municipio De Ensenada, B. C.**

Los costos en 2006 se estimaron similares a los de Ensenada en 13.41 \$/m³ y en igual forma las tarifas del orden de 8\$/m³ para el sector doméstico y del orden de 40 \$/m³ para los otros sectores.

Con una dotación media global de 250 litros por habitante por día (LDH), la dotación del sector doméstico es de 205 LDH, su demanda promedio de 110 lps mientras que las pérdidas contribuyen a la demanda con 30 lps.

Como referencia el Cuadro 6 muestra los costos, ingresos y egresos que se reportaron en el 2006 para el agua de uso urbano en Ensenada.

Cuadro 6: Ensenada: Costos, egresos e ingresos del agua urbana en 2006.

Proceso	Operación	Mantenimiento	Total
Captación	1.28	0.16	1.44
Conducción	0.09	0.07	0.16
Distribución	0.38	0.73	1.11
Aguas Blancas	1.75	0.96	2.71
Recolección	0.60	0.43	1.03
Tratamiento	1.27	0.20	1.47
Aguas Negras	1.87	0.63	2.50
Administración	1.47		1.47
Comercialización	1.28		1.28
Obras	0.73		0.73
Rural y suburbanos	1.22		1.22
Gastos conjuntos	0.59		0.59
Depreciaciones	1.69		1.69
Otros Servicios	0.41	0.34	0.75
Procesos No Productivos	7.39	0.34	7.73
Total costos	11.01	1.93	12.94
Gastos Financieros	0.47		0.47
Total	11.48		13.41

Fuente: _____

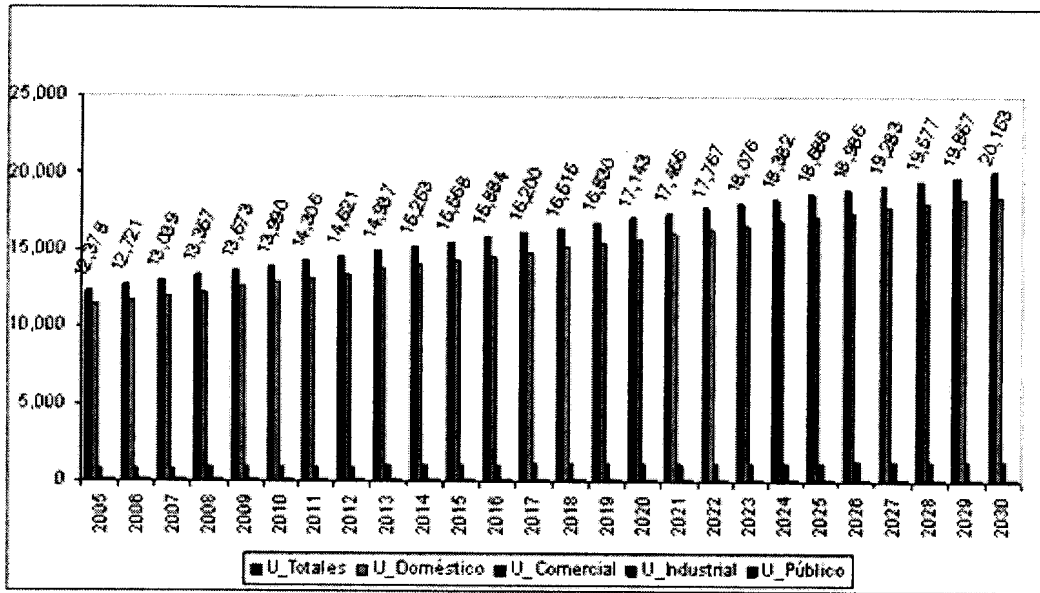
Consumo atendido lps	608
Cuentas totales	83,581
Volumen Facturado en Servicio Medido Mm ³	19.18
Tarifa por volumen	9.81
Facturación anual M\$	188.16
INGRESOS M\$	
Cobranza total neta	239.31
Ingresos por recuperación de obra	8.66
Convenio CNA	9.92
Otros ingresos + aportaciones	77.69
Ingresos totales netos	336.38
EGRESOS M\$	
Inversión para mantener cobertura	100.23
Agua potable, alcantarillado y saneamiento	89.44
Inversión en equipo y depreciación	10.79
Gastos por mano de obra	115.89
Gastos de energía y productos químicos	70.24
Total de gastos de operación	286.36
Saneamiento	39.74
Egresos de Explotación	326.10

Se observa que el costo de extracción fue en promedio de 1.44 \$/m³ lo cual si se compara con un costo de desalar agua salobre de 5.29 \$/m³ y de desalar agua de mar con un costo de 8.27 \$/m³ nos da una idea del impacto económico de usar otras fuentes de suministro con respecto a la extracción de los acuíferos. Los costos de traer agua del Acueducto Río Colorado Tijuana no se han reportado pero se considera que son del mismo orden de desalar agua, posiblemente ligeramente menores pero con una menor calidad de la misma. Por otra parte la recolección y tratamiento primario de aguas negras nos reporta un costo de 2.50 \$/m³ al cual hay que incrementar los costos de tratamientos adicionales para llevarlo a una calidad utilizable en la agricultura, más los costos de conducción hasta las zonas agrícolas. Todas las opciones posibles de suministro y uso con otras fuentes diferentes a la de extracción de los acuíferos requieren ser evaluadas técnica, económica, social y ambientalmente para definir la mejor alternativa o combinación de ellas para cada caso en particular.

**Tomo III. Plan Maestro de Manejo del Acuífero de San Simón,
Municipio De Ensenada, B. C.**

La Figura 23 muestra la proyección de usuarios del Sistema al 2030, donde se observa que el número de usuarios se incrementa de 12,378 en el 2005 a 20,000 en el 2030, lo cual implica no sólo un mayor suministro sino también crear y crecer toda la infraestructura de agua potable, de recolección, de tratamiento de aguas negras y de disposición final de aguas residuales

Figura 23: Proyección del número de usuarios totales 2005-2030.



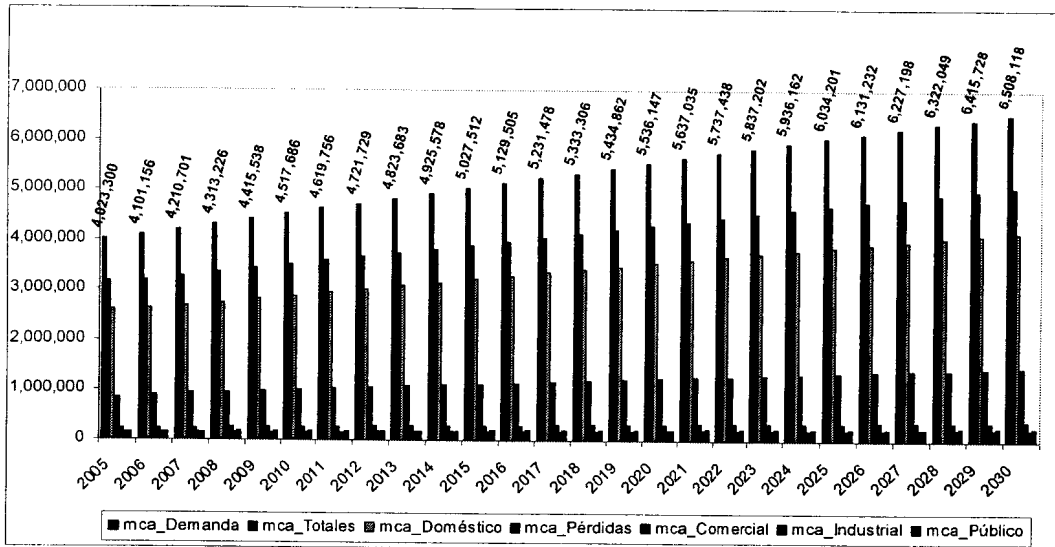
Fuente: _____

La Figura 24 presenta la proyección de la demanda del Sistema al 2030 considerando una dotación global de 250 LDH (205 LDH en el sector doméstico) y pérdidas de 29% en el sistema aplicadas a las demandas netas y sumadas a las mismas para obtener las demandas brutas. Se observa que la demanda pasará de 4.2 mmca (134 lps) en el 2007 a 6.5 mmca (206 lps) en el 2030 lo cual significa un volumen total explotado del 2007 al 2030 de 129 millones de metros cúbicos con pérdidas por 29 millones y un suministro neto de 100 millones de metros cúbicos.

Si se reducen las pérdidas de 29% a 20% la dotación global se reduce a 231 LDH (205 LDH en el sector doméstico) y la demanda se ubica en 3.9 mmca (124 lps) para el 2007 y en 6 mmca (192 lps) en el 2030 lo cual significa un volumen total explotado del 2007 al 2030 de 120 millones de metros cúbicos con un ahorro en beneficio del acuífero de 9 millones de metros cúbicos en el período.

**Tomo III. Plan Maestro de Manejo del Acuífero de San Simón,
Municipio De Ensenada, B. C.**

Figura 24: Proyección de la demanda en el Sistema 2005-2030.



Fuente: _____

Si se disminuye la dotación global a 200 LDH (164 LDH en el sector doméstico) la demanda pasará de 3.4 mmca (107 lps) en el 2007 a 5.2 mmca (165 lps) en el 2030 con un ahorro de 26 millones de metros cúbicos en el período

Las alternativas de disminución de pérdidas y ahorro y uso eficiente del recurso no son excluyentes, pero analizadas por separado nos muestra que puede ser más efectivo el programa de ahorro y uso eficiente del agua.

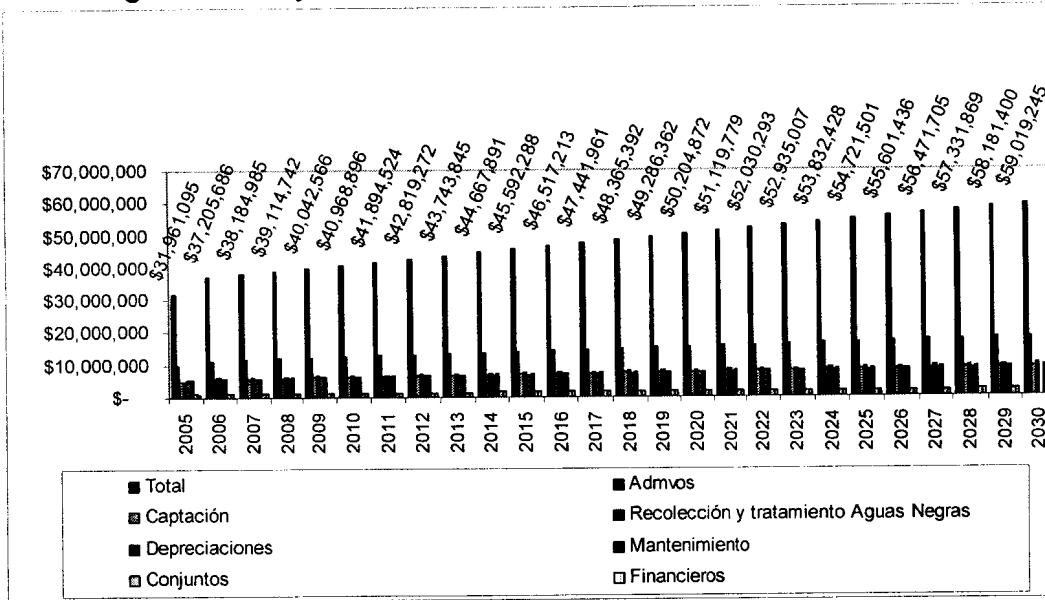
Sobre la base de una dotación global de 200 LDH se realizó la proyección de egresos para el sistema (Figura 25) la cual muestra que en el 2007 se tienen egresos por 38 millones de pesos en los cuales la captación representa el 15.6%, la recolección y el tratamiento de aguas 15.8%, el mantenimiento el 16.7%, los gastos administrativos el 31.5%, las depreciaciones el 13.3% y gastos conjuntos y financieros el 7%. Para el 2030 los egresos en este esquema representarán 59 millones de pesos.

En igual forma la Figura 26 presenta los ingresos y para el 2007 se estimaron en 37 millones de pesos correspondiendo 53% en el sector doméstico, 19% en el comercial, 14% en el industrial y 14% en el sector público. Para el 2030 los ingresos se estimaron en 58 millones de pesos.

Es evidente que el equilibrio económico entre ingresos y egresos es muy precario y que cualquier acción que se tome de otras fuentes de suministro, disminución de pérdidas o programas de ahorro y uso eficiente del recurso implicará el incremento de tarifas siendo el sector doméstico el más afectado por su participación en los ingresos.

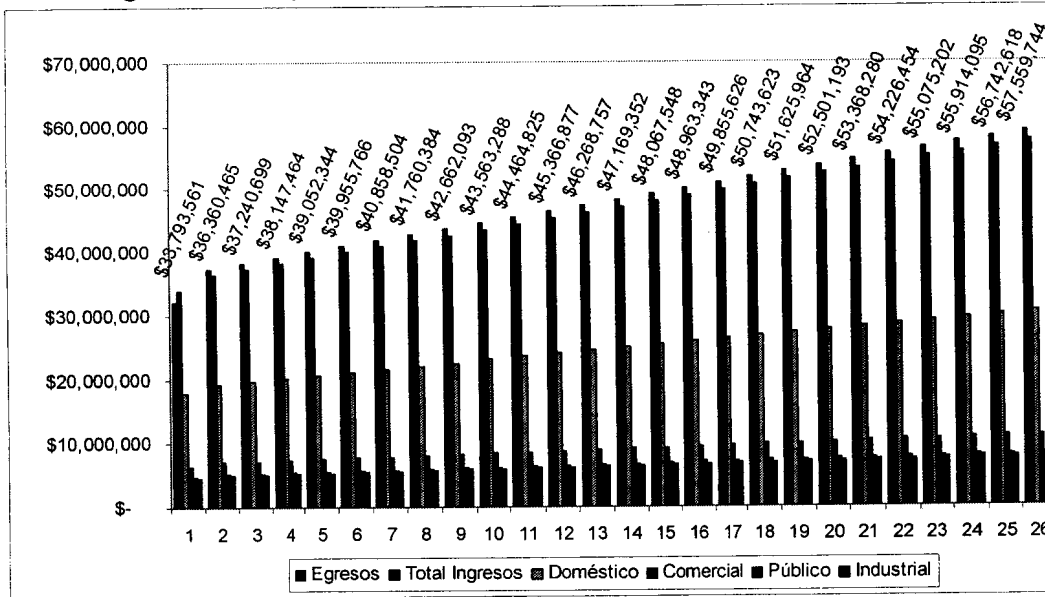
**Tomo III. Plan Maestro de Manejo del Acuífero de San Simón,
Municipio De Ensenada, B. C.**

Figura 25: Proyección de los egresos en el Sistema 2005-2030.



Fuente: _____

Figura 26. Proyección de los ingresos en el Sistema 2005-2030.

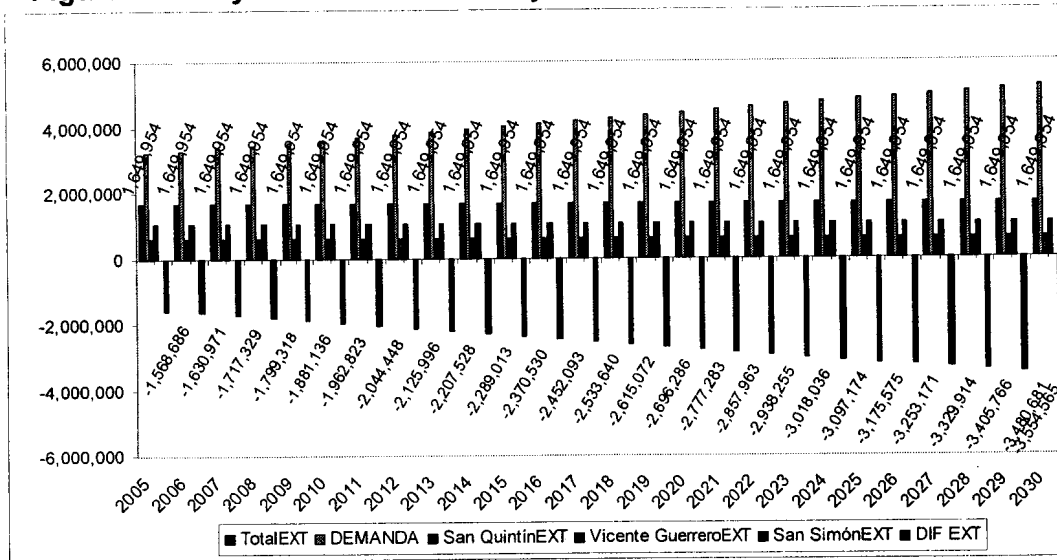


Fuente: _____

La Figura 27 compara la demanda total y muestra el déficit de la oferta con una dotación de 200 LDH si se mantienen al valor actual las extracciones de los acuíferos. Esto representa para el 2007 un déficit de 1.7 mmca (54 lps) y para el 2030 de 3.6 mmca (113 lps).

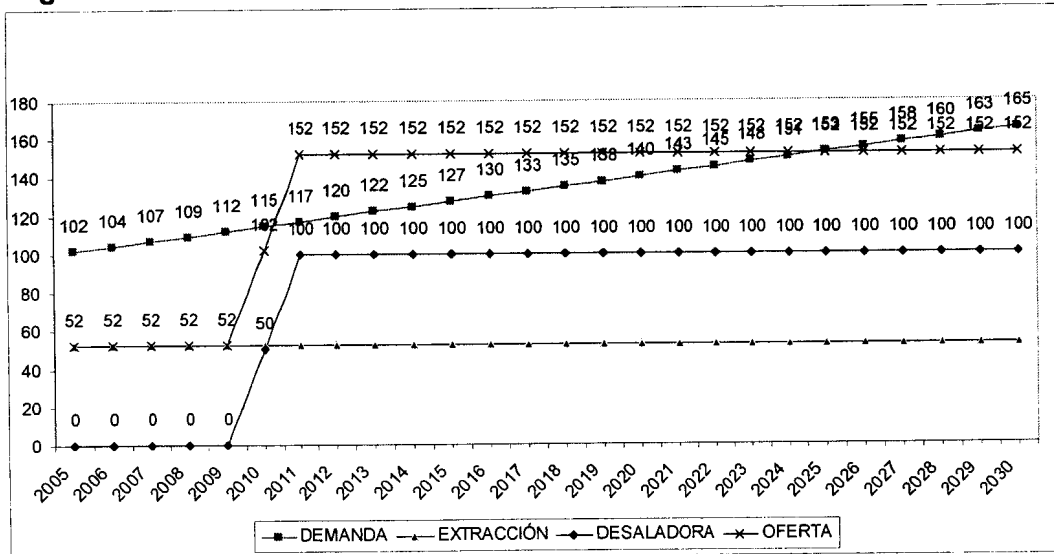
**Tomo III. Plan Maestro de Manejo del Acuífero de San Simón,
Municipio De Ensenada, B. C.**

Figura 27: Proyección de demanda y extracción del Sistema 2005-2030.



Fuente: _____

Figura 28. Alternativa de oferta con desaladoras para el Sistema 2005-2030.



Fuente: _____

La Figura 28 presenta la alternativa de desalar agua salobre o agua de mar para satisfacer la demanda del Sistema en el esquema de ahorro y uso eficiente del recurso con una dotación de 200 LDH.

El objetivo es contribuir en la solución del problema de abasto de agua con la construcción y operación de plantas desaladoras disminuyendo la

**Tomo III. Plan Maestro de Manejo del Acuífero de San Simón,
Municipio De Ensenada, B. C.**

sobreexplotación de los acuíferos de Vicente Guerrero, San Simón y San Quintín en beneficio de su zona agrícola.

Para ello se requiere desarrollar los estudios de evaluación técnica, económica, social y ambiental de plantas desaladoras de agua salobre y agua de mar para fundamentar la gestión de recursos financieros para los proyectos ejecutivos y la construcción de las obras.

La construcción y operación de plantas desaladoras satisfará el crecimiento de la demanda hasta el 2024 y los excedentes en los períodos de conciliación oferta-demanda permitirán disminuir las extracciones en beneficio del acuífero y de las actividades agrícolas.

La atención del suministro de agua a las poblaciones es prioritaria frente a otros usos y los organismos operadores tienen que obtener el suministro al más bajo costo posible y con la mejor calidad disponible. Por otra parte los usuarios agrícolas poseen derechos de explotación de los acuíferos para el desarrollo de actividades primarias. El crecimiento de las ciudades y el cambio de vocación de las regiones hacia actividades industriales y comerciales entran en franca competencia por la tierra y el agua, recursos limitados cuya disponibilidad disminuye por el agotamiento y el deterioro de la calidad enfrentando el dilema entre el desarrollo económico para impulsar el desarrollo humano y la satisfacción de las necesidades de la sociedad para mejorar su calidad de vida.

Nadie quiere ceder sus derechos y prioridades para el uso del agua arriesgando la sustentabilidad de todo el sistema y hay que acudir a nuevas fuentes de suministro como ahorro y uso eficiente del agua, desalar agua salobre o agua de mar, o bien importar agua de otras regiones, cada opción con diferentes costos, beneficios e impactos y las estrategias se dirigen hacia priorizar y programar en tiempo y lugar la implementación de alternativas y sus combinaciones.

Las plantas desaladoras entrando en operación en el 2010 con un módulo de 50 lps, otro módulo de 50 lps en el 2011 para integrar una capacidad de 100 lps cubrirán la demanda hasta el 2024. Esto permitirá por una parte no incrementar las extracciones actuales de los acuíferos y globalmente del 2010 al 2024 liberar 8 millones de metros cúbicos en beneficio del acuífero y de la agricultura.

La alternativa de plantas desaladoras de agua salobre requiere de invertir \$94,000,000 con un costo de operación anual 15.4 millones de pesos (ver Cuadro 7)

Con plantas desaladoras de agua de mar la inversión requerida es de \$115,000,000 con un costo de operación anual 28 millones de pesos (ver Cuadro 8).

**Tomo III. Plan Maestro de Manejo del Acuífero de San Simón,
Municipio De Ensenada, B. C.**

Cuadro 7: Análisis económico desalando agua salobre (50 lps).

INVERSION	\$4,282,064.72	Dlls 2007	\$47,102,711.96
PRODUCCIÓN	\$1,514,764.80	m3/año	
PRECIO AGUA	\$ 0.48	Dlls/m3	\$ 5.25
CAPACIDAD	4,147	m3/día	
COSTO OPERACION (O&M)	698,926	Dlls/año	\$ 7,688,186.01
VIDA DEL PROYECTO	25	AÑOS	
TASA DE DESCUENTO	10%		
TASA DE ESCALAMIENTO	8%		
TASA DE INFLACIÓN	5%		
INVERSIÓN BASE	1,033	Dlls/m3/día	\$ 11,357.71

Fuente: _____

Cuadro 6'8: Análisis económico desalando agua salobre (5lps).

INVERSION	\$5,232,120.15	Dlls 2007	\$57,553,321.60
PRODUCCIÓN	1,577,880	m3/año	
PRECIO AGUA	\$ 0.76	Dlls/m3	\$ 8.36
CAPACIDAD	4,320	m3/día	
COSTO OPERACION (O&M)	\$1,287,704.74	Dlls/año	\$14,164,752.16
VIDA DEL PROYECTO	25	AÑOS	
TASA DE DESCUENTO	10%		
TASA DE ESCALAMIENTO	8%		
TASA DE INFLACIÓN	5%		
INVERSIÓN BASE	\$ 1,211.14	Dlls/m3/día	\$ 13,322.53

Fuente: _____

VI.3 Descripción de Escenarios

Una etapa importante durante el desarrollo e implementación de esquemas de planeación y aprovechamiento óptimo de recursos hidráulicos subterráneos apoyados en la simulación matemática, es la construcción de un modelo conceptual, que pueda representar de manera simplificada pero además válida, las condiciones hidrogeológicas que se observan en la zona de estudio.

El modelo conceptual del funcionamiento del sistema del acuífero de San Simón que se muestra a continuación, se planteó a partir del análisis conjunto de la información geológica, hidrogeológica, geofísica, hidrogeoquímica, rasgos indicadores de flujo e hidráulica de pozos, para que el modelo resultante fuera congruente con el sistema físico, y permita la evaluación del efecto en las variaciones de las extracciones en el acuífero, en escenarios paramétricos donde se simulan las condiciones y se visualizan los comportamientos probables de las distintas políticas de operación.

En la estructuración de escenarios se estableció a la recarga, disponibilidad y demanda de los acuíferos como dependiente de las precipitaciones que ocurren en la cuenca, la cual sigue una proyección de 25 años, para observar la

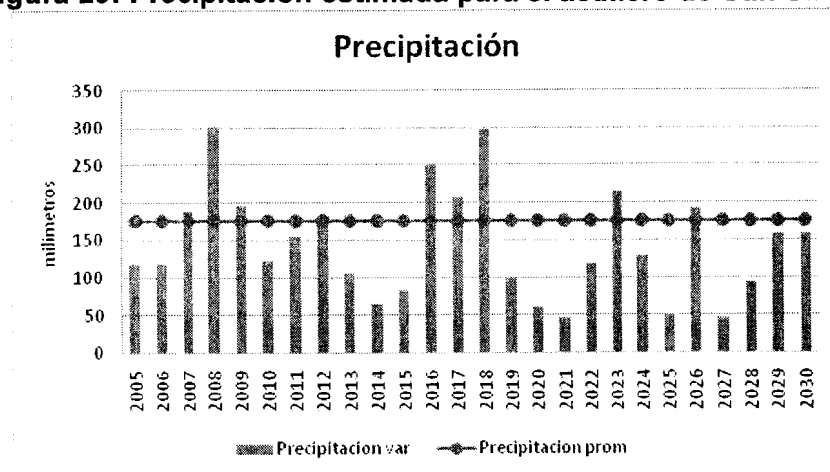
**Tomo III. Plan Maestro de Manejo del Acuífero de San Simón,
Municipio De Ensenada, B. C.**

dinámica del acuífero bajo las acciones y políticas a seguir a corto y mediano plazo.

Predicción de la precipitación.

La predicción de las precipitaciones en esta zona se relaciona con efectos de corto y largo plazo que generan los ciclos recurrentes de precipitación, algunos casos existen modelos de predicción de precipitación (CNA, 2006) que en general consideran una disminución gradual de la precipitación durante los próximos 30 años. Para efectos de este trabajo se tomaron los últimos 25 años de precipitación registrada en la estación meteorológica ubicada en el Valle de San Simón, y una precipitación promedio de 176.3 mm anuales.

Figura 29: Precipitación estimada para el acuífero de San Simón.



Fuente: _____

Este supuesto permite, por un lado, considerar una precipitación variable en el tiempo, lo cual es mucho más apegado a la realidad que una precipitación promedio, y por otro, se trata de un escenario optimista dado que las predicciones de precipitación para la zona son hacia la baja.

Recarga del acuífero.

Como ya se dijo, al variar la precipitación se induce una variación en la recarga del acuífero. De forma natural la recarga al acuífero depende de varios factores, entre los que se pueden mencionar: el estado de saturación del suelo, la cobertura vegetal, la pendiente del terreno, la composición y textura del suelo, la frecuencia de la precipitación, entre otros. En este trabajo se consideraron los volúmenes infiltrados al acuífero, estimados de las variaciones en el almacenamiento, contra las precipitaciones anuales. Esta fracción de lluvia infiltrada fue extrapolada al resto de la serie de precipitación de forma lineal.

Por lo que respecta al coeficiente de almacenamiento, no se tienen pruebas de bombeo con pozo de observación, sin embargo como resultado del balance geohidrológico realizado se obtuvo para la zona acuífera un valor medio de este parámetro de 0.1.

**Tomo III. Plan Maestro de Manejo del Acuífero de San Simón,
Municipio De Ensenada, B. C.**

3. Descarga
 - a. Evapotranspiración
 - b. Flujo de salida subterránea
 - c. Extracción por bombeo
 - i. Bombeo actual
 - ii. Bombeo variable
 - d. Extracción REPDA

Las condiciones iniciales de las entradas al sistema se componen en primer lugar por la recarga vertical; mientras las salidas se compone por la evapotranspiración, por salidas horizontales hacia el mar y las extracciones por bombeo. Cabe mencionar que los supuestos aquí planteados no consideran la naturaleza del mercado, solo consideran los efectos de los aspectos demográficos internos de la zona de estudio.

Cuadro 9: Parámetros del modelo dinámico de San Simón.

Concepto	Valor
Área de Cuenca	2,125 Km ²
Área de acuífero	98 Km ²
Precipitación promedio de la cuenca	162.2 mm
Precipitación promedio del acuífero	176.3 mm
Recarga	
Coeficiente de infiltración por lluvia	0.1
Coeficiente de percolación por agua de riego	0.05
Coeficiente de Recarga Horizontal	0.00563
Volumen potencial de almacenamiento	879.256 Mm ³
Volumen requerido para abatir 1m	9.82 Mm ³

Fuente: Elaboración propia.

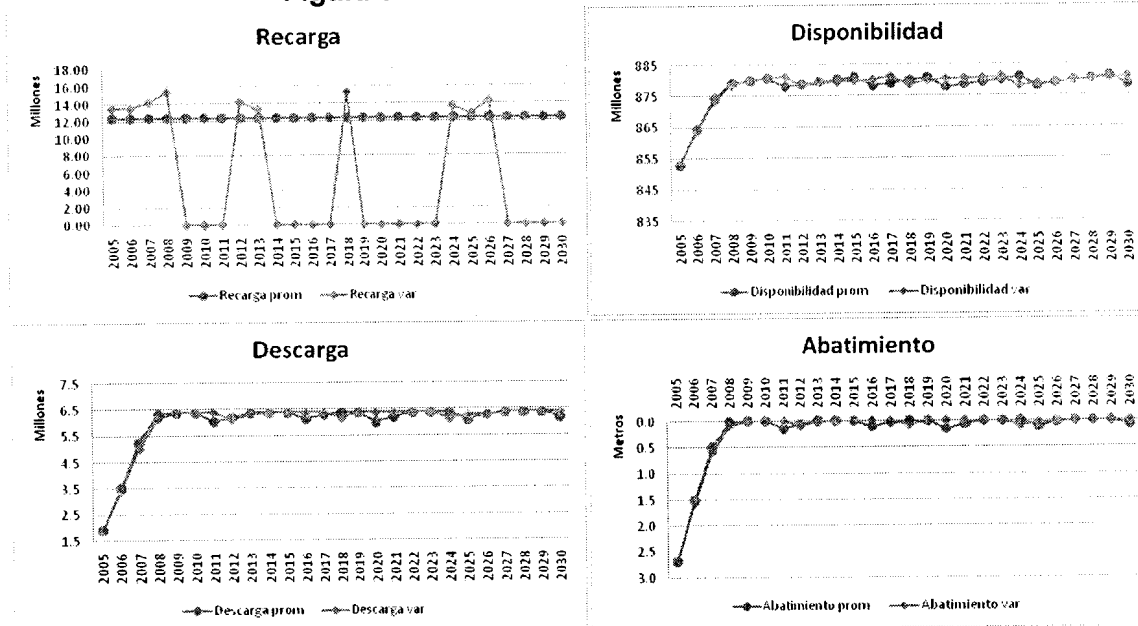
Escenario Natural

Este es un escenario teórico en el que considerará 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 (condiciones naturales a largo plazo).

En este caso la variable de Extracción por Bombeo es cero, y se considera un abatimiento inicial de 3.96 metros lo que equivale a un volumen de 852,878,320 m³, calculados mediante métodos indirectos.

**Tomo III. Plan Maestro de Manejo del Acuífero de San Simón,
Municipio De Ensenada, B. C.**

Figura 31: Simulación del escenario natural.



Fuente: Elaboración propia.

Este escenario constituye una prueba de que la condición actual de volumen disponible no muestra una franca vulnerabilidad a los períodos secos, como el de la última década.

Escenario Inercial

En este escenario se considerará la tendencia de extracción del agua subterránea en función de las tendencias de crecimiento actuales para cada uso, y se considera un abatimiento inicial de 3.96 metros lo que equivale a un volumen de 852,878,320 m³, calculados mediante métodos indirectos.

Se usará para evidenciar los impactos en diferentes horizontes de tiempo si no consideramos ninguna acción de recuperación

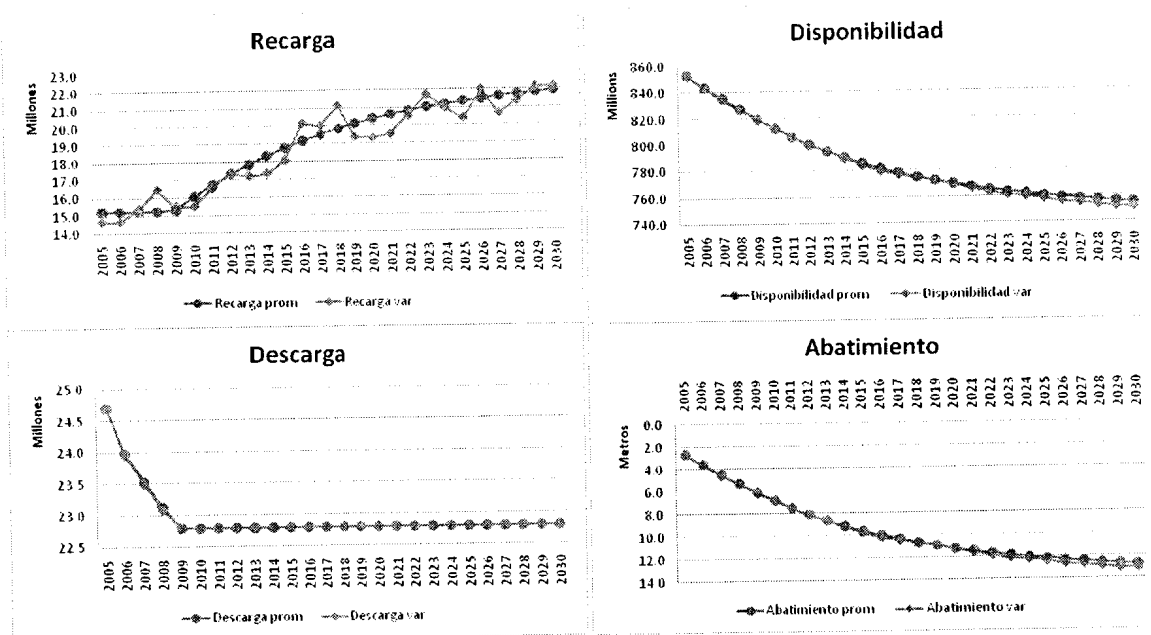
Las principales hipótesis del escenario son:

- Patrones de consumo de agua potable constantes.
- Patrones de consumo de agua para uso agrícola, constantes.
- Extracción constante para fines agrícolas.
- Extracción para uso público urbana, creciente en forma proporcional a la población local.

Este escenario, que a su vez guarda una relación casi estrecha con "cero acciones", por supuesto, en caso de no realizarse acciones de este proyecto, habría una inevitable reducción de la disponibilidad año con año, que conllevaría a la marginación del sector agrícola como consecuencia de la salinización del agua y del incremento de extracciones de uso público urbano.

**Tomo III. Plan Maestro de Manejo del Acuífero de San Simón,
Municipio De Ensenada, B. C.**

Figura 32: Simulación del escenario inercial.



Fuente: Elaboración propia.

Al conjugar las condiciones de extracción actual con un fenómeno de sequía, se obtiene una condición extremo opuesta a la óptima descrita en un escenario de máxima tecnificación, resulta de interés el inevitable declive de la extracción hidroagrícola, así como la dificultad del sector público urbano, para subsistir posteriormente.

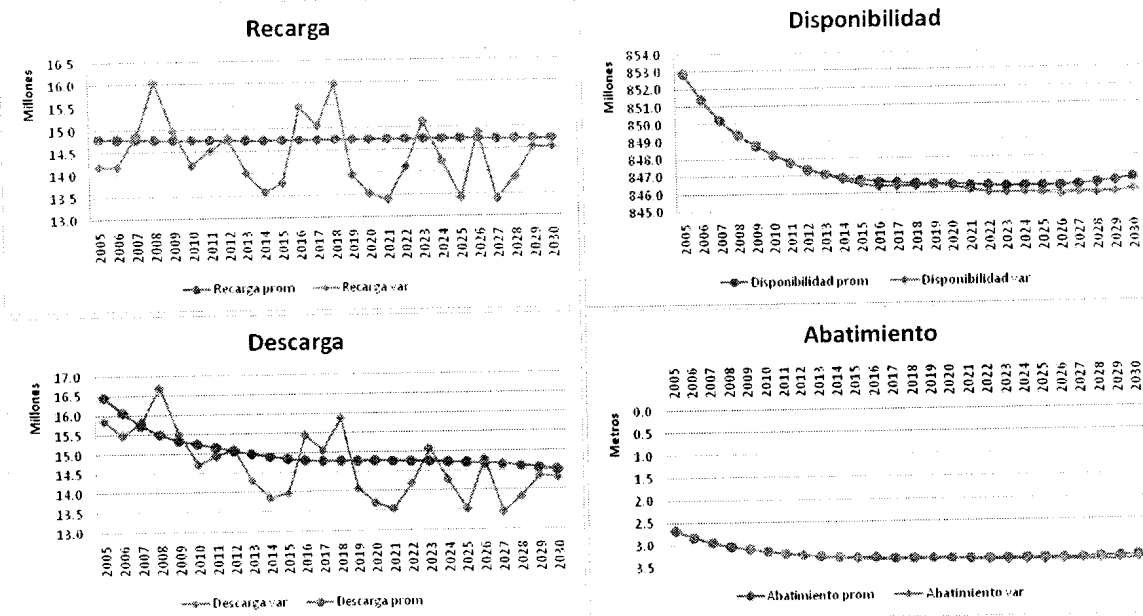
Escenario Máxima Tecnificación

En este escenario se considerarán todas las acciones posibles de tecnificación de cada uno de los usos para reducir al máximo la demanda de agua subterránea, y se considera un abatimiento inicial de 3.96 metros lo que equivale a un volumen de 852,878,320 m³, calculados mediante métodos indirectos.

Este escenario será un estado de referencia para conocer cual podrían ser nuestras máximas expectativas teniendo un máximo de recursos para estabilizar o recuperar un acuífero.

**Tomo III. Plan Maestro de Manejo del Acuífero de San Simón,
Municipio De Ensenada, B. C.**

Figura 33: Simulación del escenario tecnificado.



Fuente: Elaboración propia.

I.10. Escenario REPDA

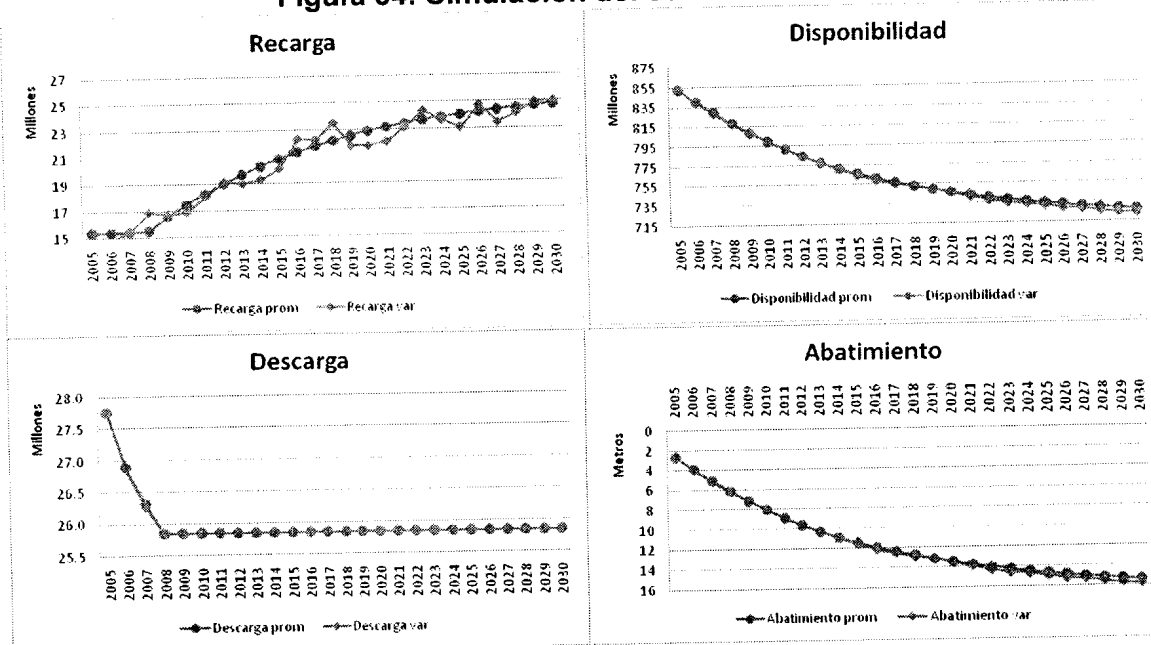
En este escenario se considerará la extracción de agua subterránea inscrita en el Registro Público de Derechos de Agua (REPDA), y un abatimiento inicial de 3.96 metros lo que equivale a un volumen de 852,878,320 m³, calculados mediante métodos indirectos.

Dicho escenario 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.

Estos escenarios consideran el supuesto de que la totalidad de los usuarios hiciera posible el aprovechamiento de su volumen concedido, que en suma, acumula para todo el Valle de la Colonia Vicente Guerrero un volumen superior a los 34.41 hm³. Se considera que la extracción entraría en vigor a partir del año 2003.

**Tomo III. Plan Maestro de Manejo del Acuífero de San Simón,
Municipio De Ensenada, B. C.**

Figura 34: Simulación del escenario REPDA.



Fuente: Elaboración propia.

Bajo esta situación, el acuífero estaría aún más sobreexplotado que en la actualidad y los impactos durante las sequías se agudizarían, tal como se presenta a continuación.

Resumen de los escenarios paramétricos

En este apartado se resumen los principales resultados observados de los escenarios paramétricos. Cabe mencionar que los resultados totales representan extensas bases de datos e información, por lo que las gráficas sintetizan los resultados arrojados por los modelos Matemático de Simulación.

Los principales parámetros comparativos de los escenarios son:

1. Variación de la disponibilidad
2. Recarga de agua dulce.
3. Descarga de agua dulce.
4. Abatimiento del acuífero.

El área de estudio es muy sensible a la recarga lateral e influye con un efecto cíclico que sigue las variaciones climáticas y su efecto por lluvia.

En la medida en que el acuífero se drene durante los períodos de estiaje y de sequía, la recarga resulta más eficiente durante las lluvias.

El efecto de la extracción de agua subterránea, con magnitudes superiores a la recarga promedio histórica, intensifica los problemas operativos durante el estiaje y la sequía, debido a la profundización del nivel estático y al incremento en la concentración de sólidos totales disueltos.

**Tomo III. Plan Maestro de Manejo del Acuífero de San Simón,
Municipio De Ensenada, B. C.**

En general, se observa que la sobreexplotación del acuífero y los medios para optimizar su aprovechamiento presentan como principales elementos de decisión:

1. los fenómenos de sequías y precipitación extraordinaria.
2. El volumen disponible estimado (status del acuífero) en el momento de plantear la política de extracción.
3. Las acciones sobre la oferta y sobre la demanda son complementarias y deben estar en relación a la recarga estimada.
4. La reducción de las extracciones para estabilizar el acuífero, debe ser resultado del balance dinámico, seleccionando el escenario favorable para evitar el daño a los usuarios del agua.

En general, se observa que en la medida que la extracción se incrementa, también lo hace la recarga de agua dulce.

El escenario de máxima tecnificación presenta una recarga promedio casi tan grande como la del escenario REPDA, pero con la ventajas de menor pérdida de almacenamiento de agua dulce.

De acuerdo al contexto anterior, en el manejo sustentable del presente acuífero se recomienda:

1. Una variable de gran importancia para la modelación de los escenarios, resulta de la proyección demográfica, que inevitablemente representa un incremento de la demanda de agua para uso público – urbano.
2. La única condición paramétrica que evita totalmente la intrusión de agua marina es la de extracción cero, o mantener el abatimiento menor a 10 metros. En este respecto, cabe mencionar que las acciones necesarias para evitar un balance positivo de intrusión al final.
3. El efecto económico de los escenarios paramétricos al considerar una proyección preliminar de beneficios y costos, resulta en que únicamente el escenario de máxima tecnificación ofrece un balance positivo; esto, dado que es el único que ofrece un posible desarrollo sustentable, que minimiza los costos ambientales y maximiza los beneficios por el aprovechamiento hidráulico.
4. Como complemento de los proyectos estructurales, es preciso contar con otros, no estructurales, como son la transferencia y venta de derechos del agua, para reducir la demanda durante sequía y en el futuro.
5. Reducir las extracciones sin mejorar la productividad del agua, representa inevitables pérdidas para el acuífero.
6. En la medida que se intensifique el reuso y la demanda de agua, mayor será la magnitud de las acciones de contingencia contra sequías.
7. Aún en condiciones de máxima eficiencia, es necesario contar con un programa de contingencia contra sequías, que implica la inevitable reducción de las extracciones ante estados críticos de escasez acumulada.

**Tomo III. Plan Maestro de Manejo del Acuífero de San Simón,
Municipio De Ensenada, B. C.**

8. El comportamiento meteorológico es un componente determinante en el acuífero.
9. Los fenómenos extremos – sequías o lluvias extraordinarias – determinan los impactos o la recuperación del acuífero, mientras que la magnitud promedio es efecto de series de años con deficiencias y superávit.
10. La política de operación del acuífero no debe ser función de la recarga esperada para el año en curso, sino del almacenamiento y la calidad al principio de dicho año.
11. El escenario tendencial no ofrece condiciones para un desarrollo sustentable.
12. El costo mínimo de la pérdida de agua subterránea por contaminación de aguas marinas o por drenado del acuífero, es el costo de la deficiencia en los usos marginales correspondientes a la tasa actual de extracción.
13. Los derechos de agua en el acuífero se encuentran sobreconcesionados. Esto sugiere una actualización, de modo que sean función a la disponibilidad del estado en que se encuentre el acuífero.
14. El programa propuesto debe prever una continuidad a largo plazo y no promover exclusivamente una maximización de los beneficios en el período de planeación.

Capítulo VII

Descripción del plan

VII.1. Descripción de los objetivos estratégicos.

Objetivos Estratégicos:

Definir acciones concretas para incrementar la oferta a corto, mediano y largo plazos, acordes con la disponibilidad, considerando las limitantes físicas, legales, financieras, políticas y sociales.

Definir acciones concretas de reducción de las demandas a corto, mediano y largo plazos, mediante la optimización de los sistemas hidráulicos urbanos y agrícolas.

Favorecer las actividades productivas para que mantengan o incrementen sus beneficios de la explotación del acuífero.

Establecer la estructura y programa de ejecución de las acciones.

Establecer un programa de evaluación y seguimiento de Plan Integral de Manejo, que lo retroalimente y en su caso lo modifique para el cumplimiento de objetivos.

Resultados Esperados:

Finalmente, en este rubro se hace una prospectiva para lograr exitosamente el cumplimiento de los objetivos planteados.

Resultado 1: Se cuenta con la infraestructura adecuada y suficiente para incrementar la oferta de agua de la región.

Resultado 2: Se cuenta con las medidas adecuadas y suficientes para reducir la demanda de agua de la región.

Resultado 3: Se cuenta con las medidas adecuadas y suficientes para estabilizar, recuperar y conservar el volumen y la calidad del agua del acuífero y de su entorno.

Resultado 4: Se cuenta con las leyes reglamentos y normas necesarias para mantener un control estricto sobre los factores que afectan el equilibrio dinámico del acuífero.

Resultado 5: Se realizan las medidas adecuadas y suficientes de control para el cumplimiento de las leyes y sus reglamentos.

Resultado 6: Se realizan los Estudios y Proyectos necesarios y suficientes para un mejor conocimiento de los fenómenos asociados a la dinámica de los acuíferos.

La definición de objetivos estratégicos se encuentra en este documento como Anexo A.2.

**Tomo III. Plan Maestro de Manejo del Acuífero de San Simón,
Municipio De Ensenada, B. C.**

Integración de escenarios concertados con usuarios

Las alternativas para el manejo de la demanda y la disponibilidad fueron propuestas por medio de talleres de planeación, identificándose los principales proyectos y áreas de oportunidad para lograr un uso sustentable del acuífero.

Con base en el análisis de escenarios paramétricos, así como de escenarios concertados con los usuarios y las opiniones obtenidas en la cuarta serie de presentaciones a los usuarios, se definió la Alternativa de Manejo, que es la base del Plan de Manejo de la zona de estudio. Las acciones propuestas fueron consensuadas con todos los involucrados, incluyendo acciones de estabilización, conservación y apoyo, con las que se busca reducir la demanda y hacer un mejor manejo de la disponibilidad del acuífero, teniendo en cuenta todos los aspectos geohidrológicos, hidrológicos, técnicos, financieros, sociales, institucionales, legales, de protección ambiental y desarrollo sustentable.

De acuerdo a lo anterior, se presenta la siguiente cartera de proyectos para el acuífero de San Simón:

El resumen de acciones concertadas con los usuarios es el que se presenta en el Cuadro 10, en ella se clasifican las acciones en tres etapas del manejo.

Estabilización. Son aquellas acciones que se requieren llevar a cabo para detener la sobreexplotación y recuperar los niveles de agua del acuífero, son en general acciones que buscan reducir la demanda y extracción de agua, aumentar la disponibilidad con la incorporación de nuevas fuentes de recarga.

Conservación. Estas acciones incrementan el volumen de agua del acuífero de forma indirecta a mediano y largo plazo, con el propósito de conservar los niveles del acuífero alcanzados con la consecución de las acciones clasificadas como de estabilización.

Apoyo. Estas acciones por si mismas no aumentan la recarga o disminuyen la extracción, pero son requeridas para llevar a cabo, en tiempo y forma, las acciones de los apartados anteriores.

La duración, tiempo de ejecución, costos y las unidades de gestión de cada una de las acciones, se presentan en la siguiente sección.

**Tomo III. Plan Maestro de Manejo del Acuífero de San Simón,
Municipio De Ensenada, B. C.**

Cuadro 10: Resumen de acciones concentradas para el acuífero de San Simón

Estabilización	Conservación	Apoyo
Gestión de derechos de agua a favor del acuífero	Tratamiento de agua residual e infraestructura	Fortalecimiento del COTAS
Proyecto de construcción de desaladoras de CESPE	Construcción de Bordos de Recarga	Creación del Centro de Gestión Financiera
Establecimiento de una red de Medición Hidrológica	Abastecimiento de agua potable a la población de San Simón	
Programa de optimización y uso eficiente del agua de uso agrícola	Controlar la localización de la extracción y descargas de las plantas desaladoras	
Explotación de aguas de origen marino	Controlar la extracción de materiales pétreos en las zonas altas de la Cuenca	
	Controlar la extracción de materiales pétreos en las zonas bajas de la Cuenca	
	Construcción de Bordos de Protección	
	Proyecto de Reforestación	
	Regularización de Obras de Captación	

VII.2. Descripción de las líneas de acción.

La descripción detallada de cada una de las líneas de acción se presentan en el Tomo I capítulo IX. A continuación se hace una descripción resumida de cada acción con el propósito de conocer sus características más importantes y poder relacionarlas con los diferentes aspectos del Plan de Manejo en su conjunto. En el programa operativo que aparece en el Anexo II se indica la duración de la acción, el costo de las principales actividades y el total, así como las instituciones responsables de cada una de ellas.

ACCIONES DE ESTABILIZACIÓN

Gestión de derechos de agua a favor del acuífero

Objetivo. Reducir la sobreasignación de derechos de explotación del agua (REPDA) hasta la recarga promedio anual para estabilizar el acuífero, mediante la sesión y/o venta de derechos de extracción de agua a favor del acuífero.

Justificación. La disponibilidad promedio anual del acuífero no satisface el volumen concesionado actual. El marco normativo vigente permite y promueve

**Tomo III. Plan Maestro de Manejo del Acuífero de San Simón,
Municipio De Ensenada, B. C.**

la transferencia de derechos a favor del acuífero. Existe la voluntad de los usuarios y gobierno para hacer sustentable el manejo del acuífero.

Principales Beneficios Esperados. Contribuir a la estabilización del acuífero regulando la extracción mediante la conciliación de los volúmenes de agua concesionados con la disponibilidad del agua. Disponer de procedimientos transparentes y efectivos para la transferencia de derechos de agua hacia el acuífero, contribuyendo a su manejo sustentable y al desarrollo social y económico de la región. El agua adquiera un valor por su uso y productividad económica y social, generando un mercado que permita su administración integral (oferta y demanda).

Acciones y Actores. Utilizar el censo continuo de aprovechamientos y usuarios para caracterizarlos con base en parámetros técnicos, económicos, legales, sociales y ambientales y con ello elaborar el diagnóstico del aprovechamiento del acuífero. Caracterizar la recarga y disponibilidad dinámica. Con base en el diagnóstico del aprovechamiento, de la recarga y disponibilidad dinámica del acuífero, establecer el volumen anual a concesionar a mediano plazo. Establecer los volúmenes totales a reducir de lo concesionado y los procedimientos (mecanismos, parámetros y criterios) para la transferencia de derechos al acuífero. Establecer los procedimientos para la transferencia de derechos de agua del acuífero hacia los usuarios y entre usuario (mercado de agua). Las unidades responsables de su ejecución serán la CONAGUA y el COTAS pudiendo participar la SAGARPA, Gobiernos e Inversión privada.

Supuesto y Limitaciones de Programa. Se lleve a cabo el estudio de medición y monitoreo sistemático que determine los volúmenes de recarga. Se lleve a cabo el censo de aprovechamientos que establezca las zonas del acuífero con mayor déficit de recarga y sean más propensas a la sobreexplotación o a la contaminación por intrusión salina. Las más importantes limitantes son la falta de interés por parte de los usuarios por ceder sus derechos y la falta de confianza en las instituciones que regulan la extracción del agua.

Proyecto de construcción de desaladoras de CESPE

Objetivo. Contribuir en la solución del problema de abasto de agua en los Poblados del acuífero de San Simón con la construcción y operación de plantas desaladoras disminuyendo la sobreexplotación de los acuíferos en beneficio de su zona agrícola.

Justificación. Actualmente las comunidades asentadas en los acuíferos de Vicente Guerrero, San Simón y San Quintín en las cuales se consideran los centros de población Playas de San Ramón, Vicente Guerrero, Lomas San Ramón, Santa Fe, Padre Kino, Ejido Prof. Graciano Sánchez, San Quintín, Lázaro Cardenas, Ejido Raúl Sánchez Díaz, Ejido Papalote, Francisco Villa (San Simón), Los Pinos, Santa María (Venustiano Carranza), carecen de la infraestructura para el suministro de agua potable en calidad del producto y del servicio. La construcción y operación de plantas desaladoras satisfará el

**Tomo III. Plan Maestro de Manejo del Acuífero de San Simón,
Municipio De Ensenada, B. C.**

crecimiento de la demanda hasta el 2024 y los excedentes en los períodos de conciliación oferta-demanda permitirán disminuir las extracciones en beneficio del acuífero y de las actividades agrícolas.

Principales Satisfacer la demanda de agua para uso público urbano de centros urbanos sin incrementar las extracciones actuales en el período del 2010 al 2024.

Aprovechar los excedentes de la desalación en el período 2010-2024 para disminuir la sobreexplotación de los acuíferos y aumentar su disponibilidad en beneficio de la agricultura. Acción y Actores. Realizar el proyecto, construir y operar plantas desaladoras en la ciudad de Ensenada. Las unidades responsables de su ejecución serán la CESPE y CONAGUA.

Supuestos y Limitantes del Programa. Disponibilidad del recurso financiero. La comparación del costo beneficio es favorable con respecto de otras acciones que pueden ofrecer resultados similares.

Establecimiento de una red de Medición Hidrológica

Objetivo. Contar con equipamiento y un procedimiento confiable de observación y control de los componentes del sistema de aguas subterráneas que permita: (1) diagnosticar las condiciones de equilibrio del acuífero; (2) delinear la tendencia a corto, mediano y largo plazo de los niveles y la calidad del agua subterránea; (3) disponer de información de referencia y apoyo para la planeación en el uso de los recursos hidráulicos; y (4) proveer un sistema de alerta para asegurar el buen funcionamiento de las fuentes de agua potable ante prolongados periodos de sequía o riesgos de contaminación química o bacterial.

Justificación. Hasta el momento no se ha configurado una red de monitoreo hidrológico que incluya tanto monitoreo de agua subterránea (niveles de almacenamiento, calidad de agua, extracciones y recargas), climatología e hidrometría que pueda ser utilizada como elemento de juicio técnico para establecer las políticas de explotación del acuífero.

Principales Beneficios. Esperados. Contribuir a la estabilización del acuífero condicionando los volúmenes de extracción al diagnostico de la situación actual y a la determinación de las tendencias, tanto en cantidad como en calidad de agua. Disponer de las herramientas y los procedimientos adecuados para determinar dichas tendencias y para planear y supervisar el uso sustentable de los recursos hidráulicos. Contar con un instrumento confiable para la verificación de las condiciones establecidas y para la prevención ante riesgos naturales o inducidos.

Acciones y actores. Utilizar el censo permanente de obras hidráulicas para identificar los volúmenes de agua extraídos. Diseñar y construir la red de monitoreo que permita realizar un balance hídrico permanente. Capacitar al COTAS para su operación e interpretación de datos, Las unidades responsables de su ejecución serán la SAGARPA, CONAGUA, CESPE, SEMARNAT Usuarios

**Tomo III. Plan Maestro de Manejo del Acuífero de San Simón,
Municipio De Ensenada, B. C.**

COTAS y organizaciones educativas y de investigación como UABC, CICESE e INIFAP.

Supuestos y Limitantes del Programa. Voluntad para sujetarse a los requerimientos de un programa de monitoreo constante y para aceptar el diagnóstico y las medidas necesarias para la recuperación y el uso sustentable del acuífero. Contar con los recursos económicos necesarios para implementar y sostener una red de monitoreo por al menos 20 años.

Programa de optimización y uso eficiente del agua de uso agrícola

Objetivo. Establecer un programa de optimización y uso eficiente del agua de uso agrícola, en el que, con el volumen de agua disponible del acuífero se obtengan mejores beneficios en la actividad agrícola, con el consecuente desarrollo económico y social de la región.

Justificación. Los usuarios del agua con fines agrícolas muestran su descontento por la falta de agua para sus cultivos argumentando que la construcción de obras de infraestructura hidráulica como bordos de recarga, presa invertida, entre otras, ayudaría a recargar el acuífero. Aunque muchos cultivos están tecnificados el uso de agua en ellos puede ser optimizado, algunos otros deben ser tecnificados ya que conservan técnicas de riego inadecuadas. Es necesario llevar a cabo un programa de capacitación agropecuaria que permita hacer un uso más adecuado del agua, obtener un mayor rendimiento en las cosechas.

Principales Beneficios Aumentar la producción agrícola de los cultivos más rentables desde la perspectiva económica y de consumo de agua con un volumen de agua menor al actual. Disminuir la demanda de agua al ampliar la superficie de los cultivos en malla sombra, invernadero, etc. en las áreas en las que aún no se cuenta con este grado de tecnificación. Incentivar la conversión a cultivos más rentables, principalmente entre los pequeños productores. Mediante la capacitación agrícola abatir costos de producción logrando que todos los cultivos produzcan más y mejor con menor consumo de agua y fertilizantes, optimizando la cantidad y frecuencia de la aplicación del agua.

Acciones y Actores. Establecer junto con las organizaciones de agricultores una planeación y selección adecuada de cultivos. Mantener un equilibrio en la superficie cultivada y la disponibilidad de agua. Optimizar el uso del agua en la irrigación evitando fugas en la captación, bombeo, conducción y aplicación a la planta, así como por evaporación o infiltración al subsuelo. Aplicar tecnología agrícola moderna (cultivo en malla sombra, invernadero, hidroponía, labranza de conservación, etc). Establecer un programa de capacitación agropecuaria permanente que permita obtener mejores cosechas con menor cantidad de agua y fertilizantes. Para el seguimiento y control del programa se requiere la participación de la CONAGUA, SEMARNAT, CESPE y SEFOA, instituciones privadas como las asociaciones agrícolas; académicas como UABC, INIFAP y CICESE y el COTAS.

**Tomo III. Plan Maestro de Manejo del Acuífero de San Simón,
Municipio De Ensenada, B. C.**

Supuestos y Limitantes del Programa. Los usuarios tienen un genuino interés en conservar el recurso agua y hacer un uso sustentable del mismo. Continuar extrayendo los mismos volúmenes de agua provocará a una sobreexplotación que colapsaría las actividades económicas. Se requieren apoyos especiales para que los agricultores medianos y pequeños puedan cambiar sus cultivos y prácticas de riego. Es necesario cuantificar la recarga media considerando los prolongados períodos de baja precipitación que se presentan en la cuenca ya que este volumen determinaría la cantidad de agua que será posible extraer del acuífero y cualquier reducción podría implicar pérdidas económicas.

Explotación de aguas de origen marino

Objetivo. Contar con un volumen adicional de agua para la agricultura que permita disminuir la extracción del acuífero y mantener o aumentar la superficie sembrada.

Justificación. El acuífero está siendo sobreexplotado para satisfacer el volumen de agua que demanda la agricultura, esto se ha hecho manifiesto en el abatimiento del nivel freático, la degradación de la calidad del agua por la intrusión salina, por lo que es necesario contar con un volumen de agua adicional, que podría ser desalado del mar.

Principales Beneficios Esperados. Un volumen mayor de agua obtenido del mar podría aliviar la presión que se ejerce actualmente sobre el recurso subterráneo y no propiciaría el aumento de la intrusión salina como sucede con los pozos que extraen agua salobre de la cuña salina.

Acciones y Actores. a) Desarrollo de estudios de evaluación técnica, económica, social y ambiental de plantas desaladoras de agua de mar. Gestión de recursos financieros para los proyectos ejecutivos y la construcción de las obras. Elaboración de los proyectos ejecutivos de plantas desaladoras de agua de mar. Construcción de de plantas desaladoras de agua de mar.

Supuestos y Limitantes del Programa. La comparación del costo beneficio de esta acción con otras fuentes que pueden incorporar otras opciones. La disponibilidad del recurso financiero en función de las prioridades internacionales, nacionales, estatales, regionales y municipales.

ACCIONES DE CONSERVACION

Objetivo. Garantizar la prestación eficiente de los servicios de drenaje y tratamiento de aguas con el fin de mejorar la calidad de vida de la población que hoy carece de esos servicios evitando, a su vez, la contaminación del acuífero y sus consecuencias.

Justificación. La contaminación de acuíferos por aguas residuales se ha constituido en una preocupación de primer orden en virtud de su incidencia

**Tomo III. Plan Maestro de Manejo del Acuífero de San Simón,
Municipio De Ensenada, B. C.**

sobre la calidad de vida de la población y las actividades económicas que requieren del uso del agua del acuífero. Últimamente, ha surgido un esquema jurídico-administrativo para la regulación de este problema, el cual, ha estimulado el crecimiento de las inversiones en proyectos de saneamiento ambiental. Estos asentamientos humanos carecen del servicio de recolección y tratamiento de aguas residuales descargando sobre los arroyos y en letrinas con riesgo para la salud de la población y de contaminar los acuíferos con lo cual el problema se extiende a toda la región así como hacia la producción agrícola.

Principales Beneficios Esperados. Mejorar la calidad de vida de 46,000 habitantes actuales con una proyección de 72,000 al 2030 disminuyendo los impactos a la salud. Evitar la descarga actual de 2 Mm³/año fuera de norma sobre los cuerpos receptores y de 3.2 Mm³/año al 2030 y de 57 Mm³ totales en el período 2010-2030 mitigando los impactos de contaminación al acuífero.

Acciones y Actores. Realizar los estudios de evaluación técnica, económica, social y ambiental de la Construcción de Plantas de Tratamiento de Aguas Residuales, Cárcamos y Emisores. Gestionar de recursos financieros. Desarrollar los proyectos ejecutivos requeridos. Construcción de Plantas de Tratamiento de Aguas Residuales, Cárcamos y Emisores. Unidades responsables de la ejecución de la acción: CONAGUA y CESPE.

Supuestos y Limitantes del Programa. La disponibilidad del recurso financiero en función de las prioridades internacionales, nacionales, estatales, regionales y municipales. La administración y operación del sistema, así como, el esquema de tarifas.

Construcción de Bordos de Recarga

Objetivo. Aumentar la recarga en el acuífero al prolongar el tiempo de permanencia del agua superficial en el cauce de los arroyos y con ello el tiempo de infiltración hacia el acuífero.

Justificación. La obtención de volúmenes adicionales de agua a favor del acuífero para su uso posterior en el sector urbano y agrícola. Sin embargo es necesario realizar un análisis del costo-beneficio entre el agua que puede acumular cada obra, el volumen recargado y los costos de construcción y mantenimiento de la obra.

Principales Beneficios Esperados. Seleccionar los sitios más adecuados para represar el agua y propiciar la infiltración. Evaluar la relación costo-beneficio de cada obra. Regular el uso del agua represada para impedir que sea utilizada directamente.

Acciones y Actores. Seleccionar los sitios más adecuados para represar el agua y propiciar la infiltración. Evaluar la relación costo-beneficio de cada obra. Regular el uso del agua represada para impedir que sea utilizada directamente. Para el seguimiento y control del programa se requiere la participación de la CONAGUA, SEMARNAT y SEFOA, así como el COTAS.

Tomo III. Plan Maestro de Manejo del Acuífero de San Simón,

Municipio De Ensenada, B. C.

Supuestos y Limitantes del Programa. Los usuarios del agua reconocen la necesidad de obtener recursos hídricos adicionales para hacer un uso sustentable del recurso. Se obtienen los financiamientos necesarios para la construcción de las obras. El costo del agua infiltrada mediante la construcción y mantenimiento de repesos debe ser menor al costo de sobreexplotación del acuífero.

Abastecimiento de agua potable a la población de San Simón

Objetivo. Construir un sistema de agua potable e integrarlo al sistema de saneamiento para el uso de agua residual tratada en la agricultura y para mejorar las condiciones de salubridad de la población.

Justificación. Existe la voluntad de los usuarios y gobierno para hacer sustentable el manejo del agua al interior del sistema hidráulico urbano, para hacer un uso eficiente del agua de los usos urbano y doméstico, para dotar al acuífero de una nueva fuente alterna: agua residual tratada.

Principales Beneficios Esperados. Contribuir a la estabilización del acuífero mediante la oferta de los volúmenes de agua residual tratada. Mejorar las condiciones de salubridad de la población, evitando las descargas irregulares de agua residuales domésticas y urbanas. Lograr una distribución justa y equitativa de los servicios de agua potable y alcantarillado por el tipo de uso y por la situación social y económica de los usuarios.

Acciones y Actores. Con base en el diagnóstico diseñar el sistema para 30 años de agua potable y de alcantarillado sanitario. Establecer los volúmenes de diseño para el suministro de agua, proceso de captación y tratamiento de aguas residuales para su uso en agricultura. Desarrollar el proyecto ejecutivo para la construcción de infraestructura de agua potable y de alcantarillado sanitario. Construcción de todo el sistema.

Supuestos y Limitantes del Programa. Generación de un Programa de Desarrollo Urbano de la región sur de San Quintín. Diseño de los sistemas de agua potable y alcantarillado existentes. Puesta al día, del sistema de recaudación y monitoreo. La disponibilidad del recurso financiero en función de las prioridades regionales y municipales.

Controlar la localización de la extracción y descargas de las plantas desaladoras

Objetivo. Proteger el acuífero y mitigar los impactos en las zonas costeras y marinas por la extracción de agua salobre para desalación y las descargas de salmuera de rechazo que ocasionarían daños irreversibles en los ecosistemas y reducen la disponibilidad de agua de calidad aceptable en los acuíferos controlando dichas actividades.

Justificación. La instalación y operación de procesos de desalación fuera de las normas, sin estar soportados en estudios de impacto ambiental son de alto

**Tomo III. Plan Maestro de Manejo del Acuífero de San Simón,
Municipio De Ensenada, B. C.**

riesgo para la sustentabilidad de los acuíferos y para los ecosistemas costeros y marinos, los daños son irreversibles y afectan drásticamente la disponibilidad futura del recurso.

Principales Beneficios Esperados. Proteger los acuíferos, las zonas costeras y los ecosistemas de los impactos nocivos tanto de la extracción de agua salobre como de la disposición del agua de rechazo de plantas desaladoras. Hacer un uso correcto de las tecnologías de desalación de agua salobre y agua de mar. Crear y desarrollar una cultura entre usuarios y sociedad para la protección del ambiente haciendo uso correcto de la tecnología y participando como supervisores ambientales.

Acciones y Actores. Zonificar y demarcar las zonas donde esté permitida o en su caso restringida la ubicación y operación de pozos de abastecimiento de plantas desaladoras como de la salmuera de rechazo. Realizar un censo dinámico de las plantas desaladoras actuales evaluaciones de impacto ambiental periódicas. Instrumentar las plantas actuales con medidores de extracción, producción y descargas tanto en volúmenes como en calidades y establecer procedimientos de registro y supervisión. Reglamentar los permisos de operación de plantas desaladoras que deberán estar soportadas en evaluaciones técnicas, económicas, sociales y ambientales realizadas por proveedores de servicio calificados y certificados con licencias registradas. La CONAGUA, la SEMARNAT y los COTAS.

Supuestos y Limitantes del Programa. Existe un consenso gobierno y usuarios para el manejo sustentable del acuífero. Hay una responsabilidad legal de usuarios y proveedores (manifiesto de impacto ambiental). Carencia de información fidedigna y actualizada de la ubicación y operación de las plantas desaladoras y de la situación actual de la calidad del agua del acuífero para evaluar los impactos y aplicar la normatividad vigente. Carencia de recursos financieros para realizar censos, evaluaciones y supervisión. Ausencia de programas en regulación de desalación de agua de mar y organización para la ejecución de los mismos.

Controlar la extracción de materiales pétreos en las zonas bajas de la Cuenca

Objetivo. Reducir la pérdida de agua superficial al mar y la evaporación del agua subterránea por la extracción de materiales pétreos en las zonas bajas de la cuenca mediante su regulación.

Justificación. La extracción de materiales pétreos en las zonas bajas de la cuenca sin consideración hidrogeológicas genera: a) un aumento en la velocidad de flujo del agua en el arroyo y su descarga al mar; b). pérdida de la zona de recarga y también parte del mismo acuífero; c) disminución de la capa de arena sobre el agua freática e incluso poner al descubierto el agua del acuífero con un posible incremento en la evaporación. Todos estos efectos adversos de la explotación de arenas en los cauces pueden revertirse si se establecen

**Tomo III. Plan Maestro de Manejo del Acuífero de San Simón,
Municipio De Ensenada, B. C.**

regulaciones y especificaciones de extracción acordes con la hidrogeología del acuífero y la hidrodinámica del arroyo.

Principales Beneficios Esperados. Restablecer el comportamiento hidráulico del arroyo. Disminuir la velocidad de flujo del agua en el arroyo. Mantener la zona de recarga. Disminuir la evaporación del acuífero a lo largo del arroyo.

Acciones y Actores. Revisar la normativa vigente y adecuarla a la protección de los acuíferos y cauces. Vigilar el cumplimiento de la normativa. Revisar y mejorar la normativa sobre las extracciones, principalmente lo relacionado a la recuperación de áreas concesionadas impactadas. La CONAGUA debe ser la responsable de la supervisión y ejecución. La CONAGUA, los usuarios y el COTAS serán los responsables de verificar los resultados de esta acción, a partir de la regulación, supervisión y la denuncia.

Supuestos y Limitantes del Programa. Los concesionarios de los bancos de arena cumplen con la normativa vigente y no es su intención afectar el acuífero o la dinámica del arroyo. La normativa actual es la principal limitante ya que los explotadores de la arena cumplen con la misma. Esta normativa no considera desarrollar la explotación de arenas sin afectar al acuífero y sin aumentar la velocidad de flujo superficial en los arroyos.

Controlar la extracción de materiales pétreos en las zonas altas de la Cuenca

Objetivo. Reducir la pérdida de agua superficial al mar por la extracción de materiales pétreos en las zonas altas de la cuenca mediante su regulación.

Justificación. La extracción de materiales pétreos en las zonas altas de la cuenca genera canales de conducción de agua que aceleran el movimiento del agua. La regulación de las explotaciones con lineamientos que incidan en la reducción de la velocidad del agua en el arroyo y los volúmenes totales explotados podría hacer esta actividad no impacte al acuífero y permita aumentar el tiempo de residencia del agua en el arroyo.

Principales Beneficios Esperados. Restablecer el comportamiento hidráulico del arroyo. Disminuir la velocidad de flujo del agua en el arroyo. Mantener la zona de recarga. Disminuir la evaporación.

Acciones y Actores. Revisar la normativa vigente y adecuarla a la protección de los acuíferos y cauces. Vigilar el cumplimiento de la normativa. Revisar y mejorar la normativa sobre las extracciones y principalmente lo relacionado a la recuperación de áreas concesionadas. La CONAGUA debe ser la responsable de la supervisión y ejecución. La CONAGUA, los usuarios y el COTAS serán los responsables de verificar los resultados de esta acción, a partir de la regulación, supervisión y la denuncia.

Supuestos y Limitantes del Programa. Los concesionarios de los bancos de arena cumplen con la normativa vigente y no es su intención afectar el acuífero o la dinámica del arroyo. La normativa actual es la principal limitante ya que los

**Tomo III. Plan Maestro de Manejo del Acuífero de San Simón,
Municipio De Ensenada, B. C.**

explotadores de la arena cumplen con la misma. Esta normativa no considera desarrollar la explotación de arenas sin afectar al acuífero y sin aumentar la velocidad de flujo superficial en los arroyos.

Construcción de Bordos de Protección

Objetivo. Realizar obras civiles que delimiten la extensión del cauce en condiciones de avenidas extraordinarias para protección de las poblaciones aledañas, parcelas de cultivo e infraestructura hidroagrícola, mediante la colocación de bordos de protección en las márgenes del río que estén en peligro de ser erosionadas.

Justificación. Aunque esta acción no representa una actividad que impacte de forma directa en el uso sustentable del acuífero que es el objetivo del PIMSA. Sin embargo, si forma parte del objetivo supremo del Plan que es lograr un crecimiento sostenido de la región.

Principales Beneficios Esperados. Proteger a 1,069 habitantes de la población de la Francisco Villa, más de 120 ha las tierras de cultivo colindantes y en riesgo de inundación, las estructura agrícola de la zona que incluye invernaderos, plantas de ósmosis inversa, almacenes, maquinaria, etc. así como el puente de comunicación de la carretera federal No.1 única vía de comunicación terrestre con el resto de la península de Baja California.

Acciones y Actores. Realizar el levantamiento topográfico del lecho del arroyo, taludes y área de inundación. Llevar a cabo una simulación hidráulica del cauce del arroyo. Proponer un proyecto de construcción de bordos de protección a lo largo de la margen izquierda del arroyo San Simón. Construir los bordos de protección a lo largo del cauce y sobre la margen izquierda del arroyo. Los responsables de la obra son: CONAGUA, Gob. del Estado de Baja California y Municipio de Baja California.

Supuestos y Limitantes del Programa. Existe un consenso gobierno y usuarios para la realización de esta obra. Hay una responsabilidad de las autoridades del agua y de protección civil, estatales y federales, por llevar a cabo la construcción de obras de protección. Carencia de recursos financieros para llevar a cabo la obra.

Proyecto de Reforestación

Objetivo. Reforestar las áreas boscosas en la parte alta de la cuenca, para incrementar la precipitación y aumentar la recarga de mantos acuíferos.

Justificación. Es bien conocido que la reforestación de las zonas boscosas y altas de las cuencas aumentan la captación de humedad. El manejo de reforestación de la sierra de San Pedro Mártir es una preocupación real de los usuarios de la cuenca y del gobierno estatal y federal. El marco normativo vigente permite y promueve la forestación mediante incentivos otorgados a través de la CONAFORT.

Tomo III. Plan Maestro de Manejo del Acuífero de San Simón,

Municipio De Ensenada, B. C.

Principales Beneficios Esperados. Incremento de la recarga, y la disponibilidad de agua en el acuífero. Contribuir a la estabilización del acuífero, retardando el flujo superficial y permitiendo la infiltración.

Acciones y Actores. Gestión de permisos y financiamientos para la reforestación de la parte alta de la Sierra de San Pedro Mártir. Realizar un programa de difusión y cultura forestal permanente sobre la importancia de la conservación y protección de los recursos forestales. Contribuir a la estabilidad del acuífero con el manejo forestal de la parte alta de la Sierra de San Pedro Mártir de forma permanente. Unidades Responsables de la Ejecución: CONAGUA, CONAFOR, usuarios de la parte alta de la cuenca y el COTAS.

Supuestos y Limitantes del Programa. Establecer la Comisión para la gestión ante la CONAFORT. Diseño y presupuesto del proyecto de reforestación. Sometimiento de proyecto de presupuesto ante CONAFORT.

Regularización de Obras de Captación

Objetivo. Regularizar las obras de captación de aguas subterráneas del acuífero, para evaluar la cantidad de agua que se extrae del acuífero de forma irregular.

Justificación. Para alcanzar el uso sustentable del acuífero es necesario conocer el volumen de agua extraído con mucha precisión para, de ser necesario, reducir la extracción de agua y con ello la sobreexplotación del acuífero. La ocurrencia de obras de captación que no están registradas constituye un volumen de agua que no está siendo contabilizado en el balance hídrico.

Principales Beneficios Esperados. Hacer cumplir la ley en materia de extracciones con el propósito de que no existan usuarios que hagan uso del recurso hídrico de forma ilegal. Conocer con mayor precisión el volumen extraído del acuífero, y calcular el balance hídrico con mejor certidumbre.

Acciones y Actores. Llevar a cabo un programa intensivo de regularización de obras de captación que permitan establecer con precisión las captaciones irregulares su caudal de extracción. Las unidades responsables de su ejecución serán la CONAGUA y el COTAS.

Supuestos y Limitantes del Programa. La voluntad de la CONAGUA por regularizar a los usuarios que están extrayendo más agua de la asignada, e identificar a los que no tienen permisos de extracción. El acceso al financiamiento para esta acción. El acceso al financiamiento para incluir a los usuarios domésticos que están extrayendo agua del acuífero de forma irregular en el programa de abastecimiento de agua potable. Estos usuarios son difíciles de incorporar a las redes de distribución de agua potable porque su ubicación es siempre muy dispersa ya que se asientan en zonas suburbanas.

**Tomo III. Plan Maestro de Manejo del Acuífero de San Simón,
Municipio De Ensenada, B. C.**

ACCIONES DE APOYO

Fortalecimiento del COTAS

Objetivo. Contar con un cuerpo técnico del COTAS mejor organizado, con una participación activa en la promoción y ejecución de las acciones, así como también en la evaluación y seguimiento de planes y proyectos de mejoras del acuífero.

Justificación. El incremento de la capacidad operativa y la obtención de una posición de liderazgo del COTAS de San Simón, en materia de gestión de financiamientos y operación de proyectos de mejoramiento, permitiría reducir la sobreexplotación y degradación del acuífero. Existe la voluntad por parte del COTAS y de CONAGUA para hacer sustentable el manejo del acuífero. El marco normativo vigente permite y promueve la operación del COTAS como figura gestora de acciones y proyectos a favor del acuífero.

Principales Beneficios Esperados. Personal competente a cargo del diseño, construcción e inspección de las acciones. Personal suficiente y capacitado para realizar las tareas de supervisión y mantenimiento. Asignación de responsabilidades a personal con capacidad comprobada. Desarrollo de información preliminar suficiente y liderazgo entre los usuarios.

Acciones y Actores. Capacitar al cuerpo técnico en actividades de dirección y ejecución del proyecto. Impulsar y atender la red de monitoreo hídrico. Promover la regularización de todas las obras de captación del acuífero. Formalizar los documentos compromisos de participación en el proyecto. Concertar reuniones periódicas de seguimiento y evaluación. Evaluar participativamente el funcionamiento del COTAS. La CONAGUA juega un papel preponderante en el fortalecimiento del COTAS.

Supuestos y Limitantes del Programa. Los usuarios consideran al COTAS y a sus integrantes como representantes de los intereses colectivos. La capacidad operativa de los COTAS les permite emitir opiniones técnicas sustentadas que promueven el uso sustentable del acuífero y aseguran la continuidad del recurso hídrico.

Creación del Centro de Gestión Financiera

Objetivo. Gestionar financiamiento de diversos entes internacionales y nacionales para hacer frente a los gastos de inversión requeridos para las acciones del Plan de Manejo.

Justificación. La ejecución de muchas de las acciones del Plan de Manejo requiere obtener financiamiento externo para poderse llevar a cabo. Existen muchos organismos públicos y privados tanto nacionales como extranjeros, que están financiando actividades de este tipo, que no están siendo aprovechados por desconocimiento de su existencia y los mecanismos para acceder a dichos recursos. La consecución de estos recursos requiere de un grupo especializado

**Tomo III. Plan Maestro de Manejo del Acuífero de San Simón,
Municipio De Ensenada, B. C.**

en gestión financiera que sea capaz de hacer llegar estos recursos a los usuarios.

Principales Beneficios Esperados. La obtención de financiamiento externo que haga realizable el Plan de Manejo, ya que en la mayoría de las acciones los usuarios están imposibilitados para llevarlas a cabo por falta de recursos. Esta organización de los usuarios será mucho más viable a corto y mediano plazo con la concurrencia de un organismo de gestión que los convenza de las ventajas y beneficios a obtener si se hace un frente común.

Acciones y Actores. Formular las bases de diseño para la generación de un centro de gestión. Crear y operar el Centro de Gestión Financiera. Relacionar al organismo financiero con la acción a financiar. Promover el interés entre los usuarios que desean llevar a cabo la acción, agrupándolos y organizándolos de acuerdo a los requerimientos del ente financiero. Buscar los fondos concurrentes para solicitar el financiamiento y realizar los trámites necesarios para obtener los recursos, es decir, llenar los formularios requeridos. Los organismos responsables de ejecutar esta acción son: CONAGUA, SEFOA y COTAS.

Supuesto y Limitaciones de Programa. El organismo es capaz de obtener recursos para ejecutar las acciones del Plan de Manejo y se obtienen financiamientos de organismos internacionales. Para ello se requiere personal con la experiencia en este tipo de trámites, el apoyo de las autoridades y la participación de los usuarios en los compromisos adquiridos como aval de los apoyos.

Capítulo VIII

Costos y financiamiento

Resumen

El Análisis Económico del Plan de Manejo se desarrolla combinando las vertientes de los Costos Económico Ambientales por la Sobreexplotación y la Estimación de los Costos de las Acciones del Plan de Manejo asociadas con los Volúmenes de Agua Liberados a favor del Acuífero.

El Plan de Manejo del Acuífero de San Simón integra 16 acciones clasificadas como se muestra en el Cuadro 9. Para este plan se estimó el rescate o liberación de 847,073,761 metros cúbicos en el período 2007-2030 con un costo total de 780,309 miles de pesos lo cual representa un promedio de 0.92 \$/m³ de agua liberado, Cuadro 11.

Cuadro 11: Resumen de Costos y Volúmenes liberados por el Plan de Manejo.

Acciones	Costo Total miles de pesos	Metros cúbicos totales	Costo pesos por metro cúbico
Total Estabilización	683,028	176,359,606	3.87
Total Conservación	62,491	670,714,155	0.09
Total Apoyo	34,790	847,073,761	0.04
Total Programa	780,309	847,073,761	0.92

Fuente: elaboración propia.

El análisis económico implica darle un "Precio o Valor" al metro cúbico de agua rescatado y como referencia se consideró el costo de sobreexplotación para extraer el agua de la reserva. Se compara entonces el Costo Total del Plan con el Costo Total Evitado en la Sobreexplotación para estimar una relación Beneficio-Costo a valores constantes de 2005, o bien comparar a valor presente con una tasa de descuento de referencia. El criterio utilizado con el parámetro de la relación Beneficio Costo es aceptar el plan y las acciones que la integran si tal relación es igual o mayor que la unidad

Al utilizar el método del valor presente neto acumulado, la evaluación económica es más realista porque considera el valor presente de los ingresos netos que se esperan lograr en el futuro durante la vida del plan. Al aplicar una tasa de descuento a los ingresos netos para traerlos a valor presente, se está considerando que se desea al menos lograr esta tasa de retorno mínima atractiva (TREMA) en la vida del plan (al 2030) y que si el valor presente neto acumulado es igual o mayor que cero, el plan es aceptado porque "asegura" que se obtiene al menos la TREMA solicitada.

Además se evalúa el valor de la tasa de descuento para que la relación de los beneficios a valor presente al costo sea igual a la unidad y comparar esta tasa de descuento con la TREMA, también se evalúa el precio mínimo del metro

**Tomo III. Plan Maestro de Manejo del Acuífero de San Simón,
Municipio De Ensenada, B. C.**

cúbico liberado para lograr la TREMA y un análisis final es evaluar el precio mínimo del metro cúbico liberado para lograr ambos criterios. es decir lograr la TREMA y que la relación de los beneficios a valor presente al costo sea igual a la unidad.

El proponer un valor de la TREMA implica tanto decidir entre diferentes alternativas de inversión de recursos como definir el valor de la tasa de interés máxima a la cual se puede aceptar el financiamiento. Proponer o estimar el valor requerido para el precio del metro cúbico de agua rescatado implica que alguien tiene que estar dispuesto a pagarlo, fondos privados, públicos o combinación de ellos, pero es una condición SineQuaNon para que los ingresos sean reales.

Entre los resultados de este apartado se consigna que a valores constantes los "Ingresos netos" esperados totalizan 37,510,434 miles de pesos al darle un valor al metro cúbico de agua rescatado igual al costo de la sobreexplotación para extraer el agua de la reserva, con una relación beneficio costo de 48.07 Utilizando el valor de la productividad actual del agua de 28.46 \$/m³, la relación beneficio costo es igual a 29.9 y el valor mínimo del metro cúbico de agua rescatado para lograr una relación beneficio costo igual a la unidad es de 1.84 \$/m³. En lo que se refiere al tiempo de retorno de la inversión en este esquema de valores constantes a partir del 2010 se tienen valores positivos del ingreso neto acumulado para sustentar económicamente el plan y en el 2013 ya se tendrían excedentes sobre el costo total del plan

Considerando una TREMA de 10%, el valor presente neto acumulado del Plan es de 10,430,127 miles de pesos, lo cual indica aceptar el Plan cuya TIR se ubica en estas condiciones en 93%. Para obtener una relación beneficio a valor presente al costo actual utilizando el valor al metro cúbico de agua rescatado igual al costo de la sobreexplotación la TREMA se ubica en 42% lo cual fija la tasa máxima de interés del financiamiento. Con un valor de TIR de 10% el valor mínimo del metro cúbico de agua rescatado es de 1.69 \$/m³ y para lograr ambos criterios de una relación beneficio a valor presente al costo actual de la unidad con una tasa de descuento del 10% el valor mínimo del metro cúbico de agua rescatado es de 4.41\$/m³. En el esquema de valor presente a partir del 2010 se generan valores presentes netos acumulados positivos lo cual marca el tiempo de retorno de la inversión para la tasa de descuento considerada.

Las acciones de estabilización representan el 88% del costo total y el 21% del volumen liberado con un costo promedio de 3.87 \$/m³. La gestión de derechos de agua a favor del acuífero con el criterio de participación combinada en el costo total del programa y en el volumen total de agua liberado es la más atractiva con el 6.9% del costo total y el 14.6% del volumen liberado pero se maneja con la reserva de la realidad de los volúmenes rescatados. Por otra parte el Programa de Optimización y Uso Eficiente del Agua de Uso Agrícola representa el 75.8% del costo total y sólo libera el 4.1% del volumen total liberado.

Las acciones de Conservación representan el 8% del costo total y el 79.2% del volumen liberado con un costo promedio de 0.09 \$/m³. Con el criterio

**Tomo III. Plan Maestro de Manejo del Acuífero de San Simón,
Municipio De Ensenada, B. C.**

anteriormente mencionado son atractivas las acciones de Controlar la Localización de las Extracciones y Descargas de Plantas Desaladoras y el Tratamiento de Agua Residual e Infraestructura. Hay que enfatizar el impacto de las dos primeras con el 78% del volumen liberado y el 1.6% del costo por el efecto multiplicador de las descargas no controladas sobre la calidad del agua del acuífero.

El análisis económico aporta directrices en relación a la magnitud de las tasas de interés recomendables para gestionar el financiamiento, así como recomendaciones para re-estructurar la política de tarifas basados en una planificación integral que considere oferta, demanda y el valor del agua. Por otra parte se revisa el efecto de este valor del agua o precio unitario de los volúmenes rescatados para que el plan sea realizable bajo criterios de economía.

Marco de referencia.

El Marco de referencia se integra por dos componentes principales, el primero de ellos es el Capítulo VII de Costos Económico Ambientales por la Sobreexplotación y el segundo es la Estimación de los Costos de las Acciones del Plan de Manejo y de los Volúmenes de Agua Liberados a favor del Acuífero.

En el Capítulo VII, con una prospectiva para el período del 2007 al 2030 se comparan dos Escenarios Inerciales: Un Escenario Sustentable donde la suma de las extracciones para uso agrícola y uso público urbano no exceden la Recarga Inercial Variable, y un Escenario Repda en el cual las extracciones agrícolas aumentan progresiva y linealmente hasta alcanzar los valores del Repda al 2030. Se evalúan los escenarios propuestos tanto desde el punto de vista técnico como económico y se analizan los impactos económico ambientales debido a la reducción de la cámara de bombeo, el incremento por el consumo de electricidad, el efecto del abatimiento del nivel freático en consumos adicionales de energía, profundización de los pozos, intrusión marina y el impacto de la disminución de la reserva estratégica del agua del acuífero.

La Evaluación del 2004 cultivando 3,963 ha con consumos de agua de 6,168 m³/a para obtener relaciones Beneficio Costo de 1.13 y productividades del agua de 22.30 \$/m³. Normalizados los datos con un consumo promedio (2002-2005) de 4,832 m³/a la relación Beneficio Costo es de 1.14 y la productividad es de 28.46 \$/m³, estos últimos valores son tomados como referencia para comparar los escenarios. Al evaluar los impactos de los costos económicos ambientales producto de la sobreexplotación, en el Escenario Repda se reducen la relación Beneficio-Costo a valores de 0.73 y el valor de la productividad del agua a 22.55 \$/m³.

El análisis de los costos del agua arroja valores para la extracción del orden de 1.02 \$/m³ en la agricultura. Considerando el establecimiento de un sistema de suministro de agua para el uso público urbano (actualmente incipiente) su costo de extracción se situaría (bajo los esquemas actuales) en 1.75 \$/m³, pero el poner el agua a disposición de los usuarios urbanos el costo ascendería 11.34 \$/m³ generando un precio medio para el sector doméstico de 9.14 \$/m³ y para

**Tomo III. Plan Maestro de Manejo del Acuífero de San Simón,
Municipio De Ensenada, B. C.**

los sectores comercial e industrial 35.87 \$/m³ y 41.30 \$/m³, respectivamente. El costo de agotamiento representado por desalar agua de mar implica un costo nivelado de 8.88 \$/m³. El costo de escasez en base a La Ley de Derechos del Agua arroja un valor de 7.8128 \$/m³, mientras que el costo de oportunidad a través de la productividad del agua produce un valor promedio de 28.46 \$/m³.

El mejor costo de referencia obtenido es el de la sobreexplotación para extraer el agua de la reserva que se ubica en un promedio de 40.18 \$/m³. Los costos económico ambientales totalizan \$3,068,603,324 pesos de 2005 de los cuales el 57% al impacto de la pérdida de áreas de cultivo por salinidad, 21% a la disminución de la reserva estratégica y el 20% a la intrusión salina.

No existe actualmente un sistema integrado de suministro de agua potable en esta región. Las proyecciones realizadas para el Sistema San Quintín, Vicente Guerrero y San Simón, indican que en el 2007 (año base de esta evaluación), la demanda requerida para el Uso Público Urbano incluyendo todos los sectores (doméstico, industrial, comercial, público) y todos los desarrollos urbanos de la zona, asciende a 4,232,191 metros cúbicos anuales (mca) equivalentes a 134 lps de los cuales 514,726 mca (16 lps) es el promedio suministrado por el acuífero del Valle de San Simón, lo cual representa el 3.4% de la recarga neta y el 12% de la extracción total del Uso Público Urbano

El segundo componente implica definir una serie de acciones del Plan de Manejo, las cuales son clasificadas en acciones de Estabilización, de Conservación y de Apoyo, estimando para cada una de ellas los costos de inversión y operación, distribuyéndolos de acuerdo al Plan Operativo del 2007 al 2030. En este esquema se estiman los volúmenes anuales liberados y totales durante el plan de manejo, considerando como tales, aquellos que dejan de utilizarse por acciones de ahorro y uso eficiente del agua, los incrementos inducidos en la recarga o bien el suministro de agua por fuentes alternas a la extracción del acuífero. Lo anterior permite evaluar el indicador de costo del agua por cada metro cúbico recuperado.

Para cerrar el ciclo de la evaluación económica es necesario considerar el equivalente de un "Ingreso" del cual al restarle el "Costo requerido para lograrlo" se pueda estimar un flujo de efectivo o un "Beneficio Económico" contra el cual calificar el resultado de cada acción y el del plan integrado.

Esto implica darle un "Precio o Valor" al metro cúbico de agua rescatado, el cual puede ser muy diferente dependiendo del usuario, del uso del agua, del valor de la sustentabilidad del acuífero. Como punto de referencia se consideró el costo de sobreexplotación para extraer el agua de la reserva estimado en el Capítulo VII ya referido. Sobre esta base es posible comparar el Costo Total del Plan con el Costo Total Evitado en la Sobreexplotación para estimar una relación Beneficio-Costo a valores constantes de 2005, o bien comparar a valor presente con una tasa de descuento de referencia.

En base a lo anterior, considerando valores constantes (pesos de 2005) se comparan los costos asociados al plan (inversión y operación) con el ingreso equivalente al darle un valor o precio de referencia a los metros cúbicos

**Tomo III. Plan Maestro de Manejo del Acuífero de San Simón,
Municipio De Ensenada, B. C.**

rescatados o liberados. La diferencia entre ingresos y costos produce un ingreso neto o beneficio y en base a ello se calcula una relación beneficio costo con el criterio de aceptarla si tal relación es igual o mayor que la unidad.

Al utilizar el método del valor presente neto acumulado, la evaluación económica es más realista porque considera el valor presente de los ingresos netos que se esperan lograr en el futuro durante la vida del plan. Sin embargo, en este método se requiere puntualizar una serie de factores.

Los costos de las acciones se están evaluando a valores constantes del 2005 y en la misma forma se están evaluando los ingresos al darle un valor actual al metro cúbico de agua recuperado, lo cual genera un ingreso neto con estas mismas características. Al aplicar una tasa de descuento a los ingresos netos para traerlos a valor presente, se está considerando que se desea al menos lograr esta tasa de retorno mínima atractiva (TREMA) en la vida del plan (al 2030) y que si el valor presente neto acumulado es igual o mayor que cero, el plan es aceptado porque "asegura" que se obtiene al menos la TREMA solicitada. Aparte de este criterio, es posible evaluar el valor de la tasa de descuento para que la relación de los beneficios a valor presente al costo sea igual a la unidad y comparar esta tasa de descuento con la TREMA. Otro parámetro es evaluar el precio mínimo del metro cúbico liberado para lograr la TREMA y un criterio final es evaluar el precio mínimo del metro cúbico liberado para lograr ambos criterios, es decir lograr la TREMA y que la relación de los beneficios a valor presente al costo sea igual a la unidad.

El esquema de financiamiento no está considerado en este análisis económico, pues mientras que el suministro de agua a la población (uso público urbano del sector doméstico) es un gasto necesario y el criterio es el menor costo o la menor anualidad equivalente, el suministro de agua para la agricultura y los otros sectores (comercial, industrial, turístico) es una inversión productiva y el criterio es maximizar los beneficios económicos.

El proponer un valor de la TREMA implica dos situaciones que no son excluyentes: una de ellas decidir entre diferentes alternativas de inversión de recursos y la otra definir el valor de la tasa de interés máxima a la cual se puede aceptar el financiamiento. Por otra parte, proponer o estimar el valor requerido para el precio del metro cúbico de agua rescatado implica que alguien tiene que estar dispuesto a pagarlo, fondos privados, públicos o combinación de ellos, pero es una condición SineQuaNon para que los ingresos sean reales. Los fondos privados se ubican en las situaciones anteriormente planteadas, mientras que los fondos públicos tienen que ser justificados mediante evaluaciones técnico económicas sociales y ambientales que generen relaciones beneficio costo aceptadas.

Acciones del Plan, costos y volúmenes liberados.

En los Cuadros 10, 11 y 12 se presentan los costos asociados directamente a las acciones de Estabilización, Conservación y Apoyo, los cuales incluyen inversión y si es el caso operación, indicando los metros cúbicos anuales

**Tomo III. Plan Maestro de Manejo del Acuífero de San Simón,
Municipio De Ensenada, B. C.**

liberados y los totales en el período de efecto de la acción. Sobre esta base se calcula el costo por metro cúbico liberado.

Cuadro 12. Acciones de Estabilización: Costos y volúmenes liberados.

Clave	Acciones	Costo Total miles de pesos	Metros cúbicos Anuales	Metros cúbicos totales	Costo pesos por metro cúbico
EST1	Gestión de derechos de agua a favor del acuífero	53,525	6,850,000	123,300,000	0.43
EST2	Proyecto de construcción de desaladoras de CESPE	13,812	69,661	975,250	14.16
EST3	Establecimiento de una red de Medición Hidrológica	23,655	1,736,145	17,361,452	1.36
EST4	Programa de optimización y uso eficiente del agua de uso agrícola	591,264	3,472,290	34,722,904	17.03
EST5	Explotación de aguas de origen marino	772	0	0	
	Total Estabilización	683,028	12,128,096	176,359,606	3.87

Fuente: elaboración propia.

Con relación al costo total del Plan en pesos de 2005 que arroja un valor de 780,309 miles de pesos (Cuadro 12), las acciones de estabilización en la Cuadro 2 suman 683,028 miles de pesos representando el 87.5% del costo total y el 20.8% del volumen liberado (176 millones de metros cúbicos). El costo promedio es de 3.87 \$/m³.

Analizando las acciones, se tiene que el Proyecto de Desaladoras de CESPE representa el 1.8% del costo total y libera el 0.12 % del volumen total a un costo de 14.16\$/m³. En este caso en que la acción se dirige principalmente al sector público doméstico, es un gasto necesario que elevaría las tarifas del agua y habría que considerar no sólo el financiamiento sino también un subsidio, cuidando que este último se oriente a los sectores de la población más necesitados.

Por otra parte destaca la acción de Gestión de Derechos de Agua a Favor del Acuífero que representa el 6.9% del costo total y libera el 14.6% del volumen total a un costo de 0.43 \$/m³, indicando que esta acción es prioritaria.

El Programa de Optimización y Uso Eficiente del Agua de Uso Agrícola libera el 4.1% del volumen total y representa el 76.8% del costo total a un costo de 17.03 \$/m³. Esta acción requiere una atención especial por su impacto sobre el costo del Plan debiéndose analizar con mayor detalle el valor agregado que pueden producir las actividades de esta acción.

Las otras acciones reportadas en el Cuadro mencionado, se consideran como acciones necesarias en el Plan para estabilizar el acuífero.

**Tomo III. Plan Maestro de Manejo del Acuífero de San Simón,
Municipio De Ensenada, B. C.**

Cuadro 13: Acciones de Conservación: Costos y volúmenes liberados.

Clave	Acciones	Costo Total miles de pesos	Metros cúbicos Anuales	Metros cúbicos totales	Costo pesos por metro cúbico
CON1	Tratamiento de agua residual e infraestructura	5,428	2,412,566	50,663,894	0.11
CON2	Construcción de Bordos de Recarga	14,175	140,400	2,808,000	5.05
CON3	Abastecimiento de agua potable a la población de San Simón	17,163	0	0	
CON4	Controlar la localización de la extracción y descargas de las plantas desaladoras	7,122	29,060,860	610,278,062	0.01
CON5	Controlar la extracción de materiales pétreos en las zonas altas de la Cuenca	580	140,400	2,106,000	0.28
CON6	Controlar la extracción de materiales pétreos en las zonas bajas de la Cuenca	580	140,400	2,106,000	0.28
CON7	Construcción de Bordos de Protección	9,890	0	0	
CON8	Proyecto de Reforestación	6,162	140,400	2,106,000	2.93
CON9	Regularización de Obras de Captación	1,392	129,240	646,199	2.15
	Total Conservación	62,491	32,164,266	670,714,155	0.09

Fuente: elaboración propia.

Las acciones de Conservación (Cuadro 13) representan un costo de 62,491 miles de pesos (8% del costo total) y liberan el 79.2% del volumen total a un costo medio de 0.09 \$/m³.

La acción de Controlar la Localización de las Extracciones y Descargas de Plantas Desaladoras, libera el 72% del volumen total representando el 0.9% del costo total a un costo medio de 0.01\$/m³, mientras que el Tratamiento de Agua Residual e Infraestructura libera el 6% del volumen total representando el 0.7% del costo total a un costo medio de 0.11\$/m³. Hay que enfatizar el impacto de estas dos acciones con el 78% del volumen liberado y el 1.6% del costo por el efecto multiplicador de las descargas no controladas sobre la calidad del agua del acuífero, y básicamente están controlando la evaluación del Plan de Manejo.

En el Cuadro 14 se presentan las acciones de Apoyo que no contribuyen directamente a rescatar volúmenes del acuífero, por lo que su costo de 34,790

**Tomo III. Plan Maestro de Manejo del Acuífero de San Simón,
Municipio De Ensenada, B. C.**

miles de pesos se prorratea como un costo indirecto sobre el volumen total liberado de 847 millones de metros cúbicos lo cual arroja un costo de 0.04 \$/m³.

Cuadro 14: Acciones de Apoyo: Costos y volúmenes liberados

Clave	Acciones	Costo Total miles de pesos	Metros cúbicos Anuales	Metros cúbicos totales	Costo pesos por metro cúbico
APO1	Fortalecimiento del COTAS	18,800		847,073,761	0.02
APO2	Creación del Centro de Gestión Financiera	15,990		847,073,761	0.02
	Total Apoyo	34,790		847,073,761	0.04

Fuente: Elaboración propia.

Finalmente en el Cuadro 15 se resume el Plan de Manejo con un costo total de 780 miles de pesos para liberar del orden de 847 millones de metros cúbicos a un costo medio de 0.92\$/m³. Estos valores se pueden comparar con los costos económico ambientales que totalizan \$3,068.60 millones de pesos y el costo de la sobreexplotación para extraer el agua de la reserva que se ubica en un promedio de 40.18 \$/m³.

Cuadro 15: Resumen de Costos y Volúmenes liberados por el Plan de Manejo.

Acciones	Costo Total miles de pesos	Metros cúbicos totales	Costo pesos por metro cúbico
Total Estabilización	683,028	176,359,606	3.87
Total Conservación	62,491	670,714,155	0.09
Total Apoyo	34,790	847,073,761	0.04
Total Programa	780,309	847,073,761	0.92

Fuente: Elaboración propia.

**Tomo III. Plan Maestro de Manejo del Acuífero de San Simón,
Municipio De Ensenada, B. C.**

Análisis Económico del Plan

La Cuadro16 presenta el esquema, valores y resultados del Análisis Económico del Plan. En la misma para cada uno de los años considerados en el plan del 2007 al 2030 se consignan los costos anuales por tipo de acciones y el costo total en pesos de 2005, el cual totaliza en todo el período de análisis 780,309 miles de pesos.

Se reportan los volúmenes de agua anuales liberados por el plan asignando un valor a cada metro cúbico igual al costo de la sobreexplotación para extraer el agua de la reserva (Ver Capítulo VII), en la cual aparecen datos menores de la unidad en años de gran precipitación pluvial como se discute en el capítulo referido. Con esto se genera un ingreso anual el cual totaliza en todo el período 38,290,743 miles de pesos. De este Ingreso Total se resta el Costo Total para obtener un Ingreso Neto que suma en todo el período la cantidad de 37,510,434 miles de pesos a valores de 2005, lo cual representa una relación Beneficio Costo para el Plan de 48.07, lo cual hace atractivo económicamente al plan. Con el Ingreso Neto Acumulado se observa que a partir del 2010 se tienen valores positivos que sustentarían al plan una vez que se defina el esquema y las estrategias para pagar el precio considerado para cada metro cúbico liberado. A partir del 2013 con este esquema se tendrían excedentes sobre el costo total del plan.

La penúltima columna calcula el valor presente de los ingresos netos utilizando una tasa de referencia de 10% anual y la última columna presenta el valor presente acumulado de los ingresos netos. Se observa que a partir del 2010 se obtienen valores positivos y que al final se obtiene un excedente de 10,430,127 miles de pesos lo cual siguiendo los criterios de evaluación económica para el método del valor presente neto acumulado (VPNA), indica que el plan se acepta al obtener valores mayores que cero y se obtiene una TIR mayor a la tasa de descuento solicitada (TREMA) del 10%. Para este caso, así analizado la TIR es de 93% cuando el valor de VPNA tiende a cero

Con una tasa de descuento de 42% el valor de VPNA es igual al costo del plan (780,309 miles de pesos) lo cual representa una relación beneficio costo igual a la unidad. Utilizando el valor de la productividad del agua de 28.46 \$/m³ la tasa de descuento para una relación beneficio costo igual a la unidad se ubica en 50.7%. Por otra parte con una tasa de descuento de 10% para lograr una relación beneficio costo igual a la unidad se requiere un precio del metro cúbico de agua rescatado de 4.41 \$/m³. Finalmente el Precio mínimo del metro cúbico de agua rescatado para lograr una TIR del 10% se ubica en 1.69\$/m³.

**Tomo III. Plan Maestro de Manejo del Acuífero de San Simón,
Municipio De Ensenada, B. C.**

Cuadro 16: Análisis Económico del Plan (miles de pesos).

Año	Costo total anual miles de pesos			Metros cúbicos anuales	Ingreso pesos por metro cúbico	Ingreso miles de pesos	Ingreso neto miles de pesos	Ingreso neto Acumulado miles de pesos	Valor presente Ingreso neto miles de pesos	Valor presente Ingreso neto Acumulado miles de pesos
	EST	CON	APO								Total	Total
2007	0	0	0	0	9.09	0	0	0	0	0
2008	4,188	1,008	30	5,226	9.14	0	-5,226	-4,750	-4,750	
2009	89,997	20,319	2,040	112,357	9.13	1,180	-111,177	-91,881	-96,632	
2010	98,245	21,174	1,920	121,339	9.16	289,337	167,998	126,220	29,588	
2011	98,490	4,568	1,920	104,977	9.22	341,300	236,322	161,411	190,999	
2012	94,315	4,568	1,520	100,402	9.30	344,169	243,767	151,360	342,359	
2013	94,315	4,568	1,520	100,402	9.28	407,300	306,898	173,236	515,595	
2014	94,315	1,779	1,520	97,614	48.91	2,139,202	2,041,588	2,880,171	1,047,657	
2015	94,315	359	1,520	96,194	52.85	2,311,802	2,215,608	5,095,779	1,033,597	
2016	990	277	1,520	2,787	53.39	2,358,011	2,355,224	998,845	3,595,694	
2017	990	277	1,520	2,787	53.16	2,347,909	2,345,123	904,146	4,499,841	
2018	990	277	1,520	2,787	53.76	2,374,028	2,371,242	831,106	5,330,946	
2019	990	277	1,520	2,787	52.94	2,337,817	2,335,030	744,013	6,074,959	
2020	990	277	1,520	2,787	52.93	2,337,591	2,334,805	676,310	6,751,269	
2021	990	277	1,520	2,787	52.96	2,063,125	2,060,339	542,552	7,293,820	
2022	990	277	1,520	2,787	53.11	2,068,829	2,066,043	494,594	7,788,415	
2023	990	277	1,520	2,787	53.37	2,079,139	2,076,353	451,875	8,240,290	
2024	990	277	1,520	2,787	53.15	2,070,259	2,067,473	409,038	8,649,328	
2025	990	277	1,520	2,787	53.06	2,063,226	2,060,440	370,588	9,019,916	
2026	990	277	1,520	2,787	53.34	2,074,020	2,071,234	338,663	9,358,579	
2027	990	277	1,520	2,787	53.10	2,064,989	2,062,203	306,533	9,665,113	
2028	990	277	1,520	2,787	53.21	2,068,939	2,066,153	279,200	9,944,313	
2029	990	277	1,520	2,787	53.34	2,074,086	2,071,299	254,451	10,198,764	
2030	990	277	1,520	2,787	53.35	2,074,483	2,071,697	231,363	10,430,127	
Total	683,028	62,491	34,790	780,309		38,290,743	37,510,434		10,430,127	

Fuente: Elaboración propia.

**Tomo III. Plan Maestro de Manejo del Acuífero de San Simón,
Municipio De Ensenada, B. C.**

Fuentes de financiamiento

Como ya se comentó anteriormente, proponer o estimar el valor requerido para el precio del metro cúbico de agua rescatado implica que alguien tiene que estar dispuesto a pagarlo, fondos privados, públicos o combinación de ellos, pero es una condición SineQuaNon para que los ingresos sean reales. Los fondos privados se ubican en las situaciones anteriormente planteadas, mientras que los fondos públicos tienen que ser justificados mediante evaluaciones técnico económicas sociales y ambientales que generen relaciones beneficio costo aceptadas.

Una tarifa por concepto de uso del agua representa una alternativa benéfica para los usuarios y para el acuífero. Con esta fuente de ingresos hay que garantizar un fondo de inversión para el Plan de Manejo, que retribuirá con creces las aportaciones a los contribuyentes. Esto implica que debe existir un financiamiento el cual debe ser cubierto por las tarifas incluyendo los intereses del mismo y por otra parte que las tarifas no deben basarse exclusivamente del lado del suministro o de la oferta, sino que tiene que existir una combinación con la demanda y asociadas a un valor del agua, lo cual conduce a una estructura o política de tarifas.

El costo de las acciones del Plan de Manejo puede ser cubierto a través de al menos tres mecanismos: los subsidios, el pago de derechos por parte de los usuarios y las propiedades del financiamiento.

Las condiciones de financiamiento, como son los plazos para efectuar los pagos y la tasa de interés, determinarán el costo definitivo de las acciones. La definición de las fuentes de financiamiento y la gestión del mismo, es una actividad en cartera, que se encuentra a cargo del COTAS y de los grupos representados en el mismo.

Conclusiones del Costo y financiamiento

- El Plan de Manejo del Acuífero de San Simón integra 16 acciones de las cuales 5 se clasifican como acciones de estabilización, 9 como acciones de conservación y dos como acciones de apoyo. Para este plan se estimó el rescate o liberación de 847,073,761 metros cúbicos en el período 2007-2030 con un costo total de 780,309 miles de pesos lo cual representa un costo promedio de 0.92 \$/m³ de agua liberado.
- Los "Ingresos netos" esperados de este plan totalizan 37,510,434 miles de pesos al darle un valor al metro cúbico de agua rescatado igual al costo de la sobreexplotación para extraer el agua de la reserva, lo cual representa una relación beneficio costo de 48.07 a valores constantes. Si la referencia es el valor de la productividad actual del agua de 28.46 \$/m³, la relación beneficio costo a valores constantes es igual a 29.9 y el valor mínimo del metro cúbico de agua rescatado para lograr una relación beneficio costo igual a la unidad a valores constantes es de 1.84 \$/m³.

**Tomo III. Plan Maestro de Manejo del Acuífero de San Simón,
Municipio De Ensenada, B. C.**

- Considerando una TREMA de 10% y con el valor al metro cúbico de agua rescatado igual al costo de la sobreexplotación para extraer el agua de la reserva, el valor presente neto acumulado del Plan es de 10,430,127 miles de pesos, lo cual indica aceptar el Plan cuya TIR se ubica en estas condiciones en 93%.
- Para obtener una relación beneficio a valor presente al costo actual utilizando el valor al metro cúbico de agua rescatado igual al costo de la sobreexplotación para extraer el agua de la reserva la TREMA se ubica en 42% lo cual estaría fijando la tasa máxima de interés del financiamiento. Con un valor de TIR de 10 m³ se tendría que establecer el valor mínimo del metro cúbico de agua rescatado en 1.69\$/m³ y para lograr ambos criterios de una relación beneficio a valor presente al costo actual de la unidad y una tasa de descuento de 10% el valor mínimo del metro cúbico de agua rescatado es de 4.41\$/m³. En estas condiciones la relación beneficio a costo a valores constantes sería de 3.79.
- En lo que se refiere al tiempo de retorno de la inversión en el esquema de valores constantes a partir del 2010 se tienen valores positivos del ingreso neto acumulado para sustentar económicamente el plan y en el 2013 ya se tendrían excedentes sobre el costo total del plan. En lo que se refiere al esquema de valor presente a partir del 2010 también se generan valores presentes netos acumulados positivos lo cual marca el tiempo de retorno de la inversión para la tasa de descuento considerada.
- El análisis de las acciones indica que las acciones de conservación liberan mayores volúmenes y entre ellas son atractivas Controlar la Localización de las Extracciones y Descargas de Plantas Desaladoras y el Tratamiento de Agua Residual e Infraestructura por la participación combinada en el costo total del programa y en el volumen total de agua liberado. En las acciones de estabilización la gestión de derechos de agua a favor del acuífero con este criterio también es atractiva pero se maneja con la reserva de la realidad de los volúmenes rescatados.
- Finalmente en lo que se refiere a financiamiento, el análisis económico aporta directrices en relación a la magnitud de las tasas de interés recomendables para gestionar el financiamiento, así como recomendaciones para re-estructurar la política de tarifas basados en una planificación integral que considere oferta, demanda y el valor del agua. Por otra parte se revisa el efecto de este valor del agua o precio unitario de los volúmenes rescatados para que el plan sea realizable bajo criterios de economía.

Capítulo IX

Beneficios e impactos

BALANCE HIDRÁULICO

El Balance Hidráulico del Plan de Manejo del Acuífero de San Simón se presentó en el Capítulo XI el cual combina el Escenario Inercial Repda presentado en el Capítulo VII: Costos Económicos Ambientales por la Sobre-explotación. En este escenario durante el período 2007-2030 las extracciones superan el total de la recarga produciendo un déficit de 74 millones de metros cúbicos.

Por su parte, el Plan de Manejo del Acuífero de San Simón integra 16 acciones clasificadas en acciones de estabilización, conservación y apoyo, las cuales para fines del Balance Hidráulico se agruparon en Nuevas Fuentes, Disminución de la extracción e Incremento de la recarga.

Disminución de la Extracción es la contribución dominante para corregir el déficit del escenario anterior e incluso generar un superávit, mientras que las Otras Fuentes y el Incremento de la Recarga tienen un efecto marginal

En Disminución de la Extracción están incluidas: Establecimiento de una red de Medición Hidrológica, Gestión de derechos de agua a favor del acuífero, Regularización de obras de captación y el Programa de optimización y uso eficiente del agua de uso agrícola.

En nuevas fuentes sólo se considera la Construcción de desaladoras de CESPE, y en lo que se refiere a Incremento de la Recarga están las acciones de Proyecto de Reforestación, Controlar la extracción de materiales pétreos en las zonas altas y Controlar la extracción de materiales pétreos en las zonas altas y bajas de la cuenca, así como la Construcción de Bordos de Recarga.

No se considera la participación de la acción de Tratamiento de agua residual e infraestructura ni Controlar la localización de la extracción y descargas de las plantas desaladoras debido a que su efecto no es en volumen sino en evitar la degradación de la calidad del agua del acuífero en esa cantidad.

En la Cuadro 17 se presenta el Balance Hidráulico anual en el período considerado.

**Tomo III. Plan Maestro de Manejo del Acuífero de San Simón,
Municipio De Ensenada, B. C.**

Cuadro 17. Balance Hidráulico del Plan de Manejo 2007-2030 (metros cúbicos).

Año	Recarga inercial variable	Extracción Uso Público Urbano sin otras fuentes	Extracción agrícola Repda restringido	Extracción total	Déficit	Otras Fuentes	Disminución Extracción	Incremento de recarga	Total "rescatado"	Déficit o superávit
2007	15,323,380	514,726	17,361,452	17,876,178	-2,552,798	0	0	0	0	-2,552,798
2008	16,446,460	527,259	17,730,519	18,257,778	-1,811,318	0	0	0	0	-1,811,318
2009	15,490,258	539,766	18,099,587	18,639,352	-3,149,094	0	129,240	0	129,240	-3,019,854
2010	15,475,289	552,252	18,468,654	19,020,906	-3,545,617	0	129,240	0	129,240	-3,416,378
2011	16,500,587	564,730	18,837,721	19,402,451	-2,901,864	69,661	5,337,675	140,400	5,547,736	2,645,872
2012	17,393,350	577,195	19,206,789	19,783,984	-2,390,633	69,661	5,337,675	140,400	5,547,736	3,157,103
2013	17,164,971	589,658	19,575,856	20,165,514	-3,000,543	69,661	12,187,675	140,400	12,397,736	9,397,193
2014	17,311,715	602,114	19,944,923	20,547,037	-3,235,323	69,661	12,058,436	140,400	12,268,496	9,033,174
2015	18,030,162	614,575	20,313,990	20,928,565	-2,898,403	69,661	12,058,436	140,400	12,268,496	9,370,093
2016	20,128,312	627,043	20,683,058	21,310,100	-1,181,788	69,661	12,058,436	561,600	12,689,696	11,507,908
2017	19,974,201	639,508	21,052,125	21,691,633	-1,717,432	69,661	12,058,436	561,600	12,689,696	10,972,264
2018	21,135,125	651,956	21,421,192	22,073,148	-938,023	69,661	12,058,436	561,600	12,689,696	11,751,673
2019	19,360,200	664,370	21,790,260	22,454,630	-3,094,430	69,661	12,058,436	561,600	12,689,696	9,595,266
2020	19,293,417	676,752	22,159,327	22,836,079	-3,542,662	69,661	12,058,436	561,600	12,689,696	9,147,035
2021	19,504,625	689,084	22,528,394	23,217,479	-3,712,853	69,661	6,850,000	561,600	7,481,261	3,768,407
2022	20,524,277	701,358	22,897,462	23,598,819	-3,074,542	69,661	6,850,000	561,600	7,481,261	4,406,718
2023	21,705,946	713,553	23,266,529	23,980,082	-2,274,136	69,661	6,850,000	561,600	7,481,261	5,207,124
2024	20,968,938	725,650	23,635,596	24,361,246	-3,392,309	69,661	6,850,000	561,600	7,481,261	4,088,952
2025	20,362,760	737,635	24,004,663	24,742,298	-4,379,538	0	6,850,000	561,600	7,411,600	3,032,062
2026	21,991,426	749,496	24,373,731	25,123,227	-3,131,801	0	6,850,000	561,600	7,411,600	4,279,799
2027	20,643,432	761,227	24,742,798	25,504,025	-4,860,593	0	6,850,000	561,600	7,411,600	2,551,007
2028	21,318,577	772,822	25,111,865	25,884,687	-4,566,110	0	6,850,000	561,600	7,411,600	2,845,490
2029	22,099,247	784,274	25,480,933	26,265,206	-4,165,959	0	6,850,000	561,600	7,411,600	3,245,641
2030	22,166,628	795,568	25,850,000	26,645,568	-4,478,939	0	6,850,000	561,600	7,411,600	2,932,661
Total	460,313,285	15,772,571	518,537,424	534,309,995	-73,996,710	975,250	176,030,555	9,126,000	186,131,805	112,135,095

Fuente: Elaboración propia.

La Cuadro 18 presenta un caso ejemplo para el uso del balance hidráulico para organizar el Plan de Manejo 2007-2030 considerando que todas las acciones son realizadas al 100%.

**Tomo III. Plan Maestro de Manejo del Acuífero de San Simón,
Municipio De Ensenada, B. C.**

**Cuadro 18. Caso Ejemplo de uso del Balance Hidráulico para el Plan de
Manejo 2007-2030 (metros cúbicos).**

Año	Recarga inercial variable	Recarga con plan	Extracción Uso Público Urbano sin otras fuentes	Extracción Uso Público Urbano con plan	Disponibilidad Uso Público Urbano	Extracción agrícola Repda	Extracción Agrícola
2007	15,323,380	15,323,380	514,726	514,726	514,726	17,361,452	17,361,452
2008	16,446,460	16,446,460	527,259	527,259	527,259	17,730,519	17,730,519
2009	15,490,258	15,490,258	539,766	539,766	539,766	18,099,587	16,173,312
2010	15,475,289	15,475,289	552,252	552,252	552,252	18,468,654	16,505,473
2011	16,500,587	16,640,987	564,730	495,069	564,730	18,837,721	14,531,326
2012	17,393,350	17,533,750	577,195	507,534	577,195	19,206,789	15,323,594
2013	17,164,971	17,305,371	589,658	519,998	589,658	19,575,856	15,106,836
2014	17,311,715	17,452,115	602,114	532,453	602,114	19,944,923	15,227,695
2015	18,030,162	18,170,562	614,575	544,914	614,575	20,313,990	15,863,083
2016	20,128,312	20,689,912	627,043	557,382	627,043	20,683,058	20,132,530
2017	19,974,201	20,535,801	639,508	569,847	639,508	21,052,125	19,965,954
2018	21,135,125	21,696,725	651,956	582,295	651,956	21,421,192	21,114,430
2019	19,360,200	19,921,800	664,370	594,710	664,370	21,790,260	19,327,090
2020	19,293,417	19,855,017	676,752	607,091	676,752	22,159,327	19,247,926
2021	19,504,625	20,066,225	689,084	619,424	689,084	22,528,394	19,446,802
2022	20,524,277	21,085,877	701,358	631,697	701,358	22,897,462	20,454,180
2023	21,705,946	22,267,546	713,553	643,893	713,553	23,266,529	21,623,653
2024	20,968,938	21,530,538	725,650	655,990	725,650	23,635,596	20,874,548
2025	20,362,760	20,924,360	737,635	737,635	737,635	24,004,663	20,186,725
2026	21,991,426	22,553,026	749,496	749,496	749,496	24,373,731	21,803,530
2027	20,643,432	21,205,032	761,227	761,227	761,227	24,742,798	20,443,805
2028	21,318,577	21,880,177	772,822	772,822	772,822	25,111,865	21,107,355
2029	22,099,247	22,660,847	784,274	784,274	784,274	25,480,933	21,876,574
2030	22,166,628	22,728,228	795,568	795,568	795,568	25,850,000	21,932,661

Fuente: Elaboración propia.

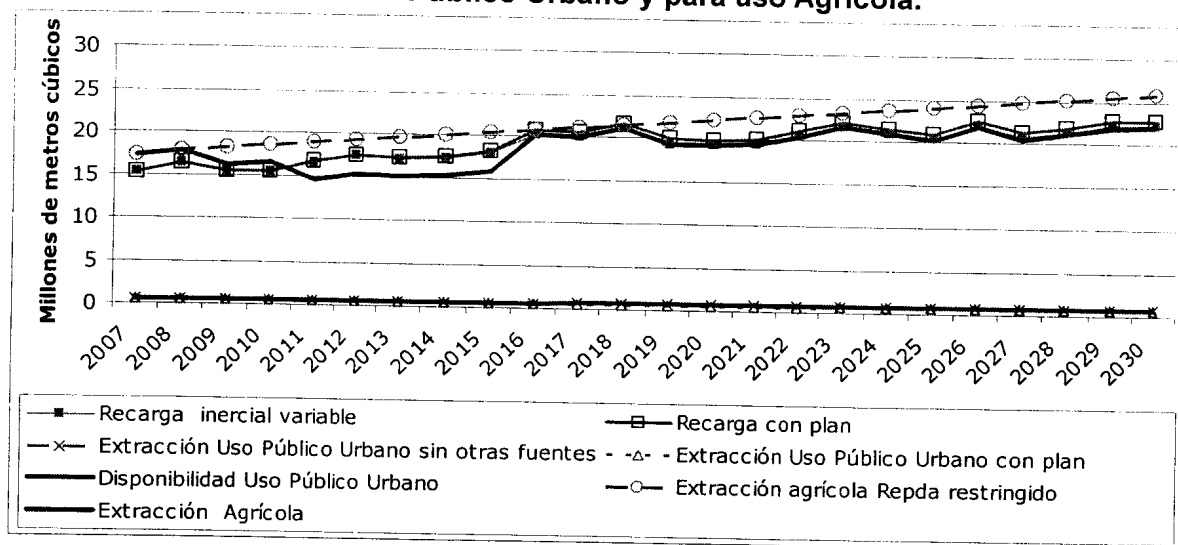
Se compara entonces la recarga inercial variable y la recarga del plan existiendo en el total del período un incremento marginal de 2% por los efectos de control de la extracción de materiales pétreos, bordos de recarga y reforestación.

En igual forma se compara la extracción de agua para uso público urbano sin otras fuentes y la extracción para el mismo uso con el plan considerando como otras fuentes la desaladora y el 50% de aguas residuales (uso público en jardines y uso industrial), así como el efecto del programa de ahorro. En esta forma la extracción de uso público urbano disminuye en 6% en todo el período y la disponibilidad de agua para uso urbano se mantiene con el mismo valor para el mismo período considerando que el proyecto está basado en el uso eficiente del recurso.

**Tomo III. Plan Maestro de Manejo del Acuífero de San Simón,
Municipio De Ensenada, B. C.**

La extracción agrícola en el REPDA disminuye en 13% con el plan con una distribución más uniforme durante todo el período. La Figura 35 muestra esta parte del Plan de Manejo.

Figura 35: Beneficios e Impactos del Plan sobre la disponibilidad para uso Público Urbano y para uso Agrícola.



Fuente: Elaboración propia.

Obsérvese que no hay un efecto significativo en la disponibilidad del uso público urbano, la extracción del acuífero y la demanda, pero se logra un agua de mejor calidad con la Desalación

Por otra parte, mientras en el escenario REPDA Restringido la extracción agrícola presentaba una tendencia creciente hasta los 26 millones de metros cúbicos al final del período, con la propuesta del plan oscila entre los 15 y los 22 millones de metros cúbicos anuales con una media de 19 millones de metros cúbicos.

En la Cuadro 19 se resumen las condiciones anteriores para reflejar los impactos y beneficios del plan sobre la estabilización del acuífero, lo cual se muestra también en la Figura 36.

**Tomo III. Plan Maestro de Manejo del Acuífero de San Simón,
Municipio De Ensenada, B. C.**

Cuadro 19. Impactos y Beneficios del Plan sobre el Balance 2007-2030.

Año	Recarga con plan	Extracción total sin plan	Extracción total con plan	Déficit o superávit Acum sin plan	Déficit o superávit Acum con plan
2007	15,323,380	17,876,178	17,876,178	-2,552,798	-2,552,798
2008	16,446,460	18,257,778	18,257,778	-4,364,116	-4,364,116
2009	15,490,258	18,639,352	16,713,078	-7,513,210	-5,586,935
2010	15,475,289	19,020,906	17,057,725	-11,058,827	-7,169,371
2011	16,640,987	19,402,451	15,026,395	-13,960,691	-5,554,779
2012	17,533,750	19,783,984	15,831,129	-16,351,324	-3,852,158
2013	17,305,371	20,165,514	15,626,834	-19,351,867	-2,173,621
2014	17,452,115	20,547,037	15,760,149	-22,587,190	-481,654
2015	18,170,562	20,928,565	16,407,997	-25,485,593	1,280,910
2016	20,689,912	21,310,100	20,689,912	-26,667,381	1,280,910
2017	20,535,801	21,691,633	20,535,801	-28,384,814	1,280,910
2018	21,696,725	22,073,148	21,696,725	-29,322,837	1,280,910
2019	19,921,800	22,454,630	19,921,800	-32,417,267	1,280,910
2020	19,855,017	22,836,079	19,855,017	-35,959,929	1,280,910
2021	20,066,225	23,217,479	20,066,225	-39,672,782	1,280,910
2022	21,085,877	23,598,819	21,085,877	-42,747,325	1,280,910
2023	22,267,546	23,980,082	22,267,546	-45,021,461	1,280,910
2024	21,530,538	24,361,246	21,530,538	-48,413,769	1,280,910
2025	20,924,360	24,742,298	20,924,360	-52,793,308	1,280,910
2026	22,553,026	25,123,227	22,553,026	-55,925,109	1,280,910
2027	21,205,032	25,504,025	21,205,032	-60,785,702	1,280,910
2028	21,880,177	25,884,687	21,880,177	-65,351,812	1,280,910
2029	22,660,847	26,265,206	22,660,847	-69,517,771	1,280,910
2030	22,728,228	26,645,568	22,728,228	-73,996,710	1,280,910

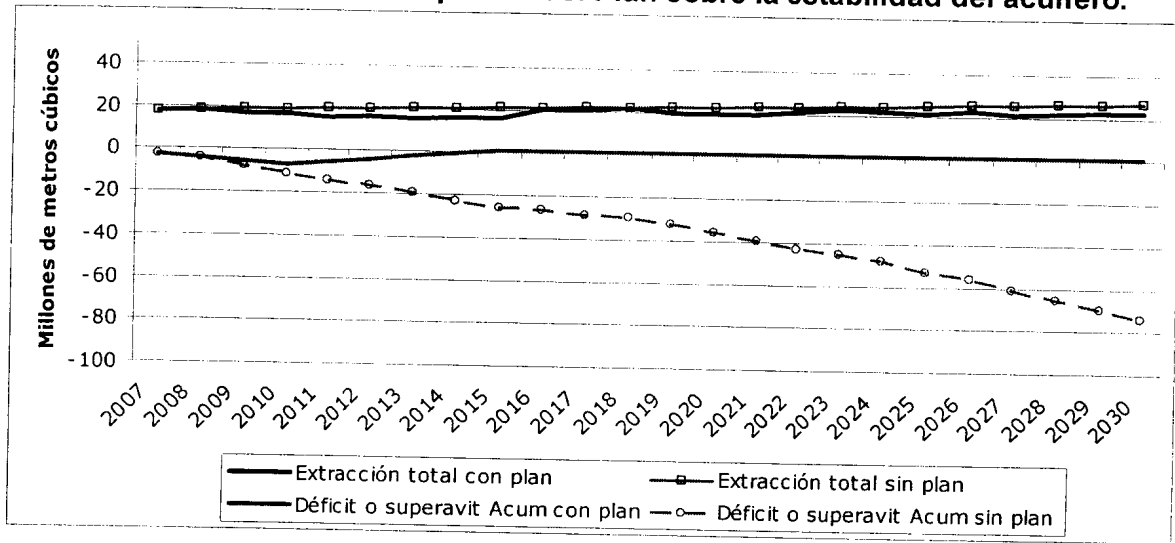
Fuente: Elaboración propia.

Se observa que disminuyendo la extracción 12% en todo el período, el déficit acumulado cambia del 16% de la recarga a un superavit de 0.3%.

En esta forma es posible ir manejando dinámicamente las acciones en un esquema de prioridades y de ajustes según se comporte la recarga natural del acuífero manteniendo una extracción agrícola con relativa poca variación permitiendo una planeación efectiva del sector, sin afectar el uso público urbano y asegurando la sustentabilidad del recurso.

**Tomo III. Plan Maestro de Manejo del Acuífero de San Simón,
Municipio De Ensenada, B. C.**

Figura 36: Beneficios e Impactos del Plan sobre la estabilidad del acuífero.



Fuente: Elaboración propia.

Capítulo X

Implementación

Programa de Implementación del PIMSA

El propósito fundamental del Plan Integral de Manejo Sustentable del Acuífero (PIMSA) es estructurar una propuesta de acción que permita estimular el desarrollo integral y sostenible de la zona de influencia, considerando los aspectos políticos, sociales, culturales, económicos y ecológicos. El Plan proporciona alternativas prácticas, tanto para la conservación adecuada de los recursos, como para la racionalización del uso de éstos orientándolos hacia el mejoramiento de la calidad de vida de sus habitantes. Por su parte, el Programa de Implementación del PIMSA, es el conjunto de actividades que deben de ser realizadas para impulsar la ejecución y cumplimiento de los objetivos de éste último; con el se busca inducir, promover y en la medida de lo posible garantizar el adecuado desarrollo de las acciones previstas en el PIMSA.

El primer paso para el arranque del Plan de Manejo es la aprobación del mismo. Esta acción, por derecho y reconocimiento público, le corresponde al Consejo de Cuenca de Baja California.

El Reglamento de la Ley de Aguas Nacionales, en su artículo 15 señala que:

I. Formarán parte de los Consejos de Cuenca:

- a) El Director General de “La Comisión”, quien lo presidirá y tendrá voto de calidad en caso de empate;
- b) Un secretario técnico, nombrado por el Director General de “La Comisión”, quien sólo contará con voz, y
- c) Un representante de los usuarios de la cuenca por cada tipo de uso que se haga del recurso, quienes fungirán como vocales. En todo caso, el número de representantes de los usuarios deberá ser, cuando menos, paritario con el resto de los integrantes del Consejo de Cuenca.

Los vocales durarán en su cargo el tiempo que el propio Consejo disponga en sus reglas de organización y funcionamiento. Para su elección, “La Comisión” promoverá la integración de la asamblea de usuarios de la Cuenca de que se trate, que se constituirá con la participación de las organizaciones que los representen, las que deberán estar debidamente acreditadas ante el propio Consejo de Cuenca;

II. “La Comisión” invitará con voz y voto a los titulares de los Poderes Ejecutivos de las entidades federativas comprendidas dentro del ámbito del Consejo de Cuenca de que se trate.

III. Los Consejos de Cuenca podrán invitar a sus sesiones a las dependencias y entidades del Gobierno Federal o de los gobiernos estatales y de los ayuntamientos, así como a las instituciones, organizaciones y representantes de

**Tomo III. Plan Maestro de Manejo del Acuífero de San Simón,
Municipio De Ensenada, B. C.**

las diversas agrupaciones de la sociedad interesadas, cuya participación se considere conveniente para el mejor funcionamiento del mismo, las cuales contarán sólo con voz.

Los miembros de los Consejos de Cuenca a que se refieren el inciso a) de la fracción I y la fracción II podrán nombrar representantes para casos de ausencia.

Por su parte, el artículo 16 del mismo ordenamiento jurídico establece que:

Los Consejos de Cuenca se organizarán y funcionarán conforme a las reglas que expida "La Comisión", las cuales determinarán las acciones y procedimientos necesarios para:

I. Conocer y difundir los lineamientos generales de política hidráulica nacional y regional, y proponer aquéllos que reflejen la realidad del desarrollo hidráulico a corto, mediano y largo plazos, en el ámbito territorial del Consejo de Cuenca;

II. Promover la participación de las autoridades estatales y municipales, así como de los usuarios y grupos interesados de la sociedad, en la formulación, aprobación, seguimiento, actualización y evaluación de la programación hidráulica de la cuenca o cuencas de que se trate en los términos de ley;

III. Promover la integración de comisiones de trabajo de diversa índole, que permitan analizar y en su caso, plantear soluciones y recomendaciones para la atención de asuntos específicos relacionados con la administración de las aguas, el desarrollo de la infraestructura hidráulica y de los servicios respectivos, el fomento del uso racional del agua y la preservación de su calidad;

IV. Concertar con "La Comisión" las prioridades de uso y los demás instrumentos previstos en la programación hidráulica, conforme a lo dispuesto en la "Ley" y este "Reglamento", así como los mecanismos y procedimientos para enfrentar situaciones extremas de emergencia, escasez, sobreexplotación, contaminación de las aguas o deterioro de los bienes a cargo de "La Comisión";

V. Apoyar las gestiones necesarias para lograr la concurrencia de los recursos técnicos, financieros, materiales y tecnológicos que requiera la ejecución de las acciones previstas en la programación hidráulica;

VI. Participar en el desarrollo de los estudios financieros que lleve a cabo "La Comisión", con objeto de determinar los montos de las contribuciones de los usuarios para apoyar la ejecución de los programas de "La Comisión", que beneficien a los usuarios de la cuenca o cuencas comprendidas en el ámbito territorial de los Consejos de Cuenca, y

VII. Participar o intervenir en los demás casos previstos en la "Ley" y este "Reglamento" para los Consejos de Cuenca.

Una vez aprobado el Plan de Manejo, el Consejo de Cuenca deberá hacer uso de sus atribuciones y promover la integración de una Comisión de Trabajo para la implementación del PIMSA, en base al numeral IV del artículo 4 de las Reglas de Organización y Funcionamiento de los Consejos de Cuenca, así como la integración del Grupo de Seguimiento y Evaluación del PIMSA, en base al numeral I del mismo ordenamiento jurídico.

**Tomo III. Plan Maestro de Manejo del Acuífero de San Simón,
Municipio De Ensenada, B. C.**

A este respecto, las Reglas de Organización y Funcionamiento de los Consejos de Cuenca, en su artículo 4 marcan:

El Consejo podrá contar para el estudio, planeación y atención de los asuntos de su competencia, con distintos órganos auxiliares que estarán subordinados jerárquicamente a sus decisiones y acuerdos. Estos órganos serán de carácter permanente o temporal, normarán su funcionamiento conforme a las presentes reglas y serán los siguientes:

- I. Un Grupo de Seguimiento y Evaluación de carácter permanente.
- II. Las Comisiones y Comités de Cuenca que determine el Consejo conforme a las características de las subcuencas y unidades hidrológicas de menor orden, en donde sea necesario concentrar la atención a la resolución de problemas específicos o propiciar la participación de los usuarios y las entidades de gobierno en territorios de menor tamaño al definido por el Consejo.
- III. Los COTAS que se organicen en el ámbito territorial de cada Consejo.
- IV. El centro de información y consulta sobre el agua que exista o que en el futuro el Consejo promueva en la cuenca para facilitar el cumplimiento de sus objetivos.
- V. Los Comités Regionales, Estatales o Subregionales de usuarios.

La Comisión de Trabajo para la implementación del PIMSA deberá de contar con personal y presupuesto suficiente para impulsar el Plan de Manejo en su etapa de arranque. A este respecto es necesario puntualizar que el Plan de Manejo incluye una serie de acciones de carácter general, que deben de ser focalizadas con una mayor precisión con respecto a otros factores contextuales y coyunturales que incluya los elementos de comportamiento futuro del acuífero, hidrometeorológicos, económicos, políticos, financieros, etcétera.

Entre otras, las principales acciones previstas para la Comisión de Trabajo para la implementación del Plan de Manejo se encuentran:

- **Actividades preliminares:** Aquí se incluyen acciones que pueden ser realizadas antes o paralelamente a las actividades propias a la ejecución del Plan. Estas actividades, incluyen estudios más detallados, programación de actividades, designación de responsabilidades, algunas construcciones e instalaciones, infraestructura básica, investigaciones, desarrollo de materiales promocionales y didácticos, las cuales se realizarán principalmente durante el primer año de operaciones.
- **Difundir el PIMSA** entre las partes interesadas y los principales actores sociales tales como productores, prestadores de servicios, dependencias involucradas, medios de difusión, posibles fuentes de financiamiento, y público en general, a fin de estos estén perfectamente informados de las acciones generales que se pretenden realizar, los beneficios e impactos que se esperan obtener, las molestias que las acciones les pueden ocasionar, pero sobre todo de las expectativas reales que se tienen, a fin de evitar las falsas expectativas y los

**Tomo III. Plan Maestro de Manejo del Acuífero de San Simón,
Municipio De Ensenada, B. C.**

malos manejos de los grupos inescrupulosos que siempre pretenden aprovecharse de la falta de información de la gente.

- Consensuar la aceptación social del PIMSA, esto es, verificar que los grupos de interés a favor y en contra del Plan de Manejo encuentren un nicho de aceptación común en base a los beneficios que todos puedan obtener y que sobrepasen las objeciones que algunos pudieran presentar.
- Integración formal del Grupo de Seguimiento y Evaluación del PIMSA, en base al numeral I de las Reglas de Organización y Funcionamiento de los Consejos de Cuenca. Este Grupo de Trabajo, tendía entre otras las siguientes funciones: Desarrollar capacidad técnica, operativa y de gestión en los involucrados locales para implementar y adecuar el sistema de monitoreo y evaluación de manera que el proceso sea sustentable a lo largo del tiempo, particularmente en los COTAS; Sistematizar los procesos y procedimientos para el monitoreo y evaluación del Plan Integral de Manejo Sustentable del Acuífero; Establecimiento de revisiones periódicas trimestrales de seguimiento de avances y evaluación de impactos del Plan Integral de Manejo Sustentable del Acuífero en el COTAS; Reglamentación de las funciones y atribuciones del COTAS respecto al seguimiento de avances y evaluación de impactos del Plan Integral de Manejo Sustentable del Acuífero; Elaboración y difusión de un folleto informativo trimestral sobre los avances e impactos del Plan Integral de Manejo Sustentable del Acuífero; Impartir a los productores de la región un curso de capacitación para la correcta interpretación de los indicadores de avance e impacto del Plan Integral de Manejo Sustentable del Acuífero; Proporcionar la asesoría técnica necesaria a los directivos del COTAS para la toma de decisiones adecuada respecto a la reorientación de estrategias y/o acciones del Plan Integral de Manejo Sustentable del Acuífero como resultado del proceso de monitoreo de avances y evaluación de impactos.
- Instalación del Comité de Manejo de Sequías.
- Creación del Centro de Gestión Financiera. Considerando que prácticamente cualquier acción incluida en el Plan de Manejo y que sea aprobada por la Comisión de Trabajo para la implementación del PIMSA requiere de fuentes de financiamiento, una de las primeras acciones que se deberá llevar a cabo es la creación del Centro de Gestión Financiera, quien se encargará de estar monitoreando continuamente a las agencias financiadoras nacionales e internacionales para detectar las oportunidades de conseguir los mejores y más oportunos financiamientos para la realización de las acciones.
- Otra de las acciones que con mayor prontitud deben de ser realizadas, es la de establecer los convenios y/o contratos para la elaboración de los proyectos ejecutivos de aquellas acciones que vayan siendo aprobadas por la Comisión de Trabajo para la implementación del PIMSA. Para esto es necesario establecer los términos de referencia y los mecanismos de transparencia necesarios para realizar las licitaciones respectivas con la aprobación y supervisión del Consejo de Cuenca.

**Tomo III. Plan Maestro de Manejo del Acuífero de San Simón,
Municipio De Ensenada, B. C.**

- Por último, pero no menos importante es la elaboración por parte de la Comisión de Trabajo para la Implementación del PIMSA de la propuesta de Programa Operativo Anual, el cual deberá ser sancionado en el seno del Consejo de Cuenca.

Capítulo XI

Seguimiento y evaluación

El seguimiento y la evaluación ayudan a mejorar el desempeño y a conseguir resultados. Dicho de manera más precisa, el objetivo general del seguimiento y la evaluación es la medición y análisis del desempeño, a fin de gestionar con más eficacia los efectos y productos que son los resultados en materia de desarrollo.

El desempeño se define como el progreso hacia el logro de resultados. Como parte del énfasis que se pone en los resultados en los planes regionales de desarrollo, la necesidad de demostrar desempeño impone nuevas exigencias de seguimiento y evaluación a las unidades responsables de los programas.

Tradicionalmente, las funciones de seguimiento y evaluación se centraban en el análisis de los insumos y los procesos de implementación. En la actualidad, se pone el acento en analizar las contribuciones de los distintos factores al logro de un determinado efecto de desarrollo, incluyendo entre ellos los productos, alianzas, asesoramiento y diálogo de políticas, promoción y mediación/coordinación. Se pide a los responsables de los programas que apliquen activamente la información obtenida mediante el seguimiento y la evaluación para mejorar las estrategias, programas y otras actividades.

Los principales objetivos del seguimiento y la evaluación, actualmente orientados a resultados son:

Mejorar el aprendizaje colectivo en materia de desarrollo;

Asegurar la toma de decisiones con base en la información;

Apoyar la responsabilidad sustantiva; y

Fortalecer la capacidad regional en cada una de estas áreas y en las funciones de seguimiento y evaluación en general.

El seguimiento puede definirse como una función continua cuyo principal objetivo es proporcionar a los gerentes y a los principales interesados, en el contexto de una intervención en curso, indicaciones tempranas de progreso, o de la falta de progreso, en el logro de resultados. La intervención en curso puede ser un proyecto, un programa u otro tipo de apoyo para lograr un resultado deseado.

La evaluación es un ejercicio selectivo que intenta evaluar de manera sistemática y objetiva los progresos hacia un resultado deseado y su realización. La evaluación no es un acontecimiento aislado, sino un ejercicio que implica análisis de alcance y profundidad diferentes, que se lleva a cabo en distintos momentos como respuesta a las necesidades cambiantes de conocimiento y aprendizaje durante el proceso de conseguir un determinado efecto. Todas las evaluaciones –incluso las evaluaciones de proyectos que ponderan su

**Tomo III. Plan Maestro de Manejo del Acuífero de San Simón,
Municipio De Ensenada, B. C.**

relevancia, el desempeño y otros criterios— necesitan vincularse con resultados, en contraposición a vincularse sólo con la implementación o los productos inmediatos.

La presentación de informes constituye una parte integrante del seguimiento y la evaluación. La presentación de informes es la provisión sistemática y oportuna de información esencial a intervalos periódicos.

La retroalimentación es un proceso, en el marco de seguimiento y evaluación, mediante el cual se divulgan información y conocimientos que se utilizan para evaluar el progreso general hacia el logro de resultados o para confirmar el logro de resultados.

La retroalimentación puede consistir en hallazgos, conclusiones, recomendaciones y lecciones extraídas de la experiencia. Puede utilizarse para mejorar el desempeño y como base para la toma de decisiones y para fomentar el aprendizaje en una organización.

El seguimiento es un proceso continuo y sistemático de recolección y análisis de datos para medir el desempeño de las actividades dirigidas al logro de resultados. Aunque el proceso de seguimiento de resultados es un proceso continuo, en el sentido de que no es una actividad restringida a un período de tiempo, el seguimiento debe ser periódico a fin de que los cambios puedan percibirse. En otras palabras, los responsables del seguimiento de las acciones acumularán información con carácter permanente sobre los progresos conseguidos en función del logro de un resultado, compararán periódicamente la situación actual con respecto a la situación inicial de los indicadores de resultados y evaluarán y analizarán la situación.

En este sentido, el sistema de seguimiento y evaluación del Plan Integral de Manejo Sustentable del acuífero, necesita reconocer que las estrategias no sólo tienen múltiples objetivos, sino que además sus actividades cambian con el transcurso del tiempo, como también lo hacen las condiciones sociales, económicas y ambientales. Esto presenta un desafío considerable para el monitoreo y la evaluación, el cual debe ser enfrentado, pues la razón de ser de un enfoque estratégico es aprender y adaptarse. Por lo tanto, el requerimiento central del monitoreo y la evaluación es seguir sistemáticamente las variables y procesos claves en un período de tiempo y espacio, y ver cómo cambian por el resultado de las actividades de la estrategia. Hacer esto requiere:

Medir y analizar continua y permanentemente la sustentabilidad.

Monitorear la implementación de la estrategia.

Evaluar los resultados de la estrategia.

Elaborar informes y disseminar los hallazgos de estas actividades.

Medir y analizar la sustentabilidad es necesario para determinar el estado de la sociedad, la economía y el medio ambiente, las principales fortalezas y debilidades, los aspectos de la estrategia que deben ser adoptados y los

**Tomo III. Plan Maestro de Manejo del Acuífero de San Simón,
Municipio De Ensenada, B. C.**

factores subyacentes. La manera más productiva de aproximarse a esto es emprender una evaluación de la sustentabilidad basada en indicadores, complementada con un análisis espacial y posiblemente con otras mediciones y análisis útiles.

¿Quién debe realizar el monitoreo y la evaluación? Aquellos directamente interesados —tomadores de decisiones locales y grupos afectados— tienen mucho que ganar con un monitoreo y una evaluación, y deben ser los principales involucrados. Los enfoques participativos son importantes, y las estrategias necesitan realizar un especial esfuerzo para involucrar a las comunidades afectadas.

En este sentido, los principales interesados en llevar a cabo el proceso de seguimiento y evaluación son los directamente afectados o beneficiados con el manejo sustentable del acuífero, esto es, los COTAS, los que de acuerdo al análisis de los involucrados tienen como función el coadyuvar con las autoridades en el cuidado y preservación de las aguas nacionales mediante el orden, respeto y aplicación de la ley, y cuyos principales intereses son la administración del recurso mediante el manejo sustentable del acuífero y procurar el incremento de la productividad y el desarrollo de la región.

Pero, por otro lado, una opinión imparcial y un análisis realizado por expertos independientes pueden hacer una contribución significativa para entender, por ejemplo, dónde se necesita experiencia específica (evaluación de la calidad del agua, evolución de los niveles estáticos, evolución de la recarga, etc.) y dónde se requiere un juicio imparcial. Una evaluación externa puede dar a los actores nuevos conocimientos y evitar o superar los conflictos de intereses en la auto-evaluación.

¿Cuándo debe llevarse a cabo el monitoreo y la evaluación? La evaluación debe comenzar desde el principio del proceso de la estrategia, para establecer una línea de base. Pero, como el monitoreo y la evaluación forman parte de un método de mejoramiento continuo para la toma de decisiones, estos deben ser actividades regulares e integradas en lugar de ser eventos esporádicos y separados. El beneficio de una evaluación regular es que alienta a los participantes a repensar las prioridades, reorganizar objetivos y reprogramar su curso de acción. Estos mantienen a la estrategia trabajando como un sistema, en lugar de un (cada vez más desactualizado) plan maestro.

Los indicadores elegidos para la evaluación requieren de un monitoreo continuo para identificar las tendencias, detectar y, si es posible, anticipar cambios y hacer un seguimiento del progreso.

Definición de Indicadores

Los indicadores constituyen un componente decisivo de un marco de evaluación y seguimiento orientados a la obtención de resultados. En términos generales, los indicadores son señales que revelan los cambios ocurridos en determinadas condiciones o los resultados de intervenciones concretas. Aportan pruebas de

**Tomo III. Plan Maestro de Manejo del Acuífero de San Simón,
Municipio De Ensenada, B. C.**

los progresos de las actividades de un programa o proyecto en cuanto al logro de los objetivos de desarrollo (Cuadro 20).

Cuadro 20: Listado de indicadores propuestos para el Plan de Manejo

	Indicador
1	Volumen de agua de otras fuentes (trasvase y marino).
2	Evolución de la recarga total.
3	Porcentaje de variación de la extracción.
4	Porcentaje de pozos con medidor del caudal.
5	Índice de valor de la producción agrícola por volumen de agua utilizado.
6	Evolución de la calidad del agua.
7	Número de pozos regularizados.
8	Número de denuncias recibidas relacionadas con el uso del agua.
9	Eficacia de gestión del COTAS.
10	Evolución del nivel estático

Fuente: Elaboración propia.

Definición del Esquema de Retroalimentación

Dentro del contexto del monitoreo, el seguimiento y la evaluación, la retroalimentación es al mismo tiempo un producto y un proceso.

En cuanto producto, por retroalimentación se entiende la información generada mediante el monitoreo y la evaluación y transmitida a las partes para quienes puede resultar pertinente y útil. Comprende las comprobaciones, conclusiones, recomendaciones y enseñanzas extraídas de la ejecución de los programas o proyectos.

En cuanto proceso, la retroalimentación implica la organización y presentación de la información pertinente en forma adecuada, la difusión de esta información entre los involucrados y, sobre todo, la utilización de esa información como base para la toma de decisiones y la promoción del aprendizaje en la organización.

La retroalimentación procedente del monitoreo se distingue de la emanada de la evaluación porque ambas tienen objetivos inmediatos distintos. La derivada de las actividades de monitoreo deberá ofrecer a los administradores y a otras partes interesadas una base para tomar decisiones o adoptar medidas relacionadas con los programas o proyectos en curso. En este contexto, la retroalimentación puede revelar un problema que debe abordarse antes de que adquiera mayor gravedad. Puede indicar también algunas áreas en las que se están consiguiendo progresos y que podrían mejorar si recibieran apoyo

**Tomo III. Plan Maestro de Manejo del Acuífero de San Simón,
Municipio De Ensenada, B. C.**

adicional (una evaluación de mitad de período de un programa o proyecto en curso puede ofrecer también este tipo de información). Por ello, la retroalimentación derivada del monitoreo ayuda a atender las necesidades inmediatas de toma de decisiones, más que a acumular conocimientos a largo plazo.

Por el contrario, la retroalimentación derivada de la evaluación (en particular la evaluación ex post) respalda la función de aprendizaje, más que el proceso inmediato de toma de decisiones. Este tipo de retroalimentación adopta la forma de enseñanzas aprendidas sobre lo que funciona o no funciona en determinadas condiciones.

Como se ha indicado anteriormente, la retroalimentación puede contribuir al aprendizaje institucional, que podría definirse en la forma siguiente:

En una organización, aprendizaje significa la comprobación constante de la experiencia y la transformación de esa experiencia en conocimiento --un conocimiento accesible a toda la organización, y de interés para su objetivo fundamental.

Los elementos clave de este aprendizaje son la experiencia, el conocimiento, el acceso y la pertinencia. La comprobación significa que el aprendizaje es un proceso dinámico, en otras palabras, que los conocimientos deben utilizarse para determinar si las enseñanzas extraídas de la experiencia son válidas.

La retroalimentación derivada del monitoreo y la evaluación es un medio de compartir enseñanzas que se pueden aplicar a actividades actuales y futuras de programación, ejecución, monitoreo y evaluación de programas y proyectos. Al reflejar los problemas y los probables logros, el monitoreo puede ofrecer enseñanzas iniciales de interés específico para el programa o proyecto. Por el contrario, la evaluación debe ser capaz de extraer enseñanzas de la experiencia de tal manera que se identifiquen las cuestiones genéricas y se busquen soluciones alternativas.

El problema de fondo es cómo extraer de la experiencia enseñanzas que sean transferibles, es decir, que puedan tener una aplicación más amplia, a diferencia de las que sólo tienen interés para un único programa o proyecto. Una de las formas más eficientes de llegar a estas enseñanzas transferibles es la utilización de evaluaciones colectivas --por ejemplo, sectoriales, temáticas o estratégicas-- que puedan facilitar el aprendizaje entre los países.

La importancia de las enseñanzas de la experiencia aumenta cuando éstas se comparten con otros a través de mecanismos de apoyo como la capacitación y los seminarios. Por ello, debe adoptar estrategias para garantizar que la experiencia se convierta realmente en un factor de aprendizaje o fuente de conocimientos. En consecuencia, la retroalimentación derivada de la evaluación, en forma de prácticas mejores y peores, debe ser organizada sistemáticamente y difundida entre los usuarios finales por los productores de esa retroalimentación.

**Tomo III. Plan Maestro de Manejo del Acuífero de San Simón,
Municipio De Ensenada, B. C.**

La retroalimentación es un proceso de doble dirección, que debe suponer una relación interactiva entre productores y usuarios. Va más allá de la distribución física de los productos obtenidos, ya que supone también un proceso de "retroalimentación sobre la retroalimentación" con el fin de garantizar la alta calidad del conocimiento que se comparte dentro y fuera de la organización.

En cuanto proceso de doble dirección, la retroalimentación debe ser capaz de atender las necesidades de información identificadas por los usuarios (basadas en la demanda) y por los productores (basadas en la oferta). Por la misma razón, el acceso a la retroalimentación, es decir, a las solicitudes de información formuladas por los usuarios, deberá recibir tanta atención como la difusión de esa información (medidas realizadas por iniciativa del productor).

El uso de la retroalimentación depende de la mayor o menor orientación hacia la acción y de la oportunidad de la información, así como de su pertinencia. La retroalimentación debe estar orientada a la acción, es decir, concebirse de tal manera que pueda favorecer la toma de decisiones en el ciclo general de gestión de los programas o proyectos.

Las enseñanzas pertinentes deben incorporarse a los nuevos programas o proyectos. No deberá someterse a la aprobación ningún programa o proyecto antes de que haya constancia de que se ha llevado a cabo una búsqueda detenida de enseñanzas pertinentes y de que éstas se hayan aplicado en el diseño del programa o proyecto.

La retroalimentación debe ofrecerse en forma oportuna. La procedente del monitoreo y de la evaluaciones de mitad de período deben facilitarse inmediatamente, si se van a utilizar como base para tomar decisiones con el fin de mejorar la ejecución. Lo mismo puede decirse de la retroalimentación procedente de evaluaciones finales de programas o proyectos en los que se está examinando la posibilidad de aprobar una segunda fase. En general, las enseñanzas de la evaluación deben facilitarse cuando se está realizando la identificación, diseño y evaluación previa a la aprobación de los proyectos o programas.

Para concluir con este tema, deberemos señalar que como ya se anticipó anteriormente, los principales interesados en llevar a cabo el proceso de seguimiento y evaluación son los directamente afectados o beneficiados con el manejo sustentable del acuífero, esto es, los COTAS, y son precisamente ellos a quienes debe de focalizarse el esquema de retroalimentación del Plan de Manejo Integral del Acuífero.

Entre las recomendaciones que se pueden realizar para llevar en forma eficaz y eficiente este proceso de retroalimentación, pudieran enumerarse:

Desarrollar capacidad técnica, operativa y de gestión en los involucrados locales para implementar y adecuar el sistema de monitoreo y evaluación de manera que el proceso sea sustentable a lo largo del tiempo, particularmente en los COTAS.

**Tomo III. Plan Maestro de Manejo del Acuífero de San Simón,
Municipio De Ensenada, B. C.**

Sistematizar los procesos y procedimientos para el monitoreo y evaluación del Plan Integral de Manejo Sustentable del Acuífero.

Establecimiento de revisiones periódicas trimestrales de seguimiento de avances y evaluación de impactos del Plan Integral de Manejo Sustentable del Acuífero en el COTAS.

Reglamentación de las funciones y atribuciones del COTAS respecto al seguimiento de avances y evaluación de impactos del Plan Integral de Manejo Sustentable del Acuífero.

Elaboración y difusión de un folleto informativo trimestral sobre los avances e impactos del Plan Integral de Manejo Sustentable del Acuífero.

Impartir a los productores de la región un curso de capacitación para la correcta interpretación de los indicadores de avance e impacto del Plan Integral de Manejo Sustentable del Acuífero.

Proporcionar la asesoría técnica necesaria a los directivos del COTAS para la toma de decisiones adecuada respecto a la reorientación de estrategias y/o acciones del Plan Integral de Manejo Sustentable del Acuífero como resultado del proceso de monitoreo de avances y evaluación de impactos.

Capítulo XII

Plan de Contingencia (escasez extrema)

Cuando el agua disponible en la naturaleza no alcanza a satisfacer las crecientes necesidades humanas es cuando se aprecia su valor intrínseco. La sequía, como fenómeno natural, es de duración finita aun cuando se prolongue por varios años, pero la secuela de la sequía se extiende más allá de su duración. Un severo riesgo que trae consigo es la desertificación, fenómeno inducido y progresivo, prácticamente irreversible, que magnifica los impactos del déficit de agua, afectando a todo el ambiente y al entorno de desarrollo social y económico.

Los efectos de la sequía en la agricultura son tan dramáticos y costosos como casi todos los demás fenómenos naturales juntos (vientos, huracanes, granizo, heladas, plagas, etcétera), y se magnifican en función del tiempo y la extensión geográfica, con resultados progresivamente nefastos para casi todas las actividades humanas.

Al admitir la sequía como un hecho natural en el que el ser humano tiene poca influencia, adquiere mayor validez la idea de que la gestión integral en el manejo del recurso hídrico es el mejor método para que las fluctuaciones naturales de su disponibilidad tengan menos efectos en las actividades humanas y, por lo tanto, en el bienestar social. Según esta premisa, sólo con acciones organizadas, coherentes, apegadas a las leyes y reglamentos vigentes, así como a los usos y costumbres locales, se podrán mitigar los efectos nocivos del fenómeno, con estrategias a priori, anticipadas y expresadas en instrumentos de planeación. En este sentido, a pesar de los cuantiosos recursos de los que se pueda disponer para afrontar una crisis de sequía, si no se tiene un esquema apropiado de previsión, los resultados en general serán pírricos, cuestionables y poco efectivos, además de obtener mínimos logros en términos de paliar sus efectos.

En países como México, donde la agricultura es una importante actividad económica y social, la vulnerabilidad de este sector implica un alto riesgo ante la presencia de las sequías, que han asolado grandes extensiones y propiciado severos desajustes en la economía regional y nacional. Esto es especialmente crítico para la agricultura de riego, que es, con mucho, el sector que demanda mayor volumen de agua. Por consiguiente, ante una sequía, en las regiones agrícolas de riego cualquier ahorro de agua en este sector influye decisivamente en la disponibilidad para los demás sectores de uso. La gran variedad fisiográfica y climática, así como su situación geográfica, también hacen que gran parte de la superficie tenga características áridas y semiáridas, por situarse en la franja desértica del Hemisferio Norte, por lo cual, la vulnerabilidad natural

**Tomo III. Plan Maestro de Manejo del Acuífero de San Simón,
Municipio De Ensenada, B. C.**

también es alta, además de la aparente mayor recurrencia y persistencia del fenómeno, presumiblemente por efectos adicionales de la actividad humana.

Para enfrentar la sequía, es necesario generar planes y estrategias para superar y mitigar sus impactos e intensificar y comprometer igualmente la participación social. La adaptación y prevención a un evento inevitable es la mejor estrategia y, sin estos elementos, difícilmente se puede salir bien librado.

Puesto que es común creer y esperar que la sequía sea un evento "raro", se tiene como consecuencia un círculo vicioso entre pánico y apatía: pánico directamente proporcional a su duración e intensidad cuando el evento se presenta; apatía, cuando ya ha pasado y se piensa que no volverá a ocurrir. Nada más lejos de la realidad; la sequía es inevitable y poco predecible, y ocurre o puede ocurrir virtualmente en todo el planeta.

Los impactos y riesgos de la sequía son mayores en la medida en la que lo son los requerimientos de agua; por ello, las expectativas poco realistas, más que optimistas, son temerarias y contribuyen sensiblemente a sobreestimar la capacidad de suministro. De aquí que una de las medidas elementales de mitigación sea cuidar y mantener el balance entre oferta y demanda del agua.

A mayor población, mayor necesidad de agua para todos los usos; pero las fuentes de suministro son limitadas y, por tanto, la vulnerabilidad a la sequía y a la escasez del recurso hídrico crece en la misma medida. De aquí la importancia y conveniencia de planear, prepararse y actuar para afrontar la ocurrencia del fenómeno considerando su evolución.

La Escasez Hídrica definida por el Programa de las Naciones Unidas para el Medio Ambiente (PNUMA) es "Cuando la demanda de agua excede la cantidad disponible durante un periodo determinado o cuando su uso se ve restringido por su baja calidad. La escasez hídrica provoca un deterioro de los recursos de agua dulce en términos de cantidad (acuíferos sobreexplotados, ríos secos, etc.) y de calidad (eutrofización, contaminación de la materia orgánica, intrusión salina, etc.)". Por su parte, el Índice de Escasez Hídrica se define como la relación porcentual entre la diferencia de la demanda de agua del conjunto de actividades socioeconómicas y la oferta hídrica de equilibrio (recarga total anual) disponible en las fuentes abastecedoras.

El riesgo total por efectos de la sequía puede expresarse como el producto de dos factores, riesgo natural y vulnerabilidad, en donde, el riesgo natural es intrínseco a la marcha climática y ocurre sin intervención ni control humano, y la vulnerabilidad comprende los factores sociales, así como las características ambientales inducidas que son susceptibles a las condiciones adversas de la sequía.

La vulnerabilidad está determinada por la habilidad para anticiparse, prevenir, resistir y recuperarse de los efectos de la sequía.

Mitigar es generar y aplicar las iniciativas y estrategias para reducir el riesgo debido a los peligros naturales o inducidos por el ser humano. En el caso de la sequía, básicamente son los sistemas de alerta temprana, el aumento de la

**Tomo III. Plan Maestro de Manejo del Acuífero de San Simón,
Municipio De Ensenada, B. C.**

capacidad de almacenamiento y suministro de agua, y la conservación del recurso hídrico. En consecuencia, un plan de preparación o de contingencia significa el desarrollo de la capacidad institucional y la organización de la población civil para reaccionar consecuentemente ante la crisis provocada por la sequía. Esto sucede a través de planes de emergencia, sistemas de alerta, centros operativos de emergencia, redes de comunicación para emergencias, información frecuente al público, acuerdos institucionales de acción, planes de manejo de recursos, así como entrenamientos y simulacros para preparar y capacitar al personal adecuado que actúe eficientemente en casos de emergencia. La capacidad de respuesta social e institucional constituye un aspecto importante de estos planes de contingencia, que está orientada principalmente a la mitigación.

FASE 0.

Situación: Anticipación y Prevención.

Las acciones preventivas anticipan la ocurrencia de las sequías, de modo que antes de que ésta se presente, reducen la demanda, incrementan la disponibilidad y optimizan el uso del agua; a partir de ello, el riesgo de escasez se reduce y se torna en un riesgo bajo control, con una afectación minimizada sobre los usuarios del acuífero.

Acciones de las Autoridades:

- Organización de los usuarios
- Zonificación del uso del agua, según su calidad requerida. Estas medidas permiten optimizar el agua según la calidad y tolerar en mayor medida la escasez.
- Ubicar aprovechamientos de agua potable al oriente.
- Ubicar cultivos más resistentes a la salinidad al poniente.
- Promoción de cultivos más resistentes a la salinidad en la medida en que avance la interfase salina.
- Establecer como zona de reserva para agua potable el Norte del Valle, para facilitar la factibilidad de proyectos de intensificación del uso de aguas tratadas y salobres en la zona Sur – con lo cual se reduciría la actual sobreexplotación y problemática en dicha área.
- Zonificación de los cultivos, acorde al plan de uso de suelo.
- Ubicar cultivos con menor productividad, preferentemente en la zona que próximamente cambiará su uso a público – urbano – hacia el norte.
- Consolidar zonas agrícolas hacia el Sur (la densidad actual es baja y el crecimiento urbano viene desde el Norte).
- Desarrollo del Banco de derechos del agua a favor del acuífero.
- Fondo de transferencia de derechos a favor del acuífero financiado por agricultores que obtienen una alta productividad del agua. Este fondo establece

**Tomo III. Plan Maestro de Manejo del Acuífero de San Simón,
Municipio De Ensenada, B. C.**

una tarifa por concepto del agua, que permite asegurar a los usuarios con usos más rentables, sin afectar a los menos productivos.

- Transferencia anual según distintas fases de contingencia.
- Transferencia permanente.
- Desarrollo del Mercado de derechos de agua entre usuarios. Este será permitido exclusivamente cuando funcione el Banco de Derechos de Agua a favor del acuífero y no incrementará la magnitud de las extracciones agrícolas, será un instrumento para permitir el incremento indispensable de la oferta de agua para uso público y la transferencia de agua a usos con alta productividad de agua.
- Transferencia de agua desde usos menos productivos hacia uso público – urbano.
- En períodos de disponibilidad y suficiente suministro al sector público urbano, posible transferencia de derechos desde sectores de menor productividad hacia otros de mayor.
- Definición, confirmación y seguimiento de un reglamento.
- Protección de cauces contra la explotación de arenas.
- Construcción de proyectos que incrementen la disponibilidad de agua – propuestos en el capítulo del Plan de Manejo.

FASE 1.

Situación: Escasez Incipiente.

Comienza la sequía; la reducción en la oferta de agua es de 5 a 10% respecto de la demanda.

Indicador:

5% < Índice de Escasez Hídrica < 10%

Acciones de las Autoridades:

- Campaña inicial de información: alerta para disminuir los usos no esenciales y difusión de pronósticos y acciones necesarias si la situación empeora.
- Levantamiento de censos y elaboración de estadísticas para conocer el uso y asignación del agua.
- Formulación de una propuesta para disminuir la asignación a los usos secundarios.

Acciones de los Usuarios Sectoriales e Individuales:

- Los usuarios deben moderar su consumo de agua y restringir los usos no prioritarios voluntariamente.
- Los grandes usuarios deben revisar sus planes de contingencia.

Recomendaciones:

**Tomo III. Plan Maestro de Manejo del Acuífero de San Simón,
Municipio De Ensenada, B. C.**

- Campaña educativa para evitar el desperdicio del agua.
- Revisión de las instalaciones y dispositivos de medición y control hidráulico.

FASE 2.

Situación: Escasez Moderada.

La oferta de agua es de 10 a 20% inferior respecto de la demanda. Algunas medidas son voluntarias, pero otras ya son obligatorias.

Indicador:

10% < Índice de Escasez Hídrica < 20%

Acciones de las Autoridades:

- La campaña de información se intensifica e incluye aspectos técnicos del problema.
- Se formula y se da a conocer la etapa inicial de racionamiento. La aplicación del riego sólo se permite en las horas de menor insolación.
- Prohibición total de usos no prioritarios.
- Instrumentación de las primeras medidas de multas por exceso o uso indebido del agua, según leyes y reglamentos.
- Prohibido lavar vehículos, banquetas y calles con manguera.

Acciones de los Usuarios Sectoriales e Individuales:

- Los usuarios comerciales e industriales instrumentan sus planes de acción, destacan entre ellos el reuso o recirculación del agua para sus procesos.
- Todos los usuarios se sujetan a las restricciones y prohibiciones.

Recomendaciones:

- Se intensifica la campaña informativa y educativa.
- Se instalan dispositivos ahorradores de agua y se mejoran los de control.
- Inicia la aplicación de sanciones por uso excesivo o indebido; en reincidencias, se suspende temporalmente el servicio.

FASE 3.

Escasez Severa.

El déficit de agua es de 20 a 35% en relación con la demanda. Las medidas de reducción y restricción en el uso del agua son obligatorias.

Indicador:

20% < Índice de Escasez Hídrica < 35%

Acciones de las Autoridades:

- Se aplican las medidas y programas de racionamiento y las sanciones por su no observancia.

**Tomo III. Plan Maestro de Manejo del Acuífero de San Simón,
Municipio De Ensenada, B. C.**

- Los usos domésticos deben disponer de equipos de bajo consumo.
- El suministro se realiza sólo para los usos esenciales, con estricta alternación y restricciones en volumen.
- La campaña de información es intensa y detallada, se apoya en todos los medios.
- La evolución del estado de emergencia se registra permanentemente, y los pronósticos y evaluaciones se realizan todos los días para detectar cualquier variación.

Acciones de los Usuarios Sectoriales e Individuales:

- Los usuarios son conminados a apegarse totalmente a las restricciones y racionamientos del plan de emergencia.
- La vigilancia entre sectores y usuarios es continua para evitar desperdicios y conflictos, tomas clandestinas y usos no autorizados.
- Los grandes usuarios operan de acuerdo con sus planes de contingencia y se sujetan sólo a los volúmenes autorizados.

Recomendaciones.

- Se incrementan las sanciones y se restringe más el consumo.
- Sólo se autorizan usos prioritarios con volúmenes mínimos.
- Si se detectan y persisten usos indebidos, se suspende el suministro, se aplican las sanciones y se disminuye la dotación.
- Es obligatorio mejorar las instalaciones y dispositivos hídricos.

FASE 4.

Escasez Crítica.

El déficit de agua está entre 35 y 50% respecto de la demanda. Se aplican y sancionan rigurosamente las reducciones de consumo, restricciones y la observancia de los planes de contingencia.

Indicador.

35% < Índice de Escasez Hídrica < 50%

Acciones de las Autoridades.

- Todas las restricciones y racionamientos alcanzan su máxima intensidad; las dotaciones son mínimas y acordes con los esquemas de prioridad, exclusivamente para los usos más elementales, sin excepción.
- Se observan rigurosamente las alternaciones en el uso.
- La vigilancia es extrema y continua sobre el funcionamiento de los sistemas de conducción, distribución y medición; cualquier anomalía se atiende de inmediato.

**Tomo III. Plan Maestro de Manejo del Acuífero de San Simón,
Municipio De Ensenada, B. C.**

- Todos los usuarios se ajustan a su dotación y se resuelven los conflictos entre ellos.
- Las contingencias ambientales se atienden de acuerdo con los ordenamientos de ley y entran en función los planes de emergencia apoyados por todos los niveles de gobierno.
- La campaña de información, seguimiento y educación alcanza su mayor intensidad y es permanente.

Acciones de los Usuarios Sectoriales e Individuales.

- Los usuarios deben cumplir estrictamente con el plan de racionamiento.
- Todo ahorro de agua es crucial, por lo que no debe haber desviaciones ni desperdicios.
- Los dispositivos de medición, control y uso deben funcionar en estado óptimo.
- Los usos no residenciales se reducen al mínimo o se suspenden.
- La recirculación, tratamiento y reuso de agua son importantes como opciones para elevar la disponibilidad.

Recomendaciones.

- Se aplican las sanciones y penas más severas.
- Por faltas, la suspensión del servicio puede ser indefinida.
- La participación de los usuarios en el manejo, cuidado y vigilancia en el uso del agua es determinante para evitar el aumento del problema y el eventual colapso.

FASE 5

Escasez Catastrófica.

El déficit de agua es superior a 50% de la demanda. Son las condiciones más severas de sobrevivencia.

Indicador.

Índice de Escasez Hídrica > 50%

Acciones de las Autoridades.

- El agua disponible se asigna únicamente para los usos más prioritarios y en cantidades muy limitadas.
- La asistencia social y los planes de emergencia son constantes con el apoyo de las autoridades de todos los niveles.
- El agua se distribuye con el máximo de precaución para evitar pérdidas y conflictos.
- Es una etapa de espera hasta que las condiciones mejoren.

Acciones de los Usuarios Sectoriales e Individuales.

**Tomo III. Plan Maestro de Manejo del Acuífero de San Simón,
Municipio De Ensenada, B. C.**

- Usan el agua sólo para lo estrictamente autorizado y con el mínimo de volumen.
- No se permite ningún exceso.
- Los usos más prioritarios con la menor dotación.
- Los excedentes se redistribuyen a los demás usuarios.

Recomendaciones.

- Cero desperdicio y cero tolerancia.
- Los mecanismos de medida y control funcionan correctamente y se supervisan con frecuencia.

Capítulo XIII

Conclusiones y Recomendaciones

Conclusiones

1. El desarrollo y cumplimiento del presente PIMSA para alcanzar un uso sustentable del recurso hídrico en el acuífero de San Simón es responsabilidad de todos los usuarios y debe ser considerado como una herramienta dinámica cuyas acciones y prioridades pueden cambiar de acuerdo a las necesidades de los usuarios y del acuífero.
2. Con base en la información existente respecto a la evolución del nivel freático durante los últimos años, se infiere que el acuífero de San Simón se encuentra bajo un régimen de sobreexplotación por lo que las acciones planteadas en el PIMSA deben ser aplicadas de forma urgente.
3. Se logra el uso sustentable del acuífero con la implementación del PIMSA al rescatar 847 millones de metros cúbicos en el período 2007-2030, con un costo total de 780 millones de pesos, lo cual representa un costo promedio de 0.92 \$/m³ de agua liberado. Esto permite mantener y desarrollar las principales actividades productivas de la región. La no aplicación del PIMSA (escenario inercial) trae como consecuencia reducir la disponibilidad de agua para las actividades productivas de San Simón.
4. La evaluación actual cultivando poco más de 3,900 ha con un consumo de agua de 4,830 m³/ha/año, arroja relaciones Beneficio-Costo de 1.14 y productividades del agua de 28.46 \$/m³. En el Escenario REPDA los impactos de los costos económicos ambientales producto de la sobreexplotación reducen la relación Beneficio-Costo a valores de 0.73 y el valor de la productividad del agua a 22.55 \$/m³.
5. El costo de referencia más adecuado para evaluar el PIMSA es el de la sobreexplotación por extraer el agua de la reserva que se ubica en un promedio de 40.18 \$/m³. Los costos económicos ambientales totalizan \$3,069 millones de pesos (pesos de 2005) de los cuales el 57% se atribuye al impacto de la pérdida de área de cultivo por salinidad, 21% a la disminución de la reserva estratégica y el 20% a la intrusión salina. Los "Ingresos netos" esperados de este plan totalizan 37,510 millones de pesos al darle un valor al metro cúbico de agua rescatado igual al costo de la sobreexplotación para extraer el agua de la reserva, lo cual representa una relación Beneficio-Costo de 48.07 a valores constantes.
6. La evaluación económica del PIMSA utilizando el método del valor presente neto acumulado es positiva para el escenario analizado, al obtener a partir del año 2010 valores positivos del ingreso neto acumulado para sustentar económicamente el plan y en el 2013 ya se tendrían excedentes sobre el costo total del plan, considerando una tasa de retorno mínima atractiva (TREMA) de

**Tomo III. Plan Maestro de Manejo del Acuífero de San Simón,
Municipio De Ensenada, B. C.**

10% y con el valor del metro cúbico de agua rescatado igual al costo de la sobreexplotación por la extracción de agua de la reserva.

7. La aplicación del PIMSA permitirá que en los próximos 20 años se tenga un superávit en el volumen almacenado del acuífero. Para ello la extracción agrícola se ubicaría entre 15 y 22 millones de metros cúbicos anuales con una media de 19 millones de metros cúbicos. En caso contrario, sin la aplicación del plan se espera un déficit de 74 millones de metros cúbicos en el mismo horizonte de planeación.

8. Para establecer políticas sustentables de explotación acordes a la dinámica del acuífero es imprescindible llevar a cabo un programa de mediciones sistemáticas de las variables hidrológicas y de las condiciones de operación, tales como: variaciones en la elevación del nivel freático, precipitación, escurrimiento, evapotranspiración, infiltración, recarga, volúmenes y sitios de extracción. Esta información se requiere para implementar y ejecutar las acciones de control y corrección para el logro de estas políticas, ya que de continuar la explotación del recurso sin conocer con precisión los volúmenes de extracción y de recarga, es altamente probable alcanzar niveles de sobreexplotación difíciles de recuperar. El riesgo se incrementa con la ocurrencia de prolongados períodos de sequía.

9. Para implementar, dar seguimiento, evaluar y retroalimentar las acciones del PIMSA es esencial fortalecer la capacidad técnica del COTAS y su nivel de participación en la toma de decisiones.

10. Con la aplicación de las acciones referidas en el PIMSA, el sector agrícola de San Simón que tiene concesionado el 97.6% del REPDA (2007) podrá mantener la superficie cultivada actualmente y aumentar la rentabilidad de los cultivos en el horizonte de planeación.

11. El programa de optimización y uso eficiente del agua para la agricultura permite rescatar 3.5 millones de metros cúbicos anuales con una inversión de 591 millones de pesos a un costo promedio de 17.03 \$/m³.

12. La construcción de una planta desaladora de agua de mar y la infraestructura para el suministro de agua potable permitirán rescatar 70 mil metros cúbicos anuales del acuífero a un costo de 14.16 \$/m³ con una inversión de 13 millones de pesos, en tanto que la infraestructura para el tratamiento de agua residual impedirá la contaminación de 2.4 millones de metros cúbicos anuales a un costo de 0.11 \$/m³, mejorará el nivel de vida de la población y asegurará la calidad del agua para la agricultura.

13. La construcción de bordos de protección con un costo de 10 millones de pesos no contribuye a un rescate de volúmenes de agua del acuífero de forma directa, pero es un gasto necesario para garantizar la seguridad de la población e impedir pérdidas en infraestructura agrícola y urbana en eventos de avenidas extraordinarias.

**Tomo III. Plan Maestro de Manejo del Acuífero de San Simón,
Municipio De Ensenada, B. C.**

14. El control y regulación de la ubicación de desaladoras con una inversión de 7 millones de pesos evitará la contaminación de 29 millones de metros cúbicos anuales en el acuífero.

Recomendaciones

1. De acuerdo a los resultados del presente Plan de Manejo, se recomienda la aprobación del mismo. Esta acción, por derecho y reconocimiento público, le corresponde al Consejo de Cuenca de Baja California. Una vez aprobado el Plan de Manejo, el Consejo de Cuenca deberá hacer uso de sus atribuciones y promover la integración de una Comisión de Trabajo para la implementación del PIMSA, en base al numeral IV del artículo 4 de las Reglas de Organización y Funcionamiento de los Consejos de Cuenca, así como la integración del Grupo de Seguimiento y Evaluación del PIMSA, en base al numeral I del mismo ordenamiento jurídico.
2. Los diagnósticos y evaluación de los escenarios seleccionados están basados en la información disponible en la fecha de elaboración, los pronósticos de precipitación corresponden a un patrón similar al reportado en los últimos 30 años. Por lo tanto, los resultados técnico-económicos, los impactos y beneficios obtenidos se aproximarán a la realidad si y solo si se presentan estas condiciones. En base a lo anterior se recomienda integrar, conciliar y actualizar la información clave de los estudios hidrológicos, censos de aprovechamientos, volúmenes extraídos, estudios de calidad del agua, entre otros. Por ello, es imprescindible iniciar de inmediato el PIMSA con las acciones de: Monitoreo, Cesión de derechos, Regulación de extracciones, Creación del COTAS y Creación del centro de gestión financiera. El arranque del PIMSA tendrá que ser financiado con fondos públicos bajo la autoridad y responsabilidad del Estado, con la aceptación y apoyo de los usuarios.
3. El arranque y la primera etapa del PIMSA requiere de los recursos financieros suficientes y oportunos hasta que llegue al equilibrio para generar sus propios recursos. Por ello se recomienda darle prioridad a la creación del centro de gestión financiera cuya función es la gestión de éstos recursos.
4. Es de vital importancia el apoyo y participación de todos los actores en la implementación del PIMSA. Por lo anterior se recomienda la amplia difusión del Plan, su promoción e incluso acciones de capacitación para lograr el consenso en la aplicación de las acciones.
5. Se recomienda priorizar la implementación de las acciones de estabilización del acuífero para evitar el riesgo de abatimientos de los niveles de agua del acuífero por la ocurrencia de un período de sequía prolongado y poder satisfacer el aumento de la demanda de agua de los diferentes sectores.

Referencias bibliográficas

- Comisión nacional del Agua, 2000. Programa hidráulico de gran visión 2001-2025: Región I – Península de Baja California. Gerencia Regional I, Península de Baja California. Diciembre de 2000.
- Comisión Nacional del Agua, 2003. Programa hidráulico regional 2002-2006: Región I – Península de Baja California. Subdirección General de Programación, Gerencia de Planeación Hidráulica, Gerencia Regional I Península de Baja California. Octubre de 2003, 215 pp.
- Comisión Nacional del Agua. 2006. Determinación de la disponibilidad de agua subterránea en el acuífero San Simón, Estado de Baja California. Subdirección General Técnica, Gerencia de Aguas Subterráneas, Subgerencia de Evaluación y Ordenamiento de acuíferos, Diciembre de 2006, pp.25.
- Comisión Nacional del Agua, 2007. Programa Hídrico por Organismo de Cuenca Visión 2030: Península de Baja California. Gerencia Regional I, Península de Baja California, Organismo de Cuenca. Septiembre 2007, 300 pp.
- Consejo Nacional de Población y el Colegio de la Frontera, 2003. Estudio integral de migración en la región de San Quintín, B.C.
- Consejo Nacional de Población, 2006. Proyección de la Población en México.
- Garduño, E., 1989. Mixtecos en Baja California. El caso de San Quintín. Mexicali, B. C.: Universidad Autónoma de Baja California. 293 pp.
- Gobierno Municipal de Ensenada, 2008. Plan municipal de desarrollo 2008-2010: Caminando hacia el futuro. COPLADEM, Instituto municipal de investigación y planeación de Ensenada, B.C. Febrero de 2008, 152 pp.
- Instituto Nacional de Estadística Geografía e Informática, 2001. Síntesis de Información Geográfica del Estado de Baja California.
- Instituto Nacional de Estadística, Geografía e Informática, 2005. Censo nacional de población 2005.
- Instituto Nacional de Estadística, Geografía e Informática, 2005b. Segundo censo nacional de población 2005.
- Sanx Ingeniería Integral y Desarrollo (SIID), 2006. Estudio de actualización geohidrológica del Acuífero de San Simón, en el Estado de Baja California. Comisión Nacional del Agua, Subgerencia Regional Técnica, Gerencia Regional Península de Baja California, Gerencia de Aguas Subterráneas. Diciembre de 2006. pp.105
- Secretaría de Desarrollo Social, 2006. Programa de Desarrollo Regional: Región San Quintín. COPLADEM, CEYPSE, Dirección de Desarrollo Regional. Marzo de 2006, 135 pp.

**Tomo III. Plan Maestro de Manejo del Acuífero de San Simón,
Municipio De Ensenada, B. C.**

Secretaría de Fomento Agropecuario, 2002. Agua para San Quintín: Uso sustentable de los acuíferos de la zona de San Quintín. Mexicali, Baja California. Abril de 2002.